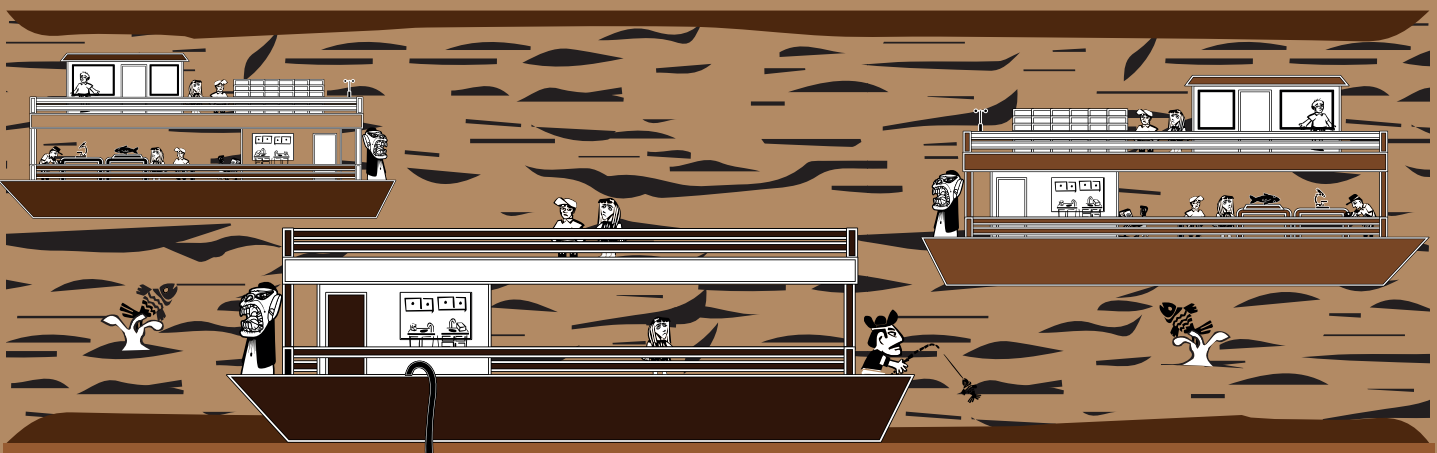
EXPEDIÇÃO CIENTÍFICA
BAIXO SÃO FRANCISCO

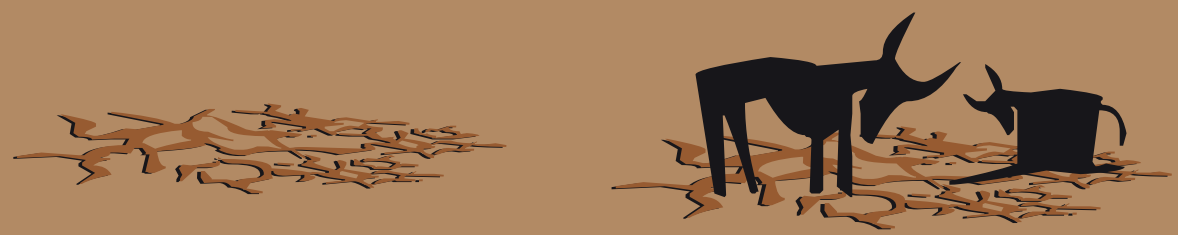
Emerson Carlos Soares | José Vieira Silva | Themis Jesus Silva
(Org.)



O Baixo São Francisco

Características Ambientais e Sociais

Volume III



Edufal

Emerson Carlos Soares
José Vieira Silva
Themis Jesus Silva
(Org.)

O BAIXO SÃO FRANCISCO:
CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS E SOCIAIS

VOLUME III

Edufal
Editora da Universidade Federal de Alagoas
Maceió/AL
2024

@2024 Editora da Universidade Federal de Alagoas (Edufal)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

Reitor
Josealdo Tonholo

Vice-reitora
Eliane Aparecida Holanda Cavalcanti

Diretor da Edufal
Eraldo de Souza Ferraz

Conselho Editorial Edufal
Eraldo de Souza Ferraz – Presidente
Diva Souza Lessa – Gerente
Fernanda Lins de Lima – Coordenação Editorial
Mauricélia Batista Ramos de Farias - Secretaria Geral
Roselito de Oliveira Santos - Bibliotecário
Alex Souza Oliveira
Cícero Péricles de Oliveira Carvalho
Cristiane Cyrino Estevão
Elias André da Silva
Fellipe Ernesto Barros
José Ivamilson Silva Barbalho
José Márcio de Morais Oliveira
Juliana Roberta Theodoro de Lima
Júlio Cezar Gaudêncio da Silva
Mário Jorge Jucá
Muller Ribeiro Andrade
Rafael André de Barros
Silvia Beatriz Beger Uchôa
Tobyas Maia de Albuquerque Mariz

Núcleo de Conteúdo Editorial
Fernanda Lins de Lima – Coordenação
Roselito de Oliveira Santos – Registros e catalogação

Conselho Científico da Edufal
César Picón - Cátedra Latino-Americana e Caribenha (UNAE)
Gian Carlo de Melo Silva – Universidade Federal de Alagoas (Ufal)
José Ignácio Cruz Orozco - Universidade de Valência - Espanha
Juan Manuel Fernández Soria - Universidade de Valência - Espanha
Junot Cornélio Matos – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Nanci Helena Rebouças Franco – Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Patricia Delgado Granados - Universidade de Servilha-Espanha
Paulo Manuel Teixeira Marinho – Universidade do Porto - Portugal
Wilfredo Garcia Felipe - Universidad Nacional de Educación (UNAE)

Projeto gráfico
JDMM
Editoração eletrônica e Capa
JDMM
Revisão de Língua Portuguesa e Normalização(ABNT)
Mauricelia Batista Ramos de Farias
Organização dos originais
Rose Mary Ferreira Pereira Gomes
Iara Maria Melo Nascimento

Catalogação na fonte
Editora da Universidade Federal de Alagoas - EDUFAL
Núcleo de Conteúdo Editorial
Bibliotecário Responsável: Roselito de Oliveira Santos – CRB-4 – 1633

B164 O baixo São Francisco [recurso eletrônico] : características sociais e ambientais / Emerson Carlos Soares, José Vieira Silva, Themis Jesus Silva. (Org.). – Maceió : Edufal, 2024.
607 p. : il. ; color.

Inclui bibliografia.
ISBN: 978-65-5624-302-3.

1. Rio São Francisco. 2. Meio ambiente. 3. Expedições científicas I. Título.

CDU: 910.4

Direitos desta edição reservados à
Edufal - Editora da Universidade Federal de Alagoas
Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A. C. Simões
CIC - Centro de Interesse Comunitário
Cidade Universitária, Maceió/AL Cep.: 57072-970
Contatos: www.edufal.com.br | contato@edufal.com.br | (82) 3214-1111/1113

Editora afiliada
Associação Brasileira das Editoras Universitárias

Este livro faz uma homenagem especial ao Prof. Dr. Rafael Navas – Ufal (*in memorian*), um ser humano que, com sua sensibilidade, amizade e dedicação, através de seus ideais de justiça social no campo, alimentou os sonhos de muitos expedicionários e ribeirinhos de que era possível fazer a diferença com ações práticas.

AGRADECIMENTOS

Esta obra foi possível graças aos esforços de instituições e pessoas estratégicas:
• À beleza do Velho Chico, com suas paisagens e encantos que só Deus poderia dar;
• Aos investidores: MCTI, Ufal, Codevasf, Fapeal e CBHSF;
• À Dra. Sônia Costa, do MCTI;
• À vice-reitora da Ufal, Dra. Eliane Cavalcanti;
• Ao presidente do CBHSF, José Maciel Oliveira;
• À equipe da Codevasf, em especial os senhores Ricardo Lisboa e Paulo Pantoja;
• À Marinha do Brasil – Agência fluvial Penedo;
• Ao Mestre/Doutor do Rio (Antônio Jackson Borges) e sua esposa (tia Jacira);
• Às prefeituras e prefeitos de Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Propriá, Igreja Nova, Penedo e Piaçabuçu;
• Agradecimentos especiais aos secretários de Meio Ambiente, Agricultura, Educação e Saúde dos municípios estudados;
• Aos diretores, professores e alunos das escolas dos municípios estudados;
• Ao povoado Chinaré – Igreja Nova;
• Ao povo indígena Aconã e ao cacique Saraiva (*in memorian*);
• Ao Restaurante Mangangá (Tercilia, Fernando), em Traipu;
• Ao Restaurante Angicos (Washington), em Piranhas;
• Aos amigos pescadores, artistas, mergulhadores e "fazem-tudo": José Rodrigo, José Vitor, Josenaldo Barbosa e Márcio da Silva;
• Aos comandantes e tripulantes das embarcações Magnífica, Maravilhosa, catamarã Sertão e catamarã Comendador Peixoto: Anselmo, Jau, Hugo Gonçalves, Mateus Gonçalves, Jeferson, Jamisson, Claudio, Pardal, Cristiney, Johnny, Junior, Jairo, Jeferson Machado, etc.;
• A todas as instituições parceiras (mais de 30) e os pesquisadores que participaram deste trabalho, contribuindo para tornar a Expedição Científica do Baixo São Francisco a maior expedição científica em áreas abrigadas do Brasil.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 9

CAPÍTULO 1 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS DANOS GENOTÓXICOS EM PEIXES DO BAIXO RIO SÃO FRANCISCO 11

CAPÍTULO 2 - ECOLOGIA E ANÁLISE DE RISCO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO BAIXO SÃO FRANCISCO 26

CAPÍTULO 3 - MONITORAMENTO DE PESTICIDAS NO BAIXO SÃO FRANCISCO 46

CAPÍTULO 4 - POLUIÇÃO HÍDRICA NO BAIXO SÃO FRANCISCO E SEUS EFEITOS NOS PEIXES ATRAVÉS DA AVALIAÇÃO ENZIMÁTICA E HISTOPATOLÓGICA 73

CAPÍTULO 5 - QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO PESCADO COMERCIALIZADO NA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO/AL 98

CAPÍTULO 6 - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM MUNICÍPIOS DO BAIXO SÃO FRANCISCO 115

CAPÍTULO 7 - AVALIAÇÃO DO TEOR DE ÓLEOS E GRAXAS NO BAIXO SÃO FRANCISCO 140

CAPÍTULO 8 - ATENDIMENTOS MÉDICOS COMO ESTRATÉGIA DE RASTREAMENTO E DE PREVENÇÃO DE DOENÇAS CRÔNICAS NA POPULAÇÃO RIBEIRINHA DO BAIXO SÃO FRANCISCO 150

CAPÍTULO 9 - AÇÕES DE SAÚDE BUCAL E LEVANTAMENTO EPIDEMIOLÓGICO DA CÁRIE DENTÁRIA EM ESCOLARES DAS COMUNIDADES RIBEIRINHAS DA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO 162

CAPÍTULO 10 - RASTREAMENTO DE CÂNCER BUCAL E LABIAL 178

CAPÍTULO 11 - PERFIL BIOQUÍMICO DA POPULAÇÃO RIBEIRINHA DO BAIXO SÃO FRANCISCO, DURANTE A 5ª (2022) E 6ª (2023) EDIÇÕES DA EXPEDIÇÃO CIENTÍFICA 194

CAPÍTULO 12 - NAVEGANDO RUMO À SAÚDE: EDUCAÇÃO EM SAÚDE E BEM-ESTAR PARA OS RIBEIRINHOS DO BAIXO SÃO FRANCISCO 212

CAPÍTULO 13 - LAZER DE ADOLESCENTES EM POPULAÇÕES RIBEIRINHAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO, EM ALAGOAS 226

CAPÍTULO 14 - LEVANTAMENTO EPIDEMIOLÓGICO DE INFECÇÕES CAUSADAS POR HELMINTOS TRANSMITIDOS PELA ÁGUA E PELO SOLO, EM COMUNIDADES RIBEIRINHAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO, ENTRE 2022 E 2023 238

CAPÍTULO 15 - ENVELHECIMENTO E QUALIDADE DE VIDA DA COMUNIDADE RIBEIRINHA DO BAIXO RIO SÃO FRANCISCO..... 258

CAPÍTULO 16 - FRAGILIDADE AMBIENTAL DAS ÁREAS CILIARES DO RIO SÃO FRANCISCO: UM DIAGNÓSTICO ECODINÂMICO E DOS REMANESCENTES FLORESTAIS..... 273

CAPÍTULO 17 - PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC) NO BAIXO SÃO FRANCISCO 299

CAPÍTULO 18 - BIOFONIA E A PRODUÇÃO DE SONS DE PEIXES NATIVOS DO BAIXO RIO SÃO FRANCISCO 323

CAPÍTULO 19 - CARACTERÍSTICAS DA ATIVIDADE PESQUEIRA NAS V E VI EXPEDIÇÕES CIENTÍFICAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO..... 343

CAPÍTULO 20 - "CULTIVAR ÁGUA, COLHER SERVIÇOS AMBIENTAIS": EDUCAÇÃO AMBIENTAL HÍDRICA E CLIMÁTICA COM O PÚBLICO DO BAIXO SÃO FRANCISCO 369

CAPÍTULO 21 - FOSSAS AGROECOLÓGICAS NO BAIXO SÃO FRANCISCO: UMA INICIATIVA DE EDUCAÇÃO E SANEAMENTO AMBIENTAL 379

CAPÍTULO 22 - A POPULARIZAÇÃO E A DEMOCRATIZAÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS ATRAVÉS DO SESC CIÊNCIA DO DISTRITO FEDERAL NAS EXPEDIÇÕES CIENTÍFICAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO..... 387

CAPÍTULO 23 - OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS RIBEIRINHAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO..... 399

CAPÍTULO 24 - ETNOGRAFIA EM TRÂNSITO: RELATO DE UMA EXPERIÊNCIA ANTROPOLÓGICA COM POPULAÇÕES TRADICIONAIS NO BAIXO SÃO FRANCISCO..... 421

CAPÍTULO 25 - ARQUEOLOGIA SUBAQUÁTICA NAS EXPEDIÇÕES CIENTÍFICAS DO BAIXO RIO SÃO FRANCISCO: PAISAGENS E LONGA DURAÇÃO..... 439

CAPÍTULO 26 - DEMOCRATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO GEOCIENTÍFICO: O CASO PIONEIRO DO PROJETO IBGE EDUCA *OFFLINE* 457

CAPÍTULO 27 - DESVENDANDO O BAIXO SÃO FRANCISCO: UM PANORAMA ATUALIZADO DOS MUNICÍPIOS PERCORRIDOS PELA VI EXPEDIÇÃO CIENTÍFICA À LUZ DOS DADOS DO CENSO DEMOGRÁFICO 2022..... 481

CAPÍTULO 28 - INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS E SEU POTENCIAL USO COMO FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL NOS MUNICÍPIOS DO BAIXO SÃO FRANCISCO..... 499

CAPÍTULO 29 - PRÁTICAS CORPORAIS DO BAIXO SÃO FRANCISCO: A HEGEMONIA FUTEBOLÍSTICA E O BRINCAR LIVRE COM O RIO 513

CAPÍTULO 30 - COMUNICAÇÃO INTEGRADA E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: ESTRATÉGIAS E RESULTADOS NAS EXPEDIÇÕES CIENTÍFICAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO..... 527

CAPÍTULO 31 - EVIDÊNCIAS DE CONTAMINAÇÃO MICROPLÁSTICA NO BAIXO RIO SÃO FRANCISCO 546

CAPÍTULO 32 - ASPECTOS FLORÍSTICO-VEGETACIONAIS E DINÂMICA GEOAMBIENTAL DO BAIXO CURSO DO RIO SÃO FRANCISCO COM DADOS DO IBGE 568

CAPÍTULO 33 - O FUTEBOL DE MENINAS RIBEIRINHAS: IMAGINÁRIO, POSSIBILIDADES, SONHOS E DESEJOS..... 587

APRESENTAÇÃO

Ao longo deste livro, você encontrará resultados das pesquisas realizadas nas V e VI Expedições Cientificas no Baixo São Francisco, nos anos de 2022 e 2023, com a participação de aproximadamente 70 pesquisadores, em 30 áreas de pesquisas. Nas páginas desta obra, podemos fazer uma viagem nas áreas de meio ambiente e a socioeconomia da pesca e das comunidades ribeirinhas, saúde ribeirinha, qualidade de água, esporte e arqueologia do Baixo São Francisco. As conclusões de cada capítulo levam o leitor a refletir o quanto o Rio São Francisco vem sendo agredido pelo nosso modelo de sociedade e de "desenvolvimento", imposto no baixo curso do rio, colocando-o em confronto direto com problemas que vão desde o despejo de esgoto (falta de saneamento básico), despejo de resíduo de mineração, poluentes químicos, agrotóxicos e devastação das matas ciliares, dentre outros.

Em cada capítulo, encontrarão conclusões chocantes como: elevada presença de coliformes totais e *Escherichia coli* em todos os pontos avaliados, sugerindo contaminação fecal das águas do Baixo São Francisco com condições insatisfatórias e fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pelas portarias vigentes do Ministério da Saúde; elevados índices de cianobactérias em algumas áreas do rio, com índice 100% acima dos níveis regulamentados pelo Ministério da Saúde, coincidentes com a determinação da resolução Conama 357, art. 2, inciso VIII.

Essas informações nos fazem refletir sobre a extrema importância de minimizar a presença de contaminantes vindo das cidades e/ou dos cultivos próximos às margens do Rio São Francisco, pois esses têm colocado em risco a sobrevivência e, consequentemente, a perpetuação das espécies aquáticas deste tão importante habitat, bem como a sobrevivência das comunidades ribeirinhas que precisam desse recurso alimentar.

Dados obtidos com a análise histopatológica em peixes apresentam uma frequência de lesões mais graves em organismos provenientes das regiões próximas à Hidroelétrica de Xingó até o município de Propriá-SE, onde sérios danos no fígado de espécies, como o piau branco e piau três pintas, refletem o grau de degradação no Velho Chico, porém a presença de necrose em outras espécies merece atenção, com destaque para a pirambeba, pacu e tucunaré.

A ocorrência de *Salmonella spp*. em organismos comercializados nas feiras dos municípios estudados, indica contaminação do meio ambiente e da cadeia de comercialização do pescado. A presença de espécies fúngicas potenciais produtoras de micotoxinas também impacta o alimento com metabólitos termoestáveis de importância médica.

Nas amostras de água, é possível observar grande quantidade de compostos, incluindo organoclorados, inseticidas, fungicidas e hidrocarbonetos como naftaleno e tolueno. Devido aos efeitos adversos que esses pesticidas podem causar à saúde e ao meio ambiente, o monitoramento contínuo das águas é crucial para a qualidade de vida.

O aumento dos microplásticos (MPs) na água e no pescado no sentido do fluxo do rio (em direção à foz) confirma o grau de problemas como a biomagnificação na cadeia trófica. Quanto à rentabilidade da atividade pesqueira, a predominância de espécies que não têm valor econômico no total das capturas torna a vida do pescador muito mais difícil, principalmente, para aqueles que têm essa atividade como única alternativa de vida.

Ao longo do último ano, entre a V e a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, houve perda de vegetação, sobretudo em áreas ciliares de riachos temporários, com influência na riqueza e diversidade de espécies. São flagrantes aos olhos do antropólogo situações associadas à qualidade de vida das águas do São Francisco e sobre o desaparecimento das espécies

nativas responsáveis pelo sustento das populações locais. Todos clamam por políticas públicas capazes de reverter esse quadro que promete se agravar ainda mais, comprometendo o destino de gerações futuras.

Diante de tantos relatos impactantes, ainda é possível vermos ações que trazem alento, como o aumento da mobilização nas escolas e comunidades ribeirinhas, seja com a educação ambiental, instalação das fossas agroecológicas, aumento da cooperação e parceria entre instituições nas escalas federal, estadual e municipal, seja com ações de ecoturismo e de preservação do patrimônio cultural.

Sem dúvidas, ao longo destes anos, as expedições científicas tornaram-se a voz do rio e de seus personagens. É isso que esse livro pretende levar ao leitor: a resiliência do povo ribeirinho, a força e a beleza do rio e suas paisagens, e que, com boa vontade política, é possível cuidar melhor da região.

Boa leitura!

CAPÍTULO 1

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS DANOS GENOTÓXICOS EM PEIXES DO BAIXO RIO SÃO FRANCISCO

Alexandre Santos da Costa[1], Mariana Fonseca Cavalcante[2], Edmara Ramos Melo[3], Emerson Carlos Soares[4] Themis Jesus Silva[5]

Resumo: A extensão final do Rio São Francisco, conhecida como Baixo São Francisco, percorre várias cidades dos Estados de Alagoas e Sergipe, abrangendo 214 km. Essa região enfrenta uma série de desafios decorrentes de atividades humanas, como o despejo de esgoto sem tratamento das cidades ribeirinhas, o uso de pesticidas ao longo do curso do rio e as flutuações constantes das vazões. Portanto, é crucial avaliar a saúde desse corpo hídrico. Para isso, diversas espécies de peixes coletadas ao longo do baixo São Francisco foram utilizadas como bioindicadores, e por meio do Teste de Micronúcleo (biomarcador genético), foram investigadas as anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs) nestas espécies. Os dados coletados durante as Expedições Científicas do Baixo São Francisco, nos anos de 2022 e 2023, revelaram as maiores frequências de ANEs em 2022 nas cidades de Pão de Açúcar (0,98%) e Piaçabuçu (0,88%), e em 2023 nas cidades de Piranhas e Penedo (0,38% para ambas). Destaca-se que a espécie mais afetada foi o tucunaré (1,27%), seguida da pirambeba (0,89%). A utilização de peixes como bioindicadores é uma ferramenta valiosa para monitorar a qualidade da água do Rio São Francisco. Esses resultados oferecem subsídios para a formulação de políticas públicas direcionadas à melhoria da saúde do rio, dos peixes e das comunidades ribeirinhas que dependem desse recurso para sua subsistência.

Palavras-chave: Anormalidades nucleares; Bioindicadores; Eritrócitos; Micronúcleo.

Introdução

O Rio São Francisco nasce no Parque Nacional da Serra da Canastra, em Minas Gerais. Sua bacia drena os Estados de Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, além do Distrito Federal, percorrendo diferentes biomas, como o Cerrado, a Caatinga e a Mata Atlântica (Godinho; Godinho, 2003). A Região Hidrográfica do São Francisco corresponde a 7,5% do território nacional e é subdividida em quatro unidades hidrográficas: Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco (Ana, 2015).

O Rio São Francisco já representou uma importante fonte de pescado, com capacidade para alimentar as populações ribeirinhas e suprir a demanda de outras regiões do Brasil. Ao longo dos anos, essa situação se modificou, ocorrendo a redução da produção pesqueira, o que se deve

1 Graduando em Agroecologia, Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

2 Graduanda em Zootecnia, Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

3 Mestre em Meteorologia, Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

4 Professor, Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

5 Professora, Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

ao uso inadequado do solo, à sobrepesca, à destruição de habitats, à poluição e ao barramento de suas águas (Godinho; Godinho, 2003).

A poluição é um dos principais problemas enfrentados pelo Rio São Francisco e ocorre principalmente pela ausência de saneamento básico e pelo consequente lançamento dos esgotos das cidades ribeirinhas, sejam domésticos ou industriais, diretamente no rio. Somente uma cidade no Estado de Minas Gerais, Lagoa da Prata, trata seu esgoto completamente antes de despejá-lo no rio (CBHSF, 2016), além do escoamento superficial de agroquímicos provenientes das lavouras próximas às margens do rio.

Os corpos d'água são continuamente expostos à pressão proveniente das atividades humanas e realizar o monitoramento destes é essencial para manter o seu estado natural (Zalewska; Danowska, 2017). Para um monitoramento eficiente, é necessário escolher bons bioindicadores, como os peixes, que reagem às mudanças ocorridas no ambiente aquático.

Os peixes são considerados bons indicadores da saúde do ambiente aquático, principalmente devido às diferentes posições que ocupam na cadeia alimentar (Adams; Greeley, 2000). Além da sensibilidade desses organismos aos efeitos dos poluentes, mesmo em baixas concentrações (Deutschmann *et al.,* 2016), e por possuírem grande diversidade ecológica, resultando em diferentes estilos de vida e habitats (Ribeiro; Américo-Pinheiro, 2018). Assim, os peixes atuam como bioindicadores, definidos como organismos sentinelas que respondem a mudanças em vários níveis estruturais (celular, fisiológico, bioquímico, genético e histológico), afetando a estrutura de uma população (Rodrigues *et al.,* 2010; Velusamy *et al.,* 2014).

A exposição a substâncias com ação genotóxica leva a danos no material genético, favorecendo o aumento do aparecimento de doenças (Kurelec, 1993), alterações no crescimento, fecundidade e longevidade dos organismos aquáticos (Theodorakis *et al.,* 2000).

Assim, várias técnicas/métodos (biomarcadores) vêm sendo utilizados para detectar a presença de agentes genotóxicos, entre eles o teste de micronúcleo, uma técnica de amostragem fácil, de alta sensibilidade, confiável e rápida em comparação a outros testes (Bolognesi; Hayashi, 2011; Carrasco *et al.,* 1990; Fenech, 2000; Melo et. al., 2013). Os biomarcadores são utilizados como parâmetros biológicos para obter informações sobre o estado fisiológico ou patológico de um indivíduo ou população (Strimbu; Tavel, 2010).

O teste de micronúcleo (MN) é um ensaio amplamente utilizado para a detecção de agentes clastogênicos (quebra cromossômica) e de agentes aneugênicos (segregação cromossômica anormal) (Macgregor *et al.,* 1987; Hayashi *et al.,* 1994), sendo os micronúcleos (MN) fragmentos de DNA não incorporados ao núcleo principal (Carrasco *et al.*, 1990). Além dos micronúcleos, outras anormalidades nucleares, como núcleo do tipo *blebbed*, *lobed*, *notched*, entre outras, têm sido avaliadas em estudos genotóxicos para testar a exposição dos organismos (Carrasco *et al.,* 1990).

A região do Baixo Rio São Francisco tem uma grande importância econômica, social e ambiental, sendo necessário elaborar medidas de proteção, revitalização e gestão para mitigar as ações antrópicas e seus impactos, com o intuito de preservar sua biodiversidade e suas populações tradicionais. Nesse contexto, os efeitos genotóxicos e, consequentemente, da saúde do Rio São Francisco foram avaliados utilizando peixes da região do Baixo São Francisco. Essa avaliação e seus resultados serão essenciais para uma maior e melhor compreensão do estado atual do rio, orientando políticas de conservação e manejo mais eficazes.

Anormalidades Nucleares Eritrocitárias (ANEs) em peixes do Baixo São Francisco

Espécies

Os peixes foram coletados durante as Expedições Científicas do Baixo São Francisco, realizadas em 2022 (de 3 a 12 de novembro) e 2023 (de 21 a 30 de novembro) (MMA/ICMBio nº 75591). As coletas para genotoxicidade ocorreram nos municípios de Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, Penedo e Piaçabuçu. Para a captura dos peixes, foram utilizadas redes de espera com diferentes tamanhos de malhas, visando à representatividade das espécies presentes no ecossistema estudado (tabela 1). Após a identificação dos espécimes, foi realizada a biometria (peso e comprimento) e, em seguida a coleta de sangue (figura 1).

Tabela 1 - Espécies utilizadas para análises de genotoxicidade coletadas durante as Expedições Científicas do Rio São Francisco em 2022 e 2023

Cidade	Espécies	2022	2023
Piranhas	Pacu (*Metynnis maculatus*)	5	7
	Piau branco (*Schizodon knerii*)	7	0
	Pirambeba (*Serrasalmus brandtii*)	1	7
	Tucunaré (*Cichla monoculus*)	1	0
Pão de Açucar	Pacu (*Metynnis maculatus*)	3	5
	Piau branco (*Schizodon knerii*)	0	0
	Pirambeba (*Serrasalmus brandtii*)	1	2
	Tucunaré (*Cichla monoculus*)	2	0
Penedo	Pacu (*Metynnis maculatus*)	4	2
	Piau branco (*Schizodon knerii*)	1	0
	Pirambeba (*Serrasalmus brandtii*)	2	2
	Tucunaré (*Cichla monoculus*)	1	1
Piaçabuçu	Pacu (*Metynnis maculatus*)	0	1
	Piau branco (*Schizodon knerii*)	2	1
	Pirambeba (*Serrasalmus brandtii*)	2	6
	Tucunaré (*Cichla monoculus*)	0	5
Total		**32**	**39**

Fonte: Autores (2024).

Figura 1 - Biometria realizada na espécie *Cichla monoculus* (tucunaré) coletada durante a VI Expedição (2023)

Fonte: Autores (2023).

Genotoxicidade - Teste de micronúcleo

Os esfregaços foram preparados utilizando 10 µL da solução sangue/heparina por lâmina. As lâminas secaram à temperatura ambiente e foram fixadas em metanol absoluto por 1 hora. Em seguida, foram coradas com Giemsa 10% por 30 minutos. A partir dos esfregaços sanguíneos, avaliou-se o dano ao DNA por meio do teste de micronúcleo. Durante a análise microscópica, foram quantificadas as anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs) segundo Carrasco *et al.* (1990):

- Micronúcleo (MN): fragmentos de DNA não incorporados ao núcleo, de formato circular com tamanho menor que um terço do núcleo principal e coloração semelhante ao núcleo principal;
- Núcleo tipo *blebbed* (BLE): núcleo com uma pequena evaginação no envoltório nuclear, formando uma bolha;
- Núcleo lobado (LOB): núcleo com evaginação no envoltório nuclear maior que *blebbed*, formando um lóbulo;
- Núcleo *notched* (NOT): núcleo com uma pequena fenda;
- Célula binucleada (BIN): células apresentando dois núcleos de tamanhos similares.

Foram analisadas três lâminas por indivíduo e quantificados 1.500 eritrócitos em cada lâmina (totalizando 4.500 eritrócitos por indivíduo). A frequência de todas as anormalidades observadas foi calculada conforme descrito por Nwani *et al.* (2011). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey a um nível de confiança de 95% (Minitab 13).

Anormalidades Nucleares Eritrocitárias (ANEs) nos municípios do baixo São Francisco nos anos de 2022 e 2023

Foram observadas anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs) em todos os municípios amostrados nos dois anos de coleta. Quando considerados apenas os micronúcleos (MN), este resultado se repete. As cidades de Pão de Açúcar e Piaçabuçu apresentaram as maiores frequências de ANEs (0,98% e 0,88%, respectivamente) no ano de 2022 (tabela 2).

Tabela 2 - Frequência (%) de Anormalidades Nucleares Eritrocitárias (ANEs) nos municípios do Baixo São Francisco

	Cidade	MN	BLE	LOB	NOT	BIN	ANEs
2022	Piranhas	0,237	0,065	0,083	0,108	0,233	0,726
	Pão de Açúcar	0,170	0,100	0,137	0,163	0,415	0,985
	Penedo	0,147	0,067	0,103	0,108	0,192	0,617
	Piaçabuçu	0,172	0,139	0,294	0,094	0,189	0,888

Fonte: Autores (2024).

MN: eritrócito com micronúcleo; BLE.: eritrócito com núcleo *blebbed* ; LOB.: núcleo com anomalia *lobbed*; NOT.: alteração nuclear do tipo *notched*; BIN.: célula binucleada; ANEs: Anormalidades Nucleares Eritrocitárias totais (somatório de todas as anormalidades analisadas).

Nas coletas realizadas em 2023, as cidades de Piranhas e Penedo exibiram os maiores valores totais de ANEs (0,38% cada uma) (tabela 3). Quando comparados os dois anos de coleta, o ano de 2022 apresentou os maiores valores de ANEs.

Tabela 3 - Frequência (%) de anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs) nos municípios do Baixo São Francisco.

	Cidade	MN	BLE	LOB	NOT	BIN	ANEs
2023	Piranhas	0,110	0,054	0,060	0,100	0,060	0,384
	Pão de Açúcar	0,070	0,070	0,086	0,063	0,025	0,314
	Penedo	0,053	0,067	0,147	0,107	0,009	0,383
	Piaçabuçu	0,029	0,062	0,072	0,085	0,015	0,263

Fonte: Autores (2024).

MN: eritrócito com micronúcleo; BLE.: eritrócito com núcleo *blebbed*; LOB.: núcleo com anomalia *lobbed*; NOT.: alteração nuclear do tipo *notched*; BIN.: célula binucleada; ANEs: Anormalidades Nucleares Eritrocitárias totais (somatório de todas as anormalidades analisadas).

Na literatura, estudos como o de Del-Guercio *et al.* (2017) avaliaram os eritrócitos de tilápias (*Oreochromis niloticus*), revelando um grande número de alterações nucleares nos peixes expostos ao esgoto bruto e diluído. Castro *et al.* (2018) verificaram que tambaquis coletados em rios próximos a uma zona industrial apresentaram maior frequência de alterações nucleares nos eritrócitos. A presença de anormalidades em todas as localidades estudadas do São Francisco pode estar associada à falta de tratamento de esgoto nas cidades ao longo de todo o rio, uma vez que, dentre todas as cidades da bacia, somente a cidade de Lagoa da Prata (MG) tem 100% do esgoto tratado (CBHSF, 2016).

A alta frequência de micronúcleos na espécie *Pimelodus maculatus* do rio Paranaíba se deve provavelmente à exposição destes a esgoto e agrotóxicos presentes neste ambiente aquático, contendo substâncias com potencial genotóxico (Silva; Nepomuceno, 2010).

Somado aos esgotos lançados pelas cidades ribeirinhas, o escoamento superficial de agroquímicos provenientes das lavouras no entorno do Rio São Francisco contribui significativamente para a poluição aquática, conforme mencionado por Zellhuber e Siqueira (2007), resultando no aparecimento de danos ao material genético em todas as cidades avaliadas do Baixo São Francisco.

Bispo *et al.* (2022) encontraram na região do Baixo São Francisco 14 pesticidas, dos quais três foram classificados como extremamente tóxicos e seis como altamente tóxicos. Na cidade de Pão de Açúcar, com maior frequência de ANEs em 2022, foram identificados dois pesticidas altamente tóxicos.

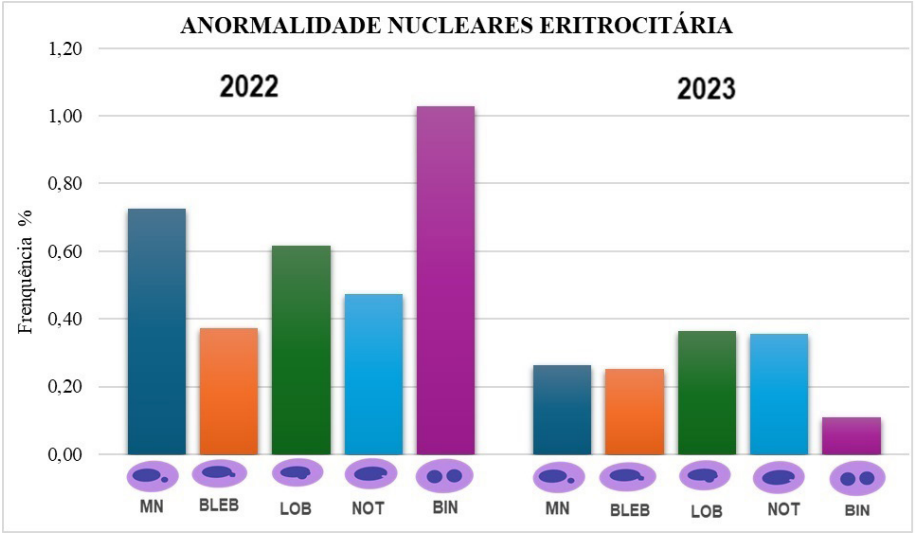
Na cidade de Penedo, onde foram observadas as maiores frequências de ANEs em 2023, foi encontrada a maior diversidade de pesticidas (dez tipos), incluindo a fluoroacetamida, altamente tóxica, encontrada em todas as cidades do Baixo São Francisco analisadas por Bispo *et al.* (2022). Esses compostos podem atuar como agentes genotóxicos, tanto de forma separada quanto conjunta. A sinergia desses compostos não é conhecida no Baixo São Francisco e pode estar contribuindo fortemente para o aparecimento das ANEs em todas as localidades avaliadas.

Além dos impactos mencionados acima, o represamento das águas do São Francisco e o controle de 98% da bacia de drenagem refletem no regime hidrológico, principalmente na parte inferior da bacia, modificando as descargas de água, a carga de matéria em suspensão e de nutrientes (Knoppers *et al.,* 2006; Medeiros *et al.,* 2011; Knoppers *et al.*, 2018).

O ano de 2022 apresentou a maior frequência de ANEs totais (3,21%) (figura 2), quando comparado ao ano de 2023, bem como as maiores frequências de todas as anormalidades separadamente. Esse resultado pode ser reflexo da menor vazão praticada no ano anterior, 2021

(951,67 m3/s) (Boletim Ana, 2021), deixando os peixes mais expostos aos poluentes e, com isso, acumulando mais anormalidades nucleares. Enquanto em 2022, a vazão média foi de 1934 m3/s, refletindo na menor frequência de ANEs (1,34%) neste ano (Ana, 2022).

Figura 2 - Frequência das anormalidades individuais e ANEs totais nos anos de 2022 e 2023

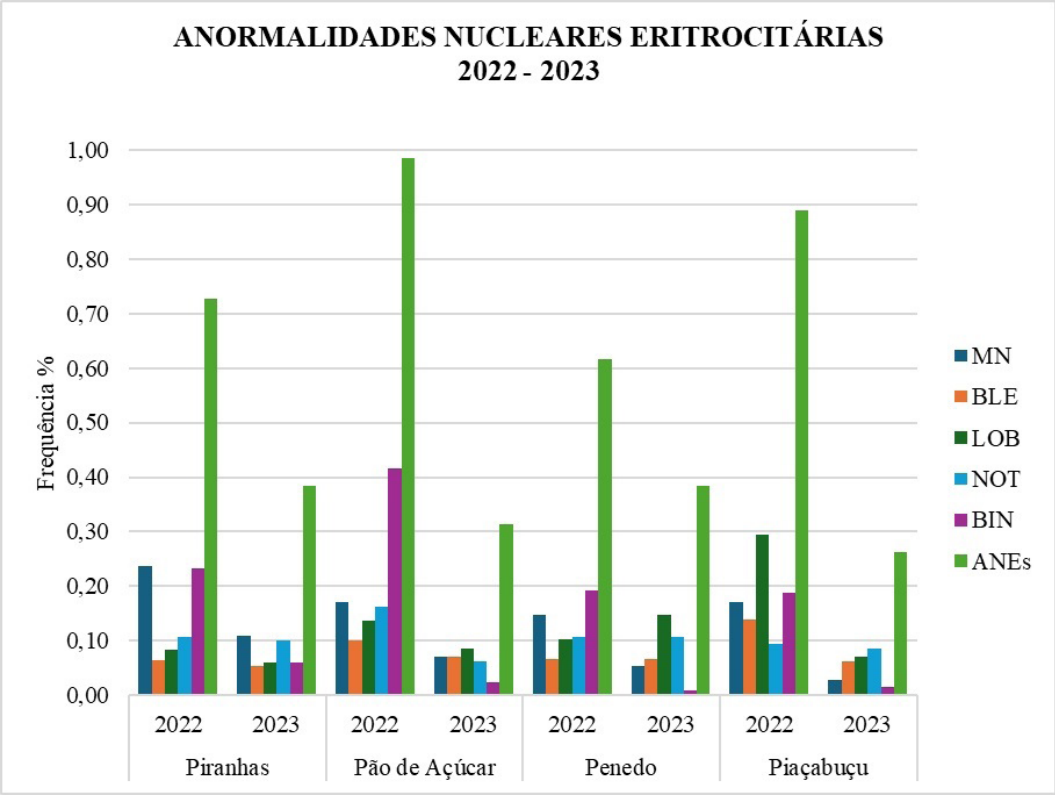


Fonte: Autores (2024).

MN: eritrócito com micronúcleo; BLE.: eritrócito com núcleo *blebbed* ; LOB.: núcleo com anomalia *lobbed*; NOT.: alteração nuclear do tipo *notched*; BIN.: célula binucleada; ANEs: Anormalidades Nucleares Eritrocitárias totais (somatório de todas as anormalidades analisadas).

De acordo com Vega *et al.* (1998), a concentração de poluentes na água pode ser influenciada por condições hidrológicas e climáticas. A água represada na Usina Hidrelétrica de Xingó contém diferentes substâncias e poluentes carreados de toda a parte superior da bacia, o que pode explicar as maiores frequências de ANEs totais nas cidades de Pão de Açúcar (2022) e Piranhas (2023), ambas mais próximas à barragem (figura 3). Em 2022, o município de Piaçabuçu apresentou a segunda maior frequência de ANEs (0,88%), mesmo com pequeno número de indivíduos coletados (figura 3). Esse resultado pode ser devido à grande variação diária de alguns parâmetros da água a que os peixes nesse ambiente estão sujeitos, incluindo a menor taxa de oxigênio dissolvido (OD) (Soares; Silva; Navas, 2020). A baixa concentração de oxigênio (hipóxia) pode ser prejudicial, com potencial para provocar alterações na estrutura de lipídios, proteínas e no próprio DNA dos peixes (Liepelt *et al.,* 1995).

Figura 3 - Frequência das anormalidades individuais e ANEs totais em cada cidade amostrada nos anos de 2022 e 2023



Fonte: Autores (2024).

MN: eritrócito com micronúcleo; BLE.: eritrócito com núcleo *blebbed* ; LOB.: núcleo com anomalia *lobbed*; NOT.: alteração nuclear do tipo *notched*; BIN.: célula binucleada; ANEs: Anormalidades Nucleares Eritrocitárias totais (somatório de todas as anormalidades analisadas).

A análise de variância (ANOVA) realizada para comparar a frequência de micronúcleos entre as quatro cidades revelou diferenças estatisticamente significativas (tabela 4). Esse resultado sugere que a variação na média de micronúcleos não é aleatória, mas sim influenciada pela cidade de origem das amostras. O teste de Tukey, aplicado para comparar as médias entre as cidades com um intervalo de confiança de 95%, ajudou a identificar como essas diferenças se distribuem entre as localidades estudadas. Observa-se que Piranhas apresenta a maior média de micronúcleos (0,1730), sendo significativamente diferente da cidade de Piaçabuçu, que tem a menor média (0,0627). Esses resultados indicam uma possível variação ambiental que poderia estar influenciando a frequência de micronúcleos nos peixes dessas cidades.

Tabela 4 - Frequência de Micronúcleo nas cidades analisadas, por meio da análise de variância (ANOVA) 2022-2023

Cidades	N	Média	Agrupamento	
Piranhas	28	0,1730	A	
Pão de Açúcar	13	0,1162	A	B
Penedo	13	0,1111	A	B
Piaçabuçu	17	0,0627		B

Fonte: Autores (2024).

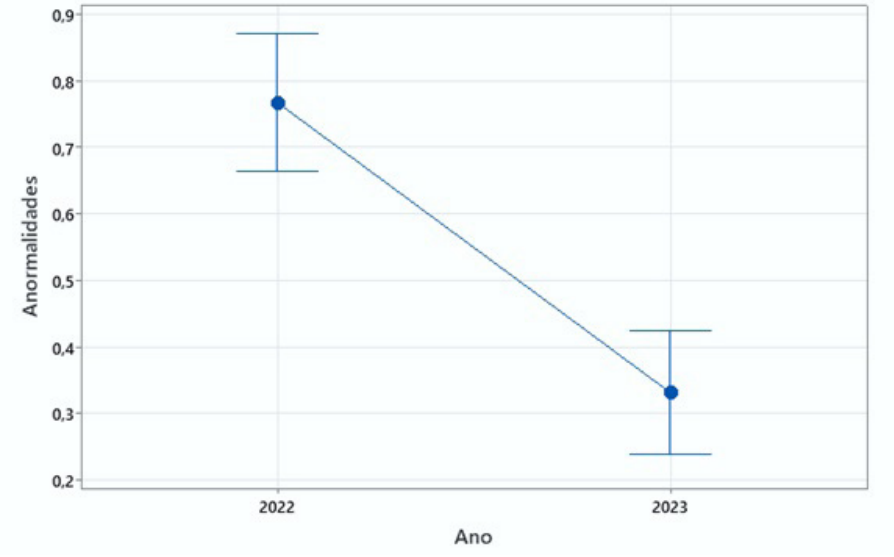
Trabalho como o de Bermann (2007) mostra que áreas a jusante de usinas hidrelétricas frequentemente experimentam reduções na biodiversidade e na qualidade geral da água, o que pode explicar a alta frequência de micronúcleos em Piranhas e ANEs totais em Pão de Açúcar. A influência ambiental e social das usinas hidrelétricas impacta a qualidade da água e, consequentemente, a saúde dos organismos aquáticos (Bermann, 2007; Silva *et al.,* 2009). As usinas hidrelétricas são conhecidas por alterar significativamente o regime hidrológico dos rios, afetando a dispersão de poluentes e a ecologia aquática local. Como comprova a ANOVA (tabela 5 e figura 3), houve uma diferença significativa entre os peixes avaliados nos dois anos; assim, a maior frequência de ANEs nos peixes analisados em 2022 pode ser explicada por uma menor vazão no ano anterior, deixando os organismos aquáticos expostos a maiores concentrações de substâncias genotóxicas.

Tabela 5 - Frequência das Anormalidades Nucleares Eritrocitárias nos anos analisados, por meio da análise de variância (ANOVA) 2022-2023

Ano	N	Média	Agrupamento	
2022	32	0,7674	A	
2023	39	0,3311		B

Fonte: Autores (2024).

Figura 4 - Análise de variância (ANOVA). Anormalidades (ANEs) *versus* ano de 2022 e 2023

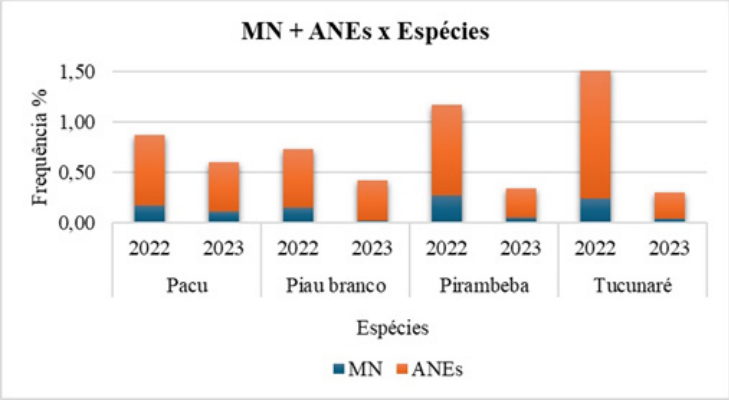


Fonte: Autores (2024).

Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs) nas espécies nos anos de 2022 e 2023

Analisando as ANEs totais no ano de 2022, o tucunaré (1,22%) e a pirambeba (0,89%) exibiram as maiores frequências (figura 5); ambas também apresentaram as maiores frequências da maioria das anormalidades quando analisadas separadamente (tabela 6), como a frequência de MN de 0,270% na pirambeba (figura 6). Tais resultados podem ser explicados pelo hábito alimentar das duas espécies (carnívoras), que as torna mais propensas à bioacumulação e biomagnificação dos contaminantes presentes no ambiente aquático.

Figura 5 - Frequência (%) de Micronúcleos (MN) Anormalidades Nucleares Eritrocitárias (ANEs) nas espécies do Baixo São Francisco nos anos de 2022 e 2023



Fonte: Autores (2024).

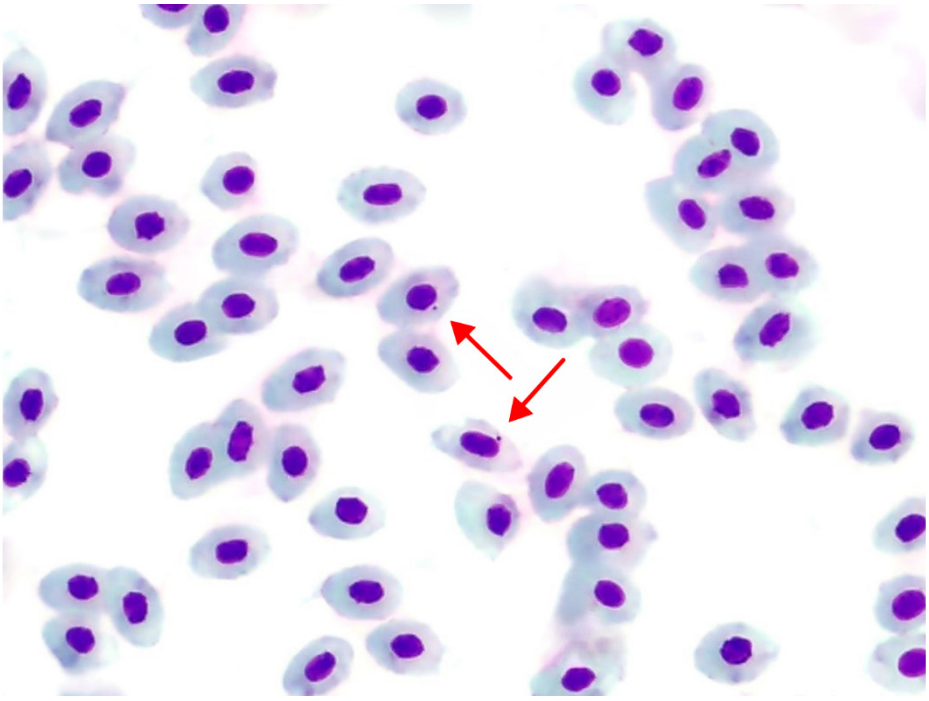
Tabela 6 - Frequência (%) de Anormalidades Nucleares Eritrocitárias (ANEs) nas espécies do Baixo São Francisco - 2022

Espécie	MN	BLE	LOB	NOT	BIN	ANES
Pacu (*Metynnis maculatus*)	0,167	0,054	0,087	0,133	0,259	0,700
Piau branco (*Schizodon knerii*)	0,151	0,054	0,109	0,084	0,185	0,583
Pirambeba (*Serrasalmus brandtii*)	0,270	0,133	0,174	0,133	0,189	0,899
Tucunaré (*Cichla monoculus*)	0,244	0,156	0,211	0,139	0,528	1,278

Fonte: Autores (2024).

MN: eritrócito com micronúcleo; BLE.: eritrócito com núcleo *blebbed* ; LOB.: núcleo com anomalia *lobbed*; NOT.: alteração nuclear do tipo *notched*; BIN.: célula binucleada; ANEs: Anormalidades Nucleares Eritrocitárias totais (somatório de todas as anormalidades analisadas).

Figura 6 - Micronúcleos (setas) visualizados em eritrócitos da espécie *Serrasalmus brandtii* (pirambeba) coletada no município de Pão de Açúcar



Fonte: Autores (2024).

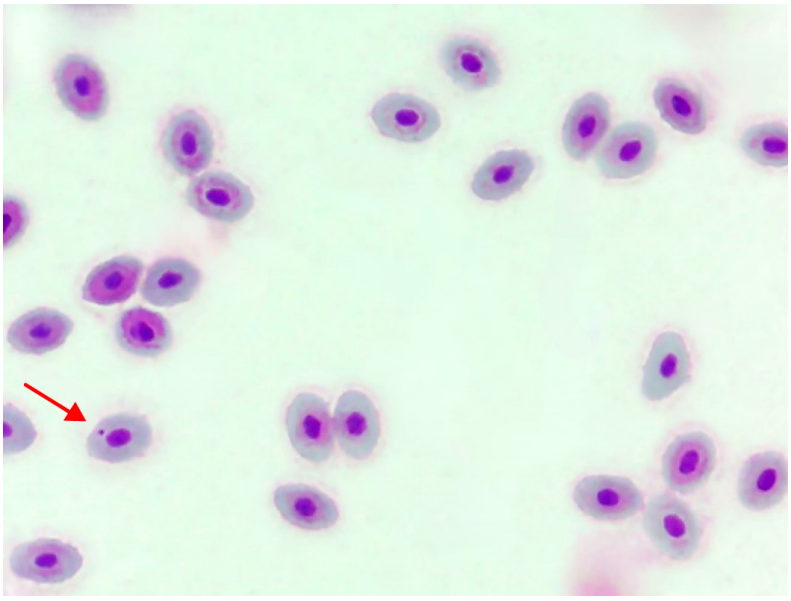
A biomagnificação é o processo pelo qual concentrações mais elevadas de uma substância são alcançadas em organismos nos níveis tróficos mais altos (Nordberg *et al.,* 2009), como no caso do tucunaré e da pirambeba. Segundo Buranti e Brandelli (2008), a absorção via dieta é o processo central na transferência trófica de contaminantes, afetando não apenas a saúde individual, mas também desempenhando um papel crucial na transferência de contaminantes ao longo das cadeias alimentares nos ecossistemas. Alguns estudos mostraram que o hábito alimentar carnívoro/piscívoro produz maiores frequências de micronúcleo, como Porto *et al.* (2005) e Grisolia *et al.* (2009), que encontraram as maiores médias de MN nas espécies *Cichla temensis* (tucunaré) e *Hoplias malabaricus* (traíra), respectivamente, corroborando os resultados encontrados nas espécies do Baixo São Francisco.

Segundo Mourão *et al.* (2023), a maior concentração de metais em espécies de peixes de maior nível trófico ocorre devido ao processo de biomagnificação e pode atuar como geradora de danos ao material genético das células (ANEs). Um estudo com peixes do Baixo São Francisco mostrou que as espécies piscívoras, como o tucunaré e a pirambeba (de elevado nível trófico), apresentaram maiores concentrações de Hg do que os onívoros e detritívoros (Silva *et al.,* 2022), o que pode explicar as maiores frequências de ANEs encontradas nestas espécies.

Associado ao hábito alimentar, o comportamento migratório pode ser outro fator que explique os valores obtidos das frequências de ANEs neste trabalho. No caso de *Cichla spp*., são peixes que não realizam migrações (Dorea; Barbosa, 2007), sendo considerados sedentários e capazes de fechar todo o ciclo de vida, incluindo os eventos reprodutivos, em uma mesma área da bacia hidrográfica em que vivem (Hilsdorf; Moreira, 2008). Enquanto a pirambeba, considerada uma espécie que realiza migração de curta distância (Figueiredo, 2020), assim como o tucunaré, permanece um maior tempo no mesmo local e, consequentemente, um maior tempo em contato com agentes genotóxicos desses ambientes.

A análise das espécies coletadas no ano de 2023 evidenciou a maior frequência total de anormalidades nucleares em eritrócitos de *Metynnis maculatus* (figura 5); separadamente, esta espécie também apresentou as maiores frequências de MN (figura 7) e *blebbed* (BLE) (figura 8). Sendo uma espécie com hábito onívoro, tal resultado sugere uma predisposição genética ou uma resposta adaptativa a estressores ambientais, tornando o pacu um bom bioindicador do ambiente aquático.

Figura 7 - Micronúcleos (seta) visualizados em eritrócitos da espécie *Metynnis maculatus* (pacu) coletada no município de Penedo



Fonte: Autores (2024).

Figura 8 - Anormalidade nuclear do tipo *Blebbed* (setas) visualizada em eritrócitos da espécie *Metynnis maculatus* (pacu) coletada no município de Piranhas

Fonte: Autores (2024).

Considerações finais

As anormalidades nucleares observadas, incluindo micronúcleos e outras alterações, decorrem das inúmeras pressões que as atividades antropogênicas exercem sobre as espécies de peixes ao longo de toda a extensão do Rio São Francisco. Com destaque, como mostrado em edições anteriores dos livros das Expedições Científicas (2020 e 2022), para as cidades de Piranhas e Penedo, e para as espécies tucunaré, pirambeba e pacu.

É de suma importância, e urgente, cuidar das águas do São Francisco. A melhoria da qualidade da água resultará em uma melhoria na saúde de todos os organismos que compõem esse importante corpo hídrico e, mais importante ainda, fornecerá alimento de melhor qualidade para sua população ribeirinha.

Referências

ADAMS, S.M.; GREELEY, M.S. Ecotoxicological indicators of water quality: using assess the health of aquatic ecosystems. **Water, Air, and Soil Pollut**, v. 123, p. 103-115, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Coleção Boletim Mensal de Monitoramento dos Reservatórios do Rio São Francisco (2021-2022)**. Brasília: ANA. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/sao-francisco/sao-francisco-boletim-mensal. Acesso em: 24 abr. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras.** Brasília: ANA, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/sao-francisco>. Acesso em: 24 abr. 2024.

ALVIM, M. C. C.; PERET, A. C. Food resources sustaining the fish fauna in a section of the upper São Francisco River in Três Marias, MG, Brazil. **Braz. J. Biol.,** v. 64, n. 2, p. 195-202, 2004.

BENNEMANN, S. T. *et al.* Recursos alimentares utilizados pelos peixes e estrutura trófica de quatro trechos no reservatório Capivara (Rio Paranapanema). **Biota Neotrop.**, Campinas, SP, v. 11, n. 1, p. 63-71, 2011.

BERMANN, C. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 139-153, 2007.

BISPO, M. D. *et al.* Monitoramento de pesticidas no Baixo São Francisco. In: SOARES, E. C.; SILVA, J. V.; SILVA, T. J. (org.). **O Baixo São Francisco: características ambientais e sociais**. v. 2. Maceió: Edufal, 2022. cap. 10, p. 198-220.

BOLOGNESI, C.; HAYASHI, M. Micronucleus assay in aquatic animals. **Mutagenesis**, Oxford University, v. 26, n. 1, p. 205-213, 2011.

BURATINI, S. V.; BRANDELLI, A. Bioacumulação. In: ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. (Eds.). **Ecotoxicologia aquática: Princípios e aplicações.** São Carlos: RiMa, 2008. cap. 4, p. 55-88.

CARRASCO, K. R.; TILBURY, K. L.; MYERS, M. S. Assessment of the Piscine Micronucleus Test as an in situ Biological Indicator of Chemical Contaminant Effects. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, Canadá, v. 47, p. 2123-2136, 1990.

CASTRO, J. D. S. *et al.* Histopathological and hematological biomarkers in tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) from an environmental protection area of Maranhão, Brazil. **Revista Ambiente & Água**, v. 14, n. 1, p. 1-10, 2019.

CBHSF – COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016- 2025.** Belo Horizonte: CBHSF, 2016. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/>. Acesso em: 08 jun. 2023.

DEL-GUERCIO, A. M. F.; CHRISTOFOLETTI, C. A.; FONTANETTI, C. S. Avaliação da eficiência do tratamento de esgoto doméstico pelo teste do micronúcleo em *Oreochromis niloticus* (Cichlidae). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 1121-1128, 2017.

DEUTSCHMANN, B. *et al.* Longitudinal profile of the genotoxic potential of the River Danube on erythrocytes of wild common bleak (*Alburnus alburnus*) assessed using the comet and micronucleus assay. **Science of The Total Environment**, Alemanha, v. 573, p. 1441–1449, 2016.

DOREA, J. G.; BARBOSA, A. C. Anthropogenic impact of mercury accumulation in fish from the rio madeira and rio negro rivers (Amazonia). **Biological Trace Element Research**, v. 115, n. 3, p. 243-254, 2007.

FENECH, M. The in vitro micronucleus technique. **Mutat Res.**, Austrália, v. 455, n. 1-2, p. 81-95, 2000.

FIGUEIREDO, A. V. A.; AGRA FILHO, S. S.; SANTOS, A. C. A. A regulação da vazão e seus efeitos sobre os atributos ecológicos da ictiofauna: o caso do baixo curso do Rio São Francisco. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 22, n. 2, p. 6-21, 2020.

GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: Editora PUC Minas, 2003. 468 p.

GRISOLIA, C. K. *et al.* Profile of micronucleus frequencies and DNA damage in different species of fish in a eutrophic tropical lake. **Genet. Mol. Biol.**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 138-143, 2009.

HAYASHI, M. *et al.* In vivo rodent erythrocyte micronucleus assay. **Mutation Research**, v. 312, n. 3, p. 293-304, 1994.

HILSDORF, A. W. S.; MOREIRA, R. G. Piracema: porque os peixes migram. **Scientific American Brasil**, n. 79, p. 76-80, 2008.

JESUS, I. *et al.* Genotoxicity effects in freshwater fish from a Brazilian impacted river. **Bulletin of environmental contamination and toxicology**, v. 96, p. 490-495, 2016.

KNOPPERS, B. A. *et al.* Plataforma Continental de Sergipe e Alagoas. In: CARNEIRO, M. E. R.; ARGUELHO, M. L. P. M. (org.). **Plataforma Continental de Sergipe e Alagoas: Geoquímica Sedimentar e Comunidade Bêntica**. São Cristóvão: Livraria UFS, 2018. cap. 1, p. 11-38.

KNOPPERS, B. *et al.* The São Francisco estuary, Brazil. In: WANGERSKY, P. (Ed). **Estuaries: The handbook of environmental chemistry**. Berlin: Springer-Verlag, 2006. v. 5, p. 51-70.

KURELEC, B. The genotoxic disease syndrome. **Marine Environmental Research**, v. 35, n. 4, p. 341–348, 1993.

LACERDA, D. *et al.* Comparative metal accumulation and toxicogenetic damage induction in three neotropical fish species with distinct foraging habits and feeding preferences. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 195, p. 1-9, 2020.

LIEPELT, A.; KARBE, L.; WESTENDORF, J. Induction of DNA strand breaks in rainbow trout Oncorhynchus mykiss under hypoxic and hyperoxic conditions. **Aquatic Toxicology,** v. 33, n. 2, p. 177–181, 1995.

MACGREGOR, J. T. *et al.* Guidelines for the conduct of micronucleus assays in mammalian bone marrow erytrocytes. **Mutation Research**, v. 189, n. 2, p. 103-112, 1987.

MEDEIROS, P. R. P. *et al.* Changes in nutrient loads (N, P and Si) in the São Francisco estuary after the construction of dams. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 54, n. 2, p. 387-397, 2011.

MELO, K. M. *et al.* Profile of micronucleus frequencies and nuclear abnormalities in different species of electric fishes (Gymnotiformes) from the Eastern Amazon. **Genetics and Molecular Biology**, v. 36, n. 3, p. 425–429, 2013.

MOURÃO, A. O. *et al.* Assessment of Health Risk and Presence of Metals in Water and Fish Samples from Doce River, Brazil, After Fundão Dam Collapse. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 84, n. 3, p. 377-388, 2023.

NORDBERG, M. *et al.* Glossary of terms used in ecotoxicology (IUPAC Recommendations 2009). **Pure and Applied Chemistry**, v. 81, n. 5, p. 829-970, 2009.

NWANI, C. D. *et al.* Mutagenic and genotoxic assessment of atrazine-based herbicide to freshwater fish *Channa punctatus* (Bloch) using micronucleus test and single cell gel electrophoresis. **Environmental Toxicology and Pharmacology,** v. 31, n. 2, p. 314-322, 2011.

PORTO, J. I. R.; ARAUJO, C. S. O.; FELDBERG, E. Mutagenic effects of mercury pollution as revealed by micronucleus test on three Amazonian fish species. **Environmental Research**, v. 97, n. 3, p. 287-292, 2005.

RIBEIRO, N. U. F.; AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P. Peixes como bioindicadores de agrotóxicos em ambientes aquáticos. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 11, n. 22, p. 65-75, 2018.

RODRIGUES, A. P. C. *et al.* Biomarkers for mercury exposure in tropical estuarine fish. **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, v. 5, n. 1, p. 9-18, 2010.

SILVA, A. P. S. *et al.* Qualidade da água do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Peti, Minas Gerais. **Rev. Árvore**, v. 33, n. 6, p. 1063-1069, 2009.

SILVA, C. A. *et al.* Distribuição de mercúrio em peixes de diferentes níveis tróficos do Baixo São Francisco. In: SOARES, E. C.; SILVA, J. V.; SILVA, T. J. (org.). **O Baixo São Francisco: características ambientais e sociais.** v. 2. Maceió: Edufal, 2022. cap. 4, p. 84-98.

SILVA, C. A.; NEPOMUCENO, J. C. Avaliação da frequência de micronúcleos em eritrócitos periféricos de mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*) do rio Paranaíba. **Perquirere**, v. 1, n. 7, p. 167-179, 2010.

SILVA, V. E. S. **Análise comparativa da atividade reprodutiva da pirambeba ou piranha branca *Serrasalmus brandtii* (Lütken 1875) (pisces: serrasalmidae) em três trechos da Bacia do Rio São Francisco, Minas Gerais**. 2017. 37 f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Vertebrados). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

SOARES, E. C.; SILVA, J. V.; NAVAS, R. **O Baixo São Francisco: características ambientais sociais**. Maceió: Edufal, 2020. v.1 401 p.

SOARES, E. C.; SILVA, J. V.; SILVA, T. J. **O Baixo São Francisco: características ambientais e sociais**. Maceió: Edufal, 2022. v. 2. 483 p.

STRIMBU, K.; TAVEL, J. A. What are biomarkers? **Curr Opin HIV AIDS**, v. 5, n. 6, p. 463–466, 2010.

THEODORAKIS, C. W. *et al.* Relationship between genotoxicity, mutagenicity, and fish community structure in a contaminated stream. **Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery**, v. 7, p. 131–143, 2000.

VEGA, M. *et al.* Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. **Water Research**, v. 32, n. 12, p. 3581-3592, 1998.

VELUSAMY, A. *et al.* Bioaccumulation of heavy metals in commercially important marine fishes from Mumbai Harbor, India. **Mar. Pollut. Bull**, v. 81, n. 1, p. 218-224, 2014.

ZALEWSKA, T.; DANOWSKA, B. Marine environment status assessment based on macrophytobenthic plants as bioindicators of heavy metals pollution. **Marine Pollution Bulletin**, v. 118, n. 1-2, p. 281-288, 2017.

ZELLHUBER, A.; SIQUEIRA, R. Rio São Francisco em descaminho: degradação e revitalização. **Cadernos do CEAS: Revista Crítica de Humanidades**, n. 227, p. 3-24, 2016.

CAPÍTULO 2

ECOLOGIA E ANÁLISE DE RISCO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Élica Amara Cecília Guedes-Coelho[6], Manoel Messias da Silva Costa[7]; Fernando Pinto Coelho[8]; Ana Karolina Lopes da Silva[9]; Giovanna Silva dos Anjos[10]; Alana Santos Oliveira[11]

Resumo: Estudos com o fitoplâncton contribuem preponderantemente para a compreensão do funcionamento do sistema aquático. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivos analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica e os fatores de risco que esses organismos ocasionam na qualidade da água. Foram coletadas 66 amostras referentes às expedições de 2022 (V Expedição) e 2023 (VI Expedição) em oito municípios e na foz do Baixo São Francisco, obtidas através de arrastos subsuperficiais com rede de plâncton (20 µm). As amostras foram acondicionadas em frascos e preservadas em solução de Transeau, devidamente etiquetados. Foram examinadas alíquotas de 1 mL em câmaras de Sedgewick-Rafter, procedendo-se à análise direta em microscópio óptico binocular e à identificação baseada em bibliografias pertinentes na área. Foram analisadas a riqueza de espécies, a abundância relativa (%), a frequência de ocorrência (%), a diversidade de Shannon (H'), a equitabilidade (J), a dominância de Simpson (ʎ), a densidade de células (cél.mL-1) e realizados testes estatísticos. Clorofíceas e diatomáceas foram os grupos algais dominantes, contribuindo com a riqueza de espécies e abundância de células, interferindo na diversidade de Shannon, que apresentou baixa a média diversidade e distribuição equitativa das espécies. Os resultados encontrados nos municípios do Baixo São Francisco para cianobactérias apresentaram 93,4% acima do limite de tolerância para corpos d'água em mananciais, demonstrando índice de "risco muito elevado". A portaria do Ministério da Saúde, com referência de 10.000 cél.mL-1 para cianobactérias, estabeleceu esse parâmetro como limite de segurança, conferindo riscos à saúde pública e investimentos elevados na implantação de Estação de Tratamento de Água e nos seus diversos usos múltiplos.

Palavras-chaves: Densidade de células; Abundância Relativa; Fatores de risco; Microalgas.

Introdução

O fitoplâncton é um organismo que exerce uma importante função de armazenamento de gás carbônico (CO_2), atuando como fator de mitigação na elevação da temperatura média global e aumentando os níveis de oxigênio (O_2) na atmosfera. Além disso, são a base da cadeia alimentar em ecossistemas aquáticos, apresentando extrema importância para toda a comunidade aquática, visto que a abundância, riqueza e biomassa impulsionam a produtividade para os demais níveis tróficos (Reynolds, 2006; Esteves, 2011).

6 Professora doutora, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS), Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

7 Professor doutor, Faculdade Regional Brasileira – Unirb/Maceió;

8 Professor doutor, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/Ceca, Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

9 Graduação em Ciências Biológicas, Laboratório de Ficologia/Labofic, Setor de Botânica, Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

10 Estudante de graduação em Ciências Biológicas, Laboratório de Ficologia/Labofic, Setor de Botânica, Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

11 Estudante de graduação em Ciências Biológicas, Laboratório de Ficologia/Labofic, Setor de Botânica, Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

Dentre os inúmeros organismos que habitam os ambientes aquáticos, a comunidade fitoplanctônica é constituída por microalgas de diferentes grupos taxonômicos capazes de realizar fotossíntese e que apresentam um conjunto de formas cuja variedade, abundância e distribuição são próprias e dependem da adaptação às características abióticas, sendo de extrema importância para a compreensão do meio (Reviers, 2006; Reynolds, 2006; Raven *et al.* , 2014). Esses organismos, predominantemente autotróficos, são a base da cadeia alimentar em ecossistemas aquáticos, apresentando extrema importância para toda a comunidade aquática, visto que abundância, riqueza e biomassa impulsionam a produtividade para os demais níveis tróficos (Pereira e Soares-Gomes, 2002; Tundisi e Tundisi, 2008).

Devido à sua alta taxa de reprodução e à sua essencialidade para a manutenção da vida nos ambientes lacustres, em estado de desequilíbrio, o fitoplâncton pode atingir grandes concentrações, alterando a coloração da água e gerando impactos negativos para a comunidade aquática e a saúde humana, em consequência das alterações dos fatores abióticos (disponibilidade de nutrientes, mudanças climáticas) e bióticos (competição, predação, atividades antropogênicas), acarretando em florações algais, comprometendo a integridade da biota e intensificando o processo de eutrofização (Zanata; Espíndola, 2002; Cecy; Silva, 2004).

Com o aumento da eutrofização em ambientes lóticos advindo de múltiplos usos, como abastecimento público, lazer, aquicultura e pesca, além de se modificar rapidamente tanto no tempo como no espaço, tem-se permitido um rápido crescimento de algumas espécies de fitoplâncton, principalmente aquelas pertencentes às cianobactérias (*Nostocales*, *Chroococcales*), diatomáceas (cêntricas) e clorofíceas (*Desmidiales*), que estão se tornando cada vez mais comuns e dominantes nestes ambientes, implicando quali-quantitativamente em potenciais danos à saúde da população (Panosso *et al.*, 2007; Costa *et al.*, 2009).

Tais estudos com o fitoplâncton contribuem preponderantemente para a compreensão do funcionamento do sistema aquático como um todo, devido à sua contribuição essencial na elaboração da matéria orgânica necessária à sobrevivência dos organismos herbívoros desses ambientes (Esteves; Sant'anna, 2006; Câmara *et al.,* 2007).

É importante ressaltar que o fitoplâncton responde rapidamente a alterações ambientais, podendo ser empregados como bons marcadores do nível trófico dos corpos aquáticos onde habitam, proporcionando uma importante referência quanto à qualidade da água (Parmar; Rawtani; Agrawal, 2016; Tripathi; Gaur, 2021).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivos analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica e os fatores de risco que esses organismos ocasionam, proporcionando importantes informações sobre o ecossistema em estudo como bioindicadores da qualidade da água.

Área de estudo e coleta das amostras

Foram coletadas 66 amostras no período de 03 a 12/11/2022 (V Expedição) e 21 a 30/11/2023 (VI Expedição), em pontos determinados ao longo do trecho do Baixo São Francisco entre os estados de Alagoas e Sergipe. Foram definidos quatro pontos de coleta: ponto 1 (região próxima à margem do rio, lado de Alagoas), ponto 2 (região mediana do rio entre Alagoas e Sergipe), ponto 3 (região próxima à margem do rio, lado de Sergipe) e ponto de captação d'água (CAP), tendo como referência os municípios de Piranhas/AL (PI), Pão de Açúcar/AL (PA), Traipu/AL (TR), São Brás/AL (SB), Igreja Nova/AL (IN) (não possui ponto de captação d'água), Propriá/SE (PR), Penedo/AL (PE), Piaçabuçu/AL (PU) e dois pontos de coleta na Foz

do São Francisco, ponto 1 (região próxima ao estado de Alagoas) e ponto 2 (região próxima ao estado de Sergipe).

As amostras foram obtidas através de arrastos horizontais e subsuperficiais, utilizando-se rede de plâncton com abertura de malha de 20 µm (superfície). Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em frascos plásticos de aproximadamente 250 mL, devidamente etiquetados, e adicionadas à solução de Transeau (6:3:1 água destilada, álcool etílico 70%, formol a 4%), a fim de preservar os organismos presentes (Bicudo e Menezes, 2017). Em seguida, as amostras foram transportadas ao Laboratório de Ficologia do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

Análise quali-quantitativa

Para a contagem do fitoplâncton, utilizou-se um microscópio óptico binocular Zeiss (Axioscop 40), onde foram analisadas alíquotas de 1 mL em lâmina quadriculada Sedgwick-Rafter (S-R) (1000 campos) com aumento de 400 vezes (APHA; AWWA; WEF, 2005; CETESB, 2011).

Para a identificação dos gêneros/espécies, foram utilizadas chaves de identificação específicas de cada grupo algal: diatomáceas (Round *et al.,* 1990; Moreno *et al.,* 1996), cianobactérias (Anagnostidis e Komarek, 1988, 1990; Komarek e Anagnostidis, 1998; Komarek e Anagnostidis, 2005), clorofíceas (Buchheim *et al.,* 2001) e, para os demais grupos taxonômicos, foram consultados os trabalhos de Bourrelly (1970), Streble e Krauter (1987), Parra e Bicudo (1995) e Bicudo e Menezes (2006). Todos os nomes científicos das espécies foram checados junto ao banco de dados internacional ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*) e AlgaeBase (Guiry e Guiry, 2014).

Após a identificação, foram realizadas contagens dos organismos e calculada a abundância relativa de cada táxon, utilizando a fórmula: A=Nx100/n onde N = n° de espécies na amostra e n = n° total de espécies, sendo estabelecidos os seguintes critérios: dominante – ocorrência maior do que 50%; abundante – ocorrência entre 50% e 30%; pouco abundante – ocorrência entre 30% e 10%; rara – menor de 10% (Lobo e Leighton, 1986).

Índices ecológicos

A medida de riqueza de espécies consistiu no número de espécies identificadas em cada amostra. O índice de diversidade específica foi calculado segundo Shannon (H') (-∑pi.log2) (Shannon e Weaver, 1963), cujos valores foram enquadrados nas seguintes categorias: alta diversidade = ≥ 3,0 bits.cel-1; média diversidade = <3,0 ≥ 2,0 bits.cel^{-1};; baixa diversidade = < 2 >1,0 bits.cel^{-1}; muito baixa diversidade = < 1,0 bits.cel-1 (Valentin, 2000).

A equitabilidade (J) foi determinada seguindo a metodologia proposta por Pielou (1977) e os resultados variam entre 0 e 1, sendo considerados altos ou equitativos valores superiores a 0,50, indicando uma distribuição uniforme dos táxons na amostra analisada. A dominância de Simpson (ʎ) varia de 0 a 1, e quanto mais alta for, maior a probabilidade de dominância de uma ou duas espécies e, consequentemente, menor a diversidade de espécies (Magurran, 1988). Para estes cálculos, foi utilizado o programa estatístico PAST (Hammer *et al.,* 2001).

A frequência de ocorrência (%) foi calculada a partir do número de vezes em que cada táxon ocorreu nas porções do talo dos hospedeiros, por intermédio da fórmula: F = P × 100 / p, onde P = número de amostras contendo a espécie e p = número total de amostras. Foram

estabelecidas as seguintes categorias: muito frequente – ocorrência em mais de 70% das amostras; frequente – ocorrência entre 70% e 40% das amostras; pouco frequente – ocorrência entre < 40% e 20% das amostras; e esporádica – < 20% (Mateucci e Colma, 1982).

Análise de risco

Quando a biota aquática incide em variáveis que podem ser avaliadas por critérios representados por valores que variam de 0 a 1, quanto maior for o valor, maior será o impacto. A proporcionalidade relativa ao impacto estima o risco em 100% no seu valor máximo de 1. Progressivamente, a escala proporcional dimensiona risco mínimo para impactos até 30%, 31-50% risco moderado, 51-70% risco elevado e 71-100% risco crítico ou muito elevado (Souza, 2000).

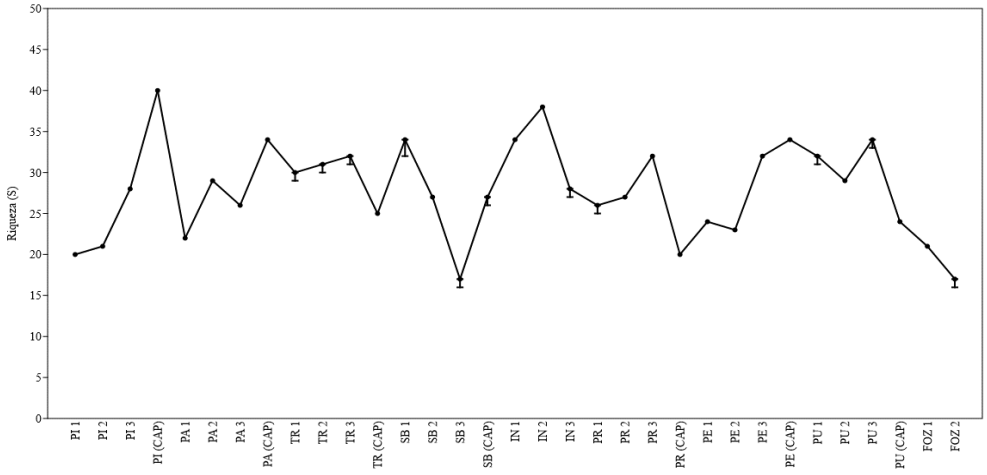
Tratamento estatístico

Para determinar as variáveis mais importantes relacionadas à estrutura da comunidade fitoplanctônica, foi realizada a Análise de Correspondência Canônica (CCA), integrando as principais variáveis abióticas obtidas pela Análise de Componentes Principais (PCA) (Bini, 2004). Em conjunto, foi aplicado o teste de correlação de Spearman para avaliar a relação das espécies mais abundantes e frequentes com os principais fatores abióticos. Foi realizada a análise de agrupamento (*cluster*) com base na densidade de células para verificar diferenças entre os locais de coleta, usando o coeficiente de Bray-Curtis (Clarke e Warwick, 2001).

O teste de Levene foi utilizado para avaliar a normalidade e homogeneidade de variância. Análises de variância (ANOVA *one-way*) foram usadas para testar a densidade de células das amostras coletadas. Testes de comparações múltiplas de Tukey (*Tukey's pairwise*) para densidade e o teste de Wilcoxon (*Wilcoxon pairwise*) foram aplicados quando ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$). Para a construção dos gráficos, Tabelas e procedimentos estatísticos, foram utilizados o programa estatístico PAST (Hammer *et al.* , 2001) e o *Microsoft Office Excel* (pacote *Office* 2016).

A comunidade fitoplanctônica esteve representada por 145 espécies, distribuídas nas divisões *Chlorophyta* (55 spp.), correspondendo a 38% dos táxons; *Bacillariophyta* (49 spp.), com 34%; *Cyanobacteria* (31 spp.), totalizando 21%; *Dinophyta* (6 spp.), com 4%; e *Euglenophyta* (4 spp.), com apenas 3% (figura 1 e tabela 5). Foram observadas diferenças significativas na riqueza de espécies entre os pontos de coleta analisados ($F = 1,78$; df: 32; $P = 0,005263$), com maior riqueza no ponto de captação de água (40 spp.) e menor riqueza (17 spp.) nos pontos P2 (Foz) e P3 (São Brás/AL).

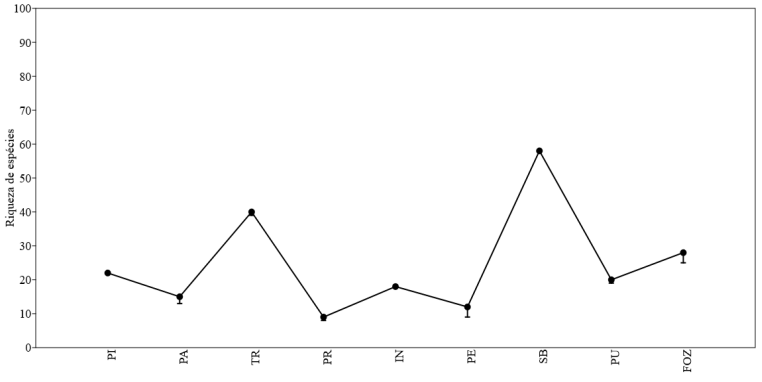
Figura 1 - Riqueza de espécies fitoplanctônicas do Baixo Rio São Francisco no trecho entre Piranhas/AL à Foz do São Francisco (2022). (PI) Piranhas/AL, (PA) Pão de Açúcar AL, (TR) Traipu/AL, (SB) São Brás/AL, (IN) Igreja Nova/AL, (PR) Propriá/SE, (PU) Piaçabuçu/AL, (PE) Penedo/AL, (PU) Piaçabuçu/AL, Foz (Foz do São Francisco)



Fonte: Autores (2024).

Na VI expedição (2023), a comunidade fitoplanctônica esteve representada por 107 táxons, com maior representatividade das *Bacillariophyta* (53 spp.), seguidas por *Chlorophyta* (26 spp.), *Cyanobacteria* (22 spp.) e *Dinophyta* (6 spp.) (figura 2 e tabela 6). Comparando as expedições de 2022 e 2023, houve uma redução de 35% na quantidade de espécies fitoplanctônicas, especialmente no grupo das clorofíceas.

Figura 2 - Riqueza de espécies fitoplanctônicas do Baixo Rio São Francisco no trecho entre Piranhas/AL à Foz do São Francisco (2023). (PI) Piranhas/AL, (PA) Pão de Açúcar/AL, (TR) Traipu/AL, (SB) São Brás/AL, (IN) Igreja Nova/AL, (PR) Propriá/SE, (PU) Piaçabuçu/AL, (PE) Penedo/AL, (PU) Piaçabuçu/AL, Foz (Foz do São Francisco).



Fonte: Autores (2024).

As clorofíceas e diatomáceas sempre ocorrem com o maior número de táxons em estudos referentes à comunidade fitoplanctônica em ambientes lacustres, demonstrando que esses organis-

mos constituem um grupo importante e bastante comum nesses ecossistemas. Frequentemente, são os grupos dominantes e, consequentemente, oferecem maior disponibilidade de alimento para os organismos aquáticos (Oliveira; Calheiros, 2000; Komarek *et al.,* 2003; Shubert, 2003; Nabout *et al.*, 2006).

O grupo das algas verdes pertencentes às *Desmidiaceae*, como *Closterium*, *Cosmarium*, *Desmidium*, *Euastrum*, *Micrasterias* e *Staurastrum*, destaca-se entre os grupos algais, principalmente pela riqueza, e se distribui de forma cosmopolita em águas não contaminadas, sendo abundante em ambientes oligotróficos e mesotróficos, condições que favorecem o desenvolvimento desses organismos (Felisberto; Rodrigues, 2002; Wehr; Sheath, 2003; Di Bernardo *et al.,* 2010).

Em relação à densidade de células, observou-se uma variação de 60 cel.mL^-1 para o grupo das euglenofíceas (Pão de Açúcar e Penedo/AL) a 22.480 cel.mL^-1 para as clorofíceas (Piranhas/AL), sendo observadas diferenças significativas no número de células entre os municípios amostrados. De maneira geral, as clorofíceas contribuíram com as maiores densidades; porém, nos municípios de Piranhas, Pão de Açúcar, São Brás e Igreja Nova, observou-se uma dominância das cianobactérias (tabela 1 e figura 3).

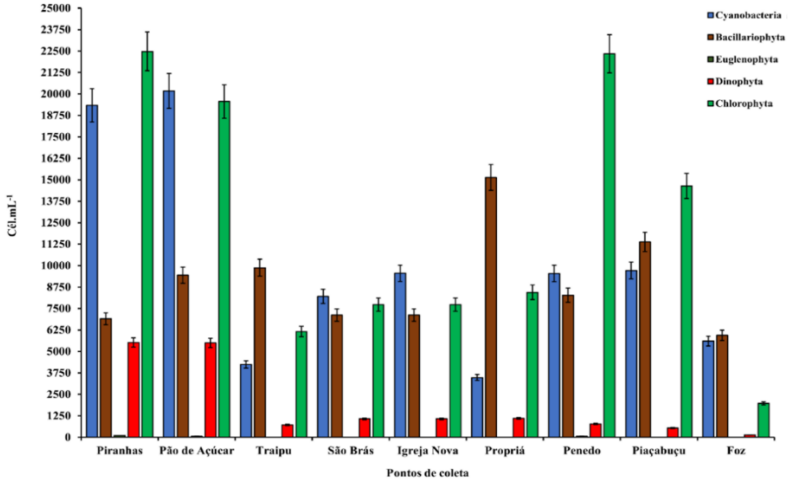
Tabela 1 - Densidade total de células (cél.mL^{-1}) do fitoplâncton do Baixo Rio São Francisco, no trecho de Piranhas/AL à Foz do São Francisco (2022). (-) dados não existentes

Divisão	Piranhas	Pão de Açúcar	Traipu	São Brás	Igreja Nova	Propriá	Penedo	Piaçabuçu	Foz
Cyanobacteria	19340^{a}	20180^{a}	4240^{b}	8200^{a}	9560^{a}	3480^{c}	9540^{b}	9720^{b}	5600^{a}
Bacillariophyta	6900^{b}	9440^{b}	9880^{a}	7120^{a}	7120^{b}	15140^{a}	8280^{b}	11380^{a}	5940^{a}
Euglenophyta	100^{c}	60^{d}	-	-	-	-	60^{d}	-	-
Dinophyta	5520^{b}	5500^{c}	720^{c}	1080^{b}	1080^{c}	1100^{d}	780^{c}	540^{c}	140^{c}
Chlorophyta	22480^{a}	19560^{a}	6160^{b}	7720^{a}	7720^{b}	8440^{b}	22340^{a}	14640^{a}	1980^{b}
Anova		*Between groups*	*df*		*Mean square*	*F*	*P*		*Levene´s test*
		1,04E+09	4		2,59E+08	12,1	1,55E-06		0,004509

Se houver letras diferentes, as médias são diferentes conforme o teste t de Student (P < 0,05).

Fonte: Autores (2024).

Figura 3 - Densidade total de células (cél.mL^{-1}) do fitoplâncton do Baixo Rio São Francisco, no trecho de Piranhas/AL à Foz do São Francisco (2022)



Fonte: Autores, 2024.

Com relação à densidade de células, observou-se uma variação de 20 cel.mL^-1 para o grupo dos dinoflagelados (Traipu e Penedo/AL) a 52.040 cel.mL^-1 para as cianobactérias (Piranhas/AL), sendo observadas diferenças significativas no número de células entre os grupos algais amostrados. De maneira geral, as cianobactérias contribuíram com as maiores densidades e dominância desses organismos, seguidas pelas diatomáceas (tabela 2 e figura 4).

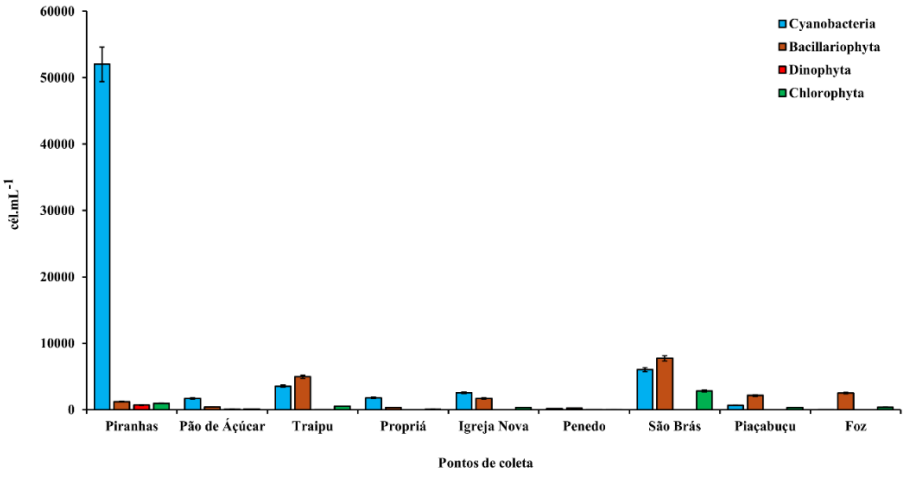
Tabela 2 - Densidade total de células (cél.mL^{-1}) do fitoplâncton do Baixo Rio São Francisco, no trecho de Piranhas/AL à Foz do São Francisco (2023). (-) dados não existentes

Divisão	Piranhas	Pão de Açúcar	Traipu	São Brás	Igreja Nova	Propriá	Penedo	Piaçabuçu	Foz
Cyanobacteria	52040^{a}	1720^{a}	3540^{b}	6040^{a}	2560^{a}	1800^{a}	160^{b}	680^{b}	20^{c}
Bacillariophyta	1220^{b}	400^{b}	4980^{a}	7760^{a}	1720^{b}	340^{b}	240^{a}	2160^{a}	2500^{a}
Dinophyta	700^{b}	80^{c}	20^{c}	-	-	-	20^{c}	-	-
Chlorophyta	960^{b}	120^{c}	520^{b}	2820^{b}	340^{c}	80^{c}	40^{c}	340^{c}	380^{b}
Anova		*Between groups*	*df*		*Mean square*	*F*	*P*		*Levene´s test*
		3,19E+08	3		1,06E+08	1,475	0,2399		0,01152

Se houver letras diferentes, as médias são diferentes conforme o teste t de Student ($P < 0,05$).

Fonte: Autores (2024).

Figura 4 - Densidade total de células (cél.mL^{-1}) do fitoplâncton do Baixo Rio São Francisco, no trecho de Piranhas/AL à Foz do São Francisco (2023)



Fonte: Autores (2024).

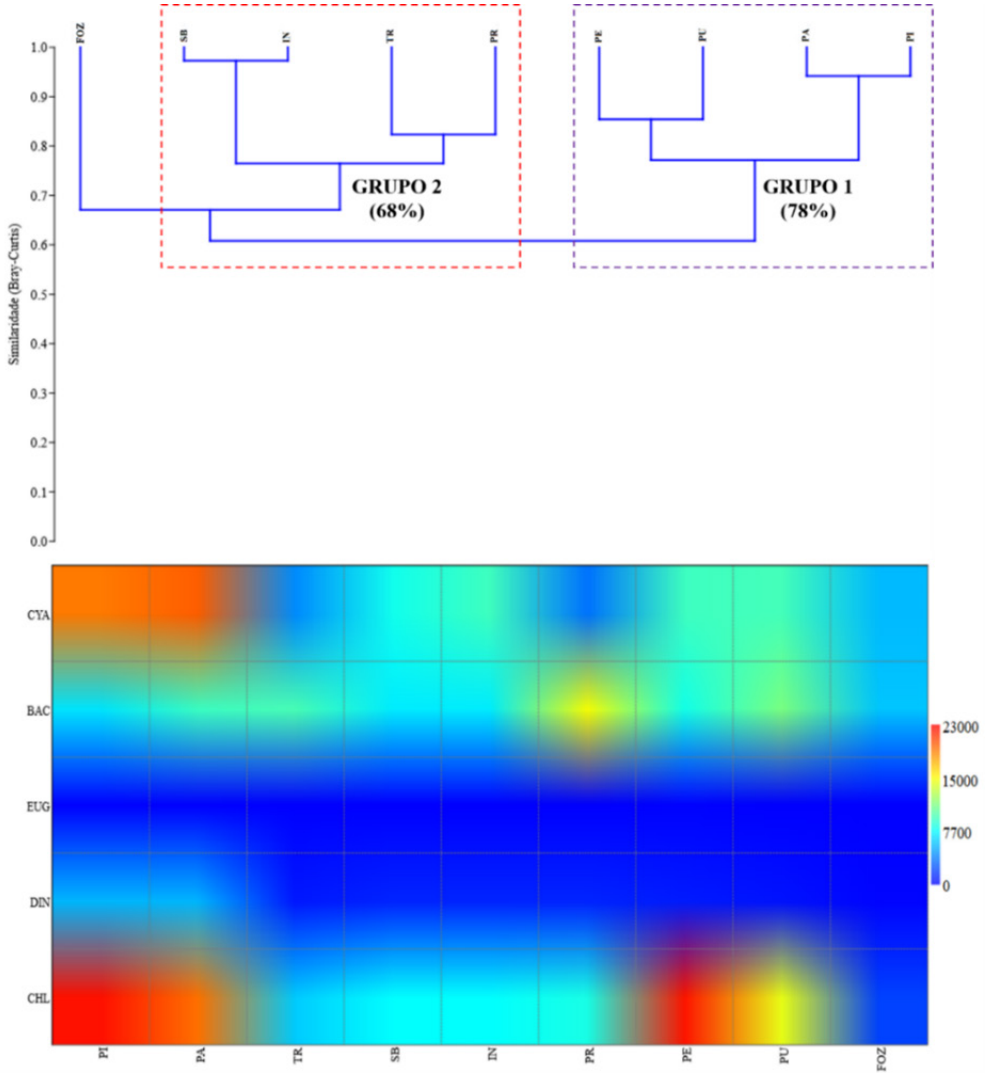
A Portaria nº 518 do Ministério da Saúde exige monitoramento mensal e estabelece que a densidade de células de cianobactérias presentes nos mananciais seja de até 10.000 células/mL^{-1}, enquanto os limites estabelecidos pelo Conama Nº 357 de 2005 determinam a quantidade de cianobactérias em até 20.000 células/mL^{-1} (Brasil, 2004).

Valores elevados de cianobactérias implicam monitoramento semanal devido à possível presença de cianotoxinas, o que traz riscos à população local. Não é viável a utilização dessas águas no abastecimento público, recreação e irrigação, além do risco de bioacumulação em peixes e moluscos bivalves (Brasil, 2004).

Quando ocorre a dominância e abundância de diatomáceas, com valores acima de 5.000 células/mL^{-1}, a qualidade da água é classificada como ruim, demonstrando que o ambiente está sofrendo um processo de eutrofização e não é próprio para consumo e recreação (Cetesb, 2005).

Ao observar a distribuição do fitoplâncton nos municípios analisados de acordo com a quantidade de células totais, foram formados dois grupos: Grupo 1, com 78% de similaridade, apresentou as maiores densidades, variando de 36.280 células/mL^{-1} (Piaçabuçu) a 54.740 células/mL^{-1} (Pão de Açúcar). O Grupo 2 foi formado pelos municípios que apresentaram similaridade de 68% e densidade variando de 21.000 células/mL^{-1} (Traipu) a 28.160 células/mL^{-1} em Propriá/SE (figura 5).

Figura 5 - Índice de similaridade de Bray-Curtis dos grupos algais distribuídos nos municípios analisados de acordo com a densidade total de células (cél.mL^{-1}) (2022). (FOZ) foz do São Francisco, (SB) São Brás, (IN) Igreja Nova, (TR) Traipu, (PR) Propriá, (PE) Penedo, (PU) Piaçabuçu, (PA) Pão de Açúcar, (PI) Piranhas, (CYA) *Cyanobacteria*, (BAC) *Bacillariophyta*, (EUG) *Euglenophyta*, (DIN) *Dinophyta*, (CHL) *Chlorophyta*.



Fonte: Autores (2024).

Um dos requisitos para tornar uma água potável para abastecer a população é estar livre de odores e sabores que podem ser prejudiciais à população. As algas presentes na água, antes do processo de purificação, são os organismos mais importantes como causadores desses problemas. Além disso, a água deve ter cor, odor e gosto aceitáveis. A resolução citada é um amplo acordo intergovernamental que funciona como a Agenda de Desenvolvimento Pós-2015 (IPEA, 2019).

Para a Cetesb (2005), quando ocorre uma dominância e abundância de clorofíceas e diatomáceas, com valores entre > 1000 e < 5000 células/mL^{-1}, a qualidade da água é classificada de razoável a boa, demonstrando que o ambiente está em equilíbrio e é considerado próprio para o consumo e lazer humano.

As algas podem produzir odores típicos, como aromáticos, quando esse odor está relacionado a um tipo de vegetal, tais como gerânio, agrião, violeta, melão e pepino, considerados aromas agradáveis. Também podem ocorrer odores desagradáveis, como cheiro podre, alho, peixe, mofo, óleo de fígado de bacalhau e ervas. No fitoplâncton da bacia hidrográfica do Baixo São Francisco, encontramos algas que podem ocasionar odor e sabor característicos (Tabela 3).

Tabela 3 - Lista de espécies fitoplanctônicas encontradas no Baixo São Francisco que provocam odores e sabores na água

TÁXONS	ODOR	SABOR
CYANOBACTERIA		
Anabaenopsis cunningtonii Taylor	grama, agrião, mofo	
Aphanizomenon flos-aquae Ralfs ex Bornet & Flahault	grama, agrião, mofo	adocicado
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing	grama	
M. wesenbergii (Komárek) Komárek ex Komárek	grama	
Oscillatoria limosa Agardh ex Gomont	grama	adocicado
O. sancta Kützing ex Gomont	grama	
BACILLARIOPHYTA		
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen	gerânio	
Cyclotella meneghiniana Kützing	gerânio	
Fragilaria crotonensis Kitton	gerânio	
DINOPHYTA		
Ceratium furcoides (Levander) Langhans	peixe	amargo
EUGLENOPHYTA		
Euglena gracilis Klebs	peixe	adocicado
E. oxyuris Schmarda	peixe	adocicado
CHLOROPHYTA		
Actinastrum hantzschii Langerheim	grama e mofo	
Closterium moniliferum Ehrenberg ex Ralfs	grama	
C. acerosum Ehrenberg ex Ralfs	grama	
Cosmarium margaritatum (Lundell) Roy & Bisset	grama	
C. pseudopyramidatum Lundell	grama	
Eudorina elegans Ehrenberg	peixe	
Pediastrum argentinense Bourrelly & Tell	grama	
P. duplex Meyen	grama	
Scenedesmus ellipticus Corda	grama	
Spirogyra sp.	grama	
Volvox aureus Ehrenberg	peixe	
V. tertius Meyer	peixe	

Fonte: Autores (2024).

Durante o período estudado, foram observadas espécies abundantes que contribuíram para a densidade de células. Dentre elas, podemos destacar as clorofíceas: *Asterococcus limneticus*, *Eudorina elegans*, *Microspora abbreviata*, *Monactinus simplex*, *Pediastrum duplex* e *Staurastrum leptocladum*, seguidas pelas cianobactérias: *Chroococcus dispersus*, *Dolichospermum spiroides*,

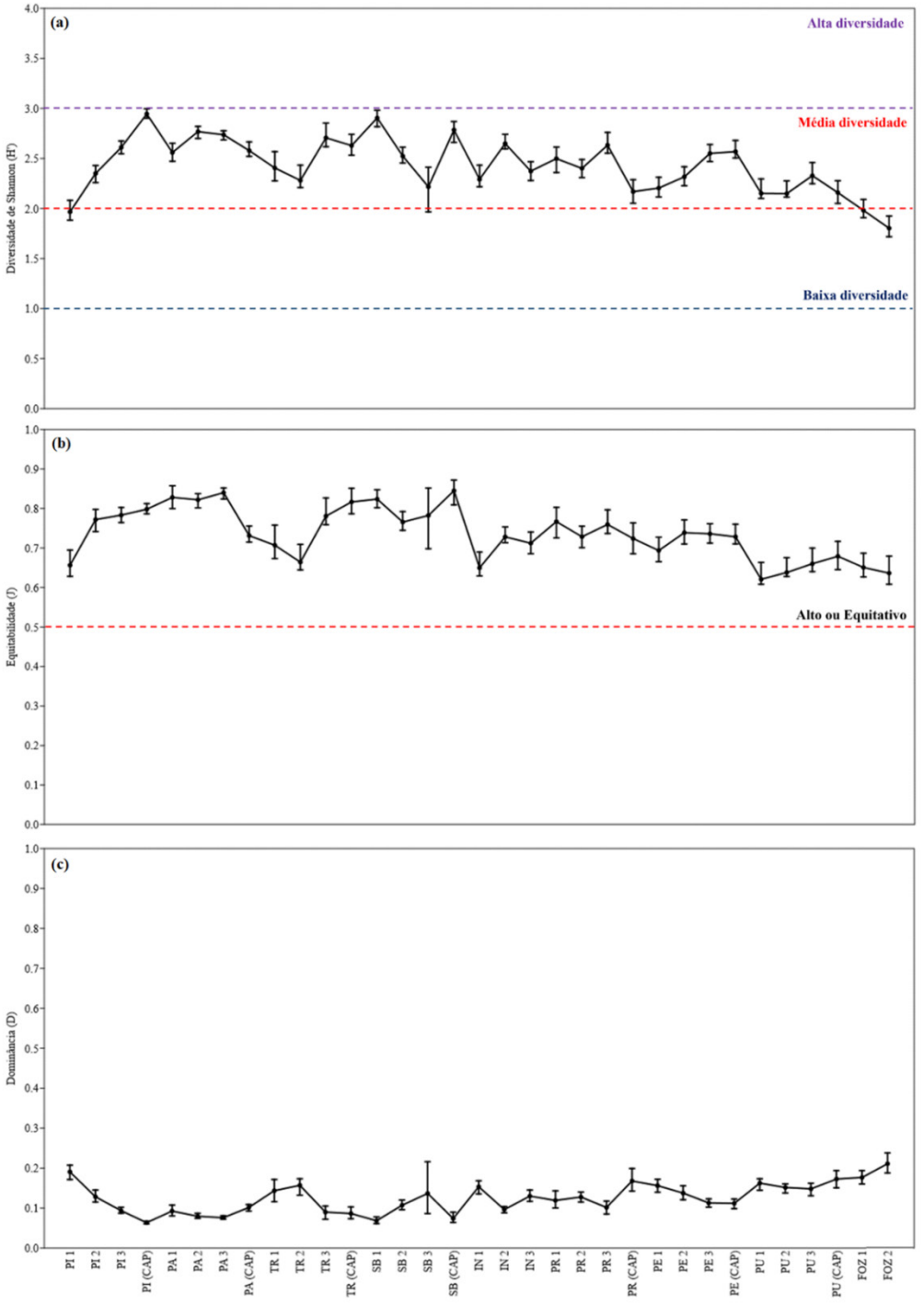
Microcystis aeruginosa e *Raphidiopsis raciborskii*, diatomáceas: *Aulacoseira granulata*, *Surirella elegans* e *Surirella robusta*, e pelos dinoflagelados: *Ceratium furcoides* e *Tripos furca* (Tabela 5).

Essas espécies influenciaram os índices de diversidade de Shannon (H'), que variaram entre 1,83 bits.cel^-1 no ponto 2 da foz do São Francisco e 2,96 bits.cel^-1 no ponto de captação d'água no município de Piranhas (figura 6a). Com relação à equitabilidade de Pielou (J), as amostras analisadas apresentaram valores acima de 0,50, mostrando uma distribuição alta e equitativa das espécies (figura 6b). Apesar de observarmos espécies abundantes (%), não foram observadas espécies dominantes pelo índice de dominância de Simpson (ʎ) (figura 6c).

Quando a diversidade de Shannon e a equitabilidade são de baixos valores e quando a dominância de Simpson apresenta valores elevados, isso reflete um desequilíbrio populacional, ligado diretamente à abundância de células e à dominância de poucas espécies (El-sheekh *et al.,* 2003; Reynolds, 2006).

Dentre as espécies do fitoplâncton identificadas durante o período de estudo, consideradas muito frequentes (MF) e frequentes (F) por estarem presentes em mais de 50% das amostradas analisadas, destacam-se as clorofíceas: *Eudorina elegans*, *Micrasterias dickiei*, *Monactinus simplex*, *Pediastrum duplex*, *Spirogyra sp*., *Staurastrum leptocladum* e *Volvox aureus*. As espécies que mais se destacaram no grupo das diatomáceas foram: *Aulacoseira granulata*, *Coscinodiscus radiatus*, *Eunotia monodon*, *Fragilaria crotonensis*, *Frustulia rhomboides*, *Iconella linearis*, *Odontella aurita*, *Pinnularia platycephala*, P. sp., *Surirella robusta*, *Terpsinoë musica*, *Tryblionella hungarica*, T. *lineatum* e *Ulnaria* ulna. Entre as cianobactérias, podemos destacar *Aphanizomenon flos-aquae*, *Dolichospermum spiroides*, *Limnococcus limneticus*, *Microcystis aeruginosa* e *Raphidiopsis raciborskii* (Tabela 5).

Figura 6 - (a) Índice de diversidade específica de Shannon, (b) Equitabilidade de Pielou e (c) Dominância de Simpson do fitoplâncton do Baixo Rio São Francisco, no trecho de Piranhas/AL à Foz do São Francisco (2022). (FOZ) foz do São Francisco, (SB) São Brás, (IN) Igreja Nova, (TR) Traipu, (PR) Propriá, (PE) Penedo, (PU) Piaçabuçu, (PA) Pão de Açúcar, (PI) Piranhas

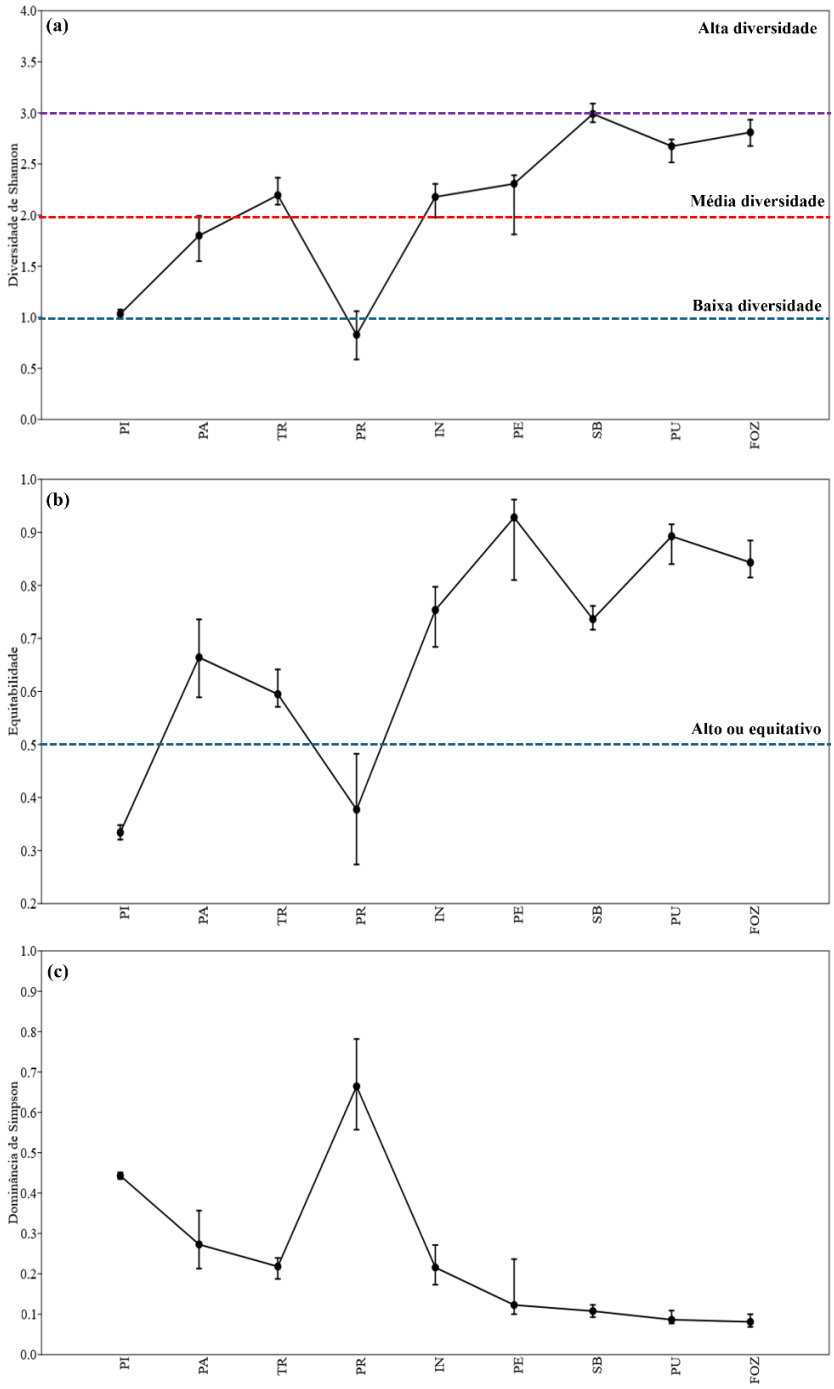


Fonte: Autores (2024).

Durante a VI Expedição (2023), foram observadas espécies abundantes que contribuíram para a abundância de células. Dentre elas, podemos destacar as cianobactérias: *Dolichospermum spiroides*, *Limnococcus limneticus*, *Microcystis wesenbergii*, *Raphidiopsis raciborskii*; e as diatomáceas: *Entomoneis alata*, *Epithemia sorex*, *Nitzschia longissima*, *Pinnularia viridis* e *Ulnaria ulna*. Essas

espécies influenciaram os índices de diversidade de Shannon (H'). Até o momento presente, as amostras analisadas apresentaram, de um modo geral, baixa a média diversidade específica (tabela 6 e figura 7).

Figura 7 - (a) Índice de diversidade específica de Shannon, (b) Equitabilidade de Pielou e (c) Dominância de Simpson do fitoplâncton do Baixo Rio São Francisco, no trecho de Piranhas/AL à Foz do São Francisco (2023). (FOZ) foz do São Francisco, (SB) São Brás, (IN) Igreja Nova, (TR) Traipu, (PR) Propriá, (PE) Penedo, (PU) Piaçabuçu, (PA) Pão de Açúcar, (PI) Piranhas



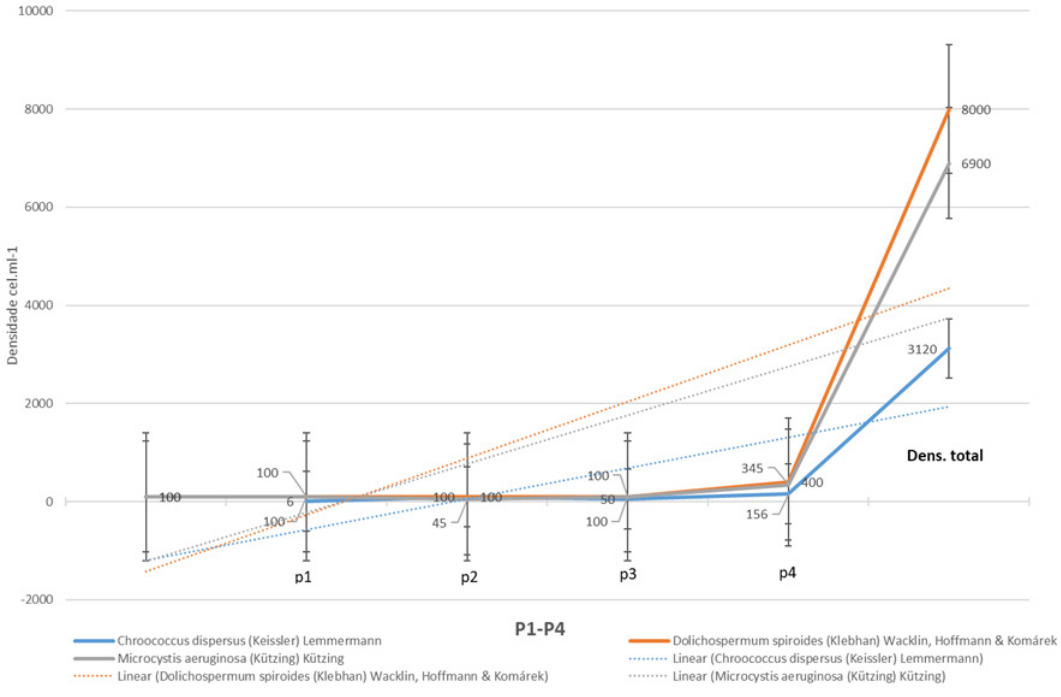
Fonte: Autores (2024).

Com relação à equitabilidade de Pielou (J), mostrou-se uma distribuição alta e equitativa das espécies, com exceção dos municípios de Piranhas e Propriá. Apesar de observar espécies abundantes em termos de porcentagem, ao analisar o índice de dominância de Simpson (ʎ), a cianobactéria *Raphidiopsis raciborskii* foi considerada dominante, diminuindo a riqueza de espécies no município de Propriá/SE (figura 7).

A concepção dominante vê o risco como "a chance de lesão, dano ou perda" (Webster, 1983). As probabilidades, magnitudes e consequências dos impactos são produzidas por processos físicos, químicos, biológicos ou antrópicos, de modo que podem ser quantificadas objetivamente pela avaliação de risco (Sánchez, 2020).

A portaria do Ministério da Saúde (nº 518), com referência a 10.000 células/mL^{-1} para cianobactérias, estabeleceu esse parâmetro como limite de segurança (Brasil, 2004). Os resultados encontrados nos municípios do Baixo São Francisco para cianobactérias apresentaram 93,4% acima do limite de tolerância para corpos d'água em mananciais, demonstrando um índice de "risco muito elevado". As cianobactérias *Chroococcus dispersus* (*Keissler*) *Lemmermann*, *Dolichospermum spiroides* (*Klebhan*) *Wacklin*, *Hoffmann* & *Komárek*, *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing identificadas no município de Piranhas apresentam tendência de risco elevado (figura 8).

Figura 8 - Análise de risco de cianobactérias com maior densidade (cél.ml^{-1}), Município de Piranhas, Alagoas (2022)



Fonte: Autores (2024).

Sant'Anna *et al.* (2006) relatam que, a princípio, todas as cianobactérias são consideradas tóxicas, podendo ocasionar intoxicações no homem em casos de florações bioativas comprovadas. O predomínio de cepas tóxicas está relacionado a vários fatores ambientais. Calijuri *et al.* (2009) destacam as inter-relações competitivas entre populações e a liberação de toxinas relacionadas à presença de algum estressor ambiental.

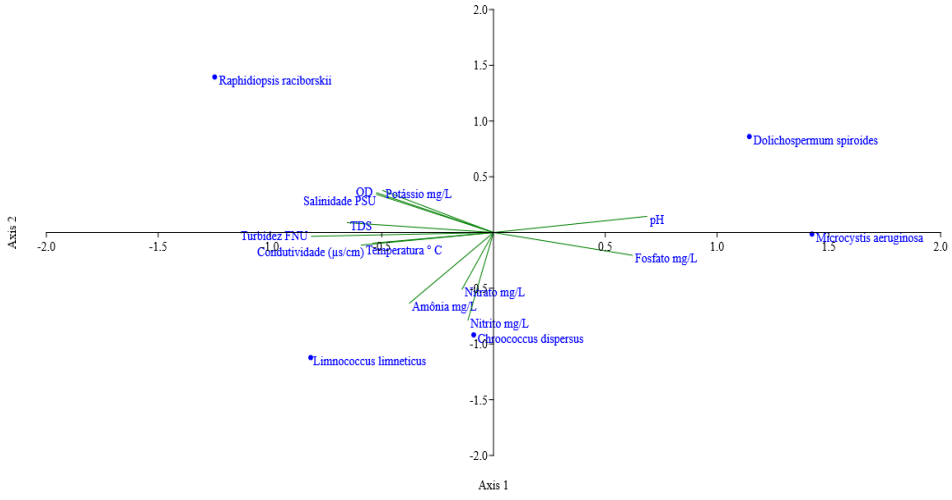
Foram realizadas análises de correspondência canônica (CCA), teste de correlação de Spearman e análise dos componentes principais (PCA) das cianobactérias mais abundantes. Observou-se que alguns parâmetros físico-químicos contribuíram com a densidade e abundância de células (tabela 4, figura 8).

Tabela 4 - Correlação das cianobactérias mais abundantes e os principais parâmetros físico-químicos que contribuíram na densidade de células (cél.mL^{-1}) do Baixo Rio São Francisco, no trecho de Piranhas/AL à Foz do São Francisco (2022)

Cianobactérias abundantes	Principais fatores físico-químicos
Chroococcus dispersus	pH, Potássio (mg/L) e Fosfato (mg/L)
Dolichospermum spiroides	pH e fosfato (mg/L)
Limnococcus limneticus	Condutividade (µs/cm), Oxigênio Dissolvido (mg/L), Salinidade (PSU), Sólidos Totais Dissolvidos (TDS), Temperatura (ºC) e Amônia (mg/L)
Microcystis aeruginosa	pH e Fosfato (mg/L)
Raphidiopsis raciborskii	Oxigênio Dissolvido (mg/L), Turbidez (FNU), Temperatura (ºC) e Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)

Fonte: Autores (2024).

Figura 9 - Análise de Correspondência Canônica (CCA) das principais cianobactérias e 12 fatores físico-químicos do Baixo Rio São Francisco, no trecho de Piranhas/AL à Foz do São Francisco (2022).



Fonte: Autores (2024).

Análise preliminar dos parâmetros abióticos para sustentabilidade do fitoplâncton

O monitoramento dos dados abióticos permite analisar o equilíbrio adequado para a sobrevivência do fitoplâncton no ecossistema fluvial. A temperatura da água mostrou-se estável, com variação de 24 a 25ºC. O pH está dentro dos parâmetros equilibrados, com variações de 6 a 7,3. A salinidade apresentou maiores índices com a proximidade da foz, o que indica normalidade. Os padrões de turbidez e condutividade elétrica mantiveram-se normais.

Os índices de Oxigênio Dissolvido (OD) foram de 17,8% e 1,5 mg/L no município de Piranhas em um ponto de coleta, com média de 29,92% em quatro pontos de coleta, estando bem abaixo do índice médio dos municípios do Baixo São Francisco – 59,96% (OD) (Quadro 1). Os índices da cidade de Piranhas, com 100% abaixo dos valores padrões de sustentabilidade do ecossistema fluvial, configuram preocupação quanto à fauna e à biodiversidade do ecossistema do rio. A escala de análise de risco apresenta a categoria "risco crítico ou muito elevado" para índices de 71 a 100% acima do limite tolerável.

Quadro 1 - Análise de parâmetros abióticos para sustentabilidade do fitoplâncton (2023)

DADOS ABIÓTICOS DA VI EXPEDIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO	
PIRANHAS - AL PONTO 1 - 21/11/2023	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: Lat. 9:37:35 S / Long. 37:45:16 W	**Resultados**
Transp. Disco secchi	1,60 m
Temp. Ar	27
V. ar (vento)	2,4
Altitude	8 m
mVpH	21,7
pH	6,75
ORP	218,4
OD %	17,8
mg/LDO	1,5
uS/tcm	76
$uStcm^{-1}$	75
MQ.cm	0,0130
mg/L Tds	38
FNU	0,3
Salinidade	0,03
Temp. ºC	24,1
Psi	14,599

Fonte: Autores (2024).

Dentre os fatores que propiciam a diminuição do OD em sistemas fluviais, a presença de material orgânico na água, como esgotos lançados nos rios, pode diminuir porque ele atua como oxidante desse material. Se a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) for elevada, será necessário um grande volume de OD para oxidá-la, e não restará oxigênio suficiente para a respiração dos peixes. A resolução Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 357, de 17 de março de 2005, preconiza o limite desse parâmetro para águas doces (classe 2), em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L. A média de 2,48 mg/L nesse município, com índice 100% inferior ao padrão dessa resolução, confirma o fator de risco da categoria "risco crítico ou muito elevado".

O sumário completo dos dados de riqueza, abundância relativa (%) e frequência de ocorrência (%) encontra-se nas Tabelas 4 e 5 (em anexo).

Considerações finais

Um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 é garantir a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento básico para a população. Versa ainda que a água para consumo pessoal ou doméstico deve ser livre de microrganismos, substâncias químicas e riscos radiológicos que constituam ameaças à saúde humana.

Diante da importância ecológica do fitoplâncton em ambientes lóticos, estudos da dinâmica dos ecossistemas aquáticos tornam-se essenciais para o manejo e gerenciamento dos sistemas hídricos visando à proteção do manancial. Isso requer conhecimentos sobre a atuação desses organismos que influenciam diretamente na qualidade da água, principalmente quando são avaliados abundância, riqueza, dominância e frequência de florações fitoplanctônicas (*blooms*).

Comparando com os resultados anteriores, com o aumento das vazões, fortes chuvas e enchentes no período de 2022, observamos que as *Chlorophyta* (clorofíceas) e *Bacillariophyta* (diatomáceas) ocorreram com maior riqueza de espécies. No presente estudo, constatamos aumentos significativos de cianobactérias nos municípios de Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu e Propriá/SE, ultrapassando o limite de tolerância de células, que é de até 10.000 cél.mL-1, demonstrando um índice de "risco muito elevado" (Portaria nº 578 do Ministério da Saúde).

As cianobactérias estão intimamente associadas às condições eutróficas, que podem se estabelecer no ambiente causando florações tóxicas e trazendo riscos ecológicos e efeitos negativos na qualidade da água, gerando inúmeros problemas à saúde pública e afetando a qualidade da água do manancial.

A historicidade em dois anos consecutivos desses resultados negativos, apresentando dados ainda mais preocupantes e incisivos na VI Expedição do Rio São Francisco, sinaliza a necessidade de medidas preventivas de saúde pública que venham a proteger a população de possíveis contaminações através de cianobactérias e possam salvaguardar a biodiversidade das espécies dentro do ecossistema na região fisiográfica da bacia hidrográfica do baixo São Francisco.

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, D.C.: APHA; AWWA; WEF, 2005.

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMAREK, J. Modern approach to the classifi cátion system of Cyanophyta, 3: Oscillatoriales. **Algological Studies**, v. 80, n. 1/4, p. 327-472, 1988.

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMAREK, J. Modern approach to the classificátion system of Cyanophyta, 5: Stigonematales. **Algological Studies**, v. 59, p. 1-73. 1990.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil:** chave para identificação e descrições. São Carlos: RIMA Editora, 2017.

BICUDO, C. E. M; MENEZES, M. **Gêneros de Algas de águas continentais do Brasil**. São Carlos: RiMa, 2006.

BINI, L. M. Análises multivariadas e limnologia: exploração, síntese e inferência de um mundo aquático complexo. *In*: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. (org.). **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: RiMa Editora, 2004. p. 73-108.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004: estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, n. 59, 26/03/2004, p. 266-270.

BUCCHEIM, M. A.; MICHALOPULOS, E. A.; BUCHHEIM, J. A. Phylogeny of the Chlorophyceae with special reference to the Sphaeropleales: a study of 18S and 26S rDNA data. **Journal of Phycology**, v. 37, p. 819-935, 2001.

CALIJURI, M. L. *et al.* Estudo de indicadores de saúde ambiental e de saneamento em cidade do Norte do Brasil. **Engenharia Sanitária Ambiental,** v. 14, n. 1, p. 19-28, 2009.

CÂMARA, F. R. A.; LIMA, A. K. A.; CHELLAPPA, N. T. Diversidade da comunidade fitoplanctônica do canal do Pataxo, Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 21-22, 2007.

CECY, I. I. T.; SILVA, S. R. V. Desmídias (Zygnemaphyceae da área de abrangência da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, Paraná, Brasil, I: Gênero *Cosmarium.* **Iheringia, Série Botânica**, v. 59, n. 1, p. 13-26, 2004.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. Change in marine communities: an approach to statistical analysis andinterpretation. **PRIMER-E**, Plymouth, 2001.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras**. Brasília: CETESB, 2011.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTA. **Norma Técnica L5.303:** Fitoplâncton de Água Doce - Métodos Qualitativo e Quantitativo (Método de Ensaio). São Paulo: CETESB, 2005.

COSTA, I. A. S. *et al.* Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semiárido do Rio Grande do Norte. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 2, p. 382-401, 2009.

DI BERNARDO, L.; MINILLO, A.; DANTAS, A. D. **Florações de algas e de cianobactérias:** Suas influências na qualidade da água e nas tecnologias de tratamento. São Carlos: Editora LDiBe. 2010.

EL-SHEEKH M. M.; *et al.* Efeito do cobalto no crescimento, pigmentos e transporte de elétrons na fotossíntese em *Monoraphidium minutum* e *Nitzchia perminuta*. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 15, p. 159-166, 2003.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência. 2011.

ESTEVES, K. E.; SANT'ANNA, C. L. **Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo**. São Carlos: RiMa, 2006.

FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Desmidiales (exceto o gênero *Cosmarium*) perifíticas no reservatório de Corumbá, Goiás, Brasil. **Iheringia – Série Botânica**, v. 57, p. 75-97, 2002.

GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. **Algae Base:** Worldwide electronic publication. 2014. Disponível em: http://www.algaebase.org. Acesso em: 3 jun. 2023.

HAMMER, Ø. *et al.* Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Eletrônica**, v. 4, 2001.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: Ipea, 2019.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales. In: ETTL, H. *et al*. (Eds.). **Susswasserfl ora von Mitteleuropa. Gustav Fischer, Jena-Stuttgart-Lubeck**-Ulm. Velarg: Gustav Fischer, 1998. p. 1-548.

KOMAREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. **Cyanoprokaryota**. 2. Oscillatoriales. Pp. 1-759. In: BRIDEL, B.; KRIENITZ, L.; GARTNER, G.; SCHARGERL, M. (Eds.), Oscillatoriales. Subwasserfl ora von Mitteleuropa. Muncher, Elsevier GmbH. 2005.

KOMAREK, J.; KLING, H.; KOMARKOVA, J. Filamentous Cyanobacteria. In: WEHR, J. D.; SHEATH, R. G. (Eds.). **Freshwater algae of North America:** ecology and classification. New York: Academic Press, 2003. p.117-196.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estruturas comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Biologia Marina**, v. 22, p. 1-29. 1986.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 1988.

MATEUCCI, S.; COLMA, A. La metodologia para El estudo de La vegetacion. Collecion de monografias cientificas. **Serie Biologia**, v. 22, p. 1-168. 1982.

MORENO, J. L; LICEA, S.; SANTOYO, H. **Diatomeas del Golfo de Califórnia**. Mexico: Universidad Autonoma de Baja California Sur, SEP-FOMES, PROMARCO, 1996.

NABOUT, J. C.; NOGUEIRA, I. S.; OLIVEIRA, L. G. Phytoplankton Community of fl oodplain lakes of the Araguaia River, Brazill, in the rainy and dry seasons. **Journal of Plankton Research**, v. 28, n. 2, p. 181-193, 2006.

OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F. Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 427, p. 101-112, 2000.

PANOSSO, R. F. *et al*. Cianobactérias e cianotoxinas em reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 433-449, 2007.

PARMAR, T. K.; RAWTANI, D.; AGRAWAL, Y. K. Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution. **Frontiers in Life Science**, v. 9, n. 2, 2016.

PARRA, O. O.; BICUDO, C. E. M. **Introduccion a la Biologia y Sistematica de las Algas de Aguas Continentales**. Santiago: Andes. 1995.

PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

PIELOU, E. C. **Mathematical Ecology**. New York: John Wiley & Sons Incorporated, 1977.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 2014.

REVIERS, B. **Biologia e filogenia das algas**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

REYNOLDS, C. S. **Ecology of phytoplankton**. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The diatoms:** biology and morphology of the genera. New York, Cambrigde University Press. 1990.

SANCHEZ, L. E. **Avaliação de Impactos Ambientais:** Conceitos e métodos. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020. 496p. ISBN: 978-65-86235-03.

SANT'ANNA, C. L.; GENTIL, R. C.; SILVA, D. Comunidade fitoplanctônica de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo. *In.*: ESTEVES, K. E.; SANT'ANNA, C. L. (org.). **Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo**. São Paulo: RiMa, 2006. p. 49-62.

SHANNON, C. E; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press. 1963.

SHUBERT, E. Nonmotile coccoid and colonial green algae. *In*: WEHR, J. D.; SHEATH, R. G. (Eds.). **Freshwater algae of North America: ecology and classifi cation**. New York: Academic Press, 2003. p. 253- 309.

STREBLE, H.; KRAUTER, D. **Atlas de los microorganismos de agua dulce:** la vida en una gota de agua. Barcelona, Omega. 1987.

TRIPATHI, B. N.; GAUR, J. P. **Recovery Responses of Freshwater Phytoplankton Assemblage After the Disappearance of Metal Toxicity in Semi-Continuous Cultures**. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-657719/v2. Acesso em: 03 de outubro de 2023.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica:** uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Rio de Janeiro: Interciência. 2000.

WEHR, J. D.; SHEAT, R. G. **Freshwater Algae of North America:** Ecology and Classification. New York: Academic Press. 2003.

ZANATA, L. H.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Longitudinal processes in Salto Grande reservoir (Americana, SP, Brazil) and its influence in the formation of compartment system. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, p. 347-361, 2002.

ANEXOS

A tabela 5 apresenta os dados referentes à V Expedição, em relação à abundância relativa (%) do fitoplâncton do Baixo Rio São Francisco no trecho de Piranhas/AL à Foz do São Francisco (2022). (P1) região de Alagoas, (P2) região entre Alagoas e Sergipe, (P3) região de Sergipe, (CAP) ponto de captação d'água, (FO) frequência de ocorrência, (MF) muito frequente, (F) frequente, (PF) pouco frequente, (E) esporádico.

Já a tabela 6 aponta os dados referentes à VI Expedição, a respeito da abundância relativa (%) e densidade de células (cél/mL) do fitoplâncton do Baixo Rio São Francisco (2023). (PI) Piranhas, (PA) Pão de Açúcar, (TR) Traipu, (PR) Propriá, (IN) Igreja Nova, (PE) Penedo, (SB) São Brás, (PU) Piaçabuçu, (FOZ) Foz do São Francisco, (FO) frequência de ocorrência, (MF) muito frequente, (F) frequente, (PF) pouco frequente, (E) esporádico, (-) dados não existentes.

Ambas as tabelas podem ser consultadas no QR Code:

CAPÍTULO 3

MONITORAMENTO DE PESTICIDAS NO BAIXO SÃO FRANCISCO

Mozart Daltro Bispo[12], Douglas Alves Damião[13], Agda Savina Guimarães Pereira[14], João Inácio Soletti[15], Sandra Helena Vieira de Carvalho[16], Emerson Carlos Soares[17]

Resumo: A presença de pesticidas em sistemas aquáticos superficiais e subterrâneos constitui uma preocupação global crescente, uma vez que esses compostos tendem a se acumular nos organismos aquáticos e nos sedimentos. Isso representa um risco significativo tanto para a saúde ambiental quanto humana. A introdução constante de novas formulações de pesticidas no mercado, resultado de seu uso intensivo em setores agrícolas e não agrícolas, exacerba esse problema. A identificação desses compostos é desafiadora e custosa, e os métodos convencionais de tratamento de água para consumo humano mostram-se ineficazes em eliminar tais contaminantes. Além disso, a ausência de uma legislação robusta sobre o tema contribui para o acúmulo persistente de pesticidas na biosfera. Este capítulo detalha um estudo realizado na região do Baixo Rio São Francisco, entre Piranhas e a foz do rio, um trecho de aproximadamente 214 km. Durante o período de 21 a 30 de novembro de 2023, foram realizadas coletas de água em pontos estratégicos, alguns dos quais já revisados em 2021 e 2022 e outros adicionados devido à expansão da rizicultura e ao cultivo de camarões. O monitoramento analítico foi executado utilizando técnicas avançadas, como a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa triplo quadrupolo.

Palavras-chave: Cromatografia; Extração; Poluentes Emergentes.

Introdução

Os pesticidas desempenham um papel crucial na proteção das culturas contra pragas e doenças, impactando diretamente na produtividade agrícola e, por conseguinte, no abastecimento global de alimentos. O uso desses agroquímicos é essencial para manter e melhorar o padrão de vida da população mundial. No entanto, ao longo das últimas décadas, observou-se um aumento significativo na concentração de pesticidas, que são considerados poluentes emergentes (PEs). Este aumento está relacionado ao desenvolvimento contínuo e ao refinamento de novas técnicas em diversos setores, incluindo carcinicultura, cultivo de arroz, atividades industriais e agrárias, além do manejo de resíduos hospitalares e esgoto doméstico, e a introdução de novos fármacos e produtos de higiene, limpeza e cosméticos (Geissen, 2015).

12 Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos (Lassop), Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

13 Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos (Lassop), Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

14 Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos (Lassop), Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

15 Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos (Lassop), Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

16 Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos (Lassop), Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

17 Laboratório de Aquicultura (Laqua), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

Globalmente, cerca de 2 milhões de toneladas de pesticidas são utilizadas anualmente, com herbicidas e inseticidas representando 47,5% e 29,5% do consumo total, respectivamente. Os principais consumidores desses produtos são países como China, Estados Unidos, Argentina, Índia, Japão, Canadá, Brasil, França, Itália e Tailândia (Moraes, 2019). O Brasil, um dos maiores importadores de agroquímicos e exportadores de produtos agrícolas, registra um consumo recorde de pesticidas, muitos dos quais são considerados altamente perigosos e produzidos na União Europeia. Surpreendentemente, cerca de 14% dos agrotóxicos exportados pela União Europeia para o Mercosul contêm substâncias proibidas ou nunca autorizadas na própria UE.

Entre 2019 e 2022, foram registradas 14.549 intoxicações por agrotóxicos no Brasil, resultando em 439 mortes, evidenciando uma grave crise de saúde pública. Durante esse período, o Brasil também atingiu um recorde de novos registros de pesticidas, com mais de 1.800 novas aprovações, sendo 33 delas de produtos anteriormente proibidos na Europa (Sallorenzo, 2023).

A falta de dados sobre o destino e comportamento dos pesticidas no meio ambiente e as ameaças potenciais à saúde ecológica e humana destacam a necessidade urgente de desenvolver novas tecnologias para a remediação e tratamento dos recursos hídricos. A regulamentação para avaliação do impacto a longo prazo da exposição a baixos níveis desses compostos químicos ainda é inadequada, principalmente devido à falta de padrões para técnicas de análise instrumental (Montagner *et al.,* 2017).

Para uma compreensão abrangente dos efeitos dos contaminantes, é essencial quantificar e monitorar as concentrações dos poluentes desde a fonte de emissão até os diferentes compartimentos ambientais e organismos vivos, como invertebrados e peixes (Pizzochero *et al.,* 2019). Nesse contexto, pesquisadores da Universidade Federal de Alagoas têm colaborado ativamente no monitoramento de contaminantes emergentes no Baixo Rio São Francisco, envolvendo laboratórios como o Laboratório de Sistema de Separação e Otimização de Processos (Lassop) e o Laboratório de Aquicultura (Laqua), ambos do Centro de Ciências Agrárias.

Esses esforços coletivos são vitais para mitigar os impactos adversos dos pesticidas no ambiente e na saúde humana, promovendo uma gestão mais sustentável e segura dos recursos naturais.

Levantamento literário

Realizou-se uma revisão bibliográfica detalhada para identificar os principais contaminantes presentes em rios, destacando-se os pesticidas, frequentemente empregados na agricultura.

A abordagem metodológica adotada envolveu o uso de padrões e agentes derivatizantes para a identificação desses poluentes, precedidos por etapas de pré-tratamento e extração, e finalizados com análises via cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas triploquadrupolo (GC-MS/MS) (Acayaba, 2017; Pizzochero, 2019). O processo inicia-se pela identificação e quantificação de poluentes emergentes em diversas localidades do Baixo São Francisco. Uma vez detectados, investigam-se os métodos mais eficazes para sua remoção, avaliando-se a eficiência de diferentes alternativas de tratamento e seus respectivos custos. Além disso, é crucial analisar tanto a toxicidade dos contaminantes quanto a seus impactos ambientais.

Os pesticidas são reconhecidos por sua capacidade de proteger culturas contra pragas e doenças prejudiciais aos humanos. O uso controlado de agrotóxicos é, portanto, fundamental para sustentar e elevar o padrão de vida global. Conforme reportado por Saquib *et al.* (2021), aproximadamente 2 milhões de toneladas de pesticidas são usadas globalmente cada ano para combater ervas daninhas, insetos e outras pragas. A preocupação internacional com o uso ex-

cessivo de pesticidas cresce à medida que estes tendem a acumular-se nos organismos aquáticos e nos sedimentos, aumentando os riscos à saúde humana.

A expansão do mercado global de pesticidas é impulsionada pelo uso extensivo tanto em setores agrícolas quanto não agrícolas. A presença desses agrotóxicos em corpos d'água, tanto em superfícies quanto em águas subterrâneas, resulta frequentemente do escoamento de áreas agrícolas, residenciais, pecuárias e industriais. O uso descontrolado de agrotóxicos compromete a qualidade da água e diminui a disponibilidade de água potável. Segundo Guneser *et al.* (2017), a exposição crônica por ingestão de água contaminada pode reduzir a imunidade, desregular o equilíbrio hormonal, desencadear distúrbios reprodutivos, ter efeitos cancerígenos e afetar negativamente o desenvolvimento intelectual, especialmente em crianças.

No Brasil, o Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA, 2022), iniciativa da Agência Nacional de Águas, é estratégico para ampliar o entendimento sobre a qualidade das águas superficiais e contribuir para a gestão sustentável dos recursos hídricos. Este programa também orienta políticas públicas voltadas para a recuperação da qualidade ambiental em corpos d'água internos, como rios e reservatórios.

Conforme estudos da Avaliação Nacional da Qualidade da Água (NAWQA), verifica-se que pesticidas são frequentemente detectados em águas superficiais (Ribeiro *et al.,* 2007), evidenciando que a presença de agrotóxicos em tais águas decorre principalmente do escoamento superficial direto (Buss, 2003). De acordo com a Norman Network (2022), uma rede autossustentável de laboratórios de referência e centros de pesquisa para monitoramento de substâncias emergentes, atualmente há mais de 700 tipos de poluentes, incluindo metabólitos e produtos de transformação, catalogados como presentes em ambientes aquáticos.

Classificação dos pesticidas

A classificação dos pesticidas é uma ferramenta essencial para entender seu uso, aplicação e impactos potenciais. Pesticidas são substâncias químicas ou biológicas usadas para controlar organismos que são considerados nocivos. Eles são categorizados com base em vários critérios, incluindo o tipo de praga que visam controlar, sua composição química, modo de ação e formulação.

Entre esses, herbicidas e inseticidas representam os segmentos mais prevalentes, constituindo 47,5% e 29,5%, respectivamente, do consumo total de pesticidas a nível global. Os países que lideram o consumo desses agentes químicos incluem China, Estados Unidos, Argentina, Índia, Japão, Canadá, Brasil, França, Itália e Tailândia (Geissen, 2015). A Tabela 1, anexa, detalha as principais classes e os compostos específicos de inseticidas, herbicidas e fungicidas, oferecendo uma visão abrangente da distribuição e uso desses produtos essenciais no manejo agrícola.

Tabela 1 - Classificação dos pesticidas com base nas espécies-alvo.

Pesticidas	Classes e Substâncias
Inseticida	Organoclorados: Endosulfan Organofosforados: Diazinon, Malathion, paration, clorpirifós Carbamato: Aldicarb, carbofuran, carbaril Piretróide: Deltametrina, Fenpropatrina Neonicotinóide: Acetamiprid, tiametoxam Degradado de fenilpirazol: Aldicarb sulfóxido, Endosulfan sulfato
Herbicida	Triazina: Atrazina, cianazina Cloroacetamida: alacloro, butacloro, dimetenamida, metolacloro
Fungicida	Benzamida: Fluopicolide, zoxamida Carboxamida: Boscalid captofol Hidrocarboneto clorado: Hexaclorbenzeno Organofosfato: Edifenfos, iprobenfos Clorofenil: Diclorano, quintozeno

Fonte: Geissen (2015).

Os herbicidas são agentes químicos projetados para eliminar ervas daninhas, frequentemente integrados como reguladores no crescimento de plantas. Os inseticidas, utilizados tanto em fazendas quanto em instalações de armazenamento de alimentos e jardins domésticos, são essenciais para o controle de populações de insetos nocivos. Por sua vez, os fungicidas são aplicados para prevenir ou tratar infecções fúngicas em plantas ou sementes, sendo comum sua utilização tanto em estágios preventivos quanto após a ocorrência de infecções. Adicionalmente, os agrotóxicos podem ser categorizados conforme seu modo de ação contra as pragas, dividindo-se em destruidores, mitigantes e repelentes, conforme as classificações estabelecidas por Marchi *et al.* (2008) e Guedes *et al.* (2008).

Principais usuários

A contaminação das águas por agrotóxicos é um fenômeno resultante da liberação persistente desses produtos químicos, provenientes de atividades agrícolas, aplicações urbanas e instalações industriais de produção de pesticidas (Jardim *et al.,* 2009; Rigotto *et al.* , 2014). Agricultores, como os principais usuários desses produtos, aplicam quantidades significativas de pesticidas para proteger e potencializar o rendimento das colheitas. A indústria de tratamento de madeira, por sua vez, também consome grandes volumes de inseticidas, contribuindo igualmente para a carga de poluentes (Buralli *et al.,* 2020).

Os agrotóxicos aplicados podem ser liberados para o meio ambiente através de processos como lixiviação e escoamento, tornando-se uma das principais Fontes de contaminação de águas superficiais. Além disso, o uso urbano de pesticidas, especialmente em jardins internos para controle de pragas, é uma Fonte significativa de poluição hídrica. Estudos indicam que inseticidas são frequentemente mais detectados em ambientes urbanos do que outros tipos de pesticidas, como herbicidas e fungicidas (Nunes *et al.,* 2021).

Com o advento da Revolução Verde, o aumento no consumo de agrotóxicos impulsionou a expansão da indústria de fabricação de pesticidas, elevando globalmente o número de produtores desses compostos químicos (Ameen; Raza, 2018). A lixiviação de pesticidas durante

a fabricação e a disposição inadequada de resíduos e efluentes industriais são processos que contribuem substancialmente para a contaminação pontual das águas por pesticidas (Katagi, 2013).

Desde 2008, o Brasil tornou-se o maior consumidor mundial de agroquímicos, ultrapassando os Estados Unidos. O consumo brasileiro de agrotóxicos alcançou aproximadamente 496 mil toneladas de ingredientes ativos em 2013, destacando-se na utilização intensiva dessas substâncias com implicações diretas para a qualidade das águas nacionais (Rigotto *et al.,* 2014).

Dinâmica ambiental dos agrotóxicos

O estudo aprofundado sobre o destino e o transporte de agrotóxicos é essencial para entender sua movimentação dentro da biosfera (Bergstrom, 2000). Uma vez aplicados, os pesticidas podem seguir múltiplos caminhos. Os que não são absorvidos pelas plantas podem permanecer no solo, onde eventualmente sofrem degradação em diferentes formas químicas, ou ser retidos em sua forma original, contribuindo para a poluição do solo (Bedmar *et al.,* 2004; Beigel; Di Pietro, 1999; Katagi, 2013).

Os pesticidas solúveis são transportados através das moléculas de água, especialmente durante períodos de chuva intensa, infiltrando-se nas camadas mais profundas do solo e, potencialmente, contaminando as águas subterrâneas. Em contraste, compostos menos solúveis tendem a se acumular na camada superficial do solo, estando sujeitos a escoamento superficial e erosão, o que pode contaminar corpos d'água como lagos, córregos e rios (Katagi, 2013; Ibrahim *et al.,* 2020).

O risco de contaminação por agrotóxicos é particularmente alto logo após sua aplicação na superfície do solo, na faixa de 0,25 a 0,85 cm da superfície (Katagi, 2013). A volatilização para a atmosfera também é uma via de contaminação, ainda que menos significativa, com resíduos sendo depositados nos corpos d'água e no solo via precipitação. Predominantemente, os pesticidas ingressam no sistema hidrológico por lixiviação através das camadas do solo, e o nível de contaminação das águas é influenciado por uma série de fatores, incluindo as propriedades do pesticida, características do solo, condições ambientais locais, e práticas de aplicação e gestão (Fogg *et al.,* 2004a, 2004b).

Impactos na saúde humana

Apesar de sua importância crucial na proteção das culturas e matérias-primas, os pesticidas representam uma grave preocupação para a saúde humana. Esses compostos tendem a acumular-se nas membranas celulares, interferindo nas funções corporais vitais (Sankhla *et al.,* 2018; Nunes *et al.,* 2021). A exposição humana aos pesticidas, principalmente através de contato dérmico e ingestão de água contaminada, pode resultar em uma série de problemas de saúde.

Foi comprovado que a exposição prolongada a pesticidas pode causar imunossupressão, interrupções hormonais, diminuição da inteligência, distúrbios reprodutivos e até câncer. Os impactos podem variar de problemas agudos, como irritação ocular, dores de cabeça e náuseas, a condições crônicas, incluindo doenças neurológicas como Parkinson, problemas de memória e cognição, questões reprodutivas, perturbações no desenvolvimento infantil, defeitos congênitos e câncer (Sankhla *et al.,* 2018).

Regulação e segurança

Para mitigar esses riscos, diretrizes internacionais para níveis aceitáveis de pesticidas em água potável foram estabelecidas por organizações como a Organização Mundial da Saúde

(OMS) e a Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO). Esses padrões visam garantir uma qualidade de água segura para consumo humano a longo prazo, levando em consideração variáveis socioeconômicas, dietéticas e geográficas (Solomon, 2015; Sankhla *et al.,* 2018).

No Brasil, o registro e o controle de agrotóxicos é uma responsabilidade compartilhada entre vários ministérios, refletindo a preocupação do governo com a segurança alimentar e ambiental (Mapa, 2022). Métodos analíticos avançados são essenciais para detectar e monitorar a presença de pesticidas em águas superficiais e subterrâneas, contribuindo para a implementação eficaz das diretrizes de segurança.

Técnicas analíticas avançadas em monitoramento ambiental

De acordo com Chow *et al.* (2020), as dificuldades em estabelecer monitoramentos eficazes que forneçam dados significativos sobre o impacto dos agrotóxicos em ambientes aquáticos, tanto no âmbito nacional quanto internacional, podem ser atribuídas às complexidades analíticas na determinação de compostos químicos em diversas matrizes ambientais. A escolha de quais compostos devem ser regulamentados e monitorados é um desafio contínuo, envolvendo tanto a identificação precisa quanto a quantificação desses elementos.

Dentre as várias técnicas de preparo de amostras, destacam-se a extração líquido-líquido (LLE), extração em fase sólida (SPE), e a microextração em fase sólida (SPME), que têm sido amplamente aplicadas para a preparação de amostras de água e outras matrizes ambientais (Majzik-Solymos *et al.,* 2001; Vasiljević *et al.,* 2012; Muhlen; Lanças, 2014). Notadamente, a SPME é recomendada pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) como método preferencial para o pré-tratamento de poluentes orgânicos, devido à sua eficiência, economia de reagentes, segurança e alta sensibilidade (Hwang; Lee, 2000).

Esta técnica baseia-se no equilíbrio entre o analito e a fase extratora, que geralmente consiste em uma fibra revestida com um polímero similar aos utilizados em colunas de cromatografia gasosa, como Polidimetilsiloxano (PDMS), Polietilenoglicol (PEG) e Poliacrilato (PA) (Abdulra'uf *et al.,* 2012). A SPME pode ser realizada através da exposição da fibra ao *headspace* da amostra ou por imersão direta na amostra líquida. Para matrizes complexas, a técnica de *headspace*-SPME é geralmente preferida para evitar entupimentos e interferências na fibra extratora, sendo essencial que os analitos sejam suficientemente voláteis para migrar para o *headspace* (Nascimento *et al.,* 2019).

No entanto, limitações são observadas quando analitos hidrofóbicos são absorvidos nas paredes dos recipientes de amostra, o que pode reduzir a precisão da determinação. Isso sugere que a amostragem *in situ* via SPME poderia ser uma abordagem promissora para superar tais desafios (Menezes *et al.,* 2009).

A Espectrometria de Massa (MS) é outra técnica fundamental no arsenal de ferramentas analíticas para o monitoramento ambiental, reconhecida por sua sensibilidade e especificidade excepcionais. Quando combinada com a Cromatografia Gasosa (GC), a GC-MS se torna uma metodologia poderosa, capaz de realizar a identificação estrutural e quantificação precisa de pesticidas e outros poluentes ambientais (Raina, 2011). Essa abordagem é também reforçada por normas internacionais como ISO 27108:2013 e ASTM D 6520:2000, destacando a importância de integrar técnicas de extração inovadoras como a SPME com métodos analíticos robustos para garantir a precisão e a relevância dos resultados obtidos (Natangelo *et al.,* 1999).

A técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas em tandem (GC-MS/MS) representa uma evolução significativa no campo das análises ambientais, oferecendo

sensibilidade e especificidade ainda maiores na detecção de contaminantes. Especialmente eficaz para a identificação e a quantificação de compostos orgânicos voláteis e semivoláteis, a GC-MS/MS permite a análise simultânea de múltiplos alvos com alta resolução e precisão.

A integração do *headspace* dinâmico com a GC-MS/MS é particularmente valiosa para o monitoramento de voláteis em amostras ambientais. Esta técnica envolve a coleta e análise de gases ou vapores que são emitidos por uma amostra em condições controladas de temperatura e pressão. O *headspace* dinâmico é eficaz para minimizar a interferência de matrizes complexas, permitindo uma análise mais limpa e direta dos analitos voláteis. Esta abordagem é ideal para detectar compostos em baixas concentrações e é amplamente utilizada para amostras de água, solo e resíduos, onde a presença de solventes e outros extrativos pode complicar outras formas de extração.

Para assegurar a conformidade e a qualidade das análises realizadas com GC-MS/MS e *headspace* dinâmico, diversas normas internacionais podem ser aplicadas:

O presente trabalho usa uma combinação de SPE, LLE e GC-MS/MS com um injetor automático *headspace* dinâmico como ferramenta analítica para a triagem de mais de 100 compostos em águas superficiais, na parte baixa do Rio São Francisco. Os objetivos deste estudo foram:

(1) Estabelecer um único procedimento de extração utilizando SPE que permita a determinação multirresíduo de compostos selecionados, pertencentes a diferentes grupos químicos, nas águas superficiais do rio São Francisco;

(2) Combinar a etapa de preparação da amostra com o uso de GC-MS/MS usando o modo de monitoramento de íons (SIM; *Selective Ion Monitoring*) e (SCAN; *Scanning*), selecionado para a qualificação dos analitos-alvo e investigação de outros possíveis contaminantes em escalas de traço como "femto" (10-15) ou 0,000.000.000.000.001;

(3) Aplicar a metodologia desenvolvida para a análise de rotina de amostras de água do Rio São Francisco, em diferentes estações, no âmbito de um inquérito alargado de monitorização da qualidade da água, que incluiu 1 amostra (jusante) em 7 municípios na bacia do rio; e,

(4) Avaliar o risco provocado pelos pesticidas no rio São Francisco.

O estudo foi conduzido na região do Baixo Rio São Francisco, que se estende desde Paulo Afonso, na Bahia, até a foz do rio, localizada entre os estados de Alagoas e Sergipe. Esta seção do rio, com aproximadamente 214 km de extensão, é de vital importância tanto por sua biodiversidade quanto por sua relevância socioeconômica.

As amostras foram coletadas entre os dias 21 e 30 de novembro de 2023, em locais estrategicamente selecionados ao longo do rio para abranger uma representação abrangente das condições ambientais da área (Tabela 2). A escolha desses pontos de coleta visa capturar a variabilidade hidrológica e química ao longo do curso d'água, oferecendo *insights* sobre os impactos das atividades humanas e naturais na qualidade da água e nos ecossistemas aquáticos.

A região estudada é caracterizada por uma complexa interação entre usos agrícolas, industriais e domésticos, o que a torna um local ideal para investigar a dispersão e o destino de contaminantes, incluindo agrotóxicos e outros poluentes. O período selecionado para a coleta coincide com a estação seca na região, o que pode influenciar tanto a concentração quanto a dispersão de poluentes devido às variações no volume de água. Este fator é crucial para entender os padrões de contaminação ao longo do ano e avaliar a eficácia das estratégias de gestão de recursos hídricos.

Tabela 2 - Pontos de coleta de amostra de água, no Baixo São Francisco, à jusante, meio e montante de cada cidade percorrida.

Cidades	Geolocalização da coleta de amostra
Piranhas (Montante)	La -9.634636°; Lo -37.772106°
Piranhas (Meio)	La -9.626478°; Lo -37.753860°
Piranhas (Jusante)	La -9.626073°; Lo -37.737331°
Pão de Açúcar (Ponto Extra)	La -9.748644°; Lo -31.454550°
Pão de Açúcar (Montante)	La -9.751697°; Lo -37.448509°
Pão de Açúcar (Meio)	La -9.756926°; Lo -37.433359°
Pão de Açúcar (Jusante)	La -9.759289°; Lo -37.416873°
Traipu (Montante)	La -9.981786°, Lo -37.019320°
Traipu (Meio)	La -9.973113°; Lo -37.003438°
Traipu (Jusante)	La -9.974403; Lo -37.987300
São Brás (Montante)	La -10.081364°; Lo -36.946077°
São Brás (Meio)	La -10.094182°; Lo -36.932136°
São Brás (Jusante)	La -10.113580°; Lo -36.923741°
Própria (Extra)	La -10.190813°; Lo -36.848374°
Própria (Montante)	La -10.202712; Lo -36.839365°
Própria (Meio)	La -10.208520°; Lo -36.831024°
Própria (Jusante)	La -10.215454°; Lo -36.814174°
Chinaré (Montante)	La -10.267124°; Lo -36.692895°
Chinaré (Meio)	La -10.266735°; Lo -36.670579°
Chinaré (Jusante)	La -10.258459°; Lo -36.650924°
Penedo (Montante)	La -10.272553°; Lo -36.594262°
Penedo (Meio)	La -10.290554°; Lo -36.586836°
Penedo (Jusante)	La -10.307138°; Lo -36.578184°
Piaçabuçu (Montante)	La -10.398236°; Lo -36.457077°
Piaçabuçu (Meio)	La -10.408114°; Lo -36.437666°
Piaçabuçu (Jusante)	La -10.421960°; Lo -36.420970°

Fonte: Autores (2024).

As amostras foram recolhidas em recipientes de vidro, devidamente higienizados, com capacidade de armazenamento de 20 mL, previamente identificadas e posteriormente armazenadas à temperatura de 3 a 6°C.

Em relação à metodologia, foram coletadas o total de 26 amostras de água superficial segundo a Tabela 2. As amostras foram recolhidas em recipientes de vidro âmbar, devidamente higienizados, com capacidade de armazenamento de 1 L, previamente identificadas e posteriormente armazenadas à temperatura de 3 a 6°C (Ana, 2011).

Os compostos utilizados para estudo e identificação foram selecionados a partir de um levantamento bibliográfico referente aos principais cultivos da parte baixa do Rio São Francisco (Paulo Afonso à Foz do Rio São Francisco). Os padrões dos pesticidas, totalizando 31 compostos químicos, foram adquiridos da Supelco (EUA) em ampola de 1 mL.

As análises foram realizadas nos espaços da expedição, bem como no Laboratório de Sistema de Separação e Otimização de Processos (Lassop) situado no Centro de Tecnologia (Ctec) da Universidade Federal de Alagoas. Para a extração dos compostos orgânicos, foram aplicadas 4 técnicas de extração: microextração em fase sólida por *headspace* (HS-SPME) EPA *method* 6040D, extração líquido-líquido (LLE) EPA 625, extração líquido-sólido EPA *method* 352°C e extração por *headspace* dinâmico EPA Method 524.2.

As normas mencionadas são procedimentos estabelecidos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*Environmental Protection Agency* - EPA) para a análise de compostos orgânicos em amostras ambientais. Cada método possui especificações detalhadas sobre a preparação da amostra, condições de extração, análise e os parâmetros de qualidade para garantir a precisão e a confiabilidade dos resultados.

EPA *Method* 6040D: Microextração em Fase Sólida por *Headspace* (HS-SPME)

Este método é uma variação específica de técnicas de HS-SPME designada para a extração de compostos voláteis e semivoláteis de amostras aquosas ou sólidas. Ele é frequentemente aplicado na determinação de contaminantes orgânicos em amostras ambientais, como águas superficiais, subterrâneas e efluentes industriais. Fornece uma abordagem eficiente e ambientalmente amigável, reduzindo a necessidade de solventes orgânicos e minimizando a geração de resíduos.

Procedimento Experimental para HS-SPME

Preparação da amostra:

As amostras foram colocadas em um vial de *headspace* de 20 mL fechado hermeticamente. Para amostras sólidas, foi necessário adicionar água Milli-Q para facilitar a liberação dos compostos voláteis para o *headspace*.

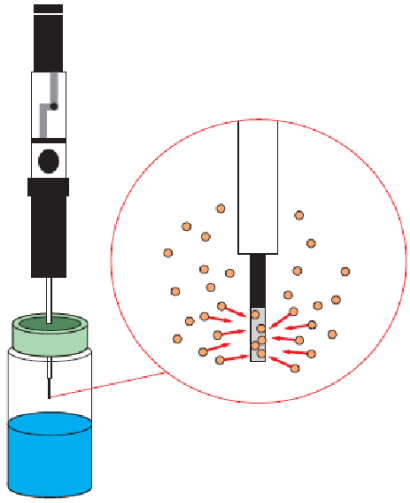
Equilíbrio*:*

O vial foi aquecido a uma temperatura específica de 70°C para acelerar o equilíbrio dos compostos voláteis entre a amostra e o *headspace*.

Exposição da Fibra:

Uma fibra revestida com uma fase estacionária de divinilbenzeno/carboxen/polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS 65µm) é exposta ao *headspace* da amostra por um período determinado de 30 minutos. Os compostos voláteis são adsorvidos pela fibra. A figura 1 abaixo demonstra o procedimento experimental.

Figura 1 - Princípios de extração por microextração *headspace*-fase sólida (HS-SPME).



Fonte: Schmidt e Podmore (2015).

Desorção*:*

Após a adsorção, a fibra é inserida no injetor de um cromatógrafo gasoso (GC-MS/MS), onde os compostos são rapidamente desorvidos pela alta temperatura de 250°C.

Análise cromatográfica:

Os compostos desorvidos são separados e quantificados por cromatografia gasosa. Foi utilizado um cromatógrafo de gás com interface direta com um espectrômetro de massa de armadilha de íons (Shimadzu, GC-MS-TQ8050 NX com um HS-20NX, Kyoto, *Japan*). As condições cromatográficas foram: temperatura do injetor, 260°C; modo de injeção, sem divisão; coluna capilar, DB-5, 60 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno, espessura de película de 0,25 µm (Agilent J&W); temperatura do forno, 45°C mantida por 5 minutos, depois aumentada para 300°C a uma taxa de 5°C por minuto; gás hélio a uma pressão constante de 100 kPa; temperatura da linha de transferência, 250°C; faixa de aquisição, 45–500 m/z. Os cromatogramas foram monitorados no modo SCAN e SIM.

EPA 625 & 3520C: Extração Líquido-Líquido (LLE) & Extração Líquido-Sólido

Este método descreve a extração líquido-líquido e extração líquido-sólido para a análise de poluentes orgânicos prioritários em efluentes industriais e municipais, bem como em sedimentos e águas superficiais e subterrâneas. Especifica os solventes orgânicos a serem usados, as razões de volume de amostra para solvente, as condições de agitação e separação das fases, além das etapas de purificação e concentração do extrato. É uma técnica clássica, conhecida pela sua robustez e eficácia na extração de uma ampla gama de compostos orgânicos.

Procedimento Experimental do Método EPA 525.2 & 3520C

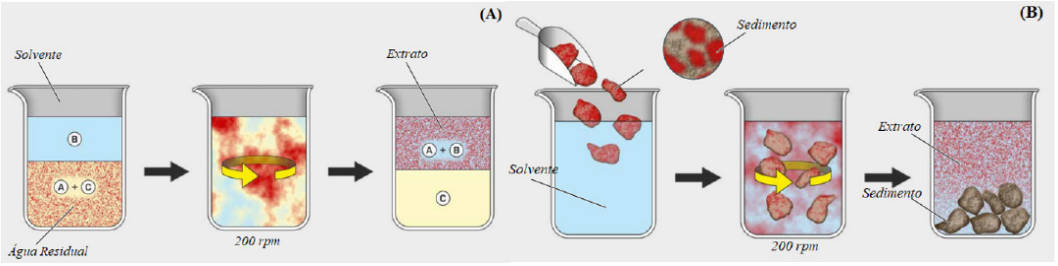
Preparação da amostra:

As amostras de água e sedimentos foram coletadas e preservadas de acordo com as diretrizes específicas da ANA para evitar a degradação dos compostos de interesse. Foram armazenadas em frascos de vidro âmbar sob baixa temperatura.

Extração Líquido-Líquido & Líquido-Sólido:

A amostra de sedimento e aquosa foi extraída com solventes orgânicos imiscíveis com água (diclorometano, hexano, 2-propanol, ciclohexano e acetonitrila). Este processo envolveu a agitação das amostras a 200 rpm junto ao solvente orgânico separadamente, conforme a figura abaixo, permitindo que os compostos orgânicos fossem transferidos das fases aquosa e sólida para a fase orgânica. A fase orgânica, que contém os compostos de interesse, é separada e coletada.

Figura 2 - Princípio da extração líquido-líquido (A) e líquido-sólido (B).



Fonte: disponível em: https://www.gunt.de/images/download/extraction_english.pdf (modificada)

Concentração do extrato:

O extrato orgânico é concentrado por evaporação do solvente, utilizando um rotavapor, até atingir um volume definido de 1 mL.

Limpeza:

A matriz das amostras e dos compostos de interesse passaram por uma etapa adicional de limpeza para remoção de interferentes usando cartuchos de limpeza. Após esse procedimento, foram realizadas as análises cromatográficas.

Análise cromatográfica:

Os compostos extraídos são separados e quantificados por cromatografia gasosa. Foi utilizado um cromatógrafo de gás com interface direta com um espectrômetro de massa de armadilha de íons (Shimadzu, GC-MS-TQ8050 NX com um HS-20NX, Kyoto, *Japan*). As condições cromatográficas foram: temperatura do injetor, 260°C; modo de injeção, sem divisão; coluna capilar, DB-5, 60 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno, espessura de película de 0,25 µm (Agilent J&W); temperatura do forno, 45°C mantida por 5 minutos, depois aumentada para 300°C a uma taxa de 5°C por minuto; gás hélio a uma pressão constante de 100 kPa; temperatura da linha de transferência, 250°C; faixa de aquisição, 45–500 m/z. Os cromatogramas foram monitorados nos modos SCAN e SIM.

EPA *Method* 524.2: Extração por *headspace* dinâmico

Especificamente desenvolvido para a análise de compostos orgânicos voláteis em água potável e sedimentos, este método utiliza a técnica de *headspace* dinâmico para isolar e concentrar os analitos antes da sua análise por cromatografia gasosa. Detalha o processo de purga e armadilha (*purge-and-trap*) dos voláteis presentes no *headspace* da amostra, a desorção dos compostos capturados e as condições cromatográficas para a análise. Ele permite a determinação sensível e precisa de contaminantes voláteis em matrizes aquosas, contribuindo para a segurança da água potável.

Procedimento experimental do Método EPA 524.2

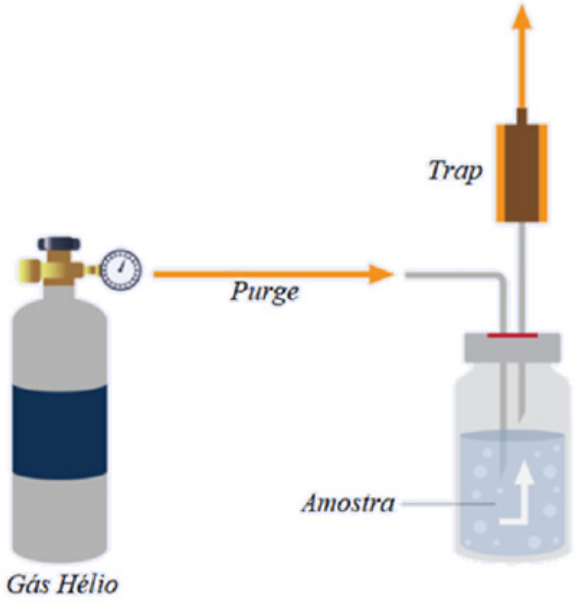
Preparação da amostra:

As amostras de água são coletadas em frascos âmbar limpos e conservadas sob baixa temperatura e com um conservante, como o ácido clorídrico (HCl), para manter o pH abaixo de 2, o que ajuda a preservar os VOCs, entre outros compostos, na amostra.

Extração (purga e armadilha):

Purga: A amostra é aquecida a uma temperatura controlada de 70°C para facilitar a transferência dos VOCs da fase líquida para a fase gasosa (*headspace*). Um fluxo de gás inerte (hélio 5.0 graus analítico, White Martins) é então utilizado para purgar os VOCs do líquido e sedimentos para o *headspace*, onde são transportados para a armadilha. A figura abaixo ilustra esse procedimento.

Figura 3 - Princípio esquemático do método *purge-and-trap*.



Fonte: disponível em: https://www.gerstelus.com/blog/dynamic-headspace-vs-purge-and-trap-a-comparative-insight/ (modificado)

Armadilha*:*

Os compostos purgados são capturados em uma armadilha contendo material adsorvente (Shimadzu, GC-MS-TQ8050 NX com um HS-20NX, Kyoto, *Japan*). A armadilha é projetada para concentrar os compostos voláteis, permitindo que o gás inerte e outros componentes não voláteis passem.

Desorção*:*

Após a captura, os compostos são desorvidos da armadilha pelo aquecimento a 250°C e transportados para o sistema de GC-MS/MS - Cromatografia Gasosa Acoplada a Espectrometria de Massas Triplo Quadrupolo para análise. Foi utilizado um cromatógrafo de gás com interface

direta com um espectrômetro de massa de armadilha de íons (Shimadzu, GC-MS-TQ8050 NX com um HS-20NX, Kyoto, *Japan*).

As condições cromatográficas foram: temperatura do injetor, 260°C; modo de injeção, sem divisão; coluna capilar, DB-5, 60 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno, espessura de película de 0,25 µm (Agilent J&W); temperatura do forno, 45°C mantida por 5 minutos, depois aumentada para 300°C a uma taxa de 5°C por minuto; gás hélio a uma pressão constante de 100 kPa; temperatura da linha de transferência, 250°C; faixa de aquisição, 45–500 m/z. As condições do *headspace* foram: Temperatura do forno: 70ºC; Temperatura da linha de amostra: 150ºC; Temperatura da linha de transferência: 150ºC; Temperatura de resfriamento do trap: 5ºC; Temperatura de desorção do trap: 250ºC; Temperatura de equilíbrio do trap: 25ºC. Os cromatogramas foram monitorados nos modos SCAN e SIM.

Controles e calibração

Foram utilizados padrões internos e curvas de calibração para a quantificação dos analitos, e os padrões estão descritos na Tabela abaixo; todos os padrões foram adquiridos da empresa Merck – Sigma-Aldrich. Controles de qualidade devem ser analisados juntamente às amostras para assegurar a precisão e a confiabilidade dos resultados.

Tabela 3 - Padrões escolhidos para monitoramentos do Baixo Rio São Francisco

Nº DO PRODUTO	PADRÕES
48625	Vinyl chloride solution, 200 µg/mL in methanol, analytical standard
CRM48805	EPA Phthalate Esters Mix, certified reference material, 2000 µg/mL each component in methanol, ampule of 1 mL
E9884	Ethylenediaminetetraacetic acid, ACS reagent, 99.4-100.6%, powder - 100G
45463	Diuron, PESTANAL®, analytical standard - 250G
CRM48777	EPA VOC Mix 2 - , 2000 µg/mL each component in methanol, ampule of 1 mL
CRM47940	PAH Calibration Mix - certified reference material, 10 µg/mL each component in acetonitrile
5164	(Aminomethyl)phosphonic acid - 50MG
45993	Styrene - 250MG
31518	2,4-D - 250MG
45553	Mancozeb - 100MG
41089	Alachlor solution - certified reference material, 1000 µg/mL in methanol
CRM48392	Triazine Pesticides Standards Mix - certified reference material, TraceCERT®, 100 µg/mL each component in methanol
23701	Acrylamide 100MG
2562	1,2-Dicloroetano - 1ML
45379	Chlordecone - 25MG
45607	Parathion - 100MG
45395	Chlorpyrifos - 100MG
36163	Metolachlor - 100MG
36165	Metribuzin - 100MG
45531	2-Imidazolidinethione - 250MG
36967	1,1-Dichloroethane - 1G
45333	Azinphos-methyl - 250MG
45689	Thiram - 250MG

45340	**(±)-EPICHLOROHYDRIN PURUM, =99% (GC) - 500ML**
32055	Carbaryl - 250MG
32061	Trifluralin - 250MG
32051	Propargite - 100MG
36791	Chlorothalonil - 250MG
861237	Organophosphate (OP) Pesticide Mix-certified reference material, 100 µg/mL each component in hexane
32013	Tebuconazole - 250MG
76887	1,4-Dioxane - 5ML
CRM47426	EPA CLP Organochlorine Pesticide MIx
36181	Omethoate - 100MG
36848	Epoxiconazole - 100MG
43728	BTEX Solution - 1ML
46856-U	EPA 531.1 Carbamate Mix
47377	EPA 8270 Phenols Mix
B1760	Benzo[a]pyrene - 100MG
PE1550	Organochlorine Pesticides Ampule 2 - WS - 2ML
37924	Thiamethoxam - 100MG
34375	Thiodicarb - 250MG
36531	Difenoconazol - 250MG
36171	Molinate - 100MG
45632	Profenofos - 250MG
PE1161	Organophosphorus Pesticides - WP - 2ML
PE1435	Diquat/Glyphosate/Paraquat - WS - 2ML
34344	Flutriafol - 100MG
45368	Carbendazim - 250MG
45315	Acephate - 250MG
861291	PAH Mix 3 - certified reference material, in methylene chloride: methanol (1:1)
36774	Picloram - 250MG
46068	Cyproconazol - 100MG
PE1042	Volatile 1 -WS - 2ML

Fonte: Autores (2024).

Foi utilizada a técnica GC-MS/MS - Cromatografia Gasosa Acoplada à Espectrometria de Massas Triplo Quadrupolo, técnica que informará quais compostos orgânicos considerados poluentes emergentes persistem na água e no sedimento. *Foi utilizado um cromatógrafo de gás com interface direta com um espectrômetro de massa de armadilha de íons (Shimadzu, GC-MS-TQ8050 NX com um HS-20NX, Kyoto, Japan).*

As condições cromatográficas foram: temperatura do injetor, 260°C; modo de injeção, sem divisão; coluna capilar, DB-5, 60 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno, espessura de película de 0,25 µm (Agilent J&W); temperatura do forno, 45°C mantida por 5 minutos, depois aumentada para 300°C a uma taxa de 5°C por minuto; gás hélio a uma pressão constante de 100 kPa; temperatura da linha de transferência, 250°C; faixa de aquisição, 45–500 m/z. Os cromatogramas GC/MS foram monitorados nos modos SCAN e SIM. As condições do *headspace* foram: Temperatura do forno: 70ºC; Temperatura da linha de amostra: 150ºC; Temperatura da linha de transferência: 150ºC; Temperatura de resfriamento do trap: 5ºC; Temperatura de desorção do trap: 250ºC; Temperatura de equilíbrio do trap: 25ºC.

As amostras, utilizando as quatro técnicas de extração descritas, foram caracterizadas utilizando uma abordagem qualitativa e os constituintes foram identificados por índice de retenção (IR) (item 2.5); assim como por similaridade e comparação dos espectros de massas (>90%) obtidos com os fornecidos pela biblioteca do equipamento (NIST 08s, NIST 27, NIST

20). As análises foram realizadas no equipamento do Laboratório de Sistema de Separação e Otimização de Processos (Lassop).

Indice de retenção (IR)

O Índice de Retenção (IR), também conhecido como Índice de Retenção de Kovats, é um parâmetro utilizado em cromatografia gasosa para identificar compostos químicos. Desenvolvido por Ervin Kovats em 1958, o IR permite a comparação padrão da eluição de compostos químicos através de diferentes colunas cromatográficas e condições operacionais. Ele é particularmente útil porque fornece uma maneira de descrever o tempo de retenção de um composto de forma que seja comparável entre diferentes experimentos e laboratórios.

O Índice de Retenção é calculado com base nos tempos de retenção de hidrocarbonetos não ramificados (alcanos) que são injetados na mesma coluna cromatográfica sob as mesmas condições do composto de interesse. A fórmula para calcular o IR de um composto é dada por:

$$IR = 100 \times \left[n + \frac{N-n}{t_N - t_n} \times (t_x - t_n) \right]$$

Onde:

IR é o Índice de Retenção do composto.

n é o número de átomos de carbono no alcano mais próximo com tempo de retenção menor que o composto.

N é o número de átomos de carbono no alcano mais próximo com tempo de retenção maior que o composto.

t_x é o tempo de retenção do composto.

t_n é o tempo de retenção do alcano com n átomos de carbono.

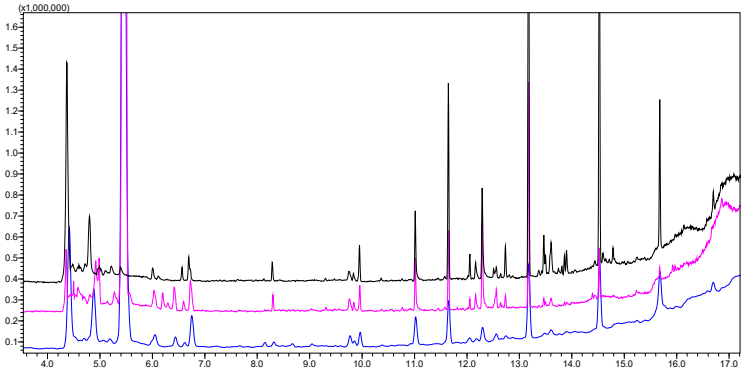
t_N é o tempo de retenção do alcano com N átomos de carbono.

As análises das amostras não apresentaram picos interferentes, conferindo seletividade ao método desenvolvido. A faixa de linearidade investigada para os padrões (n=6), os coeficientes de correlação linear, limite de detecção (LD), limite de quantificação (LQ) e valores máximos foram estabelecidos pelo Ministério da Saúde na Portaria nº 518 de 2004.

Os padrões foram calibrados, com coeficiente de correlação linear (R^2) variando entre 0,981 e 0,996. Os limites de detecção para o método permaneceram na faixa de 0,005 a 1,0 µg L-1, e os limites de quantificação ficaram entre 0,001 e 0,003 µg L-1, atendendo aos valores estabelecidos pela legislação.

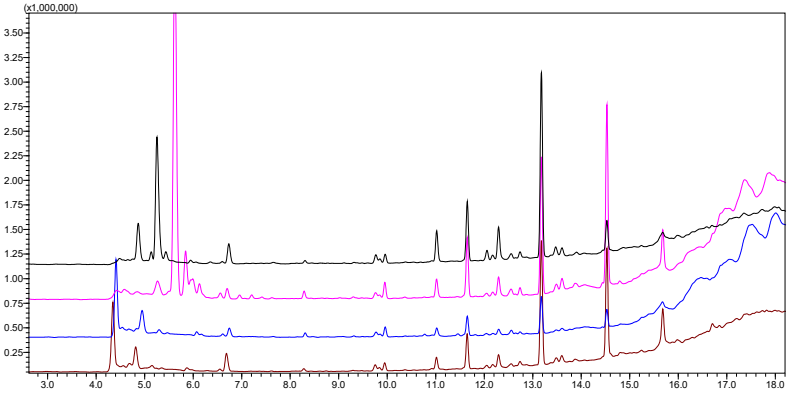
Todo o monitoramento analítico foi realizado utilizando a GC-MS/MS. O perfil cromatográfico no modo SCAN é apresentado nas figuras 5 a 13.

Figura 4 - Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em Piranhas.



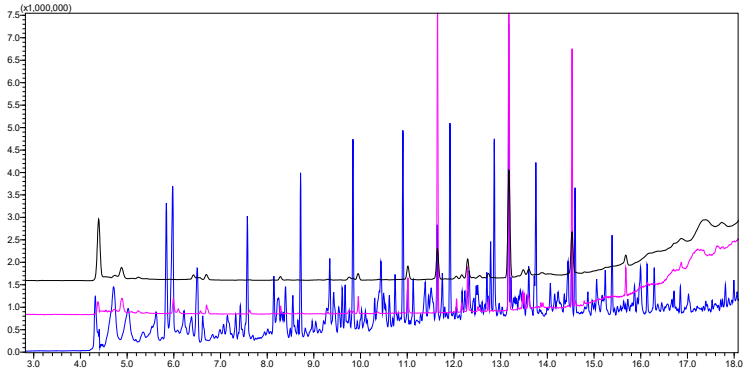
Fonte: Autores (2024).

Figura 5 - Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos Monitorados no Baixo São Francisco em Pão de Açúcar



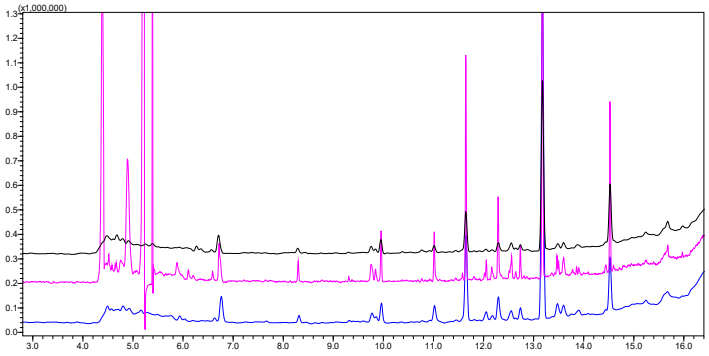
Fonte: Autores (2024).

Figura 6 - Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos Monitorados no Baixo São Francisco em Traipu



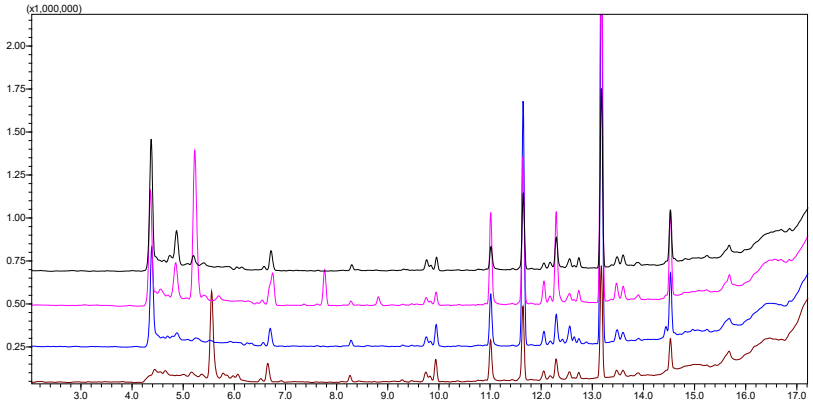
Fonte: Autores (2024).

Figura 7 - Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em São Brás



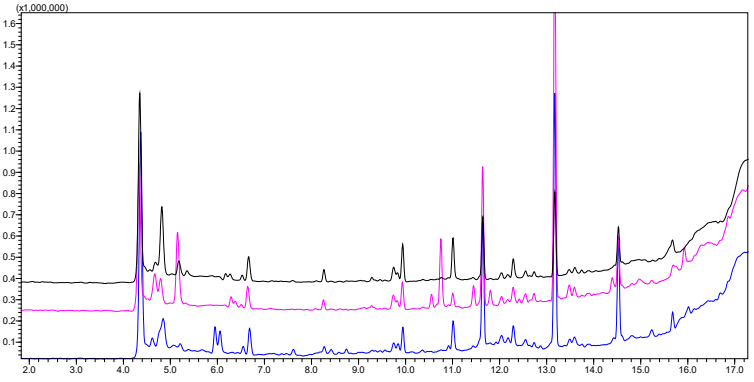
Fonte: Autores (2024).

Figura 8 - Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em Propriá



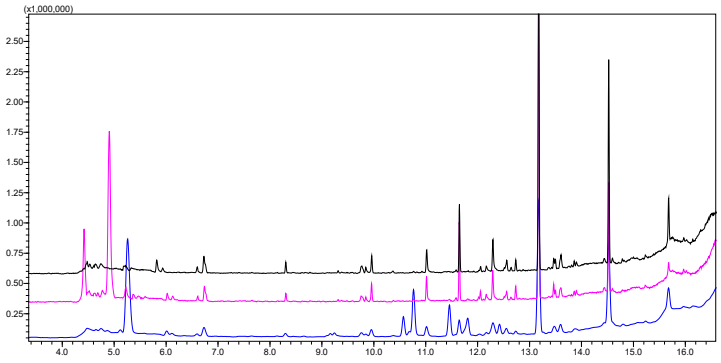
Fonte: Autores (2024).

Figura 9 - Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em Chinaré



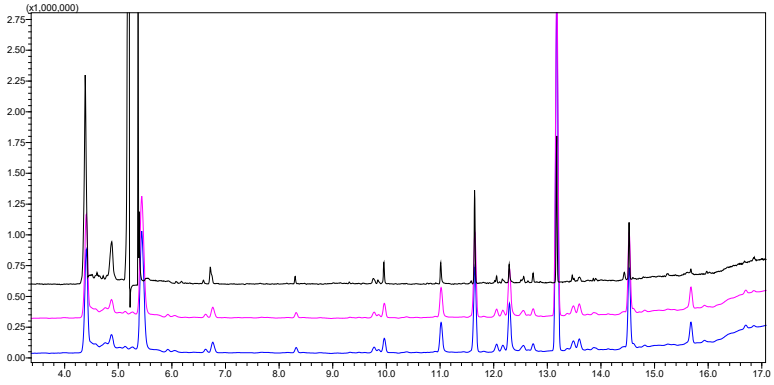
Fonte: Autores (2024).

Figura 10 - Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em Penedo



Fonte: Autores (2024).

Figura 11 - Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em Piaçabuçu



Fonte: Autores (2024).

Através do perfil cromatográfico comparativo das águas coletadas nos municípios banhados pelo Rio São Francisco, podemos observar grandes semelhanças entre as amostras. Essas similaridades são evidentes tanto nas amostras coletadas a montante, jusante e intermediárias quanto entre os diferentes municípios. No entanto, o perfil do município de Traipu (amostra à jusante) destacou-se significativamente devido à complexidade e quantidade dos compostos detectados.

A análise cromatográfica revelou que, embora haja uma uniformidade geral nos tipos de compostos presentes ao longo do rio, as concentrações e a diversidade de contaminantes em Traipu foram notavelmente mais elevadas. Este município apresentou uma variedade maior de poluentes, possivelmente indicando Fontes específicas de contaminação localizadas ou atividades antropogênicas mais intensas. A presença de uma ampla gama de compostos químicos complexos sugere que fatores adicionais, como descargas industriais, uso agrícola intensivo e outros despejos locais, podem estar contribuindo para esta maior complexidade química.

Grande parte dos compostos identificados nas amostras de água são originários da degradação natural do meio ambiente, como matéria orgânica proveniente da vegetação, além de compostos comumente encontrados em corpos d'água. Esses compostos incluem tanto produtos

de decomposição de plantas quanto substâncias que ocorrem naturalmente em ecossistemas aquáticos, como ácidos húmicos e fúlvicos, além de nutrientes e minerais dissolvidos.

A presença desses compostos naturais, embora esperada, fornece uma linha de base crucial para diferenciar entre poluentes antropogênicos e naturais. A análise cromatográfica revelou perfis complexos, especialmente em áreas com maior atividade biológica, onde a decomposição de matéria orgânica contribui significativamente para a composição química da água.

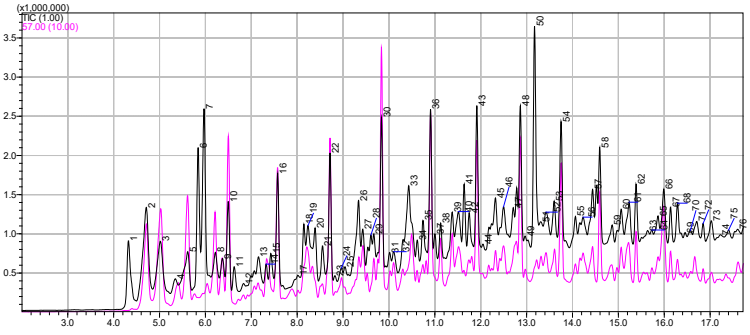
Contudo, foram identificados também compostos de origem industrial e de combustíveis, entre outros como: benzeno, etil benzeno, xilenos, tolueno, decanal, naftalenos. Esses compostos incluem hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), solventes industriais, aditivos de combustíveis e subprodutos de processos de manufatura.

A presença desses poluentes antropogênicos indica influências significativas de atividades humanas, como descargas industriais, vazamentos de combustíveis e escoamento urbano. A detecção desses compostos é particularmente preocupante devido ao seu potencial impacto negativo na saúde humana e nos ecossistemas aquáticos. Muitos desses poluentes são persistentes, bioacumulativos e têm propriedades tóxicas que podem afetar a fauna e a flora local.

A identificação precisa e a quantificação desses compostos são essenciais para avaliar o nível de contaminação e para implementar medidas de remediação apropriadas. Essas informações podem orientar políticas ambientais mais eficazes, promovendo práticas industriais mais sustentáveis e a mitigação de impactos ambientais adversos.

Como mencionado anteriormente, a amostra coletada a jusante de Traipu apresentou um perfil significativamente diferente das demais, o que será explorado com mais detalhes a seguir.

Figura 12 - Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em Jusante de Traipu com o íon 57



Fonte: Autores (2024).

Os compostos químicos presentes nessa amostra revelam uma complexidade significativa em termos de origem e potencial toxicidade. Dentre os compostos identificados, alguns se destacam pela sua alta toxicidade e impactos adversos à saúde humana e ao meio ambiente. Este texto aborda em detalhes os compostos mais preocupantes encontrados, enfatizando suas propriedades tóxicas e os riscos associados à sua presença nos ecossistemas aquáticos.

Compostos altamente tóxicos

1. Hydrazine, methyl- (Methylhydrazine)

"Methylhydrazine" é um composto extremamente tóxico e carcinogênico, amplamente utilizado como propelente de foguetes. Sua alta reatividade o torna particularmente perigoso,

causando danos severos ao sistema nervoso central, fígado e rins. Além disso, a exposição prolongada pode resultar em efeitos mutagênicos, aumentando o risco de câncer. No ambiente, este composto pode contaminar a água e o solo, representando uma ameaça significativa para a vida aquática e para os seres humanos que entram em contato com ele.

2. Butane, 1,1,3,4-tetrachloro-1,2,2,3,4,4-hexafluoro-

Compostos contendo cloro e flúor, como o Butano 1,1,3,4-tetracloreto-1,2,2,3,4,-4-hexafluoro-, são altamente tóxicos e persistentes no meio ambiente. Eles têm a capacidade de bioacumular-se nos organismos, causando efeitos a longo prazo tanto na saúde humana quanto na vida silvestre. Esses compostos são conhecidos por sua estabilidade química, o que dificulta sua degradação natural, tornando-os contaminantes duradouros no ecossistema.

3. Piperazine, 1,4-bis[2-(3-chlorophenoxy)ethyl]-

As piperazinas substituídas, como a Piperazina 1,4-bis[2-(3-clorofenoxy)etil]-, possuem propriedades tóxicas que incluem toxicidade aguda e potencial carcinogênico. Este composto é frequentemente utilizado em aplicações industriais e farmacêuticas, e sua liberação no ambiente pode levar a contaminações que afetam a fauna aquática e a saúde humana através da cadeia alimentar.

4. Oxirane, dodecyl-

Os oxiranos, como o Oxirano dodecil-, são compostos altamente reativos que podem causar irritação severa nos olhos, na pele e no sistema respiratório. Alguns epóxidos são suspeitos de serem carcinogênicos, tornando sua presença na água uma preocupação séria. A exposição a esses compostos pode resultar em sensibilização e reações alérgicas, além de potenciais danos crônicos à saúde.

5. Hexanal

Hexanal é um aldeído que pode causar irritação respiratória e cutânea. Em concentrações mais altas, este composto pode ser tóxico, afetando negativamente o fígado e os rins. No ambiente aquático, o Hexanal pode impactar negativamente a qualidade da água, afetando organismos que dependem dessa fonte para sobrevivência.

6. Nonanal

Semelhante ao Hexanal, o Nonanal é irritante para os olhos, pele e sistema respiratório. Pode causar sensibilização e reações alérgicas em indivíduos expostos. Sua presença em corpos d'água pode indicar contaminação por atividades industriais ou agrícolas, afetando a biota aquática e potencialmente entrando na cadeia alimentar humana.

7. Benzaldehyde

Embora encontrado em baixas concentrações em várias plantas, o Benzaldehyde, em concentrações elevadas, pode causar irritação nos olhos, pele e trato respiratório. Ele é moderadamente tóxico se ingerido e pode causar sensibilização cutânea. Na água, o Benzaldehyde pode afetar a vida aquática e representar riscos para a saúde pública.

8. Cyclohexane, 1,2,3-trimethyl-

Hidrocarbonetos cíclicos como o Cyclohexane, 1,2,3-trimethyl-, são nocivos ao sistema nervoso central e tóxicos por inalação. A presença deste composto na água indica possíveis contaminações industriais e pode afetar a saúde dos organismos aquáticos e humanos expostos.

Os pesticidas identificados na Tabela 4 não apresentaram valores acima do Limite de Quantificação (LQ), portanto estão abaixo da concentração permitida segundo a Resolução Conama Nº 357 (Conama, 2005).

Tabela 4 - Compostos identificados nos 6 municípios do Baixo São Francisco utilizando o método SPME/GC/MS, modo SIM

	Piranhas	Pão de Açúcar	Traipu	São Brás	Propriá	Penedo
DDT					*id.*	*id..*
Aldrin					*id.*	*id.*
Beta-BHC					*id.*	*id.*
Heptachlorepoxide Isomer B			*id.*	*id.*		
Lindane		*id.*	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
y-Chlordane					*id.*	*id.*

id. - identificação do contaminante.

Fonte: Autores (2024).

A Tabela 5 apresenta os compostos identificados, utilizando o método SPME/GC/MS no modo SCAN, em seis municípios do Baixo São Francisco.

Tabela 5 - Compostos identificados nos 6 municípios do Baixo São Francisco utilizando o método HS-SPME/GC/MS, modo SCAN

	Piranhas	Pão de Açúcar	Traipu	São Brás	Propriá	Penedo
1,4-Diclorobenzeno					*id.*	*id.*
2-Etil Hexanol						*id.*
2,6,10,15-Tetramethylheptadecane			*id.*			
3-Trifluoroacetoxypentadecane				*id.*		
Carbendazim	*id.*					
Fluoroacetamida	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
Naftaleno	*id.*					
Oxima-, metoxi-fenil-					*id.*	*id.*
Tolueno	*id.*	*id.*			*id.*	*id.*

id. - identificação do contaminante.

Fonte: Autores (2024).

A Tabela 6 apresenta a classificação, aplicação e classe toxicológica segundo a Resolução da Diretoria Colegiada, RDC 294 (2019), correlacionando com a ocorrência a jusante das cidades.

Tabela 6 - Ocorrência e classificação dos pesticidas e substâncias químicas identificadas nos 6 municípios do Baixo São Francisco

	Aplicação	Classe Toxicológica	Ocorrência
1,4-Diclorobenzeno	Inseticida	III	Propriá / Penedo
2-Etil Hexanol	Pesticida organoclorado	III	Penedo
2,6,10,15-Tetramethylheptadecane	Hidrocarboneto	II	Traipu
Aldrin	Inseticida	III	Propriá / Penedo
Beta-BHC	Fungicida/ Inseticida	II	Propriá / Penedo
Carbendazim	Fungicida	1	Piranhas
DDT	Inseticida	II	Propriá / Penedo
Fluoroacetamida	Inseticida	II	Todas
Heptachlorepoxide Isomer B	Pesticida organoclorado	I	Traipu / São Brás
Lindane	Inseticida	II	Exceto Piranhas
Naftaleno	Inseticida / HPA	I	Piranhas
Oxima-, metoxi-fenil-	Fungicida	III	Propriá / Penedo
Tolueno	BTEX	III	Exceto Traipu e São Brás
y-Clordane	Fungicida/ Inseticida	II	Propriá / Penedo

Fonte: Autores (2024).

Dentre os 14 compostos identificados, 3 são classificados como extremamente tóxicos (I), 6 como altamente tóxicos (II) e 5 como medianamente tóxicos (III). Na cidade de Pão de Açúcar, foram detectados lindano, fluoroacetamida e tolueno, sendo dois deles altamente tóxicos. Em Traipu, os compostos identificados foram heptacloroepóxido isômero B, lindano, 2,6,10,15-tetrametil-heptadecano e fluoroacetamida, incluindo um de extrema toxicidade e dois de alta toxicidade. Em São Brás, foram encontrados heptacloroepóxido isômero B, lindano, 3-Trifluoroacetoxipentadecano e fluoroacetamida, com três compostos idênticos aos encontrados em Traipu.

Propriá e Penedo apresentaram a maior diversidade de contaminantes pesticidas, com a presença de DDT, aldrina, beta-BHC, lindano, gama-clordano, 1,4-diclorobenzeno, fluoroacetamida, oxima-metoxi-fenil e tolueno. Em Penedo, foi adicionalmente detectado o poluente 2-etil--hexanol. Propriá e Penedo identificaram, respectivamente, 9 e 10 dos 31 poluentes estudados.

Um ponto de preocupação significativo é a presença do composto fluoroacetamida, um raticida agudo e altamente tóxico, em todas as amostras coletadas nas seis cidades. Este composto é conhecido por seus efeitos adversos severos à saúde humana e ao meio ambiente.

Os dados das coletas de 2024 mostraram semelhanças notáveis com as coletas anteriores, confirmando a persistência desses compostos tóxicos nos mesmos locais. A identificação repetida de compostos como fluoroacetamida e lindano, tanto em 2021 quanto em 2022, sugere uma Fonte contínua ou um comportamento persistente desses poluentes no ambiente.

Com base na identificação desses compostos, foi realizada uma avaliação bibliográfica detalhada sobre sua classificação toxicológica e os possíveis impactos ambientais e à saúde humana. Os compostos classificados como extremamente e altamente tóxicos, como lindano e fluoroacetamida, são conhecidos por causar sérios efeitos adversos, incluindo neurotoxicidade, carcinogenicidade e toxicidade aguda em organismos aquáticos e terrestres.

A presença contínua e disseminada desses poluentes enfatiza a necessidade urgente de monitoramento ambiental constante e de estratégias eficazes de remediação. Medidas rigorosas de controle e regulamentação são essenciais para mitigar os riscos associados a esses contaminantes e proteger tanto a saúde humana quanto a integridade dos ecossistemas aquáticos.

Considerações finais

O método GC-MS/MS desenvolvido neste trabalho demonstrou ser fundamental para determinar a presença de pesticidas no Baixo São Francisco, exibindo extrema sensibilidade e seletividade. Este método atende aos requisitos na faixa de µg L-1, mesmo na presença de matéria orgânica em diferentes concentrações. Os modos SIM e SCAN aplicados na determinação dos pesticidas apresentaram resultados excelentes, mesmo em amostras com altos níveis de matéria orgânica. Os limites de detecção e quantificação encontrados foram baixos, porém suficientes para detectar essas substâncias em níveis inferiores aos estabelecidos pela legislação nacional.

Nas amostras foram detectadas grandes quantidades de compostos, incluindo organoclorados, inseticidas, fungicidas e hidrocarbonetos como naftaleno e tolueno. Devido aos efeitos adversos que esses pesticidas podem causar à saúde e ao meio ambiente, o monitoramento contínuo das águas é crucial para a qualidade de vida. O estudo foi realizado na parte do Baixo São Francisco, abrangendo o trecho entre Paulo Afonso e a foz do rio, com um trajeto de aproximadamente 214 km de extensão.

Este estudo mostrou-se essencial para alertar e conscientizar a população e os responsáveis pela política pública e meio ambiente sobre a presença de contaminantes perigosos na água. A ocorrência de novos contaminantes "não regulamentados" requer um monitoramento mais constante e detalhado. Portanto, este estudo fornece subsídios importantes para a implementação de novas políticas e regulamentações específicas, fundamentais para alcançar e manter o equilíbrio saudável do meio ambiente. Além disso, as semelhanças nos perfis de contaminantes observadas nas coletas de 2024 em relação aos dados de 2022 e 2021 indicam a persistência e a recorrência desses compostos, reforçando a necessidade de ações imediatas e eficazes de remediação e prevenção.

Referências

ABDULRA'UF, L.B. A. B.; WASIU, A. H. A; TAN, G.H. SPME Fibers for the Analysis of Pesticide Residues in Fruits and Vegetables: A Review. **Critical Reviews in Analytical Chemistry**, v. 42, n. 2, p. 152-161, 2012.

ACHIRAMAN, S., ARCHUNAN, G. Characterization of urinary volatiles in Swiss male mice (*Mus musculus*): bioassay of identified compounds. **J Biosci,** v. 27, n. 7, p. 679-686, 2002.

ALCÂNTARA, H.R.; BRASIL, A.O.M. **Toxicologia Geral**. São Paulo: Organização Andrei Editora, 1974. p. 450.

AMARAL, A. V. C.; ASSIS, P. R. FRANÇA, F. M**. Intoxicação por organoclorado em Tamanduá-Bandeira** - Relato de Caso. 2015. Disponível em https://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/agrarias/intoxicacao%20por%20organoclorado.pdf . Acesso em: 13 abr. 2022.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR. Resumen de Salud Pública Heptacloro y epóxido de heptacloro. 2007. Disponível em https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs12.pdf . Acesso em: 13 abr. 2022.

AYESHA, A.; SHAHID, R. Green Revolution: a review. **International Journal of Advances in Scientific Research,** v. 3, n. 12, p. 129-137, 2018.

AZEVEDO, A. P. M. **Efeito de produtos químicos e ruído na gênese de perda auditiva ocupacional.** 2004. 162 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2004.

BEDMAR, F. *et al*. Transport of atrazine and metribuzin in three soils of the humid pampas of Argentina. **Weed Technol**, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2004

BEIGEL, C.; DI PIETRO, L. Transport of triticonazole in homogeneous soil columns: Influence of nonequilibrium sorption. **Soil Sci Soc Am J**, v. 63, n. 5, p. 1077–1086, 1999.

BERGSTRÖM, L. Leaching of agrochemicals in fi eld lysimeters – A method to test mobility of chemicals in soil. *In*.: CORNEJO J, J. P (eds.). **Pesticide/Soil Interactions.** Some Current Research Methods. Paris: INRA, 2000. p. 103-116.

BHUVANESWARI, R.; NAGARAJAN, V.; CHANDIRAMOULI. R., DFT study on the adsorption properties of aldrin and dieldrin molecules on blue phosphorene nanotubes**. Physica B: Condensed Matter**, v. 626, p. 413545, 2022.

BURALLI, R. J. *et al*. Occupational exposure to pesticides and health symptoms among family farmers in Brazil. **Rev Saude Publica**, v. 54, p. 133, 2020.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F., NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Cad. Saúde Pública**, v. 19, n. 2, p. 465-473, 2003.

CHOW, R. *et al.* A review of long-term pesticide monitoring studies to assess surface water quality trends, **Water Research X**, v.9, p. 100064, 2020.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Alfa-Hexaclorociclohexano, Beta-Hexaclorociclohexano e Lindano.** Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2022/02/Alfa-Hexaclorociclohexano-Beta-Hexaclorociclohexano-e-Lindano.pdf. Acesso em: 13 abr. 2022.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Conama/MMA Nº 357**, de 17 de março de 2005. Disponível http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450. Acesso em: 11 nov.2021.

FOGG, P. *et al.* Degradation and leaching potential of pesticides in biobed systems**. Pestic Manag Sci**, v. 60, n. 7, p. 645-654, 2004.

FOGG, P. *et al*. Leaching of pesticides from biobeds: Effect of biobed depth and water loading**. J Agric Food Chem**, v. 52, n. 20, p. 6217–6227, 2004.

FORSTER, L. M. K.; TANNHAUSER, M.; TANNHAUSER, S. L. Toxicologia do tolueno: aspectos relacionados ao abuso. **Revista de Saúde Pública**, v. 28, n. 2, p. 167-172, 1994.

FRESCURA, L.M. *et al*. Application of multivariate analysis on naphthalene adsorption in aqueous solutions. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, n. 3, p. 3329–3337, 2019.

GEISSEN, V. *et al.* Emerging pollutants in the environment: A challenge for water resource management, **International Soil and Water Conservation Research**, v. 3, n. 1, p. 57-65, 2015.

GUEDES, R.N.C. *et al.* Características dos principais grupos de inseticidas e acaricidas. *In.:* AUTORIA. **Produtos fitossanitários (fungicidas, inseticidas, acaricidas e herbicidas)**. Viçosa: UFV, 2008. p .489-518.

GUNESER, O. *et al*. Production of flavor compounds from olive mill waste by Rhizopus oryzae and Candida tropicalis, **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 48, v. 2, p. 275-285, 2017.

GUPTA, P.K. Toxicity of Fungicides. *In*.: RAMESH C. Gupta (edt.) **Veterinary Toxicology**. Academic Press, 2018. p.569-580.

HWANG B.H., LEE M.R., Solid-phase microextraction for organochlorine pesticide residues analysis in Chinese herbal formulations. **J Chromatogr A.**, v. 898, n. 2, 2000, 245-56 p.

IBRAHIM, H.M.; AL-TURKI A.M., Assessment of the Environmental Risk of Pesticides Leaching at the Watershed Scale under Arid Climatic Conditions and Low Recharge Rates, **Water**, v. 12, n. 2, p. 418, 2000.

JARDIM, I.C.S.F.; ANDRADE, J.A.; QUEIROZ, S.C.N., Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global – um enfoque às maçãs, **Quim. Nova**, v. 32, n. 4, p. 996-1012, 2009.

KATAGI, T., Soil Column Leaching of Pesticides. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 221, p. 1-105, 2009.

LI, J. *et al.* The Effects of Carbendazim on Acute Toxicity, Development, and Reproduction in *Caenorhabditis elegans,* **J. Food Quality**, v. 2020 p. 6, 2020.

LOOMIS D. *et al*. Carcinogenicity of lindane, DDT, and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid**. The Lancet Oncology**, v. 16, n. 8, p. 891-892. 2015.

MAJZIK-SOLYMOS, E. *et al.* Comparison of extraction methods to monitor pesticide residues in surface water. **J Chromatogr Sci**., v.39, n.8, p. 325-31, 2001.

MARCHI, G.; MARCHU, E. C. S.; GUIMARÃES, T. G.; Os herbicidas são compostos exterminadores de ervas, **Technical Report**, Embrapa, 2008.

MARIA, J. P.; NAGARAJAN, V.; CHANDIRAMOULI, R. Chemosensing nature of black phosphorene nanotube towards $C_{14}H_9Cl_5$ and $C_{10}H_5Cl_7$ molecules – a first-principles insight. **Computational and Theoretical Chemistry**, v. 1196, p. 113109, 2021.

MENEZES FILHO, A.; DOS SANTOS, FN; PEREIRA, PA. Development, validation and application of a methodology based on solid-phase micro extraction followed by gas chromatography coupled to mass spectrometry (SPME/GC-MS) for the determination of pesticide residues in mangoes. **Talanta**, v. 81, n. 2, p. 346-54, 2010.

MONTAGNER, C.C.; VIDAL, C.; ACAYABA, R.D., Contaminantes Emergentes em Matrizes Aquáticas do Brasil: Cenário Atual e Aspectos Analíticos, Ecotoxicológicos e Regulatórios, **Quim. Nova**, v. 40, n. 9, 2017.

MÜHLEN, C.V., LANÇAS F.M., SPME-GC-MS determination of selected aniline pesticides in surface water, **Scientia Chromatographica,** v. 6, n. 2, p. 117-123, 2014.

NASCIMENTO, R. F. *et al*. **Advances in chromatographic analysis**, Fortaleza: Federal University of Ceara, 2019.

NATANGELO, M. *et al*. Analysis of some pesticides in water samples using solid-phase microextraction-gas chromatography with different mass spectrometric techniques. **J Chromatogr A.**, v. 859, n. 2, p. 193-201, 1999.

NORMAN NETWORK. **Rede de laboratórios de referência, centros de pesquisa e organizações relacionadas para monitoramento de substâncias ambientais emergentes**. 2022. Disponível em: www.norman-network.net. Acesso em: 17 out. 2021.

NUNES, A.C.S., SIDNEI, M., MARCELO, M., The Use of Pesticides In Brazil And The Risks Linked To Human Health, **Brazilian Journal of Development**. v. 7, n. 4, p. 37885-37904, 2021.

OLIVEIRA, J. P. R. **Estudo dos poluentes orgânicos persistentes (POPs) em regiões industriais da Grande São Paulo**: via cromatografia a gás acoplada a espectrometria de massas (GC-MS) e captura de elétrons (GC-ECD). 2011. 191 f. Dissertação (Mestrado em) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011

PIZZOCHERO, A. C. *et al*. Occurrence of legacy and emerging organic pollutants in whitemouth croakers from Southeastern Brazil, **Science of The Total Environment**, v. 682, p. 719-728, 2019.

PRATHAP, M., SRIVASTAVA, R., Electrochemical reduction of lindane (ʎ-HCH) at $NiCo_2O_4$ modified electrode, **Electrochimica Acta**, v. 108, p. 145-152, 2013.

PROGRAMA NACIONAL DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS. Agência Nacional de Águas. 2022. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/pnqa.aspx. Acesso em: 11 nov. 2021.

PUBCHEM. **PubChem Compound Summary for CID 3036**. 2022. Disponível em: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Clofenotane. Acesso em: 13 abr. 2022.

PUBCHEM. **PubChem Compound Summary for CID 5993**. 2004. Disponível em: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Chlordane. Acesso em: 13 abr. 2022.

RAINA, R. Chemical Analysis of Pesticides Using GC/MS, GC/MS/MS, and LC/MS/MS, **Book Pesticides Edited by Margarita Stoytcheva**, 2011.

RIBEIRO, M.L. *et al*. Contaminação De Águas Subterrâneas Por Pesticidas: Avaliação Preliminar, **Quim. Nova**, v. 30, n. 3, p. 688-694, 2007.

RIGOTTO, R.M., VASCONCELOS, D.P., ROCHA M.M., Pesticide use in Brazil and problems for public health, **Cad. Saúde Pública,** v. 30, n. 7, p. 1360-1362, 2014.

SANKHLA, M.S. *et al.* Water Contamination through Pesticide & Their Toxic Effect on Human Health, **International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)**, v. 6, n. 1, p. 967-969, 2018.

SAQUIB, SYED *et al*. Contamination of Water Health - Risk Assessment and Treatment Strategies. **Chapter 19 - Emerging pollutants in water and human health,** v. 1, p. 285-299, 2021.

SOLOMON, B., Socioeconomic analysis options for pesticides management in developing countries: A review, **Environmental Practice**, v.17, n. 1, p. 1-12, 2015.

STAUFFER, E.; DOLAN, J. A.; NEWMAN, R. Interpretation of Ignitable Liquid Residues Extracted from Fire Debris. **Fire Debris Analysis**, p. 441–493, 2008.

VASILJEVIĆ, T., D. *et al*. Methods for monitoring of pesticide residues in water: current status and recent trends. **Water Sci Technol** v. 66, n.5, p. 965–975, 2012.

VERMEERSCH, K. *et al*. Distinct metabolic responses of an ovarian cancer stem cell line. **BMC systems biology**, v.8, n. 134, 2014.

WILLIAMS, M., The Merck Index: An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals. **Royal Society of Chemistry**, v.74, n. 5, p. 339-339, 2013.

WROBEL, M.H. Do chlorinated insecticides (aldrin and DDT) or products of their transformations (dieldrin and DDE) impair signal transfer from regulators (oxytocin and relaxin) of bovine myometrium motility in vitro?, **Environmental Research**, v. 167, p. 234-239, 2018.

CAPÍTULO 4

POLUIÇÃO HÍDRICA NO BAIXO SÃO FRANCISCO E SEUS EFEITOS NOS PEIXES ATRAVÉS DA AVALIAÇÃO ENZIMÁTICA E HISTOPATOLÓGICA

Maraísa Bezerra de Jesus Feitosa[18], Virgínia Fonseca Pedrosa[19], Ítala Gabriela Sobral dos Santos[20], Maryana Vitória Paz Melo[21], Rafaela Ellen Rocha da Silva[22], Lívia Almeida de Souza[23], Emerson Carlos Soares[24]

Resumo: Com a aplicação de biomarcadores de exposição, é possível identificar os efeitos adversos na biota em diferentes segmentos, como lesões teciduais e atividade enzimática, por exemplo. No entanto, esses mesmos marcadores podem refletir uma variação natural no ciclo fisiológico de uma espécie, bem como a exposição a contaminantes. Para investigar essa questão, este trabalho pretende identificar os parâmetros enzimáticos e histológicos de quatro espécies encontradas no Baixo São Francisco, sendo elas: piau branco, pacu, pirambeba e tucunaré, nos anos de 2022 e 2023. Os tecidos utilizados foram brânquias, fígado e músculo para atividade enzimática (SOD e GST), e brânquias e fígado para histologia. Em 2022, a atividade da superóxido dismutase em brânquias apresentou um pico na cidade de Traipu, o que não foi refletido nos outros biomarcadores, demonstrando um provável efeito agudo decorrente de algum contaminante na região. Em 2023, as atividades variaram em função de fatores abióticos e ponto amostral. Na parte histológica, em ambos os anos, todos os indivíduos analisados apresentaram lesões com graus de severidade distintos; os mais impactados para ambos os órgãos foram a pirambeba e o tucunaré, destacando o aumento de lesões identificadas em comparação com amostragens das expedições anteriores. Na expedição VI, através dos Índices Histopatológicos do Fígado (IHF), destacamos as espécies que apresentaram os níveis mais severos em valores absolutos: o piau branco em Propriá (IHF>31) e o piau três pintas em São Brás (IHF>40). Ainda que com índices considerados de grau moderado, a pirambeba, o pacu e o tucunaré apresentaram lesões consideradas irreversíveis, destacando-se a necrose. É importante ressaltar que a dificuldade de um monitoramento contínuo, devido à extensão da região investigada e à oscilação da vazão, interfere na mensuração de Fontes pontuais de contaminação, como os pesticidas, além da determinação de padrões fisiológicos enzimáticos basais. Todavia, os dados obtidos neste estudo refletem danos presentes nos peixes, mas também corroboram para fomentar estudos acerca do monitoramento contínuo e da qualidade ambiental no baixo São Francisco.

Palavras-Chaves: Estresse oxidativo; Histopatologia; Efluentes; Pirambeba; Tucunaré, Necrose.

18 Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

19 Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

20 Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

21 Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

22 Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

23 Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

24 Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

Introdução

O Baixo São Francisco tem aproximadamente 214 km de extensão e vem sofrendo danos cumulativos nos últimos anos, principalmente pela descarga de efluentes, afetando socioeconomicamente as comunidades ribeirinhas (Soares *et al.,* 2022). Essa preocupação com o meio ambiente e o bem-estar social é a força motriz da expedição. No entanto, os dados gerados também foram utilizados pelos representantes locais na tentativa de melhorar a governança e os investimentos na região. Assim, a expedição científica foi construindo, de forma orgânica, o que hoje é conhecido como ESG (do inglês, *Environmental*, *Social*, *and Governance*), cujo objetivo principal é o crescimento sustentável.

Neste escopo, a ONU, em 2015, promoveu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) visando ao crescimento sustentável associado à erradicação da pobreza e à promoção da cidadania. Dentre os objetivos, pode-se destacar que para a proteção da vida debaixo d'água, a água e o saneamento são imprescindíveis, já que as águas interiores têm potencialmente um alto risco de receber efluentes de origem antrópica, como o escoamento urbano e os efluentes de estações de tratamento de esgoto, que eventualmente podem causar efeitos adversos na biota (Montagner, Vidal *et al.,* 2017).

A interação e o sinergismo de contaminantes refletem ambientes altamente antropizados e interferem tanto na disponibilidade significativa do oxigênio molecular (Chwastowski *et al.,* 2020) quanto em outros parâmetros físico-químicos da água doce, como baixa salinidade, temperatura, força iônica ou concentração total de minerais iônicos. A modulação dessas concentrações iônicas, além de outros compostos dissolvidos na água, também pode interagir com a atividade de diversos componentes celulares, como as enzimas (Robillard *et al.,* 2003).

Para avaliar esses impactos na biota, é necessário escolher um compartimento, e os peixes são considerados bons biomonitores para avaliar a qualidade dos ambientes em que estão inseridos, por sofrerem os impactos dos contaminantes por diferentes vias, como o contato direto com a água e o consumo indireto de presas, podendo desencadear os processos de bioconcentração e biomagnificação de metais traço, que podem catalisar reações que geram espécies reativas de oxigênio (ROS), ocasionando o estresse oxidativo (Kroon *et al.*, 2017).

Mecanismos defensivos foram desenvolvidos para neutralizar o impacto das ROS em peixes, utilizando as enzimas de defesa antioxidante, como a superóxido dismutase e a glutationa S-transferase, que possuem atividades desintoxicantes. Além desses biomarcadores, podem ser utilizadas vias complementares, como os biomarcadores histopatológicos, que são considerados uma técnica sensível, eficiente e de baixo custo para o monitoramento da contaminação ambiental, pois avaliam os efeitos subletais nos organismos através da identificação de lesões nas células (Bernet *et al.*, 1999; Hook *et al.*, 2014), sendo o fígado e as brânquias os órgãos mais utilizados; o primeiro devido à função de biotransformação de poluentes (Borges *et al.*, 2018), e o segundo, por ser o primeiro órgão a ter contato direto com a água, ou seja, uma rota de entrada de contaminantes, cujas lesões acarretam severos danos à vitalidade do organismo (Nyeste *et al.*, 2019).

Dessa maneira, este estudo tem como objetivo avaliar a qualidade ambiental do Baixo São Francisco através do uso de fígado e brânquias como biomarcadores histopatológicos, além de investigar biomarcadores enzimáticos em fígado, brânquias e músculo, em quatro espécies diferentes, visando identificar o *status* de saúde dos peixes e o diagnóstico ambiental do baixo São Francisco.

Captura dos animais

As coletas durante a V Expedição Científica do Baixo São Francisco ocorreram no período de 2 a 12 de novembro de 2022, e a VI Expedição durante os dias 20 a 30 de novembro de 2023, respectivamente nos municípios de Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Propriá, Penedo e Piaçabuçu. As espécies-alvo foram pirambeba, tucunaré, pacu e piau (Ceua/Ufal - 14/2023).

A captura dos peixes ocorreu pela manhã e foi repetida durante os dez dias de expedição em cada município visitado. Ao chegar na embarcação-laboratório, os animais eram identificados (sexo e espécie), pesados e mensurados. Em seguida, os peixes foram sacrificados para a retirada de fragmentos de fígado, músculo e brânquias. Os tecidos foram identificados e armazenados de diferentes formas para atender a cada técnica e posterior análise em laboratório.

Biomarcadores de estresse oxidativo

- Preparo das amostras

Ao chegar no Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática (Laqua – Ceca/Ufal), os fragmentos de fígado, músculo e brânquia foram descongelados a -4 ºC, pesados e homogeneizados (10:1) em tampão fosfato salino de potássio (PBS, pH 7.4). A mistura foi centrifugada por 10 minutos a 4 ºC, com velocidade de 12.000 rpm. O sobrenadante resultante foi utilizado para as análises da atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD) e glutationa S-transferase (GST) em 2022 e 2023.

- Atividade das enzimas antioxidantes

A atividade da SOD foi mensurada nos tecidos através da técnica utilizada por Dieterich *et al.* (2000), pela mensuração da auto-oxidação do pirogalol (λ = 570 nm), baseada na capacidade desta enzima em catalisar a reação do ânion superóxido (O2●-) e o peróxido de hidrogênio, diminuindo assim a razão da auto-oxidação do pirogalol. Os resultados foram normalizados pela dosagem de proteína e expressos em U SOD mg proteína-1.

A atividade da enzima GST foi mensurada de acordo com a metodologia de Habig *et al.* (1974), por meio da formação do conjugado glutationa-2,4-dinitrobenzeno (CDNB) pelo aumento da absorbância (λ = 340 nm) durante 60 segundos. O coeficiente de extinção molar do CDNB, ε340 = 9,6 mM cm-1, foi utilizado para os cálculos. Os resultados foram normalizados pela dosagem de proteína e expressos em µmol de GS-DNB formado por minuto por miligrama de proteína.

- Determinação da concentração de proteína

A concentração de proteína foi avaliada utilizando um método espectrofotométrico a 595 nm (Bradford *et al.,* 1976), com corante de Coomassie Brilliant Blue - G250. A quantidade de proteína em cada amostra foi estimada por meio da curva de calibração baseada em diferentes concentrações de albumina bovina, que foi utilizada como padrão.

Biomarcadores histológicos

Processamento histológico

Após a retirada dos órgãos, eles foram acondicionados em tubos de 5 mL contendo formol a 10%. Após 24 horas, a solução foi trocada por álcool 70%, para manutenção da fixação

até o processamento no Laboratório de Aquicultura e Análise de Águas (Laqua) do Centro de Ciências Agrárias (Ceca-Ufal), onde os estudos histológicos foram desenvolvidos.

Posteriormente, realizou-se a desidratação em série alcoólica crescente a 80% e 90% (10 minutos cada) e três banhos em álcool etílico a 99% (10 minutos cada). Em seguida, as amostras foram infiltradas, à temperatura ambiente, inicialmente em banho contendo mistura de historesina e álcool (1:1) por duas horas e, a posteriori, imersas em historesina pura por 24 horas. Para a inclusão tecidual em historesina, foram utilizados moldes de polietileno (histomold). O material foi mantido em temperatura ambiente, no dessecador, até a polimerização completa dos blocos. Em seguida, as amostras de ambos os órgãos foram seccionadas em cortes de 5 µm de espessura e coradas com Hematoxilina de Harris e Eosina aquosa.

Análise através dos indicadores histopatológicos

As alterações identificadas no fígado foram avaliadas semi-quantitativamente de acordo com o protocolo adaptado descrito por Bernet *et al.* (1999). O Índice Histopatológico do Fígado (IHF) foi calculado para cada peixe, multiplicando o fator de importância pelo valor de ocorrência de cada alteração. O fator de importância tem como premissa os níveis de lesões do tecido: (1) mínima - alteração facilmente reversível; (2) moderada - reversível se o fator de estresse for neutralizado; e (3) grave - frequentemente irreversível, levando assim a uma diminuição da função hepática. O valor de ocorrência corresponde ao nível e à extensão das alterações do tecido, sendo estes: (0) inalterado; (2) ocasional; (4) moderado e (6) grave (lesão difusa). As alterações pela metodologia supracitada são divididas em quatro categorias: (1) perturbações circulatórias (condição patológica do fluxo de sangue e tecido), incluindo hemorragia e aneurisma; (2) alterações regressivas (causa redução ou perda da função dos órgãos) que envolvem alteração do citoplasma, esteatose hepática, necrose e degeneração vacuolar; (3) alterações progressivas (aumento da atividade das células ou tecidos) representadas por hipertrofia e hiperplasia no parênquima hepático; e (4) inflamação (consequência de outros padrões de reação), tais como infiltração e parasitas.

Os resultados que serão obtidos a partir do IHF são a representação quantitativa levando em consideração o nível e a intensidade das lesões encontradas. Com base nisso, o método recomenda a utilização da frequência das alterações histológicas, calculada a partir da ocorrência de uma alteração dividida pelo IHF total da amostra multiplicado por 100, em todos os peixes e para cada local.

O Índice de Saúde dos Peixes (ISP) (Zimmerli *et al.,* 2007) foi utilizado para classificar a gravidade das lesões hepáticas, e tem como referência o produto gerado pelo IHF. Este índice está dividido em cinco classes, como se segue: Classe I (<10), estrutura do tecido normal/saudável sem deficiências ou alterações patológicas; Classe II (11-20), estrutura do tecido normal com ligeiras alterações histológicas; Classe III (21-30), modificações moderadas do tecido normal e morfologia; Classe IV (31-40), alterações histológicas acentuadas; e Classe V (>40), alterações histológicas graves do tecido normal e morfologia.

Para as brânquias foi aplicado o protocolo adaptado de alteração histopatológica da classificação de Poleksic & Mitrovic-Tutundzic (1994). Este tem como premissas básicas o tipo e a localização da alteração no tecido branquial danificado, divididos em cinco grupos: a. hipertrofia e hiperplasia dos epitélios branquiais e alterações relacionadas; b. alterações nas células mucosas; c. parasitas das brânquias; d. alterações nos vasos sanguíneos; e e. fases terminais (necrose). A partir disso, pode ser classificado em quatro classes, indicando o nível de severidade do dano,

sendo estas: 0-10 – funcionando normalmente, 11-20 – ligeiramente a moderadamente danificado, 21-50 – moderadamente a fortemente danificado, e >100 – irreparavelmente danificado.

2.4. Análise estatística

Os resultados foram apresentados como média ± desvio padrão da média. Inicialmente, para análise enzimática, utilizou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk para atestar a normalidade dos dados e, como não houve impedimento para a aplicação de testes paramétricos, eles foram submetidos ao teste ANOVA de uma via com pós-teste de Tukey. Para tratamento estatístico, foi utilizado o *software* Prism 5.1 (GraphPad, Califórnia, Estados Unidos). Para efeito estatístico, foram considerados significativos os valores que apresentaram $P < 0,05$.

Análise geral

Inicialmente, foi possível observar uma pequena variação na quantidade de animais capturados. Em 2021, foram 84 indivíduos; em 2022, 120; e em 2023, 113. Em 2022, São Brás e Propriá foram os pontos com o maior número de espécies-alvo. No ano de 2023, esse posto foi conquistado por Piranhas. Nesta cidade, além do pacu (*Metynnis maculatus*), piau-branco (*Schizodon knerii*), pirambeba (*Serrasalmus brandtii*) e tucunaré (*Cichla monoculus*), foram coletados o piau 3 pintas (*Leporinus reinhardti*) e o piau preto (*Leporinus piau*) (figura 1). Como pode-se observar nas tabelas 1 e 2, houve uma redução das espécies coletadas em 2023, com exceção da pirambeba (Soares *et al.,* 2022). Em 2023, o período da coleta dos animais mudou, o que refletiu numa redução de fêmeas ovadas capturadas quando comparadas com o ano anterior, com exceção da pirambeba (tabelas 3 e 4).

Tabela 1 - Valores globais das espécies coletadas em 2022

Espécies coletadas	Indivíduos	Sexo
Piau	29	M = 17 F = 7 F.O. = 5
Pacu	37	M = 8 F = 11 F.O. = 18
Pirambeba	36	M = 25 F = 4 F.O. = 6
Tucunaré	18	M = 7 F = 5 F.O. = 6
Total	120	

Fonte: Autores (2022).

Tabela 2 - Valores globais das espécies coletadas em 2023

Espécies coletadas	Indivíduos	Sexo
Piau três pintas	17	M = 7 F = 9 FO = 1
Piau branco	6	M = 3 F = 3 FO = 0
Piau preto	13	M = 0 F = 7 FO = 6
Pacu	22	M = 0 F = 16 FO = 6
Pirambeba	43	M = 19 F = 11 FO = 13
Tucunaré	12	M = 4 F = 7 FO = 1
Total	113	

Onde: M= macho; F = fêmea ; F.O. = fêmea ovada

Fonte: Autores (2023).

Em 2022, a quantidade de fêmeas ovadas coletadas pode ter sido influenciada pelo período de coleta dos indivíduos e pelo volume de chuvas na região naquele ano, o que pode ter afetado positivamente o período de desova, algo que não aconteceu em 2023.

Figura 1 - Fotos tiradas dos animais coletados em 2022 e 2023

Fonte: Autores (2023).

Tabela 3 - Padrões morfométricos dos animais em 2022

ICTIOFAUNA					
VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS					
Id. Ponto	**Nome comum**	**CTO (cm)**	**CPA (cm)**	**Peso (g)**	**SEXO**
Data da coleta : 04/11 - Piranhas					
PI-1	PIAU BRANCO	_	23,5	350	F.O
PI-2	PIAU BRANCO	31	28	465	F.O
PI-3	PACU	12,5	10,5	105	M
PI-4	PACU	13,5	11,3	55	F.O
PI-5	PIAU BRANCO	31,5	28,5	925	F
PI-6	PACU	14,4	12,5	50	F.O
PI-7	PACU	14,5	12,3	105	F.O
PI-8	PACU	13	11,5	75	F.O
PI-9	PIRAMBEBA	28	25	400	F.O
PI-10	PIAU BRANCO	29	2,5	280	M
PI-11	PIAU BRANCO	31,5	28,5	275	M
PI-12	PIAU BRANCO	35	33	375	M
PI-13	PIAU BRANCO	33	30,5	445	M
PI-14	TUCUNARÉ	26	22	260	M
Data da coleta : 05/11 - Pão de Açúcar					
PA-15	PIRAMBEBA	18	14,5	130	M
PA-16	TUCUNARÉ	27	24	235	F
PA-17	TUCUNARÉ	27	23	165	M
PA-18	PACU	14,5	12,5	50	F.O
PA-19	PACU	15,5	14,5	190	F
PA-20	PACU	15,5	13	56	M
PA-21	PIRAMBEBA	20,5	18	135	F.O
PA-22	PIRAMBEBA	19	17	116	M
PA-23	PIRAMBEBA	18,5	16,8	115	M
PA-24	PIRAMBEBA	23	21	200	F
PA-25	TUCUNARÉ	32	28,5	460	M
PA-26	PIRAMBEBA	24,5	22,5	290	M
PA-27	PIRAMBEBA	22,5	20	210	M
PA-28	PACU	15,8	14,4	65	F
PA-29	PACU	15	13,2	60	F
PA-30	PACU	14,5	13,5	62	F.O
PA-31	PACU	14,5	12,8	50	F

Data da coleta : 06/11 - Traipu					
TR-32	PIAU BRANCO	27	23,5	250	F
TR-33	PIRAMBEBA	18	16	125	F
TR-34	PIRAMBEBA	16,5	15	105	F
TR-35	PIRAMBEBA	15,5	14	90	M
TR-36	PIAU PRETO	_	24	335	M
TR-37	TUCUNARÉ	25,5	21,5	265	F.O
TR-38	TUCUNARÉ	27	24	275	F
TR-39	PIRAMBEBA	19	17,5	125	M
TR-40	TUCUNARÉ	24	20	210	_
TR-41	PIAU PRETO	27	25	390	F.O
TR-42	PIAU BRANCO	29	25,5	290	F
TR-43	PIRAMBEBA	20	17,5	195	F
TR-44	PIRAMBEBA	19	17	160	M
TR-45	PIRAMBEBA	17,3	15,5	25	M
Data da coleta : 07/11 - São Brás					
SB-46	TUCUNARÉ	25,5	21,5	255	F
SB-47	TUCUNARÉ	24	21	280	F
SB-48	PIRAMBEBA	18	16	110	M
SB-49	PACU	14,5	12,5	65	F
SB-50	PACU	13,5	11,5	85	F.O
SB-51	TUCUNARÉ	28	24	360	F.O
SB-52	PACU	13	11,5	110	F
SB-53	PIRAMBEBA	15	13,5	25	M
SB-54	PIRAMBEBA	15,5	13,5	70	M
SB-55	PACU	13,5	12,5	70	F.O
SB-56	PIRAMBEBA	17	15,5	125	M
SB-57	PIRAMBEBA	14,9	13,5	70	M
SB-58	PIRAMBEBA	17,5	15,5	135	F
SB-59	PIRAMBEBA	17	15,5	105	M
SB-60	TUCUNARÉ	27	23,5	285	F.O
SB-61	PIAU BRANCO	_	24	265	F
SB-62	PIAU PRETO	_	26,5	305	F.O
SB-63	TUCUNARÉ	24,4	21	265	M
SB-64	PACU	12,5	14	80	F.O
SB-65	PACU	13,8	12	80	F.O
SB-66	PACU	13,9	11	80	F.O
SB-67	PIAU PRETO	28,5	26	315	M
SB-68	PIAU PRETO	28,5	25	315	F.O
SB-69	PIAU PRETO	26	23	360	F
SB-70	PIAU PRETO	_	25	100	F
SB-71	PIAU PRETO	25	22,5	260	F
Data da coleta : 08/11 - Propriá					
PR-72	PIRAMBEBA	16,4	14,5	80	M
PR-73	PIRAMBEBA	16	12,3	80	M
PR-74	PIRAMBEBA	14,8	13	160	M
PR-75	PIRAMBEBA	15	13,5	90	M
PR-76	PIRAMBEBA	17	15	125	M
PR-77	PIRAMBEBA	15,5	13	105	F.O
PR-78	PACU	12,9	10,5	75	F
PR-79	TUCUNARÉ	23,5	20,3	355	F.O
PR-80	TUCUNARÉ	25	21,2	240	F
PR-81	PIRAMBEBA	15,4	13,4	100	M
PR-82	PACU	11,5	10	75	F.O
PR-83	PACU	12,3	10,5	75	F
PR-84	PACU	12,3	11,5	75	F.O
PR-85	PACU	11,9	10,3	75	F
PR-86	PACU	12	11	75	F
PR-87	PACU	12,3	11	75	F

PR-88	PIAU PRETO	_	23	220	M
PR-89	PIAU PRETO	28	25	320	M
PR-90	PIAU PRETO	25	24,5	205	M
Data da coleta : 10/11 - Penedo					
PE-91	TUCUNARÉ	28,4	24,5	360	F.O
PE-92	PACU	9,5	8,5	35	M
PE-93	PACU	_	8	55	M
PE-94	PACU	_	9	55	M
PE-95	PACU	11,9	11	80	F.O
PE-96	PACU	10	9	45	M
PE-97	PACU	12	10,6	50	F.O
PE-98	PACU	11,5	10,9	75	F.O
PE-99	PIAU BRANCO	26,9	24	120	M
PE-100	PIRAMBEBA	18,5	16,5	170	M
PE-101	PIRAMBEBA	22,3	20	270	F.O
PE-102	PIRAMBEBA	13,9	12	75	M
PE-103	PIRAMBEBA	12	11	50	M
PE-104	PIRAMBEBA	20	18,5	220	F.O
Data da coleta : 11/11 - Piaçabuçu					
PU-105	PIAU BRANCO	28,5	26	375	M
PU-106	PIAU PRETO	25,8	21	305	M
PU-107	PIAU BRANCO	28	24,5	300	M
PU-108	TUCUNARÉ	30	26,5	400	M
PU-109	PIAU BRANCO	26,5	23	255	M
PU-110	PIAU BRANCO	26,8	23,5	305	M
PU-111	PIAU BRANCO	27	24,3	280	M
PU-112	PIAU BRANCO	28,8	25,5	330	M
PU-113	PACU	11,9	10	75	M
PU-114	PACU	11,9	10,6	35	F.O
PU-115	PACU	10,3	10,3	35	M
PU-116	TUCUNARÉ	25,9	22	270	F.O
PU-117	TUCUNARÉ	24,3	20,5	170	M
PU-118	PACU	12	11	70	F.O
PU-119	PIRAMBEBA	21,4	20	290	F.O
PU-120	PIRAMBEBA	15	13,5	170	M

Tabela 4 - Padrões morfométricos dos animais em 2023

ICTIOFAUNA						
VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS						
Id. Ponto	**Nome comum**	**CTO (cm)**	**CPA (cm)**	**Peso (g)**	**Sexo**	**Peso do figado (g)**
Data da coleta : 22/11 - Piranhas						
PI-1	PIAU PRETO	35	32,5	410	F	_
PI-2	PIAU PRETO	32,5	29,5	350	F	_
PI-3	PIAU PRETO	32,5	30	355	F	_
PI-4	PIAU PRETO	34	29,5	430	F	_
PI-5	PIAU PRETO	34	31,5	475	F	_
PI-6	PIAU PRETO	35,5	32,5	475	F	_
PI-7	PIAU PRETO	35,5	31,5	383	F.O	_
PI-8	PACU	15,5	13,5	120	F.O	_
PI-9	PACU	14,5	12	120	F	_
PI-10	PACU	14	12	85	F	_
PI-11	PACU	16,5	13,5	105	F	_
PI-12	PACU	15	12,5	105	F	_
PI-13	PACU	15	12,5	105	F	_
PI-14	PACU	14,5	12,5	90	F	_

PI-15	PIAU 3 PINTAS	25,5	22,5	265	F	_
PI-16	PIAU 3 PINTAS	26,5	23	245	F	_
PI-17	PIAU 3 PINTAS	24	20,5	205	F	_
PI-18	PIRAMBEBA	26,5	24,5	505	F	_
PI-19	PIRAMBEBA	23,5	20,5	300	F	_
PI-20	PIRAMBEBA	24	21,5	345	F	_
PI-21	PIRAMBEBA	22,5	20	240	F.O	_
PI-22	PIRAMBEBA	22,5	23,5	385	F	_
PI-23	PIRAMBEBA	23,5	20,5	425	F	_
PI-24	PIRAMBEBA	26	24	455	F	_
Data da coleta : 23/11 - Pão de Açucar						
PA-25	PACU	13,5	28,5	55	F	_
PA-26	PACU	14	22,5	70	F	_
PA-27	PACU	14	20	45	F	0,7
PA-28	PIRAMBEBA	26	14,4	335	F	4,8
PA-29	PACU	14	13,2	55	F	0,8
PA-30	TUCUNARÉ	29	13,5	260	M	1,5
PA-31	PIRAMBEBA	23,5	12,8	260	F	2,7
PA-32	TUCUNARÉ	27	23,5	260	F	1,4
PA-33	PACU	14,5	16	55	F	1,1
PA-34	PIRAMBEBA	26	15	385	M	3,7
PA-35	PIRAMBEBA	26,5	14	420	M	4,4
PA-36	PIRAMBEBA	25	24	310	F	3,4
PA-37	PACU	15	21,5	100	F	1
PA-38	PIRAMBEBA	24,5	22	215	F.O	4
PA-39	PIRAMBEBA	24	22	225	F.O	3,1
Data da coleta : 24/11 - Traipu						
TR-40	PACU	15	13,5	85	F.O	0,5
TR-41	PIRAMBEBA	18	16,5	100	M	0,8
TR-42	PIAU PRETO	34	32,5	435	F.O	4,7
TR-43	PIAU PRETO	27	26	295	F.O	4,2
TR-44	PIAU PRETO	33	31	370	F.O	3,5
TR-45	PIAU PRETO	34	31,5	410	F.O	3,7
TR-46	PIAU PRETO	30,5	28,5	355	F.O	3,2
TR-47	PIRAMBEBA	22,5	20	240	M	1,3
TR-48	PIRAMBEBA	24	21,5	280	F.O	3
TR-49	PIRAMBEBA	24	22,5	300	F.O	3,7
TR-50	PIRAMBEBA	25	23	245	F.O	2,8
TR-51	PIRAMBEBA	22	18,5	160	M	0,5
TR-52	PIRAMBEBA	21,5	19,5	205	F.O	2,8
Data da coleta : 25/11 - São Brás						
SB-53	PIRAMBEBA	22,5	21	220	M	1,9
SB-54	PIRAMBEBA	23	21	185	F	1,5
SB-55	PIRAMBEBA	21,5	19,5	160	M	1,1
SB-56	TUCUNARÉ	28	25	285	F	3,1
SB-57	PIRAMBEBA	23	20,5	285	M	2,5
SB-58	PIRAMBEBA	24,5	22,5	290	M	2,3
SB-59	PIRAMBEBA	21	19	135	F.O	2
SB-60	PIRAMBEBA	21,5	19,5	205	M	1
SB-61	PIAU 3 PINTAS	26	23,5	315	F	3
SB-62	PIAU BRANCO	30	27,5	310	F	2,2
SB-63	PIAU BRANCO	26	23,4	290	M	3,3
SB-64	PIAU 3 PINTAS	30	27	340	F	4,1
SB-65	TUCUNARÉ	25,5	22,5	225	F.O	2
Data da coleta : 26/11 - Propriá						
PR-66	TUCUNARÉ	33,5	30	490	F	3,5
PR-67	PIAU 3 PINTAS	21,5	19,5	110	F	1,1
PR-68	PACU	14	12	80	F	0,9
PR-69	PACU	14	12	60	F	0,8

PR-70	PACU	14	12	60	F	1
PR-71	PIAU PRETO	24,5	22	285	F	1.9
PR-72	PIAU 3 PINTAS	20,5	25,5	240	F	4,4
PR-73	PIAU BRANCO	28	24,5	360	F	3,1
PR-74	PIAU BRANCO	33,5	30,5	510	F	10,6
PR-75	PACU	30	26,5	335	F	3,3
PR-76	PIRAMBEBA	24	22,5	190	M	1,6
PR-77	PIRAMBEBA	24	22,5	330	F.O	3,5
PR-78	PIRAMBEBA	22,5	20,5	275	F.O	3,6
PR-79	PIRAMBEBA	24	22,5	240	M	2,3
PR-80	PIRAMBEBA	21	19	190	M	0,9
PR-81	PIAU BRANCO	34	30	520	M	4,6
PR-82	PIRAMBEBA	22,5	20,5	220	M	1,3
Data da coleta : 28/11 - Penedo						
PE-83	PIAU 3 PINTAS	23,5	20,5	215	M	1,6
PE-84	PACU	14	12	65	F.O	0,7
PE-85	PACU	14	12	65	F.O	1,3
PE-86	PIRAMBEBA	22	20	205	M	1,8
PE-87	PIAU 3 PINTAS	29	26	425	F.O	4,8
PE-88	PIAU 3 PINTAS	27	23,5	240	M	2,4
PE-89	PIAU 3 PINTAS	26	23	300	M	4,2
PE-90	TUCUNARÉ	32,5	29,5	435	F	3,2
PE-91	PIAU 3 PINTAS	25	23	235	M	2,9
PE-92	PIAU 3 PINTAS	25	22	270	M	2
PE-93	PIAU 3 PINTAS	25	23,5	315	F	2,7
PE-94	PACU	13,5	12	70	F.O	0,8
PE-95	PIRAMBEBA	24	22	200	M	2,6
Data da coleta : 29/11 - Piaçabuçu						
PU-96	TUCUNARÉ	32	28,5	225	F	1,4
PU-97	TUCUNARÉ	27,5	24,5	210	F	1,7
PU-98	PIAU BRANCO	29	25,5	235	M	3,8
PU-99	PIAU 3 PINTAS	29,5	25,5	415	F	4,2
PU-100	PIAU 3 PINTAS	28	24,5	210	M	2,8
PU-101	TUCUNARÉ	25	22,5	250	M	1,6
PU-102	PIRAMBEBA	26,6	24	455	F	4,2
PU-103	TUCUNARÉ	27	23,5	205	F	2,2
PU-104	PIAU 3 PINTAS	25	23,5	265	M	3,6
PU-105	PIRAMBEBA	22	20	190	F.O	2,5
PU-106	PIRAMBEBA	21,5	20	135	M	1,3
PU-107	PACU	14	11,5	60	F.O	0,7
PU-108	TUCUNARÉ	30	25,5	260	M	1,9
PU-109	TUCUNARÉ	25	21,5	200	M	1,4
PU-110	PIRAMBEBA	27	24,5	300	M	1,8
PU-111	PIRAMBEBA	27	24	265	M	2,7
PU-112	PIRAMBEBA	24	22,5	260	F.O	2,8
PU-113	PIRAMBEBA	26	24	345	F.O	3,9

Fonte: Autores (2023).

Biomarcadores de estresse oxidativo

Dentre os biomarcadores bioquímicos mais intensamente estudados, as enzimas envolvidas no processo de detoxificação de xenobióticos e seus metabólitos são as mais aplicadas (Kaur; Jindal, 2017). Além destas, estão as que atuam remediando as espécies reativas de oxigênio (ROS) geradas pelo metabolismo aeróbico e que não são adequadamente neutralizadas pelos sistemas antioxidantes endógenos (Shi *et al.,* 2022). Portanto, parâmetros enzimáticos e antioxidantes, além dos índices de estresse oxidativo, são considerados potenciais biomarcadores e são frequentemente utilizados como ferramentas de triagem para avaliar os impactos do estresse ambiental (Faheem; Parvez Lone, 2017).

Como pode ser visto na figura 02, houve um pico de atividade da enzima SOD em brânquias, em todas as espécies, na cidade de Traipu em 2022 (gráfico em barras). Nesta cidade também houve a detecção de diversos contaminantes, que podem ser vistos no capítulo sobre os parâmetros físico-químicos da água do ano. Este aumento muito provavelmente reflete o sistema de proteção enzimático frente ao xenobiótico, visto que a superóxido dismutase e a catalase são a primeira linha de defesa antioxidante, que pode reduzir de forma efetiva os níveis de ROS (Sun *et al.,* 2020). Como este reflexo pode ser agudo, não foi possível identificar aumentos significativos em outras atividades enzimáticas, nem na peroxidação lipídica.

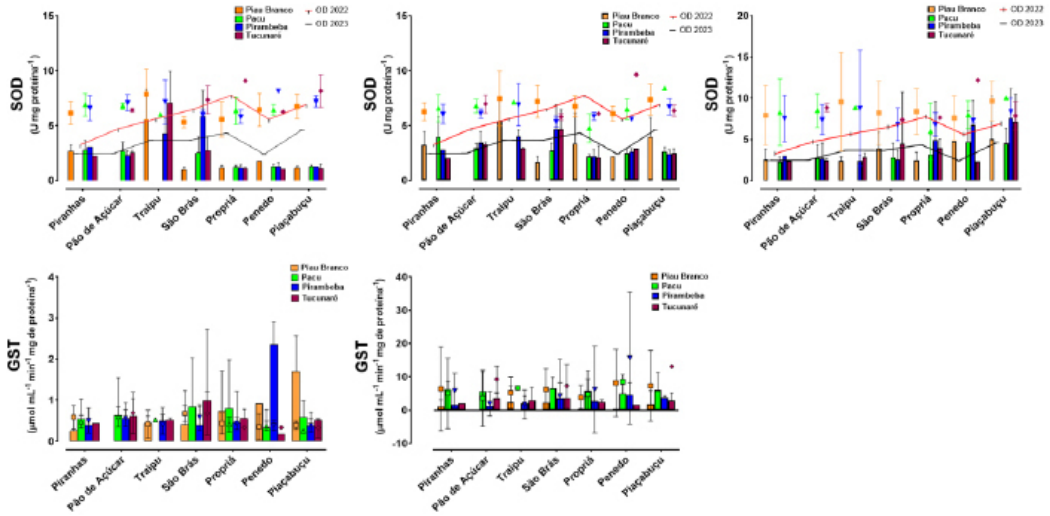
Apesar disso, era esperado que o efeito cumulativo de contaminantes refletisse na atividade enzimática nos pontos ao longo do rio, até sua foz. Tal característica pode ser identificada de forma sutil apenas em SOD de músculo, em 2022 e 2023, tecido com propriedade mais cumulativa (Shahid *et al.,* 2021). Somando-se a isso, entre os teleósteos, podemos avaliar a capacidade natatória como uma resposta específica da espécie, pois existem espécies que nadam de forma lenta e outras que se movem com extrema velocidade (Vélez-Alavez *et al.,* 2015). Portanto, esta atividade modula o fluxo de oxigênio que pode acarretar o desequilíbrio entre pró-oxidantes e antioxidantes, aumentando principalmente a atividade da SOD muscular.

Na média, em 2022, os valores enzimáticos encontrados em todas as espécies são próximos. A espécie que mais se destaca é o pacu, com aumentos significativos de suas atividades em fígado, tanto para a GST quanto em MDA. Destaca-se que o caracídeo *M. maculatus* é um peixe que, segundo alguns autores, é herbívoro (Gomes *et al.,* 2012; Pereira; Moreira; Batlouni, 2013) e, segundo outros, omnívoro com tendência ao herbivorismo (Favarato *et al.,* 2019). Ele está se tornando invasor nos rios onde foi introduzido na América do Sul, o que é potencializado pela sua maturação precoce e reprodução contínua (Langeani *et al.,* 2007). Portanto, o aumento desta atividade pode ser reflexo tanto da alimentação quanto da posição na cadeia trófica deste espécime.

Comparando os anos de 2022 e 2023, podemos observar que os valores de SOD em 2023 foram significativamente superiores aos encontrados em 2022. Sabe-se que a SOD pode ter correlação com os valores de OD, por isso foram plotados nestes gráficos. Com isso, pode-se observar que em 2023 (gráfico em símbolos), uma relação inversa – valores menores de OD na água – desencadeou maiores valores de SOD nos indivíduos. Além disso, os valores de pH encontrados também foram ligeiramente menores. A salinidade em 2023 foi menor que no ano anterior, assim como o TDS e a turbidez, enquanto a temperatura foi ligeiramente maior. Dentre os outros parâmetros físico-químicos avaliados (vide capítulo 6), em 2023, a amônia foi maior na maioria das cidades, o que não foi observado no nitrito e nitrato. Potássio também foi menor do que no ano anterior, enquanto o sulfato, ferro e zinco oscilaram a depender das cidades.

A alta concentração de cobre, que já tinha sido observada em 2022 principalmente em Propriá, apresentou valores altos a partir de Piranhas até Propriá em 2023. Em estudo realizado por Wang *et al.* (2022), foi visto que o cobre (Cu2+) modula a atividade imunológica inespecífica em camarões. Esta atividade se concretiza em outros espécimes, já que o cobre participa de diversos processos imunes, além de estar presente em sítios ativos de diversas enzimas, entre elas a Cu-Zn SOD (Ken *et al.,* 2003; Shi *et al.,* 2022; Valko *et al.*, 2007). No estudo citado, concentrações iguais ou superiores a 0,1 mg/L de Cu2+ se acumulam no hepatopâncreas, aumentam a taxa de apoptose, além de aumentar a produção de ROS, CAT e SOD. Contudo, na concentração de 0,15 mg/L há uma queda drástica na atividade de CAT e SOD, valor este encontrado na cidade de São Brás em 2023. Sob o aspecto histológico, o tratamento a partir de 0,1 mg/L de Cu2+ demonstrou dano branquial severo, com aparecimento de vacúolos e desaparecimento do tecido conjuntivo (WANG *et al.,* 2022). Apesar de dados preocupantes, já que os valores encontrados neste estudo se aproximam das concentrações do estudo citado, há uma limitação no método utilizado na análise de água para a detecção de cobre. A técnica utilizada pela equipe expedicionária usa o método de ácido bicinconinato, porém a literatura informa que este método é confiável apenas para a detecção de Cu1+ (Smith *et al.,* 1985). Portanto, o estudo dos tipos de cobre poderá ser aprofundado em pesquisas futuras.

Figura 2 - Comparativo da atividade das enzimas antioxidantes da superóxido dismutase (SOD) e glutationa S-transferase (GST) em brânquias, fígado e músculo nos anos de 2022 e 2023



Fonte: Autores (2024).

Avaliação da atividade das enzimas antioxidantes da superóxido dismutase (SOD) e glutationa S-transferase (GST) em brânquias, fígado e músculo de piau (barra e símbolo laranja), pacu (barra e símbolo verde), pirambeba (barra e símbolo azul) e tucunaré (barra e símbolo vermelho), coletados durante a V (barra) e a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco. A atividade de SOD nos tecidos foi expressa em unidade de SOD por miligramas de proteína. A atividade da glutationa S -transferase foi expressa pela taxa de aumento da absorbância da formação do conjugado GS-DNB, em µmol por minuto por miligramas de proteína. Os dados estão plotados em média ± desvio padrão. Nos gráficos de SOD também pode-se observar os valores de oxigênio dissolvido - OD, em 2022 linha vermelha, em 2023 linha preta. Os resultados foram analisados por ANOVA de uma via seguido do pós-teste de *Bonferroni*.

Em outro estudo, foi observado um aumento na atividade de SOD e CAT em juvenis de peixes sob baixas concentrações de cobre (20 a 200 µg/L) (Boareto *et al.,* 2018). Vale destacar que a toxicidade de cobre, além de fenol, cloreto de amônio, zinco e chumbo, aumenta à medida que a concentração de oxigênio dissolvido diminui (Clubb *et al.,* 1975). Sabendo que o trecho investigado do Baixo São Francisco, segundo a portaria Conama, é classificado como II, os valores mínimos de OD preconizados são 5 mg/L. Em 2022, apenas as cidades de Piranhas e Pão de Açúcar apresentaram valores inferiores. No entanto, em 2023, nenhuma cidade apresentou valores acima de 5 mg/L. Talvez por isso, associado ao aumento da toxicidade dos elementos, houve um aumento na atividade da SOD.

Águas com alta condutividade, como as encontradas em 2022, são mais produtivas e, portanto, provavelmente abrigam mais invertebrados (hospedeiros intermediários) e permitem que os parasitas prosperem, estimulando o sistema imune do hospedeiro (Dumbo; Gilbert; Avenant-Oldewage, 2020). No ano de 2023, este marcador foi, em média, três vezes menor. A condutividade elétrica também fornece uma indicação da quantidade total de sólidos dissolvidos na água; portanto, altos valores de TDS correlacionam-se com alta condutividade na água (Change; Siwela; Basopo, 2023). Além disso, os mesmos autores afirmam que o pH das águas superficiais, outro marcador importante para a vida aquática, afeta a capacidade dos peixes e outros organismos aquáticos de regular os processos básicos de manutenção da vida, principalmente as trocas de gases respiratórios.

Apesar de vários estudos sobre as enzimas antioxidantes, o estudo sobre o GST tem um alcance menor. Sabe-se que a atividade do GST parece estar correlacionada com o período de desova, apresentando valores mais baixos. No entanto, os mecanismos envolvidos não são claros. Estudos anteriores descreveram que a atividade enzimática aumenta com o aumento da exposição ao contaminante até uma determinada concentração, quando a atividade enzimática diminui progressivamente (Dalzochio *et al.,* 2016).

Biomarcadores histopatológicos

A partir da análise dos biomarcadores histopatológicos nos animais coletados, observou-se que 100% dos indivíduos amostrados apresentaram alguma lesão, tanto em 2022 quanto em 2023, independentemente do órgão avaliado. Para o fígado, foram identificadas 11 alterações histopatológicas (Tabela 5). Levando em consideração os dados da III e IV expedição científica, observou-se um aumento no número de alterações observadas e na severidade delas para ambos os órgãos (Dantas; Arruda; Souza, 2022).

Nas coletas realizadas na VI Expedição em 2023, foram analisados fragmentos teciduais do fígado de 90 animais na análise histopatológica. Todas as amostras analisadas apresentaram algum tipo de lesão, variando de leve a grave em intensidade, sendo identificadas dez alterações histopatológicas (Tabela 5).

Tabela 5 - Classificação das alterações histopatológicas nas brânquias e do fígado em relação ao tipo, localização e estágio das lesões, em que ocorrem. Modificado de Poleksić e Mitrovic – Tutundzic (1994) para brânquias (estágio) e Bernet *et al.* (1999) para fígado (fator de importância)

Brânquias /figado histopatologia	Estágio/ Fator de importância
Hipertrofia e hiperplasia do epitélio branquial	
Deslocamento do tecido epitelial	I
Hiperplasia Lamelar	I
Hiperplasia no epitélio lamelar	
Hiperplasia focal das células epiteliais	I
Infiltração de leucócitos no epitélio branquial	I
Fusão incompleta de algumas lamelas	I
Fusão completa de todas as lamelas	II
Ruptura do epitélio lamelar	II
Necrose	III
Alterações nas células mucosa	
Hipertrofia e hiperplasia das células mucosas	I
Alterações no vasos sanguíneos	
Congestão dos vasos sanguíneos	II
Trombus	II
Aneurisma Lamelar	II
Alterações no hepatócitos	
Granulomas	I
Paréquima hepático	I
Centro Melanomacrofago	I
Vacuolar degeneração	III
Necrose	III
Alteração no ducto biliar	I
Infiltração de leucócitos	II
Alterações no vasos sanguíneos	
Congestão sanguínea	I

Fonte: Poleksić; Mitrovic Tutundzic (1994); Bernet et al. (1999).

Quanto ao índice de alteração histopatológica do fígado (IHF), em 2022, os peixes tucunaré e pirambeba apresentaram os maiores valores absolutos, mas de maneira geral todas as espécies oscilaram bastante em relação aos pontos de coleta. A partir do IHF, podemos classificar o estado de saúde dos peixes por meio das alterações histopatológicas (figura 04), conforme proposto por Zimmerli *et al.* (2007). Para a Classe III, consideramos as modificações moderadas no tecido normal, como observado no piau branco (Traipu e Penedo) e no pacu (São Brás, Propriá e Penedo). Na Classe IV (31 < IHF < 40), os peixes começam a apresentar alterações mais acentuadas, como encontrado em pacu (Piranhas, Piaçabuçu), pirambeba (Traipu, São

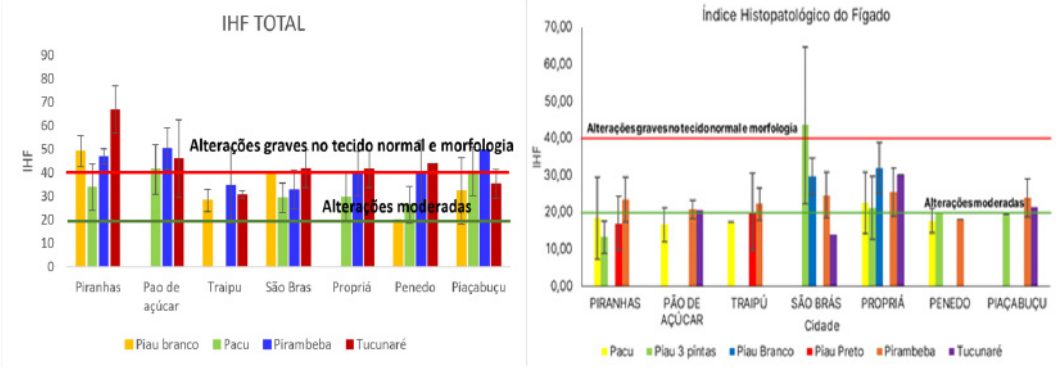
Brás, Penedo), tucunaré e piau branco (Piaçabuçu). A Classe V (IHF > 40) indica alterações histológicas graves que afetam o tecido normal. Este padrão foi detectado em tucunaré (com exceção dos municípios de Traipu e Piaçabuçu, que apresentaram valores abaixo desta classe), pirambeba (Piranhas e Piaçabuçu) e piau branco (apenas em Piranhas), mostrando que essas espécies estão mais suscetíveis aos impactos antrópicos nos municípios citados.

De maneira geral, em 2022, o IHF variou de 20 a 67 para todas as espécies amostradas, sendo o menor valor encontrado no piau branco e o maior no tucunaré, respectivamente. Em valores absolutos, este estudo obteve IHF superiores aos de Borges *et al.* (2018) (IHF: 15,1-23,1), que utilizaram a piranha (*Serrasalmus rhombeus*) como bioindicador de impactos de mercúrio proveniente de atividades de mineração no Rio Itacaiúnas; Astyanax spp. (HIL < 40) do Rio Iguaçu, submetido à influência de impactos urbanos, industriais e agrícolas (Freire *et al.,* 2015); *Clarias gariepinus* (HIL- 34,8) para avaliar a poluição de rios em regiões da África do Sul (Van Dyk; Cochrane; Wagenaar, 2012). Jabeen *et al.* (2018), com variação de IHF de 40 a 77 após exposição do peixe *Cirrhina mrigala* a sedimentos contaminados, ficou dentro dos padrões observados nesta pesquisa, mas com valores máximos superiores aos encontrados aqui.

Em 2023, o IHF apresentou valores absolutos entre 5,33 e 58,60, sendo o maior índice observado na cidade de São Brás no piau três pintas. Quanto à severidade das lesões, pode-se observar na figura 03 uma maior gravidade das lesões encontradas nesta cidade. Com base nos valores do IHF, podemos classificar o estado de saúde dos peixes por meio das alterações histopatológicas listadas na Tabela 5, segundo Zimmerli *et al.* (2007).

Através do gráfico do IHF em 2023, observamos predominância da Classe III, na qual são identificadas modificações moderadas no tecido normal. Nessa classe, encontramos a grande maioria das amostras analisadas, como na pirambeba (Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Propriá e Piaçabuçu), tucunaré (Pão de Açúcar, Propriá e Piaçabuçu), pacu (Propriá), piau preto (Traipu), piau três pintas (Propriá) e piau branco (São Brás).

Figura 3 - Índice histopatológico do fígado em 2022 (à esquerda) e em 2023



Fonte: Autores (2024)

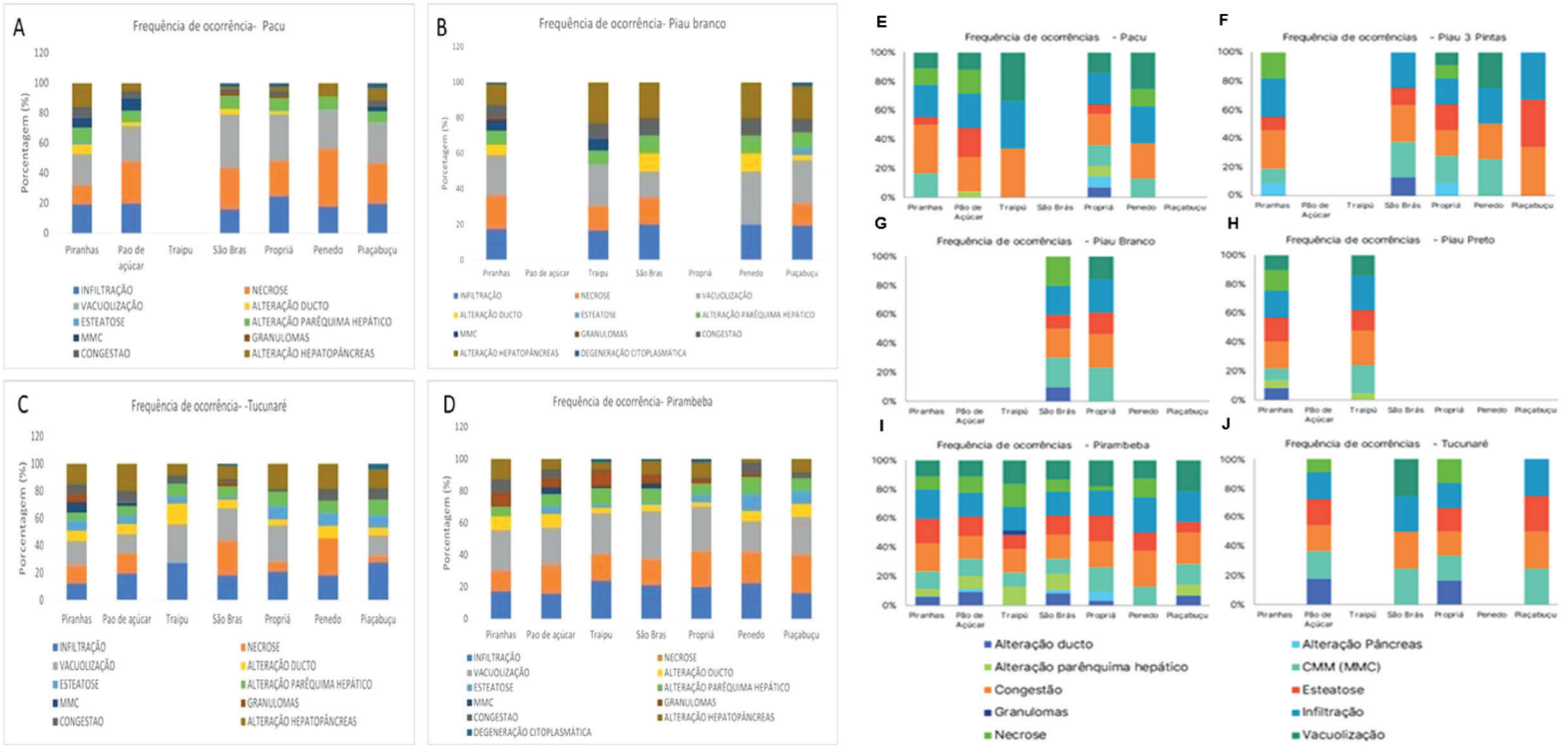
Gráfico ilustrativo do índice histopatológico em fígado - IHF. Dados estão demonstrados em média ± desvio padrão da média. As espécies estão agrupadas por município durante a V e VI Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Na Classe IV (31 < IHF < 40), os peixes começam a apresentar alterações mais acentuadas. Dentro dessa classe, apenas uma espécie foi afetada, o piau branco (Propriá). O piau três pintas (São Brás) foi a única espécie que apresentou alterações histológicas graves, podendo interferir na funcionalidade do órgão de maneira irreversível, enquadrando-se na Classe V (IHF > 40). Com os resultados obtidos, é possível que as espécies piau branco e piau três pintas sejam as mais suscetíveis aos impactos antrópicos nos municípios onde foram realizadas as coletas.

Através da frequência de ocorrência das lesões histopatológicas, é possível observar os padrões dessas alterações por municípios, pois o valor de IHF pode não ser elevado, mas a proporção de necrose pode ser alta, tornando essa análise complementar importante para a avaliação dos impactos nas espécies estudadas, conforme proposto por Bernet *et al.* (1999).

De maneira geral, em 2022, as alterações mais frequentes nas espécies analisadas foram a vacuolização, necrose e infiltração leucocitária, enquanto as menos frequentes foram a degeneração citoplasmática, a presença de centro melanomacrófagos e granulomas (figura 05). Para o pacu (figura 5-a), observou-se que apenas os indivíduos coletados nos municípios de São Brás e Propriá apresentaram a alteração granuloma, com as maiores proporções de necrose ocorrendo em Pão de Açúcar em relação aos demais municípios. Por outro lado, em Penedo e Piaçabuçu, não foi observada a alteração no ducto biliar; adicionalmente, em Penedo, ocorreu o menor número de alterações em comparação com os demais municípios, destacando-se pelas alterações principais mencionadas anteriormente.

Figura 4 - Frequência de ocorrência das espécies analisadas por município amostrado na V (à esquerda) e na VI Expedição Científica do Baixo São Francisco



Fonte: Autores (2024).

Em 2022, gráficos ilustrativos sobre a frequência de ocorrência em (A) porcentagens encontradas em pacu; (B) porcentagens encontradas em piau branco; (C) porcentagens encontradas em tucunaré; (D) porcentagens encontradas em pirambeba. A ocorrência de cada lesão está sinalizada através da cor correspondente que se encontra abaixo de cada gráfico. Em 2023, gráficos ilustrativos sobre a frequência de ocorrência em (E) porcentagens encontradas em pacu; (F) porcentagens encontradas em piau três pintas; (G) porcentagens encontradas em piau branco; (H) porcentagens encontradas em piau preto; (I) porcentagens encontradas em pirambeba; (J) porcentagens encontradas em tucunaré. A ocorrência de cada lesão está sinalizada através da cor correspondente que se encontra abaixo de cada gráfico.

Em 2022, o piau branco (figura 4-B) apresentou uma distribuição significativa entre os municípios. Destacou-se em Penedo pela maior proporção de vacuolização citoplasmática e ausência de necrose, enquanto em Piranhas destacou-se pela presença de granulomas, centros melanomacrófagos, esteatose hepática e degeneração citoplasmática.

O tucunaré (figura 4-C) não apresentou necrose em Traipu, mostrou alta vacuolização em Penedo e uma elevada proporção de infiltração leucocitária em Traipu e Propriá. O granuloma foi observado apenas nos peixes coletados em Piranhas e São Brás. A pirambeba (figura 4-E) não apresentou esteatose hepática em Piranhas, e foram observados granulomas em Piaçabuçu e alta incidência de granulomas, alterações no parênquima hepático, vacuolização e infiltração leucocitária em Traipu, em comparação com os outros municípios avaliados.

Em 2023, a frequência da ocorrência das lesões histopatológicas (figura 4 E-J) pode fornecer dados importantes sobre os tipos de lesões encontradas. O índice pode não ser elevado em determinadas amostras, mas a ocorrência de lesões mais graves pode resultar em um comprometimento maior do órgão nesses animais, como exemplificado pela alta ocorrência de necrose (Bernet *et al.,* 1999). O mecanismo de ação de vários xenobióticos pode causar alterações no metabolismo, levando à intoxicação e morte celular, manifestada como necrose, sendo essa lesão um biomarcador histopatológico de nível tecidual (Velkova, 2002). Entre as amostras analisadas, mesmo com baixo IHF, algumas espécies apresentaram necrose, como o pacu (Piranhas, Pão de Açúcar e Penedo), a pirambeba (Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Propriá e Penedo), o tucunaré (Pão de Açúcar e Propriá), o piau preto (Piranhas), e para as duas espécies com IHF na Classe IV e V (piau branco e piau três pintas, respectivamente), a necrose foi observada nos municípios de São Brás (piau branco) e Piranhas e Propriá (piau três pintas), onde seus IHF estavam abaixo de 31.

As lesões mais frequentes nas amostras analisadas foram infiltração e congestão. Tais lesões já foram relatadas em estudo histopatológico do fígado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em ambientes poluídos (Abdel-Moneim *et al.,* 2012), onde foram observadas alterações como hiperemia, distúrbio da circulação sanguínea caracterizado por congestão e algumas áreas hepáticas com necrose focal e grave infiltração de leucócitos.

A vacuolização citoplasmática também é comum nos estudos de biomarcadores histopatológicos no fígado. Essa lesão foi observada em todas as espécies analisadas: pirambeba (em todos os municípios), pacu (Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, Propriá e Penedo), tucunaré (São Brás), piau preto (Piranhas e Traipu), piau três pintas (Propriá e Penedo) e piau branco (Propriá). Em um estudo realizado em águas com aumento na condutividade elétrica, alcalinidade total, nitratos, fósforo, cloreto e potássio, associou-se tais características à poluição por resíduos orgânicos e à diminuição do oxigênio dissolvido (Fathi & Al-Kahtani, 2009). Nesse contexto, a vacuolização dos hepatócitos foi a patologia hepática mais comum. Neste tipo de distúrbio, vários vacúolos aparecem no citoplasma celular, que posteriormente se fundem para formar um grande vacúolo. O citoplasma e o núcleo são empurrados para a periferia da célula. A vacuolização dos hepatócitos pode indicar um desequilíbrio entre a taxa de síntese de substâncias nas células parenquimatosas e a taxa de sua liberação no sistema circulatório (Reddy, 2012).

Os Centros Melanomacrófagos (CMM) foram observados em todos os municípios, enquanto a presença de granulomas foi observada apenas em Traipu (em pirambeba). Tais lesões são consideradas respostas inflamatórias e/ou mecanismos de defesa dos animais contra agentes poluentes presentes na região, variando em extensão e severidade conforme o comportamento individual de cada organismo (Bernet *et al.,* 1999). A presença de centros melanomacrófagos

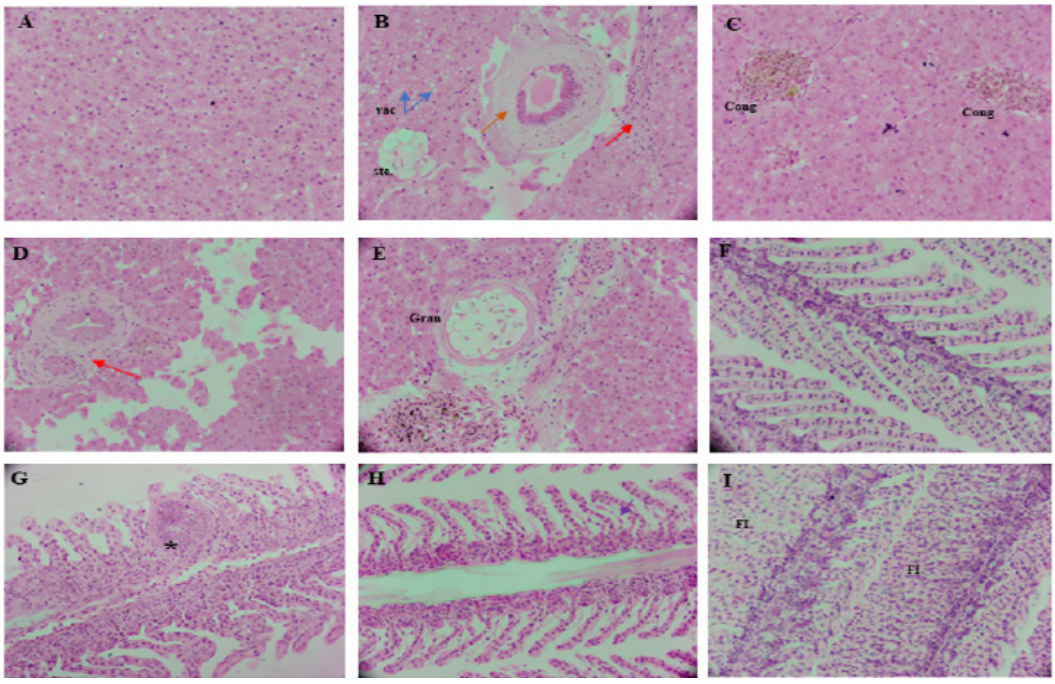
no fígado de peixes é um indicador das condições ambientais, estando envolvidos na biotransformação de xenobióticos (Viana *et al.,* 2021).

Alterações no ducto biliar estiveram presentes nos municípios de Piranhas, Pão de Açúcar, São Brás e Propriá, enquanto a esteatose hepática foi observada em todos os municípios, com maior frequência em pirambeba.

Como destacado anteriormente, em 2023, houve um aumento na concentração de cobre de Piranhas a São Brás; zinco, nas cidades de Pão de Açúcar e Traipu; e fósforo, em Pão de Açúcar. Altos níveis de cobre são frequentemente relatados na literatura como potencializadores de alterações histopatológicas no fígado (ZHANG *et al.,* 2022), especialmente quando associados a baixos níveis de oxigênio dissolvido na água. Muitas das lesões identificadas nos animais analisados estão associadas a esses compostos.

Em relação à ocorrência das alterações mencionadas acima, pode-se afirmar que a presença de centros melanomacrófagos, granulomas e aumento da infiltração leucocitária (figura 6-B) no parênquima hepático são respostas inflamatórias e/ou mecanismos de defesa dos animais contra os agentes poluentes presentes na região. A extensão e a severidade dessas lesões variam conforme o comportamento individual de cada organismo (Bernet *et al.,* 1999).

Figura 5 - Alterações histopatológicas identificadas nas espécies analisadas durante a V Expedição Científica do Baixo São Francisco

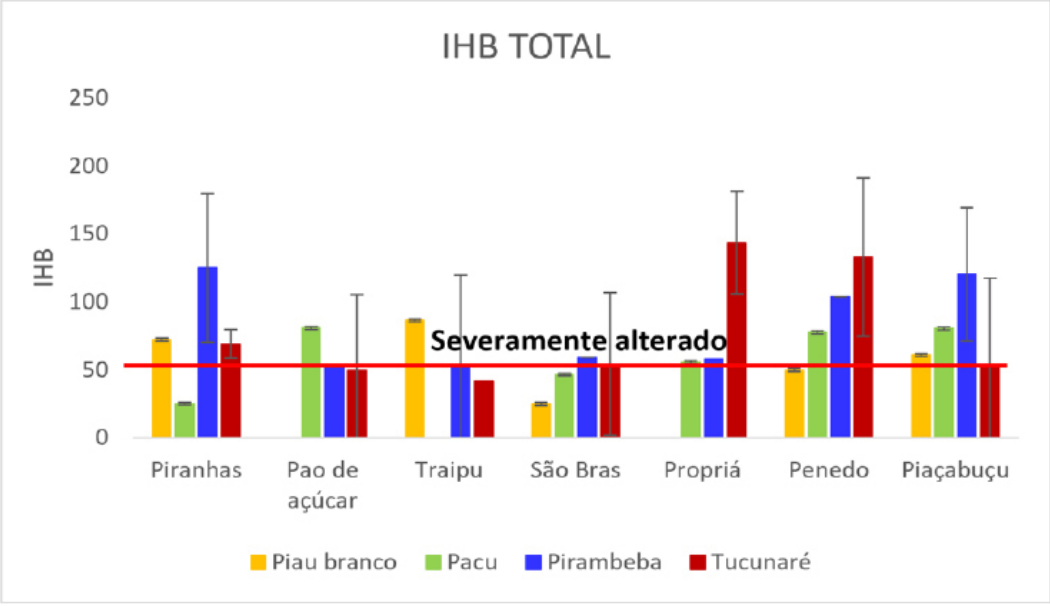


Fonte: Autores (2024).

Imagens ilustrativas das alterações histopatológicas no fígado e nas brânquias das espécies analisadas em 2022, com aumento de 20x através do microscópio óptico, coradas com H & E. Fígado: [A] Tecido normal; [B] Vacuolização (Vac), esteatose hepática (ste), infiltração leucocitária (seta vermelha), proliferação da parede do ducto biliar (seta laranja); [C] congestão (Cong); [D] hipertrofia do ducto biliar (seta vermelha); [E] Granuloma (Gran); Brânquias: [F] Tecido normal com leve desarranjo lamelar; [G] Trombos (*); [H] Deslocamento do epitélio branquial (seta roxa); [I] fusão incompleta das lamelas (FI).

Em geral, as alterações histológicas observadas no fígado não têm uma fonte específica e estão associadas à resposta dos hepatócitos e de outras células do fígado quando expostas a agentes tóxicos, que podem incluir desde metais traços até efluentes e pesticidas (Chavan; Muley, 2014). Ao todo, foram identificadas 13 alterações histopatológicas no tecido branquial (tabela 3, figura 5F-I). Dentre essas lesões, vale destacar que as mais severas para as brânquias são as de estágio 2, como congestão de vasos sanguíneos, aneurisma, fusão completa das lamelas secundárias, e necrose de estágio 3, considerada a alteração mais severa por causar dano irreversível, em parte ou na totalidade do tecido (Poleksić *et al.,* 1994).

Figura 6 - Índice histopatológico das brânquias em 2022



Fonte: Autores (2024).

Gráfico ilustrativo do índice histopatológico das brânquias (IHB). Dados estão demonstrados em média ± desvio padrão da média. As espécies estão agrupadas por município durante a V Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Através do índice histológico das brânquias, em 2022, foi possível observar que os peixes mais impactados foram a pirambeba em Piranhas, Penedo e Piaçabuçu; e o tucunaré, em Propriá e Penedo, ambos com IHB>100, o que já é considerado dano irreparável ao tecido. Enquanto os menos impactados foram o pacu em Piranhas e o piau branco em São Brás, com IHB<20, indicando que o tecido apresenta características normais a levemente alteradas. Todos os demais peixes analisados, independentemente da localização, apresentaram alterações de moderadas a severas no tecido branquial, o que pode afetar negativamente o pleno funcionamento do órgão, conforme reportado por Poleksic & Mitrovic-Tutundzic (1994). O IHB variou de 25 a 143,5 em valores médios, e essa elevada amplitude de variação é decorrente da presença de necrose nestes indivíduos. Apesar disso, os valores do presente estudo foram inferiores aos reportados por Montes *et al.* (2020) com IHB: 3,6-155, ao avaliarem os efeitos da atividade mineradora com o *Serrasalmus rhombeus* no Rio Itacaiúnas.

Os peixes expostos a condições adversas como metais, alterações de pH ou aumento na concentração de amônia podem apresentar aneurismas, fusão de lamelas branquiais, hipersecre-

ção de muco, aumento nos processos de apoptose, necrose, entre outros (Van Der Oost *et al.,* 2003; Montes *et al.,* 2020). Outra alteração relevante encontrada foi a hipertrofia nas células mucosas, já que estas células têm como função primordial a proteção do tecido, sendo assim uma resposta de defesa (David; Fontanetti, 2009).

Considerações finais

Diante do exposto, destaca-se que a grande problemática do Baixo São Francisco é que não se sabe qual a fonte de contaminação determinante para os impactos nos órgãos, ou se a causa são os sinergismos entre eles. Somado a isso, há a interferência direta das vazões, resultando na diluição dos poluentes presentes no ambiente em períodos incertos durante o ano. Assim, os impactos nos peixes amostrados são resultantes dessas premissas.

A utilização de biomarcadores histopatológicos e antioxidantes permitiu uma avaliação mais complexa dos impactos a que as espécies estudadas estão submetidas nos municípios margeados no Baixo São Francisco. Diante das inúmeras fontes de contaminação disponíveis nas áreas de estudo, foi possível mensurar os efeitos nos organismos. Por exemplo, o aumento da atividade da SOD em brânquias em Traipu, em 2022, indica um reflexo protetor contra a ação de novos xenobióticos. Em 2023, houve um aumento de atividade que pode estar relacionado ao aumento de contaminantes como o cobre na região.

Além disso, os biomarcadores histopatológicos em 2022 indicaram que, de forma geral, os peixes mais impactados foram o tucunaré e a pirambeba para ambos os órgãos. Os municípios que se destacaram com o maior número de indivíduos severamente alterados foram Piranhas, Pão de Açúcar e Piaçabuçu para o fígado, e Piranhas, Propriá, Penedo e Piaçabuçu para as brânquias. Em 2023, foi observada uma frequência de lesões mais graves nas regiões que vão de Piranhas a Propriá, com índices histopatológicos do fígado mais elevados no piau branco e no piau três pintas. No entanto, a presença de necrose em outras espécies merece atenção, com destaque para pirambeba, pacu e tucunaré, que apresentaram os maiores graus de necrose.

Considerando que as alterações histopatológicas identificadas no fígado não correspondem a uma fonte específica, além dos índices encontrados nas enzimas antioxidantes, é necessário levar em consideração os níveis de metais traço, bem como a descarga antrópica de agentes poluentes, aliados aos baixos níveis de oxigênio dissolvido, o que torna perigosa a presença de tais compostos para os peixes no ambiente aquático. Portanto, nossos dados demonstram que o monitoramento do Baixo São Francisco, utilizando peixes como biomarcadores, é essencial para a defesa deste leito tão importante para os ribeirinhos e para a população adjacente.

Referências

ABDEL-MONEIM, A. M.; AL-KAHTANI, M. A.; ELMENSHAWY, O. M. Histopathological biomarkers in gills and liver of *Oreochromis niloticus* from polluted wetland environments, Saudi Arabia. **Chemosphere**, 88, 1028–1035, 2012.

AU, D.W.T. The application of histo and cytopathological biomarkers in marine pollution K.M. Gilmour, 1996. Physiological responses of monitoring: a review. Marine Pollution Bulletin, rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to prolonged exposure to soft water. 48: 817-834. 16. Cotran, R.S., V. Kumar and S.L. Robbins, 1994. **Zool,** v. 69, p. 1419-1441, 2004.

BERNET, D. *et al.* Histopathology in fish: proposal for a protocol to assess aquatic pollution. **Journal of Fish Diseases**, v. 22, n. 1, p. 25–34, 1999.

BOARETO, A. C. *et al.* Effects of short-term exposure to copper on biochemical biomarkers in juvenile freshwater fish. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 13, n. 2, p. 135-147, 2018.

BORGES, A.C. *et al.* Integrated use of histological and ultrastructural biomarkers for assessing mercury pollution in piranhas (*Serrasalmus rhombeus*) from the Amazon mining region. **Chemosphere**, v. 202, p. 788–796, 2018.

BRADFORD, M. M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. **Analytical biochemistry**, v. 72, p. 248–254, 1976

CHANGE, J. B.; SIWELA, A. H.; BASOPO, N. Oxidative Stress Associated with Pollutants from Coal Mining Activities on Aquatic Plants: A Case Study of Hwange, Matabeleland North, Zimbabwe. **Biomarkers Journal**, v. 9, n. 1, p. 1–8, 2023.

CHAVAN, V. R.; MULLEY, D. V. Effect of heavy metals on liver and gill of fish *Cirrhinus mrigala*. **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci**, v. 3, n. 5, p. 277-288, 2014.

CHWASTOWSKI, J. *et al.* Water of increased content of molecular oxygen. **Water (Switzerland)**, v. 12, n. 9, 2020.

CLUBB, R. W.; GAUFIN, A. R.; LORDS, J. L. Synergism between dissolved oxygen and cadmium toxicity in five species of aquatic insects. **Environmental Research**, v. 9, n. 3, p. 285–289, 1975.

DANTAS. P.; ARRUDA, L. O.; SOUZA, L. A. Avaliação do estado de saúde de peixes do Baixo São Francisco: um estudo histopatológico. *In*: SOARES, E. C.; SILVA, J. V.; SILVA, T. J. (org.). **O Baixo São Francisco:** características ambientais e sociais. Maceió, AL: Edufal, 2022. p. 46-67.

DAS, K.; ROYCHOUDHURY, A. Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidants as ROS-scavengers during environmental stress in plants. **Frontiers in Environmental Science**, v. 2, n.2, 2014.

DAVID, J.A.O., FONTANETTI, C.S. The role of mucus in *Mytella falcata* (Orbigny 1842) gills from polluted environments. **Water Air Soil Pollut.**, v. 203, p. 261–266, 2009.

DIETERICH, S. *et al.* Gene Expression of Antioxidative Enzymes in the Human Heart. **Circulation**, v. 101, n. 1, p. 33–39, 2000

DUMBO, J. C.; GILBERT, B. M.; AVENANT-OLDEWAGE, A. Oxidative stress biomarkers in the African sharptooth catfish, *Clarias gariepinus*, associated with infections by adult digeneans and water quality. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, v. 12, p. 232, 2020.

FAHEEM, M.; PARVEZ LONE, K. Oxidative stress and histopathologic biomarkers of exposure to bisphenol-A in the freshwater fish, *Ctenopharyngodon idella.* **J. Pharm. Sci**, v. 53, n. 3, p. 17003, 2017.

FATHI, A. A., AL-KAHTANI, M. Water quality and planktonic communities in Al-Khadoud spring, Al-Hassa, Saudi Arabia. **Am. J. Environ. Sci.,** 5, 434-443, 2009.

FAVARATO, R. M. *et al.* Cytogenetic Characterization of Two Metynnis Species (Characiformes, Serrasalmidae) Reveals B Chromosomes Restricted to the Females. **Cytogenetic and genome research**, v. 158, n. 1, p. 38–45, 2019.

FREIRE, C. A. *et al.* A multibiomarker evaluation of urban, industrial, and agricultural exposure of small characins in a large freshwater basin in southern Brazil. **Environ Sci Pollut Res**, v. 22, p. 13263–13277, 2015.

GOMES, I. D. *et al*. Opportunistic reproductive strategy of a non-native fish, the spotted metynnis *Metynnis maculatus* (Kner, 1858) (Characidae Serrasalminae) in a tropical reservoir in south-eastern Brazil. **Tropical Zoology**, p. 2–15, 2012.

GRIFFITH, M. B. Toxicological perspective on the osmoregulation and ion regulation physiology of major ions by freshwater animals: Teleost fish, crustacea, aquatic insects, and Mollusca. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 36, n. 3, p. 576–600, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1002/ETC.3676. Acesso em: 11 out. 2021.

HABIG, W. H.; PABST, M. J.; JAKOBY, W. B. Glutathione S transferases. The first enzymatic step in mercapturic acid formation. **Journal of Biological Chemistry**, v. 249, n. 22, p. 7130–7139, 1974.

HOOK, S. E.; GALLAGHER, E. P.; BATLEY, G. E. The Role of Biomarkers in the Assessment of Aquatic Ecosystem Health. **Integrated environmental assessment and management**, v. 10, n. 3, p. 327, 2014.

KAUR, M.; JINDAL, R. **Oxidative stress response in liver, kidney and gills of Ctenopharyngodon idellus (cuvier & valenciennes) exposed to chlorpyrifos**. 2017.

KEN, C. F. *et al*. Characterization of fish Cu/Zn-superoxide dismutase and its protection from oxidative stress. **Marine Biotechnology,** v. 5, n. 2, p. 167–173, 2003.

KROON, F.; STRETEN, C.; HARRIES, S. A protocol for identifying suitable biomarkers to assess fish health: A systematic review. **PloS one**, v. 12, n. 4, p. e0174762, 2017.

LANGEANI, F. *et al*. Riffle and pool fish communities in a large stream of southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 3, n. 2, p. 305–311, 2005.

LAURINDO, F. R. M. Redox Cellular Signaling Pathways in Endothelial Dysfunction and Vascular Disease. *In*: AUTORIA. **Endothelium and Cardiovascular Diseases:** Vascular Biology and Clinical Syndromes. *[S. l.]*: Elsevier, 2018. p. 127–145.

LUSHCHAK, V. I. *et al.* Hypoxia and recovery perturb free radical processes and antioxidant potential in common carp (*Cyprinus carpio*) tissues. **The International Journal of Biochemistry & Cell** Biology, v. 37, n. 6, p. 1319–1330, 2005.

MONTAGNER, C. C., VIDAL, C., ACAYABA, R. D. Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do brasil: cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios, **Quim. Nova**, v. 40, n. 9, p. 1094–1110, 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170091. Acesso em: 22 maio 2023.

MONTES, C. S. *et al.* Evaluation of metal contamination effects in piranhas through biomonitoring and multi biomarkers approach. **Heliyon**, v. 6, n. 8, p. e04666, 2020.

NAVIAUX, R. K. Oxidative Shielding or Oxidative Stress? **American Society for Pharmacology and Experimental Therapeutics**, 2012.

NYESTE, K. *et al.* Age and diet-specific trace element accumulation patterns in different tissues of chub (*Squalius cephalus*): Juveniles are useful bioindicators of recent pollution. **Ecol. Indic.**, v. 101, p. 1–10, 2019.

PEREIRA, T. S. B.; MOREIRA, R. G.; BATLOUNI, S. R. Dynamics of ovarian maturation during the reproductive cycle of *Metynnis maculatus*, a reservoir invasive fish species (Teleostei: Characiformes). **Neotropical Ichthyology**, v. 11, n. 4, p. 821–830, 2013.

REDDY, P. B. Histopathological studies as potential and direct biomarkers of pollution. **Trends in life sciences**, v. 1, n. 1, 2012.

ROBILLARD, S.; BEAUCHAMP, G.; LAULIER, M. The role of abiotic factors and pesticide levels on enzymatic activity in the freshwater mussel *Anodonta cygnea* at three different exposure sites. **Comparative Biochemistry and Physiology - C Toxicology and Pharmacology**, v. 135, n. 1, p. 49–59, 2003.

SHAHID, S. *et al.* Histopathological alterations in gills, liver, kidney and muscles of *Ictalurus punctatus* collected from pollutes areas of river. **Brazilian Journal of Biology**, v. 81, n. 3, p. 814–821, 2021.

SHI, Q. *et al*. Cu/Zn Superoxide Dismutase and Catalase of Yangtze Sturgeon, *Acipenser dabryanus*: Molecular Cloning, Tissue Distribution and Response to Fasting and Refeeding. **Fishes**, v. 7, n. 1, 2022.

SMITH, P. K. *et al*. Measurement of protein using bicinchoninic acid. **Analytical Biochemistry**, v. 150, n. 1, p. 76–85, 1985.

SOARES, E. C.; SILVA, J. V.; SILVA, T. J. **O Baixo São Francisco:** características ambientais e sociais. Maceió: Edufal, 2022. v. II. Disponível em: https://doi.org/10.9783/9781512815641-003. Acesso em: 4 mar. 2024.

SUN, H. J. *et al*. Antioxidant responses and pathological changes in the gill of zebrafish (*Danio rerio*) after chronic exposure to arsenite at its reference dose. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 200, 2020.

VALKO, M. *et al*. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **The international journal of biochemistry & cell biology**, v. 39, n. 1, p. 44–84, 2007.

VAN DER OOST, R.; BEYER, J.; VERMEULEN, N. P. E. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 13, n. 2, p. 57-149, 2003.

VAN DYK, J. C.; COCHRANE, M. J.; WAGENAAR, G. M. Liver histopathology of the sharptooth catfish *Clarias gariepinus* as a biomarker of aquatic pollution. **Chemosphere**, v. 87, n. 4, p. 301–311, 2012.

VELKOVA, J. L. **Histopathological and molecular-diagnostical study of the hepatic capillary in black barbel (*Barbus meridionalis petenyi* Heck.) in Lake Ohrid.** MSc Thesis, Univ. St. Cyril and Methodius, Skopje, R. Macedonia (in Macedonian), 2002.

VIANA, H. C. *et al*. Aggregation of hepatic melanomacrophage centers in *S. herzbergii* (Pisces, Ariidae) as indicators of environmental change and well-being. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**., v.73, n.4, p. 868-876, 2021.

WANG, L. *et al*. Effects of copper on non-specific immunity and antioxidant in the oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 236, 2022.

WELKER, A. F. *et al.* Role of redox metabolism for adaptation of aquatic animals to drastic changes in oxygen availability. **Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology**, v. 165, n. 4, p. 384–404, 2013.

ZHANG, L. et al. Copper-induced oxidative stress, transcriptome changes, intestinal microbiota, and histopathology of common carp (*Cyprinus carpio*). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 246, 114136, 2022.

ZIMMERLI, S. *et al.* Assessment of fish health status in four Swiss rivers showing a decline of brown trout catches. **Aquat. Sci.**, v. 69, p. 11–25, 2007.

CAPÍTULO 5

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO PESCADO COMERCIALIZADO NA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO/AL

Juliett de Fátima Xavier da Silva[25], Ana Paula de Almeida Portela da Silva[26], Rykelly Bezerra Santos[27], Renata de Almeida Ferreira[28], Hyago Magno Ramos[29], Hygor Maikon Ramos[30]

Resumo: O presente estudo teve como objetivo verificar a ocorrência de bactérias e bolores em pescados comercializados em feiras livres e/ou mercados públicos de oito municípios do Baixo São Francisco. Foram coletadas amostras de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e camarão (*Macrobrachium sp*, *Litopenaeus vannamei*, *Litopenaeus schmitti* e *Xiphopenaeus kroyeri*), transportadas em sacos plásticos estéreis e acondicionadas em caixa isotérmica com gelo. As amostras foram processadas no Laboratório de Tecnologia do Pescado (*Latepe*) e no Laboratório de Diversidade Microbiana (Labdimi)/Ufal/UE Penedo. Posteriormente, as amostras foram inoculadas em placas CompactDry EC (*Escherichia coli* e coliformes), CompactDry XSA (*Staphylococcus aureus*) e CompactDry SL (Salmonella spp), incubadas a 37°C, 37°C e 42°C, respectivamente, por 24 horas para análise de bactérias. O Ágar Sabouraud Dextrose (SDA-Himedia®), suplementado com tetraciclina a 0,1 µg/mL-1, foi utilizado para detectar bolores, incubados a 25 ± 2ºC por até 12 dias. Foi identificada a presença de *E. coli* e coliformes totais em todas as amostras; no entanto, as tilápias apresentaram valores de *E. coli* dentro do limite permitido pela legislação vigente (IN 161/2022), enquanto as amostras de camarão de Piaçabuçu excederam esse limite. *S. aureus* também foi identificado em todas as amostras de peixes e camarões, porém apenas as amostras de peixes de Penedo, Traipu e São Brás estavam acima do limite tolerável pela legislação. *Salmonella spp*. foi detectada em todas as amostras de pescado, não estando em conformidade com a legislação vigente que estabelece ausência de *Salmonella spp* em 25 g de amostra. A legislação em vigor não especifica o número máximo de UFCs de bolores no pescado, mas utiliza como referência o padrão permitido para produtos alimentícios com atividade de água semelhante, que é de no máximo 10^4 UFC/g. Os resultados deste estudo demonstram níveis de contaminação por bolores aceitáveis, uma vez que todas as amostras analisadas apresentaram níveis variando de 0 a 6,75 x 10^2 UFC/g. *S. aureus* é uma bactéria indicadora de falta de higiene e manipulação inadequada. *Salmonella spp.* e *E. coli* são bactérias responsáveis por graves infecções alimentares que podem contaminar o pescado através de manipulação inadequada ou contato com águas contaminadas. Condições higiênico-sanitárias impróprias favorecem a contaminação dos alimentos por microrganismos. É essencial buscar melhorias na qualidade dos produtos comercializados em feiras livres, incluindo treinamento contínuo em boas práticas de manipulação de pescado

25 Docente do curso de Engenharia de Pesca, Campus Arapiraca, Unidade Educacional Penedo, da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

26 Docente do curso de Engenharia de Pesca, Campus Arapiraca, Unidade Educacional Penedo, da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

27 Graduanda em Engenharia de Pesca, Campus Arapiraca, Unidade Educacional Penedo, da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

28 Graduanda em Engenharia de Pesca, Campus Arapiraca, Unidade Educacional Penedo, da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

29 Graduando em Ciências Biológicas - licenciatura, Campus Arapiraca, Unidade Educacional Penedo, da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

30 Graduando em Ciências Biológicas - licenciatura, Campus Arapiraca, Unidade Educacional Penedo, da Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

para feirantes, além da adoção de instalações adequadas para comercialização e fiscalização por órgãos competentes.

Palavras-chave: Microbiologia; peixe; camarão; segurança do alimento.

Introdução

As Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's) são provocadas pelo consumo de alimentos e/ou água contaminados, sendo reconhecidas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como um dos principais problemas de saúde pública global; estima-se que causem doenças em uma a cada 10 pessoas e sejam responsáveis por 33 milhões de mortes por ano (Amaral *et al.,* 2021). Dentre os alimentos envolvidos nos surtos de DTA's no Brasil, de 2009 a 2019, os pescados (frutos do mar e produtos processados) corresponderam a 2,18% (Amaral *et al.,* 2021).

Segundo a FAO (2018), o consumo per capita de pescado no Brasil aumentou de 10 para 14 kg por ano (FAO, 2018). O pescado possui alto valor proteico, aminoácidos essenciais e ácidos graxos poli-insaturados, baixo teor de gordura, e é fonte de minerais, principalmente cálcio e fósforo, além das vitaminas A, D e complexo B (Evangelista-Barreto *et al.,* 2017). Apesar de suas excelentes características nutricionais, é altamente perecível e frequentemente é comercializado em feiras livres em condições higiênico-sanitárias inadequadas, o que pode levar à deterioração e contaminação por bactérias e fungos, resultando em riscos para a saúde humana. O comércio informal de pescado suscita várias preocupações, pois tanto comerciantes quanto consumidores muitas vezes desconhecem os cuidados necessários para higienização e conservação dos alimentos, bem como os potenciais riscos de doenças relacionadas à proliferação de microrganismos (Oliveira *et al.,* 2019).

No Brasil, os patógenos mais prevalentes encontrados em surtos de origem alimentar associados ao consumo de pescado são Salmonella spp., *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Bacillus cereus* (Marques e Trindade, 2022). A *Salmonella spp*. representou 17% dos surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's) no período de 2009 a 2019 (Amaral *et al.,* 2021). A legislação brasileira estabelece a ausência de *Salmonella*/25g para diferentes categorias de pescado (Brasil, 2022).

Portanto, o cumprimento das legislações e a adesão aos padrões sanitários são fundamentais para assegurar a qualidade dos pescados comercializados. Para mitigar os riscos à saúde dos consumidores, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) estabelece resoluções com diretrizes de boas práticas para serviços de alimentação (RDC nº 216/2004) e padrões microbiológicos para alimentos (IN nº 161/2022), que fundamentam as ações de fiscalização da Vigilância Sanitária (Brasil, 2004; Brasil, 2022).

Assim como as bactérias, os fungos podem causar deterioração e até mesmo enfermidades, devido à capacidade de alterar o odor e sabor dos alimentos, provocando diversos graus de deterioração por meio da contaminação cruzada, representando um perigo à saúde humana, especialmente devido à produção de micotoxinas (Oliveira *et al.,* 2019). As micotoxinas são metabólitos secundários com diversas estruturas químicas e propriedades biológicas, podendo se acumular no pescado e causar efeitos diretos nos animais e indiretos nos consumidores; quando ingeridas, podem causar micotoxicoses com efeitos carcinogênicos, nefrotóxicos e teratogênicos (Atayde *et al.,* 2014; Barreto *et al.,* 2016).

Dessa forma, é crucial adotar boas práticas de manipulação, procedimentos padronizados de higienização e análise de perigos e pontos críticos de controle, visando manter a qualidade do pescado fresco como um alimento seguro para o consumo (FAO, 1997; Santos *et al.,* 2019; Santos *et al.,* 2021).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo investigar *Escherichia coli*, *Coliformes termotolerantes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp* e fungos em pescados comercializados em feiras livres e mercados públicos de oito municípios do Baixo São Francisco, durante a V e VI Expedição do São Francisco.

O presente trabalho foi desenvolvido nas feiras livres dos municípios de Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Propriá, Igreja Nova, Penedo e Piaçabuçu, no período de 3 a 12 de novembro de 2022 (V Expedição São Francisco) e de 21 a 30 de novembro de 2023 (VI Expedição São Francisco).

Na V Expedição São Francisco, foram obtidas amostras de tilápia (*Oreochromis niloticus*) inteira (Igreja Nova e Traipu), em postas (São Brás) e filés (Pão de Açúcar, Piranhas, Penedo, Piaçabuçu e Propriá), processadas in loco (figura 1); além de amostras de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) fresco e cozido em salmoura em Penedo e Propriá, e de camarão de água doce (*Macrobrachium sp*) cozido em salmoura em Igreja Nova e Piranhas (figura 2). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos estéreis e transportadas em caixa isotérmica com gelo para o Laboratório de Tecnologia do Pescado (Latepe) e de Diversidade Microbiana (Labdimi) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) para iniciar as análises microbiológicas.

Figura 1 – Tilápia (*Oreochromis niloticus*) comercializada nas feiras dos municípios de Igreja Nova (A), Traipu (B), São Brás (C), Piranhas (D), Pão de Açúcar (E) e Piaçabuçu (F).

Fonte: Matos *et al.* (2022).

Figura 2 – Camarão marinho fresco (*Litopenaeus vannamei*) comercializado nas feiras de Penedo (A) e Propriá (B) e camarão de água doce cozido na água e sal (*Macrobrachium sp*) em Igreja Nova (C) e Piranhas (D).

Fonte: Matos *et al.* (2022).

Na VI Expedição São Francisco, foram obtidas amostras de tilápias frescas (*Oreochromis niloticus*) de Igreja Nova, Traipu, São Brás, Pão de Açúcar, Piranhas, Penedo, Piaçabuçu e Propriá (figura 3); amostras de camarão marinho fresco (*Litopenaeus vannamei*) de Penedo, Igreja Nova e Propriá; *Litopenaeus schmitti* fresco de Piaçabuçu; e *Xiphopenaeus kroyeri* salgado e cozido de Piranhas (figura 4). As amostras também foram acondicionadas em sacos plásticos estéreis e transportadas em caixa isotérmica com gelo para os Laboratórios de Tecnologia do Pescado (Latepe) e de Diversidade Microbiana (Labdimi) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) para iniciar as análises microbiológicas.

Figura 3 – Tilápia (*Oreochromis niloticus*) comercializada nas feiras dos municípios de Traipu (A), Piaçabuçu (B), Penedo (C), Piranhas (D)

Fonte: Portela-Silva, Xavier-Silva, Santos (2023).

Figura 4 – Camarão marinho (*Xiphopenaeus kroyeri*) cozido na água e sal, comercializado em Piranhas (A) e (*Litopenaeus vannamei*) fresco, nas feiras de e Propriá (B) e Penedo (C)

Fonte: Portela-Silva *et al.* (2023).

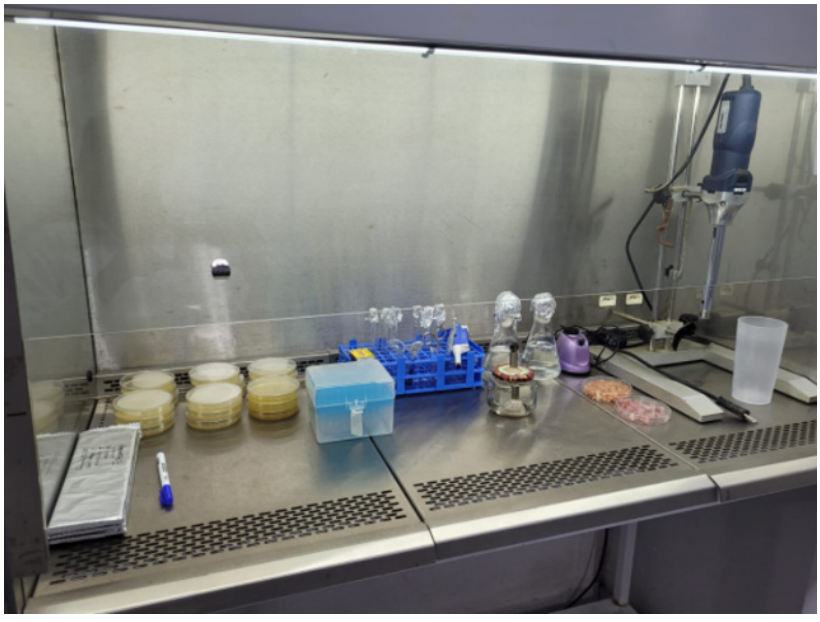
Identificação e quantificação de *Escherichia coli*, Coliformes termotolerantes, *Staphylococcus aureus, Salmonella* spp e bolores

A inoculação (figura 5) e quantificação de *Escherichia coli*, Coliformes termotolerantes, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella spp* foram realizadas usando placas estéreis para detecção e quantificação microbiológica, utilizando matrizes tipo CompactDry EC (E. Coli e Coliformes), CompactDry XSA (S. aureus) e CompactDry SL (*Salmonella spp*) da Nissui Pharmaceutical®.

A primeira etapa da análise consistiu na preparação e diluição das amostras coletadas, em que 25 g de cada amostra foram homogeneizados em 225 mL de água peptonada a 0,1%, que corresponde à solução mãe (figura 6), e foram realizadas diluições seriadas de 10-1 até 10-3. Em seguida, utilizou-se a técnica de plaqueamento em superfície (*spread-plate*), na qual 1 mL de cada diluição foi inoculado na superfície das placas Compact Dry. As placas foram incubadas a 35°C (para *E. Coli*, Coliformes e *S. aureus*) e a 42°C (para *Salmonella spp*) por 24 horas, e os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias por grama de amostra (UFC/g).

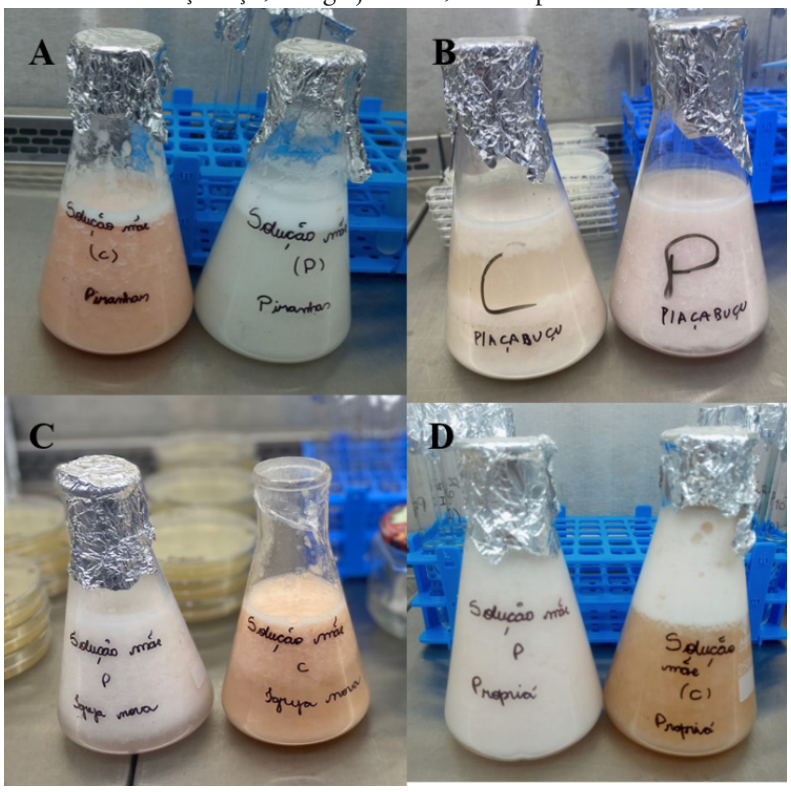
A inoculação dos fungos (figura 5) foi realizada com 1 mL de cada diluição em placas de Petri contendo Ágar Sabouraud Dextrose (SDA-Himedia®) suplementado com Tetraciclina a 0,1 µg/mL para evitar o crescimento bacteriano (Silva *et al.,* 2007). As placas foram então incubadas a 25 ± 2ºC e monitoradas por até 12 dias para observação do crescimento e posterior isolamento dos fungos. A purificação dos fungos foi realizada por meio de repiques sucessivos em SDA (Himedia®). Uma vez purificados, os isolados foram preservados sob refrigeração para posterior identificação por um taxonomista da Micoteca (URM/UFPE).

Figura 5 – Cabine de fluxo laminar higienizada, soluções de água peptonada e meios de cultura para a inoculação de amostras de pescado e identificação e quantificação de bactérias e bolores



Fonte: Portela-Silva, Xavier-Silva e Santos (2023).

Figura 6 - Amostras homogeneizadas em água peptonada (solução mãe). A: Piranhas, B: Piaçabuçu, C: Igreja Nova, D: Propriá – AL



Fonte: Portela-Silva, Xavier-Silva e Santos (2022).

Confecção e distribuição de cartilhas educativas

Além do trabalho de coleta e processamento de amostras de pescado, foi confeccionada uma cartilha contendo informações e ilustrações sobre as boas práticas de manipulação do pescado. A cartilha foi entregue aos feirantes no momento da coleta, com explicação sobre seu conteúdo.

Contagem de bactérias *Escherichia coli*, Coliformes Termotolerantes e *Staphylococcus aureus*

Na Tabela 1, encontra-se a quantificação de *Escherichia coli*, Coliformes termotolerantes e *Staphylococcus aureus* (UFC/g) nas amostras de peixe e camarão comercializados nas feiras livres, após 24 horas de incubação.

Tabela 1 – Quantificação de *Escherichia coli* (EC), coliformes termotolerantes (C) e *Staphylococcus aureus* (SA) UFC/g nas amostras de peixe e camarão após 24 horas

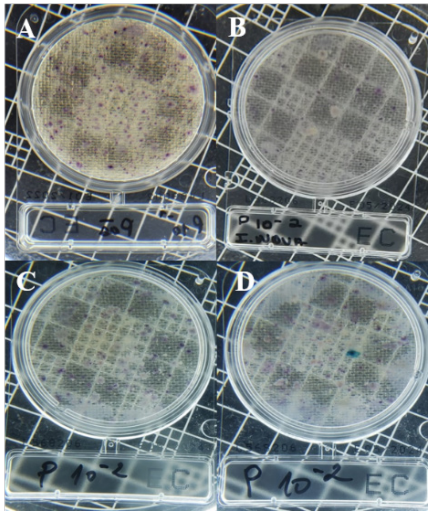
Local de coleta	Peixe			Camarão		
	EC	C	SA	EC	C	SA
Penedo	$2,8 \times 10^1$	$6,8 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$	0,0	$3,8 \times 10^1$	$7,1 \times 10^2$
Piranhas	$1,1 \times 10^1$	$3,2 \times 10^4$	$1,7 \times 10^2$	$4,6 \times 10^1$	$5,3 \times 10^1$	$3,6 \times 10^1$
Pão de açúcar	1,67	$2,8 \times 10^3$	$1,4 \times 10^2$	-	-	-
Piaçabuçu	$1,9 \times 10^2$	$1,2 \times 10^4$	$5,3 \times 10^1$	$2,0 \times 10^2$	$1,9 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$
Traipu	$3,6 \times 10^1$	$3,1 \times 10^4$	$3,2 \times 10^3$	-	-	-
São Brás	$3,1 \times 10^2$	INC	$1,3 \times 10^3$	-	-	-
Igreja Nova	6,67	$1,5 \times 10^4$	$1,5 \times 10^2$	0,0	$6,2 \times 10^3$	$3,3 \times 10^2$
Propriá	$1,6 \times 10^2$	$5,7 \times 10^4$	$2,1 \times 10^2$	0,0	$3,4 \times 10^3$	$5,1 \times 10^1$

Fonte: Portela-Silva, Xavier-Silva (2023).

* Nº UFC = número de unidades formadoras de colônia.

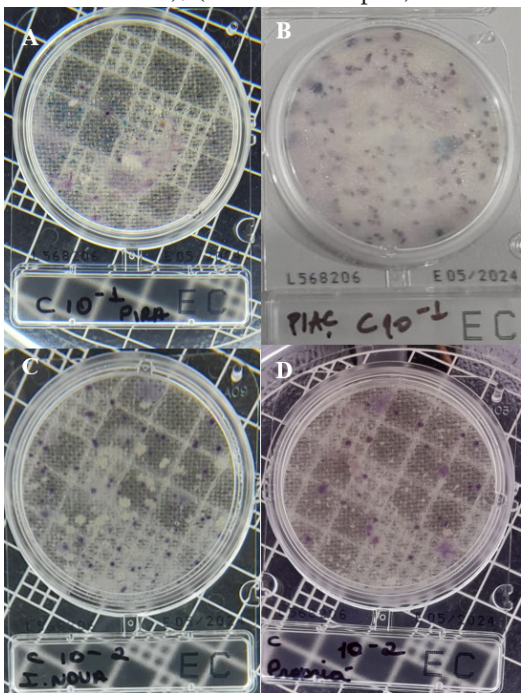
A presença de *Escherichia coli* foi observada em grande parte das amostras analisadas, com variação de $1,67 \times 10^2$ a $3,1 \times 10^2$ UFC/g nos peixes (figura 7) e de $4,6 \times 10^1$ a $2,0 \times 10^2$ UFC/g nos camarões (figura 8). Também foi detectada a presença de coliformes termotolerantes, com variação de $2,8 \times 10^3$ a incontáveis UFC/g nos peixes (figura 9) e de $3,8 \times 10^1$ a $6,2 \times 10^3$ UFC/g nos camarões. Os Coliformes termotolerantes são os principais responsáveis por doenças diarreicas e são indicativos de contaminação fecal, evidenciando condições higiênico-sanitárias inadequadas. Segundo Amaral *et al.* (2021), entre os 10 principais agentes etiológicos envolvidos em surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA), no período de 2009 a 2019, a bactéria *Escherichia coli* representou 29% do total, seguida por *Salmonella* e *Staphylococcus aureus*, com 17% e 16%, respectivamente.

Figura 7 - Culturas de *Escherichia coli* e coliformes totais isoladas de amostras de peixes (*Oreochromis niloticus*) comercializados em feiras livres (A = 10^{-1} - Pão de Açúcar), (B = 10^{-2} - Igreja Nova), (C = 10^{-2} - Piranhas); (D = 10^{-2} - Penedo)



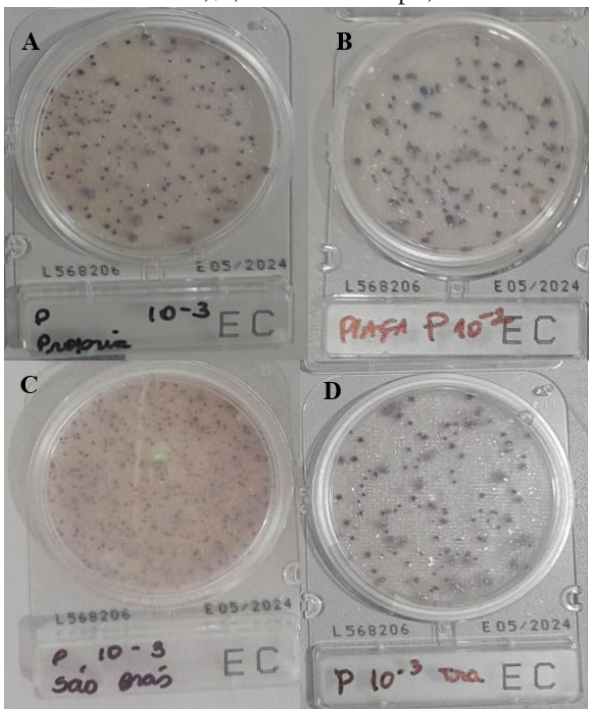
Fonte: Portela-Silva, Xavier-Silva e Santos (2022).

Figura 8 - Culturas de *Escherichia coli* e coliformes totais isolados de amostras de camarões comercializados em feiras livres (A = 10^{-1} - Piranhas), (B = 10^{-1} - Piaçabuçu), (C = 10^{-2} - Igreja Nova); (D = 10^{-2} - Propriá)



Fonte: Portela-Silva, Xavier-Silva, Santos (2022).

Figura 9 - Culturas de coliformes totais isoladas de amostras de peixes (*Oreochromis niloticus*) comercializados em feiras livres (A = 10^{-3} - Propriá), (B = 10^{-2} - Piaçabuçu), (C = 10^{-3} - São Brás); (D = 10^{-3} - Traipu)

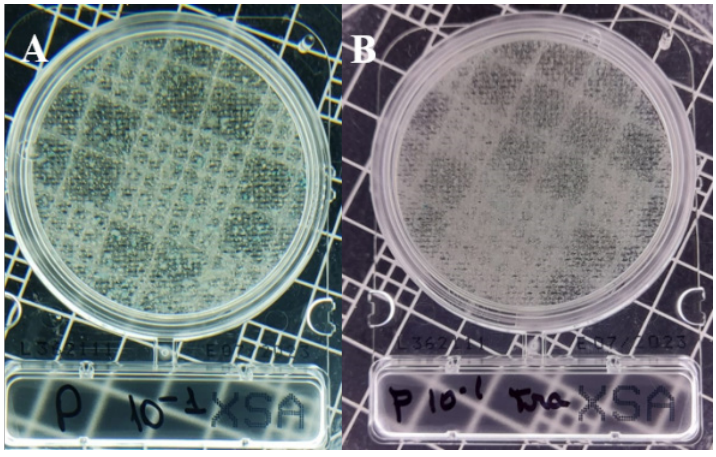


Fonte: Portela-Silva, Xavier-Silva e Santos (2022).

Apesar da identificação de *Escherichia coli* e coliformes, os peixes comercializados em todas as feiras livres/mercados estavam dentro do limite permitido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que preconiza um limite tolerável de $5x10^2$ UFC/g de *Escherichia coli*/g para pescados (peixes, crustáceos, moluscos) e miúdos (ovas, moela, bexiga natatória) crus, temperados ou não, frescos, resfriados ou congelados não consumidos crus. Por outro lado, a amostra de camarão de Piaçabuçu estava acima do limite aceitável de 10^2 UFC/g de *Escherichia coli*/g para pescados (peixes, crustáceos, moluscos) e miúdos (ovas, bexiga natatória) salgados ou salgados secos, anchovados ou em salmoura, o que indica condições higiênicas insatisfatórias, devido à contaminação microbiana de origem fecal e à eventual presença de organismos patogênicos.

A presença de *Staphylococcus aureus*, espécie do grupo da coagulase positiva, também foi identificada em todas as amostras de peixes e camarões comercializados nas feiras. No entanto, apenas as amostras de peixes de Penedo, Traipu (figura 10) e São Brás estavam acima do limite tolerável pela Anvisa, de 10^3 UFC/g de *Estafilococos coagulase* positiva/g para pescados (peixes, crustáceos, moluscos) e miúdos (ovas, moela, bexiga natatória) crus, temperados ou não, frescos, resfriados ou congelados. A legislação não menciona o limite de *Estafilococos coagulase* positiva/g para produtos salgados. É importante ressaltar que mesmo que a maioria das amostras esteja dentro do limite preconizado pela legislação, os valores encontrados devem ser considerados, pois indicam a falta de boas práticas de manipulação e podem representar um risco potencial para a saúde pública dos consumidores.

Figura 10 - Culturas de *Staphylococcus aureus* isoladas de amostras de peixes (*Oreochromis niloticus*) comercializados em feiras livres (A = 10^{-1} - Penedo), (B = 10^{-1} Traipu).



Fonte: Portela-Silva, Xavier-Silva e Santos (2022).

Identificação de *Salmonella spp*

Foi detectada *Salmonella spp*. em todas as amostras coletadas de peixes e camarão. Penedo, Igreja Nova e Propriá apresentaram um número maior de Unidades Formadoras de Colônias (UFC/g) em peixes; por outro lado, Pão de Açúcar e Traipu apresentaram menos unidades. A amostra de camarão que apresentou um número maior de UFC/g foi em Propriá; contudo, Penedo e Igreja Nova apresentaram menos unidades. Na Tabela 2 consta a ocorrência de *Salmonella spp*. nos produtos analisados em 25 g de amostras, incubadas a 42°C por 24 h. As figuras 11 e 12 mostram culturas de *Salmonella spp*. isoladas de amostras de peixes e camarão, respectivamente, evidenciando a presença dessa bactéria. A legislação vigente da Anvisa (IN 161/2022) determina

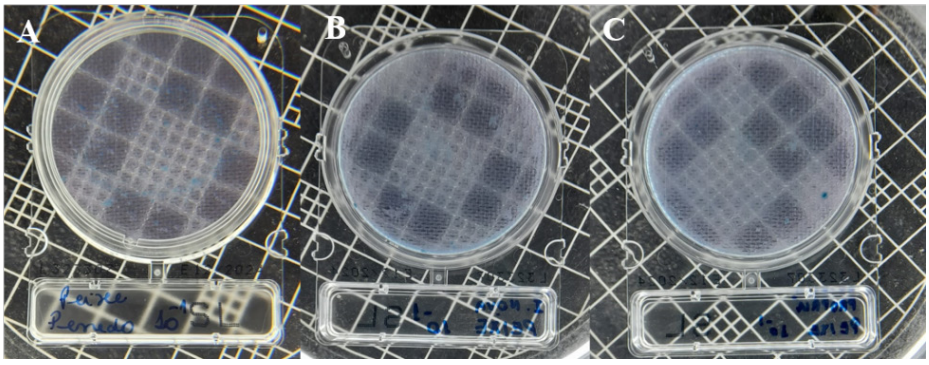
a ausência de *Salmonella spp*. em 25 g de amostra de qualquer alimento, incluindo os pescados, devido ao caráter patogênico de todas as cepas de *Salmonella*.

Tabela 2 – Identificação de *Salmonella* spp em amostras de peixe e camarão coletadas em municípios do Baixo São Francisco, após 24h de incubação, a 42°C

Local de coleta	Peixe	Camarão
	Salmonella spp	*Salmonella* spp
Penedo	Presença	Presença
Piranhas	Presença	Presença
Pão de açúcar	Presença	Presença
Piaçabuçu	Presença	Presença
Traipu	Presença	Presença
São Brás	Presença	Presença
Igreja Nova	Presença	Presença
Propriá	Presença	Presença

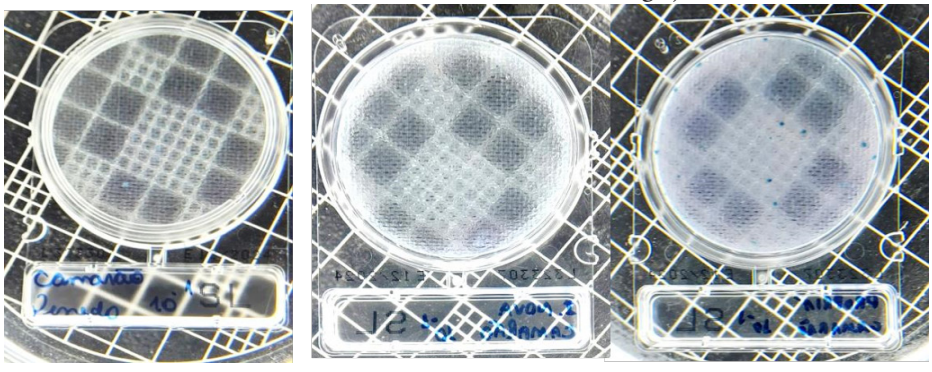
Fonte: Portela-Silva, Xavier-Silva (2023).

Figura 11 - Culturas de *Salmonella* spp isoladas de amostras de peixes (*Oreochromis niloticus*) comercializados em feiras livres (A = 10^{-1} - Penedo), (B = 10^{-1} - Igreja Nova), (C = 10^{-1} - Propriá)



Fonte: Portela-Silva, Xavier-Silva e Santos (2023).

Figura 12 - Culturas de *Salmonella* spp isoladas de amostras de camarões (*Litopenaeus vannamei*) comercializados em feiras livres (A = 10^{-1} - Penedo), (B = 10^{-1} - Igreja Nova), (C = 10^{-1} - Propriá)



Fonte: Portela-Silva, Xavier-Silva e Santos (2023).

A contaminação por *Salmonella spp*., quando presente em pescados, pode ocorrer devido à manipulação inadequada ou à contaminação do ambiente de onde foram originados, devido à falta de saneamento básico ou ao descarte inadequado de dejetos animais e humanos,

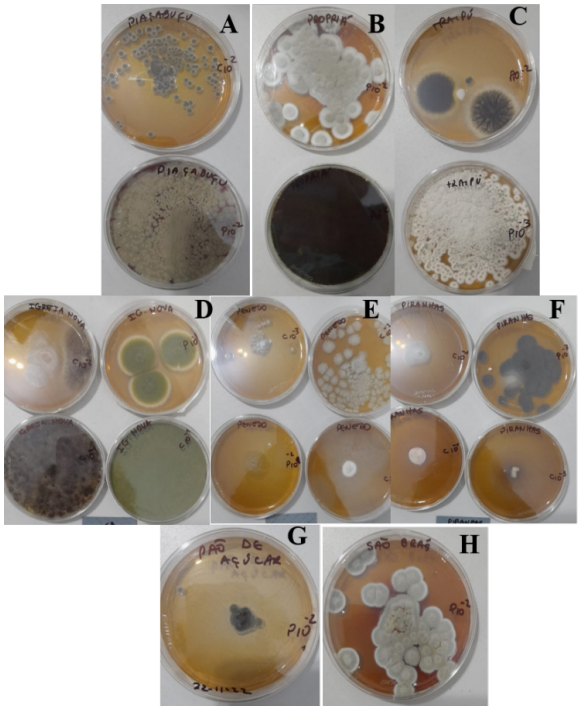
contribuindo para a poluição desses ambientes (Gazal *et al.,* 2018). De acordo com Fernandes *et al.* (2018), *Salmonella spp*. é uma bactéria causadora de infecções alimentares graves que pode ser introduzida na cadeia do pescado por manipulação e higiene imprópria, ou pelo contato do pescado com águas contaminadas. Almeida e Morales (2021), ao analisarem 30 amostras de peixes comercializados no mercado público do município de Itacoatiara/AM, identificaram a presença de *Salmonella spp*. em 83,3% das amostras. Amaral *et al.* (2021), ao estudarem a situação epidemiológica dos surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) no Brasil de 2009 a 2019, identificaram que, entre os 10 principais agentes etiológicos envolvidos, a bactéria *Escherichia coli* representava 29% do total, seguida por *Salmonella spp*. e *Staphylococcus aureus*, com 17% e 16%, respectivamente. Dentre os alimentos envolvidos nesses surtos, pescados, frutos do mar e produtos processados contribuíram com 2,18%.

A contaminação por *Salmonella spp*. do ponto de vista sanitário indica que o alimento está impróprio para o consumo humano, sendo um fator de risco para a saúde dos consumidores, por estar fora dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira.

Contagem e isolamento de fungos filamentosos

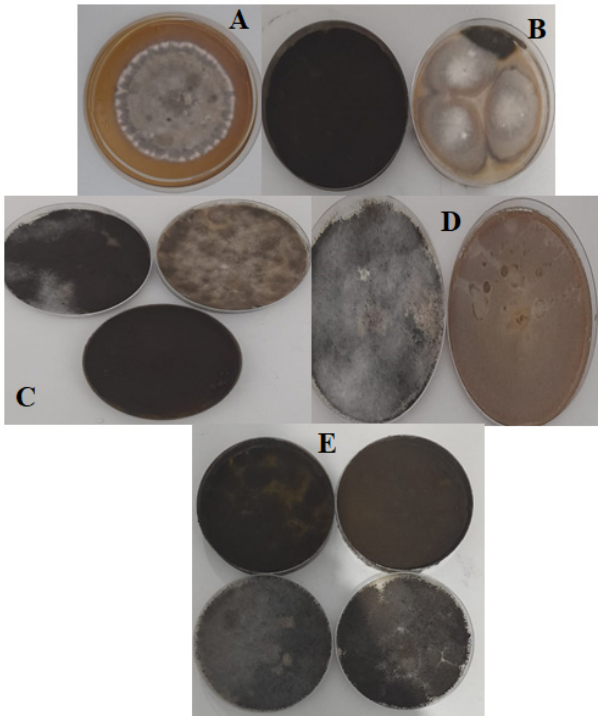
Foram obtidas 13 amostras de pescado (peixe e camarão) das 8 cidades visitadas pela V e VI Expedição Científica do São Francisco (anos 2022 e 2023); em todas as amostras houve crescimento fúngico (figuras 13 e 14), exceto nas amostras dos municípios de Propriá, Pão de Açúcar e Piranhas no ano de 2023. Na Tabela 3, estão quantificadas as Unidades Formadoras de Colônia (UFCs) encontradas nas amostras de pescado durante as duas expedições.

Figura 13- Colônias de fungos filamentosos isolados do pescado, coletadas em feiras livres de municípios do Baixo São Francisco, no ano 2022, após 10 dias de crescimento (27 ± 1ºC). A- Propriá; B- Traipu; C- Piaçabuçu; D- Igreja Nova; E- Penedo; F- Piranhas; G- Pão de Açúcar; H- São Brás



Fonte: Portela-Silva, Matos e Xavier-Silva (2022).

Figura 14- Colônias de fungos filamentosos isolados do pescado, coletadas em feiras livres de municípios do Baixo São Francisco, no ano 2023, após 10 dias de crescimento (27 ± 1ºC). (A- São Brás, B- Igreja Nova, C- Traipu, D- Penedo, E- Piaçabuçu)



Fonte: Portela-Silva e Xavier-Silva (2023).

Tabela 3 - Quantificação de Unidades Formadoras de Colônia (UFCs) em amostras de pescado de feiras livres de municípios do Baixo São Francisco

Local de coleta	Peixe	Camarão	Peixe	Camarão
	*N° UFCs (Ano 2022)		*N° UFCs (Ano 2023)	
Penedo	$5{,}11x10^2$	$1{,}30x10^2$	$0{,}22x10^1$	$1{,}33x10^1$
Piranhas	$6{,}41x10^2$	$6{,}75x10^2$	0	0
Pão de Açúcar	$2{,}10x10^1$	*X	0	0
Piaçabuçu	$6{,}66x10^1$	$1{,}22x10^1$	$1{,}22x10^1$	$0{,}22x10^1$
Traipu	$1{,}55x10^2$	X	$4{,}11x10^1$	X
São Brás	$1{,}22x10^1$	X	$0{,}11x10^1$	X
Igreja Nova	$7{,}44x10^1$	$4{,}85x10^2$	$6{,}44x10^1$	$1{,}2x10^1$
Propriá	$7{,}9x10^1$	$2{,}22x10^2$	0	0

* Nº UFCs = número de unidades formadoras de colônia; X= não amostrado.

Fonte: Portela-Silva, Xavier-Silva (2023).

Em 2022, foram isoladas 20 culturas fúngicas de todas as cidades amostradas, conforme pode ser visualizado pelo aspecto macroscópico das colônias (figura 13). As amostras de peixe obtidas dos municípios de Penedo, Piranhas e Traipu foram as mais abundantes em bolores; quanto à presença de fungos no camarão, Penedo, Piranhas, Igreja Nova e Propriá apresentaram maior número de UFCs. Pão de Açúcar, Piaçabuçu e São Brás foram os municípios com menos isolados encontrados.

Em 2023, foram isoladas 12 culturas fúngicas de todas as cidades amostradas, conforme pode ser visualizado pelo aspecto macroscópico das colônias (figura 14). As cidades de Igreja

Nova e Traipu tiveram as amostras de peixe mais abundantes em bolores; no camarão, Penedo e Igreja Nova se destacaram pelo número de UFCs. Não foram encontrados bolores nas amostras de Piranhas, Pão de Açúcar e Propriá.

Os fungos filamentosos foram isolados e identificados como pertencentes aos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Pithomyces*, *Talaromyces*, *Cladosporium* e *Neosartorya*; sendo que os dois primeiros foram os mais frequentemente encontrados nas amostras. A legislação atual não especifica o número máximo de UFCs de fungos filamentosos (bolores) e leveduras no pescado, nem a taxa de metabólitos por eles produzidos, exceto para outros tipos de carne; entretanto, como referência, é utilizado o limite máximo permitido para produtos alimentícios com condições de atividade de água semelhantes, que é de no máximo 104 UFC/g (RDC 2022; IN º 161; Brasil, 2022). Assim, os resultados deste estudo indicam níveis de contaminação aceitáveis, pois todas as amostras analisadas apresentaram níveis variando de 0 a 6,75x102 UFC/g.

Os municípios de Penedo, Piaçabuçu, Igreja Nova e Traipu necessitam de atenção especial, pois, apesar de observar-se uma redução no número de unidades formadoras de colônias de um ano para o outro, ainda há uma quantidade significativa de bolores no pescado comercializado na região. As condições higiênico-sanitárias durante a manipulação estão diretamente relacionadas à contaminação por microrganismos. Portanto, destaca-se a importância da manutenção das boas práticas de manipulação ao longo de toda a cadeia produtiva, visando à redução dos riscos de contaminação para o consumidor (Oliveira *et al.,* 2019).

Entre os gêneros de fungos isolados, foram encontrados *Aspergillus* e *Penicillium*, conhecidos por serem produtores de micotoxinas, que são metabólitos fúngicos termotolerantes. De maneira similar, amostras de camarão *Macrobrachium amazonicum* provenientes de feiras no estado do Pará/Brasil também apresentaram fungos filamentosos, sendo Aspergillus Micheli (29%) e Penicillium Link (22%) os mais frequentes (Oliveira *et al.,* 2019). Esses gêneros são amplamente estudados devido à capacidade de produzir toxinas. Entre as principais micotoxinas destacam-se aflatoxina, ocratoxina e fumonisina (Sun *et al.,* 2015; Munawar *et al.,* 2019), todas com potencial hepatotóxico, carcinogênico, nefrotóxico e teratogênico em animais e humanos.

Com base nos resultados obtidos, é crucial reforçar junto a prefeituras e secretarias dos municípios visitados a importância da manutenção da qualidade e da segurança do pescado, bem como das condições adequadas de trabalho.

Confecção e distribuição de cartilhas

A cartilha educativa contendo informações sobre as boas práticas de manipulação do pescado (figura 15) foi elaborada com o objetivo de fortalecer o trabalho junto aos feirantes durante a coleta de amostras, de maneira clara e ilustrada. O material inclui texto com linguagem adequada ao público feirante, imagens ilustrativas sobre o acondicionamento e a conservação do pescado no gelo, além de instruções sobre lavagem das mãos e limpeza do local de trabalho.

Conforme o material que foi distribuído, houve também interação com os feirantes para explicar a cartilha, fornecer orientações e esclarecer dúvidas (figura 16). Recomenda-se ainda reforçar o apoio junto às prefeituras e secretarias dos municípios visitados, enfatizando a importância da manutenção da qualidade e da segurança do pescado, assim como das condições adequadas de trabalho. Dessa forma, será possível assegurar um pescado de melhor qualidade e mais seguro para o consumidor final.

Figura 15 - Cartilha Boas Práticas de Manipulação do Pescado para Feirantes

Fonte: https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/publicacoes/cartilhas-educativas/cartilha-pescado-expedicao-cientifica.pdf/view.

Figura 16- Distribuição da *Cartilha de Boas Práticas de Manipulação do Pescado para Feirantes*, em Penedo/AL

Fonte: Portela-Silva, Matos, Xavier-Silva e Santos (2022).

Considerações finais

A avaliação microbiológica do pescado comercializado nas feiras livres/mercado em questão sugere contaminação do meio ambiente e da cadeia de produção do pescado, condições higiênico-sanitárias insatisfatórias e risco de doenças veiculadas ao consumo do pescado. A ameaça pode ser reduzida pela adoção de boas práticas de manipulação e pela construção/reestruturação de instalações adequadas para a comercialização, de modo a atender à legislação vigente. Considera-se urgente a realização de cursos de capacitação para manipulação e processamento do pescado, além do cumprimento das exigências legais para o funcionamento, associadas à fiscalização pelos órgãos competentes.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Instrução Normativa IN nº 161**, de 1º de julho de 2022. Brasília: Ministério da Saúde, 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 216,** de 15 de setembro de 2004. Brasil: Ministério da Saúde, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 724**, de 1º de julho de 2022. Brasília: Ministério da Saúde, 2022.

ALMEIDA, P., C.; MORALES, B., F. Análise das condições microbiológicas e higiênico-sanitárias da comercialização de pescado em mercados públicos de Itacoatiara, Amazonas, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.3, p. 32247-32269, 2021.

AMARAL, S. M. B. *et al.* Panorama dos surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil no período de 2009 a 2019. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v.2, n.11, 2021.

ATAYDE, H.M. *et al*. Fungos toxigênicos e micotoxinas na alimentação de peixes: uma revisão. **Scientia Amazonia**, v. 3, n.3,59-71, 2014.

BARRETO, N. S. E. *et al.* Qualidade microbiológica e físico-química do camarão salgado, seco e defumado comercializado em Cruz das Almas, Recôncavo da Bahia. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 4, n. 2, p. 1-7, 2016.

EVANGELISTA-BARRETO, N. S. *et al*. Condições higiênicos sanitárias e grau de frescor do pescado comercializado no mercado de peixe em Cachoeira, Bahia. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.11, n.1, p. 60-74, 2017.

FERNANDES, D. V. G. S. *et al.* S. *Salmonella* spp. in the fish production chain: a review. **Ciência Rural**, v.48, n. 08, e20180141, 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of World Fisheries and Aquaculture - Meeting the sustainable development goals.** Rome: FAO, 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Worldwide regulations for mycotoxins 1995 -** a compendium FAO food and nutrition paper. Roma FAO, 1997.

GAZAL, L. E. S. *et al.* G. *Salmonella sp*. em peixes – qual a importância para sanidade em pescado? **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 24, ns.1/2, p. 55-64, 2018.

MARQUES, P., R., C., TRINDADE, R., V., R. Panorama epidemiológico dos surtos de doenças transmitidas por alimentos entre 2000 e 2021 no Brasil. **Rev. Multi. Saúde**, v3. n.3, 2022.

MUNAWAR, H.; KARIM, K.; PILETSKY, S.A. Utilization of synthetic antibody for fumonisin determination in feed and food. **Wartazoa**, v. 29, n. 2, p. 51-60, 2019.

OLIVEIRA, C.E.S *et al.* Diversidade fúngica presente em amostras de camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) salgado e seco comercializado em Santarém-Pará. **Scientia Amazonia**, v. 8, n.2, CAm45-CAm55, 2019.

SANTOS, E.J.R. *et al*. Qualidade higiênico-sanitária de tambaqui (*Colossoma macropomum*) comercializado na cidade de São Luís-MA. **Ciência Animal Brasileira,** v. 20, 1-12, e-46537, 2019.

SANTOS, G.M.C.; PEREIRA, M.O.; SILVA, H.L.A. Qualidade microbiológica e importância das boas práticas de fabricação de sashimis comercializados no Brasil: revisão sistemática de literatura. **Revista Saber Digital**, v. 14, n. 3, p. 55, 2021.

SILVA, N. *et al.* **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água.** São Paulo: Editora Varela, 2007.

SUN, W. *et al*. A reliable liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for simultaneous determination of multiple mycotoxins in fresh fish and dried seafoods. **Journal of Chromatography**, v. 1387, n. 1, p. 42-48, 20115.

CAPÍTULO 6

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM MUNICÍPIOS DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Fábio Francisco da Silva[31], Hanna Francyelle Barbosa Costa[32], Anita Neves Santisteban[33], Lívia Almeida de Souza[34], Alexandre Santos da Costa[35], Alice da Silva Monteiro[36], Themis de Jesus da Silva[37], Emerson Carlos Soares[38]

Resumo: A qualidade da água dos corpos hídricos pode ser analisada considerando alterações físicas, químicas e biológicas relacionadas a atividades humanas ou fenômenos naturais. Através das coletas realizadas durante as V e VI Expedições Científicas do São Francisco, em 2022 e 2023, buscou-se compreender a condição da água em oito municípios localizados na calha principal do Rio São Francisco, após o período de elevação das vazões (2021 e 2022). Como indicadores ambientais, foram adotados os padrões estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). As amostras de água captadas no Baixo São Francisco são fortemente influenciadas pelo ritmo do fluxo da vazão proporcionada pela hidroelétrica de Xingó e pelo regime de precipitação nas cabeceiras de tributários temporários, geralmente bastante degradados. A elevada presença de coliformes totais e *E. coli* em todos os pontos avaliados, mesmo após períodos de grande renovação de água, traz um alerta para o aparecimento de parasitoses e doenças gastrointestinais, por exemplo. Apesar dos fatores negativos encontrados neste estudo, alguns parâmetros como salinidade, amônia, potássio, nitrito etc., observados na água obtiveram sensível melhora em relação aos anos anteriores a este estudo. Contudo, devido fatores como diminuição das vazões, adensamento populacional, ausência de políticas de saneamento básico e de educação ambiental, o cenário no Baixo São Francisco é degradante, carecendo de ações efetivas e contínuas, para mitigar os impactos neste importante ecossistema.

Palavras-chave: Poluição aquática; Limnologia; Baixo São Francisco.

Introdução

O Rio São Francisco nasce em Minas Gerais, na Serra da Canastra, e chega à sua foz, no Oceano Atlântico, entre Alagoas e Sergipe, percorrendo cerca de 2.800 km de extensão. A região envolve parte do semiárido, abrangendo aproximadamente 58% do território da sua bacia

31 Mestre em Zootecnia, Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

32 Mestra em Recursos Hídricos e Saneamento (Ctec/Ufal), Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática (Laqua), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

33 Graduanda em Zootecnia, Laboratório de Aquicultura Ecologia Aquática (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

34 Graduanda em Zootecnia, Laboratório de Aquicultura Ecologia Aquática (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

35 Graduando em Agroecologia, Laboratório de Aquicultura Ecologia Aquática (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

36 Mestra em Recursos Hídricos e Saneamento (Ctec/Ufal), Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática (Laqua), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

37 Professora Associada III, Laboratório de Aquicultura Ecologia Aquática (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

38 Professor Associado IV, Laboratório de Aquicultura Ecologia Aquática (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

hidrográfica (Ana, 2015). Esta região está dividida em quatro unidades hidrográficas: Alto São Francisco, Médio São Francisco, Submédio São Francisco e Baixo São Francisco.

Segundo Lustosa *et al.* (2008), no Baixo São Francisco, há elevação das atividades agrícolas e turísticas que dependem da boa qualidade ambiental do Rio São Francisco. No entanto, são notáveis os impactos negativos em toda a sua extensão, incluindo o desmatamento de suas margens, a poluição de origem doméstica, o uso de agrotóxicos e fertilizantes na agricultura (Carvalho, 2009), e a predominância de grandes hidrelétricas com políticas de controle diário de liberação de água, visando atender ao setor elétrico nacional. Essas práticas provocam alterações hidrológicas, transformando sistemas lóticos em ambientes lênticos, aumentando os processos de eutrofização e reduzindo a capacidade de diluição de compostos lançados no rio.

A gestão dos recursos hídricos requer um maior controle das águas do Velho Chico, desde a outorga até a cobrança pelo uso e monitoramento contínuo, devido à sua grande importância em atividades como irrigação, agricultura, abastecimento de água, pesca e navegação. Isso demanda conciliação entre os diversos usos da água e a manutenção de sua qualidade para a população e organismos aquáticos. Com o crescimento da agricultura e o uso de agroquímicos, a poluição resultante de efluentes lançados sem tratamento agrava os problemas ambientais na bacia do rio, como o aumento do assoreamento e a degradação de solos não manejados adequadamente (Ana, 2021).

A poluição difusa em bacias hidrográficas tem consequências como a concentração de nutrientes e metais, frequentemente acima dos limites estabelecidos por normas ambientais. De acordo com Grizzetti *et al.* (2016), a poluição de corpos d'água pode ser atribuída a fatores como produtos químicos, patógenos, salinização e sedimentos. Muitos desses contaminantes são altamente tóxicos e persistem em ambientes como ar, água, solo e sedimentos mesmo em baixas concentrações (Saquib *et al.*, 2021).

Além disso, a expansão desordenada da população próxima aos corpos hídricos tem causado grandes alterações na rede de drenagem, como o desaparecimento de alguns canais naturais e a artificialização de outros. Segundo Melo *et al.* (2020), o descarte inadequado de diferentes Fontes contribui para a degradação desses corpos d'água, afetando as características do solo e da água e contaminando o meio ambiente.

A qualidade da água dos corpos d'água pode ser analisada através de investigações que consideram alterações físicas, químicas e biológicas relacionadas a atividades humanas ou fenômenos naturais (Britto *et al.,* 2018). Indicadores microbiológicos específicos, como os da família *Enterobacteriaceae* (Mattos; Silva, 2002), são úteis em estudos limnológicos, pois os coliformes, originados de fezes animais, se multiplicam mais facilmente na água e são de grande preocupação para a saúde pública, estando diretamente associados a várias doenças intestinais infecciosas em humanos (Andrade, 2008; Nascimento; Araújo, 2013).

Quanto aos parâmetros físico-químicos, estes são determinados pelas características específicas de cada bacia hidrográfica, como clima, geologia, relevo, uso e cobertura vegetal, matéria orgânica e inorgânica na água (Sperling, 2005). Entre os parâmetros mais comumente avaliados estão o oxigênio dissolvido (OD), os sólidos totais dissolvidos (TDS), o pH, a temperatura, a condutividade elétrica (CE), os compostos nitrogenados, o fósforo, o nitrato, a turbidez, os sulfatos, a salinidade, além de outros íons (ferro, manganês, cobre, zinco, arsênio, por exemplo).

Portanto, considerando os desafios em relação à qualidade e à disponibilidade de água para consumo humano, abastecimento urbano e dessedentação animal, a avaliação hídrica dentro dos padrões regulatórios é crucial para caracterizar o meio aquático e avaliar fatores que podem

impedir o uso da água para abastecimento humano, produção de alimentos, entre outros, além de proteger as comunidades aquáticas e promover políticas públicas de fiscalização.

Como indicadores ambientais e de qualidade da água, foram adotados os padrões estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) 357/05, que define a classificação das águas doces em diferentes classes de uso, como abastecimento doméstico após tratamento simplificado, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças consumidas cruas, entre outros usos (Ana, 2015).

Adicionalmente, os dados também são discutidos à luz da Portaria 1.469 - Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade, bem como da consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017, que adota padrões microbiológicos para avaliação da potabilidade e aceitabilidade da água para consumo humano.

No âmbito das V e VI Expedições Científicas do São Francisco, buscou-se compreender a qualidade da água em oito municípios localizados na calha principal do Rio São Francisco.

Coletas de amostras

As coletas foram realizadas na região do Baixo São Francisco nos municípios de Piranhas (AL), Pão de Açúcar (AL), Traipu (AL), São Brás (AL), Propriá (SE), Igreja Nova (AL), Penedo (AL) e Piaçabuçu (AL), durante a V e VI Expedições Científicas realizadas entre os dias 3 e 12 de novembro de 2022 e de 20 de novembro a 1 de dezembro de 2023, respectivamente.

Para efeito de comparação com as vazões praticadas pelas hidroelétricas, foram observadas as médias baseadas nos três meses anteriores e durante a realização das expedições científicas, ou seja, nos meses de setembro, outubro e novembro de cada ano.

Em cada município, foram coletadas amostras de água na superfície (cerca de 50 cm de profundidade da lâmina d'água) a montante, no ponto do barco (área central da cidade) e a jusante com auxílio da garrafa de Van Dorn.

As análises foram realizadas no Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas (Laqua/Ceca/Ufal), Alagoas, Brasil.

Análise dos parâmetros físico-químicos da água

As amostras foram armazenadas em recipientes estéreis de polietileno com volume útil de 250 mL. As garrafas estavam devidamente identificadas e foram mantidas sob refrigeração em caixas térmicas durante a coleta até serem transportadas para o laboratório, onde foram armazenadas em refrigerador a 8°C até o momento da avaliação.

As variáveis físico-químicas: oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), temperatura da água (°C), turbidez (FNU), condutividade elétrica (µS/cm), potencial de óxido-redução (ORP), totais de sólidos dissolvidos (TDS) e salinidade (PSU), foram medidas in situ utilizando duas sondas multiparâmetros (modelos HI 9829 e HI 98494, ambos da HANNA *Instruments*) (figura 1).

Os parâmetros químicos e metais como nitrito (NO2-), amônia (NH3-N), fósforo (P), potássio (K), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu) foram analisados em laboratório por espectrofotometria, utilizando o espectrofotômetro HI83399 da HANNA *Instruments*, espectrofotômetro modelo HI 839800 e espectrofotometria UV com comprimento de onda de 110 a 1300 nm (Kasvi e Merck®).

Figura 1 - Análise das vaiáveis físico-químicas e coleta de água da V e VI Expedição Cientifica do Baixo São Francisco

Amostra de água | Análise físico-química | Sonda multiparamétrica

Fonte: Laqua (2023).

Análise microbiológica (Coliformes totais e *Escherichia coli)*

Para as análises de coliformes totais e *E. coli*, as amostras de água foram coletadas em frascos de polietileno de 250 mL e refrigeradas até a análise. No laboratório, as análises foram realizadas seguindo o protocolo descrito no kit Aquateste Coli (ONPG-MUG; LaborClin - BRASIL), registrado na Anvisa sob o número 100.970.10.149. Para isso, a cada 100 mL de amostra, foi adicionado um flaconete de meio de cultura, conforme protocolo da empresa. Após completa diluição, alíquotas de 20 mL foram transferidas para 5 tubos de vidro estéreis.

Em seguida, as alíquotas foram incubadas em estufa bacteriológica a 35 ± 0,5°C por 24 horas. A presença de coliformes totais foi confirmada visualmente pelo desenvolvimento de cor amarela no meio de cultura, enquanto a presença de *E. coli* foi detectada pela observação de fluorescência azul esverdeada emitida pela amostra quando exposta à luz UV (365 nm) em câmara escura (figura 2).

Figura 2 - Incubação em estufa bacteriológica por 24 horas, em seguida leitura em câmara escura

Estufa bacteriológica | Câmara escura (luz UV 365nm)

Fonte: Laqua (2023).

A análise quantitativa foi realizada após a contagem de tubos positivos usando a **Tabela** de Número Mais Provável/100mL (NMP), (Tabela 1), conforme descrito no kit do Aquateste Coli.

Tabela 1 - Número mais provável NMP /100mL

Tubos positivos	NMP/100mL
0	< 1,1
1	1,1
2	2,6
3	4,6
4	8
5	> 8

Fonte: Aquateste Coli (2018).

Para os indicadores ambientais e microbiológicos da qualidade da água, foram adotados os padrões estabelecidos pela Resolução Conama 357/05, que classifica as águas doces na Classe 1. Além disso, foram consideradas a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, e a Resolução Conama n° 274, de 2000.

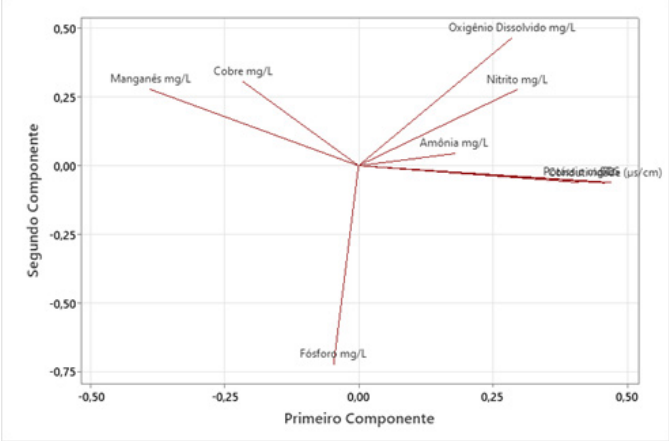
Análises estatísticas

Após aplicar o teste de normalidade e não encontrar problemas para testes paramétricos, foi utilizada uma ANOVA de uma via com pós-teste de Tukey, quando apropriado. Para o tratamento estatístico, foram empregados os *softwares Excel* 2016 e o programa *Minitab* (*Microsoft*, versão 22.1). Para efeito estatístico, foram considerados significativos os valores com $P < 0,05$. Análises de PCA (Análise de Componentes Principais) – estatística não paramétrica (Distância Euclidiana e método de Ward) foram realizadas para verificar as correlações mais fortes entre os parâmetros de qualidade da água. O dendrograma também foi construído para comparar as similaridades entre os municípios quanto à qualidade da água.

Para efeito de comparação nos resultados e discussão, as vazões médias estabelecidas para o ano de 2022 (janeiro a novembro) foram de 1.934 m³/s, com média trimestral (setembro, outubro e novembro) de 1.385 m³/s. Já no ano de 2023, a média anual (janeiro a novembro) foi de 1.240 m³/s, com média trimestral (setembro, outubro e novembro) de 1.375 m³/s.

Na análise multivariada de componentes principais (figura 3), o oxigênio dissolvido, os TDS, nitrito, amônia e condutividade elétrica explicam 85% do padrão de qualidade de água encontrada nos anos de 2022 e 2023 nos municípios avaliados. Dessa forma, essas variáveis serão abordadas com mais ênfase em relação às demais.

Figura 3 - Similaridades entre variáveis de qualidade de água através da análise de componentes principais



Fonte: Soares (2024).

Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio (O_2), assim como o dióxido de carbono, difunde-se a partir de concentrações iguais do ar atmosférico para o interior da água, sendo que a quantidade deste último composto é 25 vezes maior que a do primeiro. Devido à água ser mais viscosa que o ar, a difusão do oxigênio é 10.000 vezes menor, implicando maior esforço pelos organismos aquáticos para captar oxigênio dissolvido, com adaptações fisiológicas dos órgãos respiratórios, como aumento da superfície das brânquias e movimentação sanguínea das lamelas branquiais em contrafluxo da água para melhor oxigenação do sangue, pois aproximadamente 80% do oxigênio captado inicialmente é perdido enquanto circula entre os rastros branquiais (Schmidt-Nielsen, 2002).

O oxigênio dissolvido é um importante indicador das condições de poluição por matéria orgânica e da sobrevivência de espécies aeróbias. Quando em concentrações mais baixas, pode conferir características indesejáveis ao corpo hídrico, tornando-o inadequado para o abastecimento público. Uma água não poluída deve estar saturada de oxigênio. Por outro lado, baixos níveis de oxigênio dissolvido podem indicar grande atividade bacteriana decompondo matéria orgânica lançada no ambiente aquático (Mota, 2012). Os valores de referência preconizados pela legislação Conama 357 são de 5 mg/L.

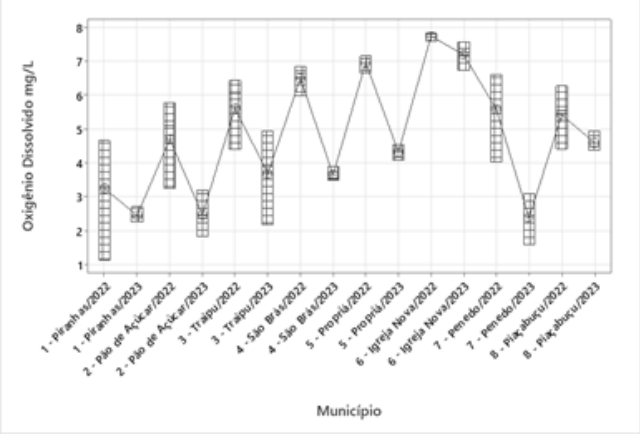
As análises desta variável revelaram diferenças significativas na distribuição entre os municípios estudados ($p < 0,05$). Valores médios mais elevados foram encontrados em todos os municípios em 2022 comparados a 2023 (Teste de Tukey, $p < 0,05$). Os valores mais altos desta variável foram observados em Igreja Nova, AL (média de 7,20 – 7,74 mg/L em 2022 e 2023, respectivamente), seguidos pelos municípios de Propriá, SE (6,96 ± 0,45 mg/L), e São Brás, AL (6,50 ± 0,32 mg/L), todos no ano de 2022, sem diferenças significativas entre eles. Como segunda faixa de teores mais altos de oxigênio, os municípios de Traipu, Penedo e Piaçabuçu apresentaram média de 5,50 ± 0,24 mg/L em 2022. A partir de Pão de Açúcar em 2022, os valores deste parâmetro ficaram abaixo do preconizado pela Resolução Conama 357, ou seja, abaixo de 5,0 mg/L, com média de 4,73 ± 0,40 mg/L, seguidos por Piaçabuçu e Propriá, ambos em 2023, com média de 4,40 ± 0,30 mg/L.

É importante destacar que Igreja Nova foi a única exceção em 2023, apresentando teores significativamente acima de 5,0 mg/L de OD, enquanto os demais municípios mostraram uma piora significativa, com destaque negativo para Penedo e Piranhas (média de 2,40 ± 0,2 mg/L). A região de Chinaré (Igreja Nova) caracteriza-se por ser uma pequena comunidade com poucos lançamentos de efluentes, além de áreas com maior e menor velocidade de corrente, favorecendo um melhor aporte de oxigênio dissolvido.

A diminuição nos valores de oxigênio dissolvido pode ser atribuída à menor defluência das vazões em 2023. Além disso, em 2022, as vazões atípicas acima de 3.500 m^3/s durante aproximadamente três meses e o maior volume de chuvas devido ao fenômeno La Niña proporcionaram uma maior renovação da água e limpeza do leito da calha principal, contribuindo para um maior poder diluente de substâncias em decomposição. No entanto, após a normalização das vazões no ano seguinte, uma grande quantidade de lixo e matéria orgânica, provenientes dos esgotos das cidades e/ou carreadas pelos afluentes, com alto grau de degradação decorrentes do manejo inadequado de solos com uso de agroquímicos (rios Piauí, Traipu, Ipanema, etc.), aumentou o assoreamento no Velho Chico, acumulando sedimento na calha principal do rio e diminuindo o poder de ciclagem de nutrientes. Além disso, fatores como a retenção de água pelas represas (sistema lêntico) alteram a dinâmica da água, que tem reflexos especialmente na região de Propriá e Penedo.

A hipótese para os baixos índices de OD encontrados em Piranhas (figura 4) pode ser atribuída à descarga de substâncias retidas da represa de Xingó, bem como da estação de tratamento e de barragens de retenção de resíduos desativadas e sem função ambiental (no município), que devolvem uma grande quantidade de esgotos ao rio, prejudicando a qualidade da água. Outra possibilidade é a formação geológica na região, com grandes profundidades e aumento da velocidade da água, que não permite a formação de áreas de remanso onde o fitoplâncton poderia se fixar e realizar o processo de fotossíntese, liberando mais oxigênio para o meio aquático.

Figura 4 - Níveis de oxigênio dissolvido por município, avaliado nas expedições científicas de 2022 e 2023



Fonte: Soares (2024).

Cabe ressaltar que o oxigênio dissolvido pode ser influenciado negativamente por outros fatores, como o aumento da turbidez, o aumento da temperatura (águas mais quentes e com maior quantidade de matéria orgânica), e pela ação antrópica em cursos d'água (Farias, 2006).

Total de Sólidos Dissolvidos (TDS)

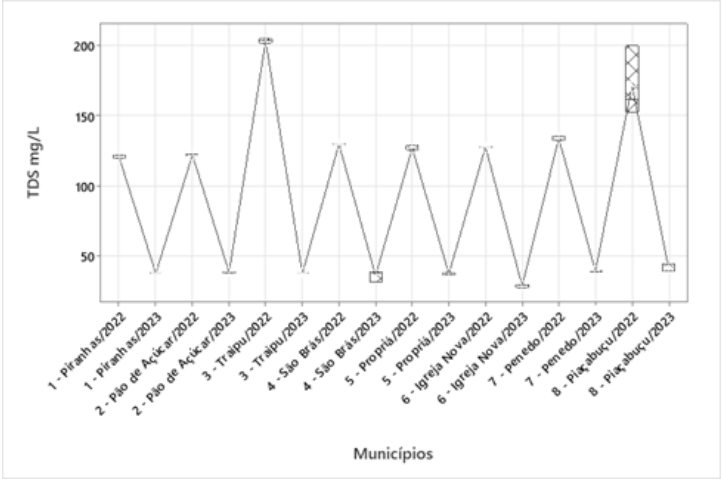
O total de sólidos dissolvidos caracteriza-se por substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas em ambiente aquático e correlaciona-se com a condutividade elétrica, sendo produtos da hidrogeoquímica e rochas sedimentares (Araújo; Oliveira, 2013). O TDS inclui, dentre outros, sais inorgânicos, dos quais podemos citar principalmente potássio, magnésio, cálcio, sódio e cloretos, afetando diretamente o sabor e odor da água. Os sólidos têm capacidade de sedimentar no leito dos rios, acabar com organismos que disponibilizam alimentos, soterrar os leitos de desova de peixes. Além disso, podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, ocasionando deterioração anaeróbica e reduzindo o nível de oxigênio nos corpos hídricos (Philippi Jr; Romero; Bruna, 2004). O valor máximo permitido de TDS em águas doces de classes 1 e 2 é 500 mg/L (Conama 357, 2005); já a legislação que estabelece padrões de potabilidade em águas nos Estados Unidos da América caracteriza o valor de até 1.000 mg/L.

Dados referentes às expedições científicas realizadas em 2020 apresentaram valores médios nos municípios de Piranhas a Igreja Nova de 40 mg/L, com valores elevados no município de Piaçabuçu que superam 2.000 mg/L (CRUZ *et al.,* 2022). Nesta campanha, o TDS não ultrapassou valores de 55,43 mg/L, excetuando os municípios de Piaçabuçu e Brejo Grande que, por influência da cunha salina e o efeito das marés, obtiveram valores superiores a 1.000 mg/L.

Entre os municípios avaliados (figura 5), destaca-se Traipu, que em 2022 apresentou valores médios de 203,66 ± 14,28 mg/L, diferindo significativamente dos demais, independentemente do ano, seguido de Piaçabuçu em 2022, expressando valor médio de 171,7 ± 11,33 mg/L. Percorrendo o rio no ano de 2022, a partir da cidade de Piranhas, Pão de Açúcar, São Brás, Propriá e Penedo, os dados indicam uma variação de TDS da ordem de 120 a 134 mg/L, não havendo diferença para esta variável.

Já em 2023, foram encontradas medidas bem inferiores às avaliadas no ano anterior (ANOVA $p < 0,05$), conferindo certa uniformidade aos valores apresentados, onde o município de Igreja Nova obteve 29,00 ± 3,00 mg/L e Piaçabuçu (distando menos de 20 km da foz) alcançou 41,67 ± 6,50 mg/L.

Figura 5 - Avaliação dos índices de TDS nos municípios estudados durante as expedições cientificas de 2022 e 2023



Fonte: Soares (2024).

As diferenças encontradas entre 2022 e 2023 para este parâmetro podem ser decorrentes das vazões praticadas em 2022, que foram bem superiores às do ano de 2023, bem como ao aumento do volume de chuva ocorrido na calha dos principais afluentes do Baixo São Francisco. Em 2022, ocorreu grande defluência das hidroelétricas (comparada à última grande enchente no perímetro ocorrida em 2009), durante mais de 4 meses, seguida de volumes de chuva acentuados na região, causando processos erosivos de solos e rochas. O incremento deste acúmulo de água em solos desnudos e sem proteção, com grande aporte de agroquímicos, lavagem de rochas e leitos secos e com grande acúmulo de sedimento, pode ter proporcionado o aumento do TDS nos primeiros 3 meses antes das coletas, conforme observado nos estudos de Bazzo e Pizzato (2011).

Em um segundo momento, já no ano de 2023, com a diminuição da precipitação e do volume de vazões, há uma tendência de depleção do valor desta variável, que fica dependente dos fenômenos das marés e da cunha salina nos municípios mais próximos ao estuário, como Penedo e Piaçabuçu. Contudo, nota-se que mesmo em áreas mais próximas à foz do Rio São Francisco, os valores encontrados são bem inferiores aos observados nos anos de 2019 e 2020.

Outro fator a se observar diz respeito às amostras avaliadas na região de Traipu, que foram superiores aos demais pontos avaliados. Deve-se avaliar a influência do rio Traipu, afluente do Velho Chico, no aumento desta variável; alguns cátions e ânions são elevados na foz deste afluente, possivelmente devido à formação rochosa, desflorestação das áreas marginais e tipo

de solo na região (Salamene *et al.,* 2011), revolvimento do solo por atividades mineradoras ou práticas inadequadas de uso e manejo de solos, que podem interferir nos valores desta variável; entretanto, esta hipótese carece de mais estudos. Conforme preconizado na legislação, os valores observados nos anos de 2022 e 2023 não ultrapassaram o limite de 500 mg/L.

Amônia (NH_3) e Nitrito (NO_2)

De um modo geral, o nitrogênio se apresenta em ambientes aquáticos nas formas de nitrato (NO3), nitrito (NO2), amônia (NH3) e nitrogênio molecular (N2), ou ainda na forma particulada orgânica através das bactérias, detritos ou comunidade de plâncton (ESTEVES, 1998). A presença de nitrogênio nos corpos hídricos advém do lançamento de efluentes ou produtos utilizados na agricultura, podendo estar na forma de nitrogênio orgânico (40%) e amônia (60%). A amonificação (processo de decomposição da matéria orgânica por organismos heterotróficos) ocorre no sedimento, no leito dos ambientes aquáticos. Em peixes, por exemplo, a absorção dos compostos nitrogenados se dá através dos aminoácidos; contudo, essa absorção não é completa, sendo eliminada pelas fezes. A parte absorvida pelo metabolismo é usada como fonte energética, resultando em amônia, que deve ser excretada pelos peixes, uma vez que sua toxicidade pode causar a morte em determinadas concentrações (Sá, 2012).

Já no ambiente aquático, este composto pode ser originado do processo de degradação biológica da matéria orgânica. Quando a amônia se apresenta em altas concentrações em águas naturais, é um indicativo de contaminação por esgoto bruto, efluentes industriais ou afluxo de fertilizantes (Silva *et al.,* 2021). Seus níveis no ambiente aquícola são preocupantes, uma vez que a presença desses compostos, mesmo em concentrações baixas, inferiores a 0,5 mg/L, demanda atenção (Pillay; Kutty, 2005).

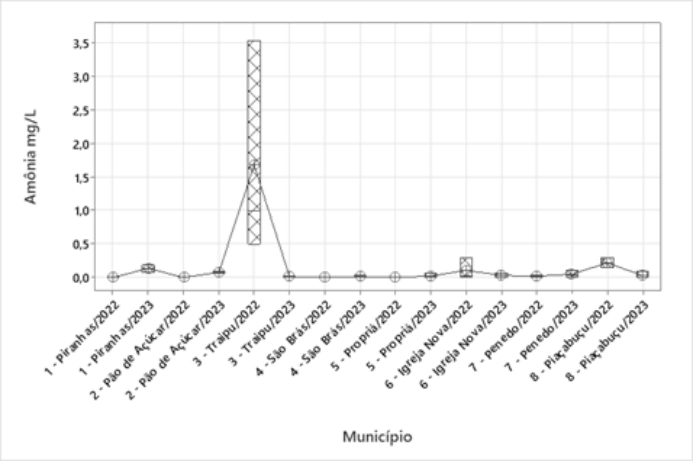
A nitrificação ocorre através de um processo em que o íon amônio atua como doador de hidrogênio e, através da oxidação desses compostos, os microrganismos obtêm os equivalentes de redução (ferro, manganês, sulfito etc.) para o processo de sua síntese. O nitrito reflete o estado de oxidação intermediário do nitrogênio e pode ocorrer tanto pela redução de nitrato quanto pela oxidação de amônio (Parron; Muniz; Pereira, 2011). Além disso, é instável na presença de oxigênio, e devido a este fato, é encontrado em pequenas quantidades em águas superficiais. A detecção do íon nitrito indica atividade biológica ativa influenciada por poluição orgânica.

Conforme Anjos; Luzzi; Storte (2019), a presença de derivados inorgânicos de nitrogênio é de grande importância, pois dependendo do derivado identificado e de suas concentrações, pode-se determinar se a contaminação naquele ambiente aquático é recente ou não. De acordo com a legislação Conama 357, classe 1 de água doce, o valor recomendado para o nitrito não deve ultrapassar 1,0 mg/L. Já para a amônia, o valor é expresso em nitrogênio amoniacal total (somatória de NH3 e NH4) e varia de acordo com o pH. Por exemplo, em pH 7,5 a 8,5, valores comuns encontrados no Baixo São Francisco, os valores desta variável variam de 2,0 a 0,5 mg/L, aumentando o pH, devido ao poder tóxico desta molécula, em soluções mais básicas. Para efeito das análises, consideraremos o valor de referência para a amônia não ionizada NH3 de 0,5 mg/L, devido à sua letalidade aumentada para organismos aquáticos em pH médio de 8,0. Já para o nitrito, valores de 0,3 mg/L já ameaçam a qualidade de vida de organismos aquáticos em períodos de vazão reduzida, altas temperaturas, diminuição da capacidade de diluição do rio (sistema mais lótico em períodos de estiagem) e pH mais elevado.

Em relação à amônia, o município de Traipu em 2022 destacou-se negativamente com valores médios superiores a 1,60 mg/L (figura 6), portanto acima dos índices recomendados

de tolerância. Esta concentração ultrapassa o limite estabelecido pela Portaria 1.469/2000 do Ministério da Saúde, que preconiza 1,5 mg/L como o valor máximo permitido para água destinada ao consumo humano. Apesar da condição relatada em Traipu, as demais áreas avaliadas, independentemente do ano, não apresentaram diferenças significativas entre elas, permanecendo abaixo dos níveis recomendados em legislação e literatura.

Figura 6 - Avaliação dos índices de amônia nos municípios estudados durante as expedições cientificas de 2022 e 2023



Fonte: Soares (2024).

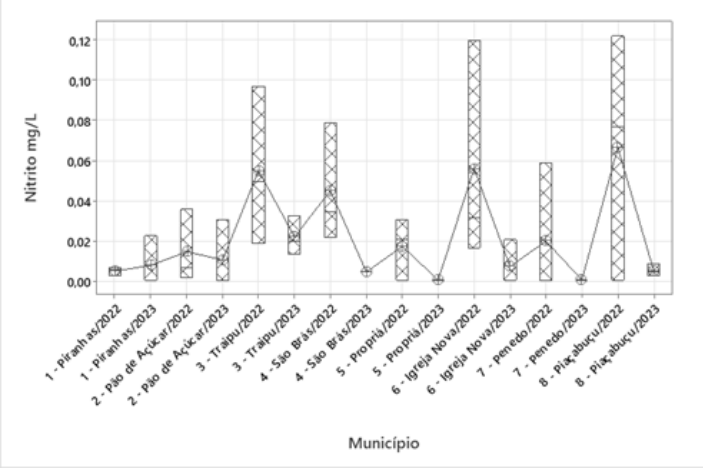
Uma possível explicação para os resultados positivos desta variável deve-se às vazões praticadas durante grande parte dos anos de 2022 e 2023, que mitigaram os efeitos dos poluentes e esgotos oriundos dos municípios ribeirinhos, onde o ambiente mais lótico atuou com efeito diluidor e "limpou" o rio. Quanto maior o fluxo de água, com grandes vazões, a remoção desses compostos é realizada mais rapidamente, impedindo que os níveis aumentem.

Quanto à elevação da amônia em Traipu, devemos avaliar a hipótese do Rio Traipu (maior afluente da região) estar atuando como grande transportador de substâncias até a calha principal do rio, promovendo a deterioração do ambiente. Por outro lado, não podem ser descartadas outras possibilidades como a geologia aquática na região, tipo de solo e rochas, aporte de esgotos da cidade, além do modelo de circulação de água na área estudada, que podem certamente contribuir para o acúmulo de nutrientes.

Em relação ao nitrito (figura 7), os maiores valores encontrados foram no ano de 2022, coincidindo com o período de maior vazão do rio, o que certamente torna a calha principal do Velho Chico um ambiente receptor de "problemas" decorrentes dos afluentes e das águas que descem das regiões do Alto, Médio e Submédio São Francisco, assim como dos municípios localizados nas proximidades dos afluentes e da calha principal do rio. O aumento da precipitação nos dois últimos anos, em comparação aos anos anteriores de grande estiagem (por exemplo, 2012 a 2019), promoveu a lavagem dos solos degradados e com acúmulos de esgotos, agroquímicos, entre outros fatores, o que pode ter influenciado nos índices de nitrito encontrados em Piaçabuçu (afluente Rio Piauí), Igreja Nova (Rio Boacica), Traipu (Rio Traipu) e São Brás, cujos valores desta variável foram superiores a 0,3 mg/L, diferindo dos demais municípios em 2022 e em 2023 (períodos de menor vazão), os quais não apresentaram diferenças significativas entre si ($p<0,05$) com valores médios abaixo de 0,02 mg/L. Apesar da elevação deste composto

nitrogenado ser maior em alguns municípios no ano de 2022, os valores não ultrapassaram o limite estabelecido pela resolução Conama 357, de 1,0 mg/L.

Figura 7 - Avaliação dos índices de nitrito nos municípios estudados durante as expedições científicas de 2022 e 2023



Fonte: Soares (2024).

Condutividade elétrica (µS/cm)

Esta variável refere-se à capacidade que a água tem de conduzir corrente elétrica mediante a presença de íons e correlaciona-se significativamente com aproximadamente dez outros parâmetros, tais como pH, temperatura, dureza, cálcio, alcalinidade, sólidos totais, demanda química de oxigênio, cloreto e ferro (PATIL *et al.* , 2012). A temperatura exerce forte influência na condutividade devido à excitabilidade das moléculas em altas temperaturas, aumentando a condutância. Além disso, a salinidade está diretamente relacionada ao aumento da condutividade, devido ao acréscimo de sais na água, o que colabora com a condução da corrente elétrica.

Nas legislações brasileiras vigentes, como a Conama 357, não há um valor máximo permitido estabelecido para condutividade elétrica. Segundo Morais (2008), valores acima de 100 µS/cm podem indicar algum impacto em ambientes dulciaquícolas. Estudos da FAO (Ayers; Westcot, 1994) estabelecem valores para águas para irrigação que variam entre < 0,7 $dS.m^{-1}$ (700 µS/cm) – sem problema, entre 0,7 e < 3,0 $dS.m^{-1}$ (700 e 3.000 µS/cm) – água moderadamente afetada, e acima de 3,0 $dS.m^{-1}$ (>3.000 µS/cm) – água severamente comprometida.

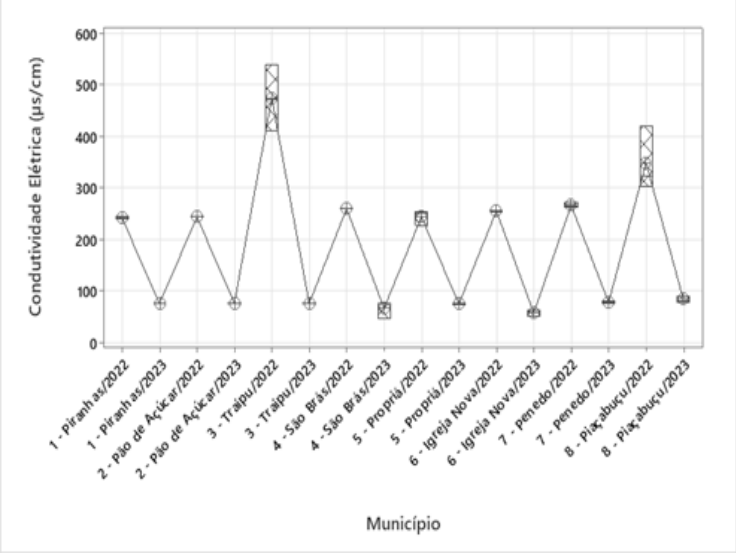
Nas coletas realizadas durante as V e VI Expedições Científicas do Baixo São Francisco, o município de Traipu em 2022 (figura 8) obteve os maiores valores desta variável em relação aos demais municípios (Teste de Tukey e Teste de Dunnet, $p<0,05$), com valor médio de 474,30 ± 22,45 µS/cm, seguido por Piaçabuçu em 2022, com valor médio de 350,00 ± 18,34 µS/cm. Piranhas, Pão de Açúcar, São Brás, Propriá-SE, Igreja Nova e Penedo mantiveram valores estatisticamente semelhantes em 2022, com média de 250,15 ± 28,56 µS/cm. Em relação ao ano de 2023, todos os municípios apresentaram valores significativamente menores em relação a 2022 (média de 72,50 ± 8,6 µS/cm), incluindo Piaçabuçu, influenciado pela cunha salina. Em 2023, os dados de condutividade elétrica mostraram-se homogêneos em todos os municípios.

Dados das I e II Expedições Científicas do São Francisco, realizadas nos anos de 2018 e 2019, indicaram que os maiores valores para esta variável foram encontrados nos municípios de Brejo Grande-SE e Piaçabuçu-AL, indicando um alto processo de salinização nessas localidades, com avanço significativo da cunha salina e valores de condutividade elétrica acima de 9.000 µS/cm, incluindo aumento considerável nos teores de cálcio e magnésio (Cruz *et al.,* 2020). Este período foi caracterizado por grande estiagem e diminuição significativa da defluência de água na hidroelétrica de Xingó.

Ao avaliar as informações nos anos de 2022 e 2023, torna-se evidente o efeito de anos com vazões elevadas e prolongadas, promovendo uma limpeza no leito do rio e reduzindo o impacto da cunha salina, mesmo um ano após, com diminuição do processo de salinização. Isso contribui para o retorno de espécies de peixes de água doce (serve como bioindicador) em regiões onde antes predominavam espécies marinhas.

Por outro lado, a região de Traipu, por estar mais central no percurso de 250 km de coletas (cerca de 80 km da foz do rio), apresentou valores preocupantes, embora dentro dos limites aceitos pela literatura. Essa informação indica a necessidade de estudos mais aprofundados sobre a formação geológica, Fontes poluentes, extração mineral e condições da água do Rio Traipu e seus afluentes (Rio Salgado), a fim de esclarecer as dúvidas observadas também na elevação de outros parâmetros avaliados neste estudo. Destaca-se ainda que os cursos d'água que desaguam na calha principal do Baixo São Francisco merecem atenção devido ao potencial de intensificação dos efeitos poluentes durante as estações chuvosas, pois variações na condutividade elétrica podem estar associadas à presença de efluentes no corpo hídrico e à influência direta dos períodos chuvosos (Souza *et al.,* 2014).

Figura 8 - Avaliação dos índices de condutividade elétrica nos municípios estudados durante as expedições cientificas de 2022 e 2023



Fonte: Soares (2024).

Turbidez (UNT)

A turbidez da água está relacionada à presença de materiais sólidos em suspensão que diminuem a sua transparência. Pode ser ocasionada pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica, entre outros parâmetros como zinco, ferro, manganês e areia, sendo decorrente do processo natural de erosão ou de efluentes domésticos e industriais que elevam a turbidez das águas (Moura, 2017). Como característica física, a turbidez é medida pela passagem de um feixe de luz através da amostra, sendo comum em águas naturais e superficiais valores entre 3 e 500 uT (Libânio, 2016).

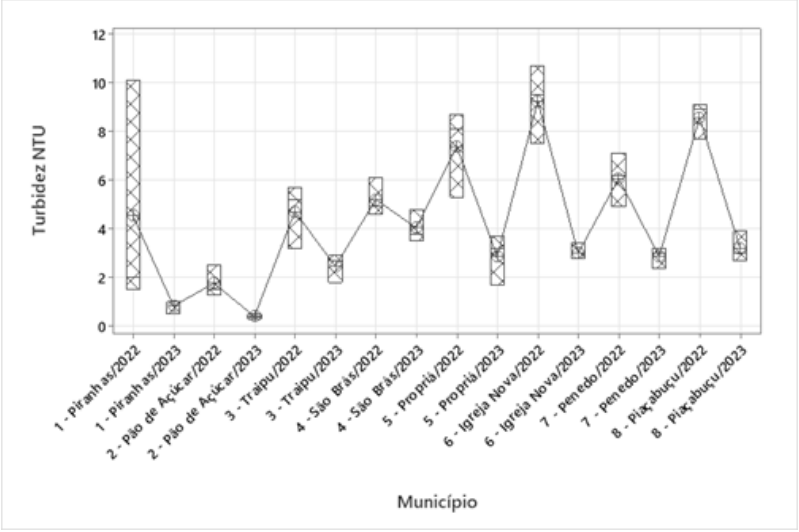
Os valores recomendados pela resolução Conama 357/2005 estabelecem uma faixa máxima de 40 uT para corpos de água de classe 1, enquanto na classe 2 esse valor pode chegar a 100 uT. Já o Ministério da Saúde, através da Portaria nº 1.469/2000, estabeleceu um volume máximo permitido para consumo humano de 5 uT.

Em regiões com solos desnudos e manejo comprometido, como no Baixo São Francisco, os valores desse parâmetro costumam ser elevados, principalmente em períodos de maior precipitação. Contudo, em períodos de estiagem, com a retenção de água proporcionada pelas hidroelétricas, é comum encontrarmos valores baixos de turbidez em algumas áreas próximas aos municípios de Piranhas-AL e Belo Monte-AL, devido à capacidade das represas de reter muito sedimento.

Independentemente do ano e da localidade, todos os municípios apresentaram valores de turbidez abaixo do limite recomendado pela legislação Conama 357/2005. Apesar das vazões e períodos de chuvas mais acentuados no primeiro semestre de 2022, os dados coletados em todas as localidades, exceto Piranhas e Traipu, neste ano foram similares, com mínimo de 5,2 uT em São Brás e máximo de 9,3 uT em Igreja Nova (figura 9). Em relação a 2022, o ano de 2023 apresentou valores inferiores de turbidez em todas as localidades ($p<0,05$). No entanto, a faixa mínima para esta variável foi observada em Pão de Açúcar com 0,5 uT, enquanto a máxima foi observada em São Brás com 4,0 uT.

A elevação da turbidez geralmente ocorre com aumento significativo das vazões da hidroelétrica de Xingó ou maior volume de precipitação nas cabeceiras dos afluentes temporários (rios Piauí, Capiá, Traipu, Ipanema, Betume, Jacaré etc.), onde são observados eventos como deslizamentos de barrancos de solos pobres e desflorestados que são carreados para a calha principal do Rio São Francisco. Segundo Souza *et al.* (2015), durante o período chuvoso é comum a diminuição da transparência da água devido ao transporte de material do solo para dentro do corpo hídrico. Esta alta turbidez diminui os processos fotossintéticos da vegetação enraizada e das microalgas, interferindo nas comunidades biológicas aquáticas, prejudicando o uso e o abastecimento doméstico e aumentando os custos de tratamento da água das cidades (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2009).

Figura 9 - Avaliação dos índices de turbidez nos municípios estudados durante as expedições científicas de 2022 e 2023



Fonte: Soares (2024).

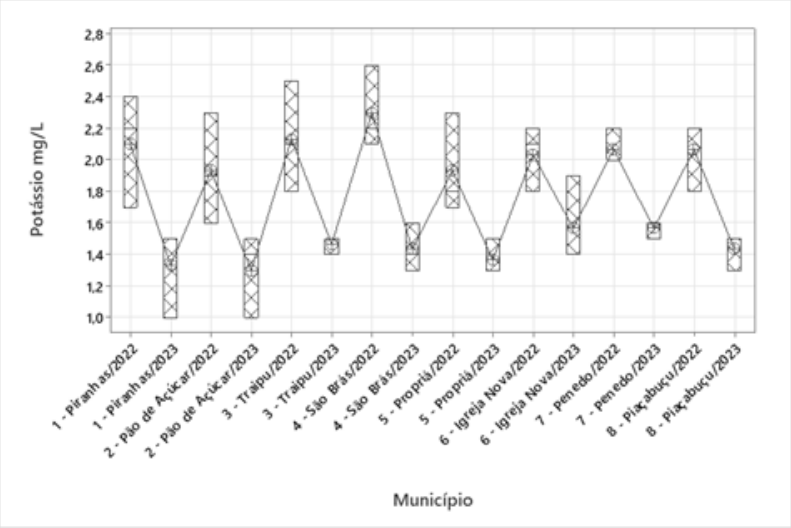
Potássio (K)

O potássio é encontrado em baixas concentrações em águas naturais e raramente alcança níveis que possam ser considerados um risco à saúde humana (efeitos adversos podem ocorrer em indivíduos suscetíveis). Como sais de potássio são amplamente utilizados na indústria e agricultura, frequentemente como fertilizantes, normalmente em combinação com nitrogênio e fósforo, conhecido como NPK, também estão presentes em descargas industriais e áreas agrícolas, podendo aumentar as concentrações nos mananciais e alterar suas características físico-químicas (Dovidauskas *et al.,* 2016; Meira, 2020).

Ao contrário de outros íons, o potássio não permanece em solução pois é facilmente absorvido por plantas e argilas; sua concentração em águas doces superficiais varia de 1 a 3 mg/L (Clesceri *et al.,* 1998). Não há uma faixa limite estabelecida na resolução Conama 357/2005 para esta molécula, no entanto, o consumo das águas do São Francisco para dessedentação é comum em comunidades ribeirinhas do baixo curso do rio, principalmente em áreas onde os níveis de alguns sais e cloretos são mais elevados. O risco está na formação da molécula cloreto de potássio, que pode contribuir para problemas de saúde em pacientes com insuficiência renal, diabetes, problemas cardíacos e hipertensão.

Os níveis de potássio (figura 10) nos dois anos de coletas foram inferiores a 3,0 mg/L. Os maiores valores encontrados foram observados no ano de 2022 para todos os municípios, os quais não apresentaram diferenças significativas entre si ($p<0,05$), mas diferiram em relação ao ano de 2023. O nível mínimo encontrado foi em Pão de Açúcar (2023) com 1,3 mg/L, enquanto o máximo foi observado em São Brás com 2,35 mg/L.

Figura 10 - Avaliação dos índices de potássio nos municípios estudados durante as expedições científicas de 2022 e 2023



Fonte: Soares (2024).

Cobre (Cu), Manganês (Mn) e Ferro (Fe)

O cobre é um componente natural do ambiente aquático e pode ser encontrado nas formas coloidal, dissolvida e particulada. Industrialmente, o cobre é um dos metais mais importantes, sendo um bom condutor de eletricidade usado na confecção de cabos e fios, e em ligas metálicas como latão e bronze (Souza *et al.,* 1998). É largamente utilizado em formulações de fungicidas, bactericidas, algicidas e fertilizantes (Buratini; Brandelli, 2006). Para o cobre, o valor máximo permitido é de 2,0 mg/L (Portaria nº 1.469/2000 da vigilância ambiental em saúde), enquanto na Resolução 357/2005 o valor máximo permitido de cobre dissolvido é de 0,009 mg/L.

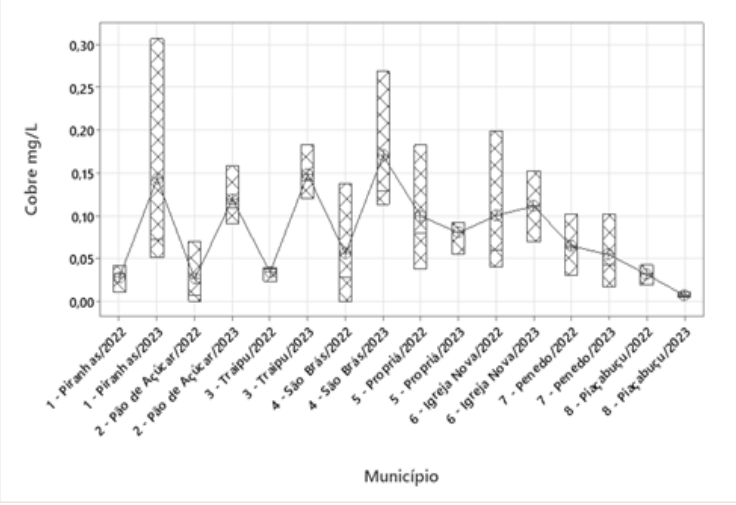
O ferro e o manganês são originários da dissolução de rochas e solos. O ferro apresenta-se na água nas formas insolúvel e dissolvida, como óxidos, silicatos, cloretos e sulfatos. Embora menos abundante na água que o ferro, o manganês raramente excede 1,0 mg/L (Libânio, 2016). De acordo com Moruzzi e Reali (2012), o ferro e o manganês nas formas Fe2+ e Mn2+ formam compostos solúveis, mas ao entrarem em contato com um meio oxidante, precipitam-se na forma de Fe3+ ou Mn4+, formando compostos insolúveis que conferem à água coloração avermelhada para precipitados de ferro e marrom escuro para os precipitados de manganês, deixando-a com aparência turva.

Segundo a Portaria nº 1.469/2000 do Ministério da Saúde, para que a água seja aceitável para o consumo humano, ela deve atender a alguns requisitos, como por exemplo, concentrações de ferro devem ser menores que 0,3 mg/L; esta concentração também se aplica à Resolução Conama 357/2005, pois valores acima conferem sabor, odor e favorecem o aparecimento de manchas em equipamentos e estruturas que estejam em contato direto com a água. Quanto à potabilidade da água, o limite recomendado é de 0,1 mg/L. Já o manganês tem como valor máximo de referência 0,1 mg/L (classes 1 e 2) para ambas as portarias (Conama, 2005; Brasil, 2000).

Os valores de cobre dissolvido encontrados em 2023 (figura 11) foram mais elevados do que no ano anterior (Teste de Fisher, $p<0,05$), conferindo a São Brás, Traipu e Piranhas valores médios de 0,17, 0,15 e 0,145 mg/L, respectivamente, seguidos de Pão de Açúcar, Igreja

Nova e Propriá, com média de 0,11 mg/L. Portanto, esses dois grupos de localidades diferiram, independentemente do ano, dos demais municípios. Os menores valores encontrados foram observados em Piaçabuçu (em 2023), com média de 0,008 mg/L, Piranhas em 2022 (0,02 mg/L) e Traipu em 2022 (0,03 mg/L). Levando-se em conta o limite permitido na resolução, apenas Piaçabuçu em 2023 ficou abaixo do valor tolerável; as outras localidades ficaram todas acima do valor de 0,009 mg/L.

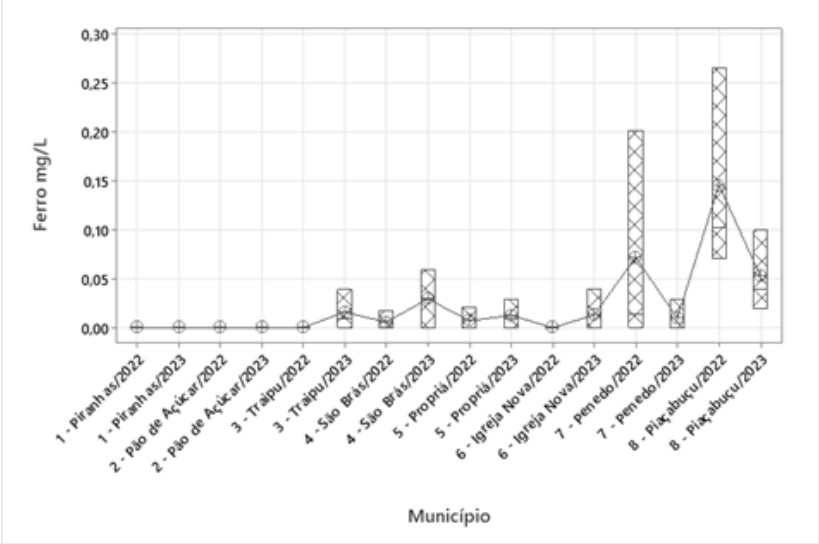
Figura 11 - Avaliação dos índices de cobre nos municípios estudados durante as expedições científicas de 2022 e 2023



Fonte: Soares (2024).

Os maiores valores de ferro (figura 12) foram observados em Piaçabuçu em 2022 (0,14 mg/L) e Penedo em 2022 (0,073 mg/L), diferindo das demais localidades, independentemente do ano ($p<0,05$). Os menores valores foram observados em Piranhas, Pão de Açúcar para ambos os anos avaliados no presente estudo, e Igreja Nova em 2022; todas essas localidades apresentaram média de 0,001 ± 0,0001 mg/L. Levando-se em conta o valor máximo permitido pela legislação, os municípios de Piaçabuçu em 2022 e 2023, Penedo em 2022 e São Brás em 2023 ultrapassaram o valor recomendado. Os demais municípios, independentemente do ano, ficaram dentro do limite aceitável.

Figura 12 - Avaliação dos índices de ferro nos municípios estudados durante as expedições científicas de 2022 e 2023



Fonte: Soares (2024).

Em relação aos limites de manganês, todas as localidades no ano de 2023 obtiveram valores médios de 0,36 ± 0,03 mg/L, acima do permitido pelo Conama 357/2005, diferindo dos valores encontrados em todos os municípios em 2022 (média de 0,039 ± 0,004 mg/L), (Teste de Tukey e Teste de Fisher, $p<0,05$).

Quanto ao cobre, este pode afetar o metabolismo dos peixes de diversas formas, sendo possível várias possibilidades em analisar os efeitos tóxicos desse metal nos organismos (Oliveira *et al.,* 2018). Segundo Sampaio (2013), as brânquias dos peixes são a principal via de absorção de metais, representando ampla área de superfície. É comumente mais tóxico quando presente em água doce devido à sua capacidade de competir com outros cátions na interação com os sítios sensíveis do organismo. De acordo com Cooper *et al.* (2014), organismos osmorreguladores absorvem sais em água doce e excretam sais em água salgada para manter seu equilíbrio osmótico, aumentando a absorção de cobre em água doce e, assim, sua toxicidade.

A toxicidade do ferro provoca quedas de produtividade primária, formação de ácido sulfúrico e problemas nas brânquias de peixes. Devido à afinidade com a hemoglobina do sangue desses animais, o ferro impede a troca gasosa e a oxigenação dos tecidos. Em relação ao manganês, ao formar a molécula de permanganato, provoca a oxidação da pele e das brânquias. Segundo Moruzzi e Reali (2012), a presença de metais pode prejudicar a confiabilidade da população abastecida no sistema de tratamento público, devido à coloração e turbidez.

Fósforo (P)

O fósforo é essencial para o crescimento dos organismos; o teor existente em um corpo de água pode ser considerado um fator limitante (Piveli; Kato, 2005). A presença do fósforo na água pode estar relacionada tanto a processos naturais, como o carreamento de solo, dissolução de rochas, decomposição de matéria orgânica, quanto a processos antropogênicos, como o uso de pesticidas, fertilizantes, detergentes, além do lançamento de esgotos in natura diretamente no corpo hídrico.

A Resolução Conama 357/05 estabelece para o fósforo total em ambientes lênticos, intermediários e lóticos os seguintes valores: 0,020 mg/L, 0,025 mg/L e 0,10 mg/L, respectivamente. No entanto, o valor adotado para efeito deste trabalho foi de 0,10 mg/L (ambiente lótico com tributários intermediários).

Os resultados das análises observadas para este parâmetro na forma dissolvida demonstram que as localidades de Pão de Açúcar em 2023 (1,13 ± 0,44 mg/L) e Piranhas em 2022 (0,50 ± 0,18 mg/L) obtiveram médias similares e acima do valor recomendado pela legislação, que é de 0,1 mg/L. Para os demais municípios, os valores não apresentaram diferenças significativas (valor médio de 0,05 mg/L) e, com exceção de Piaçabuçu em 2023 (0,11 mg/L), todos ficaram abaixo do limite aceitável.

Certamente, a alta renovação de água proporcionada pelas vazões praticadas em 2022 e defluências mais estáveis em 2023 proporcionaram condições melhores para que o fósforo presente fosse diluído. Esta condição foi comprovada pelas percepções ambientais realizadas na região, tais como a formação de bancos de macrófitas inexistentes e a estabilidade de outros parâmetros físico-químicos avaliados.

Os dados do presente estudo também são reforçados por Coelho-Filho *et al.* (2020), que ao avaliarem o estado trófico (fósforo) do Baixo São Francisco, caracterizaram a região com tendência mesotrófica, onde apenas regiões próximas a conglomerados urbanos apresentavam processos eutróficos.

Zinco (Zn)

O zinco é um elemento químico natural e geralmente apresenta índices mais elevados em águas de rios devido ao escoamento de resíduos naturais como queima da vegetação, erosão e à ação do homem na utilização de defensivos agrícolas.

De acordo com a Portaria nº 1.469/2000 do Ministério da Saúde, para que a água seja aceita para consumo humano, ela deve atender a alguns requisitos, como por exemplo, concentrações de zinco que não devem exceder 5 mg/L. A Resolução Conama 357/2005 recomenda concentrações de zinco de até 0,18 mg/L.

Os valores de zinco não apresentaram diferenças significativas entre os dois anos avaliados na maioria dos municípios (p>0,05), com exceção dos municípios de Traipu e Piaçabuçu em 2023, que obtiveram valores médios de 0,7 ± 0,2 mg/L, medida acima do preconizado pela legislação.

Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) refere-se à concentração de íons H+ nos corpos hídricos e caracteriza as condições do ambiente aquático como ácidas ou alcalinas (Baccar *et al.,* 2018). Este parâmetro é uma das variáveis mais importantes e influencia na solubilização de diversas substâncias, na intensidade da cor e na distribuição de inúmeros compostos químicos nas formas livre e ionizada. Inúmeros fatores podem alterá-lo, como atividades de algas (fotossíntese e respiração), dissolução de rochas e lançamento de efluentes industriais e domésticos (Libânio, 2016). Segundo a Resolução Conama 357/2005 e os padrões de potabilidade nacional, o pH considerado aceitável para águas doces de Classe 1 deve estar no intervalo entre 6,0 e 9,0.

Os valores mínimos e máximos de pH, independentemente do ano, foram de 6,7 a 8,05 para Penedo em 2023 e Pão de Açúcar em 2022, respectivamente. Não houve diferença padrão significativa de pH entre os anos; no entanto, em 2022, a maioria dos locais de coleta

obteve valores alcalinos acima de 7,8, enquanto em 2023 os dados coletados foram abaixo de 7,5. Todas as amostras coletadas e analisadas estão dentro do padrão de Classe 1 estabelecido pelo Conama 357.

Salinidade (PSU)

A salinidade atua no controle da distribuição da fauna, flora e minerais, sendo oriunda da intrusão da água do mar no corpo d'água, intemperismo das rochas, balanço hídrico de precipitação e evaporação, influência das águas subterrâneas e lançamento de efluentes domésticos e industriais (Morhit; Mouhir, 2014). Segundo a Resolução Conama 357/2005, as águas consideradas doces devem ter um percentual de salinidade igual ou inferior a 0,5%.

Os dados de salinidade demonstraram que em 2022 foram superiores aos observados em 2023 ($p<0,05$). Traipu em 2022 (0,19 PSU) obteve valor médio acima das demais localidades estudadas, independentemente do ano. Piaçabuçu (2022) foi o município com o segundo maior índice, obtendo média de 0,16 PSU, enquanto as localidades de Piranhas, Pão de Açúcar, São Brás, Propriá, Igreja Nova e Penedo apresentaram valor médio de 0,12 ± 0,02 PSU. No ano de 2023, todos os municípios apresentaram uniformidade, com média de 0,03 PSU.

Devido ao regime de altas vazões no ano de 2022 (média anual de 2.632 m^3/s) e períodos mais estáveis, embora com fluxo de água no limite médio anual de 1.300 m3/s de vazão em 2023, os valores de salinidade e a cunha salina diminuíram em mais de 5 km em relação aos dados observados durante os anos de estiagens de 2012 a 2018, quando as defluências atingiram valores médios de 1.100 m^3/s em 2012, 1.000 m^3/s em 2015, com valor mínimo de defluência de 550 m^3/s entre 2017 e 2018, com leve aumento em 2019, atingindo média de 700 m^3/s (Cruz *et al.* , 2020). A partir de 2020 e 2021, os dados de vazão apresentaram valores médios anuais entre 1.015 m^3/s e 1.250 m^3/s, o que mitigou os efeitos da cunha salina principalmente na localidade de Piaçabuçu.

Essas informações são relevantes, pois o principal fator complicador do aumento da salinidade na região é proporcionado pela diminuição do fluxo de água pelos reservatórios com fins de geração de energia elétrica (Três Marias, Sobradinho e Itaparica), com a redução do fluxo de água na hidroelétrica de Xingó. Além desse complicador, a diminuição da precipitação na região, solos áridos e salinizados com manejo inadequado, desflorestação e retenção de sedimentos do rio e da área costeira, além da degradação dos tributários, favorecem o aumento da salinidade.

Análise microbiológica (Coliformes totais e *Escherichia coli)*

Foi possível observar a presença de coliformes totais em todos os pontos de coleta, com valores acima do limite indicado pela Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005, e pela Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 (Brasil, 2017). Os resultados das análises microbiológicas em todos os pontos amostrados indicaram a presença de coliformes totais e *E. coli* fora dos padrões estabelecidos.

De acordo com a Portaria Gabinete do Ministro/Ministério da Saúde Nº 888, de 4 de maio de 2021 (Brasil, 2021), a água potável deve estar sempre em conformidade com o padrão microbiológico, e a detecção de microrganismos permite considerá-la imprópria para o consumo humano.

Os municípios de Piranhas e Traipu apresentaram níveis de coliformes e *E. coli* acima de 8 NMP (Número Mais Provável). Uma das explicações mais plausíveis pode estar relacionada

com a maior retenção de água e, consequentemente, de nutrientes, compostos químicos e esgotos domésticos proporcionada pela usina hidrelétrica de Xingó durante os meses de seca. Logo em seguida, com as primeiras liberações de vazão durante os meses de outubro e novembro (período úmido e de chuvas a montante de Xingó), há uma liberação em grandes quantidades desses compostos e substâncias, interferindo na ciclagem de nutrientes e ciclos biogeoquímicos, sem dar tempo suficiente para que os microrganismos e a biota aquática assimilem essas moléculas. Adicionalmente, as próprias cidades produzem sua cota de poluentes, resultando na saturação do sistema.

Em estudos conduzidos por Neves *et al.* (2015), ambientes com alto índice de urbanização estão sujeitos a esse tipo de contaminação, contribuindo para doenças de veiculação hídrica como amebíase, giardíase, gastroenterite, entre outras.

Em 2022, houve um aumento da vazão do Rio São Francisco para 4.000 m3/s, passando por um processo de "limpeza" que melhorou a qualidade da água e consequentemente a vida e o ciclo reprodutivo dos peixes nativos da região. Porém, devido ao alto índice populacional e à ausência de planos de saneamento básico nas cidades, os índices de contaminação microbiológica por coliformes totais e *E. coli* permanecem altos e recorrentes, mesmo após o rio passar por esse processo de "limpeza". Além disso, as cidades localizadas às margens do Rio São Francisco produzem sua parcela de poluentes, contribuindo para a saturação do corpo hídrico.

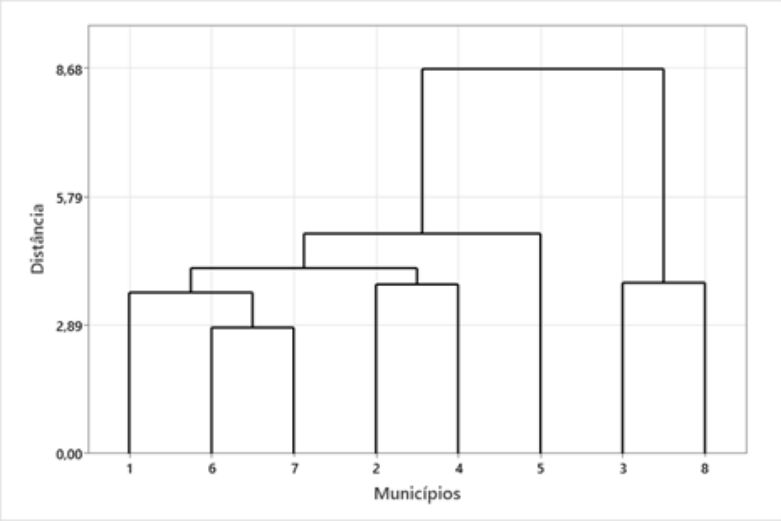
Com exceção dos municípios de Piranhas (a montante) e São Brás, os níveis de coliformes totais foram mais baixos (1,1 NMP 100/100mL). Contudo, esses valores também não atendem ao padrão de aceitabilidade e potabilidade segundo as normativas do Ministério da Saúde já citadas. Uma das hipóteses é que possivelmente houve diluição dos efluentes lançados ao longo da calha do rio e assimilação pela biota aquática. Outros fatores podem estar correlacionados, como o menor aporte de efluentes lançados no rio por esses municípios e a geomorfologia da região que pode favorecer maior dispersão.

Piaçabuçu também apresentou níveis de contaminação por coliformes totais e *E. coli*. Uma possível explicação seria a barreira geoquímica do estuário que influencia a hidrodinâmica da região e o grande aporte de efluentes, juntamente ao adensamento populacional. Para evitar que esse cenário se repita, sugere-se que as vazões sejam liberadas gradualmente e por um maior período de tempo, aumentando assim a recuperação do ambiente e da água, com possibilidades de redução da contaminação.

Similaridades dos municípios baseado nos parâmetros físico-químicos

Uma análise do dendrograma (medida de distância Euclidiana e método de ligação *Ward*), com o intuito de avaliar as similaridades (figuras 13 e 14) entre os municípios com base nos parâmetros de qualidade de água mais influentes (amônia, nitrito, cobre, manganês, salinidade, condutividade elétrica, TDS, turbidez, oxigênio dissolvido, fósforo e potássio), foi construída por ano:

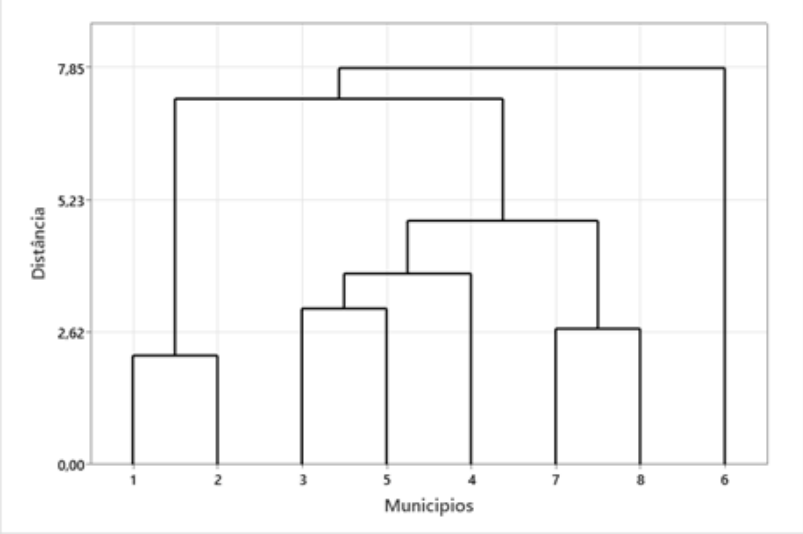
Figura 13 - Dendrograma de semelhanças entre os municípios: 1 – Piranhas, 2 – Pão de Açúcar, 3 – Traipu, 4 – São Brás, 5 – Propriá, 6 – Igreja Nova (Chinaré), 7 – Penedo e 8 – Piaçabuçu, na V Expedição Científica, em 2022. Vazão média anual de janeiro a novembro de 1934 m³/s e com vazão média trimestral (setembro, outubro e novembro) de 1385 m³/s.



Fonte: Soares (2024).

As localidades de Traipu e Piaçabuçu apresentaram semelhanças em relação às características da qualidade da água no ano de 2022. O mesmo pode ser dito de Pão de Açúcar e São Brás, assim como de Igreja Nova e Penedo.

Figura 14 - Dendrograma de semelhanças entre os municípios: 1 – Piranhas, 2 – Pão de Açúcar, 3 – Traipu, 4 – São Brás, 5 – Propriá, 6 – Igreja Nova (Chinaré), 7 – Penedo, e 8 – Piaçabuçu, na VI Expedição Científica, em 2023. Vazão média anual de janeiro a novembro de 1240 m³/s e com vazão média trimestral (setembro, outubro e novembro) de 1375 m³/s.



Fonte: Soares (2024).

Já para o ano de 2023, as semelhanças quanto aos parâmetros de qualidade de água foram mais significativas entre 1: Piranhas e Pão de Açúcar, 2: Traipu, São Brás e Propriá, e 3: Penedo e Piaçabuçu.

Considerações finais

As análises físico-químicas das amostras de água captadas no Baixo São Francisco são influenciadas pelo ritmo do fluxo da vazão proporcionada pela hidroelétrica de Xingó e pelo regime de precipitação nas cabeceiras de tributários temporários, geralmente bastante degradados. Além disso, os lançamentos de efluentes e lixo das cidades, processos erosivos de solos desflorestados sem manejo adequado e acúmulo de agroquímicos deterioram a qualidade da água e causam grande estresse aos organismos aquáticos na região.

A elevada presença de coliformes totais e *E. coli* em todos os pontos avaliados sugere contaminação fecal das águas do Baixo São Francisco, o que aumenta o risco de doenças como parasitoses, gastroenterites e hepatites, além de encarecer o tratamento da água para abastecimento urbano. Fatores como diminuição da vazão, maior adensamento populacional, ausência de políticas de educação ambiental, falta de sistemas de tratamento de esgotos e saneamento básico, lançamentos de esgotos in natura e limitação de políticas públicas voltadas para a questão ambiental contribuem para este cenário preocupante em relação à qualidade da água e às possíveis enfermidades decorrentes de microrganismos.

Apesar dos fatores negativos encontrados neste estudo, alguns parâmetros (como salinidade e nitrito) observados na água apresentaram melhora significativa em relação aos anos anteriores a este estudo, fator atribuído à renovação de água resultante das grandes vazões em 2022, que limparam o leito do rio.

Sugere-se uma atenção especial ao município de Traipu (Rio Traipu), devido a algumas variáveis que se destacam naquela área em relação às demais localidades.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras**. Ano. Disponível em https://www.gov.br/ana/pt-br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/sao-francisco Acesso em 14 de maio de 2024. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO. **Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2016-2025).** Brasília: ANA, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA. San RDC n° 275 de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnica de Características Microbiológicas para Água Mineral Natural e Água Natural. D.O.U. **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

ANDRADE, N.J. **Higiene na indústria de alimentos**: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos. São Paulo: **Varela**. 2008.

ANJOS, F. R.; LUZZI, L.; STORTE, F. Estudo da viabilidade da descontaminação do rio Tietê na zona metropolitana de São Paulo. 2019. Disponível em: http://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/inovae/ article/view/1885/1443. Acesso em: 3 jun. 2020.

ARAUJO, M. C. de; OLIVEIRA, M. B M. de. Monitoramento da qualidade das águas de um riacho da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. **Revista Ambiente & Água,** v. 8, n. 3, p. 247-257, 2013.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade de água na agricultura**. Campina Grande: UFPB: FAO, 1994.

BACCAR *et al.* Water Quality Parameters: Na Overview. **Water Quality**, 2018.

BASSOI, L.J., GUAZELLI, M.R. Controle Ambiental da Água. *In*.: PHILIPPI Jr., A., ROMÉRIO, M.A., BRUNA, G.C. **Curso de Gestão Ambiental**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004. p.53 99.

BRASIL. **Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**: Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília: SUS, 2017.

BRASIL. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**: dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

BRASIL. **Portaria nº 1.469/2000, de 29 de dezembro de 2000**: aprova o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2000.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000**: considerando que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade. 2000.

BRITTO, F. B *et al.* Surface water quality assessment of the main tributaries in the lower São Francisco River, Sergipe. **Brazilian Journal of Water Resources**, v. 23, n.28, 2018, https://doi.org/10.1590/2318-0331.231820170061.

BURATINI, S. V.; BRANDELLI, A. Bioacumulação. *In*: ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E. (Ed.). **Ecotoxicologia aquática**: métodos e aplicações. São Carlos: Rima, 2008. p. 55-88.

CARVALHO, Anésio R; OLIVEIRA, Maria C. V. **Princípios básicos de saneamento do meio**. 3. ed. São Paulo: Editora SENAC, 2003.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D**. Standard methods for the examination of water and wastewater**. Ed. Washington, DC: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 1999.

COELHO FILHO *et al.* Avaliação do Potencial de Eutrofização e da Qualidade de Água no Baixo São Francisco. *In*: AUTORIA. **O Baixo São Francisco:** Características Ambientais e Sociais. Volume I. Editora da Universidade Federal de Alagoas - Ufal. Maceió/AL. 2020.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo, significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. São Paulo: Cesteb, 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **CONAMA nº 357: 17 de março de 2005 – Seção 1, p. 58-63, 2005:** Dispõe sobre classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. 2005 – Seção 1, p. 58-63, 2005.

COOPER, C. A.; *et al.* Influence of salinity and dissolved organic carbon on acute Cu toxicity to the rotifer *Brachionus plicatilis*. **Environmental Science and Technology**, v. 48, p. 1213- 1221, 2014.

CRUZ *et al.* A salinidade da água no baixo São Francisco. *In*: AUTORIA. **O Baixo São Francisco:** Características Ambientais e Sociais. Volume II. Editora da Universidade Federal de Alagoas - Ufal. Maceió/AL. 2022.

CRUZ *et al.* Salinidade da água na região do baixo São Francisco. *In*: AUTORIA**. O Baixo São Francisco:** Características Ambientais e Sociais**.** Volume I. Editora da Universidade Federal de Alagoas - Ufal. Maceió/AL. 2020.

DOVIDAUSKAS *et al.* Parâmetros físico-químicos incomuns em água de abastecimento público de um município da região nordeste do Estado de São Paulo (Brasil). **Revista Visa em Debate**, Sociedade, Ciência e Tecnologia. 2016.

ESTEVES, F.A. Fundamentos da Limnologia. 2° Edição. Editora Interciência. 1998.

FARIAS, M. S. S.; **Monitoramento da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Cabelo**. 2006. 152f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, 2006.

GRIZZETTI, B. *et al.* Assessing water ecosystem services for water resource management. Environmental Science & Policy 61, p. 194-203.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. Editora Átomo. 2016.

LUSTOSA, M.C.J. *et al.* **O Velho Chico e sua nova cadeia produtiva:** diagnóstico da piscicultura alagoana. Maceió: Edufal, 2008.

MATTOS, M.L.T.; SILVA, M.D. Controle da qualidade microbiológica das águas de consumo na microbacia hidrográfica Arroio Passo do Pilão. Pelotas. **Embrapa Clima Temperado**, p. 2, 2002.

MELO & BRADINI *et al.* Nutrients Load Estimation in a Regulated Streamflow Estuary: The São Francisco Estuary (NE/Brazil). **Revista Brasileira de Meteorologia,** v.35, 2020.

MORAIS, P.B. Tratamento físico-químico de efluentes líquidos. Campinas: Universidade de Campinas, 2008.

MORHIT, M. E.; MOUHIR, L. Study of physico-chemical parameters of water in the Loukkos river estuary (Larache, Morocco)**. Environmental Systems Research**, v. 3, 2014.

MORUZZI *et al.* Oxidação e Remoção de Ferro e Manganês em Águas para Fins de Abastecimento Público ou Industrial - uma abordagem geral**. Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 4, n. 1, 2012.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 2012.

MOURA. T. S. **Avaliação da qualidade da água do Rio Sanhauá na área de influência direta do antigo lixão do Róger**. 2017. 00f. Trabalho de conclusão de curso. universidade federal da paraíba centro de tecnologia curso de graduação em engenharia ambiental. João Pessoa – PB. 2017.

NASCIMENTO, V.F.S.; ARAÚJO, M.F.F. Ocorrência de bactérias patogênicas oportunistas em um Reservatório do Semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. **Ciências Ambientais**, n. 1, v. 7, p. 91-104. 2013.

NEVES, F.M.C.; CASTRO, F.B.G.; GODEFROID, R.S.; SANTOS, V.L.P.; WAGNER, R. (2015) Avaliação da qualidade da água do rio Bacacheri, Curitiba/PR. *Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 8, n. 4, p. 81-98.

OLIVEIRA *et al.* Avaliação toxicológica dos efeitos do cobre na espécie Carassius auratus. **R. gest. sust. Ambient**., v. 7, n. 2, p. 260-275, abr./jun. 2018.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2011.

PATIL P. N. *et al.* Physico-chemical parameters for testing of water – A review. **International Journal of Environmental Sciences**, v.3, 2012.

PILLAY, T. V. R.; KUTTY, M. N. **Aquaculture Principles and Practices**. Wiley Blackwell, 2005.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição**: aspectos físico-químicos. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

SÁ, M.V.C. **Limnocultura**: Limnologia para Aquicultura. Fortaleza: Edições: UFC. 2012.

SALAMENE, S. F.; M. R. V., R.; LANI, J. L.; SÁ, M. M. F. Estratificação e caracterização ambiental da área de preservação permanente do Rio Guandu/RJ. **Revista Árvore**, v.35, n.2, 221-231, 2011.

SAMPAIO, F. G. *et al.* **O Uso do Sulfato de Cobre em Ecossistemas Aquáticos:** fatores que afetam sua toxicidade em peixes de água doce. Jaguariúna, Sp: Embrapa, 2013. 101 p.

SAQUIB, S. *et al.* Contamination of Water Health - Risk Assessment and Treatment Strategies. Emerging pollutants in water and human health. **Academic Press**, v. 1, p. 285-299, 2021.

SCHIMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia Animal**- Adaptação e Meio Ambiente. Local: Editora Santos. 2002.

SILVA, R. R. *et al.* Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química da água de um trecho do Rio Capibaribe, no município de São Lourenço da Mata, Pernambuco, Brasil. **Brazilian Journal of Development,** v. 7, 2021.

SOUSA *et al.* Análise físico-química e microbiológica da água consumida em bebedouros de creche no município de Coremas-PB. **Relatório técnico. INTESA – Informativo Técnico do Semiárido,** v.9, n 2, p 24-27, Jun - Dez, 2015.

SOUZA, Juliana Rosa de *et al.* A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. **REDE-Revista Eletrônica do Prodema**, v. 8, n. 1, 2014.

SOUZA, M. O. G.; QUADRO, E. B.; RANGEL, M. C. Textural and catalytic properties of chromium and copper-doped iron oxides. **Química Nova,** v. 21, n. 4, p. 428-433, 1998.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico das águas residuárias** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

CAPÍTULO 7

AVALIAÇÃO DO TEOR DE ÓLEOS E GRAXAS NO BAIXO SÃO FRANCISCO

João Inácio Soletti[39], Sandra Helena Vieira de Carvalho[40], Mozart Daltro Bispo[41], Douglas Alves Damião[42], Agda Savina Guimarães Pereira[43]

Resumo: O impacto ambiental causado pela presença de óleos e graxas corresponde a graves efeitos nos ecossistemas aquáticos. O plâncton, base da cadeia alimentar dos organismos aquáticos, é o primeiro a ser contaminado. Além do desequilíbrio neste ecossistema, dependendo do tipo e da quantidade do contaminante, os efeitos podem ser perpetuados, propiciando doenças crônicas que extrapolam a vida aquática, incluindo a vida humana. Neste sentido, durante a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, no período de 21 a 30 de novembro de 2023, foram realizadas coletas de água em pontos estratégicos, visando à determinação do teor de óleos e graxas. As coletas ocorreram nas proximidades das cidades ribeirinhas do Baixo São Francisco ou em pontos passíveis de contaminação.

Palavras-chave: Contaminação por óleos e graxas; Monitoramento ambiental; Impacto ambiental; Baixo São Francisco; Plâncton; Monitoramento ambiental.

Introdução

É de suma importância o monitoramento visando à prevenção e ao controle da poluição das águas, do solo e do ar. As atividades que apresentam potencial risco ao meio ambiente, incluindo possíveis acidentes e emergências ambientais, devem ser monitoradas para manter a qualidade dos recursos naturais. As águas oleosas, geralmente em forma de emulsão e por vezes visíveis a olho nu, são contaminantes que podem vir de efluentes industriais ou domésticos. De acordo com a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA, 2023), essas águas podem conter óleo lubrificante, graxas, produtos de limpeza, além de outros fluidos e resíduos presentes nas áreas de drenagem contaminadas por atividades de manutenção e limpeza de equipamentos. O Teor de Óleos e Graxas (TOG) é um parâmetro ambiental crucial em locais sujeitos a derramamentos ou descartes de óleo em ambientes aquáticos.

Os óleos e graxas, sendo substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal, consistem principalmente de hidrocarbonetos, gorduras e ésteres. Sua baixa solubilidade e a dificuldade de degradação em processos biológicos podem aumentar a carga orgânica na água, dependendo de sua concentração, além de reduzir a transferência de oxigênio entre a água e o ar, causando poluição difusa.

39 Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos (Lassop), Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

40 Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos (Lassop), Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

41 Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos (Lassop), Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

42 Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos (Lassop), Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

43 Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos (Lassop), Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

Legislação detalhada sobre o controle de efluentes oleosos

Diversas legislações são aplicáveis ao problema do lançamento de efluentes oleosos no meio ambiente, incluindo:

- A Convenção Internacional MARPOL 73/78 para a Prevenção da Poluição por Navios;
- A Lei N° 9478, de 1997, sobre a política energética nacional e o monopólio do petróleo;
- A Lei N° 9966, de 2000, sobre a prevenção da poluição por lançamento de óleo;
- A Resolução Conama N° 357 de 2005, e suas atualizações pela Resolução 410/2009 e 430/2011, que estabelecem padrões de lançamento de efluentes.

Desafios e soluções futuras

Atualmente, enfrentamos desafios significativos no manejo de efluentes oleosos. A infraestrutura disponível muitas vezes é insuficiente, e as leis não são plenamente cumpridas. Para superar esses obstáculos, é essencial desenvolver materiais inovadores que absorvam óleos mais eficientemente e implementar políticas mais rigorosas que assegurem a adesão às normas ambientais.

Impacto socioeconômico

A poluição por óleos e graxas afeta não apenas os ecossistemas aquáticos, mas também as comunidades que dependem deles. Esse tipo de poluição pode prejudicar atividades econômicas como a pesca e o turismo, reduzindo a renda de muitas famílias. Entender como esses derramamentos impactam a economia local e trabalhar para minimizar seus efeitos negativos é crucial.

Perspectivas futuras

É vital aumentar a conscientização sobre os perigos da poluição por óleos e graxas e promover práticas mais sustentáveis. A educação ambiental desempenha um papel-chave, ensinando às indústrias e ao público em geral como prevenir e responder a esses incidentes de poluição. Assim, protegeremos melhor nossos recursos naturais para as gerações futuras.

- Lei N° 9478, de 6 de agosto de 1997: Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo e institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo, além de outras providências. Destaca-se, nesta lei, o seu artigo primeiro, inciso quarto, que trata da proteção ao meio ambiente e promoção da conservação da energia.

- Lei N° 9966, de 28 de abril de 2000: Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.

- Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama n° 357, de 17 de março de 2005: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes e dá outras providências. Considera que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011.

- Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama n° 430, de 13 de maio de 2011: Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução Conama n° 357, de 17 de março de 2005.

- Portaria n° 422, de 26 de outubro de 2011 do Ministério do Meio Ambiente: Dispõe sobre procedimentos para o licenciamento ambiental federal de atividades e empreendimentos de exploração e produção de petróleo e gás natural no ambiente marinho e em zona de transição terra-mar.

Apesar dos gravíssimos danos causados pelo derramamento de óleos em ambientes aquáticos, ainda são poucos os estudos publicados que ressaltam o impacto do lançamento de óleos e graxas em rios e oceanos. De uma forma geral, isso se deve à falta de monitoramento e à dificuldade de acesso aos dados monitorados. Além disso, é difícil mensurar os potenciais impactos, visto que muitos de seus efeitos são sinérgicos e os poluentes podem sofrer bioacumulação ao longo da cadeia trófica ao longo do tempo.

Atualmente, enfrentamos diversos desafios no manejo de efluentes oleosos. Muitas vezes, a infraestrutura disponível não é suficiente, e as leis não são plenamente cumpridas. Para superar esses obstáculos, podemos considerar soluções inovadoras, como o desenvolvimento de novos materiais que absorvam óleos de maneira mais eficiente. Também é crucial implementar políticas mais rigorosas que garantam o cumprimento das normas ambientais.

A poluição por óleos e graxas afeta não apenas os ecossistemas aquáticos, mas também as comunidades que dependem desses ambientes. Essa poluição pode prejudicar a pesca e o turismo, reduzindo a renda de muitas famílias. Portanto, é vital entender como esses derramamentos afetam a economia local e trabalhar para minimizar seus efeitos negativos.

É essencial aumentar a conscientização sobre os perigos da poluição por óleos e graxas e promover práticas mais sustentáveis. A educação ambiental pode desempenhar um papel-chave, ensinando tanto às indústrias quanto ao público em geral como prevenir e responder a esses incidentes de poluição. Dessa forma, podemos proteger melhor nossos recursos naturais para as gerações futuras.

Metodologicamente, este estudo objetiva o Baixo Rio São Francisco, correspondendo ao percurso do Rio São Francisco entre a cidade de Piranhas até a sua foz. Compreende os estados de Alagoas e Sergipe, com uma extensão de aproximadamente 240 km. As amostras foram coletadas no período de 21 a 30 de novembro, em pontos estrategicamente previamente definidos em função das cidades ribeirinhas, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Pontos estratégicos do Baixo do Rio São Francisco, sendo coletados a jusante e montante, além do ponto central, de cada cidade percorrida

Cidade	Geolocalização da Coleta de Amostra	
Piranhas Montante	9°38'04.7"S	37°46'19.6"W
Piranhas Meio	9°37'35.3"S	37°45'13.9"W
Piranhas Jusante	9°37'33.9"S	37°44'14.4"W
Pão de Açúcar Montante	9°45'06.1"S	37°26'54.6"W
Pão de Açúcar Meio	9°45'24.9"S	37°26'00.1"W
Pão de Açúcar Jusante	9°45'33.4"S	37°25'00.7"W
Traipu Montante	9°58'54.4"S	37°01'09.6"W
Traipu Meio	9°58'23.2"S	37°00'12.4"W
Traipu Jusante	9°58'27.9"S	36°59'14.3"W
São Borges (São Brás) Montante	10°04'52.9"S	36°56'45.9"W
São Borges (São Brás) Meio	10°05'39.1"S	36°55'55.7"W
São Borges (São Brás) Jusante	10°06'48.9"S	36°55'25.5"W
Propriá Montante	10°12'09.8"S	36°50'21.7"W
Propriá Meio	10°12'30.7"S	36°49'51.7"W
Propriá Jusante	10°12'55.6"S	36°48'51.0"W
Chinaré Montante	10°16'01.7"S	36°41'34.4"W
Chinaré Meio	10°16'00.3"S	36°40'14.1"W
Chinaré Jusante	10°15'30.5"S	36°39'03.3"W
Penedo Montante	10°16'21.2"S	36°35'39.3"W
Penedo Meio	10°17'57.4"S	36°34'58.9"W
Penedo Jusante	10°18'25.7"S	36°34'41.5"W
Piaçabuçu Montante	10°23'53.7"S	36°27'25.5"W
Piaçabuçu Meio	10°24'29.2"S	36°26'15.6"W
Piaçabuçu Jusante	10°25'19.1"S	36°25'15.5"W
Brejo Grande Montante	10°25'32.6"S	36°28'59.3"W
Brejo Grande Meio	10°25'32.9"S	36°28'05.0"W
Brejo Grande Jusante	10°24'47.6"S	36°27'27.0"W

Fonte: Autores (2024).

Durante a expedição, foi identificada a necessidade de incluir pontos extras com base na experiência em campo nas cidades de Piranhas e Pão de Açúcar. Foram reconhecidos pontos estratégicos para a identificação de possíveis contaminantes, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2 - Pontos extras do Baixo do Rio São Francisco, sendo coletados a jusante e montante, além do ponto central, de cada cidade percorrida

Cidade	Geolocalização da Coleta de Amostra	
Piranhas Ponto Extra 01	9°38'21.8"S	37°47'11.5"W
Piranhas Ponto Extra 02	9°37'02.0"S	37°48'35.7"W
Pão de Açucar Ponto Extra 01	9°44'44.9"S	37°29'24.2"W
Pão de Açucar Ponto Extra 02	9°44'55.1"S	37°27'16.4"W
Propriá Ponto Extra 01	10°11'13.3"S	36°50'48.8"W
Propriá Ponto Extra 02	10°11'26.9"S	36°50'54.2"W
Propriá Ponto Extra 03	10°12'25.5"S	36°50'08.8"W
Propriá Ponto Extra 04	10°12'41.2"S	36°48'09.2"W
Propriá Ponto Extra 05	10°11'36.9"S	36°50'17.0"W
Penedo Ponto Extra 01	10°15'39.2"S	36°36'02.2"W
Piaçabuçu Ponto Extra 01	10°24'07.3"S	36°29'56.0"W

Fonte: Autores (2024).

As amostras foram coletadas em recipientes de vidro devidamente higienizados, com capacidade de armazenamento de 20 mL, previamente identificados e posteriormente armazenados na geladeira a uma temperatura entre 3°C e 6°C.

Análise de TOG

Para quantificar a concentração de óleos e graxas nas águas, como descrito pelos órgãos ambientais sob a nomenclatura *Total Oil and Grease* (TOG), utilizou-se o analisador de óleo Horiba® modelo OCMA-350. As medições são baseadas na absorção de infravermelho na faixa de 3,4 - 3,6 µm. A extração de TOG da amostra de água produzida (PW) foi realizada usando o solvente poli(triclorofluoretileno) (S-316, Horiba®), numa proporção de 1:1 de solvente para amostra, conforme as instruções do manual do HORIBA OCMA-350.

O equipamento foi calibrado conforme as instruções indicadas no manual, utilizando o padrão de referência do equipamento (*B-heavy oil*), que é escolhido devido às suas propriedades similares às das amostras típicas analisadas. Para a calibração, adicionou-se 5,6 µL de B-heavy Oil ao balão volumétrico de 25 mL e completou-se com o solvente poli(triclorofluoretileno) (S-316, Horiba®), alcançando uma solução padrão com concentração de 200 mg/L.

Para a extração da fase orgânica da água, utilizou-se o mesmo solvente, cuja finalidade é extrair hidrocarbonetos da água ou mesmo do solo. A quantidade de energia infravermelha absorvida pelos hidrocarbonetos em um comprimento de onda específico é proporcional à concentração de óleo/graxa no solvente. Durante a extração, uma proporção de 1:1 é mantida, especificamente, 5 ml da amostra de água acidificada (pH 2) e 5 ml do solvente são misturados. Após agitação vigorosa e decantação adequada, uma alíquota da fase sobrenadante é retirada para análise por espectrometria no equipamento HORIBA OCMA-350. A repetição das medições e a realização de controles de qualidade, incluindo brancos e duplicatas, asseguram a precisão e a confiabilidade dos resultados obtidos.

Além disso, é importante considerar as limitações do método e as possíveis interferências de outras substâncias no solvente que podem absorver na mesma faixa do infravermelho,

o que pode levar a leituras errôneas. Essa preocupação reforça a necessidade de uma constante avaliação e atualização dos procedimentos analíticos, conforme sugerido na literatura recente.

Durante a VI Expedição do Rio São Francisco, foi observada visualmente a presença de óleo em várias cidades ribeirinhas. Essa contaminação é atribuída principalmente ao vazamento de combustível das embarcações pesqueiras atracadas no rio. Além disso, contribuem significativamente para essa poluição o despejo direto de efluentes domésticos e de embarcações sem tratamento adequado, bem como a lavagem de veículos e utensílios.

As altas concentrações de óleos e graxas nos corpos d'água podem levar a uma série de problemas de saúde para as populações locais. Esses contaminantes são conhecidos por causar problemas dermatológicos, como dermatites e outras irritações da pele. A exposição prolongada pode afetar o sistema respiratório e exacerbar condições como asma e bronquite, especialmente em crianças e idosos. Além disso, há riscos associados ao consumo de água ou alimentos contaminados, que podem resultar em doenças gastrointestinais e danos ao fígado e rins.

A Tabela 3 apresenta a localização dos pontos de coleta de amostras de água e os respectivos níveis de TOG (mg/L) no Baixo São Francisco, coletadas a jusante de cada cidade percorrida em novembro e dezembro de 2023.

Tabela 3 - Localização dos pontos de coleta de amostra de água, no Baixo São Francisco, à jusante de cada cidade percorrida, em novembro e dezembro de 2023

Cidade	TOG
Piranhas Ponto Extra 01	0,4
Piranhas Ponto Extra 02	0,3
Piranhas Montante	0,1
Piranhas Meio	0,0
Piranhas Jusante	0,4
Pão de Açucar Ponto Extra 01	0,3
Pão de Açucar Ponto Extra 02	0,4
Pão de Açúcar Montante	0,1
Pão de Açúcar Meio	0,1
Pão de Açúcar Jusante	0,3
Traipu Montante	0,2
Traipu Meio	0,2
Traipu Jusante	0,1
São Borges (São Brás) Montante	0,5
São Borges (São Brás) Meio	0,0
São Borges (São Brás) Jusante	0,4
Propriá Ponto Extra 01	0,6
Propriá Ponto Extra 02	0,5
Propriá Ponto Extra 03	0,5
Propriá Ponto Extra 04	0,2
Propriá Ponto Extra 05	0,2
Propriá Montante	0,8
Propriá Meio	0,5
Propriá Jusante	0,4

Chinaré Montante	0,4
Chinaré Meio	0,6
Chinaré Jusante	0,9
Penedo Ponto Extra 01	0,6
Penedo Montante	0,2
Penedo Meio	0,2
Penedo Jusante	0,1
Piaçabuçu Ponto Extra 01	0,5
Piaçabuçu Montante	0,4
Piaçabuçu Meio	0,6
Piaçabuçu Jusante	0,4
Brejo Grande Montante	0,4
Brejo Grande Meio	0,3
Brejo Grande Jusante	0,3

Fonte: Autores (2024).

Os resultados da Tabela 3 mostram que, em muitos pontos, os níveis de TOG estão acima do limite desejado de "praticamente inexistente", conforme estabelecido pelo Conama 430. Na cidade de Piranhas, os níveis de TOG variam de 0,0 a 0,4 mg/L. Embora alguns pontos estejam dentro do limite recomendado, outros superam esse limite, indicando a presença de contaminação. Essa variação sugere que existem Fontes de poluição em áreas específicas que precisam ser identificadas e controladas.

Em Pão de Açúcar, todos os pontos de coleta apresentam níveis de TOG entre 0,1 e 0,4 mg/L. Esses resultados indicam uma contaminação moderada, possivelmente devido a atividades humanas e industriais nas proximidades. A consistência dos níveis de TOG sugere uma fonte contínua de poluição. Para Traipu, os valores de TOG variam de 0,1 a 0,2 mg/L, sugerindo uma contaminação relativamente baixa. No entanto, a presença de qualquer quantidade de óleo e graxa é uma preocupação e indica a necessidade de medidas preventivas para evitar o aumento da contaminação. Na cidade de São Borges (São Brás), os níveis de TOG variam de 0,0 a 0,5 mg/L. Os pontos com valores mais elevados excedem os limites desejados, apontando para Fontes significativas de poluição que requerem atenção imediata. Esses níveis podem ser atribuídos ao descarte inadequado de resíduos e efluentes.

Em Propriá, os níveis de TOG são mais elevados, variando de 0,2 a 0,8 mg/L. Esses valores indicam uma contaminação significativa, possivelmente devido a atividades industriais e despejo de efluentes. A alta concentração de óleo e graxa em vários pontos sugere a necessidade de um monitoramento mais rigoroso e de intervenções para reduzir a poluição. Os resultados para Chinaré mostram níveis de TOG variando de 0,4 a 0,9 mg/L, com alguns pontos exibindo altos níveis de contaminação. Esses valores são preocupantes e indicam uma poluição intensa que pode estar afetando a qualidade da água e a saúde das populações locais. Em Penedo, os valores de TOG são relativamente baixos, variando de 0,1 a 0,6 mg/L. Embora os níveis sejam menores em comparação com outras cidades, a presença de óleo e graxa ainda representa um risco e necessita de controle contínuo para evitar agravamentos.

Na cidade de Piaçabuçu, os níveis de TOG variam de 0,4 a 0,6 mg/L, indicando uma contaminação moderada. A proximidade de atividades pesqueiras e outras Fontes de poluição

pode estar contribuindo para esses níveis, que exigem monitoramento constante. Por fim, em Brejo Grande, os níveis de TOG variam de 0,3 a 0,4 mg/L. Embora esses valores sejam relativamente baixos, ainda assim estão acima do desejável e indicam a necessidade de intervenções para manter a qualidade da água dentro dos padrões estabelecidos. Os dados indicam que a contaminação por óleos e graxas é uma preocupação significativa em várias áreas do Baixo São Francisco. Embora alguns pontos de coleta estejam dentro dos limites aceitáveis de TOG, muitos os excedem, o que pode ter implicações graves para a saúde pública e o meio ambiente. É essencial continuar o monitoramento dessas áreas e implementar medidas de mitigação para reduzir a contaminação e proteger as comunidades ribeirinhas. Comparando os resultados referentes à amostragem realizada em 2022 com os resultados previamente discutidos, vamos analisar as implicações e diferenças observadas.

Em Piranhas, na amostragem de 2022, os níveis de TOG variam significativamente entre os pontos montante (5,1 mg/L) e jusante (6,5 mg/L), enquanto o ponto meio apresenta 0 mg/L. Esses valores são muito mais altos em comparação com a coleta realizada em 2023, na qual os níveis de TOG em Piranhas eram significativamente menores, variando de 0,0 a 0,4 mg/L. A diferença sugere um aumento substancial na contaminação ou variações nas condições ambientais e metodológicas entre os anos. Em Pão de Açúcar, os níveis de TOG em 2022 são extremamente altos, com montante em 11,2 mg/L, meio em 5,2 mg/L e jusante em 4,1 mg/L. Esses valores contrastam fortemente com os resultados de 2023 (0,1 a 0,4 mg/L). A alta concentração em 2022 pode indicar uma intensificação da poluição, possivelmente devido a um aumento nas atividades industriais ou urbanas.

Em Traipu, em 2022, os níveis de TOG são altos, com montante em 1,3 mg/L, meio em 8,9 mg/L e jusante em 2,4 mg/L. Comparada com os resultados de 2023 (0,1 a 0,2 mg/L), a nova tabela mostra uma contaminação muito mais severa, sugerindo uma deterioração significativa na qualidade da água. Em São Brás, na amostragem de 2022, o ponto montante mostra 0 mg/L consistentemente, enquanto o ponto meio apresenta 6,6 mg/L. Em 2023, São Borges (São Brás) mostrou níveis relativamente baixos de TOG (0,0 a 0,5 mg/L). A alta concentração no ponto meio em 2022 sugere uma nova Fonte de contaminação ou aumento nas atividades poluidoras. Em Propriá, os níveis de TOG em 2022 são extremamente altos, com montante em 3,1 mg/L, meio em 16 mg/L e jusante em 11 mg/L. Esses valores são drasticamente superiores aos observados na amostra de 2023 (0,2 a 0,8 mg/L), indicando uma contaminação significativa, possivelmente devido a despejos industriais ou urbanos mais intensos. Em Chinaré, em 2022, todos os pontos mostram 0 mg/L, enquanto a amostra de 2023 indicava níveis entre 0,4 e 0,9 mg/L. Esta ausência de contaminação pode sugerir uma variação temporal significativa ou melhorias na qualidade da água.

Em Penedo, ambos os conjuntos de dados mostram valores baixos de TOG. Em 2022, apresenta consistentemente 0 mg/L, enquanto em 2023 0,1 a 0,6 mg/L. Essa diferença pode refletir uma melhora na qualidade da água ou diferenças metodológicas. Em Piaçabuçu, os níveis de TOG em 2022 são altos, com montante em 2 mg/L, meio em 10,8 mg/L e jusante em 13,6 mg/L. Em contraste, a Tabela de 2023 mostrou valores entre 0,4 e 0,6 mg/L, sugerindo um aumento substancial na contaminação.

Em Brejo Grande, em 2022, os valores de TOG foram relativamente baixos (0 a 1,3 mg/L), semelhantes aos resultados atuais (0,3 a 0,4 mg/L). Os dados da amostragem de 2022 mostram discrepâncias significativas nos níveis de TOG quando comparados com os dados de 2023. Em várias cidades, como Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu e Propriá, os níveis de TOG são

muito mais elevados em 2022, indicando uma possível intensificação da contaminação por óleos e graxas. Essas diferenças podem ser atribuídas a mudanças nas atividades humanas, industriais ou no tratamento de efluentes, bem como a variações metodológicas e temporais.

A presença de níveis elevados de TOG é uma preocupação ambiental e de saúde pública, pois pode levar a problemas dermatológicos, respiratórios e gastrointestinais, conforme discutido anteriormente. As diferenças observadas entre os anos destacam a necessidade de monitoramento contínuo e detalhado para identificar Fontes de poluição e implementar medidas de mitigação eficazes.

Estratégias de mitigação propostas:

1. Implementação de Sistemas de Filtração nos Pontos de Coleta: Equipar os carros-pipa com sistemas de filtração para garantir a segurança da água antes de seu uso pela população de Propriá.
2. Educação Ambiental: Promover programas educacionais para ensinar à comunidade práticas adequadas de descarte e manejo de resíduos, especialmente em Piaçabuçu, visando prevenir a poluição da água.
3. Melhoria da Infraestrutura de Saneamento: Aprimorar as instalações de tratamento de esgoto em Piaçabuçu, eliminando esgotos a céu aberto e tratando eficazmente as águas residuais antes de sua liberação no ambiente.
4. Monitoramento Contínuo da Qualidade da Água: Estabelecer um programa robusto de monitoramento nas áreas identificadas para acompanhar continuamente a qualidade da água e responder prontamente a qualquer deterioração detectada.
5. Colaborações com Entidades Ambientais: Desenvolver parcerias com organizações não governamentais e instituições governamentais para implementar projetos de conservação e recuperação da qualidade da água.

Essas estratégias visam não apenas tratar as questões atuais, mas também promover uma gestão sustentável dos recursos hídricos que beneficie diretamente as comunidades ribeirinhas de Propriá e Piaçabuçu. A implementação efetiva dessas medidas pode melhorar significativamente a qualidade de vida e a saúde das populações locais, minimizando os riscos associados à poluição por óleos e graxas e outros contaminantes.

Considerações finais

Durante a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, foi observada uma prevalência de contaminação por óleos e graxas em várias cidades ribeirinhas, com Penedo, Piaçabuçu e Piranhas apresentando os níveis mais elevados de poluição. Essa situação se deve, em grande parte, à intensa atividade das embarcações pesqueiras que frequentemente permanecem atracadas no rio, contribuindo significativamente para a poluição por meio de vazamentos de combustível e despejos diretos de efluentes sem tratamento adequado. A análise quantitativa revelou altas concentrações desses poluentes, variando significativamente dependendo da proximidade a fontes de efluentes e da estagnação das águas, destacando a urgência de abordagens mais robustas para o monitoramento e a mitigação da poluição em ecossistemas aquáticos.

Em Piaçabuçu, amostras foram coletadas em três pontos críticos da área urbana que ilustram riscos variados de contaminação: a parada da barca e ponto de lavagem de panelas, uma área de recreação de contato primário (banho) e a presença de esgoto a céu aberto. Esses locais foram identificados como pontos críticos devido ao acúmulo de contaminantes provenientes

de atividades humanas, influenciando negativamente a qualidade da água e potencializando os riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

Os dados obtidos refletem um cenário preocupante de poluição ambiental, que não apenas compromete a qualidade de vida das comunidades locais, mas também perturba os ecossistemas aquáticos vitais. Comparativamente com estudos anteriores, nossos resultados corroboram a persistente negligência em relação ao controle de efluentes, apontando para um descompasso entre a legislação ambiental e a sua efetiva aplicação. O impacto teórico desses achados reforça a necessidade de revisões legislativas e práticas de gestão ambiental, enquanto, no plano prático, sublinha a importância de sistemas de tratamento e filtragem mais eficazes.

Este estudo enfrentou limitações, incluindo a variabilidade espacial das amostras e a possível interferência de substâncias químicas não identificadas que poderiam afetar a precisão das medições de óleos e graxas. Além disso, a metodologia empregada pode não capturar totalmente a complexidade dos contaminantes em ambientes dinâmicos como o Baixo São Francisco, onde as condições ambientais podem alterar rapidamente a composição dos efluentes.

Recomenda-se a ampliação do escopo das futuras pesquisas para incluir um número maior de pontos de coleta ao longo do rio, o que proporcionaria uma compreensão mais abrangente da distribuição e da concentração de poluentes. Seria também benéfico explorar o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias de detecção e remoção de contaminantes, além de estudar mais profundamente os impactos sinérgicos e de longo prazo da poluição por óleos e graxas nos ecossistemas e na saúde humana.

Os resultados deste estudo contribuem significativamente para o conhecimento atual sobre a poluição por óleos e graxas no Baixo São Francisco, evidenciando lacunas críticas na gestão ambiental e na infraestrutura de saneamento. Esta pesquisa não apenas documenta o estado atual da contaminação, mas também serve como um chamado à ação para políticas públicas mais efetivas e para uma maior conscientização ambiental, visando à sustentabilidade dos recursos hídricos e à saúde das comunidades dependentes desses ecossistemas. A continuidade desses estudos é essencial para assegurar a preservação ambiental e a qualidade de vida das futuras gerações.

Referências

BATIRA, F. **Estudo do tratamento de água de produção de petróleo utilizando unidade de separação por biosorção**. 2014. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2014.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 274/2000** - Revisa os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras - Data da legislação: 29/11/2000 - Publicação DOU nº 018, de 08/01/2001, p. 70-71.

BRASIL. Resolução **CONAMA Nº 357/2005**- Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências - Data da legislação: 17/03/2005 - Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005, p. 58-63

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Oily Bilgewater Separators.** Washington, U.S: EPA Office Of Wastewater Management, https://www.epa.gov/. Acesso em: 07 dez. 2023.

CAPÍTULO 8

ATENDIMENTOS MÉDICOS COMO ESTRATÉGIA DE RASTREAMENTO E DE PREVENÇÃO DE DOENÇAS CRÔNICAS NA POPULAÇÃO RIBEIRINHA DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Mario Jorge Jucá[44], Francine Simone de Mendonça Silva[45], Ericlis dos Santos Silva[46], Adriano José dos Santos[47], Eliane Aparecida Holanda Cavalcanti[48]

Resumo: O objetivo deste estudo foi relatar a experiência desenvolvida por meio da realização de atendimentos médicos especializados para rastreamento de câncer colorretal e distúrbios metabólicos na população ribeirinha do Baixo São Francisco. Durante os períodos de novembro de 2022 (5ª edição) e novembro de 2023 (6ª edição) da Expedição Científica do Baixo São Francisco, foram oferecidos à população ribeirinha atendimentos médicos especializados em coloproctologia e nefrologia/clínica médica, em 8 municípios banhados pelo São Francisco, visando ao rastreamento e à prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. Durante as duas edições, foram atendidos 290 pacientes. Antes das consultas, foram realizados Testes Imunoquímicos nas Fezes (TIF) para detecção de sangue oculto nas fezes, sendo que pacientes com resultado positivo foram encaminhados com prioridade para o atendimento médico. No que diz respeito às avaliações coloproctológicas, as queixas mais relatadas pelos pacientes foram constipação intestinal e sangramentos intestinais baixos, além de dor abdominal, proctalgia e fissura anal. Os principais achados nas consultas de nefrologia/clínica médica foram diabetes, hipertensão arterial e alterações no ritmo de filtração glomerular (RFG), indicando um número considerável de pacientes com comprometimento da função renal. Aproximadamente 35 pacientes foram encaminhados para acompanhamento especializado. É importante considerar as singularidades das comunidades ribeirinhas e construir fluxogramas de atendimento para essa população, sendo necessário priorizar o atendimento por meio de investimentos em políticas públicas voltadas para populações específicas.

Palavras-chave: Câncer de intestino; Câncer colorretal; Diabetes; Hipertensão; Nefropatia.

Introdução

No dia 18 de março de 1912, os pesquisadores Arthur Neiva e Belisário Penna deixaram o Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro, rumo ao Nordeste. Aquela seria uma das mais importantes Expedições Científicas, que marcaram o início do século XX com verdadeiros desbravamentos do interior do Brasil. O objetivo era conhecer as doenças, realizar diagnósticos e levar atendimento à população do interior do país. Um pouco mais de um século depois, as Expedições Científicas são reeditadas com novo enfoque: a perspectiva é agir sobre o cenário atual da saúde, que varia em cada região, associando seus determinantes biológicos aos determinantes sociais da saúde, como renda, educação, habitação, saneamento básico e outros.

44 Médico, docente da Ufal - Campus A.C. Simões;

45 Médica, docente da Ufal - Campus de Arapiraca;

46 Biólogo, bolsista do Laboratório Clínico da Ufal - Unidade de Testagens - Campus de Arapiraca;

47 Biomédica, bolsista do Laboratório Clínico da Ufal - Unidade de Testagens - Campus de Arapiraca;

48 Bióloga, docente, coordenadora do Laboratório Clínico da Ufal - Unidade de Testagens e coordenadora das ações de saúde na Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Segundo a definição clássica, expedição é "o ato ou efeito de expedir, enviar, fazer com que algo chegue a seu destino, despacho ou remessa", ou seja, fazer algo chegar aonde precisa estar. Para Tonholo (2022), é a capacidade de levar o olhar especializado da ciência e do conhecimento a cada recanto ribeirinho, através de olhos e mentes generosas e dedicadas. Assim, descrevemos as Expedições Científicas da Universidade Federal, destacando as Expedições Científicas no Baixo São Francisco iniciadas em 2018, que têm como objetivo alavancar uma nova atividade participativa na região, por meio do conhecimento, monitorando os principais indicadores sociais, econômicos e ambientais, assegurando a qualidade de vida e segurança alimentar (Soares *et al.,* 2022). Ao longo desses seis anos, diversas áreas de conhecimento foram incorporadas, totalizando 35 linhas de pesquisa, com aproximadamente 66 pesquisadores distribuídos em áreas como saúde bucal, oncologia, parasitoses, fisioterapia, qualidade da água e contaminantes, pesca, ictiofauna, biodiversidade, ecologia do pescado, reprodução de peixes, tecnologias sociais e ambientais. Percorrendo o Baixo São Francisco por dez dias, visitam os municípios de Piranhas/AL, Pão de Açúcar/AL, Traipu/AL, São Brás (Lagoa Comprida)/AL, Igreja Nova (Chinaré)/AL, Penedo/AL, Piaçabuçu/AL e Propriá/SE (Soares *et al.,* 2022).

A região fisiográfica do Baixo São Francisco (BSF) abrange os Estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Bahia, cobrindo uma área de 25.500 km², com 78 municípios e aproximadamente 1,5 milhão de habitantes, sendo cerca de 440.000 residentes em áreas próximas ou nas margens do Rio São Francisco (Soares *et al.,* 2022). As populações ribeirinhas do São Francisco descendem de povos indígenas e quilombolas, subsistindo da pesca, agricultura familiar e programas sociais do governo federal. Essas comunidades enfrentam carências de recursos básicos como saneamento e dependem dos centros urbanos para acesso a bens de consumo e serviços de saúde.

A vulnerabilidade dessas comunidades é evidente, expostas a doenças infecciosas como dengue, leishmaniose, parasitoses, além de condições de saúde típicas de grandes centros urbanos como neoplasias, hipertensão e diabetes. O Decreto nº 6040/2007 estabelece os direitos dos Povos Tradicionais, incluindo os ribeirinhos, porém as condições de saúde e a vulnerabilidade demonstram uma fragilidade significativa, refletindo diretamente na qualidade de vida dessas populações. Apesar de existirem legislações específicas para a região, muitas populações ribeirinhas permanecem desassistidas, sem acesso a exames básicos de saúde, com altos índices de parasitoses intestinais e dificuldades para realizar exames complementares, exceto com ajuda de familiares e amigos quando necessário (Brasil, 2021).

Um dos grandes desafios nas populações ribeirinhas são os carcinomas, independentemente da localização. O câncer colorretal (CCR), por exemplo, é uma doença de alta prevalência e mortalidade, associada a fatores como idade avançada, dieta pobre em fibras e água, tabagismo, sedentarismo, alcoolismo e histórico de doenças inflamatórias intestinais (Lima; Villela, 2021; Mota *et al.,* 2021; Palmeira *et al.,* 2020; Silva *et al.,* 2021). O rastreamento precoce do CCR é crucial para melhorar os resultados do tratamento, uma vez que a doença tem um período pré-maligno em que pólipos benignos podem ser removidos.

O câncer colorretal é a terceira neoplasia maligna mais comum no Brasil, com uma incidência crescente, especialmente nos estados do Sul e Sudeste, estimando-se 29 novos casos para cada 100.000 habitantes (Inca 2016). A prevenção primária envolve ajustes no estilo de vida como dieta adequada, controle de obesidade, atividade física, controle da diabetes *mellitus* e redução do consumo de álcool. No entanto, não existe um programa nacional de prevenção do CCR organizado pelo Ministério da Saúde, embora haja campanhas anuais de conscientização e

recomendação de colonoscopia como método padrão (Freitas *et al.,* 2020; Macêdo *et al.,* 2020; Mota *et al.,* 2021; Moura *et al.,* 2020; Palmeira *et al.,* 2020; Silva *et al.*, 2020).

Durante a Expedição Científica, a equipe focou na promoção da saúde e prevenção de doenças crônicas através de consultas e testes como o de sangue oculto por imunoquímica para rastreamento do CCR, citologias para câncer de colo uterino e avaliações bucais para câncer de boca. Foram realizados atendimentos clínicos e exames bioquímicos para identificar fatores de risco como tabagismo, alcoolismo, sedentarismo e consumo excessivo de sódio, visando construir o perfil dessa população. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Alagoas (CEP/Ufal), sob parecer nº 6.524.679 (CAAE: 75027223.0.000.5013).

Atendimentos médicos à população ribeirinha

Os atendimentos médicos foram cuidadosamente planejados para abordar as necessidades de saúde da população local. Inicialmente, os pacientes foram selecionados por meio de busca ativa, um processo iniciado pelas equipes de saúde dos municípios parceiros, que identificaram os pacientes necessitados de atendimento médico nas áreas de clínica médica, nefrologia e coloproctologia. Esta última área foi especialmente focada no rastreamento do câncer colorretal, enquanto a nefrologia abordou as nefropatias crônicas, com ênfase nas principais causas como hipertensão e diabetes. Além disso, pacientes com queixas clínicas e gastroenterológicas também foram atendidos.

Na Unidade Básica de Saúde (UBS), antes das consultas médicas, foi realizada uma segunda triagem com todos os pacientes presentes. Durante esta triagem, foram coletadas amostras de sangue para a realização de exames que ajudassem a identificar condições como anemia, infecções e distúrbios metabólicos. Além disso, foi coletado material fecal para a realização de teste rápido de sangue oculto nas fezes (figura 1). Também foi aplicado um questionário por meio de um formulário estruturado, visando obter informações sobre o perfil sociodemográfico dos pacientes.

Figura 1 - Realização do teste PSOF durante a 6ª (2023) edição da Expedição Científica.

Fonte: Autores (2023).

Em 2022, foram realizadas em média 120 consultas, enquanto em 2023 (6ª edição) esse número aumentou para cerca de 170 consultas, representando um aumento de quase 50% de um ano para o outro (figura 2).

Nas consultas de coloproctologia, os pacientes foram avaliados e orientados quanto a medidas higiênicas e dietéticas, além de receberem tratamento quando necessário. Em ambos os anos do estudo, as queixas mais frequentes relatadas pelos pacientes durante as avaliações coloproctológicas foram constipação intestinal e sangramentos intestinais baixos, respectivamente. Outras queixas comuns incluíram dor abdominal, proctalgias e fissura anal.

Figura 2 - Atendimentos médicos durante a 6ª (2023) edição da Expedição Científica. A e C: coloproctologia. B e D. Nefrologia

Fonte: Autores (2023).

Nas edições de 2022 e 2023, complementando as consultas coloproctológicas, foram realizados Testes Imunoquímicos nas Fezes (TIF) antes do atendimento médico. Esses testes medem diretamente a presença de hemoglobina no material fecal, utilizando uma pequena porção de fezes (aproximadamente 10g), logo após a coleta pelo paciente. É importante destacar que esse teste é uma opção conveniente para os pacientes, pois não requer restrições dietéticas, preparação intestinal, sedação ou qualquer procedimento invasivo, sendo indolor.

Conforme os resultados do TIF eram liberados, os pacientes que testaram positivo, independentemente de estarem ou não agendados para consulta coloproctológica, eram encaminhados para avaliação médica.

A análise da realização do TIF nas comunidades ribeirinhas durante a 5ª edição (2022) envolveu uma amostra de 220 pacientes, dos quais 28 (13%) tiveram resultados positivos. Na 6ª edição (2023), foram analisados 152 pacientes, com 27 (17,65%) apresentando resultados positivos (Tabela 1).

Tabela 1 - Frequência de positividade do Teste Imunoquímico nas Fezes (TIF) dos ribeirinhos do Baixo São Francisco, durante a 5ª (2022) e 6ª edição (2023) da Expedição Científica

Município	2022			2023		
	Positivo	Negativo	Total	Positivo	Negativo	Total
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Piranhas	3 (16,67)	15 (83,33)	18 (100)	4 (17,39)	19 (82,61)	23 (100)
Pão de Açúcar	1 (14,28)	6 (85,72)	7 (100)	4 (12,50)	28 (87,50)	32 (100)
Traipu	1 (9,10)	10 (90,90)	11 (100)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Propriá	7 (28,00)	18 (72,00)	25 (100)	3 (60,00)	2 (40,00)	5 (100)
São Brás	1 (4,00)	24 (96,00)	25 (100)	7 (30,43)	16 (69,58)	23 (100)
Igreja Nova	1 (2,33)	42 (97,67)	43 (100)	4 (12,50)	28 (87,05)	32 (100)
Penedo	7 (13,73)	44 (86,27)	51 (100)	3 (15,00)	71 (85,50)	20 (100)
Piaçabuçu	7 (17,50)	33 (82,50)	40 (100)	2 (11,76)	15 (88,30)	17 (100)
Total	28 (12,73)	192 (87,27)	220 (100)	27 (17,76)	125 (82,24)	152 (100)

Fonte: Autores (2024).

Há múltiplas opções para o rastreamento do câncer colorretal (CCR), desde o teste de sangue oculto nas fezes pelo método de guaiaco com ou sem a associação de retossigmoidoscopia, até o teste de sangue oculto pelo método imunoquímico (TIF), conhecido na literatura inglesa como FIT (*Fecal Immunochemical Test*).

A estratégia de adotarmos um exame complementar antes da consulta foi fundamental, visto que o atendimento especializado foi imediato, evitando que o paciente buscasse um especialista, o qual, na maioria dos casos, encontra-se nos grandes centros de saúde. Entende-se, portanto, que o rastreamento por TIF é uma importante ferramenta para a identificação, prevenção e diagnóstico precoce do câncer colorretal (De Paula Pires *et al.* , 2021). O objetivo do rastreamento não é diagnosticar mais pólipos ou lesões planas, mas sim diminuir a mortalidade por CCR na população-alvo do rastreamento em comparação com uma população-controle não rastreada.

Nessa perspectiva, estudos apontam que a implementação de estratégias de triagem que contemplam a população de forma geral, especialmente aquelas que apresentam mais fatores de risco, por meio de técnicas pouco invasivas como o teste de sangue oculto nas fezes, pode

contribuir para a redução da mortalidade por câncer colorretal (Freitas *et al.,* 2020; Jucá *et al.,* 2023; Mota *et al.,* 2021; Palmeira *et al.,* 2020). Para pacientes com risco médio, o rastreamento de câncer colorretal deve começar aos 45 anos e continuar até os 75 anos de idade. Para adultos com idade entre 76 e 85 anos, a decisão sobre a triagem para CCR deve ser individualizada, levando em consideração a saúde geral do paciente e a história de rastreamento anterior (Jucá *et al.,* 2023).

Os pacientes com TIF positivo foram imediatamente encaminhados com solicitação de colonoscopia para o Hospital Universitário Professor Alberto Antunes da Universidade Federal de Alagoas (HUPAA - Ufal). No entanto, o manejo do paciente ocorre principalmente pela estrutura de saúde de cada localidade, logo, a regulação nos municípios pode ter modificado os encaminhamentos para outros locais, ou o paciente pode ter realizado a ação por conta própria. Houve um caso de câncer de esôfago em um paciente de Sergipe no ano de 2022, o qual foi encaminhado para o Hospital Universitário da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Na região de Veneto (Itália), foram introduzidos programas bienais de rastreio baseados em TIF, convidando residentes entre 50 e 69 anos de idade em diferentes áreas entre 2002 e 2009. Comparando as taxas de mortalidade por CCR de 1995 a 2011 entre as áreas onde o rastreio começou em 2002-2004 e as áreas que introduziram o rastreio em 2008-2009, usando modelos de regressão de Poisson, assim como os dados disponíveis sobre as taxas de incidência de CCR (1995-2007) e as taxas de ressecção cirúrgica (2001-2012), antes da introdução do rastreio, as taxas de mortalidade e incidência de CCR nas duas áreas eram semelhantes. Em comparação com 1995-2000, as taxas de mortalidade de 2006-2011 foram 22% mais baixas com rastreio precoce do que com rastreio tardio (taxa de risco relativo (RR) = 0,78; IC 95% 0,68 a 0,89). A redução foi maior nas mulheres (RR = 0,64; IC 0,51 a 0,80) do que nos homens (RR = 0,87; IC 0,73 a 1,04). Com o diagnóstico precoce, as taxas de incidência e cirurgia atingiram o pico durante a introdução do programa de rastreio e depois regressaram ao valor inicial (incidência de 2006-2007), ou caíram abaixo dos valores iniciais (cirurgia após 2007). Os programas de rastreio baseados em FIT foram associados a uma redução significativa na mortalidade por CCR, demonstrando que essa estratégia é bastante adequada para ser empregada em programas populacionais, principalmente em áreas vulneráveis, como comunidades ribeirinhas onde a colonoscopia é praticamente inviável.

Outro teste realizado é o de DNA fecal, que não busca sangue nas fezes, mas alterações genéticas específicas em células de pólipos ou câncer. Ao longo do tempo, as células do cólon são liberadas para o lúmen intestinal (por esfoliação) e, portanto, para as fezes. A coleta dessas células (e de seu DNA) é favorecida pela proliferação intensa das células do tumor. A resistência dessas células à morte programada (apoptose) também permite que o DNA nas fezes permaneça intacto. As amostras devem ser mantidas resfriadas (em gelo durante o transporte) e analisadas em até 24 horas após a coleta. Essa característica torna o teste de DNA superior ao FIT em termos de sensibilidade para a detecção de CRC (92,3% vs. 73,8%), porém com uma especificidade menor (86,6% vs. 94,9%) e, consequentemente, uma maior probabilidade de resultados falso-positivos. Além disso, o teste de DNA nunca foi validado em uma população não americana, e existem várias barreiras para sua aplicação em programas de rastreamento populacional, especialmente em países que não os EUA. Entre essas barreiras, o alto custo (10 vezes maior que o FIT sozinho e ainda maior que a colonoscopia em muitos países) dificulta sua aceitação pública (PIRES *et al.,* 2021). Além de ser uma estratégia extremamente dispendiosa, requer muitas preocupações e cuidados para evitar alterações nos resultados, o que inviabiliza

sua utilização em estratégias populacionais. Mesmo quando o teste de DNA fecal é positivo, o paciente também deve ser encaminhado para colonoscopia.

Outro estudo utilizando o TIF, no qual o teste foi positivo em 93 pacientes, encontrou 38 casos sem pólipos adenomatosos ou adenocarcinoma, 49 com pólipos adenomatosos e 6 com adenocarcinomas. Quanto aos pólipos, o tamanho médio variou de 8,3 ± 15,0 mm, sendo a maioria dos casos de pólipos menores que 5 mm (59,1%), seguidos por pólipos entre 5 e 19 mm (32%) e pólipos de 20 mm ou mais (8,1%). Houve correlação significativa entre o tamanho do pólipo e a positividade do TIF (r = 0,296; p = 0,004). Houve correlação entre o número de pólipos/presença de tumor e a positividade do FIT (r = 0,288; p = 0,005); o teste de TIF teve resultados concordantes com os achados colonoscópicos em relação à presença de algum tipo de lesão, seja maligna ou benigna, o que estabelece o TIF com alta sensibilidade. Nesse estudo, o hábito alimentar, a atividade física, o consumo de álcool, o tabagismo e a obesidade são apontados como os principais fatores de risco. O sedentarismo também está associado a um maior risco de CCR. A obesidade é um fator de risco importante para o CCR, e o diagnóstico da síndrome metabólica reforça a necessidade de maior cuidado nesses pacientes.

O Diabetes *Mellitus* (DM) e a Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) são doenças frequentes, com prevalência crescente no Brasil e no mundo. São importantes causas de morbi-mortalidade e incapacidade, afetando pessoas em plena vida produtiva, e sendo responsáveis por um alto custo para o sistema de saúde, bem como para a sociedade, famílias e indivíduos. Os achados bioquímicos coletados durante a 5ª e a 6ª edições da Expedição Científica corroboram o perfil clínico encontrado durante os atendimentos (Tabela 2).

Tabela 2 - Perfil bioquímico dos pacientes atendidos durante a 5ª e 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco

Exames bioquímicos	*Ano*	*Piranhas*	*Pão de Açúcar*	*Traipu*	*Propriá*	*São Brás*	*Igreja Nova*	*Penedo*	*Piaçabuçu*
GLICOSE (mg/dL)	2022	97,9	121,2	123,6	**129,9**	114,5	109,0	113,9	129,3
	2023	92,9	104,5	100,1	**112,9**	100,1	85,6	109,1	105,5
COLESTEROL TOTAL (mg/dL)	2022	207,3	219,8	227,9	213,3	214,0	207,5	**247,5**	234,6
	2023	**227,7**	202,3	210,2	179,6	203,1	190,6	191,3	199,4
TRIG.(mg/dL)	2022	128,9	157,6	**163,1**	172,8	127,2	137,2	**163,1**	134,9
	2023	**169,7**	156,2	108,0	110,0	118,6	95,2	99,1	108,8
CREATININA (mg/dl)	2022	0,98	1,1	0,92	1,01	1,0	0,99	1,1	0,94
	2023	0,59	0,93	0,85	0,76	0,85	0,75	0,86	1,4
UREIA (mg/dl)	2022	-	-	-	-	-	-	-	-
	2023	26,9	24,8	29,4	26,5	27,0	26,9	29,2	28,8

Fonte: Autores (2023).

Nos atendimentos, ficou evidente essa dificuldade de assistência. A grande maioria dos pacientes tratados para hipertensão e diabetes foi atendida com quadros descompensados, realizando-se ajustes na medicação, e alguns casos foram encaminhados para acompanhamento em Arapiraca, restabelecendo assim a condição de acompanhamento local e afastando outras condições que poderiam estar contribuindo para os quadros descompensados. A prevenção do DM e da HAS, bem como de suas complicações, deve ser considerada prioridade em saúde pública. Apesar dessa constatação, as equipes de saúde dos municípios ribeirinhos, com todo o esforço, não conseguem alcançar os locais mais distantes dos centros urbanos, resultando em um elevado número de atendimentos de urgências por hipertensão, infartos e acidente vascular cerebral.

O controle dos níveis glicêmicos e da pressão sanguínea é fundamental para reduzir os danos renais causados por essas condições, retardando e/ou evitando a evolução para insuficiência renal crônica terminal e necessidade de hemodiálise. Para alcançar esse controle, também é crucial ajustar a dieta e controlar o peso, o que torna a profilaxia do agravamento da doença renal uma abordagem multiprofissional necessária.

No que diz respeito aos atendimentos de nefrologia e clínica médica, a análise de diferentes marcadores celulares e bioquímicos foi importante para uma avaliação mais consistente dos ribeirinhos. Entre essas análises, destaca-se a investigação dos níveis séricos de creatinina e o Ritmo de Filtração Glomerular (RFG). Nesse contexto, os principais achados incluíram diabetes, hipertensão arterial e um número elevado de alterações no RFG, indicando um considerável número de pacientes com comprometimento da função renal. Esses pacientes foram encaminhados para acompanhamento com nutricionistas, visando a ajustes alimentares específicos para melhorar o controle glicêmico, pressórico e a redução de peso.

Um dos objetivos adicionais desenvolvidos ao longo das atividades propostas foi estabelecer vínculos com as Secretarias de Saúde municipais, permitindo assim a continuidade dos acompanhamentos dos pacientes atendidos. Essa parceria demonstrou ser fundamental para garantir as condições básicas de saúde, visto que durante as diferentes consultas clínicas observou-se uma alta prevalência de diabetes e hipertensão arterial, além de um número significativo de pacientes com alterações na função renal, evidenciadas pelo aumento dos níveis de creatinina e redução do RFG calculado pela fórmula CKDEPI.

No entanto, a ação da Expedição não se limitou à realização das consultas no local; pelo contrário, os pacientes passaram a receber assistência contínua. Nessa perspectiva, atualmente (abril de 2024), os pacientes com disfunção renal provenientes da Expedição estão recebendo atendimento médico no município de Arapiraca-AL, encaminhados pelas Secretarias de Saúde de seus respectivos municípios até o Instituto Regional Renal do Agreste (IRRA). Isso reforça a importância das parcerias estabelecidas entre a universidade e os municípios na prestação de serviços de saúde à população, proporcionando uma melhor qualidade de vida.

É crucial considerar a especificidade e as singularidades das comunidades ribeirinhas ao construir fluxogramas de atendimento para essa população. É necessário priorizar o atendimento por meio de investimentos em políticas públicas direcionadas a populações específicas.

Crítica aos métodos de rastreio do câncer colorretal

O teste da o-tolidina ou guaiaco foi desenvolvido por Van Deen em 1864 e utilizado por Boas em 1901 para pesquisa de sangramento gástrico. Passou a ser utilizado em 1967 para monitoramento doméstico de sangue oculto nas fezes. Baseia-se na atividade pseudoperoxidase

que a porção da hemoglobina exerce, causando a oxidação de um composto fenólico (ácido alfa-guaiacônico) pela ação do peróxido de hidrogênio da solução de desenvolvimento, formando uma estrutura quinona. Essa reação química torna-se visível pelo aparecimento da cor azul ou azul esverdeada dentro de 30 segundos, se sangue estiver presente nas fezes.

No Brasil, muitos laboratórios utilizam o reativo de Meyer para o processo descrito acima. Esta mistura, quando adicionada de água oxigenada, adquire coloração avermelhada na presença de hemoglobina. As diferentes variações da coloração avermelhada são classificadas em positivas de uma a quatro cruzes.

Apesar da introdução da aglutinação de látex imunoquímico por Adams *et al.* em 1974, da imunodifusão radial simples por Songster *et al.* em 1980 e da hemaglutinação passiva reversa por Solto *et al.* em 1984, que levaram a métodos mais sensíveis para detectar baixas concentrações de hemoglobina humana nas fezes, o método permanece deficiente e sofre várias influências. A utilização de certos alimentos, drogas, vitaminas e outras substâncias antes e durante o período de coleta da amostra altera o resultado, podendo fornecer resultado falso positivo ou falso negativo, necessitando que o paciente faça dieta específica por 3 a 4 dias antes de realizar o teste. Estudos mostram que os resultados do teste são positivos somente em cerca de 50% a 65% dos pacientes com câncer colorretal e em 25% a 40% em pacientes com pólipos.

O teste imunológico ou teste de imunocromatografia de captura, desenvolvido em 1995, utiliza anticorpos monoclonais e policlonais para possibilitar a detecção de amostras com níveis tão baixos quanto 0,05 ul/ml em 5 minutos. Essa reação imunológica elimina a necessidade de dieta alimentar antes da coleta, assim como as interferências de hemoglobinas de outras espécies, comuns nos testes utilizando guáiaco. A coleta da amostra não deve ser realizada durante ou dentro de três dias de um período menstrual, nem em paciente com queixa de hematoquezia ou com hematúria. Nessas situações, os resultados do teste podem ser falso-positivos. Pacientes em uso de aspirina ou álcool devem suspender uma semana antes da realização do exame. Os testes imunológicos, por não necessitarem de dieta prévia e serem específicos para a hemoglobina humana, são citados na literatura como os de melhor sensibilidade (75%) e especificidade (40 a 50%).

Woo *et al.* (2005), empregando o teste imunoquímico para a pesquisa de sangue oculto, encontraram sensibilidade de 58,3%, especificidade de 76,3% e valor preditivo positivo de 27,9% para o câncer colorretal e adenomas. Levi *et al.* (2006) realizaram um estudo comparando a pesquisa feita com guáiaco e com a imunoquímica. A sensibilidade do guáiaco foi de 75%, e a mesma para a imunoquímica. A especificidade do teste feito com guáiaco foi de 34% e a com a imunoquímica foi de 94%. O valor preditivo positivo do guáiaco foi de 12% contra 60% com o teste feito pela imunoquímica.

Verifica-se, portanto, que existem discordâncias quanto ao poder de rastreamento destes testes. Além disso, a sensibilidade não só é baixa como é diferente conforme a localização da lesão: quanto mais distal, mais elevada; quanto mais proximal, mais baixa.

No nosso país, tanto o Ministério da Saúde quanto o Instituto Nacional do Câncer têm preconizado o rastreamento das populações com mais de 50 anos com o uso da pesquisa de sangue oculto, ficando a busca endoscópica limitada aos pacientes com sangue positivo. A busca ativa endoscópica, preconizada acima dos 45 anos por ter custo mais elevado, acaba sendo privilégio de minorias. Percebe-se a importância do TIF como a melhor estratégia de rastreamento, por não precisar de preparo ou restrições.

Por sua vez, a colonoscopia de rastreio tem como objetivo identificar lesões precursoras do câncer colorretal, e a triagem deve começar aos 45 anos. O ideal é que seja realizada uma colonoscopia a cada 10 anos, mesmo que o exame seja normal. Isso para os pacientes sem nenhum risco para o câncer colorretal. Nos pacientes com história familiar de parentes de primeiro grau que tenham tido esse tumor, o início pode ser aos 40 anos ou 10 anos antes da idade, antes do parente mais novo que teve este tumor. Também é considerado um exame de rastreamento a sigmoidoscopia, embora seja limitada por só avaliar o reto e o sigmoide, mas não deixa de ser válida, levando-se em conta que 70% a 80% das lesões malignas colorretais são aí localizadas.

Ratificamos que as atividades extensionistas são formas em que as universidades têm de interagir diretamente com a sociedade da qual fazem parte. Projetos como o programa de Expedições Científicas do São Francisco possibilitam esse diálogo, além de permitir o levantamento de dados a serem utilizados em pesquisas científicas e embasamento de políticas públicas em saúde. Neste relato de caso, observou-se que a população ribeirinha do Baixo São Francisco apresenta níveis elevados de doença renal, a qual pode se desenvolver como consequência da diabetes *mellitus* e/ou hipertensão arterial, assim como doenças crônicas pré-existentes como o câncer colorretal.

Uma proposta de ação

Intervenções pontuais são importantes, mas é a atenção à saúde de maneira permanente que trará impactos consideráveis para as populações ribeirinhas. As condições precárias de saúde pública ficaram evidentes, com a falta de acesso ao atendimento médico especializado e aos exames diagnósticos. Por exemplo, os exames endoscópicos são um grande gargalo, deixando as investigações de queixas dispépticas altas e a complementação de pacientes com sangue oculto positivo comprometida, pois a colonoscopia é imprescindível.

Os achados reforçam a necessidade de desenvolvimento de atividades regionalizadas e integradas entre os municípios, o que foi tentado com o Cone Sul, trazendo alguma melhora, mas ainda aquém do necessário para os ribeirinhos do Baixo São Francisco. O acesso da população ribeirinha aos serviços especializados necessita de um olhar diferenciado dos gestores, considerando as especificidades locais e as inovações tecnológicas que possam dinamizar a organização dos serviços de saúde. O conhecimento das problemáticas é imprescindível para possibilitar discussões e a construção de políticas públicas.

Urgente é a instalação de centros de endoscopia na região do Baixo São Francisco, pelo menos dois entre as cidades de Piranhas e Piaçabuçu, pois a carência de exames endoscópicos não se limita à colonoscopia, mas também à endoscopia alta. As queixas de dispépsia alta são frequentes e, de um ano para o outro, a maioria dos exames endoscópicos solicitados não foram realizados.

Em relação aos casos de hipertensão e diabetes, é necessário um acompanhamento preciso, seja por marcadores bioquímicos, seja por ajustes medicamentosos, além de programas e campanhas de promoção à saúde. Há uma necessidade de mais equipes de saúde nos municípios. Em alguns casos, há uma relação estabelecida, mas que na maioria das vezes não é cumprida, deixando a população completamente desassistida. Por fim, a alta rotatividade e a falta de fixação de profissionais médicos não viabilizam o acompanhamento clínico, nem a criação de vínculos entre a população e os profissionais.

Referências

ALMEIDA, V. F. *et al. ,* Caminhos da população ribeirinha no acesso à urgência e emergência: desafios e potencialidades. **Interface,** v. 26. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Equipes de Saúde da Família:** equipe de saúde da família ribeirinhas. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saps/esfr. Acesso em 15 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigitel Brasil 2020**: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. 2021. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-svs/vigitel/relatorio-vigitel-2020-original.pdf/view. Acesso em: 20 abr. 2024.

DE PAULA PIRES, M. E. *et al.* Rastreamento do câncer colorretal: revisão de literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 2, p. 6866-6881, 2021.

FREITAS, B. A. *et al.* Obesidade e desenvolvimento de adenomas estão associados como precursores do câncer colorretal?. **ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, v. 33, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saúde: 2019**: informações sobre domicílios, acesso e utilização dos serviços de saúde: Brasil, grandes regiões e unidades da federação/IBGE. 2020. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101764.pdf. Acesso em: 19 abr. 2024.

JUCÁ, M. J. *et al.* Teste de Sangue oculto nas fezes: ferramenta para o rastreamento de câncer colorretal. **Congresso Latino-americano de coloproctologia,** 27, 2023.

LAGO, I. R. L. A saúde das comunidades ribeirinhas: análise situacional e o acesso aos serviços de atenção primária. Dissertação. PPSF - UFSB. 98f. 2021.

LEVI, Z.R.P.; HAZAZI, R.; WAKED, A. *et al*. Can quantification of faecal occult blood predetermine the need for colonoscopy in patients at risk for non-syndromic familial colorectal cancer? **Aliment Pharmacol Ther**, v.124, n. 10, p. 1475-82, 2006

LIMA, M. A. N.; VILLELA, D. A. M. Fatores sociodemográficos e clínicos associados ao tempo para o início do tratamento de câncer de cólon e reto no Brasil, 2006-2015. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, p. e00214919, 2021.

MACEDO, L. M. *et al.* Percepções de pacientes estomizados com câncer colorretal acerca da qualidade de vida. **Rev Rene,** v. 21, e43946, jul. 2020.

MOTA, L. P. *et al.* Importância do rastreamento do câncer colorretal: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e472101321360-e472101321360, 2021.

MOURA, S. F. *et al.* Padrão Sintomatológico em Pacientes do Câncer Colorretal de acordo com a idade. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 66, n. 1, 2020.

PALMEIRA, I. P. *et al.* Evolução comparativa e temporal das tendências de mortalidade por Câncer Colorretal em Sergipe Nordeste no período de 2008 a 2018. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 4, p. 9058-9074, 2020.

PIRES, *et al.,* Rastreamento do câncer colorretal (CCR). **Brazilian Journal of Health Review,** v.4, n.2, p. 6866-6881. 2021

SILVA, A. L. C. *et al.* Cuidados de enfermagem aos pacientes portadores de câncer colorretal. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, 2021.

SILVA, F. *et al.* Câncer colorretal em pacientes com idade inferior a 50 anos-experiência em cinco anos. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 47, 2020.

SOARES, *et al.* (Org). **O Baixo São Francisco:** características ambientais e sociais. Maceió. Edufal, 2022.

TONHOLO, J. Prefácio. *In*.: SOARES, E. *et al.* (Org). **O Baixo São Francisco:** características ambientais e sociais**.** Maceió. Edufal, 2022.

WOO, H.Y. *et al.* A prospective study of a new immunochemical fecal occult test in Korean patients referred for colonoscopy. **Clin Biochem**, v. 38, n. 4, p. 395-399, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Non-communicable diseases**. 2021. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases. Acesso em: 20 abr. 2024.

CAPÍTULO 9

AÇÕES DE SAÚDE BUCAL E LEVANTAMENTO EPIDEMIOLÓGICO DA CÁRIE DENTÁRIA EM ESCOLARES DAS COMUNIDADES RIBEIRINHAS DA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Cristiane Ribeiro da Silva Castro[49], *Daniela Ferreira de Oliveira*[50], *Mércia Sacramento*[51], *Myrian Giovanna Viana Lourenço*[52]

Resumo: As atividades de cunho educativo e preventivo são vistas como meio eficaz para atenuar os efeitos causados pela desigualdade social, que repercutem de maneira negativa na saúde bucal do indivíduo. Esse trabalho possui como objetivos contribuir para a melhoria das condições de saúde bucal das populações ribeirinhas por meio de ações preventivas, realizar um levantamento epidemiológico e gerar dados que contribuam para o planejamento das ações das equipes de saúde bucal dos municípios. Trata-se de um estudo transversal, descritivo. O público-alvo foram os escolares da comunidade ribeirinha do Baixo São Francisco. Atividades educativas sobre prevenção das doenças bucais, além da escovação supervisionada e aplicação tópica de flúor, foram realizadas, bem como uma avaliação de cárie dentária em crianças e adolescentes, com a distribuição de kits de higiene oral para a população infantil e adulta. Por meio dos dados epidemiológicos dos escolares, é possível subsidiar o planejamento e a avaliação de ações para este grupo, buscando iniciativas para intervenções de saúde mais efetivas e promotoras de cidadania.

Palavras chaves: Cárie dental; Saúde coletiva; Saúde bucal: Epidemiologia; Escolares.

Introdução

A complexidade da saúde no Brasil tem raízes profundas no contexto socioeconômico do país, evidenciado por profundas desigualdades que repercutem diretamente nas condições de vida do indivíduo. As iniquidades em saúde também podem ser evidenciadas na abordagem da saúde oral (Cabral *et al.,* 2017). A saúde bucal é parte integrante e essencial para a qualidade de vida, sob várias formas nos domínios físico, social e psicológico (Carminatti *et al.,* 2017; Silva, 2023; Xiao *et al.,* 2021). Uma boa saúde oral refere-se ao impacto que a saúde bucal ou a doença tem sobre o desempenho de atividades diárias do indivíduo, o bem-estar ou qualidade de vida (Nóbrega *et al.,* 2019). Dessa forma, a saúde bucal se mostra como um importante indicador de saúde geral e de qualidade de vida do indivíduo, sendo a terceira maior demanda por cuidados em saúde no Brasil (Darley *et al.,* 2021).

As doenças e desordens bucais, bem como alguns hábitos orais, podem causar impacto negativo na qualidade de vida das crianças. Existem estudos sobre a qualidade de vida relacionada à saúde bucal (QVRSB), para uma análise do impacto da saúde bucal na qualidade de vida de crianças e planejamento de políticas públicas de saúde que almejam diminuir as desigualdades

49 Professora Doutora da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia (Ufba)

50 Cirurgiã-dentista egressa da Universidade Federal de Alagoas (Ufal)

51 Cirurgião-dentista e professora da Especialização em Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia (Ufba)

52 Graduanda em Odontologia pela Universidade Federal de Alagoas (Ufal)

da sociedade, compreendendo as necessidades de cada população (Nóbrega *et al.,* 2019; Carminatti *et al.,* 2017; Silva, 2023).

Apesar dos programas preventivos, há fatores que interferem na saúde bucal de crianças no Brasil. Apenas uma pequena parcela recebe assistência recomendada, e a procura por serviços está associada a fatores socioeconômicos e culturais (Inagaki *et al.,* 2015). Silva *et al.* (2023) observaram que os índices mais altos de prevalência de cárie foram encontrados em crianças de estratos econômicos mais baixos. Outros estudos também relacionam diretamente às famílias de maior renda terem menor impacto na saúde bucal, trazendo um dos assuntos de maior relevância para a epidemiologia e a Atenção Primária em Saúde Bucal no país (Inagaki *et al.,* 2015; Carminatti *et al.,* 2017; Silva, 2023).

A ausência de uma saúde bucal satisfatória é uma realidade para muitos indivíduos. A doença de maior predominância mundialmente é a cárie dental (Carminatti *et al.,* 2017; Silva, 2023), que se desenvolve por questões multifatoriais, acometendo superfícies dentárias e tendo impacto negativo na qualidade de vida das crianças e suas famílias, incluindo questões nutricionais, sintomas orais, comportamentais e alterações educacionais (Carminatti *et al.,* 2017; Silva, 2023; Corrêa-Faria *et al.,* 2020).

Diante da heterogeneidade socioeconômica do país, nem toda a população tem acesso à saúde pública de qualidade. A saúde bucal é de difícil acesso para muitos cidadãos, principalmente para aqueles que se encontram em situação de vulnerabilidade social. A população ribeirinha é vista como uma comunidade mais carente, que sobrevive do que a natureza oferece, como a pesca e a agricultura. Nos últimos anos, a população ribeirinha da região do Baixo São Francisco tem enfrentado dificuldades em conseguir renda, devido às ações antrópicas que comprometem a vitalidade do Rio São Francisco e, consequentemente, a qualidade de vida da população que vive às suas margens.

Para estudar as consequências das ações humanas no Rio São Francisco e em seus ribeirinhos, e propor soluções, as V e VI Expedições Científicas do Baixo São Francisco realizaram suas atividades nos anos de 2022 e 2023, respectivamente. A equipe de saúde bucal abordou a promoção e a educação em saúde bucal, realizando um levantamento epidemiológico de cárie dental em escolares nessas comunidades ribeirinhas nos municípios visitados pela Expedição, além de palestras sobre câncer bucal para a população adulta.

Os objetivos deste trabalho foram garantir às crianças das populações ribeirinhas acesso a ações educativas e preventivas em saúde bucal, contribuir para a melhoria das condições de saúde bucal da população local, realizar um levantamento epidemiológico simplificado, capacitar os dentistas das redes de atenção à saúde, assim como contribuir e subsidiar o planejamento das ações das equipes de saúde bucal dos municípios.

Metodologicamente, este trabalho caracteriza-se como observacional, descritivo e com metodologia de pesquisa-ação, em que foram realizados estudos e pesquisas nas comunidades visitadas, além do desenvolvimento de ações educativas. O público-alvo foi a comunidade ribeirinha do Baixo São Francisco, com foco em crianças e adolescentes das escolas públicas dos municípios.

O cenário de atuação foi nas escolas públicas dos municípios de Alagoas: Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Igreja Nova, Penedo, Piaçabuçu, e em Sergipe, Propriá. Esta pesquisa-ação em promoção de saúde bucal foi coordenada por uma profissional de Odontologia, professora do curso de Odontologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), e por uma acadêmica do mesmo curso da Universidade Federal de Alagoas (Ufal). Contou com o apoio das coordenações e equipes de saúde bucal das cidades participantes.

Foram desenvolvidas diversas atividades educativas e preventivas para os alunos das escolas municipais, tais como: palestras sobre educação em saúde bucal e cárie dentária; orientação sobre técnica de escovação dental; distribuição de kits de higiene oral; atividades lúdicas e gincanas com os alunos sobre alimentos com potencial cariogênico; escovação supervisionada com aplicação tópica de flúor; palestras sobre câncer bucal para funcionários da escola e pais/cuidadores.

Um levantamento epidemiológico foi realizado (figura 1), com o objetivo de identificar as condições bucais e os índices de cárie dos alunos daquela escola, a fim de desenvolver dados que possam auxiliar em estratégias adotadas pela Secretaria de Saúde do município para abordar e reduzir os níveis de doenças bucais na comunidade, bem como o tratamento a ser oferecido às crianças já afetadas por enfermidades bucais.

A coleta dos dados foi realizada pela docente e por equipes de dentistas da rede de atenção à saúde dos municípios, devidamente treinados. A equipe também incluiu auxiliares em saúde bucal e uma docente de graduação do curso de Odontologia, que atuaram como anotadores.

Foram realizadas entrevistas estruturadas e exames bucais. Na entrevista com as crianças, utilizou-se um questionário que incluía a identificação da criança, informações como idade, sexo, cor da pele, município de residência, nome da escola e localização (zona urbana ou rural). Foi utilizada uma ficha padronizada para o exame bucal criada especificamente para este estudo, além da consulta à lista de matrícula das turmas das escolas para obtenção das variáveis sociodemográficas.

A coleta de dados consistiu no exame clínico dos escolares e na aplicação de um questionário individual durante o exame, após a assinatura do termo de consentimento pelos pais ou responsáveis. O exame clínico foi realizado na escola, em salas de aula ou áreas abertas no ambiente escolar, à luz natural, com o auxílio de espátula de madeira e gaze. O diagnóstico da condição de saúde bucal das crianças registrou a presença/ausência e a severidade da cárie, conforme os critérios da Organização Mundial da Saúde (OMS) relativos aos índices ceo-d e CPO-D (OMS, 1999).

Figura 1 - Levantamento epidemiológico nas comunidades visitadas pela VI Expedição

Fonte: Autores, 2023.

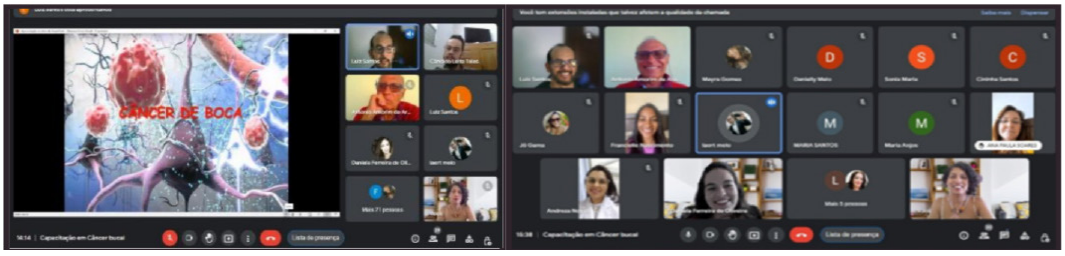
Caso fosse identificada necessidade de tratamento, a criança ou adolescente era encaminhado para a Unidade Básica de Saúde mais próxima de sua residência; em alguns casos, já se iniciava a conversa com o dentista responsável, considerando a necessidade encontrada. Em áreas não cobertas pela estratégia de saúde da família, a coordenação de saúde bucal assumia a responsabilidade pelo encaminhamento.

Os instrumentos de coleta de dados foram revisados e os dados digitados no *Microsoft Excel*. Para a análise dos dados, utilizou-se o programa SPSS. Inicialmente, realizou-se uma análise descritiva das variáveis de interesse, obtendo-se as frequências simples e relativas para as variáveis categóricas, e as medidas de tendência central e de dispersão para as variáveis contínuas. Análises bivariadas foram conduzidas posteriormente, considerando a presença de cárie dentária como efeito principal (variável dicotômica) e sua associação com as variáveis demográficas. A análise estatística foi realizada por meio de frequências relativas e absolutas, apresentadas em gráficos e tabelas; utilizou-se o teste estatístico qui-quadrado para as variáveis categóricas e o teste estatístico Mann-Whitney para as variáveis contínuas. Adotou-se um nível de significância de 5%.

Foi calculado o índice CPO-D para cada escolar participante que apresentava dentição mista ou permanente, conforme recomendação da OMS. Foram estimadas a prevalência de cárie dentária, medida pelo índice CPO-D > 0, e sua gravidade (também conhecida como experiência ou índice de cárie dentária), aferida pelo número médio de dentes cariados "C", perdidos "P" e obturados "O". Há uma relação matemática entre a experiência de cárie medida pelo índice CPO-D e a prevalência de cárie medida pela porcentagem de indivíduos com CPO-D > 0: valores de CPO-D entre 2,7 e 4,4 indicam um nível moderado de cárie ou prevalência moderada; valores entre 1,2 e 2,6 indicam uma prevalência baixa; e valores inferiores a 1,2 refletem uma prevalência muito baixa (WHO, 2003). Para a dentição decídua, foi calculado o índice ceo-d e sua composição percentual.

Todas as ações de saúde bucal realizadas durante a VI Expedição foram planejadas e articuladas antecipadamente com os coordenadores gerais da expedição científica, professores, secretários de Educação e Saúde, além das equipes de saúde bucal de cada município. Foi realizada de forma virtual uma capacitação sobre câncer bucal em 2022 e sobre Tratamento Restaurador Atraumático (ART) em 2023, tendo como público-alvo as equipes de saúde bucal dos municípios. Essas capacitações foram ministradas por um professor doutor em Estomatologia da Universidade Federal de Alagoas e por uma doutora convidada, dentista da Estratégia Saúde da Família de Salvador, Bahia, respectivamente (figura 2).

Figura 2 - Capacitação em câncer bucal para os dentistas dos municípios ribeirinhos do Baixo São Francisco em 2022



Fonte: Autores (2023).

As ações foram desenvolvidas nas escolas, onde métodos recreativos foram utilizados para facilitar o entendimento dos alunos, tais como palestras sobre técnicas de escovação (figura 3). A ludicidade é uma ferramenta importante para a aprendizagem de escolares na faixa etária de 3 a 10 anos, pois permite uma absorção mais efetiva do conhecimento, além de incentivar a disseminação desses conhecimentos aprendidos em casa e nos ambientes de convivência. Atividades de desenho e pintura foram realizadas com o intuito de estimular as crianças no aprendizado (figura 4), uma vez que atividades lúdicas potencializam o ensino nessa faixa etária.

Figura 3 - Realização de palestras e atividades sobre doenças bucais e técnicas de escovação em 2022 e 2023

Fonte: Autores (2023).

Figura 4 - Atividades lúdicas de desenho e pintura com as crianças em São Brás. 2023

Fonte: Autores (2023).

Foi realizada a distribuição de kits de higiene oral para os estudantes (figura 5). No ano de 2022, foram distribuídos 700 kits, sendo 450 doados pela Colgate e 250 cedidos pelas prefeituras locais; todos os kits continham uma escova de dentes e um creme dental. Em 2023, foram distribuídos 500 kits, sendo 300 doados pela Colgate e 200 cedidos pelas prefeituras locais. A escovação supervisionada com aplicação tópica de flúor foi realizada com o objetivo de prevenir novas lesões cariosas nas crianças, especialmente porque em muitos dos locais visitados não há fluoretação da água potável (figura 6).

Figura 5 - Doação de kits de higiene bucal no município de Piranhas. 2023

Fonte: Autores (2023).

Figura 6 - Realização de escovação supervisionada e da aplicação tópica de flúor nos anos de 2022 e 2023

Fonte: Autores (2023).

Além das crianças, os pais também foram engajados nas atividades educativas e participaram da produção de macromodelos com materiais recicláveis, os quais as crianças poderão usar em futuras atividades educativas sobre saúde bucal nas escolas (figura 7). Essa adesão dos pais é de extrema importância, pois eles passam a ter motivação e conhecimento sobre a necessidade de estimular e orientar os filhos no ambiente doméstico.

Figura 7 - Confecção de macromodelos pelos pais dos alunos em São Brás e Piaçabuçu, 2022.

Fonte: Autores (2023).

Devido ao relato de casos ocorridos e por se constituir em uma população exposta à radiação solar em sua atividade laboral, a equipe de saúde bucal introduziu a realização de palestras sobre câncer bucal durante a V expedição em algumas comunidades do Baixo São Francisco (figura 8). O público-alvo foram adultos, trabalhadores rurais, pescadores e domésticas lavadeiras de roupa, pois são pessoas que se expõem constantemente à radiação solar sem as devidas proteções.

Por serem comunidades em situação de vulnerabilidade social, é sabido que faltam recursos para a compra de protetores solares. As orientações seguiram para o uso alternativo de chapéus com grande área de proteção, camisas que cubram os membros superiores e vestimentas que possam cobrir a maior área do corpo possível, diminuindo assim a exposição solar. Além disso, destacou-se a necessidade do uso de bloqueador solar para aqueles que possuem condições financeiras de adquiri-lo. Houve orientação sobre os sinais e sintomas do câncer bucal, como surgem as primeiras lesões, a forma de realizar o autoexame e a necessidade de buscar ajuda odontológica ou médica ao primeiro sinal de alterações no sistema bucal, pois quanto mais cedo o diagnóstico e cuidados são feitos, melhor o prognóstico.

Figura 8 - Palestras sobre câncer bucal para a população ribeirinha, 2022

Fonte: Autores (2023).

Caraterização da população de estudo e condição de saúde bucal

Em 2022, a amostra não probabilística constituiu-se de 509 crianças e adolescentes estudantes de escolas públicas, com idades entre 3 e 18 anos, das comunidades ribeirinhas, que compareceram no dia da avaliação e apresentaram o consentimento dos pais/responsáveis por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram avaliadas também 10 mães que estavam acompanhando as crianças. A maioria das pessoas (37,52%) era residente do município de Propriá-SE. Todas as crianças e adolescentes presentes nas comunidades no dia do estudo foram incluídos e examinados. A idade média foi de 8,11 anos (±2,68) e a mediana, 8 anos. A maioria (65,62%) possuía a cor da pele parda, era do sexo feminino (50,79%) e residente da zona urbana (68,76%) (Tabela 1). Para as mães avaliadas, a idade média foi de 35,7 anos (±6,51), variando de 21 a 43 anos.

No ano de 2023, foram examinados 331 estudantes de escolas públicas, sendo a maioria deles dos municípios de Piaçabuçu (n=120) e Propriá (n=87). Foram avaliados os escolares que compareceram no dia da avaliação e apresentaram o consentimento dos pais/responsáveis por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A idade média foi de 7,86 anos (±2,12), a mediana foi 8 anos e a idade variou entre 3 e 15 anos, sendo que a maioria das

crianças possuía entre 8 e 9 anos. A maioria (50,2%) possuía a cor da pele parda, era do sexo masculino (54,1%) e residente da zona urbana (73,7%) (Tabela 1).

Tabela 1 - Características sociodemográficas da população de estudo, Baixo São Francisco, 2022 e 2023

Variáveis	Anos			
	2022		2023	
	N	%	N	%
Idade*				
≤ 8 anos	260	52,74	193	58,31
> 8	233	47,26	138	41,69
Sexo				
Feminino	252	50,79	152	45,90
Masculino	250	49,21	179	54,10
Etnia*				
Branco	42	8,25	54	16,30
Negro	43	8,45	54	16,30
Pardo	334	65,62	166	50,2
Amarelo	14	2,75	14	4,20
Sem informação	76	14,93	43	13,00
Município				
Brejo Grande	32	6,25	-	-
Igreja Nova	34	6,68	-	-
Pão de Açúcar	47	9,23	30	9,10
Penedo	41	8,06	-	-
Piaçabuçu	63	12,34	120	36,30
Piranhas	42	8,25	27	8,20
Propriá	191	37,52	87	26,30
São Brás	30	5,89	22	6,60
Traipu	29	5,70	45	13,60
Área da escola				
Urbana	350	68,76	244	73,70
Rural	159	31,26	87	26,30

*Dados perdidos

Fonte: Autores (2023).

A maioria dos programas de saúde bucal tem como público-alvo crianças entre 6 e 11 anos de idade, o que vem se configurando como uma tendência ao longo da história. Entretanto, é necessário que as ações coletivas e clínicas odontológicas também sejam direcionadas para outros grupos etários, especificamente os pré-escolares e adolescentes, haja vista que esses grupos concentram uma alta prevalência de cárie dentária e índices precários de higiene bucal (Taglietta *et al.,* 2011). Neste trabalho, foram incluídos esses grupos etários, pois a idade variou de 1 a 17 anos em 2022, e de 3 a 15 anos em 2023.

Apesar dos avanços da Odontologia no que se refere ao conhecimento e às práticas de prevenção e tratamento das doenças bucais, é comum encontrar crianças e adolescentes acometidos pelas principais doenças bucais, como a cárie, a doença periodontal, a má oclusão e

os traumas dentários. A cárie e a doença periodontal são alterações bucais relacionadas com a presença do biofilme dental e podem ser prevenidas e controladas através de estratégias comuns, como a escovação supervisionada, o uso correto do fio dental e outras estratégias relacionadas com a higiene bucal. Além disso, para a cárie, o flúor ainda é um elemento essencial para o seu controle, sobretudo a nível populacional em países marcados pelas desigualdades sociais (Ruff *et al.,* 2018).

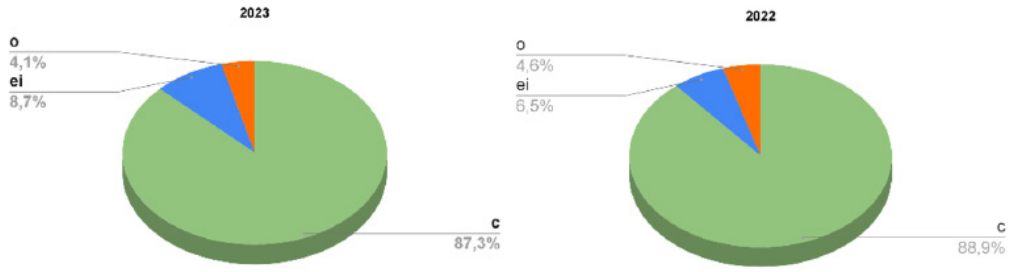
As lesões de cárie, quando não tratadas, podem causar dor, infecções, problemas na mastigação, na fala, comprometimento estético e psicossocial, além de mudanças no comportamento, como incapacidade de concentração na escola, baixa autoestima e relações sociais prejudicadas. Também são observados problemas de ordem sistêmica, como retardo do crescimento, baixo peso corporal e altura em crianças com lesões cariosas (Losso *et al.,* 2018). O processo carioso influencia a qualidade de vida desde a primeira infância, podendo se estender até a adolescência e vida adulta (Ruff *et al.,* 2018).

No ano de 2022, em relação à condição de saúde bucal na dentição decídua, 40,18% dos escolares avaliados encontravam-se livres de cárie, percentual inferior ao encontrado no ano anterior na IV Expedição, que foi de 45,1%. Em relação à ocorrência da cárie dentária observada na VI Expedição no ano de 2023, 61,9% encontravam-se com experiência de cárie, percentual menor do que o encontrado no ano anterior. Em relação à condição de saúde bucal na dentição decídua, 42,4% dos escolares avaliados encontravam-se livres de cárie. Em ambos os anos avaliados, o percentual de crianças livres de cárie na dentição decídua está dentro da meta da OMS, que prevê que 50% das crianças devem ser livres de cárie aos 5 anos (Brasil, 2012).

O ceo-d foi de 2,06 (DP=1,41) e 2,14 em 2022 e 2023, respectivamente, o que representa uma prevalência baixa de cárie dentária. De acordo com o levantamento nacional SB Brasil 2010, a experiência de cárie no país, em uma criança de 5 anos de idade, é, em média, de 2,43 dentes. E na região Nordeste, o ceo-d médio encontrado foi de 2,89. Porém, o valor do ceo-d nas cidades do interior do Nordeste foi de 3,94, condição superior aos dados obtidos nessa pesquisa (Brasil, 2012).

Quanto à distribuição percentual do ceo-d, em 2022, 89,44% representavam dentes cariados, apenas 4,68% eram obturados e 6,53% tinham extração indicada por cárie. Já em 2023, 92,76% representavam dentes cariados, apenas 4,31% eram obturados e 9,23% tinham extração indicada por cárie (Gráfico 1). Isso significa que há uma presença da doença ativa, com necessidade de tratamento e um baixo acesso à atenção à saúde bucal. Esse resultado está de acordo com o encontrado em todos os estudos nacionais avaliados e denota uma alta necessidade de tratamento dessas crianças (Peres *et al.,* 2003).

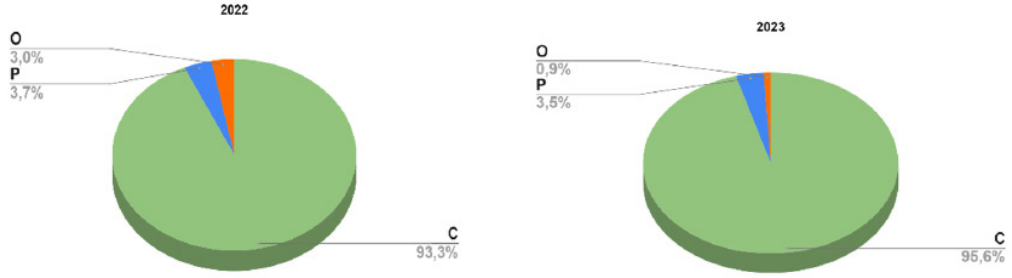
Gráfico 1 - Composição percentual do ceo-d em escolares do Baixo São Francisco, 2022 e 2023.



Fonte: Autores (2023).

Em 2022, com relação à experiência de cárie na dentição permanente, 31,85% dos escolares apresentavam pelo menos um dente atacado por cárie. O CPO-D foi de 0,81 (DP=1,31), característico de uma situação de baixa prevalência e atingindo a meta da OMS estabelecida para o ano 2000, que era de um CPO-D de no máximo 3 (Who, 2003). Quanto à distribuição percentual do CPO-D, 93,3% representavam dentes cariados, 3% eram obturados e 3,7% extraídos por cárie, o que constitui perda precoce dos elementos dentários na faixa etária avaliada e demonstra uma alta necessidade de tratamento (Gráfico 2). Já em 2023, 36,1% dos escolares apresentavam pelo menos um dente atacado por cárie. O CPO-D foi de 0,72, característico de uma situação de baixa prevalência (Who, 2003). No entanto, 95,6% dos dentes avaliados eram cariados, 3,5% eram obturados e 0,9% extraídos por cárie, o que demonstra a permanência de uma alta necessidade de tratamento. Dessa forma, a cárie nesta idade representa um grave problema de saúde pública, merecendo a atenção dos gestores da área da saúde, uma vez que a maioria dos dentes atingidos pela doença se encontra sem tratamento.

Gráfico 2 - Composição percentual do CPO-D em escolares do Baixo São Francisco, 2022 e 2023



Fonte: Autores (2023).

Entre os distúrbios odontológicos evitáveis na infância, a cárie dentária é a mais prevalente, ainda sendo um problema de saúde bucal que resulta em impactos negativos, apesar da acentuada redução em crianças e adolescentes no Brasil e no mundo ao longo dos anos (Brizon, 2014). Ela ocasiona graves consequências para o desenvolvimento das crianças, podendo levar

também à perda dentária precoce. Os impactos causados por esta doença também afetam a qualidade de vida das crianças, podendo comprometer o desenvolvimento e a participação em atividades importantes, como seus estudos. Apesar da possibilidade de interrupção e reversão em seus estágios iniciais, sem os cuidados necessários, a cárie pode progredir e levar à destruição e à perda do dente. A perda dentária prematura pode interferir no desenvolvimento e nas funções orofaciais, prejudicando a fala, mastigação e deglutição (Who, 2011).

Apesar do declínio da cárie no Brasil e no mundo, este agravo bucal ainda é considerado o mais comum em crianças e adolescentes (Brasil, 2012). Mesmo sendo passível de prevenção mediante procedimentos relativamente simples, como a escovação dentária, o controle do consumo de açúcares, o uso adequado do flúor e visitas periódicas ao dentista, a redução da prevalência e da severidade dessa condição ainda constitui um desafio em nível populacional. Uma das possíveis explicações para a expressiva prevalência e incidência dessa patologia é a sua associação com condições socioeconômicas, políticas e de acesso aos serviços, bem como a influência da diversidade geográfica (Martins; Cartaxo; Padilha, 2016; Vasconcelos *et al.,* 2018).

Comparando-se os valores da ocorrência da cárie nas distintas faixas etárias, observou-se na Tabela 2 que a faixa etária mais afetada foi a de 9 a 11 anos, ou seja, houve um aumento da ocorrência deste agravo no período de transição entre a infância e a adolescência. Nessa faixa etária, temos a dentição mista com a presença dos quatro primeiros molares permanentes, que são os dentes mais acometidos. A transição de uma fase para outra se configura como um período de risco para a evolução desse agravo. O componente "cariado" tem representação importante no CPO-D em todas as idades.

Tabela 2 - Distribuição dos indivíduos conforme prevalência de cárie dentária (CPO-D e ceo-d≥ 1) nas diferentes faixas etárias (3 a 15 anos). Baixo São Francisco. 2023

Faixa etária	Indivíduos	Prevalência de cárie	
(Anos)	n	n	%
3-5	72	41	20,00
6-8	121	73	35,60
9-11	121	80	39,00
12-15	17	11	5,40

Fonte: Autores (2023).

Diante desse quadro epidemiológico, a literatura revela que os programas de saúde bucal podem contribuir para prevenção e controle dos principais problemas bucais, especialmente a cárie dentária, promovendo a mudança de hábitos mais favoráveis à saúde (Nakre; Harikiran, 2013). A prevenção na odontologia tornou-se a palavra-chave para a diminuição dos índices de doenças bucais, principalmente na primeira infância. A escola é vista como um espaço privilegiado para o desenvolvimento de ações em educação em saúde bucal, pois facilita a adoção de medidas preventivas e é um importante ambiente de convivência social, reunindo alunos de diferentes idades e origens socioeconômicas variadas (Kohwald *et al.,* 2019). Dessa forma, a escola é o ambiente ideal para a realização de programas de saúde, pois auxilia no desenvolvimento integral das crianças, estimulando sua aprendizagem e novas habilidades (Nery, 2019).

De acordo com a Tabela 3, observou-se uma diferença estatisticamente significativa na ocorrência de cárie de acordo com a área de residência, independentemente da dentição aco-

metida pela doença. Esse quadro se reproduziu no ano de 2023, com significância estatística apenas para a variável área (urbana ou rural), visto que 70,6% das crianças e adolescentes das escolas situadas na zona rural apresentaram cárie dentária, enquanto 57,7% dos estudantes da zona urbana apresentaram esse desfecho (p-valor 0,022).

Dessa forma, parece que ser morador da zona rural constitui um fator de risco para cárie dentária. Pode-se afirmar, por outro lado, que certas características dos moradores da zona rural, como o acesso ao flúor e às ações de saúde bucal desenvolvidas pelas equipes, podem determinar sua condição de saúde bucal. Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Mello, Antunes e Waldman (2008), em um estudo com crianças de áreas rurais do estado de São Paulo, que apresentaram indicadores de experiência de cárie e de acesso a tratamento odontológico na dentição decídua piores do que as crianças de áreas urbanas ($p < 0,01$).

Arruda, Maia e Alves (2018) afirmam que, apesar da prevalência de residentes rurais nas condições de saúde mais vulneráveis, a procura pelos serviços de saúde é menor nessas áreas para todos os grupos sociais, sugerindo que a baixa procura seria atribuída também às dificuldades de acesso dessa população. Além disso, Perez *et al.* (2018), apud Silveira *et al.* (2021), salientam que viver em áreas urbanas, ou seja, áreas povoadas da cidade, permite um melhor acesso a infraestrutura adequada para a saúde e serviços de educação. Por outro lado, Jain *et al.* (2015) explicam que a maior prevalência de lesões cariosas em crianças que moram em zonas rurais está mais relacionada com o menor uso de dentifrício ou escova dental, visitas menos frequentes ao dentista, além da ingestão frequente de uma alimentação rica em carboidratos. É importante ressaltar que essas regiões, muitas vezes, são desprovidas do suprimento de ações fluoretadas para a população, acarretando, dessa forma, uma maior prevalência de cárie dentária (Do, LG; Ha, DH; Spencer, 2015).

Tabela 3 - Associação entre a área onde a escola está localizada, sexo e raça/cor das crianças avaliadas na V Expedição do Baixo São Francisco, 2022.

Desfechos	Área (N=508)			Raça / Cor (N=432)			Sexo (N=508)		
	Urbana (N=350)	Rural (N=158)**	Valor *p**	Preto / Pardo (n=378)	Branco / amarelo (n=54)	Valor *p**	Feminino (n=258)	Masculino (n=250)	Valor *p**
	X±sd	X + sd		X±sd	X + sd		X±sd	X + sd	
Cárie Total (ceod + CPOD)	2.20±2.63	3.01 ± 3.28		2.46+2.78	2.15+3.11		2.37±2.84	2.54±2.90	
Quartil superior	0.00	0.00	0,016	0.00	0.00	0,148	0.00	0.00	0,577
Mediana	1.00	2.00		2.00	1.00		1.00	2.00	
Quartil inferior	3.00	4.00		4.00	2.75		4.00	4.00	

Fonte: Autores (2023).

*Teste U- Mann Whitney

** 1 missing

Observou-se que não houve diferença entre os sexos para a ocorrência de cárie. Apesar da ausência de diferença com significância estatística entre os sexos para essa condição. Reitera-se que isso foi verificado em um contexto de baixo acesso a tratamento odontológico tanto para meninos como para meninas. Também foi observada uma ocorrência de cárie desigual na comparação entre as crianças brancas e as negras ou pardas, porém sem ser estatisticamente significativa. Essa observação representa uma indicação adicional de desigualdade sociodemográfica afetando essa condição. Estudos anteriores sobre o tema atribuem essas diferenças à discrepante inserção socioeconômica desses segmentos da população e ao grau distinto de acesso a bens e serviços no Brasil (Mello; Antunes; Waldman, 2008).

Dos 353 escolares avaliados quanto à ocorrência de fluorose dentária no ano de 2022, 23 apresentavam fluorose, o que representa uma prevalência de 6,52%. A maioria dos casos foi de escolares de Propriá. Calculando a ocorrência nesse município, encontra-se uma prevalência de 7,89%, percentual menor do que o encontrado no ano anterior e, quando comparado ao resultado no último levantamento nacional, maior do que a prevalência de 3,68% da Região Nordeste (Brasil, 2012). Os estudos no Brasil mostram uma prevalência baixa e muito variável de fluorose, desde 3% no município de Catalão-GO, para crianças de 7 a 12 anos, até 63,7% em escolares de quatro a 18 anos do município de Santa Tereza-RS (Soares *et al.,* 2012).

O traumatismo buco-dentário é um sério problema de saúde que pode acarretar dor, perda de função, estética pobre e problemas psicológicos, tanto para a criança quanto para seus pais (Sousa *et al.,* 2008). Tem sido considerado um problema de saúde pública, afetando cerca de 4 a 33% da população, principalmente crianças e adolescentes (Carvalho *et al.,* 2020). De acordo com Andreasen e Andreasen (2001), as injúrias traumáticas afetam principalmente crianças, sendo o pico de incidência dos 2 aos 4 anos e dos 8 aos 10 anos de idade, com maior prevalência para o sexo masculino. Nesse estudo, foi encontrada uma prevalência de 3,42% de traumatismo dentário, sendo 58,3% dos casos em meninos.

Os resultados do levantamento epidemiológico sinalizam uma dificuldade de acesso às ações de saúde bucal nos municípios avaliados. Mesmo que a maior parte tenha uma alta cobertura das equipes de saúde bucal na Estratégia Saúde da Família (ESF), alguns aspectos podem ser pontuados como limitadores do acesso aos serviços, como a falta do desenvolvimento de ações educativas e de prevenção pelos profissionais de saúde bucal dos municípios de forma continuada, a dificuldade de acesso ao atendimento na Unidade Básica de Saúde (UBS) em áreas sem ESF, a distância de muitos povoados até a UBS, a existência de áreas descobertas pela ESF e a sobrecarga dos profissionais das equipes diante de uma alta demanda por procedimentos curativos (Castro; Oliveira, 2022).

Tais aspectos sinalizam a necessidade do desenvolvimento de ações preventivas de forma continuada, a inclusão da realização da fluorterapia e ART, maior envolvimento dos gestores, maior compromisso dos profissionais de odontologia e melhor acesso à informação pela comunidade. Destaca-se a importância da capacitação das equipes para a realização do ART, visto que o indicador de proporção de tratamentos restauradores atraumáticos (ART) em relação ao total de tratamentos restauradores é um dos que fazem parte do conjunto de indicadores do pagamento por desempenho a ser observado na atuação das equipes de saúde bucal (Brasil, 2023).

Por meio dos dados epidemiológicos dos escolares, é possível subsidiar o planejamento e a avaliação de ações para este grupo, buscando iniciativas para intervenções de saúde mais efetivas e promotoras de cidadania. Ambientes com o maior número de pessoas são locais importantes para a promoção da saúde. Sabe-se que vários fatores podem influenciar os hábitos dos indiví-

duos, inclusive o ambiente em que vivem (Fonsêca *et al.,* 2020). A escola é um dos melhores locais para o desenvolvimento de habilidades e adoção de hábitos saudáveis (Nery *et al.,* 2019).

Nos últimos anos, chama a atenção a avaliação positiva da efetividade das ações educativas em saúde bucal implementadas através dos programas com escolares no Brasil e no mundo. Os resultados desses programas são importantes, pois ajudam os gestores a alocarem recursos e formularem estratégias de políticas públicas mais eficazes.

Considerações finais

Os programas de saúde bucal são de suma importância para a sociedade, pois promovem a conscientização e a valorização do conhecimento e da prevenção em prol da autonomia das práticas de saúde. Por isso, torna-se importante e essencial o levantamento epidemiológico ou diagnóstico inicial para orientar o planejamento, monitoramento e avaliação dos programas de saúde bucal, sendo necessário o envolvimento do indivíduo, membros familiares, equipe de saúde, escola, comunidade e os agentes comunitários de saúde (ACS).

A atuação das equipes de saúde bucal voltada para os escolares representa estratégias importantes e efetivas para o controle dos agravos bucais, contribuindo para a qualidade de vida de crianças e adolescentes. Faz-se necessário o incentivo ao Programa Saúde na Escola (PSE), envolvendo equipes multidisciplinares, garantindo o acesso à saúde de forma integral e interligada, de acordo com as reais necessidades de cada população, principalmente para os grupos que estão em situação de vulnerabilidade social, como é o caso das comunidades ribeirinhas. Recomenda-se a manutenção das atividades preventivas no âmbito escolar de forma continuada, com a aplicação tópica de flúor e a realização de ART, quando houver indicação.

Referências

ANDREASEN, J.O., ANDREASEN, F.M. **Texto e atlas colorido de traumatismo dental**. Porto Alegre: Artmed; 2001.

ARRUDA, N.M.; MAIA, A. G.; ALVES, L.C. Desigualdade no acesso à saúde entre as áreas urbanas e rurais do Brasil: uma decomposição de fatores entre 1998 a 2008. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, n.6, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS Nº 960**. 2023. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2023/prt0960_18_07_2023.html. Acesso em: 02 maio 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Pesquisa Nacional de Saúde Bucal.** Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

BRIZON, V.S.C. **Pesquisa Nacional Sobre a Cárie Em Crianças e Adultos Brasileiros – Fatores De Associação.** 2014. 54 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia em Saúde Coletiva) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2014.

CABRAL, M.B.B.S. *et al.* Situação de saúde bucal de crianças na primeira infância em Creches de salvador, Bahia. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 41, n. 3, p. 595-613, jul./set. 2017.

CARDOSO, C. R.; PASSOS, D.; RAIMONDI, J. V. Compreendendo a cárie dental. **Salusvita**, v. 36, n. 4, p. 1153-1168, 2017.

CARMINATTI M. *et al*. **Impacto da cárie dentária, maloclusão e hábitos orais na qualidade de vida relacionados à saúde oral em crianças pré-escolares**. 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/2317-6431-2016-1801. Acesso em: 30 abr. 2024.

CASTRO, C.R.S; OLIVEIRA, D.F. Perfil de saúde bucal e ações de promoção de saúde bucal nas comunidades ribeirinhas da região do Baixo São Franciso na IV Expedição do Baixo São Francisco. *In*.: SOARES, E. C.; SILVA, J. V.; SILVA, T. J. (org.). **O Baixo São Francisco:** características ambientais e sociais. v. 2. Maceió, AL: Edufal; 2022.

DARLEY, R. M. *et al.* Associação entre dor dentária, uso de serviços odontológicos e absenteísmo escolar: Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar 2015. **Epidemiologia e serviços de saúde: revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, v. 30, n. 1, p. e2020108, 2021.

DO, L. G.; HA, D. H.; SPENCER, A. J. Factors attributable for the prevalence of dental caries in Queensland children. **Community dentistry and oral epidemiology**, v. 43, n. 5, p. 397-405, 2015.

FONSÊCA, G. *et al*. Prática de saúde bucal e o sistema de ensino superior português: Nexos e desconexões. **Saberes Plurais Educação na Saúde**, v. 4, n. 2, p. 78-93, 2020.

INAGAKI, L. T. *et al.* Atuação interdisciplinar odontologia/fonoaudióloga no tratamento de paciente com cárie precoce da infância. **Revista CEFAC**, v. 17, n. 2, p. 595–603, mar. 2015.

KOHWALD, J. A. **Prognóstico de saúde bucal nas escolas**. 2019. 32 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Informática) – Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Francisco Beltrão, PR, 2019

LOSSO, M. *et al.* Severe early childhood caries: An integral approach. **Jornal de Pediatria,** v. 85, n. 4, p. 295-300, 2009.

MELLO, T.R.C.; ANTUNES, J.L.F.; WALDMAN E.A. Prevalência de cárie não tratada na dentição decídua em áreas urbanas e rurais do Estado de São Paulo. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 23, n.2, p. 78-84, 2008.

NAKRE P.; HARIKIRAN A.G. **Effectiveness of oral health education programs**: A systematic review2013. Disponível em: doi: 10.4103 / 2231-0762.127810. Acesso em: 30 abr. 2024.

NERY, N.; JORDÃO, L.; FREIRE M. Ambiente escolar e promoção de saúde bucal: a Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE). **Revista de Saúde Pública**, v. 53, n. 93, p. 1-14, 2019.

NÓBREGA V. A. *et al.* Impacto da cárie dentária na qualidade de vida de pré-escolares mensurado pelo questionário PedsQL**. Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 11, p. 4031-4041, 2019.

RUFF, R. *et al.* Oral health, academic performance, and school absenteeism in children and adolescents. **The Jornal of the American Dental Association,** v. 150, n. 2, p. 111-121, 2019.

SILVA, R. M.; PERES, A. C. O.; CARCERERI, D. L. **Atuação da equipe de saúde bucal na atenção domiciliar na Estratégia Saúde da Família**: uma revisão integrativa. 2020. Disponível em: https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1101036. Acesso em: 11 abr. 2024.

SILVEIRA, A.B.V. **Quais fatores de risco determinam a cárie dentária nos dias atuais?** Uma scoping review. 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16548. Acesso em: 30 abr. 2024.

SOARES, F.F. *et al.* Prevalência e severidade de fluorose em escolares do município de São Francisco do Conde-BA, 2010. **Revista de Odontologia da UNESP,** v. 41, n.5, p. 318-323, 2012.

SOUZA, D.L. *et al.* Prevalência de trauma dental em crianças atendidas na Universidade Federal do Ceará. **Revista Odonto Ciência,** v. 23, n. 4, p. 355-359, 2008.

TAGLIETTA, M. *et al.* Impacto de um programa de promoção de saúde escolar sobre a redução da prevalência da cárie em crianças pré-escolares de Piracicaba - SP.SP. **RFO UPF,** v. 14, n.1, p. 13-17, 2011.

VASCONCELOS, F.G.G. *et al.* Evolução dos Índices CEO-D/CPO-D e de Cuidados Odontológicos em Crianças e Adolescentes com Base no SB Brasil 2003 e SB Brasil 2010. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde,** v.22, n.4, p. 333-340, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Political declaration of the High-level Meeting of the General Assembly on the Prevention and Control of Non-communicable Diseases**. *New York: United Nations General Assembly*, 2011.

XIAO, J. *et al*. Cuidados de saúde oral pré-natal e prevenção de cárie na primeira infância: uma revisão sistemática e meta- análise. **Caries Research**, v. 53, p. 411-421, 2019.

CAPÍTULO 10

RASTREAMENTO DE CÂNCER BUCAL E LABIAL

Larissa Silveira de Mendonça Fragoso[53], Sílvia Girlane Nunes da Silva[54], Luiz Carlos Oliveira dos Santos[55], Natanael Barbosa dos Santos[56], Maria do Socorro Meneses Dantas[57]

Resumo: A população ribeirinha é composta, em sua grande maioria, por pescadores e agricultores, cujas atividades fazem com que essas pessoas se exponham de forma direta ao sol, o que, juntamente a outros fatores, como tabagismo e etilismo, torna esta população bastante suscetível ao câncer bucal e labial. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi realizar o rastreamento de câncer bucal e labial na população ribeirinha do Baixo São Francisco. O trabalho de rastreamento envolveu as cidades ribeirinhas de Piranhas-AL, Pão de Açúcar-AL, Traipu-AL, São Brás-AL, Propriá-SE, Igreja Nova-AL, Penedo-AL e Piaçabuçu-AL. Pacientes previamente selecionados, bem como pacientes de livre demanda, foram avaliados, sendo os dados coletados através de ficha clínica específica e realização de exame clínico extra e intraoral, com auxílio de espátula de madeira, gaze e refletor, em ambiente odontológico nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) dos municípios participantes. As lesões com características de neoplasias malignas identificadas foram encaminhadas para realização de biópsias nos Centros de Especialidades Odontológicas (CEO) dos municípios participantes, ou para o ambulatório de Estomatologia da clínica-escola da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Alagoas (Foufal). Em casos de lesões avançadas, os indivíduos foram encaminhados para os centros de tratamento especializados: Centro de Assistência de Alta Complexidade em Oncologia do Hospital Universitário Professor Alberto Antunes da Universidade Federal de Alagoas (Cacon/HUPAA/Ufal), Unidade de Assistência de Alta Complexidade em Oncologia (Unacon) e hospitais de referência para o tratamento de câncer. Dos 142 indivíduos examinados, 41 apresentaram algum tipo de lesão na boca ou lábio. Destes, 24 requerem apenas acompanhamento periódico pelo cirurgião-dentista na UBS, e 17 apresentaram lesões sugestivas de câncer e foram encaminhados para realização de biópsia para confirmação do diagnóstico.

Palavras-chave: Câncer Bucal; Neoplasia Maligna; Rastreamento.

Introdução

O câncer é considerado o principal problema de saúde pública no mundo. Estima-se que 19,3 milhões de novos casos e quase 10 milhões de mortes por câncer ocorreram em 2020, em todo o mundo. O câncer de mama em mulheres foi o tipo mais diagnosticado, com estimativa de 2,3 milhões de novos casos, ultrapassando o de pulmão, com estimativa de 2,2 milhões. A taxa ajustada de incidência de câncer foi maior em homens do que em mulheres, variando entre as diferentes regiões do mundo. A carga global estimada da doença é de 28,4 milhões de casos em 2040. No que se refere ao câncer de lábio e cavidade oral, a estimativa é que ocorreram 377.713 mil (2%) dos casos e 177.757 mil mortes (1,8%) no mundo em 2020 (Sung *et al.,* 2021).

53 Cirurgiã-dentista e docente da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

54 Cirurgiã-dentista e docente da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

55 Cirurgião-dentista e docente da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

56 Cirurgião-dentista e docente da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

57 Docente do Instituto de Educação Física e Esporte (Iefe) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

A distribuição dos óbitos por câncer de boca ao longo do tempo difere por sexo e, atualmente, há um crescimento percentual maior entre mulheres (Cunha *et al.,* 2020; Perea *et al.,* 2018). Além disso, as tendências diferem por macrorregião (Cunha *et al.,* 2020; Perea *et al.,* 2018; Perea *et al.,* 2019), por sítio anatômico (Boing *et al.,* 2006; Perea *et al.,* 2018; Perea *et al.*, 2019) e por estrato sociodemográfico (Cunha *et al.,* 2020).

Verificou-se uma inclinação de aumento para os anos potenciais de vida perdidos por câncer de boca para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (Perea *et al.*, 2019), sendo que a predisposição de mortalidade por câncer nos lábios, língua, gengivas, assoalho da boca, palato, outras partes da boca e amígdalas apresentou redução ao longo do tempo, enquanto as taxas de mortalidade considerando a orofaringe, hipofaringe e locais mal definidos e indefinidos da cavidade oral e da faringe aumentaram de 1979 a 2002 para o Brasil (Boing *et al.*, 2006). Em 2020, Cunha *et al.,* em estudo relacionado ao estrato sociodemográfico, verificaram padrão de crescimento tanto para homens como para mulheres. Para os homens entre 20-29 anos, verificou-se um padrão de crescimento em torno de 2,92% ao ano, e para homens pardos, um padrão de crescimento em torno de 20,36% ao ano. Já para as mulheres, foi verificado um padrão de crescimento de 2,70% ao ano para mulheres brancas e de 8,24% ao ano para as pardas, apontando um padrão distinto entre as tendências das taxas de mortalidade por faixa etária e raça/cor.

No Brasil, a taxa de sobrevida em 5 anos para pacientes com câncer oral variou de 40% a 60%, dependendo do local do estudo (Kowalski *et al.,* 2020; Bonfante *et al.,* 2014), e não há evidências de qualquer melhora (Kowalski *et al.,* 2020). A taxa de sobrevida do câncer oral no Brasil é menor do que a de outros países, como Índia (59%-79%) (Thavarool *et al.,* 2019), Coreia (63,5%) (Seo; Kim, 2016) ou EUA (62,9%-75%) (Pulte; Breener, 2010; Messadi *et al.,* 2009). Isso pode ser devido tanto ao diagnóstico como ao início tardio do tratamento (Hung *et al.,* 2020; Ilhan *et al.,* 2021). Portanto, apesar do acesso universal que é parte integrante do Sistema Único de Saúde (SUS), alguns desafios ainda precisam ser superados para o estabelecimento de uma rede eficaz de atendimento ao câncer oral (de Lima; O'Dwyer, 2020).

As desigualdades na cobertura de cuidados de saúde dificultam o diagnóstico e o tratamento, bem como pioram o prognóstico da doença, especialmente em países de renda média-baixa e média-alta, incluindo a maioria dos países da América do Sul, como Argentina, Bolívia, Colômbia, Peru e Brasil (Milani *et al.,* 2021). Esse crescimento reflete-se no aumento do número de tratamentos ambulatoriais, nas taxas de internação hospitalar e nos recursos públicos necessários para custear os tratamentos (Morimoto; Costa, 2017).

De acordo com o Instituto Nacional do Câncer, o número estimado de novos casos de câncer da cavidade oral no Brasil, para cada ano do triênio de 2023 a 2025, é de 15.100 casos, correspondendo ao risco estimado de 6,99 por 100 mil habitantes, sendo 10.900 em homens e 4.200 em mulheres. Sem considerar os tumores de pele não melanoma, o câncer da cavidade oral ocupa a oitava posição entre os tipos de câncer mais frequentes. Em homens, é o quarto mais frequente na região Sudeste, ocupando a sexta posição na região Sul. Entre as mulheres, é o 13º nas regiões Sudeste, Nordeste e Norte, ocupando a menor posição na região Sul, 16ª posição (Inca, 2022a).

Apesar de os estudos demonstrarem maior prevalência de câncer bucal em homens, provavelmente por estarem mais expostos aos fatores de risco, estudos mostram aumento no índice de mulheres com esta neoplasia ao longo dos anos, devido à ampliação da exposição delas aos fatores de risco, como o tabaco e o álcool (Moro *et al.,* 2018).

As estimativas para o ano de 2023 do número de casos novos de câncer de cavidade oral e lábio para a região Nordeste foi de 2.350 casos, sendo 1.150 casos para mulheres e 3.500 para homens. Para o estado de Alagoas, foi de 440 casos para homens e de 190 para mulheres, totalizando 630 novos casos (Inca, 2022a).

O câncer de lábio e cavidade oral é definido como um tumor maligno que afeta os lábios e as estruturas da boca, como gengivas, bochechas, palato, língua e a região embaixo da língua. Apresenta etiologia multifatorial, tendo o fumo e o álcool como fatores de risco importantes, assim como a falta de higiene oral e dieta pobre em frutas e vegetais. Além disto, quem faz uso de cigarro ou utiliza outros produtos derivados do tabaco tem risco muito maior de desenvolver câncer de boca e de faringe do que não fumantes. Outro fator que também aumenta o risco de diferentes tipos de câncer, como o de boca, faringe, laringe, esôfago, estômago, fígado, intestino e mama, é o consumo de bebidas alcoólicas. Evidências demonstram haver sinergismo entre tabagismo e etilismo, o que potencializa o risco (Inca, 2022a). A infecção pelo papilomavírus humano (HPV) tipo 16, exposição à radiação solar (para o câncer de lábio), excesso de gordura corporal (sobrepeso e obesidade), gênero e idade são também fatores de risco importantes para o câncer de boca, sendo a doença mais frequente em homens brancos acima de 40 anos (Inca, 2022a).

O diagnóstico precoce do câncer de boca possibilita melhores resultados no tratamento, e a identificação de sinais e sintomas suspeitos no lábio e cavidade oral, tais como lesões cujo diagnóstico clínico não exclui o câncer e lesões que não cicatrizam em até 15 dias, são de extrema importância. A detecção precoce pode ser feita por meio da investigação com exames clínicos, laboratoriais ou radiológicos em pessoas com sinais e sintomas sugestivos da doença, ou em pessoas sem sinais ou sintomas (rastreamento), pertencentes a grupos com maior chance de ter a doença (Inca, 2022a).

Existem evidências de que a utilização de critérios de risco aumenta substancialmente a eficiência de programas de rastreamento (Cheung *et al.,* 2021). As alterações suspeitas na cavidade oral devem ser investigadas por meio de biópsia. Quando o diagnóstico do câncer for confirmado, deve-se encaminhar o paciente para tratamento oncológico imediato. Assim, os profissionais de saúde devem conhecer e estar atentos aos principais fatores de risco e aos sinais e sintomas do câncer de lábio e cavidade oral, de forma a identificar, precocemente, alterações e possibilitar o diagnóstico e tratamento em tempo oportuno (Inca, 2022a).

Nos países desenvolvidos, observa-se impacto nas taxas de incidência e mortalidade por câncer pela implementação de ações de intervenções eficazes para prevenção, detecção precoce e tratamento. Contrariamente ao que ocorre em países periféricos, em que essas taxas continuam aumentando ou mantendo-se inalteradas, apresentando-se como um grande desafio, como é o caso do Brasil (Inca, 2022b). A cobertura dos serviços públicos de saúde bucal no Brasil sofreu uma expansão acentuada desde 2004, com a implementação da Política Nacional de Saúde Bucal (PNSB) (Freire *et al.,* 2020). Essa política permitiu a implementação de estratégias de prevenção, diagnóstico precoce e controle do câncer oral por meio da Estratégia Saúde da Família (ESF) e das Equipes de Saúde Bucal (ESB) como intervenções da Atenção Primária à Saúde (APS) (Torres-Pereira *et al.,* 2012), bem como possibilitou a implantação de serviços odontológicos especializados em todo o país, por meio da criação dos Centros Odontológicos Especializados (CEO) em Saúde Bucal (Silva; Gottems, 2017).

A Política Nacional de Saúde Bucal (PNSB) e a Política Nacional de Atenção Oncológica (Pnao) foram implementadas em 2004 e 2005, respectivamente, para articular a atenção primária, especializada e hospitalar, organizar uma linha de cuidado e reduzir a carga de câncer oral. Nesse contexto, os CEO são serviços públicos de saúde responsáveis por prestar atendimento odontológico em endodontia, periodontia, cirurgia oral menor, atendimento a pessoas com deficiência e diagnóstico de lesões da mucosa bucal, com ênfase no câncer oral (Rocha *et al.,* 2017; Freire *et al.,* 2020; Moris; Burke, 2001). Os CEO recebem e tratam os pacientes enviados pelas unidades de APS, melhorando a interface entre a atenção odontológica primária e secundária, desempenhando um papel essencial na prevenção e no diagnóstico do câncer oral e contribuindo para a integralidade da atenção odontológica (Pucca *et al.,* 2015). Entretanto, a avaliação da qualidade dos serviços de detecção de câncer oral, especialmente dos CEO, é escassa (Goes *et al.,* 2012; Torres-Pereira *et al.,* 2012; Leal *et al.,* 2021).

A Política Nacional de Atenção Oncológica estabelece que, após o diagnóstico de câncer, o tratamento deve ser iniciado em no máximo 60 dias (BRASIL. Ministério da Saúde, 2013), e a biópsia no Centro de Especialidades Odontológicas é imperativa (BRASIL. Ministério da Saúde, 2013). Estudo realizado nos estados da região Nordeste do Brasil mostrou que a maioria dos pacientes tem início do tratamento após 60 dias de diagnóstico. Os dados revelam que as grandes diferenças socioeconômicas regionais, e mesmo dentro das grandes regiões do Brasil, ainda persistem e refletem o grande desafio do Sistema Único de Saúde no enfrentamento do câncer oral.

A bacia hidrográfica do Rio São Francisco corresponde a 8% do território nacional, estendendo-se desde Minas Gerais, onde o rio nasce, na Serra da Canastra, até o Oceano Atlântico, onde deságua, na divisa entre os estados de Alagoas e Sergipe. A bacia é dividida em quatro zonas ou regiões fisiográficas: Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco. O perfil populacional revela grandes contrastes, apresentando áreas com elevados níveis de riqueza e densidade demográfica e outras com reduzidos níveis de renda e densidade populacional. A região engloba Alagoas, Sergipe, Pernambuco e Bahia (CBHSF).

O Baixo São Francisco é uma das regiões do Nordeste, localizada em ambiente árido, onde a água é a principal força motora das comunidades rurais. Assim, fatores relacionados à pesca e à agricultura, geração de energia elétrica, poluição proveniente dos esgotos das cidades, assoreamento, uso de agrotóxicos em culturas às margens do rio, desmatamento da vegetação marginal, avanço da cunha salina, alterações de vazão, endemismo de espécies, entre outras atividades, têm reflexo direto na vida social, econômica e ambiental dessa mesorregião. A região do Baixo São Francisco apresenta os piores indicadores socioeconômicos, com um PIB de 9% do PIB da bacia inteira e o maior número de municípios classificados com médio e baixo índices de desenvolvimento humano (Soares; Silva; Navas, 2020).

Quanto ao perfil de saúde da população do Baixo São Francisco, esta é considerada bastante precária, apresentando uma quantidade insuficiente de unidades básicas de saúde e hospitais. As doenças mais prevalentes na população de baixa renda são as parasitárias, infecciosas e as relacionadas à subnutrição. Em relação às atividades produtivas da região, há predomínio da agricultura, piscicultura e pecuária (Codevasf, 2002).

Esta pesquisa foi realizada nas cidades ribeirinhas de Piranhas-AL, Pão de Açúcar-AL, Traipu-AL, São Brás-AL, Propriá-SE, Igreja Nova-AL, Penedo-AL e Piaçabuçu-AL, que fazem parte da região do Baixo São Francisco, situadas nos estados de Alagoas e Sergipe.

Assim, caracterizar a região do Baixo São Francisco, onde a pesquisa foi realizada, é necessário, tendo em vista a influência dos determinantes sociais no processo de adoecimento das populações e, no caso específico, do câncer de boca e lábio.

O câncer de lábio e boca é um importante problema de saúde pública, e a mortalidade por essa causa é influenciada não apenas pela disponibilidade e qualidade dos serviços de saúde bucal, mas também por fatores socioeconômicos. Assim, o aumento da cobertura da APS e a maior disponibilidade de CEOs têm potencial para reduzir a taxa de mortalidade por câncer de boca. Porém, geralmente, a doença é diagnosticada em estágios clínicos mais avançados e o tratamento tem início tardio.

Portanto, a realização de rastreamento de câncer de boca e lábio em populações ribeirinhas é justificada, pois trata-se de povos tradicionais (indígenas), trabalhadores agrícolas e pescadores, que vivem em território de intensa incidência solar e grande vulnerabilidade socioeconômica.

Essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Alagoas (CEP/Ufal), sob parecer nº 6.524.679 (CAAE: 75027223.0.000.5013).

A área de estudo compreendeu os municípios de Igreja Nova-AL, Pão de Açúcar-AL, Penedo-AL, Piaçabuçu-AL, Piranhas-AL, Propriá-SE, São Brás-AL e Traipu-AL. O conjunto dos municípios estudados abrange uma área de aproximadamente 3.486,635 km², com uma população total em torno de 226.738 habitantes (IBGE, 2020).

Os indivíduos que, de livre e espontânea vontade, aceitaram participar da pesquisa receberam todas as informações sobre os procedimentos que seriam realizados, riscos e benefícios inerentes à sua participação na pesquisa e outras informações que foram solicitadas. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). As informações coletadas e as imagens geradas foram utilizadas exclusivamente para fins científicos, sendo preservada a identidade dos participantes.

Participaram do estudo pessoas residentes na região ribeirinha do Baixo São Francisco, com ênfase na população adulta, homens e mulheres com idade acima de 40 anos, agricultores, trabalhadores da pesca e outras ocupações que apresentam exposição frequente ao sol, fumantes e etilistas, considerados indivíduos de risco para o câncer de boca e lábio.

Os dados foram obtidos a partir da realização de exame clínico extra e intraoral, com auxílio de espátula de madeira, gaze e refletor odontológico, em ambiente odontológico nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) dos municípios ribeirinhos participantes da pesquisa. Como instrumento de coleta de dados, também foi utilizada uma ficha clínica específica contendo as informações de interesse da pesquisa, tais como: dados sociodemográficos, idade, gênero, cor, ocupação ou profissão e procedência; informações sobre uso de álcool, tabaco e prótese dentária; presença ou ausência de lesão no lábio e/ou boca e descrição da lesão, necessidade ou não de encaminhamento e local de encaminhamento.

Para a realização do exame extra e intraoral, foram utilizados equipamentos de proteção individual recomendados pelos órgãos de vigilância sanitária para a área de saúde.

As coletas foram realizadas pelos docentes pesquisadores em ambiente odontológico nas unidades básicas de saúde, sendo realizado o exame clínico extra e intraoral, visando identificar e rastrear lesões bucais suspeitas, assim como identificar indivíduos com sinais e sintomas. As equipes das unidades de saúde dos municípios realizaram antecipadamente a busca ativa de pacientes e chamamento para o exame de rastreamento dos grupos de risco.

As lesões com características de neoplasias malignas identificadas foram encaminhadas para a realização de biópsias nos Centros de Especialidades Odontológicos (CEO) dos municípios participantes ou para o ambulatório de Estomatologia da clínica escola da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Alagoas (Foufal). Em casos de lesões avançadas, os indivíduos foram encaminhados para os centros de tratamento especializados: Centro de Assistência de Alta Complexidade em Oncologia do Hospital Universitário Professor Alberto Antunes, Universidade Federal de Alagoas (Cacon/HUPAA/Ufal), Unidade de Assistência de Alta Complexidade em Oncologia (Unacon) e hospitais de referência para o tratamento de câncer.

Os dados obtidos foram organizados em planilhas de Excel e, posteriormente, realizou-se análise estatística descritiva e inferencial dos dados.

Figura 1 - Ficha clínica

VI EXPEDIÇÃO CIENTÍFICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

RASTREAMENTO DE CÂNCER BUCAL E LABIAL

1. IDENTIFICAÇÃO:
2. Nome: Idade:
3. Gênero: Cor: Estado Civil:
4. Profissão (quanto tempo): Naturalidade:
5. Endereço:
6. Sofre de alguma doença? ( ) sim ( ) não
7. Qual (is)?

8. Faz uso de algum medicamento? ( ) sim ( ) não
9. Qual (is)?

10. Tabagista: ( ) sim ( ) não
11. Etilista: ( ) sim ( ) não ( ) esporadicamente
12. Usa prótese?
13. Quantas refeições ao dia?

Quais os alimentos costumam comer?

1) Presença de Lesão: ( ) sim ( ) não

Descrever a lesão:

2) Precisa encaminhar: ( ) sim ( ) não

Examinador: Profª. Dra Larissa Silveira de Mendonça Fragoso
Profª. Msc. Dra. Silvia Girlane Nunes da Silva

Data:

Fonte: Autores (2024).

Figura 2 - Exame clínico extra e intraoral para rastreamento e coleta de dados

Fonte: Autores (2024).

Foram examinados 142 indivíduos para rastreamento de câncer de boca e lábio através da realização de exames extra e intraoral, na faixa etária acima de 40 anos, com média de idade de 56,83 anos, de ambos os sexos. O sexo feminino representou 68,30% dos participantes da pesquisa. Foi também observado que 68 dos indivíduos examinados (47,88%), de ambos os sexos, trabalhavam como agricultores ou pescadores. Quanto ao uso de tabaco e álcool, os dados mostraram que mais de 30% dos participantes da pesquisa faziam uso de bebida alcoólica, e 25,35% faziam uso de tabaco. O uso de próteses dentárias removíveis, do tipo total ou parcial, também foi prevalente, verificando-se que quase 50% dos indivíduos rastreados faziam uso de próteses. O Quadro 1 resume os principais achados descritos acima.

Quadro 1 - Número absoluto e percentual de indivíduos rastreados para câncer de boca e lábio, exames realizados por sexo, uso de tabaco, uso de álcool e usuários de prótese dentária total ou removível

Total de exames Realizados N (%)	**Exames realizado por sexo n (%)**	**Tabagistas n (%)**	**Etilistas n (%)**	**Usuários de Prótese dentária n (%)**
142 (100%)	**Masculino** 45 (31,68%) **Feminino** 98 (68,30%)	36 (25,35%)	46 (32,39%)	63 (44,36)

Fonte: Autores (2024).

O quadro 2 apresenta os resultados encontrados quanto ao sexo masculino e feminino no uso de tabaco, álcool e prótese dentária total ou removível. O percentual de homens que fazem uso de tabaco é maior do que o das mulheres, com 28,88% e 23,46%, respectivamente. Em relação ao consumo de álcool, percebe-se um percentual significativamente superior entre os homens em comparação com o público feminino, com respectivos 48,88% e 23,46%. Quanto ao uso de prótese, observa-se um percentual considerável de homens e mulheres que utilizam prótese total ou removível, sendo esse percentual maior para o sexo feminino, com 43,87%.

Quadro 2 - Número absoluto e percentual de indivíduos por sexo, uso de tabaco, uso de álcool e uso de prótese dentária removível ou total

Sexo	Tabagista	Etilista	Uso de prótese
Masculino 45 (31,68%)	13(28,88%)	22(48,88)	17(37,77%)
Feminino 98 (68,30%)	23(23,46%)	23(23,46%	43(43,87%)

Fonte: Autores (2024).

O quadro 3 apresenta o número absoluto e percentual de lesões rastreadas, bem como o tipo de lesão, a localização anatômica da mesma e o tipo de encaminhamento para investigação na rede de atenção (atenção primária e secundária). Dos 142 indivíduos examinados, 41 apresentaram algum tipo de lesão na boca ou lábio; destes, 24 necessitam de acompanhamento periódico preventivo pelo cirurgião dentista na UBS, e 17 requerem encaminhamento para realização de biópsia, visando confirmar ou não o diagnóstico e definir o tratamento. Quanto à localização anatômica das lesões encontradas, a maioria das lesões sugestivas de malignidade estava no lábio, enquanto as não sugestivas de malignidade eram mais prevalentes na boca.

Quadro 3 - Número absoluto e percentual de indivíduos examinados, presença e ausência de lesão, tipo de lesão, local da lesão e encaminhamento para a rede de atenção à saúde

Total de indivíduos examinados	Ausência de lesão	Presença de lesão	Tipo de lesão	Local da lesão	Encaminhamento
142 (100%)	101 (71,12%)	41 (28,88)	Sugestiva de câncer 17 (41,46)	Lábio 13 (76,47) Boca 04 (23,52)	Investigação - Biópsia (centro de especialidade/ Universidade) Atenção secundária
			Não sugestiva de câncer 24 (58,53)	Boca 20 (83,33) Lábio 04 (16,66)	Acompanhamento (UBS) Atenção primária

Fonte: Autores (2024).

Figura 3 - Imagens sugestivas de câncer bucal e labial

Fonte: Autores (2024).

Figura 4 - Imagens sugestivas de câncer bucal e labial

Fonte: Autores (2024).

O rastreamento do câncer de boca tem sido tema de estudos, pois, além de possibilitar a intervenção em alterações potencialmente malignas e do câncer em fase inicial, a cavidade oral é considerada uma região anatômica de acesso facilitado, que permite um exame visual, sendo, portanto, um procedimento de simples execução. Assim, os cirurgiões-dentistas da Atenção Primária são de suma importância para a prevenção e controle do câncer de boca e lábio; no entanto, é necessário que estejam sensibilizados e capacitados (Inca, 2022c)

De acordo com a Política Nacional de Saúde Bucal, a biópsia de lesões potencialmente malignas é um procedimento incluído nas atividades do dentista da atenção primária de saúde no Brasil e obrigatório nos Centros de Especialidades Odontológicos (CEOs). No entanto, a biópsia raramente é realizada na atenção primária à saúde (APS), e nem todos os CEOs no Brasil realizam biópsias (82%), registro de casos (71,2%), e encaminhamento para estudo anatomo-patológico (86%), especialmente nas regiões Norte e Nordeste (Góes, 2021).

Esses aspectos podem evidenciar deficiências na formação universitária dos cirurgiões-dentistas, em que as ações educativas são comportamentalistas, voltadas para faixas etárias específicas (5-12 anos), controle da cárie dentária e fraca integração ensino-serviço (Cassoti *et al.,* 2014; Noro *et al.,* 2017; Flinker *et al.,* 2011). Esse cenário foi observado em todos os municípios participantes da 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco, demonstrando que a não realização de um procedimento pode comprometer a vida dos cidadãos e, ao mesmo

tempo, ressalta a importância da parceria entre a universidade e os municípios para a realização do rastreamento de câncer de boca e lábio e a capacitação das equipes.

Estudo realizado por Lima *et al.* (2023) apontou um aumento significativo nos casos registrados de internações hospitalares por câncer oral no Brasil entre 2007 e 2019, com aumento da letalidade hospitalar pela doença no país, apresentando diferenças claras entre regiões e estados brasileiros. Ainda nesse estudo, Lima *et al.* (2023) também mostraram que estados com menor cobertura de saúde bucal na APS apresentaram maior número de internações e óbitos por câncer oral, sendo os estados da região Norte do país (Amazonas, Pará e Amapá) os que apresentaram as maiores proporções de internações e óbitos pela doença.

A alta mortalidade por câncer oral pode refletir um menor Índice de Desenvolvimento Humano, menor investimento em serviços de saúde (Cunha *et al.,* 2021; Vargas *et al.,* 2021), atraso no diagnóstico e início do tratamento em estágios clínicos mais avançados (Abrahão *et al.,* 2020; Lima *et al.,* 2021). Além disso, a maior cobertura de serviços de saúde bucal na atenção primária à saúde (APS) (Cunha *et al.,* 2021; Vargas *et al.,* 2021; Lima *et al.,* 2021; Rocha *et al.,* 2017; Cunha *et al.,* 2019; Freire *et al.,* 2020) e um maior número de Centros de Especialidades Odontológicas (CEO) (Cunha *et al.,* 2019) estão associados a uma menor mortalidade. Esses resultados demonstram a importância de um serviço de saúde funcional em todos os locais, independente da região geográfica. Outrossim, é importante enfatizar que a expansão da cobertura dos serviços em cada ponto da Rede de Atenção à Saúde (RAS) proporcionará uma melhor qualidade de vida aos pacientes.

As variáveis relacionadas à proporção de dentistas e médicos por habitantes estiveram associadas a menores proporções de internações hospitalares com óbitos por câncer oral (Lima *et al.,* 2023). A oferta de cirurgiões-dentistas e médicos, que são os profissionais de saúde mais qualificados para realizar o diagnóstico precoce de câncer oral, nas unidades básicas de saúde, aumentou de 2007 para 2019 (Jayarajah; Abeygunasekera, 2021).

Baseado em seu estudo, Giraldi *et al.* (2017) afirmaram que os distintos comportamentos das taxas de mortalidade por câncer de boca devem ser monitorados com o intuito de minimizá-las e facilitar um melhor planejamento para a oferta dos serviços de saúde bucal.

Considerando que a etiologia do câncer de boca é multifatorial, relacionando-se a fatores ambientais, estilo de vida, profissão, nutrição e predisposição genética (Santos *et al.,* 2012), o uso concomitante de álcool e tabaco, que possuem uma maior predisposição para neoplasias malignas em região de cabeça e pescoço, bem como a exposição solar excessiva, devem ser observados (Melo *et al.,* 2010). Os resultados obtidos nesse estudo mostram que a população pesquisada se encontra exposta a diversos fatores de risco para o desenvolvimento de câncer de boca e lábio, tendo em vista que mais de 30% dos indivíduos rastreados fazem uso de álcool, 25,35% são tabagistas, e 47,88% desenvolvem atividades laborais relacionadas à pesca ou à agricultura, estando diariamente expostos à alta exposição solar.

Apesar do uso de tabaco e álcool encontrarem-se estacionários na maior parte das regiões do Brasil, verificou-se correlação estatística significativa entre taxa de mortalidade e consumo de álcool e tabaco entre homens (Amaral *et al.,* 2022). Os estudos também têm demonstrado que a prevalência de câncer de boca vem aumentando ao longo dos anos no sexo feminino, apesar de ainda ser observada maior prevalência no sexo masculino. Mudanças de hábitos e estilo de vida na população feminina têm sido observadas, como o aumento no consumo de álcool (Moro *et al.,* 2018). Nesse estudo, verificou-se pequena diferença percentual no consumo de álcool entre homens e mulheres.

No Brasil, a localização anatômica mais comum para as lesões malignas é a língua e o assoalho da boca (Andrade *et al.,* 2015), diferindo dos dados encontrados nesse estudo, onde as lesões sugestivas de câncer foram mais prevalentes no lábio inferior. O fato pode ser justificado pela alta exposição solar, tendo em vista as altas temperaturas na região do Baixo São Francisco e as atividades de pesca e agricultura serem as atividades econômicas mais desenvolvidas na região.

Considerações finais

Os casos de câncer de lábio e cavidade oral podem ter um prognóstico favorável, influenciando na qualidade de vida do indivíduo, desde que o tratamento se inicie precocemente. Assim, é necessário compartilhar informações com a população sobre os principais fatores de risco, sinais e sintomas da doença. A educação é uma ferramenta essencial na promoção da saúde.

No que se refere especificamente ao câncer de boca e lábio, diversos fatores estão envolvidos em sua etiologia, incluindo o excesso de exposição solar, tabagismo e etilismo. Esses fatores são prevalentes na população estudada, portanto a realização de ações educativas participativas voltadas para os grupos de risco é necessária.

É de extrema importância que os municípios atuem de forma efetiva em estratégias de busca ativa de casos, triagem e encaminhamento para a atenção primária de saúde, bem como possibilitem, de forma oportuna, o acesso ao diagnóstico e tratamento precoce dos casos em centros de especialidades odontológicas ou outros serviços especializados. Assim, garantir a referência para a realização da biópsia e do exame anatomopatológico e, consequentemente, a regulação para o início imediato do tratamento oncológico dos casos confirmados, é fundamental.

A organização da rede de atenção à saúde possibilitará que menos casos de câncer de lábio e cavidade oral resultem em óbito, bem como poderá levar a uma diminuição do número de pessoas que tenham sua qualidade de vida comprometida.

O estabelecimento de parcerias com instituições de ensino, como as universidades, deve ser priorizado, pois além de favorecer o vínculo entre a pesquisa, serviço e população, proporciona ganhos aos envolvidos no processo, em especial às populações com maior vulnerabilidade socioeconômica.

Referências

ABRAHÃO, R. *et al.* Predictors of survival after head and neck squamous cell carcinoma in South America: the interchange study. **JCO Glob Oncol**., v. 6, n. 6, p. 486-99, 2020.

AMARAL, R. C. *et al*. Tendências de Mortalidade por Câncer Bucal no Brasil por Regiões e Principais Fatores de Risco **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 68, n. 2, p. e-081877, 2022.

ANDRADE, J. O. M.; SANTOS, C. A. S. T.; OLIVEIRA, M. C. Fatores associados ao câncer de boca: um estudo de caso-controle em uma população do Nordeste do Brasil. **Rev Bras Epidemiol**., v. 8, n. 4. P. 894-905, 2015.

BOING, A. F.; PERES, M. A.; ANTUNES, J. L. F. Mortality from oral and pharyngeal cancer in Brazil: trends and regional patterns, 1979-2002. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 20, p. 1-8, 2006.

BONFANTE, G. M. S. *et al*. Specific 5-year oral cancer survival and associated factors in cancer outpatients in the Brazilian Unified National Health System. **Cad Saúde Pública**, v. 30, n. 5, p. 983-997, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **A saúde bucal no Sistema Único de Saúde.** 2018. Disponível em: http:// bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/ saude_bucal_sistema_unico_saude.pdf. Acesso em: 13 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 874, de 16 de maio de 2013**. Institui a Política Nacional para a Prevenção e Controle do Câncer na Rede de Atenção à Saúde das Pessoas com Doenças Crônicas no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). 2013. Disponível em: http:// bvsms.saude.gov.br/ Acesso em: 10 abr. 2024.

CASOTTI, E. *et al.* Atencão em saúde bucal no Brasil: reflexões a partir da avaliação externa do PMAQ-AB. **Saúde Debate**, v. 38, p. 140-157, 2014.

CHAVES, S. C. L. *et al*. Política de Saúde Bucal no Brasil 2003-2014: cenário, propostas, ações e resultados. **Cien Saúde Colet**., v. 22, n. 6, p. 1791-1803, 2017.

CHEUNG, Li C. *et al.* Risk-Based Selection of Individuals for Oral Câncer Screening. **Journal of Clinical Oncology**, v. 39, n. 6, p. 663-674, 2021.

COMITÊ DA BACIA HIDROLÓGICA DO SÃO FRANCISCO. **A bacia. Principais características.** Disponível em: https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/ Acesso em: 13 abr. 2024.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. **Mapeamento Temático do uso da terra no baixo do São Francisco.** Brasilia -DF: Codevasf, 2002.

CUNHA, A. R. D.; PRASS, T. S.; HUGO, F. N. Mortality from oral and oropharyngeal cancer in Brazil: impact of the National Oral Health Policy. **Cad Saude Publica**, v. 35, n. 12: e00014319, 2019.

CUNHA, A. R. DA; PRASS, T. S.; HUGO, F. N. Mortality from oral and oropharyngeal cancer in Brazil, between 2000 and 2013: trends by sociodemographic strata. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 3075-3086, 2020.

CUNHA, A. R. *et al.* The impact of inequalities and health expenditure on mortality due to oral and oropharyngeal cancer in Brazil. **Sci Rep**. v. 11, p. 12845, 2021.

DE LIMA, F. L. T.; O'DWYER, G. Policies for prevention and control of oral cancer in the light of giddens' structuration theory. **Cienc e Saude Coletiva**., v. 25, n. 8, p. 3201-3214, 2020.

FINKLER, M.; CAETANI, J. C.; SOUZA, F. R. Teaching-service integration in the change process in Dentistry training. **Interface-Comunic, Saude, Educação**, v. 15, n. 39, p. 1053, 2011.

FREIRE, A. R. *et al.* Influence of public oral health services and socioeconomic indicators on the frequency of hospitalization and deaths due to oral cancer in Brazil, between 2002-2017. **Int J Environ Res Public Health.**, v. 18, p. 238, 2020.

GALANTE, M. L. *et al.* Brazilian oral health teams in primary care and oral cancer: Results of a national evaluation. **Braz Oral Res.;** v. 35, e116, 2021.

GIRALDI, L. *et al.* Alcohol and cigarette consumption predict mortality in patients with head and neck cancer: a pooled analysis within the International Head and Neck Cancer Epidemiology (INHANCE) Consortium. **Annals of Oncology**, v. 28, n. 11, p. 2843-2851, 2017.

GOES, P. S. A. D.; FIGUEIREDO, N.; NEVES, J. C. D. Avaliação da atenção secundária em saúde bucal: uma investigação nos centros de especialidades do Brasil. **Cad Saude Publica**, v. 28, p. 81-89, 2012.

GOES, P. S. A. **PMAQ-CEO: resultados principais**: relatório do 2º ciclo da avaliação externa do Programa de Melhoria do Acesso e da Qualidade dos Centros de Especialidades Odontológicas. 2021. Disponível em: https://www.ufpe.br/cecol/publicacoes. Acesso em: 13 abr. 2024.

HUNG, M. *et al.* Artificial intelligence in dentistry: harnessing big data to predict oral cancer survival. **World J Clin Oncol**., v. 11, n. 11, p. 918-934, 2020.

ILHAN, B.; GUNERI, P.; WILDER-SMITH, P. The contribution of artificial intelligence to reducing the diagnostic delay in oral câncer. **Oral Oncol**., v.116:105254, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saúde: 2019**: informações sobre domicílios, acesso e utilização dos serviços de saúde: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. 2020. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101764.pdf. Acesso em: 27 maio 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. **Estimativa 2023 Incidência de Câncer no Brasil.** Rio de Janeiro: INCA, 2022a.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. **Câncer de boca**. INCA 2022b. Disponível em: https://www.gov.br/Inca/pt-br/assuntos/cancer/tipos/boca. Acesso em: 11 abr. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. **Diagnóstico precoce do câncer de boca**. Rio de Janeiro: INCA, 2022c.

JAYARAJAH, U.; ABEYGUNASEKERA, A. M. Cancer services in Sri Lanka: current status and future directions. **J Egypt Natl Canc Inst**., v. 33. p. 13, 2021.

KOWALSKI, L. P. *et al*. Survival trends of patients with oral and oropharyngeal cancer treated at a cancer center in São Paulo, Brazil. **Clinics.**, v. 75, e1507, 2020.

LEAL, R. V. S.; EMMI, D. T.; ARAÚJO, M. V. A. Access and quality of secondary care and stomatology assistance in Brazil. Physis: **Rev Saúde Coletiva**, v. 31, n. 2, p. 1-23, 2021.

LIMA, A. M. C. *et al*. Delay in diagnosis of oral cancer: a systematic review. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**, v. 26, n. 6, e815-e824, 2021.

LIMA, H. L. O. *et al*. Spatial-temporal analysis of hospitalizations with death caused by oral cancer in Brazil and its correlation with the expansion of healthcare coverage**. Med Oral Patol Oral Cir Bucal**., v. 28, n. 1, e1-8, 2023.

MELO, L. C. *et al*. Perfil epidemiológico de casos incidentes de câncer de boca e faringe. **RGO**, v. 58, n. 3, p. 351-5, 2010.

MESSADI, D. V.; WILDER-SMITH, P.; WOLINSKY, L. Improving oral cancer survival: the role of dental providers. **J Calif Dent Assoc**., v. 37, n. 11, p. 789-798, 2009.

MILANI, V. *et al.* Direct healthcare costs of lip, oral cavity and oropharyngeal cancer in Brazil. **PLoS One**, v. 16, e0246475, 2021.

MORIMOTO, T.; COSTA, J. S. D. Hospitalization for primary care susceptible conditions, health spending and Family Health Strategy: na analysis of trends. **Cien Saude Colet**, v.22, p. 891-900, 2017.

MORIS, A. J.; BURKE, F. J. T. Primary and secondary dental care: the nature of the interface. **BDJ**., v. 191, n. 12, p. 660-664, 2001.

MORO, J. S. *et al.* Câncer de boca e orofaringe: epidemiologia e análise da sobrevida. **einstein**,v. 16, n. 2, p. eao4248, 2018.

NORO, L. R. A. *et al*. The challenge of the approach to oral cancer in primary health care. **Cien Saude Colet**., v. 22, n. 5, p. 1579-1587, 2017.

PEREA, L. M. E. *et al.* Anos potenciais de vida perdidos por câncer de boca e faringe no Brasil: 1979 a 2013. **Revista de Saúde Pública**, v. 53, p. 67, 2019.

PEREA, L. M. E. *et al.* Trend of oral and pharyngeal cancer mortality in Brazil in the period of 2002 to 2013. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, p. 10, 2018.

PEREIRA, B. S. *et al.* Câncer bucal na região nordeste Brasileira e tempo de início de tratamento. **Interfaces Científicas**, v. 9, n. 2, p. 194 – 207, 2023.

PUCCA, G. A. Jr. *et al*. Ten years of a national oral health policy in Brazil: innovation, boldness, and numerous challenges. **J Dent Res**., v. 94, n. 10, p. 1333-1337, 2015.

PULTE, D.; BRENNER, H. Changes in survival in head and neck cancers in the late 20th and early 21st century: a period analysis. **Oncologist**., v. 15, p. 994-1001, 2010.

ROCHA, T. A. H.; THOMAZ, E. B. A. F.; DA SILVA, N. C. Oral primary care: an analysis of its impact on the incidence and mortality rates of oral cancer. **BMC Cancer**, v. 17, n. 1, p. 706, 2017.

SANTOS, R. A. *et al*. Avaliação epidemiológica de pacientes com câncer no trato aerodigestivo superior: relevância dos fatores de risco álcool e tabaco. **Rev Bras Cancerol.**, v. 58, n. 1, p. 21-9, 2012.

SEO, B. Y.; LEE, C. O.; KIM, J. W. Changes in the management and survival rates of patients with oral cancer: a 30-year single-institution study. **J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg**., v. 42, p. 31-37, 2016.

SILVA, H. E. C. D.; GOTTENS, L. B. D. The interface between primary and secondary care in dentistry in the Unified Health System (SUS): na integrative systematic review. **Cien Saude Colet**., v. 22, p. 2645-57, 2017.

SOARES, E. C; SILVA, J. V; NAVAS, R. (org.). **O Baixo São Francisco**: características ambientais e sociais. v.1. Maceió, Alagoas: Edufal, 2020.

SUNG, H. *et al.* Global Câncer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. **CA Cancer J Clin**, v.71, p.209-249, 2021.

THAVAROOL, S. B.; MUTTATH, G.; NAYANAR, S. Improved survival among oral câncer patients: findings from a retrospective study at a tertiary care cancer centre in rural Kerala, India. **World J Surg Oncol**., v. 17, n. 1, p. 15, 2019.

TORRES-PEREIRA, C. C. *et al*. Strategies for management of oral cancer in primary and secondary healthcare services. **Cad Saude Publica,** v. 28, sup, p. 30-9, 2012.

VARGAS, D. G. M.; PROBST, L. F.; DA CUNHA, A. R. Inclusion of oral health teams in primary health care promotes early diagnosis of oral and oropharyngeal cancers: a nationwide study. **BMC Oral Health**., v. 21, n. 1, p. 312, 2021.

CAPÍTULO 11

PERFIL BIOQUÍMICO DA POPULAÇÃO RIBEIRINHA DO BAIXO SÃO FRANCISCO, DURANTE A 5ª (2022) E 6ª (2023) EDIÇÕES DA EXPEDIÇÃO CIENTÍFICA

Abel Barbosa Lira Neto[58], Bruna Priscila dos Santos[59], Eliane Aparecida Holanda Cavalcanti[60], Adriano José dos Santos[61], Ericlis dos Santos Silva[62]

Resumo: Este é um estudo transversal descritivo realizado durante a 5ª e 6ª edições da Expedição Científica do Baixo São Francisco, cujo objetivo principal foi caracterizar o perfil bioquímico da comunidade ribeirinha do Baixo Rio São Francisco, realizado nos anos de 2022 e 2023. Para a coleta dos dados sociodemográficos, foram aplicados formulários semiestruturados, e para as amostras biológicas, foi realizada punção venosa. O material foi processado e analisado no Laboratório Clínico - Unidade de Testagens da Ufal, seguindo o protocolo para cada exame realizado. Os dados foram tabulados e analisados estatisticamente no *Software* SPSS. Durante a quinta edição (2022), foram triados 371 pacientes e 294 na 6ª edição (2023). Para todos os pacientes, foram realizadas dosagens bioquímicas (glicose, colesterol total, triglicerídeos, AST/TGO), ALT/TGP), creatinina e ureia). Os dados obtidos demonstraram que os pacientes de Propriá-SE apresentaram maiores médias para dosagens de glicose durante os anos de 2022 e 2023; as prevalências para dosagem de ureia encontram-se acima dos valores de referência em todos os municípios do Baixo São Francisco que fizeram parte do estudo em 2023. Considerando os resultados obtidos, podemos concluir que a população do Baixo São Francisco apresenta alterações bioquímicas que estão intimamente relacionadas a doenças crônicas não transmissíveis; dentre elas, podemos destacar: diabetes, hipertensão e lesões renais de baixo grau. Nesse sentido, a adoção de medidas imediatas na atenção primária através de abordagens integradas é de fundamental importância para prevenção e controle das doenças crônicas não transmissíveis, permitindo com isso, uma melhor qualidade de vida do paciente.

Palavras-chave: Comunidade ribeirinha; Diagnóstico; Rastreamento; Saúde pública.

Introdução

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) são destacadas como as principais causas de morbidade e mortalidade no mundo (OMS, 2020). No Brasil, as DCNTs são responsáveis por cerca de 72% dos óbitos, representando a primeira causa de mortalidade e de hospitalizações. Em 2019, 54,7% dos óbitos registrados no Brasil foram causados por DCNTs e 11,5% por agravos (BRASIL, 2021). As doenças cardiovasculares, diabetes *mellitus*, neoplasias e doenças respiratórias crônicas configuram-se como um grupo dentre as DCNT que lideram as causas de adoecimento e morte no Brasil, com óbitos prematuros ocorridos em indivíduos entre 30 e 69 anos de idade (brasil, 2021; brasil, 2020).

58 Farmacêutico, técnico da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) - Campus Arapiraca;

59 Biomédica, bolsista do Laboratório Clínico da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) – Campus Arapiraca;

60 Bióloga, docente, coordenadora do Laboratório Clínico da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) - Campus de Arapiraca – e coordenadora das ações em saúde da Expedição Científica do Baixo São Francisco;

61 Biólogo, bolsista do Laboratório Clínico da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) – Campus Arapiraca

62 Biólogo, bolsista do Laboratório Clínico da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) – Campus Arapiraca

O diabetes *mellitus* (DM) é uma DCNT de impacto global, e sua prevalência tem tendência de aumentar principalmente nos países de baixa renda (IDF, 2019; Mota *et al.,* 2022). A Federação Internacional de Diabetes (*International Diabetes Federation* - IDF) estima que 463 milhões de pessoas no mundo tenham DM (9,3%), e que nos próximos 25 anos esse número chegue a 700 milhões, representando um aumento de aproximadamente 51% (IDF, 2019). Entre os dez países com maior prevalência de DM no mundo, o Brasil ocupa o quinto lugar (IDF, 2019), fato associado a fatores de risco prevalentes entre os brasileiros, como sobrepeso, obesidade e sedentarismo (Sousa *et al.,* 2019). A Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), um dos maiores inquéritos epidemiológicos brasileiros, estimou uma prevalência de 7,9% na zona urbana e de 6,3% na rural (BRASIL, 2021).

As Doenças Cardiovasculares (DCV), por sua vez, são responsáveis por quase um terço das mortes no Brasil e afetam desproporcionalmente uma parcela vulnerável da população, a qual possui dificuldade no acesso a cuidados de saúde de alta qualidade (Castro *et al.,* 2019; Ribeiro *et al.,* 2016). No Brasil, as DCV são responsáveis por 27% do total de mortes, sendo a primeira causa de óbito entre os brasileiros. Entre elas, destacam-se como causas dos óbitos principalmente as doenças coronárias (32%), o acidente vascular cerebral (AVC) (28%) e insuficiência cardíaca (IC) (18%) (Oliveira *et al.,* 2020; Ribeiro *et al.,* 2016). Segundo estimativas da Organização Pan-Americana de Saúde (Opas), níveis elevados de colesterol sérico causam globalmente cerca de 2,6 milhões de mortes e 29,7 milhões de anos de vida perdidos por morte prematura e incapacidades (WHO, 2009; Faludi *et al.,* 2017; Nogueira de Sá *et al.,* 2019). O Brasil possui 14,6% de prevalência para altos níveis de colesterol em adultos, dentre os fatores de risco, os que mais se destacam são: o gênero (mulheres), envelhecimento, *status* socioeconômico, pior autoavaliação da saúde, doenças crônicas como as DCV, por exemplo, sobrepeso/obesidade, raça/cor da pele preta/parda, hábitos comportamentais e estilos de vida (Nogueira de Sá *et al.,* 2019).

Além das doenças destacadas, a Doença Renal Crônica (DRC) também é caracterizada como DCNT, conhecida como um grupo heterogêneo de doenças que afetam a estrutura e funções dos rins por mais de três meses, o que causa perda progressiva da função dos néfrons com consequente perda da capacidade de filtrar o sangue e manter a homeostase, apresentando expressiva morbidade e mortalidade, além da redução da qualidade de vida (Hill *et al.,* 2016; Kdigo, 2017). O aumento da prevalência está associado ao envelhecimento populacional e a doenças como hipertensão arterial e diabetes *mellitus* (Aguiar *et al.,* 2020; Glassock; Warnock; Delanaye, 2017). De acordo com a PNS, a prevalência de DRC autorreferida é de 3,3%, revelando a dimensão da doença no Brasil (PNS, 2019).

As populações rurais e tradicionais são historicamente conhecidas por questões de desigualdade, iniquidades refletidas em expressiva vulnerabilidade social e de saúde. Essas populações são compreendidas como povos e comunidades que possuem um estilo de vida socioeconômico e sociocultural relacionado à terra, incluindo agricultores familiares, camponeses, assentados e/ou acampados, além de ribeirinhos e quilombolas (Brasil, 2013). A população ribeirinha do Baixo São Francisco, assim como outras populações vulneráveis, é particularmente afetada pelas DCNT. Questões como a falta de acesso a serviços de saúde, a exposição a fatores de risco ambientais e comportamentais, e as condições socioeconômicas podem aumentar a vulnerabilidade dessas populações às DCNT (Simões *et al.,* 2021).

Nesse contexto, os testes de diagnósticos laboratoriais permitem evidenciar situações clínicas desses pacientes de forma a orientar e gerenciar possíveis doenças e seus agravos. Os pa-

râmetros bioquímicos são uma ferramenta importante não só para acompanhamento, mas como prognóstico de qualquer patologia (Xavier *et al.,* 2020). Portanto, investigar as características exclusivas de uma população, como a dos ribeirinhos, incluindo seu estilo de vida, sociodemografia e parâmetros bioquímicos, é fundamental para avaliar o impacto na saúde e contribuir para a elaboração de políticas públicas focadas na qualidade de vida, principalmente no que se refere à promoção e à prevenção de saúde. O presente estudo teve como objetivo avaliar o perfil bioquímico em pacientes de comunidades ribeirinhas na região do Baixo Rio São Francisco durante a 5ª e 6ª edições da Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Foi realizado um estudo transversal descritivo, por meio de exames bioquímicos, durante a 5ª (primeira quinzena de novembro de 2022) e 6ª edição (última quinzena de novembro de 2023) da Expedição Científica do Baixo São Francisco, em municípios ribeirinhos. A área estudada abrangeu cidades localizadas na região do Baixo Rio São Francisco, dentre eles: Igreja Nova-AL, Pão de Açúcar-AL, Penedo-AL, Piaçabuçu-AL, Piranhas-AL, Propriá-SE, São Brás-AL e Traipu-AL. Os municípios estudados compreendem uma área de aproximadamente 3.486.635 km² e uma população total em torno de 226.738 habitantes (IBGE, 2020).

A participação da população ribeirinha foi de caráter voluntário. As pessoas foram convidadas e incluídas no estudo, conforme os seguintes critérios: ter idade igual ou superior a 18 anos, independentemente do sexo; permitir a coleta de sangue venoso autorizando sua análise bioquímica; consentir sua participação através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os dados apresentados neste estudo são oriundos de projetos de pesquisa aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da Universidade Federal de Alagoas (CEP/Ufal), sob parecer nº 5.818.119 (CAAE 64293222.5.0000.5013) e Parecer nº 6.524.679 (CAAE: 75027223.0.000.5013). Para cada participante do estudo, foram coletados dados sociodemográficos.

A aplicação do questionário, assim como a punção venosa dos participantes, ocorreu em uma das Unidades Básicas de Saúde (UBS) de cada um dos municípios estudados. Após a coleta, o material biológico foi acondicionado em caixas térmicas de 2 a 8°C e imediatamente encaminhado para o processamento no Laboratório Clínico da Ufal - Unidade de Testagens do Campus de Arapiraca - Ufal. No soro (sem coagulante) ou no plasma (com anticoagulante), foram realizadas as dosagens bioquímicas.

A coleta sanguínea ocorreu em pacientes que foram triados previamente pelos agentes comunitários de saúde dos municípios que participaram da 5ª e 6ª edições da Expedição do São Francisco. À medida que esses pacientes foram triados, os dados foram encaminhados para o Laboratório Clínico da Ufal e, através de *software* de gestão laboratorial, foi realizado o cadastro dos pacientes com identificação numérica, para controle do laboratório. Cada paciente passou a ter um número exclusivo, o qual foi colocado no material biológico para posterior processamento.

Para evitar erros na identificação, foi necessário adotar algumas medidas, dentre elas: a) identificação dos exames a serem realizados (no laboratório, as amostras foram registradas em fichas internas de seus respectivos setores; nestas fichas, além da numeração, consta ainda o nome e a data de nascimento do paciente; em seguida, as amostras foram distribuídas para o processamento); b) informações ao paciente (previamente, foi encaminhado às Secretarias Municipais de Saúde (SMS) o protocolo a ser utilizado e o roteiro para ser entregue a cada paciente, de acordo com o exame a ser realizado, como por exemplo, período de jejum, entre outros); e c) normas de biossegurança foram adotadas pelos profissionais responsáveis, assim como a organização dos espaços para a realização das coletas.

Figura 1 - Equipe do Barco da Saúde durante as ações no município de Piranhas-AL

Fonte: Autores (2023).

Foram utilizados vários materiais, dentre eles, tubos de coleta, seringas, agulhas, luvas, torniquete, algodão, álcool, esparadrapo e caixa coletora de material perfurocortante. Após a conferência dos dados e verificação do preparo do paciente, a coleta foi iniciada. As amostras de sangue total foram coletadas em tubos com anticoagulante, ao passo que, nos exames que requereram análise no soro, o sangue foi coletado em tubo sem anticoagulante. Os tubos foram homogeneizados lentamente, realizando inversões por 10 vezes, mantendo-os na posição vertical por no mínimo 30 minutos em temperatura ambiente, para evitar hemólise no tubo e formação de fibrina.

Antes de qualquer procedimento, os profissionais higienizaram as mãos com água e sabão. Em seguida, colocaram luvas para dar início à punção venosa. Antes de iniciar o procedimento, os dados do paciente foram conferidos (de acordo com o tipo de exame) e, em seguida, o procedimento foi devidamente explicado, instruindo-o: 1. Estender o braço e 2. Mantê-lo reto. Ao nível do cotovelo, foi inserido um garrote acima da veia a ser puncionada, para produzir congestão venosa. O local foi inspecionado para visualizar a veia, incluindo o braço, a área antecubital, o antebraço, o punho e o dorso da mão. Em seguida, a agulha foi conectada na seringa, sem retirar a capa protetora e sem tocar na parte interior da agulha. O êmbolo foi pressionado para retirar o ar. Foi realizada a antissepsia da área a ser puncionada, seguindo o mesmo sentido, utilizando gaze ou algodão com álcool 70%; após secagem, a veia foi puncionada (Kirsztajn *et al.,* 2024).

Para o hemograma, as amostras hematológicas foram processadas simultaneamente no equipamento Pentra 120®. Antes da análise eletrônica de células, os equipamentos foram submetidos aos controles internos específicos e calibração original de cada fabricante. As distensões sanguíneas foram realizadas no momento da coleta (sem adição de anticoagulante) e coradas

pelo princípio de Romanowsky (corante rápido panótico Newprov®). A contagem diferencial manual foi realizada mediante análise de 200 células por lâmina, em campo de 400x de um microscópio Nikon® modelo Si (Failace, 2015).

Para a dosagem de glicose, as características metrológicas descritas a seguir foram obtidas com um analisador BA400 e seguindo as diretrizes do Instituto de Normas Clínicas e de Laboratório (*Clinical & Laboratory Standards Institute*, CLSI). - Limite de detecção: 3,6 mg/dL = 0,199 mmol/L. - Limite de linearidade: 500 mg/dL = 27,5 mmol/L (Trinder, 1969).

Para a dosagem de hemoglobina glicada, depois de preparar um hemolisado, a concentração de hemoglobina A1C (HbA1C) é quantificada mediante um procedimento turbidimétrico com látex. As diferentes hemoglobinas presentes no hemolisado são adsorvidas sobre a superfície das partículas de látex de forma característica e em proporção equivalente à sua concentração na amostra. A adição de um anticorpo anti-HbA1C humano provoca uma aglutinação proporcional à concentração de hemoglobina A1C que pode ser quantificada por turbidimetria.

A Hemoglobina A1C é o produto da condensação irreversível da glicose com o resíduo N-terminal da cadeia ʎ da hemoglobina A. A concentração de HbA1C no sangue é diretamente proporcional à concentração média de glicose durante um período de tempo de 6-8 semanas, equivalente à vida média dos eritrócitos, e a glicose média estimada (eAG) pode ser calculada com as fórmulas seguintes: eAG (mg/dL) = 28,7 x HbA1C -NGSP-DCCT (%) – 46,7 eAG (mmol/L) = 1,59 x HbA1C -NGSP-DCCT (%) – 2,59 eAG (mg/dL) = 2,64 x HbA1C -IFCC (mmol/mol) + 15,0 eAG (mmol/L) = 0,146 x HbA1C -IFCC (mmol/mol) + 0,843 Os níveis de HbA1C são um complemento valioso para as determinações de glicose no sangue na avaliação do controle glicêmico com vista ao acompanhamento dos pacientes diabéticos, proporcionando uma informação mais confiável do que a concentração de glicose. Existem vários estudos que indicam que as complicações relacionadas com a diabetes podem ser reduzidas através de um controle rigoroso dos níveis de glicose no sangue.

Dosagem ureia – a ureia presente na amostra consome, segundo reação descrita abaixo: NADH que se quantifica espectrofotometricamente.

Ureia + H2O 2NH4+ + CO2

NH4 ++ NADH + H+ + 2 – oxoglutarato Glutarnato + NAD+

A utilidade da ureia como indicador da função renal está limitada pela variabilidade da sua concentração plasmática como consequência de fatores não renais. O diagnóstico clínico não deve ser realizado tendo em conta o resultado de um único teste, mas deve integrar-se nos dados clínicos e de laboratório (Burtis; Ashwood, 1999).

Na dosagem de creatinina, a creatinina presente na amostra reage com o picrato em meio alcalino, originando um complexo colorido. Mede-se a velocidade da formação do referido complexo em períodos curtos iniciais, evitando-se assim a interferência de outros compostos. A medição da creatinina tem utilidade quase exclusivamente para a avaliação da função renal (perfusão renal alterada, perdas da função dos néfrons) e na monitorização da diálise renal (Burtis; Ashwood, 1999) (Young, 1997).

Nas dosagens de triglicerídeos, os triglicerídeos presentes na amostra originam, segundo as reações ajustadas e descritas abaixo, um complexo colorido que se quantifica por espectrofotometria (Bucolo; David, 1973).

Triglicerídeos + H2O → Glicerol + Ácidos adiposos

Glicerol + ATP → Glicerol – 3 – P + ADP

Glicerol – 3 – P + O2 → Dihidroxiacetona – P + H2O2

2H2O2 + 4 – Aminoantipirina + 4 – Clorofeno → Quinonaimina + 4H2O

Dosagens de colesterol e HDL, tanto o colesterol livre como o esterificado, foram quantificados por espectrofotometria.

Na dosagem de AST, a aspartato aminotransferase (AST ou GOT) catalisa a transferência do grupo amino do aspartato a 2-oxoglutarato, formando oxalacetato e glutamato. A concentração catalítica determina-se seguindo a reação abaixo descrita da desidrogenase malática (MDH), a partir da velocidade de desaparecimento do NADH, medida a 340 nm.

Aspartato + 2 – Oxoglutarato → Oxalacetato + Glutamato

Oxalacetato + NADH → +H+ Malato + NAD+

Dosagem de ALT, a alanina aminotransferase (ALT ou GPT) catalisa a transferência do grupo amino da alanina ao 2-oxoglutarato, formando piruvato e glutamato. A concentração catalítica determina-se seguindo a reação abaixo da desidrogenase láctica (LDH), a partir da velocidade de desaparecimento do NADH, medida a 340 nm.

Alanina + 2 – Oxoglutarato → Piruvato + Glutamato

Piruvato + NADH +H+ → Lactato + NAD+

Dosagem de alumínio – o alumínio foi dosado em um espectrofotômetro de absorção atômica Varian modelo SpectrAA 600, equipado com forno de grafite, corretor Zeeman, lâmpada de cátodo oco, no comprimento de onda de 396,2 e amostrador automático. Os dados gerados foram analisados por um processador Pentium, em um sistema OS/2 Warp da IBM. A programação do amostrador automático para soro é a seguinte:

- Padrão intermediário 50 µg/l;
- Volume de Amostra 10 µl;
- Volume Total 18 µl;
- Padrão 1 (10 µg/l) 2 µl;
- Padrão 2 (20 µg/l) 4 µl;
- Padrão 3 (40 µg/l) 8 µl.

Reagentes: a água utilizada foi obtida a partir do sistema de purificação MILLI-RO e MILLI-Q da Millipore. O parâmetro utilizado para avaliar a qualidade da água foi a resistividade, fixada em 18 MΩ/cm. Segundo as recomendações do *National Committee for Clinical Laboratory Standards*, esse valor deve ser maior que 10 MΩ/cm a 25º C para esse tipo de análise, o que a classifica como água tipo 1. Foi utilizado o padrão primário de Alumínio Titrisol MERCK (código 1.09967), Triton X-100 SIGMA (art T-6878) e Argônio ultrapuro fornecido pela AGA. Para o preparo das soluções e reagentes, foram observados rigorosos critérios de limpeza química do material, que incluem a imersão em HNO3 por 24 horas e enxágue copioso em água tipo 1. Sempre que possível, foi utilizado material plástico descartável.

Curva de calibração: A curva de calibração foi obtida a partir de uma solução primária de alumínio de 1 g/l (Titrisol - Merck) diluída em água. A partir da solução primária, foi preparado um padrão intermediário de 50 µg/l. Os pontos de 10, 20 e 40 µg/l da curva de calibração foram obtidos pela adição do padrão intermediário a um "pool" de soros, de acordo com o programa do amostrador automático. Foram obtidas duas leituras de cada ponto dessa solução, do branco de reagentes, do "pool" não adicionado e das amostras (Jeronymo; Fujimura, 1998).

Dosagem de cobre – foi realizada através da espectrofotometria de absorção atômica de chama. A amostra é atomizada na chama, por meio da qual passa radiação com comprimento de onda adequado a cada elemento a ser analisado (Fonte - lâmpada de cátodo oco). A quantidade de radiação absorvida é uma medida quantitativa da concentração do elemento a ser analisado. A amostra é lançada na chama que atinge temperaturas que variam entre 2100-2300ºC. Um feixe de radiação é emitido por uma lâmpada cujo cátodo é feito do elemento a ser determinado. A radiação por meio da chama passa por um monocromador e atinge o material. A validação foi realizada com os controles da Bio-Rad: Lyphocheck I e II (Lote 14.401 e 14.402, respectivamente), com soro de pacientes e calibradores com concentrações de 0; 0.1; 0,2; 0,5; 0,75 e 1,0 mg/L, produzidos no próprio laboratório. Foram utilizados os equipamentos: PerkinElmer® Analyst espectrofotômetro de absorção 100 e Flame espectrofotômetro de absorção atômica, Analytica GC-Max® 7000. O desempenho do ensaio baseou-se nos protocolos do *Clinical and Laboratory Standards Institute*.

Urinálise: a urina coletada foi a primeira da manhã ou após um intervalo de duas a quatro horas de retenção. O volume mínimo para realização do exame foi de 3 ml. As amostras foram coletadas em frasco estéril, com e sem bacteriostático, e transferidas para um tubo de urina estéril. A urina foi processada em até 4 horas após a coleta, mantendo-se sempre em geladeira (2°C a 8°C). A análise laboratorial foi realizada em um aparelho automatizado de citometria de fluxo de fluorescência, baseada em tecnologia de laser de diodo, junto com Urisys 2400 e UF1000i para caracterização física, química e morfológica da urina. Os parâmetros analisados incluíram cor, aspecto, densidade, pH, presença ou ausência de glicose, proteínas, corpos cetônicos, bilirrubina, urobilinogênio, nitrito, hemácias e leucócitos.

Figura 2 - Realização da análise bioquímica da urina dos pacientes do município de Igreja Nova-AL durante a 6ª da Expedição Científica do Baixo São Francisco

Fonte: Autores (2023).

Os dados coletados foram tabulados em planilhas do Microsoft Excel e submetidos a análise estatística descritiva utilizando o *software* SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*), versão 22.0 (SPSS Inc., Chicago, Estados Unidos). A análise descritiva foi realizada a partir da média e do desvio padrão. As variáveis categóricas foram definidas pela frequência relativa e absoluta, assim como seus respectivos desvios padrão.

Figura 3 - Triagem dos pacientes para realização da coleta sanguínea no município de Penedo-AL, durante a 6ª da Expedição Científica do Baixo São Francisco

Fonte: Autores (2023).

Perfil bioquímico dos pacientes ribeirinhos

Durante as duas edições da Expedição Científica, foram triados 631 pacientes, sendo 371 na 5ª edição (2022) e 260 na 6ª edição (2023). Considerando o perfil bioquímico [glicose, colesterol total, triglicerídeos, AST (TGO), ALT (TGP), Creatinina e ureia], observamos que a média e o desvio padrão por município não apresentaram linearidade, ou seja, houve diferenças significativas de um município para o outro (**Tabela** 1). Os valores de referência utilizados estão descritos no Quadro 1 (SBAC, 2016; Consenso, 2016).

Tabela 1 - Perfil bioquímico dos pacientes atendidos durante a 5ª e 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Exames bioquímicos	*Ano*	*Piranhas*	*Pão de Açúcar*	*Traipu*	*Própria*	*São Brás*	*Igreja Nova*	*Penedo*	*Piaçabuçu*	*Brejo Grande*
GLICOSE (mg/dL)	2022	97,9 ± 24,5	121,2 ± 44,4	123,6 ± 54,8	129,9 ± 61,9	114,5 ± 30,3	109,0 ± 32,4	113,9 ± 29,9	129,3 ± 53,6	101,9 ± 19,6
	2023	92,9 ± 24,5	104,5 ± 31,8	100,1 ± 2,1	112,9 ± 53,0	100,1 ± 7,1	85,6 ± 36,8	109,1 ± 31,8	105,5 ± 48,7	-
COLESTEROL TOTAL (mg/dL)	2022	207,3 ± 42,1	219,8 ± 55,2	227,9 ± 49,8	213,3 ± 40,6	214,0 ± 37,4	207,5 ± 45,2	247,5 ± 62,5	234,6 ± 60,7	213,3 ± 50,4
	2023	227,7 ± 54,4	202,3 ± 24,7	210,2 ± 6,36	179,6 ± 31,8	203,1 ± 122,3	190,6 ± 13,4	191,3 ± 38,9	199,4 ± 40,5	-
TRIGLICERÍDEOS (mg/dL)	2022	128,9 ± 79,9	157,6 ± 78,5	163,1 ± 107,6	172,8 ± 94,8	127,2 ± 69,4	137,2 ± 76,0	163,1 ± 88,2	134,9 ± 67,9	134,6 ± 81,7
	2023	169,7 ± 62,9	156,2 ± 27,6	108,0 ± 8,48	110,0 ± 8,5	118,6 ± 124,4	95,2 ± 56,6	99,1 ± 12,0	108,8 ± 19,8	-
AST [TGO] U/L	2022	23,6 ± 5,4	23,1 ± 4,6	32,5 ± 13	30,4 ± 15,1	28,2 ± 20,1	23,5 ± 7,7	23,7 ± 9,2	32,9 ± 28,8	22,5 ± 16,0
	2023	23,6 ± 12,95	19,7 ± 2,8	27,1 ± 6,4	19,2 ± 0,7	23,3 ± 2,8	17,9 ± 4,9	22,1 ± 2,8	22,3 ± 4,9	-
ALT [TGP] U/L	2022	26,2 ± 10,1	27,5 ± 9,5	23,2 ± 8,1	32,9 ± 19,5	31,5 ± 28,1	21,9 ± 7,5	25,3 ± 13,0	35,44 ± 31,1	35,8 ± 55,0
	2023	25,6 ± 11,7	22,1 ± 1,4	23,0 ± 4,2	23,0 ± 3,5	25,2 ± 2,1	19 ± 8,5	29,0 ± 4,9	22,3 ± 3,5	-
Creatinina (mg/dl)	2022	0,98 ± 0,26	1,1 ± 0,15	0,92 ± 0,2	1,01 ± 0,2	1,0 ± 0,2	0,99 ± 0,2	1,1 ± 0,2	0,94 ± 0,3	1,0 ± 0,15
	2023	0,59 ± 0,21	0,93 ± 0,02	0,85 ± 0,05	0,76 ± 0,1	0,85 ± 0,1	0,75 ± 0,1	0,86 ± 0,6	1,4 ± 0,1	-
Ureia (mg/dl)	2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2023	26,9 ± 9,9	24,8 ± 5,6	29,4 ± 3,5	26,5 ± 15,5	27,0 ± 0,7	26,9 ± 2,1	29,2 ± 9,2	28,8 ± 6,4	-

Fonte: Autores (2023).

Ressalta-se que, para compreender melhor o perfil bioquímico dos ribeirinhos, foram incluídas as dosagens de ureia para uma melhor compreensão do quadro renal e metabólico.

Quadro 1 - Valores de referência adotados para as dosagens bioquímicas dos pacientes atendidos durante a 5ª e 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Parâmetros	Valores de Referência
Glicose em jejum	60 - 99 mg/dl
Colesterol total	inferior a 190 mg/dL
Triglicerídeos	com jejum: inferior a 150 mg/dL
AST (TGO)	12 a 46 U/L
ALT (TGP)	3 a 50 U/L
Creatinina	0,40 a 1,40 mg/dl
Ureia	8 a 20 mg/dL

Fonte: SBAC (2016) e Consenso (2016).

Em 2022, observou-se que, de todos os municípios atendidos, os pacientes de Propriá-SE apresentaram uma maior média para a dosagem de glicose (129,9 mg/dL), valor acima dos valores de referência (Quadro 1). No entanto, em 2022, apenas para o município de Piranhas/AL, a média apresentada (97,9 mg/dL) estava dentro dos limites de referência; todos os outros municípios apresentaram média superior ao limite ideal. Em 2023, Piranhas continuou com a média dentro dos limites da normalidade (92,9 mg/dL), e Igreja Nova apresentou uma menor média (85,6 mg/dL) quando comparada ao ano anterior (109,0 mg/dL). Entretanto, os demais municípios permaneceram com as médias acima dos valores de normalidade, o que demonstra a necessidade de acompanhamento do sistema de saúde junto a essas populações.

A glicose é a principal fonte de energia do organismo. A insulina, produzida nas células ilhotas do pâncreas, facilita a entrada de glicose nas células dos tecidos. Uma deficiência de insulina ou uma diminuição da sua atividade ocasiona um aumento de glicose no sangue. Encontram-se concentrações elevadas de glicose no soro ou plasma em pacientes com diabetes *mellitus* (dependente de insulina ou não dependente de insulina) e com outras condições ou síndromes (Burtis; Ashwood, 1999) (Group, 1979). A hipoglicemia pode ocorrer como resposta ao jejum, ou também devido a drogas, venenos, erros congênitos do metabolismo ou gastrectomia prévia (Burtis; Ashwood, 1999) (Friedman; Young, 1989). O diagnóstico clínico não deve ser realizado considerando unicamente os resultados de um ensaio e deve incluir os dados clínicos e laboratoriais. Segundo o Plano de Ações Estratégicas para o enfrentamento das DCNT no Brasil, 2021 – 2030, uma das ações estratégicas para promoção da saúde, prevenção e cuidado frente ao grupo de DM, com atuação da Atenção Integral à Saúde, é promover na APS o controle glicêmico eficaz para pessoas com diabetes em conjunto com monitoramento doméstico, padrão de glicose para pessoas tratadas com insulina para reduzir as complicações do diabetes (Brasil, 2021).

O colesterol é um esteroide de alto peso molecular que contém uma estrutura ciclopentanofenantreno. É transportado no plasma pelas lipoproteínas e é excretado pela bílis ou após a sua transformação em ácidos biliares. As concentrações elevadas de colesterol associam-se a um risco progressivamente crescente de arteriosclerose e doenças das artérias coronárias (Allain *et al.,* 1974).

O colesterol foi um dos parâmetros também avaliados. Os pacientes de Penedo-AL, em 2022, apresentaram a maior média 247,5 mg/dL, valor acima da normalidade, quando comparado aos demais municípios. No entanto, para 2023, a maior média registrada foi de 191,3 mg/dL. Já o município de Propriá-AL apresentou a menor média (179,6 mg/dL), estando dentro dos valores de referência normais preconizados pela SBAC, diferente do que ocorreu em 2022 (213,3 mg/dL).

Estudo realizado por Pedrosa e colaboradores (2018) em população ribeirinha associou diretamente o aumento da renda dessa população com o aumento de sedentarismo, sobrepeso, obesidade e hipertensão arterial. Partindo desse pressuposto, o aumento da renda de uma população, sem a inclusão de políticas públicas voltadas para a atenção primária em saúde e conscientização da população, não irá diminuir as prevalências para DCNTs. Em nosso estudo, foram encontradas famílias com baixa renda; contudo, elas apresentavam altas prevalências para obesidade, associadas a altas prevalências de colesterol sérico. Neste sentido, podemos destacar também a mudança de hábitos alimentares que antes era composta por produtos in natura vem sendo alterada pelo consumo de alimentos industrializados (Pedrosa *et al.,* 2018).

Os triglicerídeos são ésteres de glicerol e ácidos adiposos que provêm da dieta ou são sintetizados principalmente no fígado. Os triglicerídeos transportam-se no plasma, nas lipoproteínas e são utilizados pelo tecido adiposo, músculo e outros. A sua principal função é fornecer energia à célula. As concentrações elevadas de triglicerídeos no soro podem ser devidas a alterações hepatobiliares, diabetes *mellitus*, nefrose, hipotiroidismo, alcoolismo, hiperlipoproteinemia familiar IV e V e outras (Burtis; Ashwood, 1999).

Quanto à dosagem de triglicerídeos, Propriá-SE, em 2022, apresentou a maior média (172,8 mg/dL) e São Brás-AL, a menor (127,2 mg/dL), ambos permanecendo dentro dos valores limítrofes (inferior a 150 mg/dL) (Quadro 1). Já em 2023, Igreja Nova apresentou a menor média (95,2 mg/dL) e Piranhas a maior, 169,7 mg/dL. Comparando os dois, observamos que o número de municípios que apresentaram médias acima do limítrofe aumentou, ou seja, na 5ª edição foram cinco, e na 6ª edição foram seis. As DCV constituem um dos principais problemas de saúde pública atualmente, pois diminuem significativamente a vida produtiva e levam à mortalidade precoce (Faludi *et al.,* 2017). Níveis elevados de colesterol total, lipoproteína de baixa densidade (colesterol LDL) e triglicerídeos estão relacionados com o maior risco de doença aterosclerótica (Melo *et al.,* 2022; Pedrosa *et al.,* 2018).

As aminotransferases catalisam a formação de ácido glutâmico a partir de 2-oxoglutarato mediante a transferência de grupos amino. As concentrações mais elevadas de AST encontram-se no fígado e no músculo cardíaco, embora também seja abundante no músculo esquelético, rins e pâncreas. Encontram-se concentrações séricas elevadas de AST na hepatite e outras doenças hepáticas associadas com necroses: mononucleose infecciosa, cirrose, colestases, carcinoma metastático do fígado, assim como após a administração de alguns medicamentos. Também se encontram concentrações séricas elevadas de AST após um enfarte de miocárdio, em doenças do músculo esquelético (como a distrofia muscular progressiva), em pancreatites agudas, doenças hemolíticas e outras (Bergmeyer; Horder; Rej, 1986; Gella *et al.,* 1985; Tietz, 1995).

Por sua vez, as transaminases são enzimas utilizadas como parâmetro para avaliar patologias associadas a doenças hepáticas; por sua vez, são divididas em duas frações: AST (aspartato aminotransferase) ou TGO, e ALT (alanina aminotransferase) ou TGP. Quando analisados os níveis de AST durante a 5ª edição, observou-se que a maior média entre os municípios investigados foi de 32,9 ± 28,8 U/L, correspondente ao município de Piaçabuçu-AL. Durante a 6ª edição, a maior média foi 27,1 ± 6,4 para o município de Traipu-AL. De um modo geral, para esse parâmetro, os pacientes analisados não apresentaram alterações significativas, estando, em sua maioria, dentro da normalidade. Já para os resultados da ALT em 2022, a maior média das dosagens foi para os pacientes oriundos de Brejo Grande-AL, 35,8 ± 55,0 U/L; em 2023, foi para os pacientes de Penedo-AL, 29,0 ± 4,9 U/L.

A creatinina é o produto final do catabolismo da creatina (ou fosfocreatina). A quantidade produzida diariamente está relacionada com a massa muscular. A creatinina é filtrada livremente pelo glomérulo (pequenas quantidades são reabsorvidas e excretadas pelos túbulos renais). A análise desse parâmetro é fundamental para avaliar alterações da função renal, bem como aferir quadros de insuficiência renal crônica, doença essa muito prevalente na população ribeirinha (Vaz *et al.,* 2020). Nas análises realizadas, verificamos que a menor média ocorreu no município de Traipu-AL (0,92 mg/dL ± 0,2), e as maiores ocorreram em dois municípios, em Penedo-AL (1,1 mg/dL ± 0,2) e Pão de Açúcar-AL (1,1 mg/dL ± 0,15). Em 2023, a maior média para o município de Piaçabuçu foi de 1,4 mg/dL, limite máximo atribuído pelas recomendações da SBAC (2018) para os valores de referência da dosagem de creatinina.

A ureia sintetiza-se no fígado como um produto da desaminação dos aminoácidos. A sua eliminação na urina representa a principal via de excreção do nitrogênio. Encontram-se concentrações elevadas de ureia no plasma como consequência de uma dieta hiperproteica, aumento do catabolismo proteico, após uma hemorragia gastrointestinal, ligeira desidratação, choque e insuficiência cardíaca ou tratamento com glicocorticoides (uremia pré-renal). A uremia pós-renal é causada por condições que obstruem o fluxo urinário: nefrolitíase, tumor ou hipertrofia prostática. Nesse estudo à dosagem de ureia, em todos os municípios investigados, as médias foram acima dos valores limítrofes, ressaltando Traipu, com a maior média entre eles, 29,4 mg/dL. Os resultados apresentados demonstraram elevada taxa de alterações nos níveis de ureia sérica e, neste contexto, outros testes laboratoriais são recomendados para diagnóstico de alteração das funções renais, como exames de imagem como radiografia e ultrassonografia, análise urinária e fecal, além da combinação de outros biomarcadores em soro e urina como a inulina, cistatina C, radiofármacos etc., na presença de sintomas (Gowda *et al.,* 2010; Lentini *et al.*, 2017).

Além disso, outra investigação importante que se faz necessária é a contaminação por metais pesados como arsênio, chumbo, mercúrio, cobalto e bário, principais metais e metaloides envolvidos nas alterações renais; no entanto, a magnitude e expressão do dano dependem do tempo de exposição, dose e espécie do metal (Lentini *et al.,* 2017). Exclusivamente no município de Traipu-AL foram realizadas dosagens para metais pesados; os metais escolhidos foram: Cobre, Alumínio e Manganês. Foram escolhidos esses três uma vez que, em análises de coleções aquosas, a exemplo de um dos tributários do Rio São Francisco, que margeiam o município de Traipu, foram encontrados altos níveis desses metais. Dentre os 37 pacientes selecionados para o estudo, apenas um paciente apresentou nível acima do recomendado para dosagem de Cobre. Apesar disso, é de fundamental importância a realização de busca ativa em moradores que residam perto do paciente, pois só assim podemos descartar a possibilidade de contaminação através de alimentos ou ingestão de água e tratá-lo como caso isolado (Tabela 1). Os valores de referência utilizados estão descritos no Quadro 2 (SBAC, 2016; CONSENSO, 2016).

Tabela 2 – Perfil do mineralograma dosado em sangue periférico na população de Traipu, durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco 2023

Gênero	Dosagem de Alumínio	Dosagem de Cobre	Dosagem de manganês
Masculino	7,5 ± 4,4	106,7 ± 33,9	1,1 ± 0,1
Feminino	8,5 ±3,5	117,6 ± 19	1,2 ± 0,1

Fonte: Autores (2023).

Já para a dosagem de Alumínio, obtivemos uma prevalência de 28%, e para a dosagem de Manganês não foi encontrada nenhuma alteração. O alumínio é absorvido em nosso organismo através da alimentação e do ar que respiramos, mas apenas uma fração é absorvida, pois os pulmões, estômago e rins trabalham em conjunto para eliminar mais de 95% da quantidade total ingerida. Altas prevalências para a dosagem de alumínio estão diretamente associadas a quadros de insuficiência renal crônica, encefalopatia, osteomalácia e anemia (Wills *et al.,* 1983).

Quadro 2 - Valores de referência adotados para as dosagens bioquímicas dos pacientes atendidos durante a 5ª e 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Parâmetros	Valores de Referência
Dosagem de Alumínio	10 mcg/L
Dosagem de Cobre	inferior a 2,0 mcg/L
Dosagem de Manganês	Homens 70 a 150 mcg/L Mulheres 75 a 179 mcg/L

Fonte: SBAC (2016) e Consenso (2016).

Reiteramos que em sua maioria foram observadas alterações significativas de parâmetros essenciais para o bom funcionamento e qualidade de vida dos pacientes, acendendo o alerta para a prevenção de comorbidades que poderão acometer a população em um intervalo de tempo relativamente pequeno. Os resultados apresentados reforçam a necessidade de fortalecer estratégias para a prevenção e controle das DCNT e suas complicações em populações ribeirinhas, especialmente entre os municípios do Baixo São Francisco.

Análise bioquímica e sedimentoscopia da urina

A análise da urina é um dos achados clínicos mais importantes para triagem e avaliação do estado geral de saúde do paciente e pode sinalizar alterações renais e/ou hepáticas (Siqueira *et al.,* 2009). Na história clínica do paciente, é considerada um excelente indicador, sendo de fácil obtenção e não causando incômodo, sendo, por vezes, um dos exames mais solicitados em hospitais. Raramente é solicitado a pacientes assintomáticos. Neste estudo, todos os pacientes triados não apresentaram queixas. Foram realizados 187 sumários de urina. As análises foram divididas em duas etapas: análise física, que avaliou as propriedades físicas da urina, como volume, cheiro e coloração; e análises químicas, utilizando fitas colorimétricas para pesquisa de elementos anormais e a sedimentoscopia, utilizando microscopia óptica para visualizar células e estruturas anormais na urina. Para a coleta do exame, foi solicitado que todos os pacientes enviassem a primeira urina da manhã, desprezando o primeiro jato. Este pequeno volume de urina desprezado serve para eliminar as impurezas que estejam na uretra. Após a eliminação do primeiro jato, enche-se o recipiente com o resto da urina.

Dos 187 sumários analisados, obtivemos prevalências significativas para os cristais de ácido úrico (5,34%) e cristais de oxalato de cálcio (8,55%). Além disso, foram encontrados, na sedimentoscopia urinária, cilindros granulosos com prevalência de 3,74%.

Os cristais na urina são formações sólidas que podem se desenvolver quando substâncias presentes na urina, como oxalato, cálcio e ácido úrico, se concentram em níveis elevados. Eles podem variar em tamanho e forma, e sua presença na urina pode indicar uma série de condições médicas, incluindo desidratação, infecções do trato urinário, pedras nos rins e problemas metabólicos. Quadros de desidratação, com prevalências consideráveis de cristais na sedimentoscopia urinária, da população do Baixo São Francisco foram encontrados durante a expedição. A identificação dos cristais presentes na urina pode ser útil para diagnosticar a causa subjacente do problema e determinar o tratamento mais adequado. Em casos graves, a formação de cristais na urina pode levar à formação de litíase renal, resultando em intervenção médica de urgência.

Os cilindros granulosos são estruturas encontradas na urina que consistem em material granular coletado dentro dos túbulos renais e moldado em forma cilíndrica pela proteína Tamm-

-Horsfall. Esses cilindros são compostos principalmente por proteínas e podem conter diferentes tipos de grânulos, como grânulos finos ou grosseiros. Sua presença na urina pode indicar uma variedade de condições médicas, incluindo doença renal aguda ou crônica, glomerulonefrite, pielonefrite e outras condições que afetam os túbulos renais. A identificação e a análise dos cilindros granulosos na urina são importantes para diagnosticar e monitorar doenças renais.

Um estudo realizado por Barros *et al.* (2008), tratando das tendências das desigualdades sociais e demográficas na prevalência de doenças crônicas no Brasil, encontrou prevalências para insuficiência renal de 1,25%. Durante a 6ª edição da Expedição, foram encontradas prevalências de 3,74% para cilindros granulosos. Quadros de desidratação crônica associados à proteinúria e formação de cilindros nos túbulos renais são fatores de risco que podem provocar insuficiência renal crônica. No entanto, estudos complementares e adoção de políticas públicas voltadas para atenção primária em saúde são necessárias.

Considerações finais

É importante destacar que o enfrentamento das DCNT não se restringe apenas ao serviço de saúde, envolvendo, porém, diversos setores da sociedade, uma vez que os fatores que contribuem para o surgimento dessas doenças estão associados a aspectos sociais, econômicos, culturais, ambientais e comportamentais. Ratificamos que em sua maioria foram observadas alterações significativas de parâmetros essenciais para o bom funcionamento e qualidade de vida dos pacientes, acendendo o alerta para a prevenção de comorbidades que poderão acometer a população em um intervalo de tempo relativamente pequeno.

Os resultados apresentados reforçam a necessidade de fortalecer estratégias para a prevenção e controle das DCNT e suas complicações. É fundamental desenvolver estratégias de prevenção e controle das DCNT, voltadas principalmente para a atenção primária de saúde, levando em consideração as particularidades da população ribeirinha do Baixo São Francisco. Essas estratégias podem incluir a promoção de estilos de vida saudáveis, o fortalecimento dos serviços de saúde locais e a implementação de políticas públicas voltadas para a redução das desigualdades sociais e de saúde.

Referências

AGUIAR, L. K. *et al.* **Fatores associados à doença renal crônica**: inquérito epidemiológico da Pesquisa Nacional de Saúde. 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbepid/a/JY5X7GG6mbjfdcX5gcGW6Km/?lang=pt. Acesso em: 12 abr. 2024.

ALLAIN, C. C. *et al.* **Enzymatic determination of total serum cholesterol**. 1974. Disponível em: https://cir.nii.ac.jp/crid/1570572700276306432. Acesso em: 20 mar. 2024.

BASTOS, M. G.; KIRSZTAJN, G. M. **Chronic kidney disease**: importance of early diagnosis, immediate referral and structured interdisciplinary approach to improve outcomes in patients not yet on dialysis. 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/jbn/a/x4KhnSzYkqg8nKSCyvCqBYn/?lang=en. Acesso em: 12 abr. 2024.

BERGMEYER, H. U.; HORDER, M.; REJ, R. **Approved recommendation (1985) on IFCC methods for the measurement of catalytic concentration of enzymes**.

1986. Disponível em: https://portal.findresearcher.sdu.dk/en/publications/approved-recommendation-1985-on-ifcc-methods-for-the-measurement-. Acesso em: 02 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Painel de indicadores de saúde**. Pesquisa nacional de saúde. 2021. Disponível em: https://www.pns.icict.fiocruz.br/painel-de-indicadores-mobile-desktop/. Acesso em: 18 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013:** Percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas: Brasil, Grandes Regiões e Unidades de Federação. 2014. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=291110&view=detalhes. Acesso em: 22 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas e Agravos não Transmissíveis no Brasil 2021-2030.** 2021. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_enfrentamento_doencas_cronicas_agravos_2021_2030.pdf. Acesso em: 15 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política nacional de saúde integral das populações do campo e da floresta.** 2013. Disponível em: https://bvsms.saude.gov. br/bvs/folder/pni_populacoes_campo_floresta.pdf. Acesso em: 10 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigitel Brasil 2020:** vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2020**.** Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

BUCOLO, G.; DAVID, H. **Quantitative determination of serum triglycerides by the use of enzyme**s. 1973. Disponível em: https://academic.oup.com/clinchem/article-abstract/19/5/476/5676569. Acesso em: 15 abr. 2024.

BURTIS, C. A.; ASHWOOD, E. R. **Tietz textbook of clinical chemistry**. 1999. Disponível em: https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/cclm.2000.37.11-12.1136/pdf?licenseType=restricted. Acesso em: 27 mar. 2024.

CASTRO, M. C. *et al.* **Brazil's unified health system**: the first 30 years and prospects for the future. 2019. Disponível em: https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(19)31243-7/abstract. Acesso em: 10 maio 2024.

CHERCHIGLIA, M. L. *et al.* **Epidemiological profile of patients on renal replacement therapy in Brazil, 2000-2004**. 2010. Disponível em: https://www.scielosp.org/pdf/rsp/2010.v44n4/639-649/en. Acesso em: 15 abr. 2024.

CONSENSO. **Consenso Brasileiro para a Normatização da Determinação Laboratorial do Perfil Lipídico.** 2016. Disponível em: www.google.com/h?source=hp&ei=2LudW7HRL8aGwgS0vbDoBQ&q=consenso+leiro+normatização+perfil+lipidico&oq=consenso+brasileiro+norma&gs_=psyb.1.0.0j0i22i30k1l3.1978.409.0.6304.25.11.0.10.10.0.229.1066.0j6j1.7.0....0...1c.1.64.ps. Acesso em: 16 abr. 2024

FAILACE, R. **Hemograma:** manual de interpretação: Artmed Editora, 2015.

FALUDI, A. A. *et al.* **Atualização da diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose–2017**. 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/abc/a/whBsCyzTDzGYJcsBY7YVkWn/?format=html. Acesso em: 05 abr. 2024.

FRIEDMAN, R. B.; YOUNG, D. S. **Effects of disease on clinical laboratory tests**. 1989. Disponível em: https://www.google.com/books?hl=pt-BR&lr=&id=Izw-LsnMwaEC&oi=fnd&pg=IA7&dq=FRIEDMAN,+R.+B.%3B+YOUNG,+D.+S.+Effects+of+disease+on+clinical+laboratory+tests:+Columbia+University+Press,+v.+24,+1989.&ots=f5DtQtZTLB&sig=ukD6QfhUntPP6_n7iL4Hy7Y62Wg. Acesso em: 11 maio 2024.

GELLA, F. Javier *et al.* **A simple procedure for the routine determination of aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase with pyridoxal phosphate**. 1985. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0009898185903584. Acesso em: 18 abr. 2024.

GLASSOCK, R. J.; WARNOCK, D. G.; DELANAYE, P. The global burden of chronic kidney disease: estimates, variability and pitfalls. **Nature Reviews Nephrology**, v. 13, n. 2, p. 104-114, 2017. Disponível em: https://www.nature.com/articles/nrneph.2016.163. Acesso em: 06 abr. 2024.

GOWDA, S. *et al.* **Markers of renal function tests.** 2010. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3354405/. Acesso em: 15 abr. 2024.

GROUP, N. D. D. Classification and diagnosis of diabetes mellitus and other categories of glucose intolerance. **Diabetes**, v. 28, n. 12, p. 1039-1057, 1979.

HILL, N. R. *et al.* **Global prevalence of chronic kidney disease–a systematic review and meta-analysis**. 2016. Disponível em: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0158765. Acesso em: 12 abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Pesquisa nacional de saúde 2019**: Percepção do estado de saúde, estilos de vida, doenças crônicas e saúde bucal: Brasil e grandes regiões. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. 113p.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF diabetes atlas**. Bruxelas: IDF, 2019. Disponível em: https://diabetesatlas.org/atlas/ninth-edition/. Acesso em: 05 abr. 2024.

JERONYMO, S.; FUJIMURA, A. H.Y. Dosagem de alumínio no soro de indivíduos sadios e em pacientes com insuficiência renal crônica mantidos ou não em tratamento dialítico. 1998. Disponível em: https://bjnephrology.org/wp-content/uploads/2019/12/jbn_v20n2a05.pdf. Acesso em: 27 abr. 2024.

KDIGO. **Clinical Practice Guideline Update for the Diagnosis, Evaluation, Prevention, and Treatment of Chronic Kidney Disease**–Mineral and Bone Disorder (CKD-MBD). 2017. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30675420/. Acesso em: 11 abr. 2024.

KIRSZTAJN, G. M. *et al.* **Estimativa da taxa de filtração glomerular na prática clínica**: posicionamento consensual da Sociedade Brasileira de Nefrologia (SBN) e Sociedade Brasileira de Patologia Clínica e Medicina Laboratorial (SBPC/ML). 2024. Disponível em:

https://www.scielo.br/j/jbn/a/s8GPHkHPbCKLTk8GBqWdzTK/?lang=pt. Acesso em: 20 abr. 2024.

LENTINI, P. *et al.* **Kidney and heavy metals** – the role of environmental exposure (review). 2017. Disponível em: https://www.spandidos-publications.com/mmr/15/5/3413. Acesso em: 11 abr. 2024.

MELO, I. G. de; GONÇALVES, T. A.; BARBA, C. H. de. **Estudo do perfil lipídico em moradores de uma comunidade ribeirinha da Amazônia**. 2022. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/sustinere/article/view/61547. Acesso em: 22 abr. 2024.

MOTA, B. G. *et al.* **Prevalência de diabetes mellitus autorreferido e fatores associados em população rural e tradicional de Goiás**: estudo transversal. 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbepid/a/hFdKG66DBWJ8qtQzYCHqRKn/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 05 abr. 2024.

NATHAN, D. M. *et al.* Translating the A1C assay into estimated average glucose values. 2008. Disponível em: https://cir.nii.ac.jp/crid/1570572700757115392. Acesso em: 13 abr. 2024.

NOGUEIRA DE SÁ, A. C. M. G. *et al.* **Prevalência e fatores associados ao diagnóstico autorreferido de colesterol alto na população adulta brasileira**: Pesquisa Nacional de Saúde 2019. 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ress/a/bgvJZjHpfXxkj9SPKpZd6wq/?lang=pt. Acesso em: 18 mar. 2024.

OLIVEIRA, G. M. M. de *et al.* Estatística Cardiovascular - Brasil 2020. 2020. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33027364/. Acesso em: 18 abr. 2024.

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE. **OMS revela principais causas de morte e Incapacidade em todo o mundo entre 2000 e 2019**. 2020. Disponível em: https://www.paho.org/pt/noticias/9-12-2020-oms-revela-principais-causas-morte-e-incapacidade-em-todo-mundo-entre-2000-e#:~:text=Genebra%2C%209%20de%20dezembro%20de,Mundial%20da%20Sa%C3%BAde%20(OMS). Acesso em: 24 mar. 2024.

PEDROSA, O. P. *et al.* **Nutritional transition of riverine people from Puruzinho Lake in the Amazon region**. A qualitative study. 2018. Disponível em: https://ijaers.com/uploads/issue_files/17-IJAERS-SEP-2018-11-NutritionalTransition.pdf. Acesso em: 16 abr. 2024.

RIBEIRO, A. L. P. *et al.* **Cardiovascular health in Brazil:** trends and perspectives. 2016. Disponível em: https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.008727. Acesso em: 21 abr. 2024.

ROMANO, P. *et al.* **Estudo de um Método Analítico Baseado na Espectrofotometria de Absorção Atômica para Dosagem de Cobre Sérico**. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Paschoalina-Romano/publication/266142506_Estudo_de_um_Metodo_Analitico_Baseado_na_Espectrofotometria_de_Absorcao_Atomica_para_Dosagem_de_Cobre_Serico/links/542720df0cf26120b7b34894/Estudo-de-um-Metodo-Analitico-Baseado-na-Espectrofotometria-de-Absorcao-Atomica-para-Dosagem-de-Cobre-Serico.pdf. Acesso em: 14 abr. 2024.

SARAN, R. *et al.* **US renal data system 2017 annual data report**: epidemiology of kidney disease in the United States. 2018. Disponível em: https://www.ajkd.org/article/S0272-6386(18)30042-8/abstract. Acesso em: 10 abr. 2024.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ANÁLISES CLÍNICAS (SBAC). Análises Clínicas SB, Diabetes SB, Cardiologia SB, Endocrinologia e Metabologia SB, Patologia Clínica/Medicina Laboratorial SB. **Consenso brasileiro para a normatização da determinação do perfil lipídico,** 2016.

SIMÕES, T. C. *et al.* **Prevalências de doenças crônicas e acesso aos serviços de saúde no Brasil**: evidências de três inquéritos domiciliares. 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csc/a/pYFSm9d883CVfKVBbg99xRf/. Acesso em: 12 abr. 2024.

SIQUEIRA, Luciano de Oliveira *et al.* **Análise de parâmetros bioquímicos séricos e urinários em atletas de meia maratona**. 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/abem/a/Z66yTMqkFXRBn65drQ5GD5q/. Acesso em: 20 abr. 2024.

SOUSA, A. P. M. *et al.* **Prevalência e fatores associados ao excesso de peso em adultos nas capitais e no Distrito Federal, Brasil, 2019**. 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ress/a/mk4wBbvtTDmTbM5mkcrxxKM/. Acesso em: 22 mar. 2024.

TIETZ, N. W. **Clinical guide to laboratory tests.** 1995. Disponível em: https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1069218. Acesso em: 17 abr. 2024.

TRINDER, P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. 1969. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/000456326900600108. Acesso em: 18 abr. 2024.

VAZ, D. W. N. *et al.* **Análise epidemiológica da insuficiência renal crônica no Estado do Amazonas**. 2020. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8210. Acesso em: 14 abr. 2024.

WILLS, M. R; SAVORY, J. **Aluminium poisoning**: dialysis encephalopathy, osteomalacia, and anaemia. 1983. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673683900144. Acesso em: 18 mar. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Health Risks:** mortality and burden of disease attributable to selected major risks. 2009. Disponível em: https://iris.who.int/handle/10665/44203. Acesso em: 18 mar. 2024.

XAVIER, A. R. *et al.* **COVID-19**: clinical and laboratory manifestations in novel coronavirus infection. 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/jbpml/a/PrqSm9T8CVkPdk4m5Gg4wKb/?lang=en. Acesso em: 14 abr. 2024.

YOUNG, D. S. **Effects of drugs on clinical laboratory tests**. 1997. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/000456329703400601. Acesso em: 18 abr. 2024.

CAPÍTULO 12

NAVEGANDO RUMO À SAÚDE: EDUCAÇÃO EM SAÚDE E BEM-ESTAR PARA OS RIBEIRINHOS DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Eliane Aparecida Holanda Cavalcanti[63], Marcia Cristina da Silva[64], Giovanna Maria Rodrigues Wanderley[65], Nathali da Silva Araújo[66], Rikelly Rhuana Nunes Silva[67]

Resumo: A educação em saúde desempenha um papel crucial na promoção do bem-estar e na prevenção de doenças, capacitando as pessoas a assumirem responsabilidade por sua saúde e participarem ativamente das decisões relacionadas a ela. Durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco, iniciativas de educação em saúde foram implementadas em comunidades ribeirinhas, com o objetivo de promover a melhoria da qualidade de vida, o autocuidado e a prevenção de doenças, especialmente infecções sexualmente transmissíveis e parasitoses intestinais. Por meio de métodos de ensino diversificados, incluindo exposições de materiais didáticos e distribuição de recursos informativos, a ação desenvolvida buscou sensibilizar e capacitar os membros da comunidade para assumirem um papel ativo na gestão de sua saúde. Os materiais educativos, como *banners* sobre parasitoses intestinais e *folders* sobre Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST's), desempenharam um papel fundamental na disseminação do conhecimento e na promoção de hábitos saudáveis. A abordagem prática e interativa durante as exposições de fósseis, peças anatômicas e caixas entomológicas realizadas no barco da saúde durante a visitação dos estudantes, criou um ambiente propício para a aprendizagem, despertando interesse e estimulando a participação ativa da população ribeirinha. Esta iniciativa representou um avanço significativo na promoção da saúde nessas comunidades, enfrentando desafios sociais e de saúde, e capacitando os moradores para cuidarem de sua própria saúde e bem-estar.

Palavras-chave: Parasitoses intestinais; IST's; Material didático; Educação em saúde.

Introdução

O Ministério da Saúde (MS) define o termo Educação em Saúde como "um processo educativo de construção de conhecimentos em saúde, que visa à apropriação temática pela população" [...] E ainda como "um conjunto de práticas que contribui para aumentar a autonomia das pessoas no seu cuidado e no debate com os profissionais e os gestores, a fim de alcançar uma atenção de saúde de acordo com suas necessidades" (Brasil, 2006).

De acordo com Schall e Struchiner (1999), "a educação em saúde é como um campo multifacetado, formado por distintas concepções oriundas tanto da área da saúde quanto da educação". A aprendizagem é voltada para ações direcionadas aos indivíduos com a intenção de realizar a capacitação das pessoas a obterem a sua autonomia, para cuidar de si e da coletividade, além de poder opinar nas decisões de saúde e ter controle sobre comportamentos de saúde (Oliveira; Gonçalves, 2004).

---

63 Bióloga, docente, coordenadora da Unidade de Testagens da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) e coordenadora das ações de saúde na Expedição Científica do São Francisco;

64 Bióloga, docente da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) - Campus Arapiraca;

65 Acadêmica de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) - Campus Arapiraca;

66 Acadêmica de Enfermagem da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) - Campus de Arapiraca;

67 Acadêmica de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) - Campus de Arapiraca.

Nesse cenário, é possível destacar a relevância da educação em saúde como um recurso pedagógico que exige o progresso de um pensamento crítico-reflexivo entre os membros da comunidade. Daí em diante, a realidade pode ser esclarecida de forma compartilhada, e a autossuficiência e a liberdade dos sujeitos podem ser propiciadas em sua trajetória de vida, além de serem preparados para tomar decisões que possibilitem bem-estar físico, social e psicológico (Videto; Dake, 2019).

A educação em saúde busca além da prevenção a doenças, a promoção da qualidade de vida e do autocuidado em uma determinada população, devendo ser empregada continuamente através de estratégias diversificadas de ensino e aprendizagem, independentemente do local (Baldoino *et al.,* 2018; Pereira *et al.,* 2015).

Neste sentido, a Política Nacional de Atenção Básica (Pnab) (Brasil, 2012) visa implementar e operacionalizar os cuidados em saúde que devem ser oferecidos às comunidades ribeirinhas. No entanto, vulnerabilidades ainda ocorrem, como doenças e agravos (Nogueira *et al.,* 2022), dentre elas, infecções sexualmente transmissíveis (ISTs) e helmintíases, sendo fundamental que haja assistência em diversos níveis, como a educação em saúde (Costa *et al.,* 2020).

Vulneráveis a tais condições, os ribeirinhos enfrentam um risco aumentado de contrair infecções específicas devido às suas condições vulneráveis, o que ressalta a importância da implementação de programas de educação em saúde. Nesse contexto, a educação em saúde emerge como uma ferramenta crucial na prevenção de infecções sexualmente transmissíveis (ISTs) e infecções parasitárias, fornecendo informações e orientações relevantes para essas comunidades.

Diante desses desafios, a realização de ações de educação em saúde durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco foi fundamental, visando atender às necessidades específicas dos ribeirinhos e promover práticas de saúde mais seguras e conscientes.

Metodologicamente, foi realizada uma pesquisa-ação durante o período de 21 a 30 de novembro de 2023 em cidades ribeirinhas situadas no Baixo São Francisco, entre os estados de Alagoas (AL) e Sergipe (SE), a citar, Piranhas-AL, Pão de Açúcar-AL, Traipu-AL, Propriá-SE, São Brás-AL, Igreja Nova-AL, Penedo-AL e Piaçabuçu-AL. O conjunto das cidades visitadas e estudadas abrange uma área de aproximadamente 3.486.635 km², com uma população total em torno de 226.738 habitantes (IBGE, 2020).

Essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da Universidade Federal de Alagoas (CEP/Ufal), sob parecer de nº 6.524.679 (CAAE: 75027223.0.000.5013). Para validação/pertinência das estratégias utilizadas, foi aplicado o questionário de Lopes *et al.* (2020), como ilustrado no quadro 1**.**

Quadro 1 - método de validação de estratégia de educação em saúde

PERGUNTA	RESPOSTA
Atende nosso público-alvo? Ele se sentiria bem participando de tal atividade? Como ele reagiria ao trabalho? Facilitaria realmente minha proposta de ação? Atende ao número de pessoas que vão participar do grupo?	SIM
É pertinente no espaço em que tenho disponível? Tenho disponível os recursos necessários? É possível fazer uma adaptação dos recursos?	SIM
O tempo que tenho disponível é suficiente para desenvolver a atividade? Neste tempo é possível aprofundar as questões que desejo e garantir que não se retire a possibilidade de fala dos usuários?	SIM
Tenho facilidade de aplicar esta dinâmica? Tenho a habilidade ou os conhecimentos necessários para desenvolvê-la?	SIM

Fonte: Lopes *et al.* (2020).

Como parte das iniciativas educativas e atrativas promovidas pelo Barco da Saúde, as exposições de materiais didáticos foram organizadas, abrangendo uma variedade de recursos como peças anatômicas, caixas entomológicas, serpentário e fósseis. O objetivo principal era estimular o aprendizado ativo e desempenhar um papel crucial na ampliação do conhecimento e na educação do público em geral. Essas exposições proporcionaram uma experiência imersiva, permitindo que estudantes e visitantes interagissem diretamente com objetos reais, o que facilita uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos abordados (Medeiros, 2018).

Ao oferecer a oportunidade de visualizar e manipular esses materiais didáticos, as exposições no Barco da Saúde não apenas envolveram os participantes em um ambiente educativo estimulante, mas também promoveram uma compreensão mais holística e prática dos temas de saúde abordados. A interação com peças anatômicas, caixas entomológicas, serpentário e fósseis permitiu que os estudantes e o público em geral explorassem de forma tangível conceitos complexos, facilitando assim o processo de aprendizado e promovendo uma apreciação mais profunda da importância da saúde e do bem-estar.

Os novos paradigmas de educação consideram a ampliação de oportunidades de atuação do profissional da área, assim como a sua contribuição no processo de inclusão social; daí a necessidade de estudar as inovações tecnológicas ou tradicionais em sala. As tecnologias e os recursos didáticos trazem consigo um potencial gigante a ser explorado, pois elas são uma terceira via na criação de novas alternativas na aquisição do conhecimento pelo aluno (Bordinhão; Silva, 2015).

Na obra de Justino (2011 apud Bordinhão; Silva, 2015), *Pesquisa e Recursos Didáticos na formação e prática docente*, é destacado que ao usar os recursos didáticos disponíveis o professor cria uma ponte entre a teoria (palavra) com a prática (realidade) na execução de suas aulas. Após a apresentação dos recursos visuais, a sessão culminou em uma roda de conversa, na qual se destacou a importância das práticas básicas de higiene no cotidiano como uma medida preventiva fundamental contra infecções por parasitoses intestinais. Esta discussão visava sensibilizar os participantes sobre a relevância de cuidados simples, mas essenciais, para a manutenção da saúde.

Além disso, para facilitar a assimilação dessas diretrizes pelos alunos visitantes, foi desenvolvido um quadro de ações que abordava situações comuns do dia a dia (quadro 2), permitindo uma conexão mais tangível entre as recomendações discutidas e suas próprias experiências pessoais, promovendo assim uma compreensão mais profunda e duradoura sobre a importância da higiene preventiva.

Quadro 2 - Sugestões de práticas de prevenção a infecção por parasitoses intestinais

AÇÕES DE PREVENÇÃO A INFECÇÃO POR PARASITOSES INTESTINAIS
1- Filtrar ou ferver a água para consumo (beber);
2- Lavar as mãos antes de manusear e consumir alimentos (frutas, legumes e verduras);
3 - Lavar as mãos depois de usar o banheiro;
4- Cortar as unhas para evitar o acúmulo de sujeira;
5- Andar sempre com os pés calçados;
6- Higienizar e cozinhar adequadamente os alimentos;
7- Manter a casa e terreno ao redor limpos;
8 - Evitar colocar as mãos na boca e olhos, principalmente quando as mãos estiverem sujas;
9 - Lavar com água potável os alimentos que serão consumidos crus e se possível deixá-los de molho por 30 minutos em água com hipoclorito de sódio a 2,5%;
10 - Fazer as necessidades no banheiro;
11 - Evitar tomar banho ou entrar em contato com fontes de água onde o esgoto é despejado.

Fonte: Autoras (2023).

Isso porque, para atender de forma abrangente aos objetivos da pesquisa-ação, houve a necessidade de formular uma estratégia mista capaz de combinar métodos de conscientização acerca das informações, bem como das ações realizadas durante o dia a dia.

Durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco, no âmbito do Barco da Saúde, foram desenvolvidas diversas ações para as comunidades ribeirinhas de oito municípios, que envolveram aproximadamente 600 alunos para visitação (Quadro 3) e alcançaram aproximadamente 100 mulheres nas unidades de saúde.

Quadro 3 - Estimativa visitantes que o barco da saúde recebeu durante a ação de educação em saúde

Município	Nº de visitantes (≈)
Piranhas-AL	53
Pão de Açúcar-AL	72
Traipu-AL	64
São Brás-AL	70
Propriá-SE	80
Igreja Nova-AL	91
Penedo-AL	80
Piaçabuçu-AL	90
Total	600

Fonte: Autoras (2023)

Considerando as particularidades e desafios enfrentados por essas comunidades e para tornar o aprendizado mais envolvente, foram desenvolvidas ações didáticas que se revelaram eficazes para chamar a atenção do público de forma lúdica e estimulante (figura 1). A abordagem

prática e interativa adotada não apenas facilitou o aprendizado, mas também gerou um ambiente dinâmico e envolvente, propício para a absorção efetiva do conhecimento. Ao estimular a participação ativa do público e promover uma interação direta com o conteúdo apresentado, foi possível despertar o interesse dos visitantes e incitar a curiosidade natural, tornando o processo educativo mais estimulante e memorável.

Figura 1 - Ações didáticas atrativas para os visitantes

Fonte: Autoras (2023).

Destacou-se também a importância de promover a qualidade de vida e o autocuidado, além de sensibilizar crianças e adolescentes ribeirinhos quanto à prevenção de parasitoses intestinais, e nos adultos sobre a identificação e a prevenção de infecções sexualmente transmissíveis. Para alcançar esses objetivos, foram elaborados e distribuídos materiais didáticos-educativos, além do desenvolvimento de estratégias educativas em saúde multidisciplinares.

Dentre os diversos recursos expostos no barco da saúde (figura 2), as peças anatômicas, caixas entomológicas, serpentários e fósseis se destacaram como elementos essenciais. As peças anatômicas, organizadas em um formato de *tour* guiado, não apenas permitiram uma exploração minuciosa e detalhada do corpo humano, mas também proporcionaram aos visitantes uma oportunidade única de compreender a complexidade e a sofisticação de sua estrutura e funcionamento. Ao mergulharem nessa experiência educativa imersiva, os visitantes foram capacitados a explorar a anatomia superficial, mas também as intrincadas relações entre os diferentes sistemas do corpo, enriquecendo assim sua compreensão sobre a fisiologia humana e os processos que sustentam a vida.

Figura 2 - Exposição no barco da saúde

Fonte: Autoras (2023).

Por outro lado, as caixas entomológicas (figura 3) e os serpentários (figura 4) enriqueceram a experiência dos participantes ao proporcionar uma abordagem prática e envolvente para aprender sobre insetos, aracnídeos e algumas serpentes de relevância para a saúde pública. Esses recursos não apenas permitiram aos visitantes observarem de perto esses organismos, mas também destacaram suas interações com a saúde humana, promovendo uma consciência mais ampla sobre os desafios e oportunidades na promoção da saúde.

Figura 3 - Exposição das caixas entomológicas

Fonte: Autoras (2023).

Figura 4 - Serpentários

Fonte: Autoras (2023).

Ao observarem peças anatômicas, os estudantes podem desenvolver uma compreensão tridimensional da estrutura do corpo humano, enquanto a exposição de fósseis (figura 5) possibilita a compreensão da evolução e da história da vida na Terra (Machado *et al.,* 2019). Além disso, as caixas entomológicas fornecem uma visão detalhada da diversidade e da importância dos insetos no ecossistema. Dessa forma, essas exposições promovem o interesse e a curiosidade pelo mundo natural, mas também estimulam o aprendizado ativo e a conexão com os temas estudados.

Figura 5 - Exposição dos fósseis

Fonte: Autoras (2023).

Para enriquecer ainda mais a ação, foram desenvolvidos e produzidos *folders* informativos (figura 6) e *banners* (figura 7). Esses materiais foram elaborados com o objetivo de fornecer uma extensão detalhada e complementar às informações apresentadas, destacando aspectos essenciais e oferecendo orientações relevantes ao público-alvo. Ao servirem como recursos visuais, esses elementos enriqueceram a experiência dos participantes e revelaram ferramentas eficazes na disseminação do conhecimento e na sensibilização para a causa em questão. A disponibilidade desses recursos visuais não só contribuiu para ampliar o alcance da iniciativa, mas também desempenhou um papel fundamental na maximização de seu impacto e eficácia. Ao oferecer informações adicionais de forma clara e acessível, os *banners* e *folders* se tornaram veículos poderosos na transmissão de mensagens-chave e na promoção de uma melhor compreensão do tema abordado. Dessa forma, esses materiais não apenas complementaram a ação em si, mas também desempenharam um papel crucial na construção de uma consciência coletiva e no engajamento da comunidade em torno das questões abordadas.

Figura 6 - *Folders* informativos sobre ISTs, distribuídos nas unidades de saúde dos municípios visitados durante a 6ª edição da Expedição Científica do São Francisco

Fonte: Autoras (2023).

A entrega de materiais educativos, como *folders*, desempenha um papel importante na educação em saúde, especialmente ao lidar com questões sensíveis como as Infecções Sexualmente Transmissíveis (ISTs). Esses recursos acessíveis e de fácil distribuição representam uma estratégia eficaz na transmissão de conhecimento, na promoção de comportamentos saudáveis e no combate aos estigmas associados às ISTs, conforme destacado por Costa (2016). Ao fornecer informações claras e objetivas sobre prevenção, sintomas e tratamento das ISTs, os *folders*

capacitam indivíduos a tomar decisões informadas sobre sua saúde sexual e a buscar assistência quando necessário.

A disponibilidade de materiais educativos como os *folders* é fundamental para ampliar o alcance das campanhas de conscientização sobre ISTs e para atingir diferentes segmentos da população. Sua natureza acessível e de fácil compreensão tornam-nos recursos valiosos para educadores, profissionais de saúde e indivíduos em geral, permitindo a disseminação eficaz de informações essenciais para a prevenção e o controle das ISTs. Além disso, ao desafiar os estigmas e tabus em torno dessas doenças, os *folders* contribuem para a construção de uma cultura de saúde mais inclusiva e empoderada, em que a educação e a prevenção são prioridades.

Durante a exposição no barco da saúde, o *banner* (figura 7) representou uma ferramenta valiosa ao fornecer informações essenciais sobre parasitoses intestinais. Nele, foram minuciosamente abordados os diversos modos de transmissão dessas doenças, juntamente com orientações fundamentais para a prevenção e o controle. Além disso, o *banner* ressaltou a importância crucial de buscar ajuda médica ao identificar qualquer sintoma relacionado a parasitoses intestinais (figura 8), sublinhando a necessidade de intervenção precoce para garantir o bem-estar e a saúde geral da população.

Figura 7 - *Banner* informativo sobre parasitoses intestinais em exposição no Barco da Saúde durante a 6ª edição da Expedição Científica do São Francisco

Fonte: Autoras (2023).

Figura 8 - Explicação do *banner* informativo sobre parasitoses intestinais em exposição no Barco da Saúde durante a 6ª edição da Expedição Científica do São Francisco

Fonte: Autoras (2023).

Os *folders* informativos (figura 9), estrategicamente distribuídos nas unidades de saúde, desempenharam um papel crucial ao abordar informações detalhadas sobre Infecções Sexualmente Transmissíveis (ISTs). Por meio de ilustrações claras e uma linguagem acessível, esses materiais educativos foram projetados para fornecer orientações abrangentes sobre prevenção, identificação de sintomas e a importância do diagnóstico precoce das ISTs.

Ao oferecer recursos tangíveis e práticos para a comunidade, os *folders* não apenas aumentaram a conscientização sobre os riscos associados às ISTs, mas também capacitaram os indivíduos a tomarem medidas proativas para proteger sua saúde sexual e buscar assistência médica quando necessário. Dessa forma, esses recursos contribuíram significativamente para aumentar a conscientização e promover práticas saudáveis de saúde sexual, visando assim reduzir a incidência dessas doenças na comunidade.

Figura 9 - *Folder* sobre IST's distribuído durante a VI Expedição Científica do São Francisco

Fonte: Autoras (2023).

As exposições de educação em saúde no Barco da Saúde foram projetadas com uma linguagem acessível e envolvente (figura 10), não apenas no aspecto gramatical, mas também através de analogias que conectam conceitos de saúde com experiências contemporâneas, como vídeos virais e tendências do *Instagram* e *TikTok*.

Figura 10 - Interação dos alunos com as exposições

Fonte: Autoras (2023).

Estimulando o público-alvo enquanto exploravam as peças anatômicas ou ouviam sobre parasitoses, pensavam em vídeos virais e procedimentos cirúrgicos em que as pessoas estão fascinadas em ver organismos vivos sendo removidos, e percebiam como a compreensão do corpo humano é fundamental para entender esses procedimentos. Da mesma forma, ao interagir com as peças molhadas (cobras, por exemplo), podiam lembrar de histórias culturais (como a da cobra mamadeira) e de vídeos virais de especialistas ou entusiastas falando sobre as espécies e suas curiosas interações com os seres humanos e sua saúde.

Essas analogias ajudam a conectar os conceitos de saúde abordados nas exposições com situações do cotidiano com as quais as pessoas já estão familiarizadas, tornando o aprendizado mais relevante e fácil de assimilar. A 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco marcou um avanço importante na promoção da educação em saúde nessas comunidades. Diante das profundas disparidades sociais e da carência de políticas públicas na saúde enfrentadas por essas populações, essa iniciativa representou um esforço notável em enfrentar esses desafios de frente. Por meio de ações educativas e estratégias inovadoras, durante a visitação dos estudantes ao Barco da Saúde (figura 11), foi possível sensibilizar, mas também capacitar os residentes ribeirinhos para assumirem um papel ativo na promoção e no cuidado de sua própria saúde e bem-estar.

Figura 11 - Visitação dos estudantes ribeirinhos ao Barco da Saúde

Fonte: Autoras (2023).

Essa forma completa e proativa de abordagem na 6ª Expedição mostrou um verdadeiro empenho em lidar com as desigualdades sociais e de saúde na região do Baixo São Francisco. Ao ensinar às comunidades locais o que elas precisavam saber para cuidar de si mesmas, essa iniciativa não só ajudou imediatamente na saúde de cada pessoa, mas também fortaleceu os laços sociais e a capacidade de enfrentamento das comunidades diante dos desafios.

Considerações finais

A 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco representou um marco significativo na promoção da saúde e na disseminação do conhecimento em comunidades ribeirinhas. Os resultados obtidos evidenciaram de maneira contundente a eficácia das estratégias educativas adotadas, que incluíram a exposição de materiais didáticos e a distribuição de recursos informativos, mas também estimularam a participação ativa dos moradores locais, sensibilizando-os a assumir um papel proativo em sua própria saúde e bem-estar.

A abordagem prática e interativa adotada durante a expedição proporcionou um ambiente propício para o aprendizado, gerando um interesse genuíno e um envolvimento ativo por parte dos habitantes ribeirinhos. Além disso, a ênfase na promoção da qualidade de vida e na prevenção de doenças, como infecções sexualmente transmissíveis e parasitoses intestinais, reflete um compromisso sólido em enfrentar os desafios impostos pela acessibilidade a serviços de saúde nessas comunidades.

Ao abordar questões sensíveis como infecções sexualmente transmissíveis e parasitoses intestinais, o Barco da Saúde não apenas forneceu informações vitais, mas também incentivou uma mudança de mentalidade e comportamento em relação à saúde. É fundamental reconhecer que o impacto dessa iniciativa vai além dos resultados imediatos.

Ao capacitar as comunidades a assumirem um papel ativo em sua própria saúde e bem-estar, o Barco da Saúde está contribuindo para o fortalecimento social e o desenvolvimento sustentável dessas regiões. Cada interação, cada conversa e cada recurso educativo compartilhado durante a expedição representa um passo em direção a uma comunidade mais saudável, resiliente e capacitada. Em suma, o Barco da Saúde na VI Expedição Científica do São Francisco representou um esforço dedicado à promoção da educação em saúde e serviu como um modelo inspirador de como ações educativas podem impactar positivamente as comunidades mais vulneráveis, capacitando-as a cuidar de sua própria saúde e bem-estar de maneira sustentável.

Referências

BALDOINO L.S. *et al.* Educação em Saúde para Adolescentes no Contexto Escolar: um relato de experiência. **Rev. Enferm**., v. 2, n. 4, p. 1161-7, 2018.

BORDINHÃO, J. P.; SILVA, E. do N. **O uso dos materiais didáticos como instrumentos estratégicos ao ensino-aprendizagem**. 2015. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/o_uso_dos_materiais_didaticos_como_instrumentos_estrategicos_ao_ensino-aprendizagem.pdf. Acesso em: 13 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Passo a passo das ações do Departamento de Atenção Básica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Título do texto lido**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

COSTA, C. C. **Elaboração, validação e efeitos de intervenção educativa voltada ao controle da sífilis congênita**. 2016. 271 f. Tese (Doutorado em Enfermagem) - Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

COSTA, N. Y. *et al.* **Educação em saúde multidisciplinar com ribeirinhos em Belém do Pará**. 2020. Disponível em: https://www.revistaremecs.com.br/index.php/remecs/article/view/451. Acesso em: 24 jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ES ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010. 2020**. Disponível em: www.ibge.gov.br/cidades. Acesso em: 15 abr. 2024.

LOPES, M. C. R. *et al.* **Buscando estratégias para o trabalho educativo**: a utilização de dinâmicas de grupo. 2020. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/46217/Buscando%20estrat%C3%A9gias%20para%20o%20trabalho%20educativo.pdf?sequence=2. Acesso em: 07 abr. 2024.

MACHADO, A. C. F. *et al.* A importância do estudo dos fósseis para compreensão da história e preservação da vida na terra. **Revista Insignare Scientia.** Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/336913410_A_importancia_do_estudo_dos_fosseis_para_compreensao_da_historia_e_preservacao_da_vida_na_terra. Acesso em: 04 abr. 2024.

MEDEIROS, O. K. C. **Reflexões sobre a revitalização de um laboratório de ciências: materiais didáticos e roteiros práticos**. 2018. 220 f.: il. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

NOGUEIRA W.P. *et al.* Syphilis in riverine communities: prevalence and associated factors. **Rev Esc Enferm USP**. v. 56, e20210258, 2022.

OLIVEIRA, H.M; GONÇALVES, M.J.F. Educação em saúde: uma experiência transformadora. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 57, n. 6, p. 761-763, 2004.

PEREIRA F.G. F. *et al.* Health Education Practices In The Training Of Nursing Undergraduates. **Cogitare Enferm.**, v. 20, n. 2, p. 332-7, 2015

SCHALL, V. T.; STRUCHINER, M. Educação em saúde: novas perspectivas. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 15, p. S4-S6, 1999.

VIDETO, DM; DAKE, JA. Promoting health literacy through defining and measuring quality school health education. **Health Promot Pract.**, v. 20, n. 6, p. 824-833, 2019.

CAPÍTULO 13

LAZER DE ADOLESCENTES EM POPULAÇÕES RIBEIRINHAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO, EM ALAGOAS

Antônio Passos Lima Filho [68], Maria do Socorro Meneses Dantas [69], Maria Elizabete de Andrade Silva [70], Cyro Rego Cabral Junior[71]

Resumo: O objetivo deste estudo foi analisar o acesso e os fatores que atuam como barreiras ao uso de equipamentos específicos relacionados aos diferentes interesses culturais do lazer em estudantes adolescentes de localidades ribeirinhas do Baixo São Francisco. Trata-se de um estudo de campo, qualitativo e de natureza descritiva, autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Alagoas, realizado nas cidades de Piranhas (apesar de confirmados, os alunos não apareceram no horário definido para coleta), Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Propriá (SE), Igreja Nova (povoado de Chinaré), Penedo e Piaçabuçu. A população constituiu-se de adolescentes, com idades entre 13 e 15 anos, estudantes do ensino fundamental, do 6º ao 9º ano, da rede pública municipal. O instrumento utilizado para a coleta de dados foi o Questionário de Análise do Acesso a Equipamentos Específicos de Lazer e Identificação das Barreiras para Adolescentes (2020). A amostra foi composta por 158 adolescentes, sendo 83 (52,9%) do sexo masculino e 74 (47,1%) do sexo feminino, de forma voluntária. Concluiu-se que o acesso aos equipamentos de lazer pelos adolescentes não se efetiva apenas pela existência deles nas localidades, pois as barreiras dificultam a sua concretização. Faltam políticas públicas de incentivo e melhores condições para que os estudantes usufruam desses bens e tenham uma vida saudável.

Palavras-chave: Expedição Científica; Equipamentos específicos; Estudantes.

Introdução

Este trabalho faz parte de um conjunto de ações desenvolvidas na área da saúde, denominada Expedição Científica do Baixo São Francisco – 6ª edição, coordenada pela Universidade Federal de Alagoas, em parceria com outras instituições, abrangendo mais de 35 áreas de conhecimento. A 6ª edição foi realizada no período de 21 a 30 de novembro de 2023, com abertura na cidade de Piranhas-AL e encerramento em Penedo-AL. Percorrendo um total de 240 km, passando também pelos municípios: Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Propriá (SE), Igreja Nova (povoado de Chinaré) e Piaçabuçu. A definição do objeto, bem como o locus desta investigação, baseou-se nas experiências do autor como participante de Caravanas Itinerantes de Ciência e Tecnologia, em várias edições, que integravam a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), nos anos de 2014 e 2015, onde se observou que, ao percorrer determinadas localidades como Piranhas, Pão de Açúcar, Porto Real do Colégio, Traipu, Ilha do Ferro, Ilha de São Pedro, dentre outras, foram constatadas deficiências da população em relação à ausência e/ou dificuldades de acesso a equipamentos destinados ao lazer, principalmente de jovens ado-

68 Docente do Instituto de Educação e Esporte (Iefe) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

69 Docente do Instituto de Educação e Esporte (Iefe) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

70 Docente do Instituto de Educação e Esporte (Iefe) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

71 Docente da Faculdade de Nutrição (Fanut) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

lescentes, provavelmente, pela inexistência ou deficiência de políticas públicas de lazer voltadas para essas populações que habitam às margens do Rio São Francisco.

Dumazedier (1973, p. 34) caracterizou o lazer como,

> [...] conjunto de ocupações às quais o indivíduo pode entregar-se de livre vontade, seja para repousar, seja para divertir-se, recrear-se e entreter-se ou ainda para desenvolver sua formação desinteressada, sua participação social voluntária, ou sua livre capacidade criadora, após livrar-se ou desembaraçar-se das obrigações profissionais, familiares e sociais (Dumazedier, 1973, p. 34).

Para Costa da Silva (2015), a cidade é caracterizada como espaço de relações sociais que envolvem troca, conflito, trabalho e lazer, possibilitando vivências lúdicas e práticas de atividades físicas. Dessa forma, os espaços de lazer são importantes por se caracterizarem como pontos de encontro e permitirem o convívio social. Enquanto política pública, as ações de lazer facilitam a interação de pessoas em diferentes situações por meio de incentivos para a realização de atividades lúdicas, criativas, inclusivas e divertidas para todas as faixas etárias. O lazer configura-se como um direito outorgado por leis e resoluções em âmbito nacional e internacional a todos, podendo ser vivenciado enquanto conteúdo por meio dos interesses culturais físico-esportivos, manuais, sociais, intelectuais e artísticos (Dumazedier, 1980) e turísticos (Camargo, 1986).

Para Silva Junior (2020), diversos fatores podem agir como barreiras (sexo, faixa etária, grau de instrução, inexistência de equipamentos, características e/ou localização dos espaços existentes, estado de conservação, horário de atendimento, tipo de animação oferecida, nível de violência, condição econômica), dificultando, limitando e/ou impedindo o acesso. Para que a população usufrua das diversas formas de utilização do lazer, faz-se necessário promover condições de acesso aos equipamentos específicos, que consistem em espaços criados para a vivência do lazer (Marcellino, 2002), como teatros, bibliotecas, cinemas, museus, clubes, praças, parques esportivos, estádios, ginásios, campos e quadras esportivas, dentre outros.

Para Almeida e Gutierrez (2008), os princípios que norteiam as políticas públicas de lazer devem pautar a ludicidade, a participação voluntária, a diminuição do estresse, a promoção e a transformação de estilos de vida, e o oferecimento de melhores condições para a população. Entendendo que na adolescência se formam valores e atitudes para a adoção de um estilo de vida saudável (Rolim, 2007; Alves *et al.*, 2005; Perkins *et al.* , 2004), torna-se importante conhecer os hábitos de adolescentes frente à prática de atividade física no lazer para influenciar de maneira decisiva o comportamento dos jovens na apropriação de um estilo de vida saudável (Santos *et al.*, 2005).

Nessa perspectiva, deve-se pensar em um indivíduo que viva o seu tempo disponível de forma mais positiva, tendo como meta o desenvolvimento total, no qual possa ampliar o conhecimento de si próprio, do lazer e das relações desse fazer com a vida e com o tecido social. Este estudo teve como objetivo principal analisar o acesso e os fatores que atuam como barreiras ao uso de equipamentos específicos relacionados aos diferentes interesses culturais do lazer em estudantes adolescentes de localidades ribeirinhas do Baixo São Francisco. Com base nessas ponderações, questiona-se: Como o lazer é oferecido e compreendido por adolescentes, bem como quais são as dificuldades de acesso em localidades ribeirinhas do Baixo São Francisco?

Este é um estudo de campo, qualitativo e de natureza descritiva, autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Alagoas, sendo parte de uma pesqui-

sa maior denominada Expedição Científica do Baixo São Francisco (6ª edição), coordenada pela mesma universidade. A pesquisa foi realizada nas localidades de Piranhas-AL (alunos não compareceram no horário definido para coleta), Pão de Açúcar-AL, Traipu-AL, São Brás-AL, Propriá-SE, Igreja Nova-AL (povoado de Chinaré), Penedo-AL e Piaçabuçu-AL.

A população deste estudo constituiu-se de adolescentes de 13 a 15 anos, estudantes do ensino fundamental da rede pública municipal. A amostra foi composta por 158 adolescentes, sendo 83 (52,9%) do sexo masculino e 74 (47,1%) do sexo feminino, de forma voluntária. Foi solicitada a assinatura de documentos autorizativos, Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), ao responsável e Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Tale), por se tratar de menores, sendo utilizado de forma individual.

O instrumento de coleta de dados consistiu em um questionário elaborado com questões fechadas, tipo *Likert*, com escala nominal em três níveis, denominado Questionário de Análise do Acesso a Equipamentos Específicos de Lazer e Identificação das Barreiras para Adolescentes, de autoria de Silva Junior (2020) - ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4098-9664. O referido instrumento possui validade de conteúdo qualitativa e quantitativa, sendo apropriado para avaliar o acesso e os fatores que atuam como barreiras ao uso de equipamentos específicos relacionados aos diferentes interesses culturais do lazer.

Em relação à coleta de dados com os alunos, esta foi realizada próxima ao Barco da Saúde, nas localidades mencionadas anteriormente, em tendas de lona preparadas pelas comunidades locais, de forma individual, após orientação quanto aos procedimentos para o preenchimento dos questionários, realizada minutos antes da coleta. Os dados foram tabulados e as informações registradas em planilha do Microsoft Excel, compondo um banco de dados para análises posteriores, possibilitando estabelecer relações dos objetivos da pesquisa com os respectivos referenciais teóricos.

A Tabela 1 identifica a caracterização da amostra investigada quanto aos aspectos: sexo, etnia, escolaridade e moradia. Observa-se que há uma predominância de adolescentes do sexo feminino, 83 (52,9%), enquanto o sexo masculino aparece com 74 (47,1%). Entre eles, a maioria considera-se parda/mulata (94 adolescentes - 59,9%). Os que se declararam brancos perfazem um percentual de 19,1% (30 adolescentes), negros 18,5% (29 adolescentes), amarelos 1,9% (3 adolescentes) e somente 0,6% (1 adolescente) indígena.

No que se refere à escolaridade, predominou a participação de estudantes do 9º ano do ensino fundamental, com 81 (51,6%), seguidos do 8º ano, com 61 (31,9%), enquanto do 7º ano, participaram 10 estudantes (6,4%) e mais 5 (3,2%) do 6º ano. Quanto à residência, 95 (60,5%) estão localizados na zona urbana, enquanto 62 (39,5%) na zona rural (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização da amostra quanto as variáveis, Número (n) de participantes e frequência percentual (%).

Variáveis	n	%
Sexo		
Feminino	83	52,9
Masculino	74	47,1
Etnia		
Branca	30	19,1
Negra	29	18,5
Parda/mulata	94	59,9
Amarela	3	1,9
Indígena	1	0,6
Escolaridade		
6° ano fundamental	5	3,2
7° ano fundamental	10	6,4
8° ano fundamental	61	38,9
9° ano fundamental	81	51,6
Moradia		
Urbano	95	60,5
Rural	62	39,5

Fonte: Autores (2024).

A Tabela 2 indica a presença de um construto no instrumento, o qual aponta o acesso aos equipamentos específicos de lazer: ateliê, teatro, biblioteca, cinema, museu, praça, parque, estádio, campo de futebol, quadra esportiva, ginásio poliesportivo e clube recreacional, mencionando as ocorrências com que essas visitas acontecem, em números absolutos e percentuais, em três níveis de ocorrências de visitas. Dentre os equipamentos apontados pelos estudantes, o que mais nos chama a atenção pela popularidade é a praça, onde 53,5% (84) desses estudantes se dizem frequentar muitas vezes, talvez por ser o mais comum e presente em todas as localidades (Tabela 2).

Outro equipamento bastante mencionado pelos estudantes é a quadra esportiva, apresentando um percentual de 48,4% (76); entretanto, 36,9% (58) apresentam pouca participação e 14,6% (23) não têm nenhuma presença. Quanto ao campo de futebol, 36,6% (57) têm uma razoável participação; no entanto, 40,8% (64) participam pouco, enquanto 22,9% (36) dos estudantes não o utilizam. Já o ginásio esportivo, apesar de ser um equipamento bastante popular nas localidades, os números nos chamam atenção; ou seja, apenas 26,1% (41) dos estudantes frequentam muitas vezes, enquanto que 24,8% (39) o frequentam poucas vezes. No entanto, a grande maioria dos entrevistados, 68,2% (107), não o frequenta (Tabela 2).

Tabela 2 – Prevalência de acesso aos equipamentos de lazer nas localidades pesquisadas.

Equipamentos	Frequência de visitas		
	Nenhuma n *(%)*	**Poucas** n *(%)*	**Muitas** n *(%)*
Ateliê	131 *(83,4)*	22 *(14,0)*	04 *(2,5)*
Teatro	108 *(68,8)*	45 *(28,7)*	4 *(2,5)*
Biblioteca	116 *(73,8)*	36 *(22,9)*	5 *(3,2)*
Cinema	122 *(77,7)*	28 *(17,8)*	7 *(4,5)*
Museu	114 *(73,0)*	36 *(23,1)*	6 *(3,8)*
Praça	25 *(15,9)*	48 *(30,6)*	84 *(53,5)*
Parque	66 *(42,0)*	47 *(29,9)*	44 *(28,0)*
Estádio	118 *(75,2)*	32 *(20,4)*	7 *(4,5)*
Campo de futebol	36 *(22,9)*	64 *(40,8)*	57 *(36,3)*
Quadra esportiva	23 *(14,6)*	58 *(36,9)*	76 *(48,4)*
Ginásio poliesportivo	77 *(49,0)*	39 *(24,8)*	41 *(26,1)*
Clube recreacional	107 (*68,2*)	38 *(24,2)*	12 *(7,6)*

Fonte: Autores (2024).

Quanto aos demais equipamentos, como parque (42%), clube recreativo (68,2%), ateliê (83,4%), teatro (68,8%), biblioteca (73,8%), cinema (77,7%) e museu (73,3%), apresentaram percentuais bastante elevados, demonstrando que os estudantes não têm nenhuma ou pouca participação nesses equipamentos de lazer, seja por não existirem em seus locais ou pela ausência de políticas públicas que os oportunizem a participação. Isso ficou mais evidenciado, principalmente, em localidades como Pão de Açúcar, Propriá e Penedo, onde as possibilidades de existência dos equipamentos mencionados são mais marcantes, chegando a comprometer os jovens adolescentes pela ausência de opções de lazer, importantes no seu processo de desenvolvimento (Tabela 2).

Segundo Almeida e Gutierrez (2005), apesar da melhoria em índices, como expectativa de vida, diminuição do número de analfabetos e distribuição de renda, o Brasil ainda apresenta um quadro socioeconômico que se reflete no lazer, pois somente os setores das classes mais abastadas usufruem de alternativas, que não são diferentes de metrópoles como Nova York, Tóquio, Paris, Londres, sendo bem diferentes das regiões pesquisadas. Para os autores, as possibilidades de acesso ao lazer por parte da população excluída e de baixa renda no Brasil ficam cada vez mais restritas por falta de espaço, já que as ruas apresentam violência, o que torna a televisão o maior promotor do lazer.

A atividade esportiva limita-se ao jogo de futebol de fim de semana, visitas aos parentes e festas populares. Os parques e áreas verdes são poucos e subutilizados (Almeida; Gutierrez, 2005), percebendo-se assim que os mencionados equipamentos são cruciais para a socialização

e formação de comunidade, oferecendo oportunidades para encontros informais, eventos culturais e práticas esportivas compartilhadas. Vale destacar que a interação social nestes espaços fortalece laços e também contribui para um senso de pertencimento, fatores essenciais para o equilíbrio emocional e mental.

Zamora *et al.* (1995) chamam a atenção para a conversão do tempo livre em tempo nocivo para o adolescente e a sociedade na medida em que não for bem aproveitado, levando o jovem ao envolvimento com condutas desadaptadas e de risco.

A manutenção da atratividade e a possibilidade futura das práticas de lazer nos municípios decorrem, portanto, do papel do poder público nos próximos anos. Sua omissão contribuirá negativamente para a qualidade de vida dos adolescentes. É importante, portanto, que o poder público intervenha com ousadia e pioneirismo, proporcionando à população uma melhor qualidade de vida, começando pela juventude.

A Tabela 3 aponta as barreiras de acesso aos equipamentos específicos de lazer. Compuseram os constructos 16 itens, que refletem as dificuldades dos estudantes em visitar os equipamentos nas referidas localidades, comprometendo seu processo de desenvolvimento.

A Tabela 3 chama a atenção por conter dados impeditivos, como inexistência dos equipamentos de lazer apontados, apresentando percentuais muito altos, acima de 60%. Quanto ao item "baixa quantidade", a Tabela apresenta números elevados, como é o caso do equipamento cinema, chegando a (52,2%). Em relação ao item "pouca diversidade", a exceção são as praças, cujo índice chega a 45%. Nos demais, há uma variação entre 60 e 80%, sendo necessário um aumento significativo dessa oferta em todas as regiões.

Tabela 3 – Prevalência de barreiras que atuam como impeditivos aos equipamentos de lazer pelos adolescentes

Barreiras	Equipamentos específicos de lazer											
	Ateliê n *(%)*	**Teatro** n *(%)*	**Biblioteca** n *(%)*	**Cinema** n *(%)*	**Museu** n *(%)*	**Praça** n *(%)*	**Parque** n *(%)*	**Estádio** n *(%)*	**CF*** n *(%)*	**QE*** n *(%)*	**GP*** n *(%)*	**CR*** n *(%)*
Inexistência												
Nada	67 (42,7)	61 (38,9)	43 (27,4)	65 (41,4)	62 (39,5)	49 (31,2)	60 (38,2)	60 (38,2)	54 (34,4)	45 (28,7)	64 (40,8)	50 (31,8)
Pouco	36 (22,9)	37 (23,6)	52 (33,1)	25 (15,9)	32 (20,4)	40 (25,5)	44 (28,0)	40 (25,5)	63 (40,1)	49 (31,2)	40 (25,5)	45 (28,7)
Muito	54 (34,4)	59 (37,6)	62 (39,5)	67 (42,7)	63 (40,1)	68 (43,3)	53 (33,8)	57 (36,3)	40 (25,5)	63 (40,1)	53 (33,8)	62 (39,5)
Baixa quantidade												
Nada	41 (26,1)	53 (33,8)	29 (18,5)	46 (29,3)	34 (21,7)	63 (40,1)	44 (28,0)	44 (28,0)	63 (40,1)	56 (35,7)	53 (33,8)	45 (28,7)
Pouco	50 (31,8)	38 (24,2)	49 (31,2)	29 (18,5)	48 (30,6)	48 (30,6)	38 (24,2)	41 (26,1)	78 (49,7)	63 (40,1)	49 (31,2)	37 (23,6)
Muito	66 (42,0)	66 (42,0)	79 (50,3)	82 (52,2)	75 (47,8)	46 (29,3)	75 (47,8)	72 (45,9)	16 (10,2)	38 (24,2)	55 (35,0)	75 (47,8)
Pouca diversidade												
Nada	42 (26,8)	54 (34,4)	41 (26,1)	57 (36,3)	47 (29,9)	70 (44,6)	61 (38,9)	52 (33,1)	69 (43,9)	63 (40,1)	50 (31,8)	49 (31,2)
Pouco	35 (22,3)	33 (21,0)	39 (24,8)	21 (13,4)	34 (21,7)	42 (26,8)	31 (19,7)	37 (23,6)	63 (40,2)	44 (28,0)	46 (29,3)	30 (19,1)
Muito	80 (51,0)	70 (44,6)	77 (49,0)	79 (50,3)	76 (48,4)	45 (28,7)	65 (41,4)	68 (43,3)	25 (15,9)	50 (31,8)	61 (38,9)	78 (49,7)
Distância da moradia												
Nada	20 (12,7)	20 (12,7)	23 (14,6)	26 (16,6)	19 (12,1)	64 (40,8)	45 (28,7)	27 (17,2)	50 (31,8)	49 (31,2)	30 (19,1)	24 (15,3)
Pouco	35 (22,3)	28 (17,8)	33 (21,0)	16 (10,2)	26 (16,6)	58 (36,9)	35 (22,3)	34 (21,7)	70 (44,6)	59 (37,6)	41 (26,1)	26 (16,6)
Muito	102 (65,0)	109 (69,4)	101 (64,3)	115 (73,2)	112 (71,3)	35 (22,3)	77 (49,0)	96 (61,1)	37 (23,6)	49 (31,2)	86 (54,8)	107 (68,2)
Falta de segurança												
Nada	58 (36,9)	66 (42,0)	55 (35,0)	61 (38,9)	48 (30,6)	54 (34,4)	43 (27,4)	46 (29,3)	63 (40,1)	57 (36,3)	56 (35,7)	44 (28,0)
Pouco	36 (22,9)	33 (21,0)	35 (22,3)	35 (22,3)	47 (29,9)	58 (36,9)	47 (29,9)	37 (23,6)	61 (38,9)	55 (35,0)	48 (30,6)	37 (23,6)
Muito	63 (40,1)	58 (36,9)	67 (42,7)	61 38,9	62 (39,5)	45 (28,7)	67 (42,7)	74 (47,1)	33 (21,0)	45 (28,7)	53 (33,8)	76 (48,4)
Falta de conservação												
Nada	53 (34,0)	65 (41,4)	51 (32,5)	64 (40,8)	55 (35,0)	46 (29,6)	43 (27,4)	46 (29,3)	54 (34,4)	53 (33,8)	36 (22,9)	49 (31,2)
Pouco	33 (21,2)	27 (17,2)	31 (19,7)	25 (15,9)	29 (18,5)	69 (43,9)	51 (32,5)	35 (22,3)	49 (31,2)	60 (38,9)	61 (38,9)	39 (24,8)
Muito	70 (44,9)	65 (41,4)	75 (47,8)	68 (43,3)	73 (46,5)	42 (26,8)	63 (40,1)	76 (48,4)	54 (34,4)	44 (28,0)	60 (38,2)	69 (43,9)
Dias de atendimento												
Nada	44 (28,0)	46 (29,3)	41 (26,1)	39 (24,8)	46 (29,3)	55 (35,0)	46 (29,3)	31 (19,7)	69 (43,9)	54 (34,4)	46 (29,3)	31 (19,7)
Pouco	23 (14,6)	34 (21,7)	32 (20,4)	30 (19,1)	26 (16,6)	26 (16,6)	45 (28,7)	36 (22,9)	55 (35,0)	53 (33,8)	45 (28,7)	36 (22,9)
Muito	90 (57,3)	77 (49,0)	84 (53,5)	88 (56,1)	85 (54,1)	76 (48,4)	66 (42,0)	90 (57,3)	33 (21,0)	50 (31,8)	66 (42,0)	90 (57,3)
Horário de atendimento												
Nada	42 (26,8)	34 (24,8)	39 (24,8)	37 (23,6)	48 (30,6)	71(45,2)	54 (34,4)	44 (28,0)	62 (39,5)	49 (31,2)	41 (26,1)	40 (25,5)
Pouco	36 (22,9)	46 (29,3)	34 (21,7)	28 (17,8)	32 (20,4)	34 (21,7)	32 (20,4)	41 (26,1)	67 (42,7)	57 (36,3)	48 (30,6)	32 (20,4)
Muito	79 (50,3)	77 (49,0)	84 (53,5)	92 (58,6)	77 (49,0)	52 (33,1)	71 (45,2)	72 (45,9)	28 (17,8)	51 (32,5)	68 (43,3)	85 (54,1)

Falta de conhecimento sobre o local												
Nada	52 (33,1)	64 (40,8)	59 (37,6)	68 (43,3)	65 (41,4)	93 (59,2)	81 (51,6)	78 (49,7)	78 (49,7)	67 (42,7)	75 (47,8)	51 (32,5)
Pouco	26 (16,6)	32 (20,4)	27 (17,2)	30 (19,1)	33 (21,0)	38 (24,2)	26 (16,6)	27 (17,2)	52 (33,1)	56 (35,7)	37 (23,6)	40 (25,5)
Muito	79 (50,3)	61 (38,9)	71 (45,2)	59 (37,6)	59 (37,6)	26 (16,6)	50 (31,8)	52 (33,1)	27 (17,2)	34 (21,7)	45 (28,7)	66 (42,0)
Falta de conhecimento sobre o assunto/tema												
Nada	50 (31,8)	57 (36,3)	58 (36,9)	60 (38,2)	59 (37,6)	95 (60,5)	74 (47,1)	66 (42,0)	79 (50,3)	85 (54,1)	63 (40,1)	53 (33,8)
Pouco	32 (20,4)	31 (19,7)	31 (19,7)	27 (17,2)	32 (20,4)	33 (21,0)	32 (20,4)	29 (18,5)	50 (31,8)	39 (24,8)	35 (22,3)	28 (17,8)
Muito	75 (47,8)	69 (43,9)	68 (43,3)	70 (44,6)	66 (42,0)	29 (18,5)	51 (32,5)	62 (39,5)	28 (17,8)	33 (21,0)	59 (37,6)	76 (48,4)
Falta de acessibilidade												
Nada	47 (29,9)	43 (27,4)	46 (29,3)	44 (28,0)	44 (28,0)	87 (55,4)	66 (42,0)	45 (28,8)	77 (49,0)	69 (43,9)	53 (33,8)	41 (26,1)
Pouco	33 (21,0)	41 (26,1)	33 (21,0)	33 (21,0)	36 (22,9)	41 (26,1)	39 (24,8)	44 (28,2)	57 (36,3)	48 (30,6)	50 (31,8)	32 (20,4)
Muito	77 (49,0)	73 (46,5)	78 (49,7)	80 (51,0)	77 (49,0)	29 (18,5)	52 (33,1)	67 (42,9)	23 (14,6)	40 (25,5)	54 (34,4)	84 (53,5)
Idade												
Nada	91 (58,0)	91 (58,0)	87 (55,4)	84 (53,5)	81 (51,6)	105 (66,9)	94 (59,9)	88 (56,1)	108 (68,8)	101 (64,3)	94 (59,9)	41 (26,1)
Pouco	21 (13,4)	21 (13,4)	22 (14,0)	23 (14,6)	26 (16,6)	26 (16,6)	23 (14,6)	24 (15,3)	30 (19,1)	27 (17,2)	29 (18,5)	32 (20,4)
Muito	45 (28,7)	45 (28,7)	48 (30,6)	50 (31,8)	50 (31,8)	26 (16,6)	40 (25,5)	45 (28,7)	19 (12,1)	29 (18,5)	34 (21,7)	84 (53,3)
Falta de dinheiro												
Nada	54 (34,4)	55 (35,0)	66 (42,0)	48 (30,6)	54 (34,4)	88 (56,1)	72 (45,9)	63 (40,1)	91 (52,9)	83 (52,9)	78 (36,9)	58 (36,9)
Pouco	36 (22,9)	37 (23,6)	24 (15,3)	38 (24,2)	32 (20,4)	29 (18,5)	29 (18,5)	29 (18,5)	29 (18,5)	29 (18,5)	22 (14,0)	30 (19,1)
Muito	67 (42,7)	65 (41,4)	67 (42,7)	71 (45,2)	71 (45,2)	40 (25,5)	56 (35,7)	65 (41,4)	37 (23,6)	45 (28,7)	57 (36,3)	69 (43,9)
Falta de tempo												
Nada	61 (38,9)	66 (42,0)	61 (38,9)	64 (40,8)	66 (42,0)	82 (52,2)	74 (47,1)	73 (46,5)	82 (52,2)	77 (49,0)	67 (42,7)	59 (37,6)
Pouco	42 (26,8)	37 (23,6)	42 (26,8)	42 (26,8)	41 (26,1)	45 (28,7)	44 (28,0)	40 (25,5)	50 (31,8)	48 (30,6)	49 (31,2)	40 (25,5)
Muito	54 (34,4)	54 (34,4)	54 (34,4)	51 (32,5)	50 (31,8)	30 (19,1)	39 (24,8)	44 (28,0)	25 (15,9)	32 (20,4)	41 (26,1)	58 (36,9)
Falta de companhia de amigos												
Nada	75 (47,8)	79 (50,3)	70 (44,6)	74 (47,1)	70 (44,6)	86 (54,8)	84 (53,5)	75 (47,8)	92 (58,6)	86 (54,8)	83 (52,9)	81 (51,6)
Pouco	25 (15,9)	32 (20,4)	31 (19,7)	33 (21,0)	43 (27,4)	38 (24,2)	29 (18,5)	40 (25,5)	40 (25,5)	35 (22,3)	36 (22,9)	23 (14,6)
Muito	57 (36,3)	46 (29,3)	56 (35,7)	50 (31,8)	44 (28,0)	33 (21,0)	44 (28,0)	42 (26,8)	25 (15,9)	36 (22,9)	38 (24,2)	53 (33,8)
Falta de companhia de familiares												
Nada	76 (48,4)	73 (46,5)	71 (45,2)	66 (42,0)	62 (39,5)	82 (52,2)	76 (48,4)	66 (42,0)	83 (52,9)	70 (44,6)	79 (50,3)	67 (42,7)
Pouco	26 (16,6)	29 (18,5)	32 (20,5)	33 (21,0)	34 (21,7)	35 (22,3)	35 (22,3)	34 (21,7)	37 (23,6)	41 (26,1)	28 (17,8)	29 (18,5)
Muito	55 (35,0)	55 (35,0)	54 (34,4)	58 (36,9)	61 (38,9)	40 (25,5)	46 (29,3)	57 (36,3)	37 (23,6)	46 (29,3)	50 (31,8)	61 (38,9)
Falta de disposição												
Nada	67 (42,7)	64 (40,8)	59 (37,6)	67 (42,7)	59 (37,6)	71 (45,2)	73 (46,5)	69 (43,9)	84 (53,5)	71 (45,2)	68 (43,3)	59 (37,6)
Pouco	20 (12,7)	27 (17,2)	31 (19,7)	20 (12,7)	31 (19,7)	45 (28,7)	36 (22,9)	33 (21,0)	38 (24,2)	39 (24,8)	37 (23,6)	25 (15,9)
Muito	70 (44,6)	66 (42,0)	67 (42,7)	70 (44,6)	67 (42,7)	41 (26,1)	48 (30,6)	55 (35,0)	35 (22,3)	74 (29,9)	52 (33,1)	73 (46,5)

Fonte: Autores (2024).

Legenda: CF* = Campo de Futebol; QE* = Quadra Esportiva; GP* = Ginásio Poliesportivo; CR* = Clube Recreacional;

Ainda sobre a Tabela 3, no que se refere às dificuldades de acesso aos equipamentos de lazer, a inexistência deles se destaca com percentuais altos em todas as regiões, mesmo naquelas localidades onde existem ateliê, teatro, museu, biblioteca, cinema e clube recreacional, onde as dificuldades em usufruir desses espaços são evidentes. Quando faz referência à distância da moradia, a exceção dos equipamentos praça (22,3%), campo de futebol (23,6%) e quadra esportiva (31,2%), os mais comuns entre todos os locais pesquisados, fica marcante a necessidade de providências relativas ao transporte dos adolescentes aos locais determinados, enquanto os demais itens demonstram percentuais que ficaram entre o parque (49,0%), e cinema (73,2%), dentre outros, como equipamentos pouco encontrados nas regiões pesquisadas, demonstrando que a distância entre a residência e a oferta do equipamento representa um fator limitante de afastamento do adolescente das atividades de lazer em suas regiões.

A falta de acessibilidade foi outro impedimento que se destacou na Tabela 3, exceto nos itens praça (18,5%), campo de futebol (14,6%) e quadra esportiva (25,5%), também por serem mais comuns em todas as regiões pesquisadas, enquanto os demais equipamentos se constituem como dificuldades para o afastamento dos adolescentes das atividades de lazer nas localidades pesquisadas.

Especificamente em relação ao lazer na adolescência, Bonato, Sarriera e Wagner (2012) consideram tanto uma oportunidade de desenvolvimento como um risco. Belsky (2010) salienta que ter amigos pró-sociais, ser bem-sucedido em atividades escolares e ter um *hobby* (por exemplo, uma prática esportiva) são aspectos que pesam para que o lazer seja um fator protetivo ao desenvolvimento do adolescente.

Nessa perspectiva, é essencial que os governantes compreendam que o lazer também é uma necessidade de desenvolvimento do adolescente e que requer programas e políticas públicas de abordagem interdisciplinar, buscando compreender e estabelecer vínculos positivos a partir da complexa interação sujeito-contexto-desenvolvimento (Aspesi *et al.*, 2005).

A distância entre a moradia e os equipamentos de lazer destaca-se como uma barreira que impede a participação de adolescentes nas atividades de lazer em suas regiões, pois parcela significativa mora na zona rural do município ou distrito. Sobre essa questão, convém salientar que, por se tratar de localidades com predominância de pessoas de baixa renda, esta se apresenta como mais uma dificuldade, pois os meios de transporte, além de escassos em algumas regiões, podem acarretar custos adicionais às famílias daqueles adolescentes.

A Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE), que envolveu adolescentes brasileiros do nono ano do ensino fundamental de todas as regiões do país, realizada em 2012, encontrou uma prevalência de inatividade física de 71,0%, sendo maior na região Nordeste (76,0%). Diante disso, cabe aos dirigentes das localidades pesquisadas propor políticas que contribuam para modificar a situação com a inserção dos adolescentes em ações concretas, capazes de contribuir para a melhoria da qualidade de vida.

Os dados apontam à falta de segurança, devido à aausência de garantias e ao sucateamento dos orgãos, sendo empecilho para participação dos adolescentes em atividades de lazer e esporte, comprometendo, assim, um direito ao lazer de todos, além de aparecerem outros dados como a falta de conservação dos equipamentos, dias de atendimento, falta de conhecimento sobre o local, bem como falta de conhecimento sobre o assunto/tema, colaborando negativamente. Faz-se necessária, portanto, a adoção de investimento em políticas de estímulo ao lazer para adolescentes, sendo essa ação prioritária nas agendas governamentais relativas ao esporte, à saúde, à educação e à cultura, bem como investimentos em órgãos de fomento à pesquisa. Para Ribeiro

e Amaral (2015, p. 132), "[...] é responsabilidade do poder público realizar um planejamento de forma a não afetar a qualidade de vida dos moradores".

Outra barreira negativa e importante a ser destacada é a falta de acessibilidade, a qual resulta na não participação dos estudantes nos locais de lazer, seja pela distância geográfica (zona urbana e/ou zona rural), seja por equipamentos inacessíveis por falta de adequação às normas brasileiras. Outras barreiras também surgem como dificuldades para que os estudantes não utilizem os equipamentos de lazer de sua região, como é o caso da idade, falta de dinheiro, falta de tempo, falta de companhia de familiares, bem como falta de disposição.

Um estudo de Cureau (2016) aponta que a incidência de inatividade física no lazer em adolescentes brasileiros é muito alta, apresentando variações regionais, e está associada à idade e ao baixo nível socioeconômico. Chama a atenção para as meninas e para aqueles que não praticam nenhuma atividade física no lazer, a fim de que estes possam adotar um estilo de vida mais ativo. Logo, ao reconhecer a relevância desses elementos, é possível criar espaços mais equilibrados, onde os momentos de lazer se tornam catalisadores essenciais para uma vida mais plena e satisfatória.

Por fim, salientamos que as políticas públicas de esporte e lazer são estratégias para fomentar o bem-estar da sociedade, trazendo benefícios clínicos, humanísticos e, consequentemente, econômicos, na medida em que tornam os indivíduos mais saudáveis. Dessa forma, esporte e lazer são medidas preventivas que visam evitar o adoecimento da população e são acessíveis a qualquer cidadão. Esse é um dos fundamentos da chamada atenção básica ou primária.

Considerações finais

Foram aplicados 159 questionários para adolescentes, entre 13 e 15 anos, sobre acesso e/ou barreiras para utilização de equipamentos como: ateliê, teatro, biblioteca, cinema, museu, praça, parque, estádio, campo de futebol, quadra esportiva, ginásio poliesportivo e clube recreacional. Percebeu-se que o acesso a equipamentos de lazer se dá, em algumas localidades, com dificuldades, quer seja pela ausência desses equipamentos específicos, bem como as barreiras surgidas, acontecem pela falta de políticas públicas voltadas para o setor. É imprescindível promover oportunidades, além daquelas existentes, assim como a oferta de outras, para que os adolescentes conheçam e usufruam dos muitos atrativos e garantir, assim, a eliminação das barreiras ao acesso, possibilitando o direito ao lazer de todos (as) munícipes.

Assim, consideramos ser muito importante ampliar o entendimento de outros modos de vivência, possibilitando a compreensão de outras visões de mundo que permitam proporcionar diferentes olhares para as práticas culturais existentes na vida cotidiana das pessoas, grupos e comunidades, perspectivando uma visão alternativa para o lazer. Ressaltamos ainda que, neste estudo, tivemos uma limitação que foi a ausência de entrevista com os estudantes da cidade de Piranhas, que, apesar de convidados para participar da pesquisa, não compareceram, deixando uma lacuna na pesquisa realizada.

Reiteramos que os resultados dessa pesquisa sejam considerados, principalmente no que diz respeito aos impactos negativos no lazer dos moradores, com o intuito de minimizá-los. Afinal de contas, é responsabilidade do Poder Público realizar um planejamento de forma a melhorar a qualidade de vida dos moradores.

Referências

ALMEIDA, M. A. B. de; GUTIERREZ, G. L. **O lazer no Brasil**: do nacional-desenvolvimentismo à globalização. 2007. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/conexoes/article/view/8637887. Acesso em: 25 abr. 2024.

ALVES, J. G. B. *et al.* **Prática de esportes durante a adolescência e atividade física de lazer na idade adulta**. 2005. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/is_digital/is_0106/pdfs/IS26(1)007.pdf . Acesso em: 25 abr. 2024.

ASPESI, C.C. *et al.* A ciência do desenvolvimento humano: uma perspectiva interdisciplinar. *In.:* DESSEN, M.A; COSTA JR, A.L. **A ciência do desenvolvimento humano:** tendências atuais e perspectivas futuras. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 278

AYRES, J. R. C. M.; JUNIOR, I. F. Saúde do Adolescente. *In:* SCHABER, L. B.; NEMES, M. I. B.; GONÇALVES, R. B. M. **Saúde do adulto.** São Paulo: Hucitec, 2000.

BELSKY, J. **Desenvolvimento Humano:** Experimentando os ciclos da vida. São Paulo: Artmed, 2010. p. 608.

BONATO, T.N.; SARRIERA, J.C.; WAGNER, A. O lazer na adolescência. *In.:* SARRIERA, J.C.; PARADISO, A.C. **Tempo livre e lazer na adolescência:** promoção de saúde, intervenção e pesquisa. Porto Alegre: Sulina, 2012. p. 207.

BRASIL. **Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/9134-pesquisa-nacional-de-saude-do-escolar.html. Acesso em: 23 abr. 2024.

CUREAU, F.V.; *et al.* **ERICA**: inatividade física no lazer em adolescentes brasileiros. 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rsp/a/rW5z97L6gZPSfkmzfYh7fqn/?lang=pt&format=pdf. Acesso em: 25 abr. 2024.

DUMAZEDIER, J. **Lazer e cultura popular**. São Paulo: Perspectiva. 1973.

MARCELLINO, N. **Pedagogia da animação.** Campinas: Papirus, 1990.

MARQUES, R.F.R.; GUTIERREZ, G.L.; ALMEIDA, M.A.B.; **O esporte contemporâneo e o modelo de concepção das formas de manifestação do esport**e. 2008. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/27071/mod_resource/content/5/%20O%20Esporte%20Contempor%C3%A2neo%20e%20o%20Modelo%20de%20Concep%C3%A7%C3%A3o%20das%20Formas%20de%20Manifesta%C3%A7%C3%A3o%20do%20Esporte.%20.pdf. Acesso em: 25 abr. 2024.

PERKINS, D. F. *et al.* Fitness activities during Young adult hoodchild hoodand adolescente sports participation as predictors of participation in sports and physical. **Youth Society**, v. 35, p. 495520, 2004.

REIS, L. J. de A.; STAREPRAVO, F. A. **Políticas públicas para o lazer**: pontos de vista de alguns teóricos do lazer no Brasil. 2008. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/licere/article/view/905. Acesso em: 25 abr. 2024.

RIBEIRO, O. C. F.; AMARAL, S. C. F**. Impactos do Turismo no Lazer dos Munícipes**: O Caso de Brotas/SP. 2015. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/licere/article/view/1078. Acesso em: 25 abr. 2024.

ROLIM, M. K. S. B.; *et al.* Estilo de vida de adolescentes ativos e sedentários. **Fórum Internacional de Esportes**, 6, 2007.

SANTOS, M.; *et al.* Variação sazonal na actividade física e nas práticas de lazer de adolescentes portugueses. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.5, n.2, p.192201, maio 2005.

SILVA, E. A. P. C. da. **O Lugar de Lazer na Cidade**: Um Espaço de Diálogo e de Vivências. 2015. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/licere/article/view/1086. Acesso em: 25 abr. 2024.

ZAMORA, R. *et al.* **El tiempo libre y la recreación**: estudio en adolescentes uruguayos. Washington: Organização Panamericana de la Salud. 1995.

CAPÍTULO 14

LEVANTAMENTO EPIDEMIOLÓGICO DE INFECÇÕES CAUSADAS POR HELMINTOS TRANSMITIDOS PELA ÁGUA E PELO SOLO, EM COMUNIDADES RIBEIRINHAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO, ENTRE 2022 E 2023

Adriano José dos Santos[72], Ericlis dos Santos Silva[73], Bruna Priscila dos Santos[74], Eliane Aparecida Holanda Cavalcanti[75], José Rodrigo Santos Silva [76]

Resumo: As Doenças Tropicais Negligenciadas (DTN) são prevalentes em regiões tropicais subdesenvolvidas. Dentre elas, a esquistossomose mansoni e as geo-helmintíases são infecções parasitárias prevalentes na população carente de saneamento básico, sendo um problema de saúde pública no Brasil. O objetivo foi realizar um levantamento epidemiológico de helmintos veiculados principalmente pela água e transmitidos ao ser humano em comunidades ribeirinhas na região do Baixo São Francisco (BSF). Foi realizado um estudo transversal descritivo durante a 5ª e 6ª edição da Expedição Científica do São Francisco em municípios ribeirinhos. Foram coletadas informações sobre sexo, faixa etária, zona de residência, hábitos de andar descalço e tomar banho de rio, além de amostras de fezes processadas pelo método de Kato-Katz. De 2022 a 2023, foram realizados 303 exames parasitológicos de fezes (EPF) na população ribeirinha do BSF, com uma taxa de positividade de 9,90% para infecções helmínticas. Houve uma diferença significativa entre a positividade registrada nos anos de 2022 e 2023, com a maior positividade ocorrendo neste último. Outrossim, os ancilostomídeos foram os parasitos de maior predominância nos ribeirinhos do BSF. Estes resultados sugerem a necessidade de ações de monitoramento e controle de infecções helmínticas na população ribeirinha do Baixo São Francisco.

Palavras-chave: *Schistosoma mansoni*; *Ascaris lumbricoides*; *Trichuris trichiura*; *Ancylostoma duodenale; Necator americanus.*

Introdução

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), enfermidades causadas por diferentes agentes etiológicos (parasitas, bactérias, fungos e vírus) são consideradas Doenças Tropicais Negligenciadas (DTN). Globalmente, estas doenças são prevalentes em regiões tropicais e subdesenvolvidas, onde afetam majoritariamente as pessoas mais pobres, causando consideráveis impactos econômicos, sociais e de saúde (Who, 2024).

Dentre as DTN, a esquistossomose e as geo-helmintíases são infecções parasitárias que comumente acometem a população carente, que vive em vulnerabilidade social, em virtude do acesso limitado ao saneamento básico, o que implica maus hábitos higiênicos, além de condi-

72 Biólogo, bolsista no Laboratório Clínico da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) - Unidade de Testagem, Campus Arapiraca;

73 Biólogo, bolsista no Laboratório Clínico da Universidade Federal de Alagoas Campus Arapiraca;

74 Biomédica, bolsista no Laboratório Clínico da Universidade Federal de Alagoas Campus Arapiraca;

75 Bióloga, docente, coordenadora do Laboratório Clínico da Universidade Federal de Alagoas - Campus Arapiraca - e coordenadora das ações em saúde da Expedição Científica do Baixo São Francisco;

76 Docente do Departamento de Estatística e Ciências Naturais, da Universidade Federal de Sergipe - Campus São Cristóvão.

ções socioeconômicas precárias, que propiciam a disseminação e a manutenção dos ciclos de transmissão de infecções parasitárias intestinais, tornando-as um problema de saúde pública, sobretudo em países em desenvolvimento, como o Brasil (Antunes *et al.*, 2020; Crisostomo *et al.*, 2019; Who, 2023a; 2023b).

A esquistossomose é causada por helmintos do gênero *Schistosoma spp.* (Who, 2023a). No Brasil, a forma prevalente da doença é intestinal, vulgarmente conhecida como barriga d'água. Esta parasitose é causada pelo verme *Schistosoma mansoni*, cujo ciclo de vida tem os caramujos do gênero *Biomphalaria spp*. por hospedeiros intermediários e o ser humano como hospedeiro definitivo. Sendo transmitido a este último através do contato com coleções hídricas de água doce e correnteza branda, habitadas por *Biomphalaria spp*. e contaminadas por fezes de uma pessoa doente (Brasil, 2021; Celestino *et al.,* 2022; Katz, 2018).

Os geo-helmintos *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus* (estes dois últimos conhecidos por ancilostomídeos), assim chamados por realizarem parte do seu ciclo biológico no solo, causam as geo-helmintíases ascaridíase, tricuríase e ancilostomíase, respectivamente (Brasil, 2021; Who, 2023b). Dentre esses organismos, o *A. lumbricoides* apresenta a maior prevalência, com estimativas de que 1,2 milhão de pessoas sejam acometidas pelo verme. Por conseguinte, destacam-se *T. trichiura* e os ancilostomídeos (*A. duodenale* e *N. americanus*) com 795 e 740 milhões de acometidos no mundo, respectivamente (Moreira *et al.,* 2021).

No Brasil, as geo-helmintíases são amplamente distribuídas pelas regiões do país e, de modo geral, as crianças são mais suscetíveis a essas infecções, em virtude de hábitos de risco que envolvem contato direto com o solo. Dessa forma, saneamento básico precário e hábitos higiênicos insalubres são fatores diretamente associados a infecções causadas por esses helmintos (Brasil, 2021; Chaves *et al.,* 2020; Moreira *et al.,* 2021; Who, 2023b). A região Nordeste, entre os anos de 2013-2017, apresentou 6.399 casos (Sobrinho *et al.,* 2020). As áreas endêmicas localizam-se na região litorânea, compreendendo os estados: Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Bahia e Sergipe (Bina; Prata, 2003; Brasil, 2009; Katz & Peixoto, 2000; Lengeler *et al.,* 2002; Oliveira, 2015). Sendo, portanto, considerada a região brasileira com maior número de infectados, como também grande mortalidade referente à esquistossomose (Ferreira; Silva, 2007; Oliveira, 2015).

Alagoas apresenta características peculiares para a proliferação da doença, dentre elas ressaltamos a presença do molusco transmissor, as desigualdades sociais e o contato humano direto com coleções hídricas. Segundo dados da Fundação Nacional de Saúde (Funasa), através do Programa de Controle da Esquistossomose em Alagoas, há um recrudescimento da endemia (Funasa, 1995). De acordo com esses dados, 60% do território alagoano seria área endêmica e mais de dois milhões de indivíduos estariam expostos à infecção (Couto, 2005). É importante ressaltar que parte do território é banhada pelo Rio São Francisco, no qual, em suas margens, vivem povos ribeirinhos, e que, em alguns municípios, a pesca ainda é a única fonte de renda. Os ribeirinhos têm contato frequente com a água do rio, sendo, portanto, um grupo extremamente vulnerável à infecção por *S. mansoni*. Além dos municípios ribeirinhos, União dos Palmares, Capela, São José da Laje, Viçosa, Branquinha e Atalaia apresentam alta incidência da doença.

Comumente, as infecções parasitárias são assintomáticas, o que dificulta o diagnóstico e, consequentemente, o tratamento e a prevenção (Saito; Rodrigues, 2012). Clinicamente, a *Esquitossomose mansoni* (EM) é uma infecção assintomática de evolução crônica, que, assim como as geo-helmintíases, pode se manifestar numa variedade de sintomatologias, podendo

causar prejuízos físicos e cognitivos à pessoa infectada, culminando em óbito nos casos graves não tratados. Epidemiologicamente, são infecções prevalentes em zonas rurais e periféricas dos centros urbanos, com destaque para a região Nordeste do Brasil, onde o estado de Alagoas apresenta 69% dos seus municípios endêmicos para esquistossomose, com alguns situados na região do Baixo São Francisco, integrando essa lista, a saber, Igreja Nova e Penedo (Alagoas, 2021; Brasil, 2021).

À vista disso, as desigualdades sociais e em saúde são problemas que precisam ser discutidos, principalmente no território brasileiro, em especial nas comunidades ribeirinhas, acometidas por difíceis condições de vida e saúde, impostas por barreiras geográficas e financeiras, que dificultam o acesso aos serviços, além do número reduzido de profissionais de saúde e uma precária estrutura assistencial (Albuquerque *et al.,* 2017; Garnelo *et al.,* 2018).

Tanto a EM quanto as geo-helmintíases são diagnosticáveis por exame parasitológico de fezes pela técnica de Kato-Katz, a qual é utilizada nos inquéritos coproscópicos no âmbito do Programa de Controle da Esquistossomose (PCE), que concomitantemente realiza o rastreio de geo-helmintos (Dos Santos Sousa *et al.,* 2021; Katz, 2018). Todavia, há de se considerar o comprometimento das atividades do PCE em virtude da pandemia da Covid-19, que resultou na subnotificação dos casos de helmintíases cobertas pelo programa em Alagoas no período pandêmico (Dantas *et al.,* 2023).

O desenvolvimento, enquanto categoria de análise, preconiza a melhoria dos níveis e da qualidade de vida dos indivíduos tanto nos países desenvolvidos quanto, especialmente, para as populações mais vulneráveis de países em desenvolvimento e menos desenvolvidos. O exemplo prático mais contundente sobre como e por que pensar a saúde como uma problemática de desenvolvimento está justamente na concepção de desenvolvimento sustentável trazida pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e no conteúdo objetivo da agenda 2030 (Menezes *et al.,* 2019). Os ODS estabelecem um objetivo especificamente dedicado à saúde – ODS 3: "Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades". Uma característica essencial dos ODS é seu caráter integrado e a transversalidade entre seus objetivos e metas (Le Blanc, 2015).

No caso específico da saúde, há uma sensibilidade ainda maior, visto que há uma série de variáveis que afetam os resultados da saúde. Várias metas estabelecidas em outros objetivos acabam se relacionando com os propósitos do ODS 3. Por exemplo, o ODS 6: "Acesso à água potável e saneamento" tem incidência direta sobre a qualidade de vida dos indivíduos e sobre a possibilidade de exercerem plenamente o direito à saúde. É óbvia ainda a relação entre o combate à fome (ODS 2) e à pobreza (ODS 1) sobre os níveis de saúde das populações, assim como o fato de o acesso à educação (ODS 4) ser uma variável que também contribui com a melhoria nas práticas cotidianas que afetam a saúde (Menezes *et al.,* 2019). É claro o impacto de diversos fatores sociais nos índices de saúde, da mesma forma que a falta de equidade em saúde é um produto direto da iniquidade social. Nesse sentido, a saúde passou a ser interpretada, além de um problema de desenvolvimento, como um objeto ético, político e social, evidenciando a interdependência entre o campo da saúde pública e os mais diversos setores.

Levando em consideração que condições socioambientais, qualidade de vida e saneamento básico estão diretamente ligadas à incidência de doenças que são em sua maioria veiculadas pela água (Dos Santos *et al.* , 2014) e que tais fatores exercem um impacto negativo na qualidade de vida das populações ribeirinhas que vivem desassistidas (Albuquerque *et al.* , 2017; Garnelo *et al.* , 2018), o presente estudo teve como principal objetivo realizar um levantamento

epidemiológico de helmintos veiculados principalmente pela água e transmitidos ao ser humano em comunidades ribeirinhas na região do Baixo São Francisco, assim como contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas em saúde, permitindo o acesso à saúde de modo a diminuir as desigualdades e proporcionar uma melhor qualidade de vida.

Desenho e área de estudo

Foi realizado um estudo transversal descritivo por meio de inquérito coproscópico durante a 5ª (primeira quinzena de novembro de 2022) e 6ª edição (última quinzena de novembro de 2023) da Expedição Científica do Baixo São Francisco em municípios ribeirinhos.

A área de estudo compreendeu os municípios: Igreja Nova-AL, Pão de Açúcar-AL, Penedo-AL, Piaçabuçu-AL, Piranhas-AL, Propriá-SE, São Brás-AL e Traipu-AL. O conjunto dos municípios estudados abrange uma área de aproximadamente 3.486,635 km², com uma população total em torno de 226.738 habitantes (IBGE, 2020).

Coleta e processamento dos dados e amostras

A participação da população ribeirinha foi de caráter voluntário. As pessoas foram convidadas e incluídas no estudo conforme os seguintes critérios: ter idade igual ou superior a 18 anos, independente do sexo; fornecer uma amostra de fezes autorizando a sua análise por método parasitológico; e consentir a sua participação através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os dados apresentados neste estudo são oriundos de projetos de pesquisa aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas (CEP/Ufal), sob parecer nº 5.818.119 (CAAE 64293222.5.0000.5013) e parecer nº 6.524.679 (CAAE: 75027223.0.000.5013), conforme a resolução nº 466/12 e suas complementares do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

O material biológico/fecal foi entregue à equipe de saúde/expedição em uma Unidade Básica de Saúde (UBS) de cada um dos oito municípios estudados. Além das amostras fecais, foram coletadas informações complementares: sexo, faixa etária, zona de residência, e se possuíam os hábitos de andar descalço e tomar banho de rio, através de entrevistas utilizando um formulário estruturado. Após a entrega do material, as amostras foram submetidas a exame parasitológico de fezes (EPF), utilizando o método de Kato-Katz (Kato; Miura, 1954; Katz *et al.,* 1972).

Mais conhecido como método de Kato-Katz, esta técnica apresenta sensibilidade similar ou melhor do que outros procedimentos quantitativos, com a vantagem da simplicidade de execução, baixo custo e a possibilidade de armazenamento e transporte das lâminas em temperatura ambiente por meses, sem prejuízo dos resultados. O método permite o diagnóstico de outros helmintos, exceto larvas de *Strongyloides sp.* (Rabello *et al.,* 2008). É o procedimento internacionalmente recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 1994) para o diagnóstico de *S. mansoni*, porque associa o melhor custo-benefício à maior praticidade.

Inicialmente, o método foi criado por Kato e Miura (1954), aperfeiçoado por Kato em 1960 e modificado por Katz, Chaves e Pellegrino em 1972. Para a realização da técnica neste estudo, foi utilizado o kit Kato-Katz (Coprokit Kato-Katz). Uma pequena quantidade das fezes coletadas foi depositada sobre uma camada de papel exposta na bancada. A amostra de fezes foi prensada em uma tela e, com o auxílio de uma espátula, foi retirada uma pequena quantidade de fezes que atravessaram a tela. Apoiada em uma lâmina de vidro, a placa plástica com um orifício central recebeu a quantidade de fezes colhidas pela espátula, preenchendo o orifício. Em seguida,

o material em excesso foi retirado e descartado, deixando apenas uma pequena quantidade do material fecal sobre a lâmina. Sobre o cilindro formado após o preenchimento do orifício (na placa), foi adicionado papel celofane pré-corado com solução de verde-malaquita a 3%. Na última etapa, a lâmina foi invertida na bancada e prensada contra o papel para a formação de uma camada delgada entre lâmina e papel celofane. Após isso, a lâmina preparada ficou em repouso por um período de 30 minutos em temperatura ambiente para clarificação das fezes. Após o preparo, a lâmina foi levada ao microscópio óptico (*Olympus*) para leitura com aumento de 10x.

Análises estatísticas

Foram realizadas análises descritivas das variáveis, com o cálculo de frequências simples e percentuais para as qualitativas, e média, desvio-padrão, mínimo e máximo para as quantitativas. Na análise inferencial, foi utilizado o teste de Qui-Quadrado (Linebach *et al.,* 2014) para o cruzamento de variáveis qualitativas, cujos resultados foram representados em Tabela de referência cruzada com percentuais calculados em função da linha. Também foi utilizado o teste t-Student (1908) para o cruzamento com a idade, com os resultados expressos como média ± desvio-padrão. O teste de Shapiro-Wilks foi utilizado para avaliar a aderência à distribuição Normal da variável quantitativa. Os dados foram organizados no programa Microsoft Excel, e todas as análises estatísticas foram realizadas no *software* R, versão 4.3.2 (*The R Core Team*, 2023). O nível de significância adotado em todo o trabalho foi de 5%.

Perfil socioeconômico da população ribeirinha

Durante a 5ª edição (2022), a população analisada foi predominantemente composta por mulheres (63,85%/n=242), com idade igual ou superior a 45 anos (71,50%/n=271), em sua maioria casadas (46,17%/n=175) e com baixa escolaridade (apenas o Ensino Fundamental I) (33,24%/n=126). A maioria se identificava como parda (49,86%/n=189) e tinha renda familiar de até 1 (um) salário-mínimo (39,84%/n=151) (Tabela 1).

Tabela 1 - Características socioeconômicas das comunidades ribeirinhas do Baixo São Francisco, durante a 5ª edição (2022) da Expedição Científica

Variável	MUNICÍPIOS								
	PR*	PA*	TP*	SB*	PP*	IN*	PN*	PB*	Total
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Sexo									
Feminino	24 (75)	22 (91,67)	40 (85,1)	29 (50,87)	25 (51,03)	34 (68)	37 (50)	31 (67,39)	242 (63,85)
Masculino	8 (25)	2 (8,33)	7 (14,9)	28 (49,13)	24 (48,97)	16 (32)	37 (50)	15 (32,60)	137 (36,15)
Faixa Etária									
15-19	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,13)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,2)	2 (0,55)
20-24	2 (6,25)	0 (0,0)	2 (4,25)	0 (0,0)	1 (2,04)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	5 (1,32)
25-29	2 (6,25)	1 (4,17)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,04)	5 (10,00)	1 (1,36)	2 (4,34)	12 (3,16)
30-34	3 (9,38)	0 (0,0)	5 (10,65)	1 (1,75)	2 (4,08)	4 (8,00)	5 (6,75)	2 (4,34)	22 (5,80)
35-39	4 (12,50)	1 (4,17)	4 (8,51)	1 (1,75)	7 (14,30)	3 (6,00)	1 (1,36)	3 (6,52)	24 (6,33)
40-44	7 (21,87)	3 (12,50)	2 (4,25)	7 (12,29)	5 (10,20)	4 (8,00)	8 (10,81)	7 (15,21)	43 (11,34)
>45	14 (43,75)	19 (79,16)	33 (70,21)	48 (84,21)	33 (67,34)	34 (68,00)	59 (79,72)	31 (67,39)	271 (71,50)
Estado Civil									
Solteiro (a)	4 (12,5)	0 (0,0)	15 (31,91)	9 (15,8)	17 (34,7)	11 (22)	21 (28,39)	10 (21,75)	87 (22,95)
Casado (a)	15 (46,89)	0 (0,0)	25 (53,2)	38 (66,66)	21 (42,86)	20 (40)	35 (47,3)	21 (45,65)	175 (46,17)
Divorciado (a)	1 (3,12)	0 (0,0)	1 (2,13)	0 (0,0)	5 (10,20)	0 (0,0)	5 (6,75)	5 (10,87)	18 (4,48)
Viúvo (a)	1 (3,12)	0 (0,0)	5 (10,63)	7 (12,29)	3 (6,12)	7 (14)	5 (6,75)	5 (10,87)	33 (8,71)
União Estável	2 (6,25)	0 (0,0)	1 (2,13)	2 (3,5)	3 (6,12)	10 (20)	3 (4,06)	3 (6,52)	24 (6,33)
Não respondeu	1 (3,12)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,75)	0 (0,0)	1 (2)	4 (5,40)	2 (4,34)	10 (2,63)
Sem triagem	8 (25)	24 (100)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2)	1 (1,35)	0 (0,0)	34 (8,73)
Escolaridade									
Sem escolaridade	1 (3,14)	0 (0,0)	6 (12,81)	15 (26,31)	4 (8,16)	9 (18,0)	13 (17,57)	4 (8,7)	52 (13,72)
Fundamental 1	5 (15,62)	(0,0)	16 (34,04)	21 (36,84)	19 (38,77)	26 (52,0)	18 (24,33)	21 (45,65)	126 (33,24)
Fundamental 2	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (4,25)	10 (17,55)	10 (20,40)	5 (10,0)	11 (14,86)	4 (8,7)	42 (11,08)
Médio	5 (15,62)	0 (0,0)	10 (21,27)	9 (15,8)	14 (28,57)	7 (14,0)	16 (21,63)	11 (23,91)	72 (18,99)
Superior	2 (6,25)	0 (0,0)	8 (17,0)	1 (1,75)	0 (0,0)	1 (2,0)	6 (8,10)	3 (6,52)	21 (5,18)
Pós-graduação	6 (18,75)	0 (0,0)	3 (6,38)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,35)	0 (0,0)	10 (2,64)

Continuação Tabela 1...

Não respondeu	5 (15,62)	0 (0,0)	2 (4,25)	1 (1,75)	2 (4,1)	1 (2,0)	8 (10,81)	3 (6,52)	22 (5,80)
Sem triagem	8 (25,0)	24 (100)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,0)	1 (1,35)	0 (0,0)	34 (9,35)
Cor/Etnia									
Branca	2 (6,25)	0 (0,0)	9 (19,14)	7 (12,28)	13 (26,53)	14 (28)	15 (20,29)	2 (4,34)	62 (16,35)
Preta	1 (3,12)	0 (0,0)	14 (29,81)	12 (21,05)	7 (14,28)	11 (22)	11 (14,86)	12 (26,1)	68 (17,94)
Parda	14 (43,76)	0 (0,0)	22 (46,81)	37 (64,92)	26 (53,06)	22 (44)	40 (54,05)	28 (60,87)	189 (49,86)
Amarela	0 (0)	0 (0,0)	1 (2,12)	0 (0,0)	1 (2,04)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,17)	3 (0,79)
Indígena	1 (3,12)	0 (0,0)	1 (2,12)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (0,53)
Não respondeu	6 (18,75)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,75)	2 (4,08)	2 (4,0)	7 (9,45)	3 6,52)	21 (5,54)
Sem triagem	8 (25)	24 (100)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,0)	1 (1,35)	0 (0,0)	34 (8,99)
Renda pessoal									
<1 salário-mínimo	3 (9,37)	0 (0,0)	8 (17,02)	20 (35,1)	12 (24,48)	19 (38)	14 (18,92)	11 (23,91)	87 (22,95)
Até 1 salário-mínimo	4 (12,5)	0 (0,0)	27 (57,45)	23 (40,35)	23 (46,93)	21 (42,0)	29 (39,19)	24 (52,17)	151 (39,84)
Até 2 salários-mínimos	5 (15,63)	0 (0,0)	5 (10,64)	2 (3,5)	6 (12,24)	7 (14,0)	13 (17,57)	7 (15,22)	45 (11,87)
Até 3 salários-mínimos	0 (0,0)	0 (0,0)	5 (10,64)	1 (1,75)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,35)	0 (0,0)	7 (1,84)
>3 salários-mínimos	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,35)	0 (0,0)	1 (0,26)
Não respondeu	12 (37,5)	0 (0,0)	2 (4,25)	11 (19,3)	8 (16,35)	2 (4,0)	15 (20,27)	4 (8,7)	54 (14,25)
Sem triagem	8 (25)	24 (100)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,0)	1 (1,35)	0 (0,0)	34 (8,99)
Total	32 (100)	24 (100)	47 (100)	57 (100)	49 (100)	50 (100)	74 (100)	46 (100)	379 (100)

Fonte: Autores (2024).

Nota: *PR- Piranhas; *PA - Pão de Açúcar; *TP - Traipu; *SB - São Brás; *PP - Propriá; *IN - Igreja Nova; *PN - Penedo; *PB - Piaçabuçu.

Assim como ocorreu na 5ª edição, durante a 6ª (2023), a população analisada foi predominantemente composta por mulheres (66,34%/n=205), com idade igual ou superior a 45 anos (61,16%/n=189), em sua maioria casadas (38,19%/n=118). Diferente do que ocorreu em 2022, o grau de escolaridade foi heterogêneo, ou seja, parte da população possuía apenas o Ensino Fundamental I (24,27%/n=75), enquanto outra parte tinha o Ensino Médio (22,65%/n=70). A maioria se identificava como parda (53,40%/n=165) e tinha renda familiar de até 1 (um) salário-mínimo (29,45%/n=91) (Tabela 2).

Tabela 2 - Características socioeconômicas das comunidades ribeirinhas do Baixo São Francisco em 2023

Variável	MUNICÍPIOS								
	PR*	PA*	TP*	SB*	PP*	IN*	PN*	PB*	Total
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Sexo									
Feminino	26 (78,78)	25 (64,10)	25 (73,52)	27 (62,79)	21 (67,70)	36 (67,90)	12 (44,4)	33 (67,34)	205 (66,34)
Masculino	7 (21,22)	14 (35,90)	9 (26,47)	16 (37,20)	10 (32,30)	17 (32,10)	15 (55,6)	16 (32,65)	104 (33,66)
Faixa Etária									
<15	0 (0,0)	1 (2,56)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,90)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (0,65)
15-19	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
20-24	1 (3,03)	1 (2,56)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,90)	0 (0,0)	2 (4,08)	5 (1,62)
25-29	1 (3,03)	2 (5,12)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	7 (13,20)	0 (0,0)	1 (2,04)	11 (3,56)
30-34	0 (0,0)	3 (7,69)	1 (2,94)	0 (0,0)	1 (3,20)	5 (9,40)	1 (3,70)	2 (4,08)	13 (4,21)
35-39	2 (6,06)	2 (5,12)	2 (5,88)	1 (2,32)	3 (9,70)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (4,08)	12 (3,88)
40-44	5 (15,15)	3 (7,69)	0 (0,0)	4 (9,30)	2 (6,50)	5 (9,40)	0 (0,0)	5 (10,20)	24 (7,77)
>45	19 (57,58)	27 (69,23)	12 (35,29)	28 (65,11)	24 (77,4)	34 (64,20)	18 (66,66)	27 (55,10)	189 (61,16)
Não respondeu	5 (15,15)	0 (0,0)	19 (55,88)	10 (23,25)	1 (3,2)	0 (0,0)	8 (29,62)	10 (20,40)	53 (17,24)
Estado Civil									
Solteiro (a)	3 (9,09)	13 (33,30)	1 (2,94)	3 (6,97)	5 (16,10)	7 (13,20)	5 (18,51)	20 (40,81)	57 (18,45)
Casado (a)	14 (42,42)	12 (30,80)	5 (14,70)	25 (58,13)	16 (51,60)	22 (41,50)	9 (33,33)	15 (30,61)	118 (38,19)
Divorciado (a)	4 (12,12)	1 (2,60)	0 (0,0)	2 (4,65)	3 (9,70)	2 (3,80)	1 (3,70)	0 (0,0)	13 (4,21)
Viúvo (a)	3 (9,09)	6 (15,40)	0 (0,0)	1 (2,32)	1 (3,20)	1 (1,90)	3 (11,11)	5 (10,20)	21 (6,80)
União Estável	5 (15,16)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (4,65)	2 (6,50)	20 (37,70)	3 (11,11)	0 (0,0)	32 (10,35)
Não respondeu	4 (12,12)	7 (17,90)	28 (82,35)	10 (22,72)	4 (12,90)	1 (1,90)	6 (22,22)	9 (18,36)	69 (22,0)
Escolaridade									
Sem escolaridade	2 (6,05)	2 (5,10)	1 (2,94)	12 (27,90)	2 (6,50)	11 (20,80)	4 (14,81)	2 (4,08)	36 (11,65)
Fundamental 1	4 (12,12)	10 (25,60)	3 (8,82)	13 (30,23)	7 (22,60)	23 (43,40)	6 (22,22)	9 (18,36)	75 (24,27)
Fundamental 2	5 (15,16)	6 (15,40)	2 (5,88)	2 (4,65)	4 (12,90)	7 (13,20)	5 (18,51)	7 (14,28)	38 (12,30)
Médio	11 (33,33)	10 (25,60)	5 (14,70)	6 (13,95)	11 (35,50)	7 (13,20)	3 (11,11)	17 (34,69)	70 (22,65)
Superior	5 (15,16)	4 (10,30)	2 (5,88)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (3,80)	1 (3,70)	3 (6,12)	17 (5,50)
Pós-graduação	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,04)	1 (0,32)
Não respondeu	6 (18,18)	7 (17,90)	21 (61,76)	10 (22,72)	7 (22,60)	3 (5,70)	8 (29,62)	10 (20,40)	72 (23,31)

Cor/Etnia									
Branca	7 (21,22)	0 (0,0)	1 (2,94)	5 (11,62)	5 (16,10)	14 (26,40)	5 (18,51)	5 (10,20)	42 (13,91)
Preta	3 (9,09)	1 (2,60)	1 (2,94)	7 (16,27)	6 (19,40)	6 (11,30)	3 (11,11)	4 (8,16)	35 (11,33)
Parda	17 (51,51)	29 (74,40)	12 (35,29)	20 (46,51)	15 (48,40)	28 (52,80)	12 (44,44)	31 (63,26)	165 (53,40)
Amarela	2 (6,06)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,90)	0 (0,0)	0 (0,0)	3 (0,97)
Indígena	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Não respondeu	4 (12,12)	9 (23,10)	20 (58,82)	11 (25,04)	5 (16,10)	4 (7,50)	7 (29,16)	9 (18,36)	65 (20,39)
Renda pessoal									
<1 salário-mínimo	3 (9,09)	7 (17,90)	0 (0,0)	12 (27,90)	9 (29,0)	17 (32,10)	5 (18,51)	2 (4,08)	55 (17,80)
Até 1 salário-mínimo	6 (18,18)	13 (35,30)	0 (0,0)	13 (30,23)	10 (32,30)	23 (43,40)	8 (29,62)	17 (34,69)	91 (29,45)
Até 2 salários-mínimos	1 (3,03)	6 (15,40)	1 (2,94)	7 (16,27)	5 (16,10)	7 (13,20)	7 (24,13)	12 (24,48)	46 (14,89)
Até 3 salários-mínimos	2 (6,06)	2 (5,10)	1 (2,94)	1 (2,32)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,70)	2 (4,08)	9 (2,91)
>3 salários-mínimos	0 (0,0)	1 (2,60)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,04)	2 (0,65)
Não respondeu	21 (63,64)	10 (25,60)	32 (94,11)	10 (22,72)	7 (22,60)	6 (11,30)	6 (22,22)	15 (30,61)	107 (34,3)
Total	33 (100)	39 (100)	34 (100)	43 (100)	31 (100)	53 (100)	27 (100)	49 (100)	309 (100)

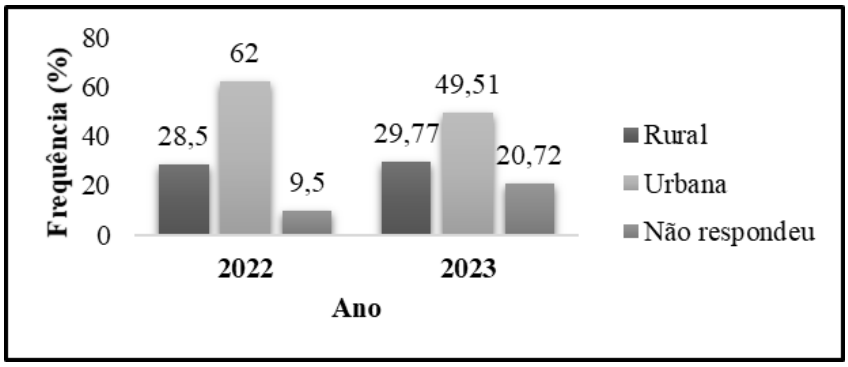
Fonte: Autores (2024).

Nota: *PR- Piranhas; *PA - Pão de Açúcar; *TP - Traipu; *SB - São Brás; *PP - Propriá; *IN - Igreja Nova; *PN - Penedo; *PB - Piaçabuçu.

Condições de acesso ao saneamento básico

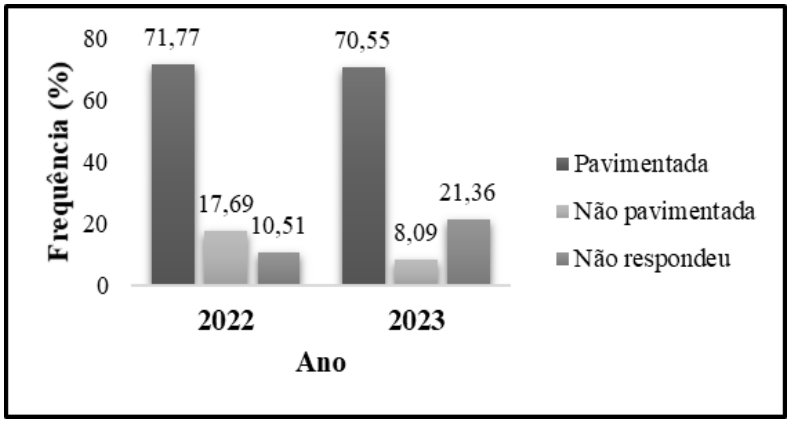
Os dados sobre o acesso das comunidades ribeirinhas ao saneamento básico mostraram, tanto na 5ª edição (2022) quanto na 6ª edição (2023) da expedição do São Francisco, que a maior parte dos ribeirinhos residia em zona urbana (Gráfico 1), com suas residências situadas em ruas pavimentadas (Gráfico 2). Além disso, a maioria relatou que essas mesmas ruas não apresentavam esgoto a céu aberto. No entanto, é importante ressaltar que em ambas as edições (5ª em 2022 e 6ª em 2023), mais de 20% dos ribeirinhos relataram a presença de esgotamento inapropriado próximo às residências, o qual escorre abertamente em áreas de circulação da população e, na maioria das vezes, é canalizado diretamente para o rio. Esses resultados demonstram a enorme fragilidade na infraestrutura sanitária dos municípios ribeirinhos (Gráfico 3).

Gráfico 1 - Distribuição dos participantes do estudo por zona de residência em comunidades ribeirinhas do BSF, durante a 5ª (2022) e 6ª (2023) da Expedição Científica



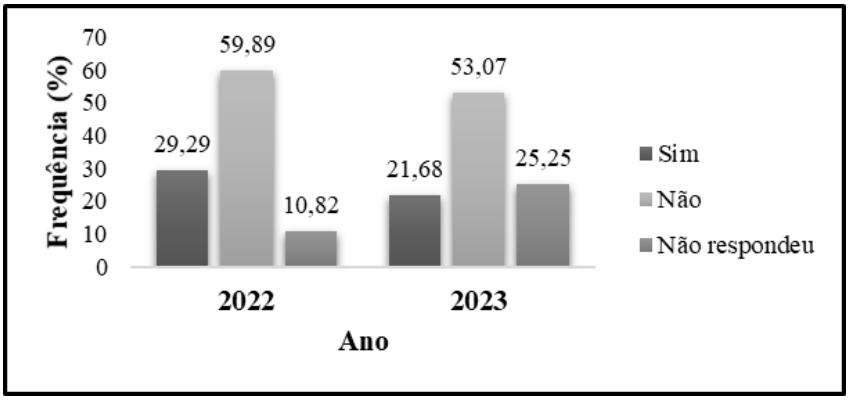
Fonte: Autores (2024).

Gráfico 2 - Infraestrutura das ruas existentes nos municípios visitados pela Expedição Científica durante a 5ª (2022) e a 6ª edição (2023) na região do Baixo São Francisco



Fonte: Autores (2024).

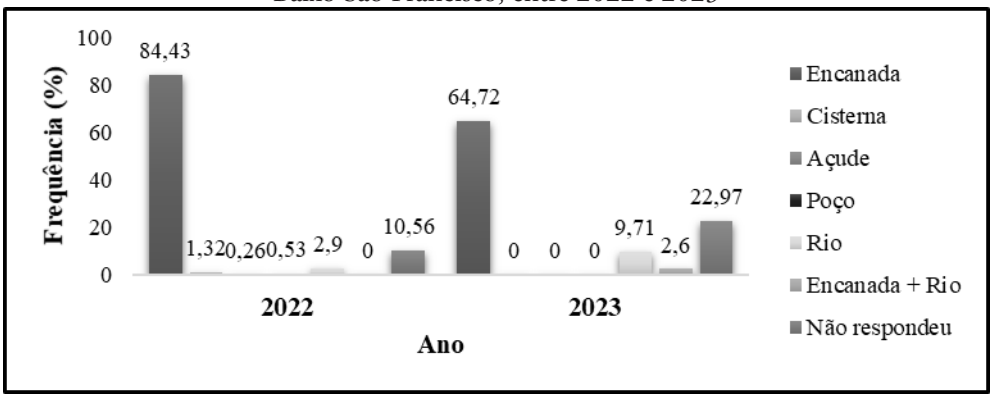
Gráfico 3 - Ocorrência de esgoto a céu aberto nas imediações das residências dos ribeirinhos dos municípios visitados durante a 5ª (2022) e a 6ª (2023) edição da Expedição Científica



Fonte: Autores (2024).

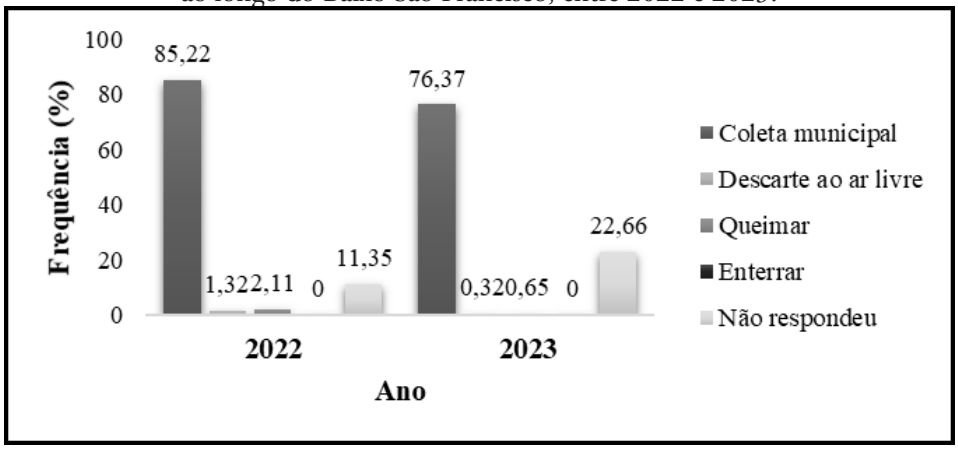
Outro ponto extremamente relevante, que impacta tanto na qualidade ambiental quanto na qualidade de vida da população, é o abastecimento de água. Nesse sentido, apesar de a água fornecida às residências ser encanada, em sua maioria é captada do rio e disponibilizada para a população pela companhia de saneamento local, que é responsável pelo tratamento (Gráfico 4). Por sua vez, a coleta de lixo é realizada por órgãos municipais, porém sem tratamento (Gráfico 5).

Gráfico 4 - Fontes de abastecimento de água nas comunidades ribeirinhas ao longo do Baixo São Francisco, entre 2022 e 2023



Fonte: Autores (2024).

Gráfico 5 - Formas de coleta de lixo que ocorre nos municípios ribeirinhos ao longo do Baixo São Francisco, entre 2022 e 2023.



Fonte: Autores (2024).

No que diz respeito à prevenção e ao controle de infecções parasitárias, discutir o acesso ao saneamento básico de qualidade é imprescindível. Uma boa infraestrutura de saneamento, incluindo pavimentação adequada das vias públicas, abastecimento de água tratada e esgotamento sanitário, contribui para a diminuição dos riscos de transmissão de determinados parasitos intestinais. Da mesma forma, uma infraestrutura de saneamento defasada torna-se um fator de risco para o adoecimento da população (De Alencar *et al.,* 2019; Fonseca *et al.,* 2020; Gonzáles *et al.,* 2021; Who, 2023c).

Resultados dos exames parasitológicos de fezes

Durante a 5ª edição (2022), foi realizado um total de 199 EPF pelo método de Kato-Katz (K-K), somando-se os oito municípios contemplados. Desse total, 6,53% (n=13) foram positivos para infecção helmíntica. Na 6ª edição (2023), foram realizados 104 EPF, dos quais 16,35% (n=17) foram positivos para alguma espécie de helminto (Tabela 3).

Tabela 3 - Proporção de EPF positivos e negativos por município, no Baixo São Francisco, coletados durante a 5ª (2022) e a 6ª (2023) da Expedição Científica

Município	2022			2023		
	Positivo	Negativo	Total	Positivo	Negativo	Total
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Piranhas	2 (11,76)	15 (88,24)	17 (100)	4 (21,05)	15 (78,95)	19 (100)
Pão de Açúcar	1 (14,28)	6 (85,72)	7 (100)	6 (30)	14 (70)	20 (100)
Traipu	4 (36,36)	7 (63,64)	11 (100)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Propriá	4 (16,00)	21 (84,00)	25 (100)	1 (25,00)	3 (75,00)	4 (100)
São Brás	0 (0,0)	25 (100)	25 (100)	3 (18,75)	13 (81,25)	16 (100)
Igreja Nova	1 (2,56)	38 (97,44)	39 (100)	0 (0,0)	20 (100)	20 (100)
Penedo	1 (2,18)	45 (97,82)	46 (100)	2 (15,38)	11 (84,62)	13 (100)
Piaçabuçu	0 (0,0)	28 (100)	28 (100)	1 (8,33)	11 (91,67)	12 (100)
Total	13 (6,53)	186 (93,47)	199 (100)	17 (16,35)	87 (83,65)	104 (100)

Fonte: Autores (2024).

Dentre os participantes que realizaram EPF nos municípios ribeirinhos em 2022 e 2023, a maioria foi do sexo feminino (65,02%/n=197) e reside na zona urbana (61,84%/n=175). Além disso, a maioria não possui o hábito de andar descalço (66,06%/n=227), nem de tomar banho de rio (66,06%/n=227). Durante o período de estudo (2022 a 2023), houve uma taxa de positividade de 9,90% (n=30) para infecções helmínticas, com o maior percentual de exames tendo sido realizado em 2022 (Tabela 4).

Tabela 4 - Perfil da população que realizou EPF em municípios ribeirinhos do Baixo São Francisco, durante a 5ª (2022) e a 6ª (2023) edição da Expedição Científica

Variável	Frequência	Percentual %
Sexo		
Feminino	197	65,02
Masculino	106	34,98
Zona de residência		
Rural	108	38,16
Urbana	175	61,84
Anda descalço		
Sim	53	33,94
Não	227	66,06
Toma banho de rio		
Sim	94	33,94
Não	183	66,06
EPF		
Positivo	30	9,90
Negativo	273	90,10
Ano		
2022	199	65,68
2023	104	34,32

Fonte: Autores (2024).

Nem sempre um resultado negativo quer dizer que o paciente não está parasitado por *S. mansoni* ou outros parasitos. É importante ressaltar que existem fatores limitantes que podem ser biológicos e/ou metodológicos. Tratando-se do método aplicado neste estudo, uma das limitações está diretamente relacionada à quantidade de amostras analisadas por paciente, à consistência das fezes e, consequentemente, à quantificação de ovos excretados (Bell, 1963; Bout *et al.,* 1975; Dos Santos *et al.,* 2023; Dos Santos Sousa *et al.,* 2021; Hoshino-Shimizu *et al.,* 1986). Hagan e Abath (1992), para o cálculo de ovos por grama de fezes, consideraram que a densidade será sempre igual a 1 (um), visto que o orifício existente na placa determina o volume e não o peso, uma vez que, do mesmo indivíduo, uma amostra de fezes seca pode ter uma contagem de ovos até 7 (sete) vezes maior do que em uma amostra úmida.

Outrossim, fezes líquidas, mesmo que estejam relacionadas à esquistossomose, não podem ser processadas pelo Kato-katz (Jassim; Catty; Hassan, 1987). A flutuação diária de eliminação dos ovos e a distribuição desigual deles no material fecal também são fatores que interferem na precisão do método (Barreto *et al.,* 1990; De Vlas *et al.,* 1997; Engels *et al.,* 1997). Corroborando os autores anteriormente citados, uma das dificuldades encontradas na realização do método foi a consistência do material fecal, visto que, em alguns municípios, os pacientes entregaram fezes disentéricas e/ou liquefeitas, sendo essas descartadas antes do processamento.

Apesar da baixa taxa de positividade observada no período de estudo, ressaltamos que fatores como a baixa carga parasitária que o indivíduo pode apresentar, as variações dos ciclos de liberação dos ovos pelos parasitos e a análise de apenas uma amostra de fezes são fatores limitantes que podem interferir no diagnóstico, resultando em falsos negativos. Assim, recomenda-se a coleta de pelo menos três amostras de fezes e o preparo de duas ou mais lâminas a partir de cada amostra, visando potencializar a sensibilidade do exame (Costa *et al.,* 2017; Dos Santos *et al.,* 2023; Dos Santos Sousa *et al.,* 2021; Santos *et al.,* 2021; Vitorino *et al.,* 2012).

A média de idade da população que realizou diagnóstico para helmintíase foi de 53,01. Não foi identificada diferença significativa entre positividade e negatividade do EPF no que tange à variável idade. Isso aponta que a faixa etária dos participantes do estudo não influenciou a ocorrência de infecção helmíntica na população ribeirinha no período de estudo (Tabela 5).

Apesar disso, vale ressaltar que essas infecções comumente acometem crianças em idade escolar, de modo que campanhas de desparasitação contribuem para a diminuição da prevalência de parasitoses intestinais em escolares. Todavia, tal contexto traz à tona a hipótese de que os adultos podem ser os responsáveis pela manutenção dos ciclos de transmissão dessas infecções, sobretudo em locais onde o saneamento básico é precário (Marquez *et al.,* 2002; Mesquita *et al.,* 2021).

Tabela 5 - Análise descritiva da variável idade dos participantes que realizaram EPF em municípios do Baixo São Francisco, durante a 5ª (2022) e 6ª (2023) edição da Expedição Científica

Variável	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
	53,01	13,97	19	103
IDADE	**Positivo**	**Negativo**	**P-valor**	
	55 ± 13.6	52.8 ± 14	0,414	

Fonte: Autores (2024).

Houve uma diferença significativa entre a taxa de positividade registrada nos dois anos de estudo, a qual foi significativamente maior em 2023 (p-valor 0,012), quando comparada a 2022. Contudo, não houve diferença significativa entre a taxa de positividade e as demais variáveis estudadas (Tabela 6). Alguns fatores que podem ter contribuído para esse aumento dos casos são a pré-exposição a coleções hídricas contaminadas, o consumo de alimentos contaminados, assim como higiene precária, saneamento defasado e baixo nível de conhecimento da população sobre as infecções parasitárias transmitidas pela água e pelo solo (Mesquita *et al.,* 2021; Santos *et al.,* 2023).

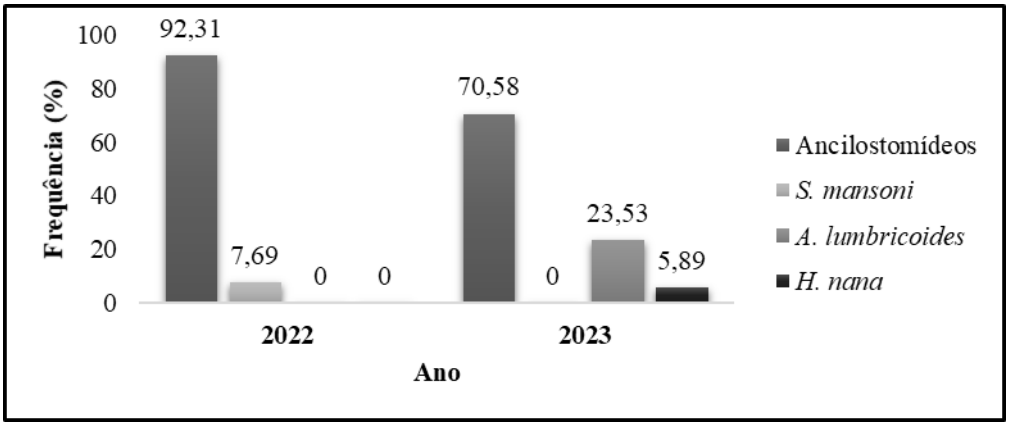
Tabela 6 - Tabela de referência cruzada das variáveis qualitativas em relação à taxa de positividade do EPF nos municípios ribeirinhos do Baixo São Francisco, durante a 5ª (2022) e a 6ª (2023) edição da Expedição Científica

Variável	Positivo (%)	Negativo (%)	P-valor
Sexo			
Feminino	23 (11.7)	174 (88.3)	0,227
Masculino	7 (6.6)	99 (93.4)	
Zona de residência			
Rural	9 (8.3)	99 (91.7)	0,986
Urbana	16 (9.1)	159 (90.9)	
Andar descalço			
Sim	6 (11.3)	47 (88.7)	0,996
Não	23 (10.1)	204 (89.9)	
Banho de rio			
Sim	9 (9.6)	85 (90.4)	0,888
Não	20 (10.9)	204 (89.9)	
Ano			
2022	14 (6.5)	186 (93.5)	**0,012**
2023	16 (16.3)	87 (83.7)	

Fonte: Autores (2024).

Com relação à diversidade de parasitos encontrada, do total de exames positivos em 2022 (5ª edição) (n=13), 92,31% (n=12) estavam infectados por ancilostomídeos (*A. duodenale* ou *N. americanus*) e 7,69% (n=1) *por S. mansoni*. Além disso, em 2023 (6ª edição), dentre os positivos (n=17), 70,58% (n=12) foram ancilostomídeos (*A. duodenale* ou *N. americanus*), 23,53% (n=4) *A. lumbricoides* e 5,89% (n=1) *Hymenolepis nana* (Gráfico 6).

Gráfico 6 - Ocorrência das espécies de helmintos em comunidade ribeirinhas, durante a 5ª (2022) e a 6ª (2023) edição da Expedição Científica



Fonte: Autores (2024).

Vale ressaltar que em 2022, a grande maioria das infecções foi causada pelos Ancilostomídeos (*A. duodenale* ou *N. americanus*), enquanto em 2023 houve uma distribuição um pouco mais heterogênea entre Ancilostomídeos, *A. lumbricoides* e *H. nana*. Tais achados sugerem um cenário epidemiológico dinâmico, no qual a positividade e a diversidade das infecções variaram de um ano para o outro.

Considerando os fatores comumente associados a esse tipo de infecção, é provável que essas mudanças observadas durante o referido período tenham sido influenciadas por condições socioeconômicas e ambientais, práticas de higiene precárias, falta de conhecimento sobre as formas de prevenção de parasitoses, além de fragilidades nas medidas de controle de programas de saúde voltados ao combate das parasitoses implementadas (Chaves *et al.*, 2020; Mesquita *et al.*, 2021; Moreira *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2023).

Em consonância com os resultados observados neste estudo, outros trabalhos realizados no Brasil apontam os ancilostomídeos (*A. duodenale* ou *N. americanus*) e *A. lumbricoides* como alguns dos principais agentes etiológicos das infecções diagnosticadas, apresentando taxas de prevalência variáveis em diferentes estados do país. Dentre eles, o estado de Alagoas é citado como uma das regiões com maior predominância para infecções pelos referidos helmintos (Dos Santos *et al.,* 2021; Mesquita *et al.,* 2021).

É importante salientar que uma das limitações deste estudo é que foi preparada apenas uma lâmina por amostra de fezes, o que, conforme supracitado, pode ter como consequência a subnotificação das infecções. Contudo, o referido padrão foi adotado em virtude da logística das atividades em campo, que envolviam tanto a demanda de atividades voltadas à saúde quanto o tempo de permanência em cada município, impossibilitando que um maior quantitativo de lâminas fosse preparado a partir de cada amostra de fezes. Outra limitação foi a não adesão do município de Traipu, uma vez que a solicitação foi encaminhada com antecedência, no entanto a SMS (Secretaria Municipal de Saúde) não encaminhou os coletores em tempo hábil para os pacientes.

O Decreto nº 6040/2007 deixa claros os direitos dos Povos Tradicionais e, dentre eles, estão os ribeirinhos. As condições de saúde e vulnerabilidade demonstram uma fragilidade enorme na comunidade e, subsequentemente, na qualidade de vida. Como evitar as parasitoses veiculadas pela água, se o esgoto doméstico e/ou sanitário é canalizado diretamente para o rio, e a população o utiliza em suas práticas laborais? Como está a oferta do serviço de saúde para

as comunidades ribeirinhas? É complicado não enxergar os elos dessa cadeia. E esses elos estão conectados diretamente com a educação, meio ambiente e responsabilidade social. A meta 3.3. do ODS-3 define que até 2030 deverá acabar com as epidemias de Aids, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, combater a hepatite, doenças transmitidas pela água e outras doenças transmissíveis. Para atingir essa meta, grandes esforços precisam ser feitos, principalmente no que concerne às políticas públicas que visem ao meio ambiente, à saúde, à educação e à cidadania.

Considerações finais

O aumento significativo na taxa de positividade constatada em 2023 sugere a necessidade de ações de monitoramento e controle de infecções helmínticas na população ribeirinha do Baixo São Francisco, haja vista que diversos fatores socioeconômicos, hábitos do cotidiano e nível de conhecimento da população são risco para este tipo de infecção. Destacamos ainda que as comunidades ribeirinhas, em sua maioria, utilizam a água do rio em sua rotina e têm contato perene com o solo, estando assim expostas ao risco de infecção por essas parasitoses. Além disso, os helmintos transmitidos pelo solo e pela água podem causar graves prejuízos à saúde da população se não forem corretamente diagnosticados e tratados.

Os achados deste estudo sugerem a necessidade do desenvolvimento de políticas públicas em saúde nos municípios ribeirinhos do Baixo São Francisco, que visem à prevenção e ao controle de parasitoses intestinais na região. Destacando, nessa perspectiva, a importância das melhorias do saneamento básico nestes municípios e o relevante papel da educação em saúde para a população no enfrentamento às infecções parasitárias.

Referências

ALAGOAS. Secretaria de Estado da Saúde de Alagoas (SESAU). **Boletim epidemiológico anual esquistossomose – Alagoas 2020**. Maceió: SESAU, 2021.

ALBUQUERQUE, M. V. *et al.* **Desigualdades regionais na saúde**: mudanças observadas no Brasil de 2000 a 2016. 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csc/a/mnpHNBCXdptWTzt64rx5GSn/. Acesso em: 16 abr. 2024.

ALMEIDA, V. F. *et al.* Caminhos da população ribeirinha no acesso à urgência e à emergência: desafios e potencialidades. **Interface**, v. 26, e210769, 2022.

ANTUNES, R. S. *et al.* **Parasitoses intestinais**: prevalência e aspectos epidemiológicos em moradores de rua. 2020. Disponível em: https://www.rbac.org.br/wp-content/uploads/2020/06/RBAC-vol-52-1-2020-ref-894.pdf. Acesso em: 10 abr. 2024.

BARRETO, M. L.; SMITH, D. H.; SLEIGH, A. C. **Implications of faecal egg count variation when using the Kato-Katz method to assess *Schistosoma mansoni* infections.** 1990. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/5104/1/s2.0-003592039090037F-main.pdf. Acesso em: 14 abr. 2024.

BELL, D. R. **A new method for counting *Schistosoma mansoni* eggs in faeces with special reference therapeutical trials**. 1963. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2555001/. Acesso em: 12 abr. 2024.

BINA, J.C.; PRATA, A**. Esquistossomose na área hiperendêmica de Taquarendi**. I – Infecção pelo *Schistosoma mansoni* e formas graves. 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/pVbD79yzR5kCzxbkhxh8SWP/?lang=pt. Acesso em: 01 maio 2024.

BOUT, D.; SANTORO, F.; CAPRON, A. Déteccion des immunocomplexes dans la bilharziose. **Médecine et Maladies Infectieuses**, v. 5, p. 631-636, 1975.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico:** Doenças Tropicais Negligenciadas. 2021. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/boletins-epidemiologicos/especiais/2021/boletim_especial_doencas_negligenciadas.pdf. Acesso em: 25 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância da Esquistossomose mansoni**: diretrizes técnicas. 2014. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_esquistossome_mansoni_diretrizes_tecnicas.pdf. Acesso em: 15 jun. 2022.

BRASIL. Secretaria de vigilância de saúde. **Guia de Vigilância Epidemiológica.** Brasília: Secretaria de vigilância de saúde, 2009.

CELESTINO, A. O. *et al.* **Prevalence of intestinal parasitic infections in Brazil**: a systematic review. 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/pwpgB7bMYcJGD4RWG5MdNrC. Acesso em: 08 mar. 2024.

CHAVES, M. F. *et al.* **Avaliação de variáveis sociodemográficas e da qualidade de vida de portadores de helmintiases intestinais em um Hospital Universitário**. 2020. Disponível em: https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ries/article/view/1675. Acesso em: 05 mar. 2024.

COSTA, C. S. *et al.* **Programa de Controle da Esquistossomose**: avaliação da implantação em três municípios da Zona da Mata de Pernambuco, Brasil. 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/sdeb/a/zS8pjhqMZjMjZrxHTmccghq/. Acesso em: 28 abr. 2024.

COUTO, J. L. A. **Esquistossomose mansoni em duas mesorregiões do estado de Alagoas**. 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/WnBnbNL3D48Z4JpHqP4BKsk/?lang=pt. Acesso em: 06 mar. 2024.

CRISOSTOMO, B. L.; DE LIMA, M. M.; CRISOSTOMO, L. M. L. **Prevalência e caracterização de enteroparasitos em análises de fezes em um distrito da Bahia, Brasil**. 2019. Disponível em: https://rbsp.sesab.ba.gov.br/index.php/rbsp/article/view/2613. Acesso em: 16 mar. 2024.

DE ALENCAR, I. Z. *et al.* **Ausência de saneamento básico e sua relação com a diarreia em crianças no nordeste brasileiro, nos anos de 2007 a 2019**: uma revisão de literatura. 2019. Disponível em: https://estacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/estacaocientifica/article/view/2336. Acesso em: 30 abr. 2024.

DE VLAS, S. J. *et al.* **Validation of a chart to estimate true *Schistosoma mansoni* prevalences from simple egg counts**. 1997. Disponível em: http:10.1017/S0031182096008207. Acesso em: 01 maio 2024.

DOS SANTOS SOUSA, D. G. *et al.* **Desafios e perspectivas do diagnóstico da esquistossomose mansônica no Brasil:** revisão de literatura. 2021. Disponível em: Desafios-

e-perspectivas-do-diagnostico-da-esquistossomose-mansonica-no-Brasil-revisao-de-literatura.pdf (researchgate.net). Acesso em: 13 abr. 2024.

DOS SANTOS, A. J. *et al.* **Indicadores epidemiológicos e operacionais do programa de controle da esquistossomose**: estudo ecológico em região endêmica no estado de Alagoas, Brasil, 2008–2016. 2023. Disponível em: https://www.diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/2444. Acesso em: 13 mar. 2024.

DOS SANTOS, A. K. A. *et al.* **Relação presença de helmintos e eosinofilia no sangue periférico**: Acampamento Cigano no alto Sertão Alagoano. 2021. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/28833. Acesso em: 13 abr. 2024.

DOS SANTOS, J. *et al.* **Parasitoses intestinais em crianças de creche comunitária em Florianópolis, SC, Brasil**. 2014. Disponível em: https://revistas.ufg.br/iptsp/article/view/32201. Acesso em: 13 abr. 2024.

ENGELS, D. *et al.* **Day-to-day egg count fluctuation in *Schistosoma mansoni* infection and its operational implications.** 1997. Disponível em: https://europepmc.org/article/med/8615440. Acesso em: 13 maio 2024.

FERREIRA, I. L. M.; SILVA, T. P. T. **Mortalidade por esquistossomose no Brasil**: 1980-2003. 2007. Disponível em: https://revistas.ufg.br/iptsp/article/download/1817/1736/8188. Acesso em: 13 abr. 2024.

FONSECA, E. C. R. *et al.* **Revisão de literatura resíduos domésticos da área urbana brasileira e a leptospirose.** 2020. Disponível em: https://pesquisa.fametro.edu.br/wp-content/uploads/2023/03/Pol_Publicas.pdf#page=30. Acesso em: 12 abr. 2024.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Programa de Controle da Esquistossomose:** relatório de Atividades. Brasília: Ministério da Saúde, 1995b.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Programa de Controle da Esquistossomose:** retrospectiva e Comentários das Operações de Campo do Programa de Controle da Esquistossomose no Estado de Alagoas, no período de 1977 a 1994. Maceió: Ministério da Saúde, 1995a.

GARNELO, L. *et al.* **Acesso e cobertura da Atenção Primária à Saúde para populações rurais e urbanas na região norte do Brasil**. 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/sdeb/a/3tZ6QRxxTsPJNj9XwDftbgS/?lang=pt. Acesso em: 13 abr. 2024.

GONZÁLEZ, S. C. V. *et al.* **Saneamento ambiental e esquistossomose em uma comunidade do Nordeste do Brasil.** 2021. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17382. Acesso em: 07 fev. 2024.

HOSHINO-SHIMIZU, S. *et al.* Aspectos sorológicos e epidemiológicos da esquistossomose mansônica. **Suplemento dos Anais da Academia Mineira de Medicina**, v. 14, p. 67-89, 1986.

JASSIM, A.; CATTY, D.; HASSAN, K. Antibody isotypes in human schistosomiasis mansoni in Sudan. **Parasite Immunology**, v. 9, p. 651-665, 1987.

KATO, K. Acorrect applicationof the thick-smear technique with cellophane-paper cover. **A pamphlet**, v. 19, p. 1-9. 1960.

KATO, K.; MIURA, M. Comparative examinations. **Japanese Journal of Parasitology**, v. 3, p. 35, 1954.

KATZ, N, PEIXOTO, S. V. **Critical analysis of the estimated number of Schistosomiasis mansoni carriers in Brazil**. 2000. Disponível em: https://www.proquest.com/docview/1449170070?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true&sourcetype=Scholarly%20Journals. Acesso em: 10 maio 2024.

KATZ, N. *et al.* A simple device for quantitative stool thick-smear technique in schistosomiasis mansoni. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 14, n. 6, p. 397-400, 1972.

KATZ, N. **Inquérito nacional de prevalência da esquistossomose mansoni e geo-helmintoses**. 2018. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/25662. Acesso em: 13 abr. 2024.

LAGO, I. R. L. A saúde das comunidades ribeirinhas: análise situacional e o acesso aos serviços de atenção primária. 2024. 98f. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde da Família), Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), 2021. Disponível em: https://profsaude-abrasco.fiocruz.br/tcm/saude-comunidades-ribeirinhas-analise-situacional-acesso-aos-servicos-atencao-primaria. Acesso em: 10 maio 2024.

LE BLANC, David. "Towards Integration at Last? The Sustainable Development Goals as a Network of Targets". **Sustainable Development,** n. 23, p. 176-187, abr. 2015.

LENGELER, C.; UTZINGER, J.; TANNER. Questionares for rapid screening of

LINEBACH, J. A. *et al.* **Nonparametric statistics for applied research** 2014. Disponível em: https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-9041-8. Acesso em: 13 abr. 2024.

MARQUEZ, A. S. *et al.* **Prevalência de enteroparasitoses em crianças de um bairro de baixa renda de Londrina–Paraná**. 2002. Disponível em: https://journalhealthscience.pgsscogna.com.br/JHealthSci/article/view/1675. Acesso em: 15 abr. 2024.

MENEZES, H. Z. *et al.* Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades. *In.:* Menezes, H. Z. (org.). **Os objetivos de desenvolvimento sustentável e as relações internacionais**. João Pessoa: Editora UFPB, 2019. p. 63-78.

MESQUITA, C. A. M. *et al.* **Prevalência de infecções por geo-helmintos em comunidades brasileiras**: A sistematic review. 2021.Disponível em: https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/3931. Acesso em: 15 abr. 2024.

MOREIRA, M. A. *et al.* **Cenário da prevalência e condições socioambientais associadas às geo-helmintíases no Brasil**: Uma revisão integrativa da literatura. 2021. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15000. Acesso em: 10 abr. 2024.

OLIVEIRA, S. A. V. **Produção da proteína recombinante sm15 com potencial para o diagnóstico de pacientes infectados *Schistosoma mansoni***. 2015. 86f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Biociências e Biotecnologia em Saúde) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Recife, 2015.

RABELLO, A. *et al.* Diagnóstico parasitológico, imunológico e molecular da Esquistossomose mansoni. *In:* CARVALHO, O. S.; COELHO, P. M. Z.; LENZI, H. L.

(Org.) ***Schistosoma mansoni* e esquistossomose:** uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2008. p. 895-925.

RODRIGUES, J. A.; CARNEIRO, W. S.; ATHAYDE, A. C. R. **Infecções por helmintos gastrointestinais**: perfil de crianças em escolas públicas e privadas do Sertão Paraibano**.** 2013. Disponível em: https://www.academia.edu/download/38645446/artigo_News_lab.pdf. Acesso em: 16 abr. 2024.

SAITO, R. K.; RODRIGUES, A. F. S. F. **A importância da análise do solo nos estudos epidemiológicos sobre parasitoses intestinais**. 2012. Disponível em: http://periodicos.ufjf.br/index.php/aps/article/view/14942. Acesso em: 11 abr. 2024.

SANTOS, A. J. *et al.* **Knowledge, attitude and practices towards the prevention of schistosomiasis mansoni in an endemic area of alagoas, northeast Brazil**. 2023. Disponível em: https://www.mdpi.com/2414-6366/8/1/34. Acesso em: 16 abr. 2024.

SANTOS, I. G. A. *et al.* **Aspectos relacionados com a positividade para a esquistossomose**: estudo transversal em área de baixa prevalência em Alagoas, 2020. 2021. Disponível em: https://www.scielosp.org/article/ress/2021.v30n2/e2020520/pt/. Acesso em: 09 abr. 2024.

schistosomiasis in sub-Saharan, Africa. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 80, p. 235-242, 2002. Disponível em: https://www.scielosp.org/pdf/bwho/v80n3/v80n3a10.pdf. Acesso em: 10 mar. 2024.

SOBRINHO, F. S. L. *et al.* **Incidência de Esquistossomose Mansônica no Nordeste brasileiro, no período de 2013 a 2017**. 2020. Disponível em: https://www.diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/984. Acesso em: 13 maio 2024.

STUDENT. **The probable error of a mean.** 1908. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/2331554. Acesso em: 17 abr. 2024.

THE R CORE TEAM. **R**: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. 2023. Disponivel em: https://www.r-project.org/. Acesso em: 05 abr. 2024.

VITORINO, R. R. *et al.* **Esquistossomose mansônica**: diagnóstico, tratamento, epidemiologia, profilaxia e controle. 2012. Disponível em: http://www.sbcm.org.br/revistas/RBCM/RBCM-2012-01.pdf#page=36. Acesso em: 10 mar. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Neglected Tropical Diseases**. 2024. Disponível em: https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/neglected-tropical-diseases. Acesso em: 13 abr. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Sanitation.** 2023c. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation. Acesso em: 28 jan. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Schistosomiasis.** 2023a. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/schistosomiasis. Acesso em: 13 abr. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Soil-transmitted helminth infections.** 2023b. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/soil-transmitted-helminth-infections. Acesso em: 13 abr. 2024.

CAPÍTULO 15

ENVELHECIMENTO E QUALIDADE DE VIDA DA COMUNIDADE RIBEIRINHA DO BAIXO RIO SÃO FRANCISCO

Maria do Socorro Meneses Dantas[77], Eliane Aparecida Holanda Cavalcanti[78], Larissa Silveira de Mendonça Fragoso[79], Antônio Passos Lima Filho[80], Cyro Rego Cabral Junior[81], José Mauricio Meneses Dantas Bandeira[82]

Resumo: Este estudo teve como objetivo analisar a percepção do processo de envelhecimento e da qualidade de vida das pessoas idosas que vivem nas comunidades da região do Baixo Rio São Francisco. O estudo foi desenvolvido durante a V e VII Expedições Científicas do Baixo Rio São Francisco, promovidas pela Universidade Federal de Alagoas. A amostra foi composta por 77 homens e 99 mulheres, com idade igual ou superior a 60 anos, selecionada através da técnica "Bola de Neve". Os cenários da pesquisa foram as cidades em Alagoas: Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, Lagoa Comprida/São Brás, Chinaré/Igreja Nova, Penedo, Piaçabuçu, e em Sergipe: Propriá, Brejo Grande. Os instrumentos para coleta de dados foram o questionário *Europe Health Interview Surveys – Quality of Life* (*EUROHIS-QOL*-8) e entrevistas com perguntas abertas gravadas em áudio. Resultados: os respondentes apresentaram percepção de boa qualidade de vida nas cidades de Piranhas e Pão de Açúcar. Pode-se observar que a maior média de idade foi para os homens (70,5±8,3 anos vs. 69,0±6,8 anos) em 2022. Em 2023, a maior média de idade foi para os homens (71,0±8,0 anos vs. 70,5±8,4 anos). Conclusão: A percepção de qualidade de vida dos participantes deste estudo, de maneira geral, foi boa. Ao comparar a qualidade de vida de pessoas idosas do Baixo Rio São Francisco de acordo com sexo e faixa etária, evidenciou-se que houve diferença na percepção da qualidade de vida e fatores como o sexo e idade possivelmente podem influenciar nesta percepção. Nas entrevistas, ficou clara a preocupação com o impacto do assoreamento e poluição do Rio São Francisco na qualidade de vida.

Palavras-chave: Pessoa Idosa; Expedição Científica; Baixo São Francisco; Qualidade de Vida.

Introdução

No Brasil, de acordo com a Política Nacional do Idoso, é considerado idoso o indivíduo com 60 anos ou mais, diferentemente de alguns países, que consideram idosa a pessoa com 75 anos ou mais. A percepção de velhice e de ser idoso vem mudando ao longo dos anos.

Este estudo reconhece a velhice como um fenômeno biológico, mas percebe que a percepção do envelhecimento e da velhice tem mudado e ocorre de maneiras diferentes dependendo da história de vida e do ambiente onde se vive. Nesse sentido, este trabalho discute a autopercepção da qualidade de vida e a percepção do envelhecimento de pessoas com poucos recursos que vivem em regiões às margens do Baixo Rio São Francisco.

---

77 Docente do Instituto de Educação Física e Esporte (Iefe) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

78 Bióloga, docente, coordenadora do Laboratório Clínico da Ufal - Unidade de Testagens e coordenadora das ações de saúde na Expedição Científica do Baixo São Francisco;

79 Cirurgião-dentista e docente da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Alagoas (Foufal);

80 Docente do Instituto de Educação Física e Esporte (Iefe) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

81 Docente da Faculdade de Nutrição (Fanut) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

82 Graduando de Medicina no Centro Universitário Cesmac.

O presente estudo apresenta uma reflexão sobre as dimensões do processo de envelhecimento e uma análise da autopercepção da qualidade de vida e do significado de envelhecer para idosos ribeirinhos.

Este estudo tem como principal objetivo contribuir para o debate de políticas públicas voltadas para as pessoas que vivem e envelhecem às margens do Baixo Rio São Francisco. Destaca, principalmente, as questões relacionadas à qualidade de vida e o que essas pessoas pensam sobre viver e envelhecer às margens do rio.

Para isso, inicialmente, apresenta-se uma discussão conceitual sobre envelhecimento e qualidade de vida, bem como o objetivo deste estudo. Em seguida, descreve-se o percurso metodológico, a análise e discussão dos dados, e as considerações finais.

O envelhecimento

O envelhecimento populacional é um fenômeno mundial. O número de pessoas idosas corresponde a 12,3% da população mundial, e pressupõe-se que esse percentual chegará a 21,3% em 2050 (*United Nations*, 2017). No Brasil, a população idosa tem crescido nas últimas décadas, ocorrendo profundas mudanças demográficas. Essas mudanças se relacionam com o ritmo de crescimento da população e com alterações na estrutura etária da população, produto da acentuada queda da fecundidade e do aumento da longevidade brasileira. O índice de envelhecimento chegou a 55,2 em 2022, indicando que há 55,2 pessoas com 65 anos ou mais de idade para cada 100 crianças de 0 a 14 anos. Em Alagoas, a proporção é de 39,3 pessoas idosas para cada 100 crianças (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2022).

O envelhecimento pode ser definido como um processo natural inerente a todo ser humano, porém, para algumas pessoas, esse fenômeno ocorre gradativamente, devido às mudanças que variam de indivíduo para indivíduo, de acordo com suas particularidades (Negrão; Barreto, 2010). O envelhecimento é um processo adaptativo, lento e contínuo, implicando uma série de modificações em todos os sentidos, em que interferem numerosos fatores biológicos, psicológicos, sociais e culturais. Esses fatores são, ainda, influenciados pelos contextos em que vivemos: os estilos de vida, o gênero, a profissão, o rendimento econômico e a acessibilidade a serviços de saúde, dentre muitos outros aspectos que marcam a forma como nosso corpo e nossa mente sentem a passagem do tempo (Gonçalves, 2015). Assim, pode-se dizer que o envelhecimento é percebido como uma ação evolutiva e ininterrupta, que se inicia no nascimento e perdura até a morte (Silva *et al.,* 2012). De forma geral, a longevidade traz o aumento das fragilidades, das doenças crônicas e incapacitantes, da necessidade de cuidados. As mudanças provocadas pelo processo de envelhecimento são perceptíveis quando se associa o tempo com as alterações sociais, psicológicas e biológicas.

A representação negativa que a sociedade tem da pessoa idosa se apoia no modelo produtivista, que sustentou a sociedade capitalista, em que a ideia disseminada é que o ser humano vale pelo que produz. É perceptível que o discurso dominante sobre a velhice nas sociedades capitalistas está ligado ao trabalho, desconsiderando a totalidade do ser social (Minayo; Coimbra Jr., 2002). As regiões banhadas pelo Rio São Francisco apresentam grandes contrastes no perfil populacional. Existem áreas com elevados níveis de riqueza e densidade demográfica e outras com reduzidos níveis de renda e densidade populacional (CBHSF, 2022). O Rio São Francisco apresenta uma realidade complexa e dinâmica. Essa complexidade abrange o aspecto físico e

também as peculiaridades socioeconômicas, culturais e identitárias ligadas às vivências e aos significados que as pessoas atribuem ao ambiente em que vivem (Silva; Vargas, 2020).

São diversas as formas de envelhecer e de percepção da velhice; as formas como cada um percebe e vivencia esse processo estão relacionadas ao contexto histórico e ao meio cultural em que essa pessoa vive. O local onde se vive tem forte influência na forma de envelhecer, o contexto social pode implicar a qualidade de vida e a percepção do próprio envelhecimento. Assim, provavelmente, a pessoa idosa terá por influência representações e práticas sociais determinadas pelo contexto em que vive.

Nessa direção, avaliar a qualidade de vida de pessoas idosas é relevante para entender as condições de vida de uma pessoa ou de uma comunidade (Camões *et al.,* 2016; Carvalho *et al.,* 2022). A expressão "qualidade de vida" tem várias vertentes, estando relacionada a sentimentos e emoções, relações pessoais, eventos profissionais, política, sistemas de saúde, atividades de apoio social, dentre outros. Porém, Pires *et al.* (2018) apontam para um conceito de qualidade de vida subjetivo, multidimensional com elementos positivos e negativos. Dizem que qualidade de vida é a percepção do indivíduo de sua posição na vida, no contexto da cultura, valores nos quais vive, e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações. Dessa forma, qualidade de vida é um conceito amplo e complexo, que contempla o estado psicológico, a saúde física, as relações sociais, as crenças pessoais, o nível de independência e a relação com as características do meio ambiente (Pereira *et al.,* 2006).

A Organização Mundial de Saúde (OMS), em 1946, definiu "saúde" como um estado de completo bem-estar físico, mental e social. Sob essa perspectiva, o Ministério da Saúde (2022) destaca que a percepção do conceito de qualidade de vida tem muitos pontos em comum com a definição de saúde. Por ser um construto individual e influenciado por múltiplos fatores, é fundamental analisar o corpo, a mente e até mesmo o contexto social no qual o indivíduo está inserido para conceituar melhor o estado de saúde e, nessa direção, conceituar a qualidade de vida individual.

Pesquisas têm avaliado a qualidade de vida (QV) no processo de envelhecimento, entretanto estudos com pessoas idosas que vivem às margens do Baixo Rio São Francisco ainda são escassos. A inserção constante da pessoa idosa na sociedade é um desafio para fazer do envelhecimento um tema comum para o desenvolvimento de políticas públicas. É esperado que ocorram mudanças para fazer dessa população uma prioridade, principalmente no quesito saúde pública, mas também em outras áreas, como moradia, saneamento, educação, previdência, entre outras (Bezerra *et al.,* 2002; Miranda *et al.,* 2016).

Nesse sentido, procurando compreender o processo de envelhecimento e da qualidade de vida para os ribeirinhos do Baixo Rio São Francisco, nas suas diferentes dimensões, tomamos por base, para este estudo, a aplicação de um questionário sobre qualidade de vida e os discursos das pessoas idosas para compreensão desta realidade. Reconhecendo que neste processo cruzam-se forças que podem ter origem no indivíduo, no contexto no qual o indivíduo encontra-se inserido ou num cruzamento dos dois.

Os dados aqui apresentados foram coletados durante a V e VI Expedição Científica do Baixo Rio São Francisco, realizada pela Universidade Federal de Alagoas (Ufal), na região do Baixo Rio São Francisco, nos anos de 2022 e 2023. O objetivo deste estudo foi analisar a percepção do processo de envelhecimento e da qualidade de vida das pessoas idosas que vivem nas comunidades da região ribeirinha do Rio São Francisco.

Esse é um estudo exploratório-descritivo e transversal. Os dados foram coletados através de um questionário e entrevistas realizadas com pessoas idosas (homens e mulheres com idade igual ou superior a 60 anos) que moram em comunidades à beira do Baixo São Francisco, em municípios de Alagoas e Sergipe, Brasil. Houve inicialmente um primeiro contato com as Unidades de Saúde de cada cidade por onde a Expedição Científica passou; em seguida, cada município foi visitado, e ficou acertado que os locais da coleta de dados seriam essas Unidades de Saúde. A amostra foi selecionada através da técnica "Bola de Neve".

Essa técnica é uma forma de amostra não probabilística utilizada onde os participantes iniciais de um estudo indicam novos participantes, e assim sucessivamente (Vinuto, 2014). Para a coleta de dados sobre qualidade de vida, utilizamos o questionário EUROHIS-QOL-8 (Pereira, 2011). O instrumento é composto por oito questões referentes a quatro domínios de QV (físico, psicológico, relações sociais e meio ambiente). As perguntas são respondidas de acordo com uma escala de cinco pontos que varia de 1 (nada ou muito ruim) a 5 (totalmente ou ótimo).

Para as análises estatísticas, utilizou-se o pacote estatístico R for *Windows*, versão 4.2.3 (2023-03-15 ucrt), onde foi realizada uma análise exploratória seguida de teste de Shapiro-Wilks ($p<0,05$) para observância de normalidade e, em continuação a estas, as análises inferências através dos testes t-*student*, Anova, Tukey-HSD, Alfa de *Cronbach* e Análise de correlação linear de Pearson ($p<0,05$). Adotou-se um nível alfa de significância para o erro experimental igual a 5% ($p<0,05$).

Para entender a percepção do envelhecimento, utilizamos a entrevista gravada a partir de duas perguntas abertas: "O que é envelhecer para o/a senhor/a?" e "O que significa envelhecer à margem do Rio São Francisco"? As entrevistas foram gravadas em áudio do telefone celular da marca Samsung, de forma individual em salas dos Centros de Saúde de cada cidade por onde a Expedição passou. Cada entrevista aconteceu a partir de duas perguntas norteadoras: "O que é envelhecer para o/a senhor/a?" e "O que significa envelhecer à margem do Rio São Francisco?". Para a análise dos dados da entrevista, foi utilizada a análise de conteúdo temático-categorial. As entrevistas foram gravadas em áudio, utilizando o gravador de um aparelho celular Samsung, e transcritas para futura análise. Os critérios de inclusão foram: Ter idade igual ou superior a 60 anos; assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O critério de exclusão foi não responder completamente ao questionário.

Inicialmente, o questionário EUROHIS-QOL-8 foi aplicado em 2022 com 125 pessoas, sendo 84 mulheres e 41 homens com idade igual ou superior a 60 anos. Para entender a percepção do envelhecimento, entrevistamos 30 pessoas do grupo de 125, e a entrevista foi gravada em áudio. Em 2023, a amostra do estudo foi composta por 57 participantes, sendo 35 mulheres e 22 homens com idade igual ou superior a 60 anos. Em 2023, Brejo Grande, SE, não fez parte do estudo. Da mesma forma, não foram realizadas entrevistas gravadas em áudio. A seguir, serão apresentadas as Tabelas com os resultados dos dados coletados.

Qualidade de Vida das pessoas participantes do estudo no ano de 2022. Resultados do questionário EUROHIS-QOL-8 -

A tabela 1 apresenta a prevalência para sexo, faixa etária e município de moradia dos participantes do estudo no ano de 2022.

Tabela 1 - Qualidade de Vida – prevalência para sexo, faixa etária e município de moradia no estudo de 2022

Variável	n (%)	M (DP)[1]
Sexo		
Feminino	64 (53,8)	69,0 (6,8)
Masculino	55 (46,2)	70,5 (8,3)
Faixa etária *(anos)*		
60 ⊦ 65	37 (31,1)	-
65 ⊦ 70	30 (25,2)	-
70 ⊦ 75	21 (17,6)	-
75 ⊦ 80	19 (16,0)	-
80 ⊦ 85	09 (7,6)	-
85 ⊦ 90	00 (0,0)	-
≥ 90	03 (2,5)	-
Município		
Brejo Grande	04 (3,4)	-
Igreja Nova	16 (13,4)	-
Lagoa Comprida	18 (15,1)	-
Pão de Açúcar	19 (16,0)	-
Penedo	13 (10,9)	-
Piaçabuçu	13 (10,9)	-
Piranhas	17 (14,3)	-
Propriá	05 (4,2)	-
Traipu	14 (11,8)	-

[1] Média e desvio-padrão da amostra.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Pode-se observar que a maior média de idade foi para os homens (70,5±8,3 anos vs. 69,0±6,8 anos), mesmo estando em uma proporção menor em relação às mulheres (46,2 vs. 53,8%). Quanto à faixa etária, os participantes com idades entre 60 e 65 anos apresentaram a maior prevalência (31,1%). O município de Pão de Açúcar apresentou a maior prevalência de participantes (16,0%), seguido de Lagoa Comprida com 15,1% (Tabela 2). A Tabela 2 apresenta os escores médios finais da QvD para sexo, faixa etária e local de moradia dos participantes deste estudo referente ao ano de 2022.

Tabela 2 - Escore final de qualidade de vida por sexo, faixa etária e localidade dos participantes do estudo no ano de 2022

Variável	Escore Final[§]
Sexo	
Feminino	75,7 (9,6) [£]a
Masculino	72,3 (8,0)b
Faixa etária *(anos)*	
60 ⊦ 65	71,9 (9,2)a
65 ⊦ 70	75,3 (9,2)a
70 ⊦ 75	75,8 (5,3)a
75 ⊦80	75,8 (8,3)a
80 ⊦85	73,9 (12,1)a
85 ⊦90	-
≥ 90	67,5 (17,3)a
Município	
Brejo Grande	61,3 (8,6)ac
Igreja Nova	73,8 (8,9)a
Lagoa Comprida	70,1 (8,5)ac
Pão de Açúcar	81,5 (7,0)ab
Penedo	72,5 (6,1)a
Piaçabuçu	73,1 (9,7)a
Piranhas	75,7 (6,9)a
Propriá	69,0 (9,8)a
Traipu	75,7 (9,2)a

[§]Média (DP). [α]Mediana (IIQ). [£]Teste *t*. [γ]Teste F.

Letras iguais na coluna indicam similaridade estatística pelo teste de Tukey-HSD (p≥0,05).

Fonte: Dados do estudo (2023)

Observa-se que houve diferença significativa (p<0,05) nos escores finais de QvD para o sexo, onde os maiores valores foram encontrados para as mulheres idosas. Em relação à faixa etária, não foi observada nenhuma diferença significativa (p<0,05) nos escores finais de QvD. Entretanto, em relação ao município de residência, observou-se que os participantes de Pão de Açúcar apresentaram os maiores valores de QvD, ao contrário dos municípios de Brejo Grande e Propriá, que possuíam valores de QvD semelhantes aos demais lugares (Tabela 2).

Com um Alfa de Cronbach de 0,76, pode-se inferir que sua consistência interna em relação ao Eurohis-Qol-8 foi razoavelmente boa, como está apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Consistência interna da escala Eurohis-Qol-8 em relação à qualidade de vida de participantes da pesquisa do ano 2022.

Escala	Itens	Alfa de Cronbach	$IC_{95\%}$
Eurohis-Qol-8	8	0,76	0,69 – 0,82

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

A Tabela 4 apresenta a análise de correlação linear (rho) do escore final de QvD em relação ao sexo, faixa etária e município de morada.

Tabela 4 - Coeficientes de correlação (*rho*) de Pearson (Ano 2022)

	rho	**$IC_{(rho)}$95%**	**p-Valor[£]**
Escore Final *vs.* Sexo	-0,20	-0,36 a -0,01	0,037
Escore Final *vs.* Faixa etária	0,05	-0,13 a 0,23	0,597
Escore Final *vs.* Localidade	0,11	-0,07 a 0,28	0,221

[£]Teste t (p<0,05).

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Pode-se verificar que tal análise de correlação linear revelou um achado significativo (p<0,05), no qual, à medida que há uma transição do sexo feminino para o masculino, observamos um decréscimo significativo do escore final de QvD, com rho igual a -0,20 (IC95% = [-0,36;-0,01]; p = 0,037). A mesma análise de correlação não encontrou coeficientes rho significativos estatisticamente (p<0,05), mas que indicam um discreto acréscimo nos escores finais de QvD em relação à faixa etária e às localidades, quando estas são colocadas em ordem alfabética (tabela 4).

Resultados do questionário de Qualidade de Vida – Eurohis na pesquisa de 2023

A tabela 5 apresenta a prevalência para sexo, faixa etária e município de moradia dos entrevistados no ano de 2023.

Tabela 5 - Qualidade de Vida – prevalência para sexo, faixa etária, e município de moradia (Ano 2023)

Variável	**n (%)**	**M (DP)[1]**
Sexo		
Feminino	35 (61,4)	70,5 (8,4)
Masculino	22 (38,6)	71,0 (8,0)
Faixa etária *(anos)*		
< 60	02 (3,5)	-
60 ⊢ 65	15 (26,3)	-
65 ⊢ 70	10 (17,5)	-
70 ⊢ 75	13 (22,8)	-
75 ⊢ 80	06 (10,5)	-
80 ⊢ 85	08 (14,0)	-
85 ⊢ 90	02 (3,5)	-
≥ 90	01 (1,8)	-
Município		
Igreja Nova	11 (19,3)	-
Pão de Açúcar	05 (8,8)	-
Penedo	07 (12,3)	-
Piaçabuçu	10 (17,5)	-
Piranhas	04 (7,0)	-
Propriá	02 (3,5)	-
São Brás	08 (14,0)	-
Traipu	10 (17,5)	-

[1]*Média e Desvio-padrão.*

Fonte: dados da pesquisa (2023).

Pode-se observar que a maior média de idade foi para os homens (71,0±8,0 anos vs. 70,5±8,4 anos), mesmo estando numa proporção menor em relação às mulheres (38,6 vs. 61,4%). Quanto à faixa etária, os participantes com idades entre 60 e 65 anos apresentaram a maior prevalência (26,3%). O município de Igreja Nova apresentou a maior prevalência de

participantes (19,3%), seguido de Piaçabuçu e Traipu, com 17,5% cada (Tabela 5). A Tabela 6 apresenta a prevalência e o escore final de QvD para sexo, faixa etária e município de moradia dos entrevistados no ano de 2023.

Tabela 6 - Escore final de qualidade de vida por sexo, faixa etária e localidade dos participantes do estudo no ano de 2023

Variável	Escore Final
Sexo	
Feminino	70,5±8,4a[§,£]
Masculino	71,0±8,0a
Faixa etária *(anos)*	
< 60	68,7±1,3a[§,¥]
60 ⊢ 65	72,5±12,5a
65 ⊢ 70	68,8±11,2a
70 ⊢ 75	72,5±10,0a
75 ⊢ 80	70,0±11,9a
80 ⊢ 85	72,5±8,8a
85 ⊢ 90	65,0±2,5a
≥ 90	77,5±0,0a
Município	
Igreja Nova	66,6 (12,4)a[¤,¥]
Pão de Açúcar	75,0 (10,2)a
Penedo	68,2 (10,4)a
Piaçabuçu	72,5 (8,1)a
Piranhas	70,6 (13,3)a
Propriá	72,5 (3,5)a
São Brás	71,9 (4,9)a
Traipu	69,3 (6,8)[a]

[§]Média (DP). [¤]Mediana (IIQ). [£]Teste *t*. [¥]Teste F. [¥]Teste Kruskal-Wallis. Letras iguais na coluna indicam similaridade estatística pelo teste de Tukey-HSD (p≥0,05).

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Podemos observar que não houve diferença significativa nos escores finais de QvD para os três segmentos analisados neste estudo. Os maiores valores de QvD foram encontrados para os homens com idades iguais ou superiores a 90 anos e residentes em Pão de Açúcar, Alagoas (tabela 6). Com um Alfa de Cronbach de 0,76, pode-se inferir que sua consistência interna em relação ao Eurohis-Qol-8 foi razoavelmente boa, como está apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Consistência interna da escala Eurohis-Qol-8 em relação à qualidade de vida de participantes da pesquisa do ano 2023

Escala	Itens	Alfa de Cronbach	$IC_{95\%}$
Eurohis-Qol-8	8	0,76	0,67 – 0,83

Fonte: Dados do estudo (2023).

A tabela 8 apresenta a análise de correlação linear (rho) do escore final de QvD em relação ao sexo, faixa etária e município de residência.

Tabela 8 - Coeficientes de correlação (*rho*) de Pearson dos escores finais de QvD em relação ao sexo, faixa etária e município de moradia (Ano 2023)

	rho	**$IC_{(rho)}$95%**	**p-Valor**[£]
Escore Final *vs.* Sexo	0,16	-0,11 a 0,40	0,247
Escore Final *vs.* Faixa etária	0,07	-0,19 a 0,34	0,583
Escore Final *vs.* Localidade	0,07	-0,18 a 0,33	0,582

[£]Teste t (p<0,05).

Fonte: Dados do estudo (2023).

Não foram observados valores de coeficientes lineares significativos (p<0,05) nos escores finais de QvD em relação ao sexo, faixa etária e município. Entretanto, pode-se verificar que esses valores parecem aumentar linearmente à medida que há a mudança de nível dentro de cada uma das variáveis analisadas (tabela 8).

Discussão

No contexto brasileiro, aspectos culturais e de estilo de vida em diferentes cenários, como zonas rurais e ribeirinhas, ainda são pouco estudados e compreendidos em relação ao envelhecimento humano.

O presente estudo realizado nas comunidades às margens do Baixo Rio São Francisco, conhecido carinhosamente como "Velho Chico", demonstrou um escore baixo de qualidade de vida na população idosa, com os maiores índices de insatisfação relacionados às condições de saúde e moradia.

Na pesquisa realizada em 2022, a maior média de idade foi para o sexo masculino. Quanto à faixa etária, os participantes com idades entre 60 e 65 anos apresentaram a maior prevalência. O município de Pão de Açúcar apresentou a maior prevalência de participantes (16,0%), seguido de Lagoa Comprida com 15,1% (Tabela 2). Os municípios com maiores percentuais para uma boa qualidade de vida são Penedo, Piranhas e Piaçabuçu, em Alagoas. O município com menor escore para qualidade de vida foi Brejo Grande, em Sergipe.

Na pesquisa realizada em 2023, a maior média de idade continuou sendo para o sexo masculino, mesmo estando numa proporção menor em relação às mulheres (38,6 vs. 61,4%). Quanto à faixa etária, os participantes com idades entre 60 e 65 anos apresentaram a maior prevalência (26,3%). O município de Igreja Nova apresentou a maior prevalência de participantes (19,3%), seguido de Piaçabuçu e Traipu, com 17,5% cada.

Os maiores valores de qualidade de vida foram encontrados para os homens, com idades iguais ou superiores a 90 anos e residentes em Pão de Açúcar, Alagoas. Esse dado é interessante considerando que pessoas mais idosas geralmente têm uma percepção inferior de qualidade de vida.

Em relação à satisfação com a saúde, capacidade de desempenhar atividades diárias e condições financeiras, os idosos com idade acima de 70 anos apresentaram uma percepção inferior para essas dimensões, quando comparados com os idosos mais jovens.

Apesar do baixo escore de qualidade de vida, a maioria dos participantes avaliou sua qualidade de vida como boa, destacando-se índices de satisfação consigo mesmo e com a capacidade de desempenhar atividades diárias. No entanto, a situação financeira mostrou-se desafiadora para muitos, com a maioria relatando não ter dinheiro suficiente para satisfazer suas necessidades

básicas. Isso é especialmente relevante considerando que várias cidades do Nordeste do Brasil têm um baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o que impacta negativamente na percepção de qualidade de vida das pessoas.

Segundo o IBGE (2021), Sergipe possui um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,702, ocupando a 17ª posição entre os 27 estados. Já Alagoas possui um IDH de 0,684, ficando na 26ª posição. No entanto, os municípios banhados pelo rio apresentam um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) que varia entre 0,487 e 0,660, valores considerados baixos e médios, principalmente na área da educação.

Portanto, as políticas públicas de promoção da saúde em idosos devem buscar ferramentas adicionais que contribuam para uma melhor qualidade de vida para pessoas com baixa renda (Vagetti *et al.,* 2013).

O Rio São Francisco apresenta uma realidade complexa e dinâmica, abrangendo aspectos físicos e peculiaridades socioeconômicas e culturais ligados às vivências e aos significados atribuídos pelas pessoas ao ambiente em que vivem. Nesse contexto, as dificuldades financeiras, doenças, ambiente de moradia e relações sociais são preditores relevantes da qualidade de vida das pessoas que envelhecem às margens do São Francisco.

Analisando a qualidade de vida de forma mais ampla, indo além do biológico, como uma representação social criada a partir de parâmetros subjetivos como bem-estar, felicidade, amor, prazer e realização pessoal, e não menos importante, com objetivos que incluem a satisfação das necessidades básicas do ser humano e das necessidades criadas pelo grau de desenvolvimento econômico e social de determinada sociedade (Minayo *et al.,* 2000).

As entrevistas sobre envelhecer às margens do Baixo Rio São Francisco

Para entender a percepção do envelhecimento, durante a Expedição em 2022, foram entrevistadas 30 pessoas, dentre os participantes do estudo que responderam ao questionário Eurohis. Foi perguntado se gostariam de participar da entrevista gravada, e 30 pessoas responderam sim.

Os participantes eram pessoas fisicamente ativas, sem dificuldades de mobilidade, e disseram estar felizes por envelhecerem às margens do Rio São Francisco. No entanto, ressentem-se e ficam tristes com as mudanças que levaram à atual condição do rio. As entrevistadas deixaram claro como as mudanças que vêm ocorrendo no Rio São Francisco têm impactado na condição econômica daqueles que tinham o rio como fonte de sobrevivência.

Falam com tristeza sobre o assoreamento, poluição e a diminuição de peixes. Como pode-se observar na fala de uma das mulheres entrevistadas:

Antes o rio era uma coisa da natureza, ele era mais vivo, né? Hoje o rio é bom, mas, ele tá um pouco meio acabado, porque vocês sabem que muita gente não preserva a natureza (M.A. 63 anos).

As mudanças que vêm acontecendo no Rio São Francisco têm impacto na condição econômica das famílias que tinham o rio como fonte de sobrevivência, principalmente nas dificuldades com a pesca.

Algumas cidades que beiram o Rio São Francisco possuem diversidade cultural, com potencial no artesanato para o desenvolvimento econômico da região. O bordado é uma das tradições de algumas das comunidades próximas ao "Velho Chico". Para uma das mulheres

bordadeiras entrevistadas, os efeitos deletérios do envelhecimento impactaram de forma negativa o seu modo de vida e a condição econômica:

"Quando eu era nova eu fazia roupa de neném, bordava, costurava na máquina roupas pro pessoal de equipe de quadrilha, era chegança, era pastoril, então eu costurava pra esse pessoal. Mas, só que agora, com problema na coluna e na perna eu não posso mais trabalhar na máquina. Só faço alguma coisa bordado na mão, ponto de cruz, labirinto, cheio" (M.F. 76 anos).

A mulher tem um papel crucial no aspecto econômico em algumas comunidades do Baixo São Francisco, quando o dinheiro para a sobrevivência da família não vem diretamente da venda de peixes do rio. Porém, com o avanço da idade, doenças surgem, limitando a capacidade funcional e, consequentemente, de produção dessas mulheres que têm a arte de bordar como uma importante fonte de renda. Com a diminuição das capacidades funcionais e físicas do organismo, a possibilidade da atividade física diminui, comprometendo ainda mais a mobilidade. Por isso, pessoas idosas apresentam um menor nível de atividade física quando comparadas a outras faixas etárias (Krug *et al.,* 2015). O movimento corporal e o envelhecimento são termos relacionados. Com o envelhecimento, surgem as limitações físicas que podem ser decorrentes de doenças ou por lesões provocadas por quedas. Sobre as dificuldades da pessoa idosa para o movimento, Moimaz *et al.* (2009) afirmam que as limitações do corpo a partir das dores refletem o amplo sentimento negativo que incorpora uma sensação de incapacidade para o movimento.

O rápido aumento dessa população sugere que modificações nas condições de vida desses indivíduos sejam feitas, uma vez que grande parte da população idosa apresenta comprometimento funcional ligado à perda de equilíbrio, quedas e à incapacidade de realizar tarefas simples do dia a dia (Dawlibi *et al.,* 2013).

Para a manutenção da funcionalidade, a atividade física orientada é importante, assim como um cuidado adequado com a saúde, o que nem sempre é possível na realidade de alguns municípios que margeiam o Baixo Rio São Francisco. Os serviços de saúde desses municípios precisam lidar com as demandas complexas das pessoas idosas, o que exige prevenção e controle de diversas doenças, mas também, não menos importante, promover um envelhecimento ativo e saudável da população.

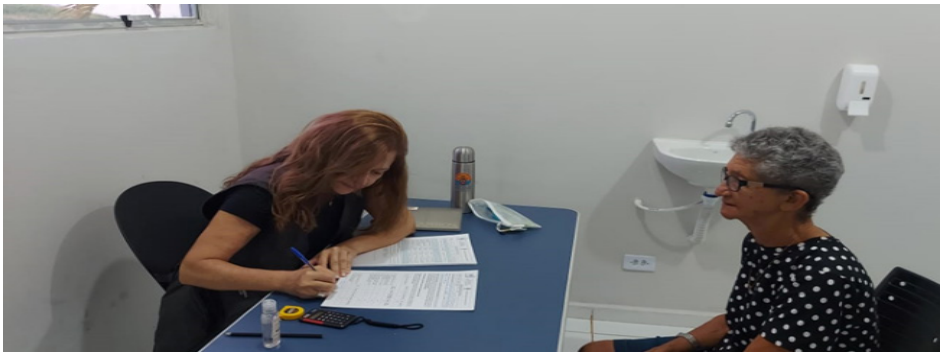
Além disso, é crucial considerar a preservação ambiental da região, garantindo a sustentabilidade das atividades econômicas locais e a qualidade de vida a longo prazo.

Nesse estudo, não foi verificado o nível de atividade física dos respondentes. Sabe-se que o envelhecimento provoca perdas físicas que podem comprometer a autonomia e independência necessárias para realizar atividades habituais do dia a dia, como alimentar-se, banhar-se, vestir-se. Quem possui essas habilidades não necessitará de cuidadores e/ou mesmo de familiares que os auxiliem, melhorando significativamente sua qualidade de vida (Alves *et al.* , 2008). Nesse sentido, é importante ter uma vida ativa, e o exercício físico é uma intervenção que preserva e otimiza as capacidades funcionais, contribuindo para a autonomia e, consequentemente, para a saúde e qualidade de vida.

As limitações desse estudo incluem o tamanho da amostra e a abordagem transversal, que não permite estabelecer relações de causa e efeito. Sugere-se que futuras pesquisas incluam amostras maiores e utilizem abordagens longitudinais para acompanhar as mudanças na qualidade de vida ao longo do tempo. Além disso, investigações mais aprofundadas sobre os determinantes sociais, econômicos e ambientais específicos que influenciam a qualidade de vida das pessoas idosas são necessárias.

A seguir, algumas fotos de momentos da pesquisa durante as Expedições Científicas de 2022 e 2023:

Figura 1 - Entrevistando uma mulher idosa ribeirinha – ano 2023



Fonte: Autores (2023).

Figura 2: Participantes do estudo – ano 2022

Fonte: Autores (2023).

Figura 3: Entardecer no "Velho Chico"

Fonte: Autores, (2023).

Considerações finais

A percepção de qualidade de vida dos participantes desse estudo, de maneira geral, foi boa. Ao comparar a qualidade de vida de pessoas idosas do Baixo Rio São Francisco de acordo com sexo e faixa etária, evidenciou-se que houve diferença na percepção da qualidade de vida, e fatores como sexo e idade podem influenciar nessa percepção. As pessoas mais velhas apresentaram uma boa percepção de qualidade de vida. No entanto, nas falas dos entrevistados, os desafios socioeconômicos e ambientais enfrentados por essas comunidades são evidentes. A falta de recursos financeiros para suprir necessidades básicas, a insatisfação com as condições de saúde e moradia, além dos impactos ambientais como a contaminação das águas do rio, são fatores que afetam negativamente a qualidade de vida dos idosos ribeirinhos. Percebe-se que a forma de envelhecer dos participantes do estudo está diretamente ligada ao Rio São Francisco. Diante disso, é crucial a implementação de políticas públicas mais abrangentes que abordem essas questões de forma integrada, visando promover um envelhecimento saudável e digno para a população ribeirinha do Baixo Rio São Francisco.

Referências

ALVES, L. C.; LEITE, I. C.; MACHADO, C. J. **Conceituando e mensurando a incapacidade funcional da população idosa:** uma revisão de literatura. 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csc/a/cLxq9bgrsMZWSt8GkNxjBfC/?lang=pt. Acesso em: 15 fev.2023.

BEZERRA, F. C.; ALMEIDA, M. I. de; NÓBREGA-THERRIEN, S. M. **Estudos sobre envelhecimento no Brasil**: revisão bibliográfica. 2012. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/4038/403838795017.pdf Acesso em: 13 maio 2024.

BRASIL. **A Transição Demográfica e as Políticas Públicas no Brasil:** Crescimento Demográfico, Transição da Estrutura Etária e Migrações Internacionais. 2007. Disponível em: http://portalexame.abril. com.br/static/aberto/complementos/896/SUMARIO _ EXECUTIVO.doc. Acesso em: 01 maio 2024.

CAMÕES, M. *et al.* **Exercício físico e qualidade de vida em idosos**: Diferentes contextos sociocomportamentais. 2016. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/2730/273046603010.pdf. Acesso em: 10 de abr. 2024.

CARVALHO,Maria Eduarda *et al.* Sentidos da Prática de Exercícios Físicos para participantes de uma Universidade Aberta à Terceira Idade. *In.:* DANTAS, M.S.M; PEREIRA, M.G. (Org.) **Envelhecimento e Saúde:** contribuições multidisciplinares. Maceió-AL: Edufal, 2022. p. 43-56.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. **A salinização das águas do São Francisco atinge Sergipe.** Disponível em: https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/destaques-capa/a-salinizacao-das-aguas-do-sao-francisco-atinge-sergipe/ Acesso em: 10 maio 2024.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO (CBHSF). **A Bacia.** Disponível em: https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/ Acesso 02 de julho de 2022.

DAWALIBI, Nathaly Wehbe *et al.* Envelhecimento e qualidade de vida: análise da produção científica da SciELO. **Estudos de Psicologia**, v. 30, p. 393-403, 2013.

GONÇALVES C.D. Envelhecimento bem-sucedido, envelhecimento produtivo e envelhecimento ativo: reflexões. **Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento**, v. 20, n. 2, p. 645-657, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Índice de desenvolvimento humano (IDH).** 2021. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/panorama Acesso em: 20 dez. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Censo 2022.** Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/panorama Acesso em: 09 de abr. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Transposição do Rio São Francisco: impactos sobre o desenvolvimento rural**. 2011. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12368/11/Transposicao_Cap4.pdf. Acesso em: 5 mar. 2024.

KRUG, R.; LOPES, M.; MAZO, G. Barreiras e facilitadores para a prática da atividade física de longevas inativas fisicamente. **Rev Bras Med Esporte**, v. 21, n.1, 2015.

MINAYO, M. C. S. *et al.* Qualidade de vida e saúde: um debate necessário. **Ciência & Saúde Coletiva,** v. 5, n. 1, p. 7-18, 2000.

MINAYO, M. C. S; COIMBRA, JR, C. E. A. **Entre a liberdade a liberdade e a dependência** (introdução). 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csc/a/MGNbP3WcnM3p8KKmLSZVddn/?format=pdf&lang=pt Acesso em: 14 abr. 2024.

MIRANDA, G. M. D.; MENDES, A. C. G.; SILVA, A. L. A. **O envelhecimento populacional brasileiro: desafios e consequências sociais atuais e futuras**. 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbgg/a/MT7nmJPPRt9W8vndq8dpzDP/?lang=pt. Acesso em: 20 mar. 2024.

NASCIMENTO R. G. *et al.* Percepção de idosos ribeirinhos amazônicos sobre o processo de envelhecimento: o saber empírico que vem dos rios. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol**., v. 19, n. 3, p. 429-440, 2016.

NEGRÃO, C. E; BARRETO, A. C. P. **Cardiologia do Exercício:** do atleta ao cardiopata. São Paulo: Manole, 2010.

PEREIRA, M. *et al.* **Estudos psicométricos da versão em português europeu do índice de qualidade de vida EUROHIS-QOL-8**. 2011. Disponível em: https://repositorio.ispa.pt/bitstream/10400.12/3455/1/LP_9_109-123%20.pdf. Acesso em: 03 de julho de 2022.

SILVA, C. B.; VARGAS, M. A. M. Travessias e itinerários que fazem o "ser" ribeirinho sertanejo no baixo rio São Francisco. **Geosul,** v. 35, n. 74, p. 375-394, jan./abr. 2020.

UNITED NATIONS. **Population Division**: World Population Prospects: the 2017. 2017. Disponível em: http://esa.un.org/unpd/wpp/. Acesso em: 20 março 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS. **Pesquisa e Inovação**: Saiba mais sobre as Expedições Científicas. 2022. Disponível em: https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/

programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/quem-somos/apresentacao. Acesso em: 10 mar. 2024.

VAGETTI *et al.* Domínios da qualidade de vida associados à percepção de saúde: um estudo com idosas de um programa de atividade física em bairros de baixa renda de Curitiba, Paraná, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, p. 3483-3493, 2013.

VINUTO, J. A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto. **Temáticas,** v. 22, n. 44, p. 203-220, ago/dez. 2014.

CAPÍTULO 16

FRAGILIDADE AMBIENTAL DAS ÁREAS CILIARES DO RIO SÃO FRANCISCO: UM DIAGNÓSTICO ECODINÂMICO E DOS REMANESCENTES FLORESTAIS

Nadjacleia Vilar Almeida[83]; Milena Dutra da Silva[84]; Jessyca Janyny Maia[85]; David Luiz Santos[86]; Rafaella Silva Lealcc[87]; Raimundo Ferreira da Silva Sobrinho[88]; Anderson dos Santos[89]; José Vieira Silva[90]; João Thiago Farias[91]

Resumo: A partir da análise integrada da vulnerabilidade geológica, geomorfológica, pedológica, da pluviosidade, da cobertura vegetal e do uso da terra, é possível determinar a intensidade da fragilidade ambiental. Este trabalho reúne análises de dados da V e da VI Expedição Científica do São Francisco e conta com a adoção de métodos e técnicas em geoprocessamento, botânica e estudos diagnósticos para o planejamento ambiental, com o objetivo de determinar a intensidade da fragilidade ambiental das áreas ciliares do Rio São Francisco e de seus afluentes, estabelecidos entre Piranhas e Piaçabuçu. As análises apontam o predomínio das classes de fragilidade ambiental moderada e forte, sobretudo na foz dos afluentes, dificultando o abastecimento hídrico adequado do Rio São Francisco. As áreas ciliares são escassas quanto à mata ciliar; os remanescentes encontrados sugerem um quadro de perturbação ambiental recorrente. Recomenda-se a ação coordenada de planejamento ambiental para as áreas ciliares do Rio São Francisco e seus afluentes, com o objetivo de impedir que a fragilidade ambiental atinja níveis ainda mais severos e irreversíveis.

Palavras-chave: vulnerabilidade ambiental; assoreamento; mata ciliar; impactos ambientais; Baixo São Francisco.

Introdução

A paisagem é formada por um conjunto de elementos naturais e humanos que estão interconectados e são interdependentes, promovendo uma constante troca de energia e matéria entre eles. Nessa paisagem, os humanos participam ativamente da sua reconfiguração, como consequência do uso e/ou exploração dos recursos naturais. Nessa perspectiva, a paisagem assume uma conotação holística e sistêmica (Almeida, 2012).

83 Professora Associada da UFPB, Campus CCAE/Departamento de Engenharia e Meio Ambiente; Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento - LCG. E-mail: nadjacleia.almeida@academico.ufpb.br;

84 Professora Adjunta da UFPB, Campus CCAE/Departamento de Engenharia e Meio Ambiente, Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento - LCG;

85 Estudante de Pós-Graduação em Ecologia e Monitoramento Ambiental/DEMA/CCAE/UFPB e bolsista CAPES, Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento – LCG;

86 Estudante de Ecologia/DEMA/CCAE/UFPB e bolsista Pibic/UFPB, Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento - LCG;

87 Servidora técnica de geoprocessamento, Campus CCAE/Departamento de Engenharia e Meio Ambiente, Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento - LCG/DEMA/CCAE/UFPB;

88 Estudante de Ecologia/DEMA/CCAE/UFPB e bolsista Pibic/UFPB, Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento – LCG;

89 Doutor em Engenharia Agrícola pela UFRPE;

90 Professor Associado da Ufal, Campus Arapiraca;

91 Servidor técnico de topografia, Codevasf.

Analisar as relações entre a resistência natural dos ambientes e a intensidade das alterações provocadas pelas ações antrópicas é um percurso viável para compreender, de forma integrada, a funcionalidade dos sistemas ambientais e o seu *status* (Almeida, 2012; Almeida *et al.,* 2018). Nessa perspectiva, a teoria da ecodinâmica, proposta por Jean Tricart (1977), traz valiosas contribuições para determinação de unidades ecodinâmicas, identificando e ressaltando as vulnerabilidades diante das intervenções humanas no ambiente. Baseia-se, principalmente, na morfodinâmica (relação pedogênese e morfogênese), que é influenciada por características do clima, da topografia, do material rochoso, da cobertura vegetal e uso da terra. A partir das formulações teórico-metodológicas elaboradas por Tricart (1977) e aplicadas por vários autores como Crepani *et al.* (2001), Ross (1994), Almeida (2012) e Almeida *et al.* (2018), é possível analisar, de modo integrado, o nível de vulnerabilidade aos processos erosivos dos ambientes naturais e/ou a fragilidade ambiental.

Ross (1994) estabeleceu parâmetros metodológicos para a análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. Dentro dessa análise, foi incluída uma classificação dos graus de instabilidade das unidades ecodinâmicas, que variam desde uma instabilidade muito forte até muito fraca. Essa abordagem também foi estendida para incluir unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial, com o intuito de prever a capacidade de suporte do ambiente, considerando suas características naturais (declividade, pedologia) e possíveis ações humanas (uso e ocupação do solo).

A fragilidade potencial caracteriza-se por ser natural do ambiente, representada nesse relatório pelas características naturais dos geocomponentes Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Pluviosidade e Cobertura Vegetal; e a fragilidade emergente consiste no resultado da relação entre as características naturais e as formas de uso e ocupação da terra. A análise integrada da fragilidade potencial e emergente resulta na fragilidade ambiental das áreas ciliares do Baixo Rio São Francisco.

Considerando os conflitos socioambientais que ocorrem nas áreas ciliares do Rio São Francisco e seus afluentes (Silva *et al.,* 2022), e que o uso e/ou exploração indiscriminada dos recursos naturais aumentam a fragilidade dos ambientes, causando danos aos ecossistemas que podem ser irreversíveis, desponta a necessidade de diagnosticar a fragilidade ambiental nessas áreas.

O Rio São Francisco é o terceiro maior rio do Brasil e é considerado um dos mais importantes do Nordeste pela sua extensão e importância para o desenvolvimento de diversas atividades socioeconômicas como: agricultura irrigada, geração de energia, pecuária, indústria extrativista e de transformação, mineração, pesca e aquicultura, entre outras atividades (CBHSF, 2016). A região do Baixo São Francisco é considerada umas das mais conflitantes do Nordeste, com diversos conflitos de uso do recurso hídrico e do solo, impactos ambientais diversos e os piores indicadores socioeconômicos da Bacia do Rio São Francisco (Soares *et al.,* 2020).

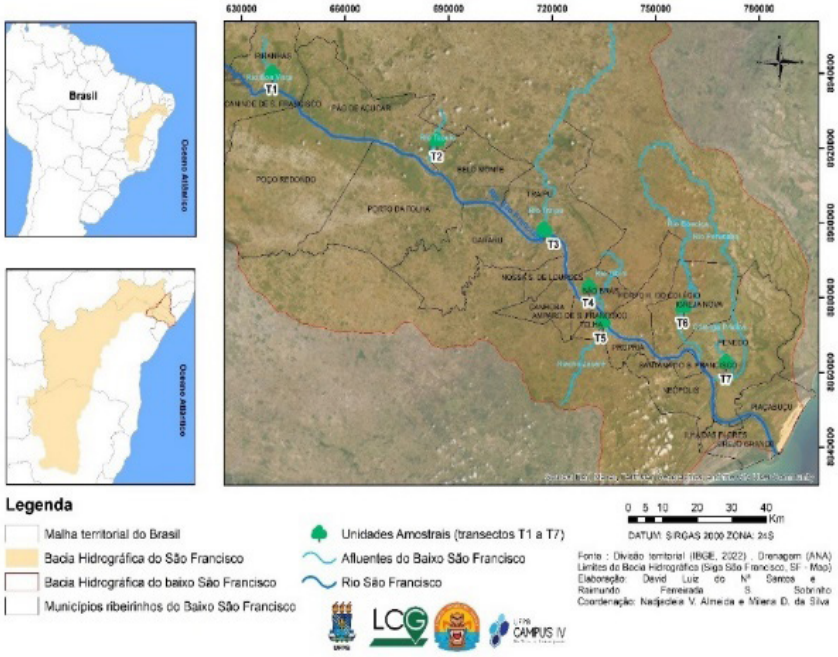
Assim, diante da problemática apresentada, o objetivo deste relatório foi identificar, a partir das características ecodinâmicas da geologia, geomorfologia, pedologia, pluviosidade e cobertura e uso da terra, a fragilidade ambiental das áreas ciliares do Rio São Francisco e de alguns dos seus principais afluentes, em seu baixo curso.

Metodologia

A área de estudo corresponde às áreas ciliares do Rio São Francisco na Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco (BHBSF), a jusante da barragem hidrelétrica de Xingó até a foz do rio (figura 1). Foram consideradas também as áreas ciliares dos afluentes do Rio São Francisco, selecionadas pela relevância para compreensão de fenômenos e processos locais e em correspondência às campanhas da 5ª e 6ª Expedição Científica do São Francisco, a saber: em Alagoas, o Rio Boa Vista (município de Piranhas), Rio Tapuio (Pão de Açúcar), Rio Traipu (Traipu), Rio Poção (São Brás), Rio Boacica (Igreja Nova) e Rio Piauí (Penedo); e, em Sergipe, o Riacho Jacaré (Telha).

Para fins de análise ambiental das áreas ciliares, foram considerados perímetros distando 500 m, 1.000 m e 1.500 m a partir da margem dos rios. Para obtenção de dados ambientais em campo e análise da vegetação remanescente, foram selecionadas áreas com matas circunscritas nos perímetros citados, nas quais foram estabelecidas as unidades amostrais ciliares: T1 - Rio Boa Vista; T2 - Rio Tapuio; T3 - Rio Traipu; T4 - Rio Poção; T5 - Riacho Jacaré; T6 - Rio Boacica; e T7 - Rio Piauí (figura 1).

Figura 1 - Áreas ciliares na Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco e localização das unidades amostrais para dados coletados em campo. T1- no Rio Boa Vista (Piranhas/AL); T2- Rio Tapuio (Pão de Açúcar/AL); T3 - Rio Traipu (Traipu/AL); T4 - Rio Poção (São Brás/AL); T5 - Riacho Jacaré (Telha/SE); T6- Rio Boacica (Igreja Nova/AL); e T7 – Rio Piauí (Penedo/AL)



Fonte: Autores (2023).

Com o objetivo de realizar uma diagnose ecodinâmica (fragilidade ambiental potencial), foram realizados mapeamentos temáticos dos componentes geoambientais (Geomorfologia, Pluviosidade e Uso e Cobertura da Terra) na BHBSF, fundamentados em dados e documentos oficiais disponibilizados pelo INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais, Governo Federal do Brasil) e disponíveis no Banco de Dados de Informações Ambientais (BDIA). A partir desses dados, as categorias mapeadas foram classificadas quanto à vulnerabilidade ambiental

(categoria ecodinâmica), seguindo a metodologia proposta por Tricart (1977) e adaptada por Crepani *et al.* (2001), Almeida (2012) e Almeida *et al.* (2018) (Tabela 1).

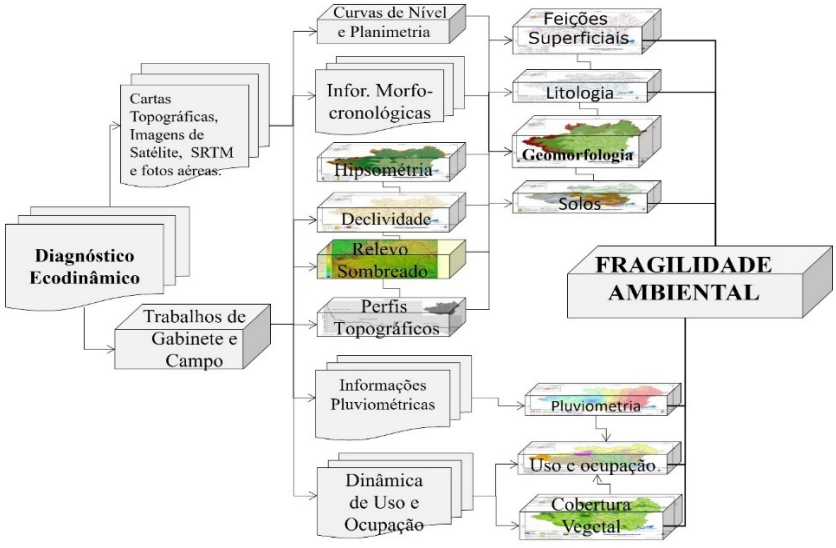
Tabela 1 - Classificação para avaliação da fragilidade ambiental das categorias ecodinâmicas

Categoria Ecodinâmica	Valores de Vulnerabilidade	Fragilidade Ambiental
Estável	1,0 -1,3	Muito fraca
Baixa Estabilidade	1,4 - 1,7	Fraca
Média Estabilidade	1,8 - 2,2	Moderada
Moderada Instabilidade	2,3 - 2,6	Forte
Instável	2,6 - 3,0	Muito Forte

Fonte: Adaptado de Almeida (2012).

A escala de valores de vulnerabilidade e a classificação da categoria ecodinâmica foram aplicadas para cada componente geoambiental, conforme o fluxo processual adaptado de Almeida (2012) (figura 2).

Figura 2 -Etapas metodológicas para determinação da vulnerabilidade ambiental



Fonte: Adaptado de Almeida (2012).

As características geomorfológicas foram extraídas e analisadas a partir de imagens de radar (*SRTM – Shuttle Radar Topography Mission*), disponibilizadas pelo TOPODATA e USGS *Earth Explorer* (U.S. Geological Survey), para obtenção de dados de amplitude altimétrica, declividade e densidade de drenagem. A definição das classes de densidade de drenagem foi realizada segundo a classificação de Florenzano (2008), e os valores de vulnerabilidade foram determinados conforme Crepani *et al.* (2001).

A partir dos valores de vulnerabilidade de cada componente geomorfológico (amplitude altimétrica, declividade e densidade de drenagem), foram aplicadas técnicas de geoestatística e geoprocessamento para determinação da vulnerabilidade geomorfológica, utilizando a equação proposta por Crepani *et al.* (2001) (Equação 1).

$R=G+A+D/3$ *(equação 1)*

Onde: R = Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia; G = Vulnerabilidade atribuída ao Grau de Dissecação (densidade de drenagem), A = Vulnerabilidade atribuída à Amplitude Altimétrica; e, D = Vulnerabilidade atribuída à Declividade.

Para elaboração do mapa pedológico, os dados foram adquiridos através do Banco de Dados de Informações Ambientais (BDIA). A vulnerabilidade pedológica foi atribuída conforme Crepani *et al.* (2001), Almeida (2012) e Almeida *et al.* (2018).

Para elaboração do mapa de intensidade pluviométrica, foram considerados os dados do Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (Inmet), provenientes de postos pluviométricos dentro e no entorno da BHBSF. A intensidade pluviométrica foi calculada a partir da média anual de pluviosidade dividida pelo número de meses chuvosos (número de meses com pluviosidade acima da média). Em seguida, os dados pluviométricos foram submetidos à interpolação krigagem, conforme Silva (2011); os valores de intensidade pluviométrica distribuídos pela área de estudo foram classificados quanto à vulnerabilidade, de acordo com Crepani *et al.* (2001).

Para análise ecodinâmica a partir do mapeamento de uso e ocupação da terra na BHBSF, bem como da cobertura vegetal, foram utilizados os dados do MapBiomas, Coleção 7.1, obtidos a partir de imagens do satélite Landsat correspondentes ao ano de 2021 (Projeto MapBiomas, 2022).

Seguindo os procedimentos descritos por Almeida *et al.* (2018), a partir dos valores de vulnerabilidade para cada componente geoambiental, as cartas foram integradas, obtendo um valor final resultante da média aritmética dos valores individuais, com a aplicação de um modelo matemático que busca representar a posição dessa unidade dentro da escala de vulnerabilidade natural à perda de solo (Equação 2). O resultado da integração reflete o grau de vulnerabilidade e a fragilidade ambiental da BHBSF.

(*equação 2*)

$$F\,A\,mb = (G + Gm + P + IP + CS)/5$$

Onde: FAmb= Fragilidade Ambiental; G= Geologia; Gm= Geomorfologia; P= Pedologia; IP= Intensidade Pluviométrica; e CS= Cobertura Vegetal e Uso da terra.

As operações de reclassificação e integração foram realizadas utilizando o recurso de análise espacial e foram divididas em três etapas: 1 - Operação de ponderação para geração do raster com os valores de vulnerabilidade natural à perda de solo para cada classe dos componentes geoambientais; 2 - Operação de média aritmética para gerar outro raster que contenha os valores médios de fragilidade potencial e emergente; e 3 - Operação de simbolização para geração do mapa temático de fragilidade ambiental da BHBSF expressa em categorias morfodinâmicas.

Em campo, foram realizados levantamentos para confirmação do mapeamento de rios e riachos e obtenção de dados de cobertura e uso da terra (figura 3), conforme categorias de análise para o planejamento ambiental de Santos (2004). Para obtenção de imagens aéreas (RGB) das margens dos afluentes e de seu entorno, foram efetuados sobrevoos com drone modelo DJI Mini 2, equipado com uma câmera RGB de 20 megapixels e resolução 4k, disponibilizada pelo LCG/CCAE/UFPB (Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento); e com VANT modelo eBeeX, disponibilizado pela Codevasf/5ª Regional. Os voos foram realizados durante o período da manhã (entre 8h e 10h) e da tarde (entre 13h e 15h30min); a variação de altitude do voo foi de 50 m a 100 m, com duração de 9 a 20 minutos.

Figura 4 - Levantamento de dados nas áreas ciliares de rios e riachos afluentes do Rio São Francisco. A- equipe na mata ciliar; B- estabelecimento dos transectos e mensuração da vegetação arbórea; C- coleta de serrapilheira; D- coleta de dados de altitude, temperatura, umidade e luminosidade; E- preenchimento de planilha de campo; F- sobrevoo com drone para confirmação de dados de cobertura e uso da terra em áreas de difícil acesso; e G- tabulação e processamento de dados na embarcação da Expedição Científica do São Francisco

Fonte: Acervo LCG/CCAE/UFPB (2022).

Para obtenção de dados nas matas ciliares, foram estabelecidos transectos paralelos ao curso hídrico, distando aproximadamente 10 metros de suas margens. Em cada transecto, foram amostrados cinco pontos, espaçados 10 metros entre si, nos quais foram considerados os espécimes/morfotipos lenhosos num raio de 2,5 metros. A coleta de serrapilheira foi realizada com o uso de quadrats de 40 cm x 40 cm. Foram registradas as ocorrências e frequências dos indivíduos adultos e da comunidade regenerante, mediante autorização para atividades científicas sob o número 85802-1, ICMBio/MMA. Para os indivíduos adultos, também foram medidas a altura e o CAP (Circunferência à Altura do Peito) (figura 3).

Nas unidades amostrais, foram coletados dados de altitude, temperatura, umidade e luminosidade, utilizando termo-higrômetro e luxímetro.

Para uma análise sistemática e exploratória de todos os dados obtidos em campo, foi aplicada a análise de componentes principais (PCA) no programa RStudio, utilizando os pacotes FactoMineR, dplyr e ggplot2. As variáveis consideradas para a PCA incluíram os dados de serrapilheira (folha, fruto, flor, caule e miscelânea – fragmentos não identificáveis), dados abióticos (luminosidade, umidade, altitude e temperatura) e dados bióticos (números de indivíduos adultos, altura da árvore e CAP).

Qual o nível de vulnerabilidade das áreas ciliares do rio São Francisco e seus afluentes?

As áreas ciliares do Rio São Francisco e de seus afluentes, na região do baixo curso, apresentam fragilidade ambiental classificada como baixa, moderada e alta (figura 4). Ao longo do curso principal, as áreas de moderada fragilidade são predominantes nas áreas de descarga dos afluentes e nas áreas ciliares mais próximas à foz do São Francisco, desde o município de Porto Real do Colégio até Piaçabuçu.

A moderada fragilidade ocorre principalmente devido à elevada declividade, alta densidade de drenagem e material rochoso com litologias caracteristicamente vulneráveis, como os Neossolos e suas subordens Litólicos, Flúvico e Regolíticos. Neossolos são solos pouco desenvolvidos, com menos de 20 cm de espessura, sem horizontes B diagnósticos (Embrapa, 2018). Predomina nas áreas ciliares do Baixo São Francisco o neossolo litólico, cuja alta erodibilidade foi confirmada por Santiago *et al.* (2016) e Thoma *et al.* (2022).

Associada a essa configuração de fragilidade potencial está a ausência de mata ciliar devido ao desmatamento e ao uso intensivo dos recursos, principais fatores indutores de moderada instabilidade e, consequentemente, de alta fragilidade emergente. Resultados semelhantes de fragilidade ambiental foram encontrados por Martins *et al.* (2018) ao analisar a bacia do Rio Peruaçu no médio curso do Rio São Francisco, onde a maior parte da bacia é classificada como de alta fragilidade ao incluir características de uso e cobertura que representam interferências antrópicas.

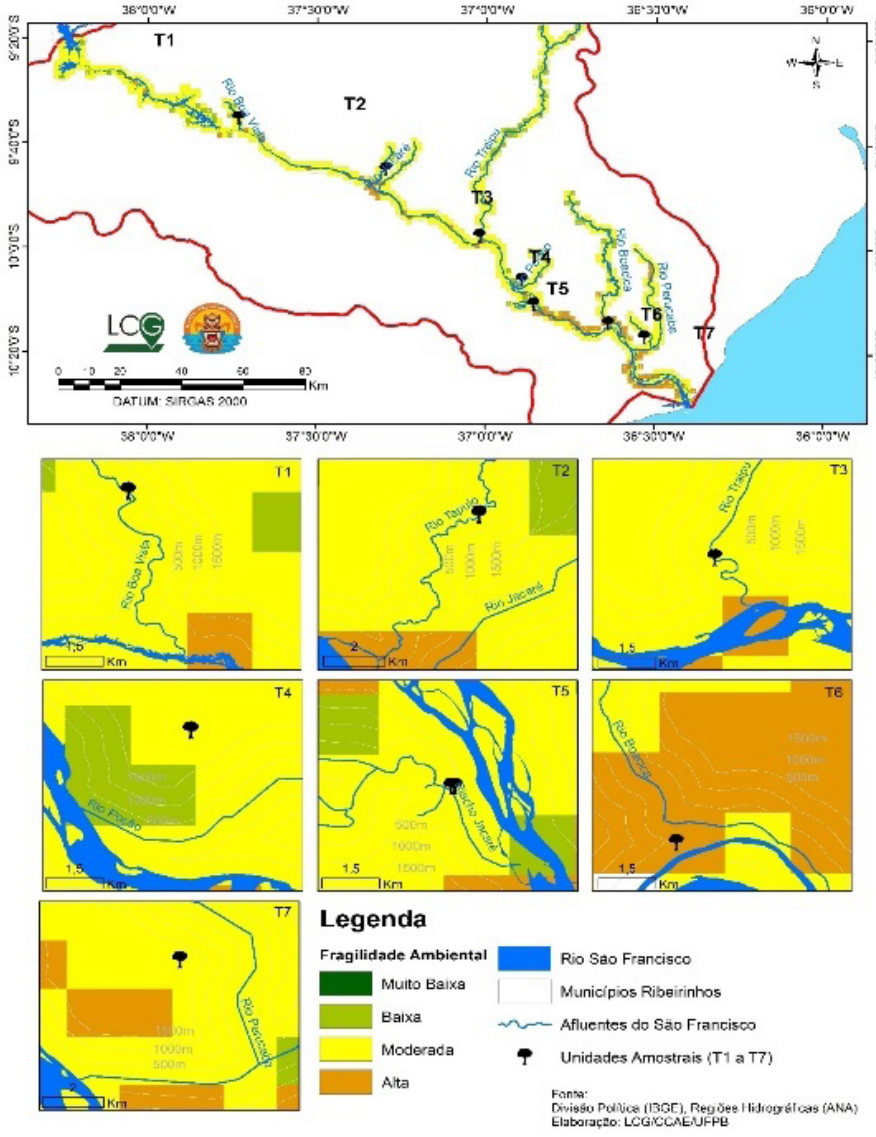
Em uma distância de até 1,5 km das margens do rio principal e de seus afluentes (figura 4), e/ou das nascentes dos rios e riachos, não são encontradas áreas estáveis e/ou de fragilidade muito baixa, indicando a fragilidade ambiental potencial e emergente desses ambientes aos processos erosivos.

Destaca-se que o trecho do Rio São Francisco analisado aqui tem histórico de diminuição e oscilação da vazão, consequência do controle de vazão associado à hidrelétrica e às mudanças de uso e ocupação da terra, conforme Teixeira *et al.* (2020). Nesse cenário, onde a vazão do curso principal é frequentemente alterada, aumenta-se a importância da vazão dos rios e riachos afluentes, bem como da estabilidade ambiental de suas áreas ciliares, para contribuir com as qualidades ambientais necessárias para o equilíbrio hidroambiental do rio.

Ao analisar a foz dos afluentes, observa-se que nessas áreas a fragilidade ambiental é alta nos rios Boa Vista (Piranhas), Tapuio (Pão de Açúcar), Rio Traipu (Traipu) e Boacica (Igreja Nova); e moderada para a foz do Rio Piauí (figura 4). Segundo Almeida (2012), categorias de média estabilidade e moderada instabilidade demandam especial atenção para evitar desequilíbrio ambiental e a conversão para um estado de alta fragilidade irreversível.

Já na foz do Rio Poção (São Brás/AL) e do Riacho Jacaré (Telha/SE), são encontradas áreas de baixa fragilidade ambiental (figura 4). Esse cenário é justificado por características geomorfológicas e geológicas. No Rio Poção, as características que atenuam o quadro de fragilidade ambiental potencial são a baixa declividade, baixa amplitude altimétrica e o solo (luvissolo). Para o Riacho Jacaré, a classificação está associada à baixa declividade, densidade de drenagem e amplitude altimétrica, além do solo (luvissolo), com ênfase nas características geomorfológicas. Apesar da baixa fragilidade na foz dos afluentes do Rio Poção e do Riacho Jacaré, grande parte de seus cursos apresenta alta fragilidade ambiental, o que indica a vulnerabilidade desses ambientes às mudanças no uso e ocupação sem o devido planejamento ambiental.

Figura 4 - Vulnerabilidade ambiental das áreas ciliares na Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco e localização das unidades amostrais para dados coletados em campo. T1- no Rio Boa Vista; T2- Rio Tapuio; T3 - Rio Traipu; T4 - Rio Poção; T5 - Riacho Jacaré; T6- Rio Boacica; e T7 - Rio Piauí

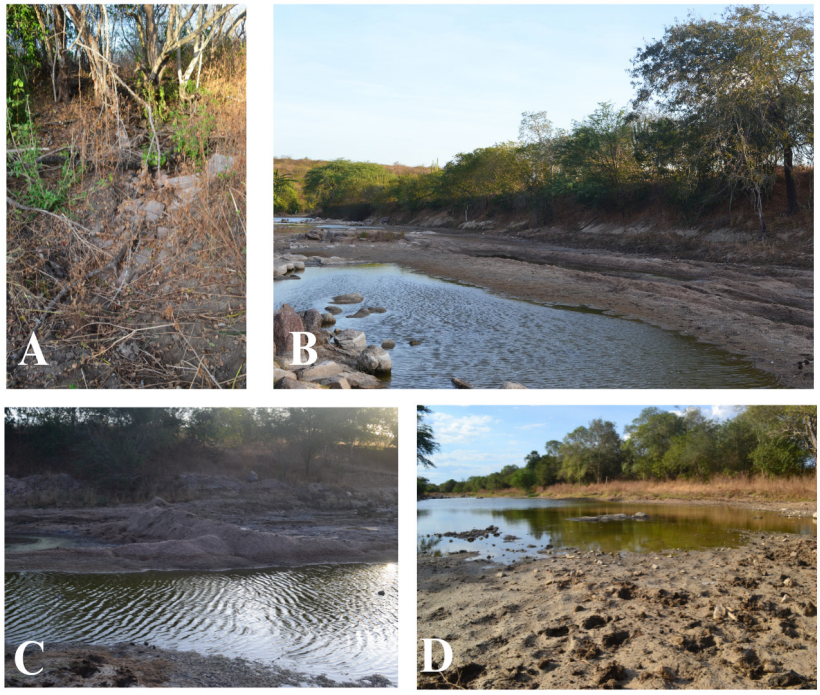


Fonte: Autores (2023).

O que indicam o uso e a ocupação e os impactos ambientais nas áreas ciliares?

Analisando os dados sobre uso, ocupação e impactos ambientais registrados em campo, observa-se que no entorno do Rio Boa Vista (Piranhas) (T1), a produtividade aparente média está associada à agricultura temporária e à pastagem nativa não melhorada. É evidente o risco de deslizamento, erosão do tipo ravina (figura 5A), erosão na base das encostas (figura 5B) e o consequente assoreamento do rio, com acúmulo de sedimentos em sua calha (figura 5C). A disponibilidade de água é baixa, aparentemente imprópria para o uso humano. A intensidade média do uso da terra é comprovada pelo registro de evidências de queimadas, extração de areia e presença de gado bovino (figura 5D).

Figura 5 - Rio Boa Vista, afluente do Rio São Francisco, em Piranhas/Alagoas. A- erosão do tipo ravina; B- erosão na base das encostas; C- assoreamento, com depósito de sedimento na calha do rio; D- pisoteio de gado bovino na calha do rio



Fonte: Acervo LCG/CCAE/UFPB (2022).

No entorno da unidade amostral do Rio Tapuio (Pão de Açúcar) (T2), a produtividade aparente e intensidade de uso média estão associadas à pastagem nativa não melhorada e à abertura de clareiras. Foram registrados processos erosivos em diferentes níveis (erosão laminar, ravina, voçoroca, assoreamento) (figura 6A-B). A disponibilidade de água é alta e, aparentemente, o uso é limitado para agricultura e dessedentação animal, sendo aparentemente imprópria para o consumo humano.

Figura 6 - Rio Tapuio, afluente do Rio São Francisco, em Pão de Açúcar/Alagoas. A- Erosão do tipo ravina; B- assoreamento, com depósito de sedimento na calha do rio

Fonte: Acervo LCG/CCAE/UFPB (novembro, 2022).

Em vizinhança à unidade amostral do Rio Traipu (Traipu) (T3), a produtividade aparente é média, com destaque para pecuária extensiva. No entanto, a ausência ou baixa cobertura vegetal nativa condiciona o alto risco de deslizamento e inundação.

Figura 7 - Pecuária extensiva na área ciliar do Rio Traipu, afluente do Rio São Francisco, em Traipu/Alagoas

Fonte: Acervo LCG/CCAE/UFPB (2022).

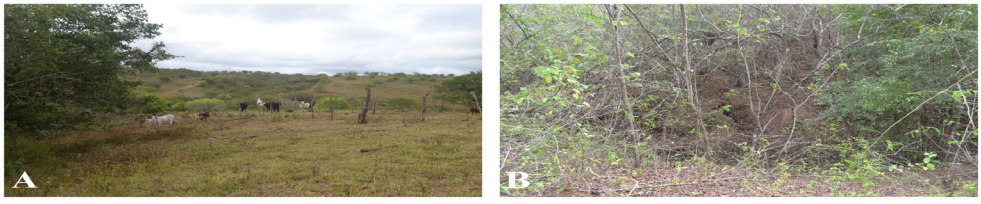
Foram registrados processos erosivos em diferentes níveis (erosão laminar, ravina, voçoroca, carreamento, desmoronamento e assoreamento) (figura 8A), com destaque para o assoreamento de todo o leito do Rio Traipu (figura 8B-C). Com a destruição da ponte que permitia a travessia do rio por pedestres e veículos, devido à erosão potencializada por enxurradas ocorridas no período chuvoso, as pessoas têm efetuado a passagem diretamente pela calha do rio, com evidências de intervenção como o depósito de sedimentos e/ou atuação para composição de uma espécie de estrada vicinal dentro da calha do rio (figura 8D). A disponibilidade de água é média e aparentemente o uso é limitado para agricultura e dessedentação animal (figura 8C), com indicações macroscópicas de que seja imprópria para o consumo humano.

Figura 8 - Rio Traipu, afluente do Rio São Francisco, em Traipu/Alagoas. A- Erosão do tipo desmoronamento; B- assoreamento, com depósito de sedimento na calha do rio; C- assoreamento, com depósito de sedimento na calha do rio; D- utilização do assoreamento da calha do rio como estrada vicinal

Fonte: Acervo LCG/CCAE/UFPB (2022).

Na área ciliar do Rio Poção (São Brás) (T4), a produtividade aparente e a intensidade de uso da terra são altas, com destaque para pecuária extensiva (figura 9A). Entretanto, a presença de remanescentes florestais nas margens do rio reduz os processos erosivos para os tipos laminar e ravina (figura 9B). A disponibilidade de água é baixa e, aparentemente, o uso é limitado para agricultura e dessedentação animal, com indicações macroscópicas de que seja imprópria para o consumo humano.

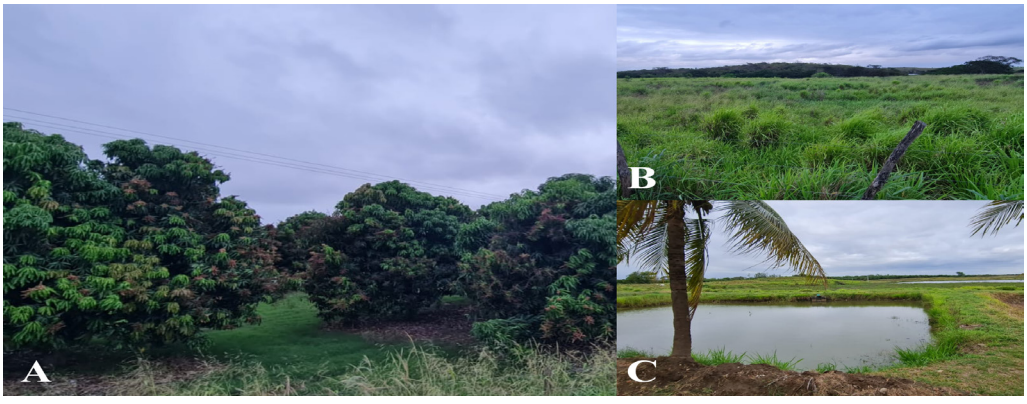
Figura 9 - Rio Poção, afluente do Rio São Francisco, em São Brás/Alagoas. A- gado bovino em áreas ciliares; B- erosão do tipo ravina em áreas com vegetação remanescente em estágio inicial de sucessão ecológica



Fonte: Acervo LCG/CCAE/UFPB (2022).

No Riacho Jacaré (Telha) (T5), a produtividade aparente e a intensidade de uso da terra são altas, com destaque para fruticultura (figura 10A), lavoura perene (figura 10B), práticas de irrigação e consórcio de culturas (figura 10C), além da pastagem nativa melhorada com rotação. A prática de manejo e o nível tecnológico utilizado reduzem os riscos de surgimento de processos erosivos, sendo registrada apenas erosão laminar e algumas ravinas. A disponibilidade de água é alta, com captação para irrigação. A ausência de vegetação nativa aumenta o risco de inundação.

Figura 10 - Riacho Jacaré, afluente do Rio São Francisco, em Telha/Sergipe. A- Fruticultura; B- Plantio de capim; C- Psicultura



Fonte: Acervo LCG/CCAE/UFPB (2022).

No entorno do Rio Boacica (Igreja Nova) (T6), a produtividade aparente e a intensidade de uso da terra são altas, com destaque para a agricultura permanente e temporária (figura 11A) e pecuária (figura 11B). Os processos erosivos são marcados pela erosão laminar e ravinas. A disponibilidade de água é alta, com captação para irrigação (figura 11C). Em alguns trechos do rio, são observados bancos de sedimento com colonização de herbáceas invasoras (figura 11D). A ausência de floresta nativa nas margens do riacho amplia o risco de inundação.

Figura 11 - Rio Boacica, afluente do Rio São Francisco, em Igreja Nova/Alagoas. A- cultivo de arroz; B- presença de gado bovino nas margens do rio; C- captação da água do rio para irrigação; D- bancos de sedimento com colonização de herbáceas invasoras

Fonte: Acervo LCG/CCAE/UFPB (2022).

No entorno da unidade amostral do Rio Piauí (Penedo) (T7), a produtividade aparente e a intensidade de uso da terra são médias, com destaque para a agricultura permanente e intensiva (figura 12). Os processos erosivos são marcados pela erosão laminar e ravinas. A disponibilidade de água é alta, com captação para irrigação. A presença de vegetação nativa nas margens do riacho diminui o risco de inundação.

Figura 12 - Cultivo de cana-de-açúcar em proximidade às áreas ciliares do Rio Piauí, afluente do Rio São Francisco, em Penedo/Alagoas

Fonte: Acervo LCG/CCAE/UFPB (2022).

Como estão os remanescentes florestais ciliares?

As áreas ciliares apresentam vegetação nativa escassa e, quando florestada, em baixa densidade. A diversidade de espécies das áreas ciliares estudadas também é baixa, totalizando 34 espécies quando somados os levantamentos realizados na 5ª e na 6ª Expedições, e apenas 26 restritas ao levantamento realizado na 4ª Expedição (Quadro 1). Essa baixa diversidade é característica de matas ciliares sob influência antrópica na vizinhança imediata, onde frequentemente ocorre redução da biodiversidade e simplificação da estrutura da comunidade vegetal (Graeff *et al.,* 2018).

O declínio no número de espécies observadas na 6ª Expedição resulta do desmatamento total ou parcial em algumas das áreas de estudo, sobretudo nas unidades amostrais T3, T4 e T6. Ao analisar a diversidade e a abundância de espécies arbóreas, observa-se que nas áreas ciliares do Rio Boa Vista (T1) e do Rio Tapuio (T2) são encontradas as maiores diversidades de espécies. Nessas unidades, também são observadas as maiores abundâncias.

Quadro 1 - Espécies lenhosas da mata ciliar de afluentes do Rio São Francisco, na região do baixo curso. T1- unidade amostral no Rio Boa Vista; T2- Rio Tapuio; T3 - Rio Traipu; T4 - Rio Poção; T5 - Riacho Jacaré; e T7 - Rio Piauí

Nome vulgar	Nome Científico	Família	Unidade Amostral	Informações Adicionais***
Algaroba	*Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (A)	Mimosaceae	T1	Introduzida e naturalizada; tolerante à seca
Amburana	*Amburana cearenses* (Alemão) A.C. Sm.	Fabaceae	T5	Heliófita; espécie clímax; em risco de extinção. Polinização: melitofilia. Dispersão: anemocórica.
Amescla	*Protium heptaphyllum* (aubl.) Marchand	Burseraceae	T7*	Heliófita; frequente em solos arenosos e/ou em áreas ciliares. Formações florestais primárias ou secundárias.
Angico de caroço	*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan	Mimosaceae	T2	Pioneira, muito indicada para ações de reflorestamento. Polinização: entomofilia/ melitofilia; Dispersão: autocórica.
Angico-de-bezerro	*Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W. Jobson	Fabaceae	T2	Pioneira; ocorre principalmente em solo arenoso. Polinização: entomofilia/ melitofilia; Dispersão: barocórica.
Aveloz	*Euphorbia tirucalli* L.	Euphorbiaceae	T1	Resistente à seca; ocorre em áreas arenosas e rochosas. Cultivada como cerca viva; látex tóxico e irritante; utilizado para tratamento de verrugas.
Baraúna	*Schinopsis brasiliensis* Engl.	Anacardeaceae	T1*	Heliófita; espécie clímax; em risco de extinção. Polinização: melitofilia. Dispersão: anemocórica.
Bom nome	*Maytenus rigida* Mart.	Celastraceae	T1; T2	Espécie da submata; comum em áreas muito secas e, ou, com solo "compactado ou cascalhento". É recomendável para a recuperação de ambientes degradados na caatinga, especialmente ciliares, porém exibe crescimento lento. Polinização: melitofilia. Dispersão: zoocórica.
Brinco-de-sauim	*Pithecellobium diversifolium* Benth.	Fabaceae	T1*;T2; T5	Heliófita; espécie clímax; característica das "caatingas arenosas" do Vale do São Francisco. Polinização: melitofilia; Dispersão: autocórica; zoocórica/ornitocórica.
Cambui	*Myrciaria floribunda* (H.West ex Willd.) O.Berg	Myrtaceae	T7*	Nativa. Espécie secundária; pode ocorrer em solos arenosos inundáveis e não-inundáveis. Floração: setembro a janeiro. Polinização: melitofilia. Frutificação: outubro a março. Dispersão zoocórica.
Catingueira	*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz	Fabaceae	T1; T2*	Heliófita; xerófita; pioneira; endêmica; adaptável aos diferentes solos, incluindo solos pobres e pedregosos. Polinização: melitofilia. Dispersão: autocórica/barocórica.

Craibeira	*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. F ex S. Moore	Bignoniaceae	T1*	Heliófita; secundária; tolerante a solos salinos; frequente em áreas ciliares. Polinização: ornitofilia. Dispersão: anemocórica.
Facheiro	*Pilosocereus pachycladus* Ritter	Cactaceae	T2*	Heliófita; xerófita; pioneira. Grande capacidade de se desenvolver em solos rasos; espécie chave para a recuperação de áreas degradadas. Polinização: quiropterofilia. Dispersão: zoocórica.
Ingazeiro	*Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth *ex* DC.	Fabaceae	T7	Heliófita; seletiva higrófita; planta secundária; exclusiva das matas costeiras; estabelecida em margens de rios, em solos de argilosos e férteis. Dispersão: autocórica.
Ipê amarelo	*Handroanthus albus* (Cham.) Mattos	Bignoniaceae	T1	Apresenta caducifolia e pode ser encontrada em florestas subcaduciofólias, entre outras. Dispersão: Anemocórica
Jatobá	*Hymenaea martiana* Hayne	Fabaceae	T7	Heliófita; espécie clímax, comum em áreas ciliares. Floração: dezembro a fevereiro. Polinização: quiropterofilia. Frutificação: março a maio. Dispersão: zoocórica
Juá	*Ziziphus joazeiro* Mart.	Rhamnaceae	T1; T2; T3**; T4; T5**	Heliófita; pioneira; geralmente rara ou em frequência reduzida. Polinização: melitofilia. Dispersão: zoocórica.
Jurema	*Mimosa tenuiflora* (wild.) Poir.	Mimosaceae	T4	Heliófita; pioneira à formação secundária de áreas de várzea e/ou solo úmido e profundo, porém também se desenvolve sob restrição hídrica; indicada para a recuperação de áreas ciliares degradadas. Polinização: melitofilia. Dispersão: autocórica.
Maçaranduba	*Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach.	Sapotaceae	T7**	Heliófita; seletiva xerófita; secundária tardia ou clímax. Polinização: melitofilia. Dispersão: zoocórica.
Mandacaru	*Cereus jamacaru* D.C.	Cactaceae	T1; T2	Xerófita; pioneira. Polinização: quiropterofilia. Dispersão: zoocórica.
Marmeleiro	*Croton blanchetianus* Baill	Euphorbiaceae	T1*;T2; T4	Pioneira; nativa da Caatinga; frequente em áreas antropizadas. Polinização: melitofilia. Dispersão: autocórica
Morfotipo 1	-	-	T2*	Informação dependente da identificação da espécie
Morfotipo 2	-	-	T7	Informação dependente da identificação da espécie
Morfotipo 3	-	Piperaceae	T7*	Informação dependente da identificação da espécie
Morfotipo 4	-	Anacardeaceae	T7*	Informação dependente da identificação da espécie

Mororó	*Bauhinia cheilantha* (Bong.) D. Dietr.	Fabaceae	T2	Heliófita; pioneira. Polinização: quiropterofilia. Dispersão: autocórica
Murta	*Myrtus* cf. L.	Myrtaceae	T7	Informação dependente da identificação da espécie
Pajaú	*Triplaris pachau* Mart.	Polygonaceae	T3**	Heliófita; pioneira; estabelecida em solos argilosos férteis; árvore representativa das matas ciliares do Vale do São Francisco.
Pereiro	*Aspidosperma pyrifolium* Mart.	Apocynaceae	T2*; T7	Heliófita; secundária. Polinização: esfingofilia. Dispersão: anemocórica.
Peroba	*Aspidosperma* cf. *cylindrocarpon* Muell. Arg.	Apocynaceae	T5	Heliófita; secundária, frequente em áreas ciliares. Polinização: entomofilia. Dispersão: anemocórica.
Pinhão roxo	*Jatropha gossypiifolia* L.	Euphorbiaceae	T2**	Pioneira, adaptada a uma maior disponibilidade de matéria orgânica no solo. Polinização: melitofilia e ornitofilia. Dispersão: autocórica.
Quixabeira	*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T. D. Penn.	Sapotaceae	T1; T2**	Heliófita; seletiva higrófita; comum em áreas ciliares e várzeas úmidas. Polinização: melitofilia. Dispersão: ornitocórica.
Sabiazeiro	*Mimosa caesalpiniifolia* Benth.	Fabaceae	T7*	Espécie vulnerável (Lista de espécies ameaçadas IUCN)
Tamarindo	Tamarindos indica L.	Fabaceae	T3**	Heliófita; semidecídua; exótica. Polinização: melitofilia. Dispersão: zoocórica.

*Apenas na VI Expedição Científica do Baixo São Francisco; **Apenas na VI Expedição Científica;

Fonte: CNCFlora (2022); CRPol (2022); Silva *et al.* (2021); Nema (2021); Benevides *et al.* (2021); Howard (2019); Machado (2019); Programa Arboretum (2017); Nadia *et al.* (2014); Carvalho (2007; 2008; 2010; 2014); Arborecer (2009); Lorenzi (2006).

Destacamos que na unidade amostral T3 (Rio Traipu/AL), não foram constatados remanescentes florestais ciliares de mata nativa. Em alguns trechos, são encontradas árvores nativas isoladas e plantio de algaroba. As margens do Rio Traipu apresentam-se desnudas, com processos erosivos, e em sua calha, os bancos de sedimento são visíveis, sobretudo no período de estiagem (figura 13).

Figura 13 - Vista aérea do Rio Traipu, município de Traipu, em Alagoas. À esquerda: margem desnuda e plantas nativas isoladas; À direita: plantio de algaroba; Ao centro: calha com bancos de sedimento evidenciando processos de assoreamento do Rio Traipu

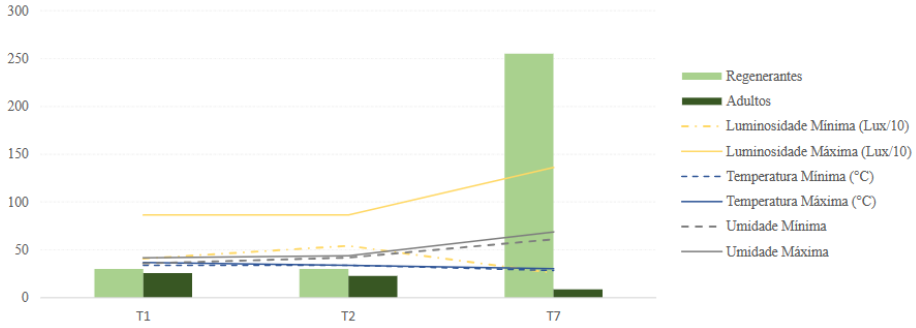
Fonte: Acervo LCG/CCAE/UFPB (2023).

As árvores variam em relação à Circunferência à Altura do Peito (CAP) e à altura; nas unidades amostrais na Caatinga (T1 a T4), a altura das espécies lenhosas varia entre 4,5 e 9,5 metros e a CAP entre 0,20 e 0,83 metros; já na Mata Atlântica (T5 a T7), a altura varia entre 6 e 15 metros e a CAP entre 0,20 e 1,15 metros. A variação da altura aparentemente ocorre tanto devido à disponibilidade hídrica e de nutrientes quanto à idade e às características específicas das diferentes espécies.

Nas unidades T1 e T2, as espécies adultas mais frequentes são a quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T. D. Penn.], a catingueira [*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz), o avelós (*Euphorbia tirucalli* L.] e o angico de caroço [*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan]. Essas espécies são comumente encontradas na zona semiárida da Caatinga e indicam que as unidades amostrais T1 e T2 estão em estágio inicial de sucessão ecológica e/ou regeneração (Silva *et al.,* 2022). As interações planta-animal dessas espécies incluem entomofilia/melitofilia (angico de caroço, quixabeira e catingueira) e a dispersão barocórica (catingueira) (Quadro 1).

Quanto à comunidade regenerante presente na Caatinga, destacam-se indivíduos de marmeleiro (*Croton blanchetianus Baill*) (T1 - 20 indivíduos; T2 - 12 indivíduos), bom nome (*Maytenus rigida Mart.*) (T1 - 9 indivíduos e 1 rebrota; T2 - 8 indivíduos), e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium Mart.*) (T2 - 10 indivíduos). É importante destacar que o baixo número de indivíduos adultos e da comunidade regenerante na Caatinga (T1 e T2) (figura 14) é compatível com uma floresta menos densa (figura 15), raleada pela influência antrópica da vizinhança imediata (uso agropecuário) e pela extração de madeira. Nesse contexto, a existência da comunidade regenerante indica o sucesso da germinação e também uma aparente diminuição de pressões ambientais como o pisoteio do gado em pastoreio extensivo nas unidades amostrais.

Figura 14 - Dados comparativos do número de indivíduos vegetais arbóreos regenerantes e adultos nas áreas ciliares dos principais afluentes do Rio São Francisco, em seu baixo curso



Fonte: Autores (2024).

Figura 15 - Mata ciliar estreita e com baixa densidade de indivíduos arbóreos e arbustivos, na margem do Rio Tapuio, Pão de Açúcar, Alagoas

Fonte: acervo LCG/CCAE/UFPB (2023).

A composição da comunidade regenerante é compatível com ambientes com degradação ambiental recente (ou recorrente) e/ou em estágio inicial de regeneração ambiental, uma vez que a espécie mais frequente é pioneira (marmeleiro), seguida por espécies secundárias (Silva *et al.,* 2022). Os autores destacam que essas espécies também são dependentes da interação com abelhas e borboletas para a polinização; a síndrome de dispersão é variável, sendo autocórica (marmeleiro), zoocórica (bom nome) e anemocórica (pereiro).

As interações planta-animal fazem das matas ciliares corredores biológicos e habitats restritivos para alguns animais que prestam importantes serviços ecológicos, como abelhas nativas em remanescentes sob clima semiárido na Caatinga da BHBSF (Moura e Schlindwein, 2009). As características das matas ciliares, como a largura da faixa ciliar que ocupam, a qualidade dos cursos hídricos, a capacidade de produção de serrapilheira e as características do solo, também influenciam no potencial de biodiversidade (Clipp e Anderson, 2018).

Entre as espécies da comunidade regenerante, o bom nome (*Maytenus rigida Mart.*) (figura 16) se destaca como espécie recomendável para a recuperação de áreas degradadas de Caatinga, com boa resposta à germinação em solos "compactados e/ou cascalhentos" e adaptada aos ambientes muito secos, conforme mencionam Silva *et al.* (2022).

Figura 16 - Indivíduo jovem de bom nome (*Maytenus rigida* Mart.), em área de mata ciliar na unidade amostral T1, Rio Boa Vista (Piranhas/AL), afluente do Rio São Francisco na região do baixo curso

Fonte: acervo LCG/CCAE/UFPB (2023).

Na unidade amostral T4, mata ciliar do Rio Poção (São Brás/AL), ocorreu desmatamento total (figura 17), com ampla supressão de marmeleiro e jurema-preta [*Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth.]. Essas espécies são importantes para a regeneração ambiental, e seu desmatamento acarreta prejuízos ecológicos à manutenção do solo e dos recursos hídricos. Apenas os indivíduos de juá (*Ziziphus joazeiro Mart.*) foram poupados do desmatamento.

Figura 17 - Desmatamento de vegetação ciliar do Rio Poção, São Brás, Alagoas

Fonte: Sobrevoo de drone, acervo LCG/CCAE/UFPB (2023)

Na unidade amostral T5, optou-se pelo monitoramento apenas com drone (figura 18), uma vez que eventos de fiscalização ambiental estavam em andamento no território, evitando assim associações equivocadas das atividades com as atividades de pesquisa e monitoramento realizadas pela Expedição Científica. Nessa unidade, são encontradas espécies como amburana [*Amburana cearensis* (Alemão) A.C. Sm.], brinco-de-sauim (*Pithecellobium diversifolium* Benth.), juá (*Ziziphus joazeiro* Mart.), peroba (*Aspidosperma cf. cylindrocarpon Muell.* Arg.), entre outras (Almeida *et al.,* 2023).

Figura 18 - Vista aérea de mata ciliar do Riacho Jacaré, Telha, Sergipe

O Rio Boacica (T6), em Igreja Nova, não apresenta remanescentes florestais ciliares no perímetro estudado, especialmente nas áreas próximas aos plantios de arroz e pasto (figura 19). Na maior parte do trecho analisado, a cobertura vegetal encontrada corresponde a macrófitas aquáticas e, nas margens ciliares, a gramíneas.

Figura 19 - Vista aérea da área ciliar do Rio Boacica, Igreja Nova, Alagoas

Fonte: Sobrevoo de drone, acervo LCG/CCAE/UFPB (2023).

Em trechos do Rio Boacica, é possível encontrar árvores nativas dispostas linearmente ao rio (figura 20), em até 5 metros da margem. Observam-se espécies como jenipapeiro (*Genipa americana L.*) (6 indivíduos), ingazeiro [*Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC.] (4 indivíduos), embaúba (*Cecropia L.*) (3 indivíduos) e goiabeira (*Psidium guajava L.*) (1 indivíduo). As três primeiras espécies são comuns em áreas ciliares, demonstrando alta resistência a alagamentos temporários e solos encharcados, conforme identificado por Marroquim *et al.* (2023) na porção sergipana da BHBSF.

Figura 20 - Baixa cobertura de floresta ciliar nas margens do Rio Boacica, Igreja Nova, Alagoas

Fonte: Sobrevoo de drone, acervo LCG/CCAE/UFPB (2023)

Na foz dos rios perenes, como o rio Boacica (figura 21) e o rio Piauí (figura 22), observam-se plumas de sedimento. Esse fenômeno está frequentemente associado à baixa cobertura de mata ciliar e aos processos erosivos nas margens dos rios. Ao estudar a mata ciliar na região da BHBSF, próxima à foz do Rio São Francisco, Holanda *et al.* (2005) indicam que áreas com vegetação rasteira tendem a sofrer erosão nos taludes, aumentando o volume de sedimentos transportados.

Figura 21 - Pluma de sedimento na foz do Rio Boacica, Igreja Nova, Alagoas

Fonte: Sobrevoo de drone, acervo LCG/CCAE/UFPB (2023).

Figura 22 - Pluma de sedimento, foz do Rio Piauí, Penedo, Alagoas

Fonte: Sobrevoo de drone, acervo LCG/CCAE/UFPB (2023).

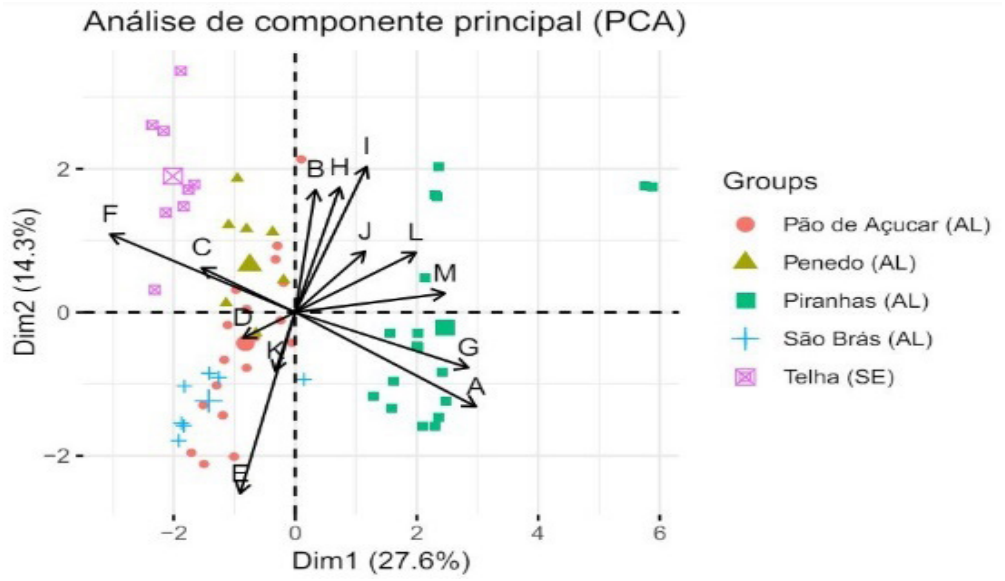
Na unidade amostral T7, a vegetação corresponde à Mata Atlântica (Quadro 1), destacando-se a presença de amescla e jatobá entre as espécies arbóreas mais frequentes. Marroquim *et al.* (2023) destacam o jatobá como uma das *Fabaceae* presentes na mata ciliar da BHBSF.

A unidade amostral T7 se destaca por apresentar um maior número de indivíduos pertencentes à comunidade regenerante (figura 4), incluindo morfotipo 1 (204 indivíduos), murta (20 indivíduos), mimosa (13 indivíduos) e uma rebrota de ingazeira, evidenciando processos de composição e adensamento arbóreo e arbustivo na mata ciliar.

O morfotipo 1 predominou em áreas de menor luminosidade (2580 lux) e maior umidade (69%). Estudos de McLaren e McDonald (2003) indicam que menor luminosidade, combinada com maior umidade, favorece a germinação e a sobrevivência de indivíduos jovens em florestas tropicais. Esses fatores podem justificar a maior frequência de indivíduos da comunidade regenerante na T7 em comparação com as demais unidades amostrais. Além disso, observa-se que a T7 possui características edafoclimáticas, estruturais da mata ciliar e ciclo fenológico diferentes das encontradas nas outras unidades amostrais.

Ao analisar de forma integrada os dados bióticos (excluindo a comunidade regenerante) e abióticos referentes à mata ciliar, verificou-se que nos remanescentes com plantas de maior altura, a umidade relativa foi maior e a temperatura do ar foi menor (figura 15). Essas características podem favorecer os processos de sucessão ecológica, beneficiando o estabelecimento de espécies não heliófitas.

Figura 15 - Gráfico de análise de componentes principais envolvendo dados botânicos e abióticos (altitude, temperatura, luminosidade e umidade relativa do ar) das matas ciliares de afluentes do Rio São Francisco, na região do baixo curso.



A- altitude; B- número de indivíduos adultos; C- altura da planta; D-circunferência a Altura do Peito (CAP); E- Lumininosidade; F- umidade; G- temperatura; H- folha; I- Caule; J- miscelânea; K- fruto; L- flor/fruto; M- flor.

Fonte: Autores (2024).

Um maior volume de serrapilheira foi encontrado na unidade amostral com maior número de indivíduos arbóreos adultos (figura 5). A caducifolia, apresentada como estratégia comum às espécies da caatinga encontradas na T1 durante o período de amostragem, exerceu influência no aumento da estocagem da serrapilheira em comparação com as demais unidades amostrais. Isso se deve ao fato de que o levantamento de dados de campo ocorreu durante o período de estiagem, especialmente nas unidades amostrais circunscritas na caatinga. Esse fato também justifica a relação diretamente proporcional entre luminosidade e presença de frutos na serrapilheira.

Considerações finais

A vulnerabilidade ambiental encontrada na BHBSF, nas áreas ciliares do Rio São Francisco e de seus afluentes, amplia a preocupação quanto à fragilidade ambiental dessas áreas frente aos processos erosivos que, diante dos usos da terra sem um planejamento ambiental adequado, podem comprometer a qualidade da água, a navegabilidade e os ecossistemas aquáticos e de transição.

Há baixa cobertura e diversidade de espécies arbóreas na mata nativa em áreas ciliares dos rios afluentes do Rio São Francisco, em seu baixo curso. Em um intervalo de apenas um ano, entre a 5ª e a 6ª Expedição Científica do Baixo São Francisco, houve perda de vegetação, especialmente em áreas ciliares de riachos temporários, o que influenciou a riqueza e a diversidade de espécies.

Processos erosivos são evidentes nas margens ciliares desnudadas de rios perenes, resultando no carreamento de plumas de sedimento para o Rio São Francisco. A análise das espécies

arbóreas adultas e da comunidade regenerante indica que as matas ciliares estão em processo de regeneração inicial e/ou de degradação ambiental recorrente.

O diagnóstico apresentado aponta para a necessidade de ações coordenadas de planejamento ambiental para as áreas ciliares do Rio São Francisco e de seus afluentes, visando à conservação do solo e ao adequado abastecimento do rio principal.

Recomendam-se ações de reflorestamento para as margens ciliares desnudas (Rio Traipu, em Traipu/AL; Rio Poção, em São Brás/AL; e Rio Boacica, em Igreja Nova/AL), com o objetivo de promover a recuperação ambiental e manter a qualidade dos cursos hídricos. Nesse sentido, a ausência de intervenções poderá resultar no aumento do volume de sedimentos erodidos e carreados pelos rios e riachos, o que causaria distúrbios como o acúmulo desse material na calha principal do Rio São Francisco e na região da foz dos principais afluentes, criando barreiras físicas no encontro com o rio principal.

Reforça-se a necessidade de intensificação das ações de fiscalização das Áreas de Preservação Permanente, desenvolvimento de programas de educação ambiental e formação contínua para reflorestamento e recuperação ambiental das áreas ciliares, além de capacitação para práticas agrícolas sustentáveis aplicáveis ao território.

Referências

ALMEIDA, N. V. *et al.* Fragilidade Ambiental da Áreas Ciliares do Rio São Francisco: Um Diagnóstico Ecodinâmico e dos Remanescentes Florestais. *In*.: SOARES E. C.; SILVA J. S.; GOMES R. M. F. P.; SILVA T. J. (Org.). **Relatório Final da V Expedição Científica do Baixo São Francisco,** Maceió, 2023. p. 223-244.

ALMEIDA, N. V. **Ordenamento territorial geoambiental da bacia hidrográfica do rio Taperoá, semiárido paraibano**. 2012. 186f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

ALMEIDA, N. V.; CUNHA, S. B. da; NASCIMENTO, F. R. do. Proposta metodológica ao ordenamento territorial ambiental em bacia hidrográfica. *In*.: DAMASCENO, I.; MALHEIROS, T. (org.). **Espaços Plurais.** Rio de Janeiro: Consequências, 2018. p. 1479–1499.

BERNARDI, E. C. S. *et al.* **Bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental**. 2012. Disponível em: http://sites.unifra.br/Portals/36/Tecnologicas%202012-2/04.pdf. Acesso em: 15 maio 2015.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1980.

CLIPP, H.; ANDERSON, J. Environmental and Anthropogenic Factors Influencing Salamanders in Riparian Forests: A Review. **Forests**, v. 5, p. 2679-2702, 2014.

COHEN, J.A. Coefficient fa greement for nominal scales**. Educational and Psychological Measurement**, v. 20, p. 37-46, 1960.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SÃO FRANCISCO. **Plano de Recursos Hídricos 2016/2025**. 2018. Disponível em: https://cbhsaofrancisco.org.br/documentacao/plano-de-recursos-hidricos-2016-2025/. Acesso em: 09 abr. 2022.

CREPANI, E. *et al.* **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos, SP: INPE, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 2018.

FAUSTINO, A. B.; RAMOS, F. F.; SILVA, S. M. P. da**. Dinâmica temporal do uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Doce (RN) com base em sensoriamento remoto e SIG**: uma contribuição aos estudos ambientais. 2014. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/5305. Acesso em: 3 maio 2022.

FERREIRA, E.; DANTAS, A.A.A.; MORAIS, A.R. Exatidão na classificação de fragmentos de matas em imagem do satélite Cbers-CCD, no munícipio de Lavras, MG. **Anais [...],** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis, Brasil, 887-894.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

GRAEFF, V. *et al*. Assessment of a subtropical riparian forest focusing on botanical, meteorological, ecological characterization and chemical analysis of rainwater. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 13, p. 1-16, jan. 2018.

HOLANDA, F. S. R. Riparian Fragments Affected by Bank Erosion in the Lower São Francisco River, Northeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p. 148-152, 2005.

MARROQUIM, P. M. G. *et al.* Análise da vegetação em área de mata ciliar no Baixo São Francisco, em Sergipe. **Advances in Forestry Science**, v. 10, n. 2, p. 2013-2029, 2023.

MARTINS, R. N. *et al*. Fragilidade potencial e emergente na bacia do rio Peruaçu, região norte de Minas Gerais. **R. bras. Geom.**, v. 6, n. 2, p. 99-118, abr./jun. 2018.

MCLAREN, K.P.; MCDONALD, M. A. The effects of moisture and shade on seed germination and seedling survival in a tropical dry forest in Jamaica. **Forest Ecology and Management**, meio eletrônico, v. 183, p. 61-75, 2003.

MEDEIROS, I. S. *et al.* Ecodinâmica e vulnerabilidade ambiental de uma sub-bacia inserida em uma Área de Proteção Ambiental. **Journal of Environmental Analysis and Progress,** v. 03, n. 3, p. 296-309, 2018.

MOURA, D.; SCHLINDWEIN, C. Mata ciliar do Rio São Francisco como biocorredor para Euglossini(Hymenoptera: Apidae) de florestas tropicais úmidas. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 281-284, 2009.

NASCIMENTO, F. R. do. **O fenômeno da desertificação**. Goiana: editora UFg, 2013.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 7.1 da Série Anual de Mapas da Cobertura e Uso do Solo do Brasil**. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acesso em: 10 mar. 2023

RIBEIRO, R. J. C.; BAPTISTA, G. M. M.; BIAS. E. S. Comparação dos métodos de classificação supervisionada de imagem Máxima Verossimilhança e Redes Neurais em ambiente urbano. **Anais [...].** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, 13, 2007.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, n.8, p.63-74, 1994.

ROSS, J. L. S.; PRETTE, M.E. D. **Recursos Hídricos e as Bacias Hidrográficas**: Âncoras do Planejamento e Gestão Ambiental. 1998. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53736 Acesso em: 02 maio 2021.

SANTIAGO, C. M. C. *et al.* Erodibilidade do solo e a relação com as formas de uso e ocupação na bacia hidrográfica do rio São Nicolau – Piauí. **Revista de Educação Ambiental**, v. 21, n.2, p.154-175, 2016.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SILVA, K. R. *et al.* Interpolação Espacial da Precipitação no Estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 18(4), p. 417- 427, 2011

SILVA, M. D. *et al.* Áreas ciliares do Baixo São Francisco: fragmentos florestais e fauna associada. *In*.: SOARES, E. C.; SILVA, J. V.; SILVA, T. J. (Org.). **O Baixo São Francisco**: características ambientais e sociais. v.2. Maceió, AL: Edufal, 2022. p. 291-313.

SOARES, E. C.; SOARES, J. V.; NAVAS R. (Org.). **O Baixo São Francisco:** Características Ambientais e Sociais. v.1. Maceió, AL: Edufal; 2020.

TEIXEIRA, A. H. de C. *et al.* Monitoramento da produtividade hídrica por meio de ferramentas geotecnológicas em condições socioambientais contrastantes: aplicações na bacia do rio São Francisco, Brasil. Aplicações de Sensoriamento Remoto. **Sociedade e Meio Ambiente**, v. 18, p. 100-296, 2020.

THOMA, A. C. *et al*. Erodibilidade de Neossolo Litólico pelo ensaio de Inderbitzen modificado e eficiência de blocos de solo-cimento para controle da erosão hídrica. **Eng. Sanit. Ambient**., v. 27, n.3, maio/jun. 2022.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE-SUPREN, 1977

CAPÍTULO 17

PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC) NO BAIXO SÃO FRANCISCO

Gabriela Maria Cota dos Santos[92], Carolina Rafaela da Silva[93], Domênica Didier Foerster[94], Patrícia Muniz de Medeiros[95]

Resumo: O processo de globalização contribuiu para que as dietas humanas se homogeneizassem ao ponto de se tornarem pouco diversas e pouco saudáveis, como exemplificado pelos fast-foods padronizados e onipresentes. Em contrapartida a esse movimento, as Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), plantas pouco consumidas ou pouco conhecidas pela maioria das pessoas, têm sido indicadas como alternativas para promover diversificação, segurança e soberania alimentares, estando essencialmente presentes no repertório da cultura popular de comunidades tradicionais. Dessa maneira, a abordagem das PANC durante a 5ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco realizou uma busca inicial por tais espécies em oito municípios da região, visando observar parte da potencialidade alimentícia local.

Palavras-chave: Plantas alimentícias atípicas; Etnobiologia; Soberania Alimentar; Conhecimento biocultural.

Introdução

As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) são recursos alimentícios vegetais que se enquadram em pelo menos um dos seguintes critérios: I) são pouco consumidas pela maioria das pessoas em determinado contexto socioambiental, mesmo que sejam amplamente conhecidas; II) são pouco conhecidas pela maioria das pessoas em determinada região, apesar de serem bastante consumidas em outras; III) possuem partes da planta pouco consumidas ou pouco conhecidas pela maioria das pessoas, apesar de deterem partes convencionais (como a bananeira, que tem o fruto convencionalmente consumido, mas cujo coração – ou brácteas – é pouco utilizado como alimento) (Kinupp; Lorenzi, 2014).

Dessa forma, espera-se que o país detentor da maior biodiversidade do planeta, o Brasil, também possua uma notável variedade de espécies alimentícias. No entanto, as dietas das famílias brasileiras estão seguindo as tendências do sistema agroalimentar globalizado, caracterizando-se pela baixa diversidade e baixo teor nutricional. Dietas pouco diversificadas estão diretamente ligadas à baixa nutrição, uma vez que a adequação dietética nutricional é alcançada pela combinação de nutrientes encontrados em diferentes alimentos e em diversas concentrações (Tardido; Falcão, 2006).

Além disso, a industrialização resultou em refeições desbalanceadas, tanto na forma de *fast-food* quanto no abastecimento doméstico com alimentos processados não perecíveis, independentemente do contexto socioeconômico (French, 2001). Mesmo assim, os índices de insegurança alimentar são mais acentuados quando se considera a realidade rural (IBGE, 2020).

92 Agroecóloga, Gerência de Mudanças Climáticas e Sustentabilidade do IMA/AL

93 Estagiária da Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas – SEMARH/AL

94 Assessora Técnica da Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas – SEMARH/AL

95 Agroecóloga, Gerência de Mudanças Climáticas e Sustentabilidade do IMA/AL

Nesse contexto, as PANC desempenham um papel singular, sendo, por exemplo, consideradas como "alimentos da fome" ou "alimentos emergenciais", recursos acessados durante períodos de escassez de alimentos mais populares devido à exposição a eventos climáticos ou ambientais atípicos, como enchentes, secas e incêndios (Jackson, 2020), e mais recentemente, durante a pandemia (Galindo, 2022). Apesar do termo, esses recursos não estão necessariamente relacionados à fome, mas estão intimamente ligados à insegurança alimentar (Muller; Almedon, 2008), em que as populações não têm acesso ou não podem escolher suas culturas alimentares principais para consumo.

Para melhor entender essa conjuntura, uma área de conhecimento que investiga a relação entre pessoas e a biota em diferentes segmentos, como etnobotânica e etnonutrição, é a etnobiologia. Através dessas abordagens, observa-se que as comunidades tradicionais desempenham um papel fundamental na indicação e na conservação da biodiversidade, o que inclui recursos como as Plantas Alimentícias Não Convencionais (Menezes *et al.* , 2019). Portanto, essas populações são um público-alvo crucial para estabelecer as PANC em cadeias produtivas locais, não apenas por seu potencial de enriquecer as refeições em diversidade e valor nutricional, mas também por promover a segurança e soberania alimentar e nutricional.

Nesse sentido, durante a V Expedição Científica do Baixo São Francisco, a abordagem das PANC visou inicialmente listar espécies indicadas pelas comunidades, como frutas silvestres, e observar outras espécies já consolidadas como PANC, como aquelas referenciadas pela Agroecologia como espontâneas ou "daninhas" (Altieri, 2012). As atividades de campo foram realizadas por meio de uma parceria entre o Laboratório de Ecologia, Conservação e Evolução Biocultural (Leceb/Ufal) e o setor de Recursos Sólidos da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado de Alagoas (Semarh).

PANC no Baixo São Francisco

Foram visitadas seis comunidades tradicionais, considerando-se tradicionais aquelas que se enquadram no conceito atribuído pela Lei 11.326/2006 (Brasil, 2006) e pelo Decreto 6.040/2007 (Brasil, 2007), incluindo povos indígenas, quilombolas, assentados da reforma agrária, ribeirinhos, caiçaras, entre outros. Além disso, foi visitada uma comunidade rural, e as visitas guiadas foram conduzidas por liderança comunitária ou morador(a) indicado(a) pela comunidade ou pelo município (via Emater ou Secretaria de Agricultura correspondente).

Em cada comunidade, buscou-se registrar a ocorrência de espécies não convencionais atribuídas pelos próprios moradores (registradas enquanto etnoespécies, ou seja, com nomes tradicionais reconhecidos e utilizados pelo grupo), realizando as seguintes atividades:

a) Coleta das coordenadas geográficas da comunidade em questão;

b) Registro fotográfico, de usos e do tipo de ocorrência das espécies;

c) Coleta de material botânico de espécies cuja identificação fosse incerta ou que apresentassem material fértil.

Todos os moradores fotografados assinaram termo de autorização para uso de imagem. Além disso, o tipo de ocorrência registrado refere-se à forma como o indivíduo se estabeleceu no local, não necessariamente à sua origem (se é naturalizado/introduzido ou nativo), sendo que este último aspecto foi indicado na fase de identificação/caracterização das espécies.

A figura 1 apresenta a metodologia aplicada nas visitas a campo. Devido ao tempo limitado em cada comunidade, não foi possível realizar registros em toda a extensão territorial delas. Portanto, a ocorrência de PANC relatada na V Expedição não reflete toda a diversidade

de PANC do Baixo São Francisco, mas sim um esforço amostral das espécies identificadas como tal na região. Também devido à limitação de tempo, foi adotada uma abordagem antropológica de observação direta, incorporada à etnobiologia, para registrar os usos das partes das plantas. Ou seja, diferentemente da abordagem de observação participante, as pesquisadoras não participaram do cotidiano da comunidade para registrar esses usos (Campos; Albuquerque, 2021).

Figura 1 - Diagrama de metodologia para registro de ocorrência de PANC na V Expedição Científica do Baixo São Francisco

Fonte: Autores (2023).

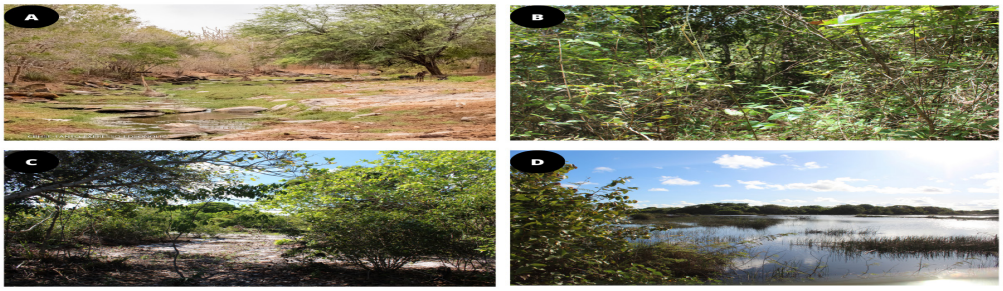
A autorização para coleta de material biológico foi solicitada pelo Sisbio, comprovada pelo registro número 85823-1 para coleta fora de áreas caracterizadas como Unidade de Conservação (UC). Uma vez coletadas, as plantas foram prensadas em exsicatas e secas em estufa a 60º C por 3 dias no Leceb. As exsicatas foram enviadas aos pesquisadores do Herbário MAC do Instituto do Meio Ambiente de Alagoas e ao herbário do IPA (Instituto Agronômico de Pesquisa de Pernambuco) para identificação específica.

Após a identificação, as espécies foram caracterizadas quanto à espécie (ou apenas à família, nos casos de dificuldade na identificação), tipo de ocorrência no Brasil com base na Flora e Funga do Brasil (2023), e potencialidades como recurso alimentício.

Caracterização das áreas de estudo

Sob a compreensão de que a Expedição percorreu a região do Baixo São Francisco, as áreas de estudo variaram entre os biomas caatinga e mata atlântica. Assim, foi possível observar nos territórios de coleta de material biológico os seguintes ambientes conforme a figura 2: 2a - Caatinga, 2b - Mata atlântica, 2c - Área de ecótono: transição entre caatinga e mata atlântica na restinga alagoana, 2d - Ecossistema localmente conhecido como o "Pantanal alagoano".

Figura 2 - Diferentes ambientes encontrados nas áreas de amostragem de PANC



2A - Caatinga, em Gararu/SE, Fonte: CBHSF/Edson Oliveira (2022), 2B - Mata atlântica, em Igreja Nova/AL, 2C - Restinga alagoana, em Piaçabuçu/AL, 2D - "Pantanal alagoano", em Piaçabuçu/AL.
Fonte: Autores (2023).

Sendo assim, segundo o IBGE (2022), destacam-se as principais formações florestais dessas áreas:
- Olho d'Água do Casado (AL) e Porto da Folha (SE): Savana-estépica arborizada e savana-estépica florestada;
- Gararu (SE): Agropecuária, área antropizada dominante, com vegetação savana-estépica pretérita;
- São Brás (AL): Agropecuária e área de ecótono, de transição entre savana-estépica e floresta estacional;
- Propriá (SE): Área antropizada dominante em tensão ecológica, agropecuária e área de ecótono, de transição entre savana e floresta estacional;
- Igreja Nova (AL): Pecuária (pastagens) e agricultura com culturas cíclicas, com vegetação pretérita de floresta estacional semidecidual;
- Penedo (AL): Agricultura com culturas cíclicas, com vegetação pretérita de floresta estacional semidecidual;
- Piaçabuçu (AL): Formação pioneira com influência marinha arbórea e agropecuária.

Quanto aos aspectos pedológicos desses territórios, também segundo o IBGE (2022), são caracterizados por:
- Olho d'Água do Casado (AL): Planossolo háplico eutrófico;
- Porto da Folha (SE), Gararu (SE): Neossolo litólico eutrófico;
- São Brás (AL): Luvissolo crômico órtico;
- Propriá (SE): Neossolo regolítico eutrófico;
- Igreja Nova (AL) e Penedo (AL): Plintossolo pétrico concrecionário;
- Piaçabuçu (AL): Espodossolo ferrihumilúvico órtico.

Essas informações estão diretamente relacionadas aos tipos de espécies encontradas em cada comunidade ou ponto de amostragem. No entanto, além das espécies de ocorrência natural, devido à intensa intervenção humana na região, é inevitável encontrar espécies exóticas, introduzidas por diversos motivos, que frequentemente se naturalizam profundamente na biocultura dos sistemas socioecológicos locais.

Registros de ocorrência de PANC no Baixo São Francisco

Foram realizados 54 registros de ocorrência (incluindo as mesmas espécies observadas em mais de uma comunidade), com cerca de 43 etnoespécies PANC identificadas nas 8 visitas

de campo (quadro 1, figura 3). O número de observações variou entre 5 e 10 etnoespécies por comunidade. É importante mencionar que em duas delas (Piaçabuçu e Penedo), muitas das PANC frutíferas mencionadas pelos moradores não foram encontradas durante a expedição, destacando a necessidade de retornar a esses municípios para registro posterior. Este aspecto é particularmente relevante considerando que estudos indicam um forte potencial de aceitação pelo público consumidor para as PANC frutíferas florestais (Gomes, 2020). Um mosaico das partes alimentícias de algumas das etnoespécies encontradas está ilustrado na figura 4. Cerca de 20 amostras sob a forma de exsicatas foram secas e encaminhadas para o herbário a fim de identificar a espécie. No entanto, devido à falta de material fértil (flores e frutos) em grande parte das amostras, nem todas puderam ser identificadas até o nível de família e espécie.

Quadro 1 - Visitas-guiadas em busca de PANC na V Expedição Científica do Baixo São Francisco, em 2022

Data	Município	Comunidade	Latitude/ Longitude
03 de Novembro	Olho d'água do Casado (AL)	Assentamento Gastone Beltrão	9°32'30.93"S 37°49'2.47"O
04 de Novembro	Porto da Folha (SE)	Comunidade Quilombola Mocambo	9º46'33.107" S 37º24'30.265"O
05 de Novembro	Gararu (SE)	Acampamento Nossa Srª Aparecida	10° 2'1.63"S 37° 7'51.70"O
06 de Novembro	São Brás (AL)	S/identificação - borda de estrada	10º05'52.33" S 36º53'42.95"O
07 de Novembro	Propriá (SE)	Acampamento Santo Antônio	10º15'13.39"S 36º50'22.91"O
08 de Novembro	Igreja Nova (AL)	Cajaíba	10º14'58.06"S 36º42'58.89"O
09 de Novembro	Penedo (AL)	Assentamento Novo Horizonte	10°12'59,46" S 36°23'44,88" O
10 de Novembro	Piaçabuçu	Assentamento Fazenda Paraíso	10º21'52.08"S 36º24'49.23"O

Fonte: Autores (2023).

Quadro 2 - Etnoespécies de PANC registradas durante a V Expedição Científica no Baixo São Francisco

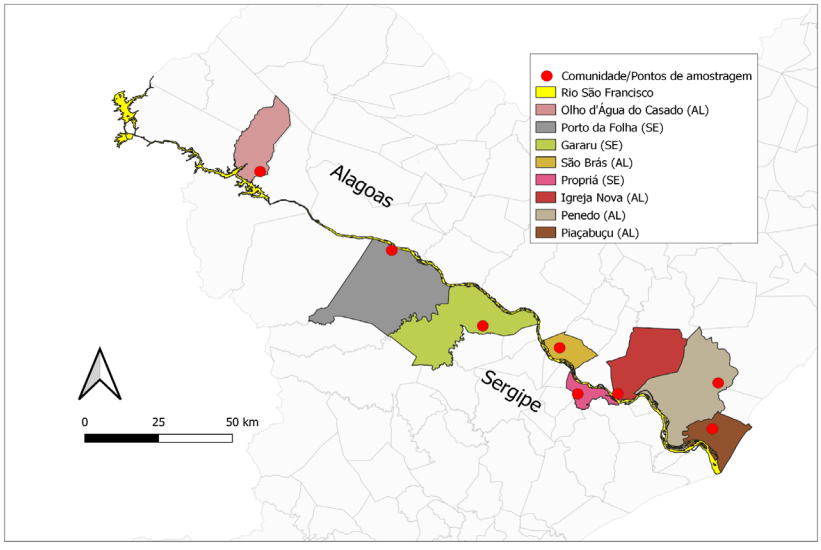
Etnoespécie	Parte-planta utilizada	Tipo de ocorrência no ponto de amostragem segundo relatos locais
Alastrado/Xique-xique	Fruto	Natural
Algaroba	Vagem	Não plantada, distribuição zoocórica (gado)
Amaranthus	Folhas	Natural

Amescla	Fruto	Natural
Araçá	Fruto	Natural
Araticum taia	Fruto	Natural
Azeitona/Jamelão	Fruto	Natural
Babosa	Folha	Plantada
Beldroega	Folhas	Natural
Caatingueiro	Casca, folha e talo	Natural
Cajá	Fruto	Natural
Cambuí	Fruto	Natural
Chanana	Flor e folhas	Natural
Chifre de bode	Fruto	Natural
Coco ouricuri	Fruto	Natural
Coco catolé	Fruto	Natural
Cruiri	Fruto	Natural
Dendê	Fruto	Natural
Enxerto (trepadeira)	Fruto	Natural
Facheiro	Fruto	Natural
Fisális	Fruto	Natural
Gangorra	Fruto	Natural
Ingazeira	Fruto	Natural
Jaboticaba	Fruto	Plantada
Jenipapo	Fruto	Natural
Juá	Fruto	Natural
Macambira	Olho	Natural
Mama de cachorro	Fruto	Natural
Mandacaru	Fruto	Natural
Maria Preta	Fruto	Natural
Massaranduba/Paraju	Fruto	Natural
Melãozinho de São Caetano	Fruto	Natural
Murici	Fruto	Natural
Olho de boi	Fruto	Natural
Palma	Cladódios (caule fotossintetizante)	Plantada
Palminha	Fruto	Natural
Pitomba	Fruto	Natural
Quixabeira	Fruto	Natural
Seriguela	Fruto	Plantada
Tamarindo	Fruto	Natural

Umbuzeiro	Fruto	Natural
Urtiga	Talo (raspa)	Natural
Não identificada *in loco*, "Trapiá" na literatura	Frutos	Natural

Fonte: Autores (2023).

Figura 3 - Mapa de localização dos pontos de amostragem recolhidos nas comunidades visitadas durante a V Expedição Científica do Baixo São Francisco



Fonte: Autores (2023).

Figura 4 - Mosaico de PANC no Baixo São Francisco

Fonte: Fotos 1, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 19, 21, 22, 23, 24, 25 – Autores, 2023; 2, 3, 7, 14, 20 - Élida Monique, Roberta Caetano e Rita Ferreira /LECEB (2023); 13, 17, 18, 26 - CBHSF/Edson Oliveira, 2022.

Observação direta na relação PANC-moradores

Casos atípicos - Uma indicação foi atribuída à Babosa, Aloe vera, cujo relato se associou à ocorrência da espécie em forma de plantio herdado de outra geração de moradores.

Casos repetidos - Algumas etnoespécies apareceram em mais de uma comunidade, como a Macambira (2), a Quixabeira (2), o Juá (3) em áreas sertanejas de caatinga. O Coco ouricuri (2) e a Massaranduba (2) foram observados em áreas de ecótono ou Mata Atlântica. Contudo, devido ao baixo número de amostras tanto de moradores acessados por comunidade quanto de comunidades em relação à região, tais repetições não podem necessariamente indicar maior distribuição ou disponibilidade espacial dessas PANC no Baixo São Francisco em comparação com outras espécies não registradas durante a Expedição.

Relatos associados - Algumas ocorrências chamaram atenção nos relatos dos moradores locais. Entre elas, a Algaroba, uma leguminosa de caráter exótico, cuja presença foi atribuída à distribuição zoocórica. As sementes da árvore são disseminadas através dos dejetos do gado bovino, comum no cenário sertanejo, sendo uma fonte de renda para muitas famílias, que encontram nas vagens da Algaroba uma alternativa de alimento. Outra forrageira mencionada para consumo humano foi a Palma.

Apesar de o Juá ser amplamente conhecido pelo uso como "pó dental", houve relatos de produção de licor a partir do fruto. Tal observação pode ser um interessante indicativo para a popularização de espécies como o Juá, apesar de seu sabor ácido. Uso não alimentício foi observado para o *Araticum taia*, cuja casca foi indicada para a elaboração de esteiras.

O Caatingueiro foi a espécie da caatinga com mais partes utilizadas para consumo alimentício (casca, folhas e talo), além de ser indicado como planta "mata sede", fortalecendo seu potencial em contexto semiárido.

Também foi observado o valor atribuído pelas comunidades locais às espécies arbóreas nativas. Por exemplo, o Coco ouricuri foi encontrado isolado em meio à área agrícola, demonstrando respeito do agricultor pela planta. Apenas uma espécie foi indicada como não convencional para alimentação, sem registro de nome popular entre os moradores locais, atribuída na literatura como "Trapiá".

Identificação e caracterização de espécies

As espécies listadas variaram de plantas frutíferas florestais conhecidas, mas pouco exploradas, como Cajá e Seriguela – que além de possuírem frutos comestíveis, têm folhas com o mesmo potencial –, a espontâneas exóticas, como Amaranthus e Beldroega – comumente associadas a "ervas daninhas" e, portanto, subvalorizadas como alimentos.

Espécies associadas pelos autores

Algumas espécies mais populares, que não dispunham de material fértil ou cujo material estava em péssimas condições para a produção de exsicata, foram reconhecidas pelas pesquisadoras e listadas no Quadro 3. Por outro lado, as PANC que não puderam ser identificadas em herbário (estéreis), coletadas em campo (devido a condições adversas como fungos, umidade, desfolhamento), ou em áreas de amostragem que coincidiam com áreas protegidas, foram mantidas no estudo como "etnoespécie", sem associação a informações na literatura.

Quadro 3 - Espécies associadas pelos autores

Etnoespécie	Família	Espécie	Ocorrência no Brasil e informações na literatura
Alastrado/ Xique-xique	Cactaceae	*Xiquexique gounellei*	Nativa endêmica no Brasil, possui efeito anti-inflamatório (Dias, 2015) é **Fonte** de minerais e fibras dietéticas, uma forma de preparo de seu fruto é a partir da produção de geleia (Bezerril, 2021).
Algaroba	Fabaceae	*Prosopis juliflora*	Naturalizada, foi introduzida no semiárido, ora para lidar com recuperação de áreas degradadas, ora como alternativa para forragem, ora como alternativa alimentícia em épocas de seca ou de escassez de alimentos (Dos Santos, 2017). Vagem fibrosa, pode ser preparada em farinha para adição em demais alimentos (Souza; Correia, 2013)
Amescla	Burseraceae	*Protium heptaphyllum*	Nativa, é uma espécie melífera, sendo também procurada por aves, porém, seu uso relacionado à produção do óleo-resina "almíscar" é mais conhecido e tratado do que o alimentício (Carvalho, 2006).
Araçá	Myrtaceae	*Psidium guineense*	Nativa, seu fruto tem boa aceitação sensorial (Santos, 2020), podendo ser preparado para sucos, geleias, compotas, licores; sendo boa fonte de óleos essenciais e minerais (Bezerra, 2018).
Azeitona/ Jamelão	Myrtaceae	*Syzygium cumini*	Naturalizada, mesmo em época de safra, em alta produção, acaba sendo desperdiçada pela alta perecibilidade; pode ser consumida *in natura* ou em processamentos, como de geleias e vinhos, tendo destaque seu uso enquanto corante natural em virtude do potencial nutracêutico das antocianinas que a colorem (Lago, 2006; Koley, 2011).

Beldroega	Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	Suculenta naturalizada, conhecida como erva espontânea, de ampla ocorrência no mundo, pode ser consumida *in natura* ou cozida, sob formato de picles (os talos), tempurás, podendo também ser usada como sal natural, (Kinupp; Lorenzi, 2014; Facciola, 1998), suas sementes também são comestíveis (Kinupp; Lorenzi, 2014); não é recomendado seu consumo frequente, em virtude do seu teor de ácido oxálico e nitrato (Guil, 1997).
Cajá	Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Nativa, apesar de seu fruto (hipocalórico) ser bastante conhecido e comercializado em formato de polpas, o uso de suas folhas jovens (para temperos, sucos verdes e geleias) e raízes tuberosas (para produção de farinha) como alimento é subvalorizado (Kinupp; Lorenzi, 2014).
Chanana	Turneraceae	*Turnera subulata*	Nativa, além de possuir fitocompostos bioativos importantes no combate de uma série de doenças (Saravanan, 2018), é uma erva espontânea, afrodisíaca; suas flores podem ser consumidas *in natura*; já suas folhas podem ser cozidas, usadas para chás, como também para temperos (Kinupp; Lorenzi, 2014).
Cambuí	Myrtaceae	*Myrciaria floribunda*	Nativa, indicada como saborosa (Gomes, 2020), pode ser consumida *in natura*, em compotas, geleias, licores.
Chifre de bode	Cactaceae	-	-
Coco ouricuri	Arecaceae	*Syagrus coronata*	Nativa, de frutos energéticos, com rico teor de lipídeos, carotenoides e outros compostos bioativos (Crepaldi, 2001; Belviso, 2013), sua amêndoa *in natura* e mesocarpo são utilizados, sendo o "leite do coco" e a extração de seu óleo como tempero na semana santa ou em pratos, como umbuzadas, algumas das suas formas de preparo (Rufino, 2008).
Coco catolé	Arecaceae	-	-
Cruiri	Myrtaceae	-	-
Dendê	Arecaceae	-	-
Facheiro	Cactaceae	-	-
Fisális	Solanaceae	*Physalis sp.*	- (Naturalizada) -

Ingazeira	Fabaceae	*Inga laurina*	Nativa, sua vagem possui semente sarcotesta, cuja parte alimentícia é a branca, indicada como doce, podendo ser consumida *in natura*, sendo interessante fonte de compostos fenólicos e vitamina C (Bortolotto, 2021).
Jaboticaba	Myrtaceae	*Plinia peruviana*	Nativa, conhecida como *Brazilian grape*, é fonte rica de polifenóis/ antocianinas (Einbond, 2004; Kinupp; Lorenzi, 2014), sendo utilizada para produção de biscoitos, geleias, bebidas e sorvetes (Ferreira, 2012; Cipriano, 2011; Lamounier, 2015).
Jenipapo	Rubiaceae	*Genipa americana*	Nativa, seus frutos podem ser consumidos do pé, imaturos (cujo composto orgânico, genipina, confere coloração azul a pães, bolos) ou do chão, maduros (para consumo *in natura* ou para produção de sucos, licores e doces), Kinupp; Lorenzi, 2014.
Macambira	Bromeliaceae	-	-
Mandacaru	Cactaceae	*Cereus jamacaru*	Nativa endêmica do Brasil, tanto seu cladódio pode ser comido *in natura* ou cozido, quanto seu fruto e flores de forma *in natura* ou em doces (Davet, 2009; Sales, 2014).
Massaranduba/ Paraju	Sapotaceae	*Manilkara salzmannii*	Nativa endêmica no Brasil, é mais conhecida pelo seu uso madeireiro, porém, possui potencial alimentício, seus frutos podem ser ingeridos *in natura*, cozidos (Moraes, 2012), ou processados para suco.
Melãozinho de São Caetano	Cucurbitaceae	*Momordica charantia*	Planta espontânea naturalizada, cujos frutos e folhas podem ser consumidos de forma crua, mas pelo sabor amargo pode-se preparar de maneira refogada ou empanada, também há registros de uso das sementes para geleias, mousse e molho (Kinupp; Lorenzi, 2014)
Murici	Malpighiaceae	*Byrsonima sericea*	Espécie melífera nativa, seus frutos podem ser consumidos tanto *in natura*, como também beneficiados em sucos, geleias, licores, sendo rica em vitaminas e gordura (Carvalho, 2008).
Olho de boi	Fabaceae	-	-
Palminha	Cactaceae	-	-

Pitomba	Sapindaceae	*Talisia esculenta*	Nativa, apesar de ser conhecida (mais pelo consumo *in natura*, sendo seu uso com outros preparos, como geleias e cremes, subexplorado), é uma espécie pouco estudada, ainda mais no que diz respeito ao consumo de suas sementes cozidas, que mesmo possuindo potencial alimentício, possuem lectinas e não é recomendado atualmente (Freire, 2003; Kinupp; Lorenzi, 2014).
Seriguela	Anacardiaceae	*Spondias purpurea*	Cultivada, além dos frutos serem consumidos em sucos, geleias, licores ou *in natura*, suas folhas também possuem uso alimentício, com sabor semelhante ao fruto, podem ser ingeridas cruas ou cozidas (Kinupp; Lorenzi, 2014).
Umbuzeiro	Anacardiaceae	*Spondias tuberosa*	Nativo, por ser típico da região da caatinga, o umbu acaba sendo pouco conhecido em outros contextos socioambientais; seus frutos são utilizados de forma *in natura*, mas também podem ser preparados em sucos, licores, umbuzada, e doces em geral, além disso, suas raízes (picles) e suas folhas jovens também são comestíveis (Kinupp; Lorenzi, 2014; Da Silva, 2021).
Urtiga	Euphorbiaceae	-	-

Fonte: Autores (2023), e informações de ocorrência no Brasil de acordo com a flora e funga do Brasil, 2023.

Espécies identificadas em herbário

Quadro 4 - Espécies identificadas pelo Herbário MAC e pelo IPA

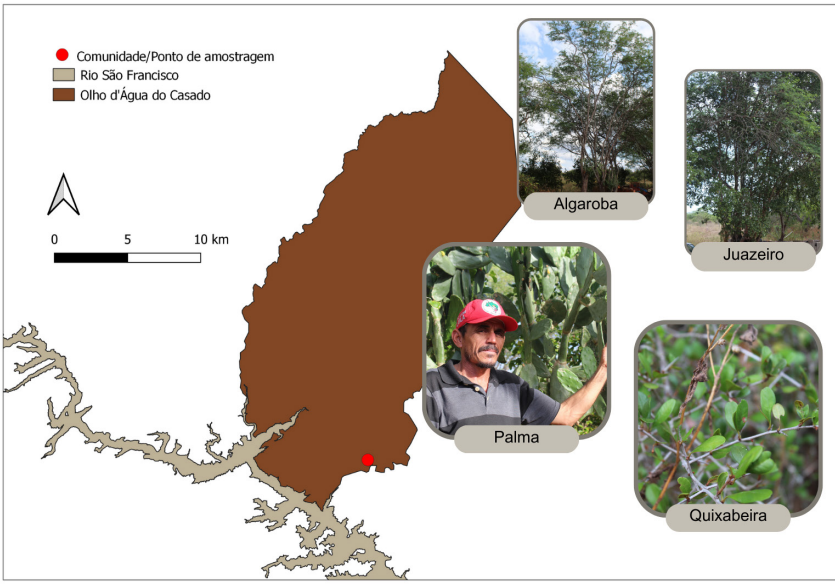
Etnoespécie	Família	Espécie	Registro MAC ou IPA	Informações na literatura
Amaranthus	Amaranthaceae	*Amaranthus spinosus* L.	67097 (MAC)	Naturalizada, espécie espontânea, com ramos foliares e folhas comestíveis, cujo preparo principal é de forma refogada; suas folhas podem ser colhidas com o indivíduo ainda jovem, antes da formação dos espinhos; é fonte de proteína vegetal, ferro, cálcio e magnésio (Odhav, 2007; Kinupp; Lorenzi, 2014).
Araticum taia	Annonaceae	*Annona sp.*	FIB Nº 89/2023, E40 (IPA)	-
Babosa	Asparagaceae	*Aloe vera* (L.) Burm.f.	67091 (MAC)	Cultivada, apesar de ser bastante conhecida na área medicinal e cosmético-industrial, atua como aditivo alimentar, sendo utilizada em bebidas funcionais e outros produtos (Manuel, 2011).
Caatingueiro	Fabaceae	*Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	67090 (MAC)	Nativa, de uso bastante versátil, sendo recorrida para recuperação de área degradada, para forragem, para medicina tradicional, entre outros (Matias, 2018; Vilela, 2021); registro sobre seu uso alimentício se encontra escasso na literatura.
Enxerto	Loranthaceae	*Struthanthus sp.*	FIB Nº 89/2023, E20 (IPA)	-

Gangorra	Solanaceae	*Solanum agrarium* Sendtn.	67092 (MAC)	Nativa, mais associada a fins medicinais (Rangel, 2010); indicações de seu uso alimentício se encontram escassas na literatura, mas há o registro do consumo feito por crianças (Teixeira, 2019).
Juá	Rhamnaceae	*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild	67094 (MAC)	Nativa, seu uso medicinal – como o uso das raspas como dentifrício – acaba se sobrepondo ao uso alimentício, que se refere ao consumo de seu fruto *in natura* ou em suco (Albuquerque; Andrade, 2002; Dantas, 2021; Rego, 2019).
Mama de cachorro	Myrtaceae	*Myrcia sp.*	FIB Nº 89/2023, E30 (IPA)	-
Maria preta	Verbenaceae	*Vitex sp.*	FIB Nº 89/2023, E31 (IPA)	-
Trapiá	Capparaceae	*Crateva tapia* L.	67098 (MAC)	Nativa, seus frutos possuem polpa suculenta e doce, podendo ser consumidos *in natura*, em bebidas vinosas ou em diversos alimentos, como biscoitos, a partir de sua farinha, a demonstrar valor lipídico, proteico e calórico (Lorenzi, 2006; Souza, 2014).

Palma	Cactaceae	*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck	67096 (MAC)	Naturalizada, cujos frutos e cladódios são alimentícios, sendo rica em vitamina A, complexo B e C, e em minerais e aminoácidos (Nunes, 2011); o uso mais incomum é o dos cladódios, estes podem ser preparados refogados, em sopas, bolos, pães ou até mesmo em sucos (Kinupp; Lorenzi, 2014).
Quixabeira	Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T. D. Penn.	67095 (MAC)	Nativa, com frutos consumidos normalmente *in natura* (Pedrosa, 2015), porém, possui sabor amargo (Lucena, 2007), o que faz com que seja importante o seu beneficiamento.
Tamarindo	Fabaceae	*Tamarindus indica* L.	67093 (MAC)	Cultivada, seu uso alimentício é vasto, já que desde seus ramos foliares, flores (possuem sabor e cheiro similares ao fruto) e frutos podem ser consumidos, sob a forma de geleias, sopas, saladas, sucos, molhos, mingaus e biscoitos (Kinupp; Lorenzi, 2014; Van Der Stege, 2011).

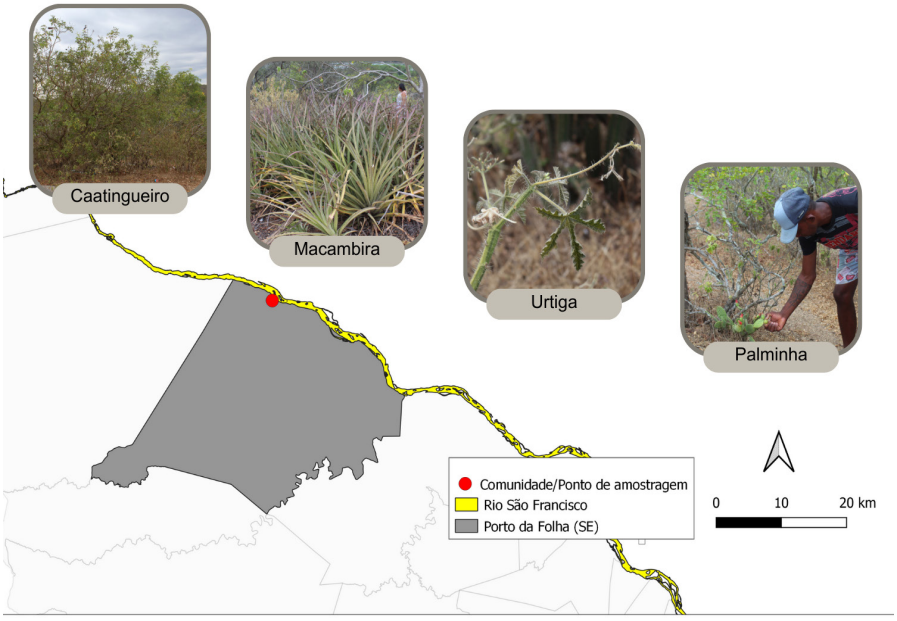
Fonte: Autores (2023) e informações de ocorrência no Brasil de acordo com a Flora e Funga do Brasil (2023).

Figura 5 - PANC registradas no município de Olho d'Água do Casado (AL)



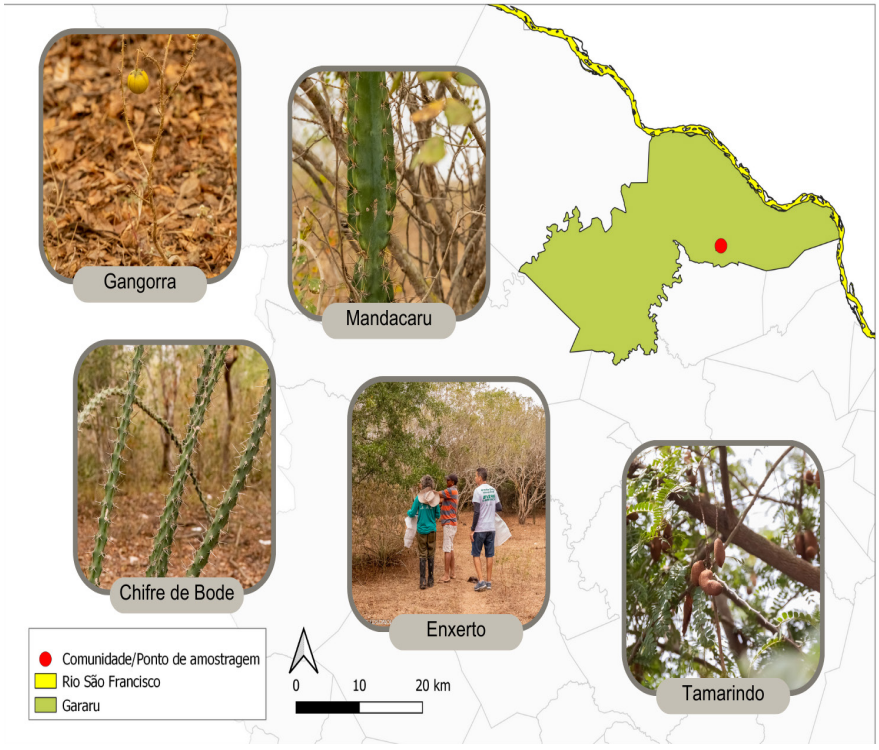
Fonte: Autores (2023).

Figura 6 - PANC registradas no município de Porto da Folha (SE)



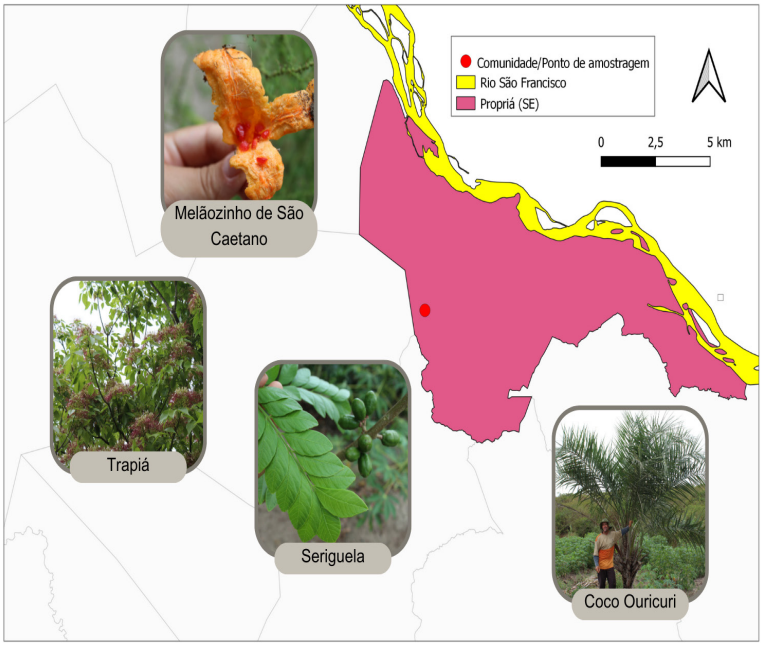
Fonte: Autores (2023).

Figura 7 - PANC registradas no município de Gararu (SE)



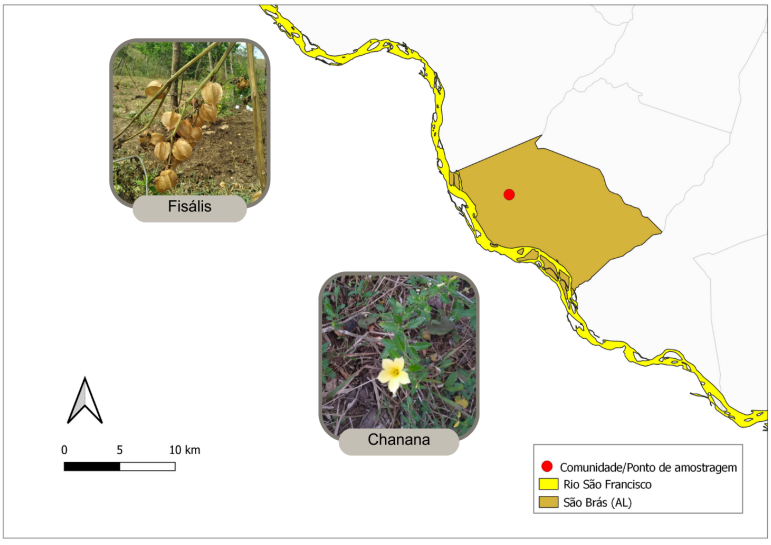
Fonte: Autores (2023).

Figura 8 - PANC registradas no município de Propriá (SE)



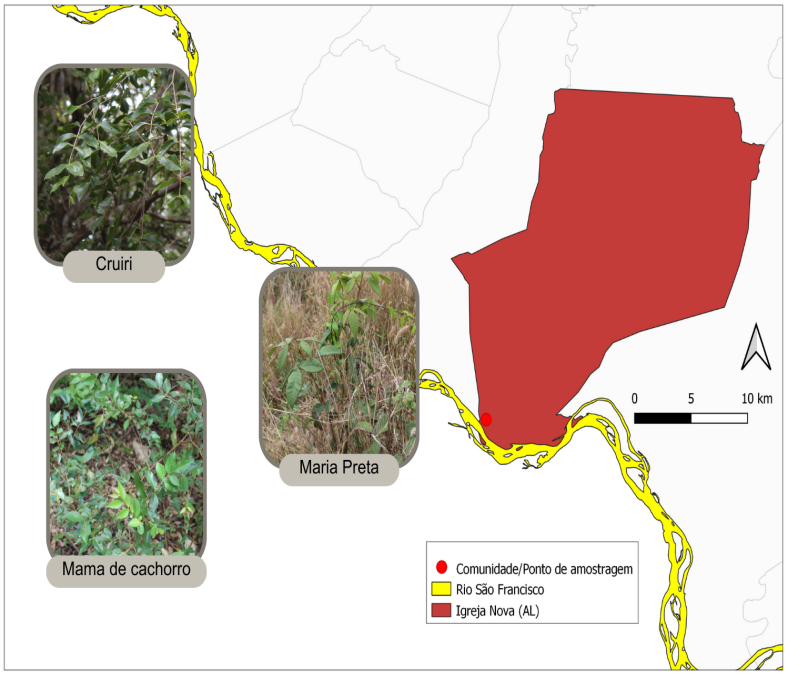
Fonte: Autores (2023).

Figura 9 - PANC registradas no município de São Brás (AL)



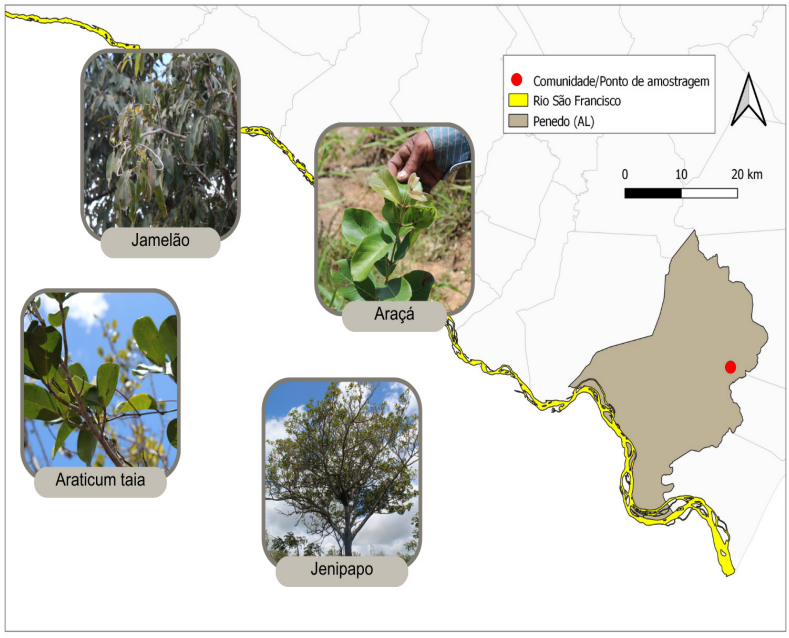
Fonte: Autores (2023).

Figura 10 - PANC registradas no município de Igreja Nova (AL)



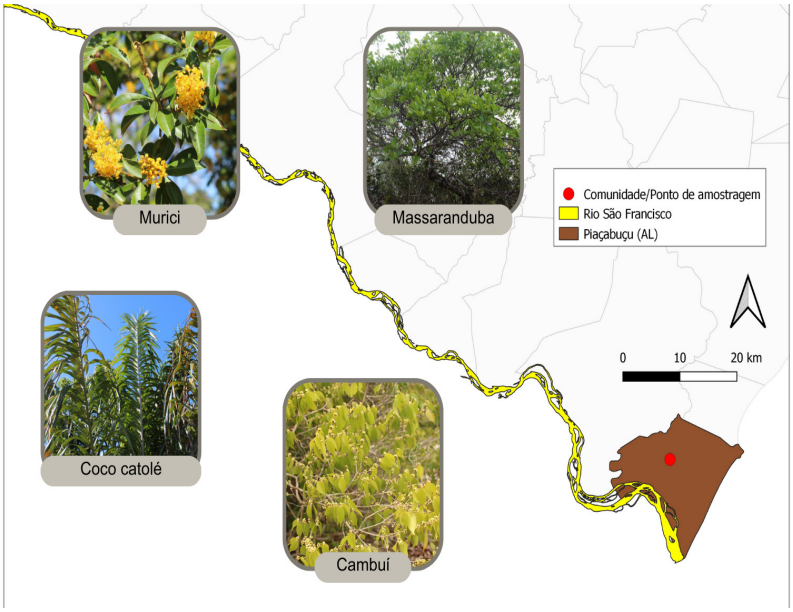
Fonte: Autores (2023).

Figura 11 - PANC registradas no município de Penedo (AL)



Fonte: Autores (2023).

Figura 12 - PANC registradas no município de Piaçabuçu (AL)



Fonte: Autores (2023).

Oficina de culinária PANC

Nas proximidades da Associação Aroeira/Cooperativa Ecoagroextrativista Aroeira de Piaçabuçu (Coopearp), a equipe da Semarh realizou uma oficina culinária com as mulheres extrativistas responsáveis pelo empreendimento, visando estimular novas formas de preparo a partir da biodiversidade local e ampliar o repertório de produtos preparados pelas populações tradicionais. A oficina culinária se expandiu para uma sessão de exposição e degustação de PANC dos biomas caatinga e Mata Atlântica. Piaçabuçu, sendo um dos últimos pontos de atividade da

Expedição, permitiu a participação dos expedicionários na oficina. Considerando que Piaçabuçu é um *hotspot* de biodiversidade e uma área de ecótono, ou seja, de transição entre os biomas caatinga e Mata Atlântica em Alagoas, a oficina não apenas serviu como uma ferramenta para estimular e aprimorar práticas (Teixeira, 2012), mas também destacou as riquezas locais ao promover a reflexão sobre a importância da conservação dos recursos municipais para sustentar as fontes de renda das famílias extrativistas.

Figura 13 - Oficina de Culinária PANC com agroextrativistas da Associação Aroeira/Cooperarp e com exposição aos expedicionários.

Fonte: Autores (2023).

Considerações Finais

Pode-se perceber o potencial das PANC observadas na região do Baixo São Francisco diante dos 54 registros realizados em apenas 10 dias de Expedição, com visitas breves a 8 municípios banhados pelo Velho Chico. Considerando a subamostragem das alternativas alimentícias neste território, as PANC podem ser comparadas a um "ouro comestível" subestimado, com capacidade de transformar a realidade de muitas famílias, seja em termos de segurança alimentar, seja na exploração de novos nichos de cadeia produtiva.

Para futuros trabalhos na região que abordem aspectos relacionados às PANC, sugere-se a inclusão de estudos etnobiológicos, etnonutricionais e afins, orientados por hipóteses, que possam compreender a inter-relação entre as PANC e as comunidades ribeirinhas do Velho Chico, além de indicar os melhores caminhos para o aproveitamento local desse "ouro comestível" e sua incorporação nas cadeias produtivas locais.

O caráter incipiente e generalista da abordagem das PANC permitirá, a curto prazo, a elaboração de uma cartilha sobre as PANC do Baixo São Francisco, que será distribuída às comunidades e municípios visitados pela Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Referências

ALBUQUERQUE, U. P. de; ANDRADE, L. de H. C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, p. 273-285, 2002.

ALTIERI, Miguel. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA, 2012.

BELVISO, S. *et al.* Phenolic composition, antioxidant capacity and volatile compounds of licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari) fruits as affected by the traditional roasting process. **Food research international,** v. 51, n. 1, p. 39-45, 2013.

BEZERRA, J. E.L F.; SILVA JUNIOR, J. F.; LIRA JUNIOR, J. S. *Psidium guineese*: araça. 2018.

BEZERRIL, F. F. *et al*. *Pilosocereus gounellei* (xique-xique) jam is source of fibers and mineral and improves the nutritional value and the technological properties of goat milk yogurt. **LWT- Food Science and Technology**, v. 139, p. 110512, 2021.

BORTOLOTTO, I. M. *et al.* Food Composition Data: Edible Plants in Pantanal. In: Local Food Plants of Brazil. **Cham: Springer International Publishing,** p. 297-324, 2021.

BRASIL. **Decreto Nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007**. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2007.

BRASIL. **Lei Nº 11.326, de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2006.

CAMPOS, J.; SILVA, T.; ALBUQUERQUE, U. Observação Participante e Diário de Campo: quando utilizar e como analisar. **Métodos de Pesquisa Qualitativa para Etnobiologia**, p. 95-112, 2021.

CARVALHO, P, E.R. **Almecegueira**: *Protium heptaphyllum*. Espécies Arbóreas Brasileiras. Colombo. Embrapa Florestas, 2006.

CARVALHO, P. E. R. **Murici**: *Byrsonima sericea*. Espécies Arbóreas Brasileiras. Brasília. Embrapa Florestas, 2008.

CIPRIANO, P. de A. **Antocianinas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e casca de jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba*) na formulação de bebidas isotônicas**. Viçosa- MG. Editora: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

CREPALDI, I. C. *et al.* Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Brazilian Journal of Botany**, v. 24, p. 155-159, 2001.

DA SILVA, Vanessa Dayane Nunes *et al.* Características sensoriais de licor artesanal de umbu com microalga. **Natural Resources**, v. 11, n. 2, p. 7-12, 2021.

DANTAS, D. L. *et al.* Inovação e Propriedade Intelectual do Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*): um estudo realizado em periódicos científicos e bancos de patentes. **Cadernos de Prospecção**, v. 14, n. 1, p. 142-142, 2021.

DAVET, A. *et al.* *Cereus jamacaru*: a non buffered LC quantification method to nitrogen compounds. **Chromatographia**, v. 69, n. Suppl 2, p. 245-247, 2009.

DIAS, G. E. N. *et al.* Acute oral toxicity and anti-inflammatory activity of ethanolic extract from *Pilosocereus gounellei* (Fac Weber) in rats. **Int. J. Pharmacogn. Phytochem. Res**, v. 7, p. 1007-1012, 2015.

FERREIRA, A. E. *et al.* Produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jabuticaba em biscoitos tipo *cookie*. **Brazilian Journal of Food & Nutrition**, v. 23, n. 4, 2012.

FREIRE, M. G. M. *et al.* Inflammatory responses induced in mice by lectin from *Talisia esculenta* seeds. **Toxicon,** v. 42, n. 3, p. 275-280, 2003.

FRENCH, S. A.; STORY, M.; JEFFERY, R. W. Environmental influences on eating and physical activity. **Annual review of public health**, v. 22, n. 1, p. 309-335, 2001.

GALINDO, E. *et al.* **Efeitos da pandemia na alimentação e na situação da segurança alimentar no Brasil**. Berlim. Editora: Freie Universitat Berlin, 2022.

GOMES, D. L. *et al.* Local criteria for the selection of wild food plants for consumption and sale: A case study in rural settlements in Alagoas, Brazil. **Ethnobiology and Conservation**, v. 9, 2020.

GUIL, J. L.; RODRÍGUEZ-GARCÍ, I.; TORIJA, E. Nutritional and toxic factors in selected wild edible plants. **Plant foods for human nutrition**, v. 51, p. 99-107, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de Dados de Informações Ambientais.** 2022. Disponível em: https://bdiaweb.ibge.gov.br. Acesso em: 9 jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017–2018. **Análise da Segurança Alimentar no Brasil**, p. 1-65, 2020.

JACKSON, G.; MCNAMARA, K. E.; WITT, B. "System of hunger": Understanding causal disaster vulnerability of indigenous food systems. **Journal of Rural Studies**, v. 73, p. 163-175, 2020.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO**. Flora e Funga do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < http://floradobrasil.jbrj.gov.br/ >. Acesso: 08 jun. 2023.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014.

KOLEY, T. K.; BARMAN, K.; ASREY, R. Nutraceutical properties of jamun (*Syzygium cumini* L.) and its processed products. **Indian food industry**, v. 30, n. 4, p. 34-37, 2011.

LAMOUNIER, M. L. *et al.* Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, n. 2, p. 93-104, 2015.

LORENZI, H. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo *in natura*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.

LUCENA, R. F.P. *et al.* Useful plants of the semi-arid northeastern region of Brazil–a look at their conservation and sustainable use. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 125, p. 281-290, 2007.

MANUEL, V. Y. L. de L. **A planta medicinal *Aloe Vera* na indústria alimentar**. 2011. 46f. Dissertação de Mestrado – Universidade Caóolica Portuguesa. Porto/Portugal, 2011. Disponível em: https://repositorio.ucp.pt/handle/10400.14/9268. Acesso em: 9 jun. 2023.

MATIAS, J. R. *et al.* Germinação de sementes de *Cenostigma pyramidale* sob diferentes temperaturas e salinidades. **Informativo Abrates**, v. 28, n. 1, p. 115-118, 2018.

MENEZES, V.; SANTOS JÚNIOR, A. de F.; DE JESUS BENEVIDES, C. M. Agrobiodiversidade e Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCS): inter-relações com povos tradicionais e comunidades locais. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, p. 163-178, 2019.

MORAES, M. de C. **Estudo etnobotânico sobre a mata de restinga do Sítio do Outeiro de Maracaípe, Pernambuco**. 2012. 79f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/11821. Acesso em: 8 jun. 2023.

MULLER, J.; ALMEDOM, A. M. What is "famine food"? Distinguishing between traditional vegetables and special foods for times of hunger/scarcity (Boumba, Niger). **Human Ecology**, v. 36, p. 599-607, 2008.

NUNES, C. dos S. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 8, 2011.

ODHAV, B. *et al.* Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in KwaZulu-Natal, South Africa. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 5, p. 430-435, 2007.

PEDROSA, K. M. *et al.* Local Botanical Knowledge about *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) TD Penn. in Rural Communities in the Semi-Arid Region of Brazil**. Ethnobotany Research and Applications**, v. 14, p. 463-477, 2015.

RANGEL, C. de F. C. B.*et al.* A comparison of knowledge about medicinal plants for three rural communities in the semi-arid region of northeast of Brazil. **Journal of ethnopharmacology**, v. 127, n. 3, p. 674-684, 2010.

REGO, E. L. Estudo etnobotânico da utilização do júa *Ziziphus joazeiro* mart.(rhamnaceae) na comunidade do sítio Serra Verde–PE/Ethnobotanic study on the use of júa *Ziziphus joazeiro* mart.(rhamnaceae) in the Serra Verde-PE community. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 2, n. 6, p. 5801-5810, 2019.

RUFINO, M. U. de L. *et al.* Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (Orbignya phalerata) em Buíque, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p. 1141-1149, 2008.

SALES, M. de S. L. *et al.* *Cereus jamacaru* De Candolle (cactaceae), o mandacaru do nordeste brasileiro. **Publicatio UEPG: Ciencias Biologicas e da Saude**, v. 20, n. 2, p. 135-142, 2014.

SANTOS, G. M. C. *et al.* Experiências de popularização de plantas alimentícias não convencionais no Estado de Alagoas, Brasil. **Ethnoscientia-Brazilian Journal of Ethnobiology and Ethnoecology**, v. 5, n. 1, 2020.

SOUZA, M. A. de *et al.* **Elaboração e caracterização de biscoitos obtidos a partir da farinha do fruto do trapiá (*Crataeva tapia* L.).** 2014. Disponível em: http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/9960. Acesso em: 8 jun. 2023.

SOUZA, R. L. A.de; CORREIA, R. T. P. **Caracterização físico-química e bioativa do Figo-da-Índia (*Opuntia ficus-indica*) e farinha de Algaroba (*Prosopis juliflora*) e avaliação sensorial de produtos derivados.** 2013. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/45404. Acesso em: 8 jun. 2023.

TEIXEIRA, E. de B. G. *et al.* **Importância das oficinas**. 2012. 46-47f. Dissertação (Mestrado em?) – Universidade..., local, 2012. Disponível em: https://recil.ensinolusofona.pt/handle/10437/2711. Acesso em: 8 jun. 2023.

TEIXEIRA, N.*et al.* Edible fruits from Brazilian biodiversity: A review on their sensorial characteristics versus bioactivity as tool to select research. **Food research international,** v. 119, p. 325-348, 2019.

VAN DER STEGE, C.*et al.* Tamarind (*Tamarindus indica* L.) in the traditional West African diet: not just a famine food. **Fruits,** v. 66, n. 3, p. 171-185, 2011.

VILELA, L. M. B. *et al.* *Cenostigma pyramidale*: ethnomedicinal properties and perspectives on a legume tree highly adapted to semiarid 'Caatinga'region. **Ethnopharmacology of Wild Plants,** p. 218-233, 2021.

CAPÍTULO 18

BIOFONIA E A PRODUÇÃO DE SONS DE PEIXES NATIVOS DO BAIXO RIO SÃO FRANCISCO

Alfredo Borie Mojica[96], *Marise dos Santos Lima*[97], *Rute Santos Nunes*[98]

Resumo: O estudo da biofonia (todo o som gerado por organismos vivos) e dos sons produzidos pelos peixes tem ganhado interesse nos últimos anos, pois pode fornecer informações valiosas sobre o comportamento, ecologia e distribuição das diferentes espécies. Além disso, os sons podem ser usados para identificar espécies específicas, determinar a densidade populacional e monitorar a atividade migratória dos peixes. Podem também ser utilizados como uma ferramenta para monitorar a saúde dos ecossistemas aquáticos e avaliar o impacto humano no ambiente. A tecnologia acústica passiva tornou-se fundamental para estudar os sons dos peixes de forma não invasiva, envolvendo o uso de hidrofones, gravadores e *software* específico de análise acústica. Atualmente, sabe-se que mais de mil espécies são capazes de emitir algum tipo de som, com frequências de até 2 kHz, utilizando uma variedade de mecanismos sonoros. Esses sons podem desempenhar papéis importantes na comunicação intraespecífica, como a defesa do território, a alimentação e a reprodução. A sua aplicação contínua em estudos ecológicos contribuirá para a conservação e a gestão sustentável dos recursos pesqueiros. A acústica passiva é, portanto, um vasto domínio de investigação que está crescendo. Os desafios incluem a identificação das espécies, a automação da identificação e o desenvolvimento de tecnologias de baixo custo.

Palavras-chave: Bioacústica; peixes; crustáceos; água doce.

Introdução

A ecologia acústica é uma área recente de pesquisa na ecologia, dedicada ao estudo do campo sonoro em todos os seus aspectos ecológicos, físicos, sociais e culturais. Esta disciplina tem uma perspectiva macro, focando no complexo arranjo de sons biológicos e ambientais, sejam eles geológicos ou antropogênicos (Wrightson, 2000). A sonoridade do ambiente pode revelar muito sobre o equilíbrio da biodiversidade. A utilização dessas ferramentas para a medição da biodiversidade é conhecida como ecologia acústica (*soundscape ecology*) (Harris; Radford, 2014).

A compreensão da acústica em ambientes de água doce é uma área de pesquisa em crescimento, com implicações para a conservação e gestão sustentável dos ecossistemas aquáticos. O monitoramento acústico pode oferecer informações valiosas sobre a dinâmica e a saúde desses ambientes, assim como sobre as populações de organismos que os habitam.

Em águas interiores, a acústica refere-se ao estudo dos sons e suas propriedades em ecossistemas como rios, lagos, riachos e ambientes aquáticos similares. Assim como nos ambientes marinhos, os sistemas dulcícolas apresentam uma variedade de fenômenos acústicos que desempenham papéis importantes nas interações ecológicas. Estudos acústicos nesses ambientes podem ser cruciais para entender a ecologia das espécies, monitorar populações de peixes, avaliar

96 Docente da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) – Campus Arapiraca, Unidade Educacional de Penedo;

97 Graduanda de Engenharia de Pesca da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) – Campus Arapiraca, Unidade Educacional de Penedo;

98 Graduanda de Engenharia de Pesca da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) – Campus Arapiraca, Unidade Educacional de Penedo.

a saúde dos ecossistemas aquáticos e desenvolver estratégias de conservação (Pijanowski *et al.,* 2011; Farina; Pieretti, 2012).

A diversidade acústica de peixes refere-se à variedade de sons produzidos por diferentes espécies e suas funções nos ecossistemas. Muitas espécies de peixes de água doce são capazes de produzir sons para diversas finalidades fundamentais, como comunicação intraespecífica, atração de parceiros durante o período de reprodução e estabelecimento de hierarquias territoriais (Amorim, 2006; Amorim, Vasconcelos; Fonseca, 2015; Fine; Parmentier, 2015; Ladich; Fine, 2006). Alguns invertebrados aquáticos, como insetos e moluscos (Solé *et al.,* 2023), também podem gerar sons.

Segundo a literatura, peixes como bagre-branco (*Cathorops agassizii*), piranha (*Pygocentrus piraya*) e pirambeba (*Serrasalmus brandtii*), nativos da bacia do Rio São Francisco, produzem sons. Os sons emitidos podem variar consideravelmente entre as espécies, abrangendo desde grunhidos, zumbidos, pulsos até padrões complexos de vocalização. Muitas espécies de peixes utilizam estruturas especializadas, como músculos associados à bexiga natatória e ossos faringeanos (Bem; Parmenther, 2015). A compreensão e identificação desses padrões podem ser utilizadas para localizar as espécies (Mann *et al.,* 2008), avaliar a diversidade (Desiderà *et al.,* 2019), monitorar populações (Luczkovich; Sprague, 2002), identificar o período reprodutivo e áreas de desova (Luczkovich, 2008), determinar a densidade populacional (Marques *et al.,* 2013) e estimar a abundância de peixes em agregações de desova (Rowell *et al.,* 2017).

Devido às propriedades únicas da água, a propagação do som ocorre de maneira diferente em ambientes com e sem salinidade, em relação aos ambientes terrestres. A velocidade do som na água é maior do que no ar, o que influencia a forma como os sons se propagam e dissipam (Solé *et al.,* 2023). A comunicação sonora é importante para a orientação e navegação, especialmente em condições de visibilidade reduzida.

Portanto, para capturar esses sons, é necessário utilizar a técnica de acústica passiva, permitindo que a coleta não seja invasiva ou destrutiva (Borie, 2020). A Acústica Passiva é particularmente útil em ambientes aquáticos onde a observação direta é difícil, como águas profundas ou turvas, e em áreas onde a presença humana pode perturbar os animais.

O Monitoramento Acústico Passivo (MAP/PAM) é uma das principais aplicações da acústica passiva, sendo cada vez mais utilizado como método para caracterizar paisagens sonoras subaquáticas e a biofonia para estudar a diversidade acústica de peixes. Essa técnica consiste em posicionar hidrofones (microfones subaquáticos) em áreas estratégicas para coletar sons emitidos por animais aquáticos. Os hidrofones são capazes de detectar sons em uma ampla faixa de frequência, permitindo a identificação de diferentes espécies e comportamentos acústicos. Essas ferramentas possibilitam o monitoramento não invasivo de populações de peixes e outros organismos aquáticos (Rountree *et al.,* 2006).

O objetivo deste trabalho é identificar e caracterizar os sons de peixes nativos do Baixo São Francisco, incluindo a foz. Os estudos das V e IV Expedições Científicas no Baixo Rio São Francisco resultaram na catalogação que fará parte da fonoteca da Universidade Federal de Alagoas, contribuindo para a identificação das espécies no ambiente natural.

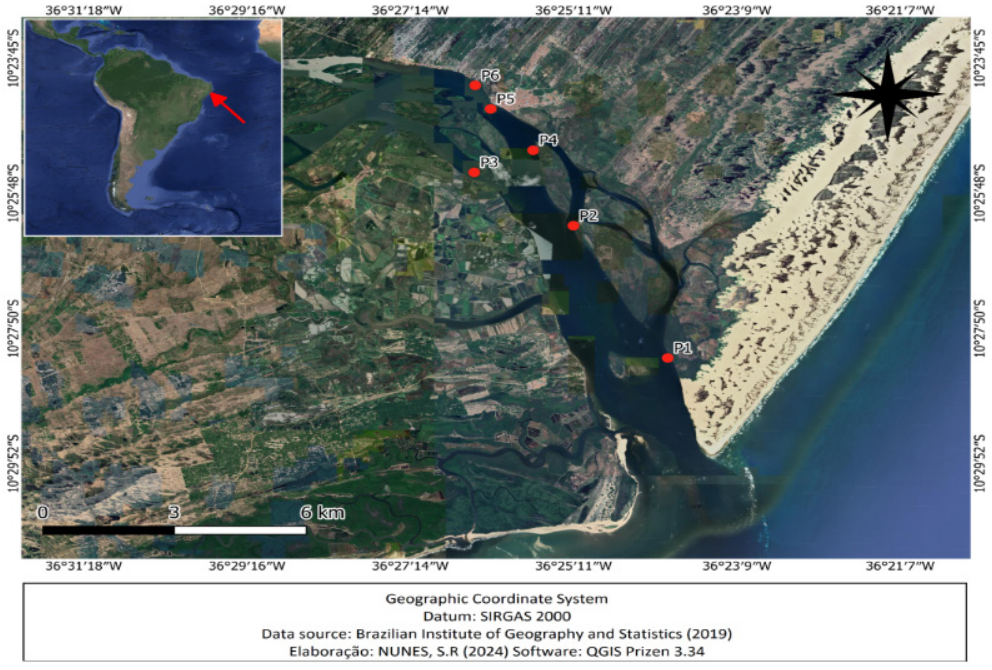
Os sons foram gravados durante as V e IV Expedições Científicas no Baixo Rio São Francisco, realizadas no verão de 2022 e 2023, respectivamente. As gravações foram feitas nas regiões de Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Penedo, Piaçabuçu e na foz do rio. Na região da foz, também foram realizadas coletas nos dias 18 e 31 de julho de 2023, período de inverno na região.

Biofonia do Baixo Rio São Francisco

Todas as gravações ocorreram do final da tarde até o início da noite do mesmo dia, geralmente iniciando às 16h30 e finalizando às 18h00. Durante as gravações, a embarcação ficava à deriva com o motor desligado, e foram realizadas em diferentes pontos e habitats ao longo do rio.

Na foz, foram avaliados 6 pontos de coleta (figura 1), com um total de 1 hora, 15 minutos e 20 segundos de gravação, sendo 47 minutos e 38 segundos no período de inverno e 27 minutos e 42 segundos no verão. Os pontos e horários foram escolhidos com o auxílio de pescadores da região, que conhecem bem o local, tornando a coleta mais assertiva e com um número maior de dados. Segundo os pescadores artesanais, os horários e locais escolhidos são os de maior ocorrência de sinais acústicos. Com o auxílio do conhecimento empírico fornecido pelos pescadores locais e a aplicação do método acústico passivo, foi possível avaliar os padrões sonoros biológicos e antrópicos sazonais e temporais que ocorrem durante o período de estudo.

Figura 1 - Pontos de coleta de dados acústico na região da foz do rio São Francisco



Fonte: Nunes (2023).

Sistema de gravação

O sistema de gravação foi utilizado em todas as coletas. Trata-se de um sistema portátil que inclui um hidrofone AS-1 da Aquarian Audio, conectado a um amplificador e, por sua vez, ligado a um gravador digital (Zoom H5). Também foi utilizada uma caixa de som JBL Flip 3. Este sistema permite gravar, ouvir e detectar em tempo real os sons no ambiente aquático. O hidrofone AS-1 é adequado para medições absolutas de som subaquático e possui uma faixa linear de amostragem de 1 Hz a 100 kHz ±2dB (figura 2).

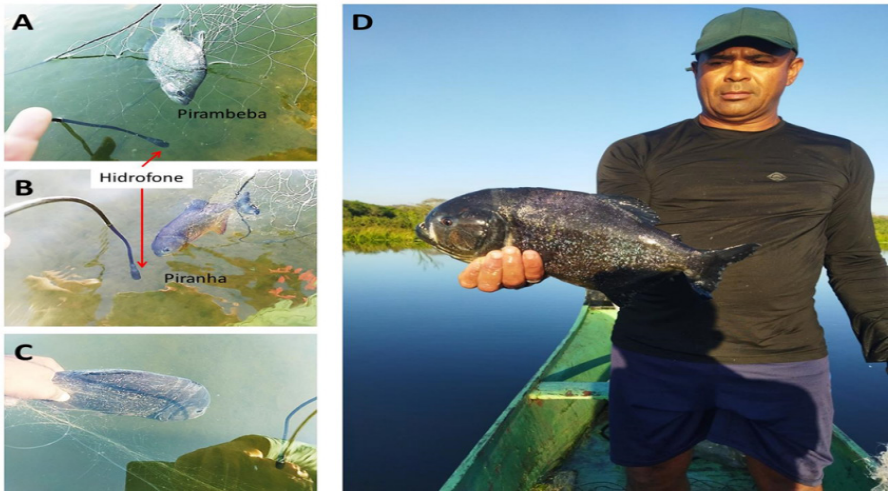
Figura 2 - Sistema de gravação acústico passivo

Fonte: Borie-Mojica (2022).

Bioacústica dos peixes

Foram avaliados os sons das espécies de peixes como *Serrasalmus brandtii, Pygocentrus piraya* e em diferentes condições *Cathorops agassizii.* A coleta de dados acústicos das espécies *Serrasalmus brandtii* e *Pygocentrus piraya* ocorreu em seis cidades ao longo do rio, durante a atividade pesqueira realizada por pescadores artesanais da região. A captação sonora foi realizada durante a captura das espécies, que estavam retidas em uma rede de emalhar (figura 3). Ao todo, foram capturados 128 pirambebas da espécie *Serrasalmus brandtii* e 99 piranhas *Pygocentrus piraya*.

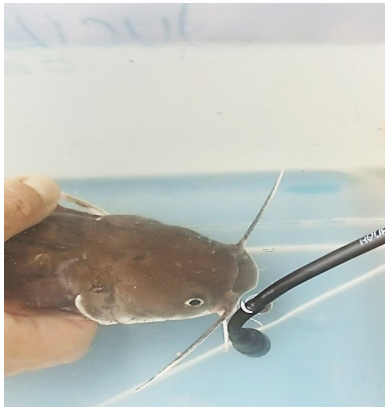
Figura 3 - Método de gravação de espécies endêmicas realizando durante a pesca com rede de emalhar. A. pirambeba (Serrasalmus brandtii), B e C. Piranha (Pygocentrus piraya) e D. pescador Trejoh



Fonte: Autores (2023).

Os sons do bagre *Cathorops agassizii* foram avaliados em ambiente controlado, sendo capturados por pescadores profissionais e acondicionados em um aquário de 40 litros, com aeração constante através de uma pedra difusora. Durante as gravações, o hidrofone foi colocado no aquário com o objetivo de detectar os sons emitidos pelos peixes (figura 4).

Figura 4 - Exemplar acondicionado em caixa plástica



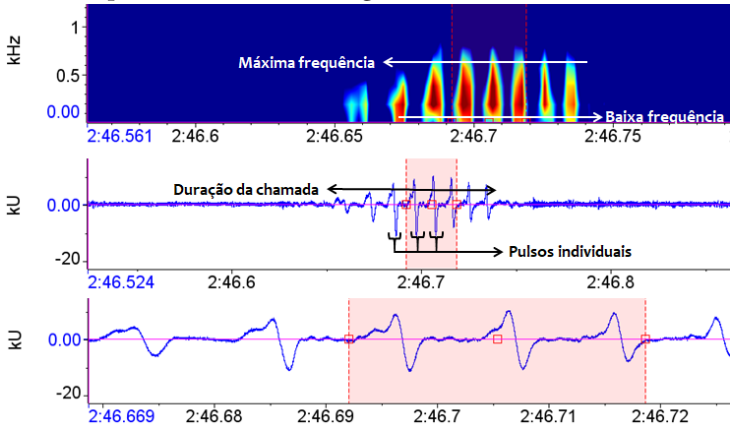
Fonte: Autores (2023).

Análises dos dados

Após as gravações, os arquivos acústicos foram transferidos para um computador portátil para posterior análise. As análises foram realizadas no laboratório de Ecologia Acústica da Unidade Educacional da Universidade Federal de Alagoas em Penedo. Na avaliação inicial, utilizou-se o programa de áudio *Raven Pro* 1.6 (*Cornell Lab*.) para visualização de espectrogramas e oscilogramas (figura 5), respectivamente, com janela Hann de tamanho 2048. Os parâmetros acústicos como baixa frequência (Hz), alta frequência (Hz), pico da frequência (Hz) e duração do som (ms) foram avaliados para todos os dados coletados. A análise das piranhas e pirambebas incluiu também os parâmetros de número de pulsos e taxa de pulsação. Por meio de estatística descritiva, foram obtidos os valores de média, desvio padrão, mínimo e máximo.

Os diferentes tipos de sons detectados na região da foz foram selecionados manualmente no Audacity através do espectrograma em escala logarítmica, com frequência mínima de 100 Hz e máxima de 48000 Hz, utilizando janela Hann de tamanho 2048. O programa *Raven Pro* 1.6 (*Cornell Lab*.) foi utilizado para avaliar e identificar os tipos de sons detectados, realizando cortes de diferentes comprimentos nas gravações para gerar oscilogramas e espectrogramas. Os sons também foram filtrados de acordo com a banda de frequência apresentada, para análise dos parâmetros acústicos como frequência mínima (Hz), frequência máxima (Hz), pico da frequência (Hz), duração do som (seg.), número de pulsos por som e taxa de pulsação (pulsos/seg.).

Figura 5 - Espectro (acima) e oscilograma (abaixo), *Serrasalmus brandtii.*

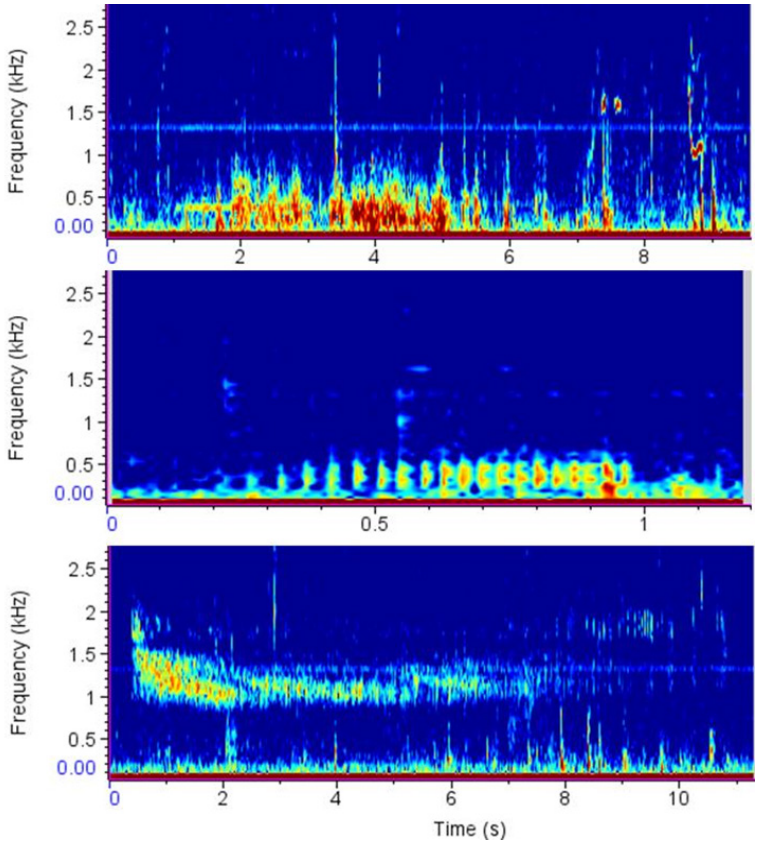


Fonte: Autores (2023).

Considerações finais

Foram detectados diversos tipos de sons biológicos ao longo de todo o Baixo Rio São Francisco, principalmente emitidos por peixes e crustáceos na região estuarina. Na região de Piranhas, foi possível detectar novamente, esporadicamente, sons característicos de peixes (figura 6), com frequências menores que 2 kHz e diferentes tipos de emissões (figura 6A). Foram identificados sons formados por trens de pulsos (figura 6B), semelhantes aos encontrados em peixes da família *Prochilodontidae* e previamente registrados em expedições anteriores nesta região. Também foram detectados sons de passagem de ar, como os produzidos por bexigas natatórias (figura 6C).

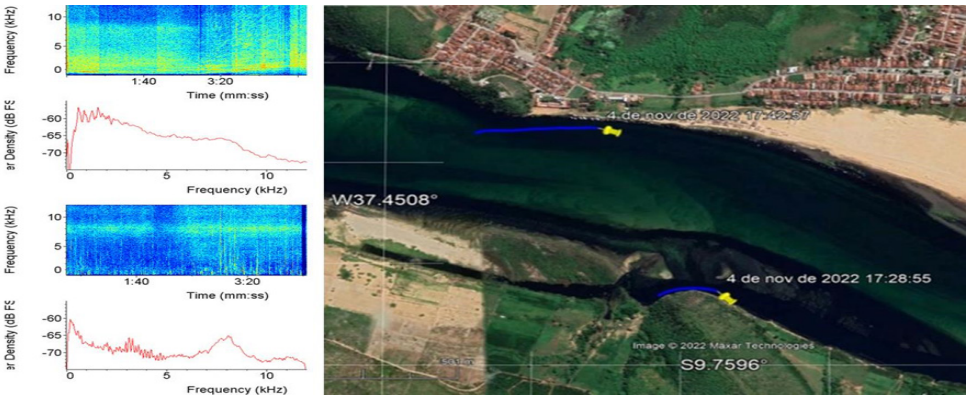
Figura 6 - Espectrogramas de frequência de sons característicos de peixes detectados na região de Piranhas



Fonte: Autores (2022 e 2023).

Na região de Pão de Açúcar, houve maior detecção de sons biológicos durante a deriva na margem de Sergipe, na encosta rochosa do morro. Na margem oposta, percebeu-se um tipo de ruído característico de bombas de água para abastecimento. As duas margens apresentaram padrões opostos de assinaturas acústicas. As derivações realizadas nas margens de Sergipe e Alagoas na região de Pão de Açúcar (linhas azuis), juntamente a seus respectivos espectrogramas e espectros de energia (linha vermelha), mostram diferentes padrões acústicos (figura 7). Em ambas as margens, foi observada a presença de sons antropogênicos de alta energia, como bombas e embarcações (balsas de transporte e barcos de pesca), que podem impactar negativamente os sons biológicos da região. Nesse caso, a ferramenta acústica também pode ajudar a localizar e mapear sons antropogênicos, como os das bombas de sucção para abastecimento de água.

Figura 7 - Derivas realizadas na margem de Sergipe e Alagoas na região de Pão de Açúcar (linhas azuis), com seus respectivos espectrogramas e espectros de energia (linha vermelha)

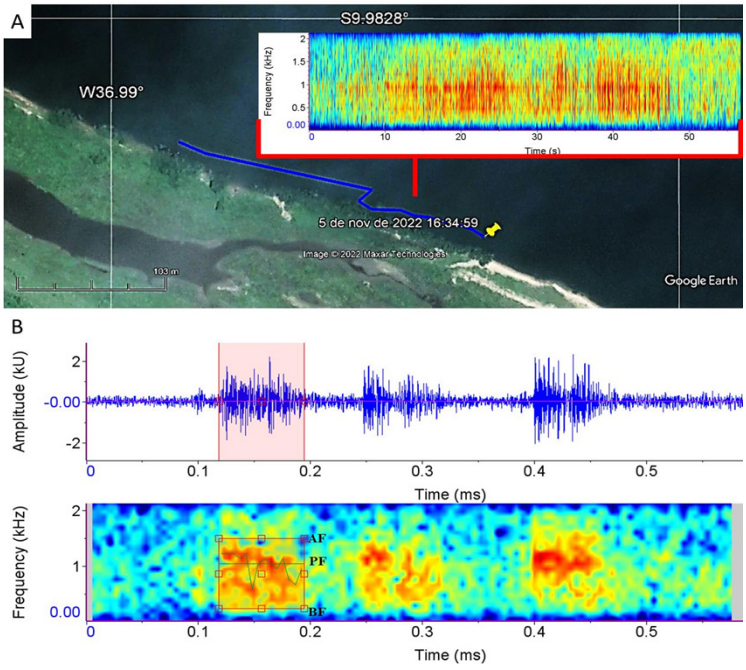


Fonte: Autores (2022 e 2023).

Na região de Traipu, foram feitas gravações no final da tarde e pela manhã em ambas as margens do Rio São Francisco (lado de Sergipe e Alagoas) (figura 8). Dois tipos de sons foram comumente detectados nas duas margens do rio na localidade. No final da tarde (16h35min) de 5 de novembro de 2022, na margem de Sergipe, foi detectada uma agregação de peixes (figura 8A) em um local tipo barranco, com uma duração de 76,2 milissegundos (tabela 1) e uma banda de frequência entre 200 e 1500 Hz (figura 8B).

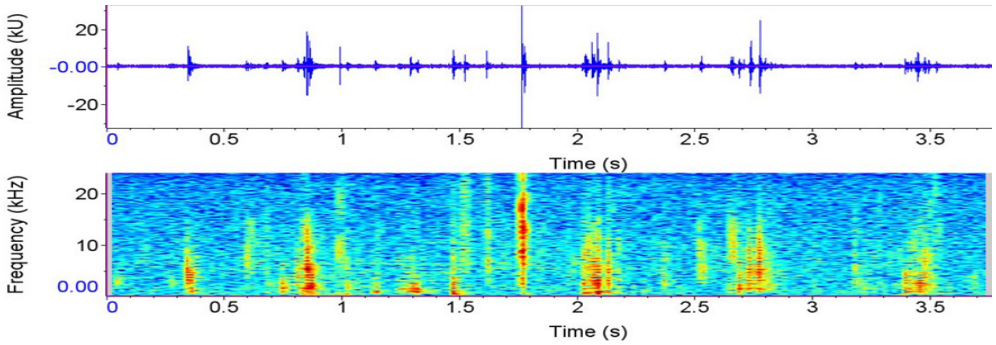
Um segundo som com bastante ocorrência nas gravações foi detectado no dia seguinte pela manhã no mesmo local e na margem oposta. Segundo o pescador profissional e mergulhador Márcio, que acompanhou a coleta e estava ouvindo os sons em tempo real, este tipo de som foi associado à alimentação de peixes (figura 9).

Figura 8 - A. sons de agregação de peixes e deriva na região de Traipu (margem oposta durante o final de tarde). B. magnificação do oscilograma (acima) e espectrograma (abaixo) de três pulsos



Fonte: Autores (2022).

Figura 9 - Oscilograma (acima) e Espectrograma (abaixo) de sons de alimentação detectados na região de Traipu



Fonte: Autores (2022).

São Brás apresentou padrões similares de energia acústica nos espectrogramas nos três lugares amostrados: Lagoa Comprida, remanso e margem. Nesses locais, foram detectados sons biológicos esporádicos, característicos de peixes. Na região de Penedo, essas características acústicas biológicas também foram detectadas em campanhas anteriores. Nos três locais onde foram realizadas as gravações à deriva, além dos sons biológicos, foi possível detectar bombas elétricas de abastecimento de água.

A foz do rio tem se caracterizado por uma grande ocorrência de sons biológicos. Este ambiente é de grande importância ecológica, pois serve de berçário para muitas espécies que utilizam essa área para reprodução e desenvolvimento, além de ser uma importante área de alimentação. A diversidade de sons encontrados nas expedições anteriores pode estar diretamente relacionada com os aspectos ecológicos que esta região apresenta.

Nas análises acústicas da região estuarina do Rio São Francisco foram encontrados cerca de 18 sons diferentes (figura 10). Esses sons eram compostos provavelmente por peixes e crustáceos. Além dos sons biológicos, os ruídos de embarcações pesqueiras (canoas motorizadas) estavam bastante presentes nas gravações dos áudios coletados, o que era esperado devido ao potencial pesqueiro da região. Os sons biológicos ocorreram durante todo o período de coleta, tanto no verão quanto no inverno, sendo que a diversidade de sons encontrados foi maior no período de inverno.

Os sons detectados incluíram pulsos individuais, trens de pulsos e características harmônicas, sendo: pulsos individuais (n=7), trens de pulso (n=5), harmônicas (n=6). A maioria dos 18 sons biológicos encontrados apresentava baixa frequência, característica típica de sons emitidos por peixes (Mueller *et al.,* 2020). Com as análises realizadas, foi possível observar importantes variações espaço-temporais nos sons biológicos encontrados no estuário da foz do Rio São Francisco.

Os sons detectados foram compostos por pulsos individuais, trens de pulsos ou apresentaram características harmônicas, detalhados conforme a seguinte análise: os pulsos individuais foram comumente encontrados em estalos de camarões, com média de baixa frequência de 1358 ± 801,2 Hz e alta frequência média de 6541 ± 1389 Hz (Som Tipo 1). Na análise dos 18 sons, o tipo que apresentou a menor baixa frequência foi o Tipo 3, com 357 ± 106 Hz. A alta frequência mais baixa foi encontrada no Som Tipo 3, com 4600 ± 420 Hz, e a mais alta no Som Tipo 18, com 6776 ± 112,2 Hz. A menor duração foi observada no Som Tipo 1, com 0,04 ± 0,01 segundos (seg.), enquanto a maior duração foi atribuída ao Som Tipo 11, com 1,41 ± 0,33 segundos. Quanto ao pico de frequência, o menor valor foi registrado no Som Tipo 9, com 332,8 ± 73,9 Hz, e o maior no Som Tipo 18, com 6796 ± 2052 Hz (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros acústicos dos sons detectados no inverno Média ± Desvio Padrão (máximo – mínimo)

	Baixa frequência (Hz)	Alta frequência (Hz)	Tempo de duração (seg.)	Pico de frequência (Hz)
1 (n=30)	1,358±801,2 (3333,3 – 385,7)	6,541±1,389 (8292,4 – 3696,2)	0,04±0,01 (0,063 – 0,017)	2,939±1,154 (6375 – 14060)
2 (n=30)	119,5±25,6 (160,1 – 67,4)	444,7±39,4 (508,7 – 345,5)	0,05±0,007 (0,07 – 0,042)	2765±376 (3281 – 1875)
3 (n=10)	357±106 (556,1 – 234,1)	4,600±420 (5,561 – 4,126)	0,98±0,21 (1,324 – 0,68)	1490±7145 (3468 – 1031)
4 (n=10)	36,4±8,5 (50 – 21,4)	465,6±60,8 (550 – 371,4)	0,18±0,05 (0,28 – 0,12)	2062±7395 (3750 – 1406)
5 (n=10)	51,6±14,5 (73,8 – 27,7)	568±64 (673,3 – 461,2)	0,18±0,03 (0,26 – 0,14)	2812 ±9882 (3750 – 1875)
6(n=10)	106±29,4 (161,4 – 60)	539,5±28,5 (571,8 – 493,4)	0,30±0,10 (0,46 – 0,16)	2671±8572 (4687 – 1875)
7(n=10)	9,24±4,5 (18,5 – 4,1)	88,3±20,2 (137,7 – 63,7)	3,7±2,9 (11,3 – 1,17)	4687±0 (4687 – 4687)
8(n=10)	99,4±7,57 (108 – 87,3)	275,8±9,75 (285,8 – 250,9)	0,22±0,03 (0,28 – 0,17)	1968±1976 (2343 – 1875)
9 (n=10)	77,81±25,02 (121,5 – 39,4)	540,83±31,4 (591-486)	0,21±0,03 (0,29-0,16)	332,8±73,9 (468-187)
10(n=10)	140±25,6 (179,9 – 96,8)	479,1±31 (511,9 – 428,9)	0,25±0,08 (0,46 – 0,16)	2812±4419 (3281 – 1875)
11(n=10)	174,3±30,4 (222,1 – 133,3)	433,6±33,5 (482,6 – 372,1)	1,41±033 (1,9935 – 1,0265)	3000±3277 (328125 – 234375)
12(n=10)	127±22,6 (168,7 – 91,6)	479,6±41,3 (525,5 – 414,6)	0,04±0,01 (0,07 – 0,02)	2765±6031 (37500 – 18750)

Fonte: Autores (2023).

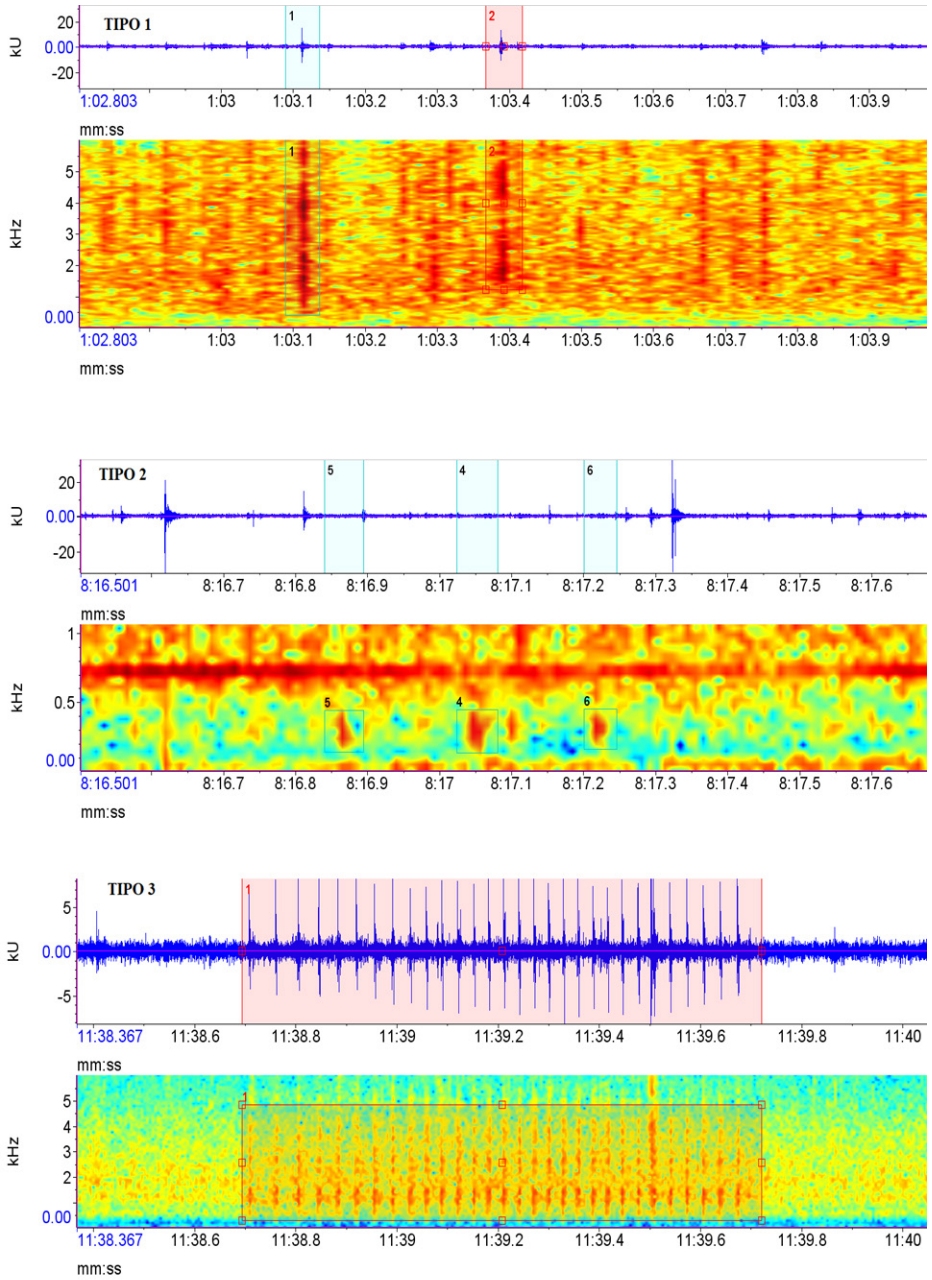
Tabela 2 - Parâmetros acústicos dos sons detectados no verão Média ± Desvio Padrão (máximo – mínimo)

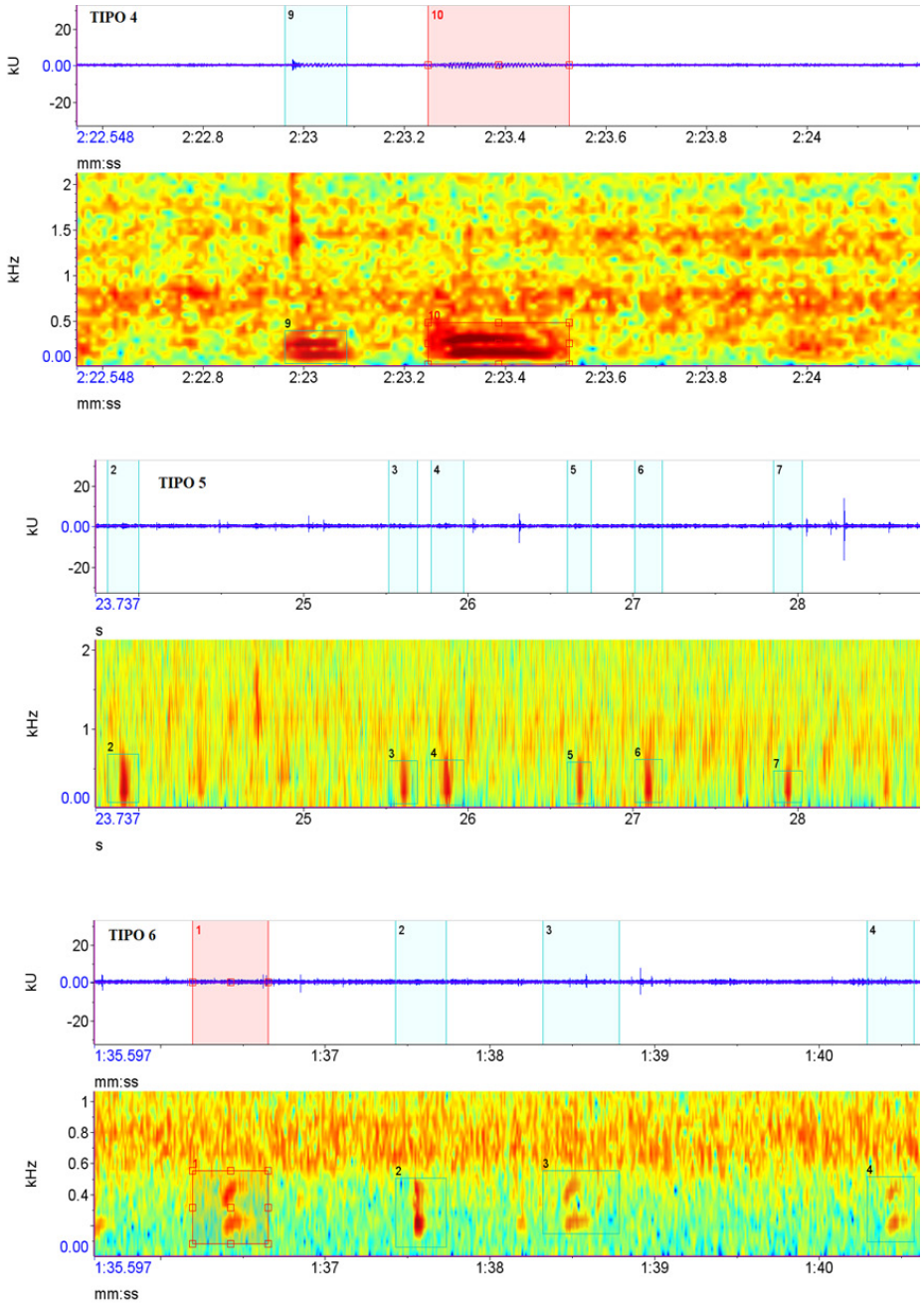
	Baixa freq.	Alta freq.	Tempo de duração	Pico freq.
13(n=10)	168,9±31,2 (195,7 – 84,8)	565,4±62 (704,3 – 450)	0,15±0,05 (0,26 – 0,10)	2531±9881 (257812 – 234375)
14(n=10)	92,31±35,7 (171,4 – 58,2)	325,7±78,1 (481,7 – 229,5)	0,08±0,24 (0,11 – 0,04)	1781±3528 (2343 – 1406)
15(n=10)	116±20,8 (143,5 – 91,3)	607±59,6 (678,3 – 482,6)	0,04±0,01 (0,05 – 0,02)	3468±8893 (4687 – 2812)
16(n=10)	115,9±61 (261,2 – 41,8)	843,3±113,9 (1139 – 731,5)	0,23±0,087 (0,040 – 0,10)	337500±22642 (3984 – 3281)

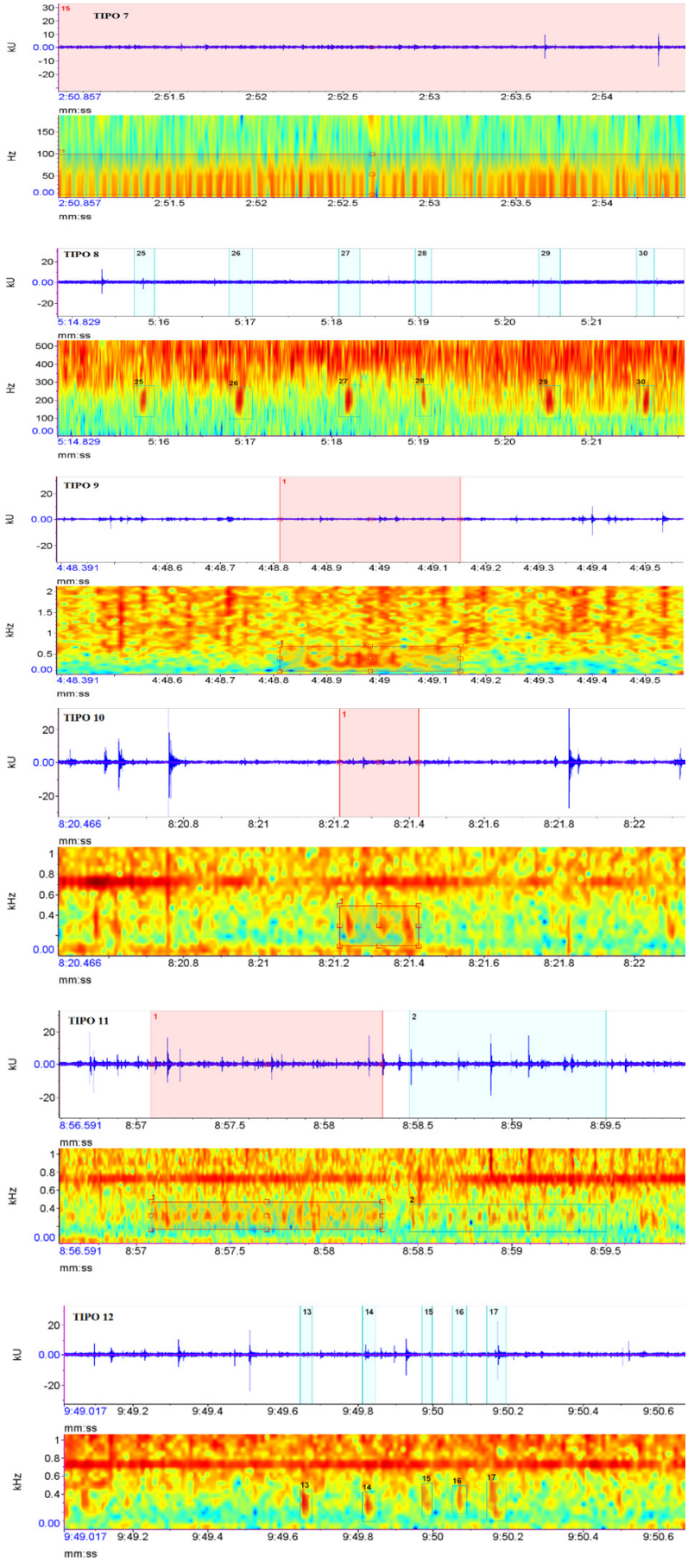
17(n=10)	40,7±13,8 (61,7 – 23,1)	677,6 ±112,2 (856,2 – 514,1)	0,08±0,03 (0,14 – 0,04)	2718±9832 (4453 – 1875)
18(n=10)	23,79±6,2 (30,9 – 12,3)	272,3±66,4 (444,4 – 209,9)	0,05±0,01 (0,06 – 0,02)	6796±2052 (1171 – 4687)

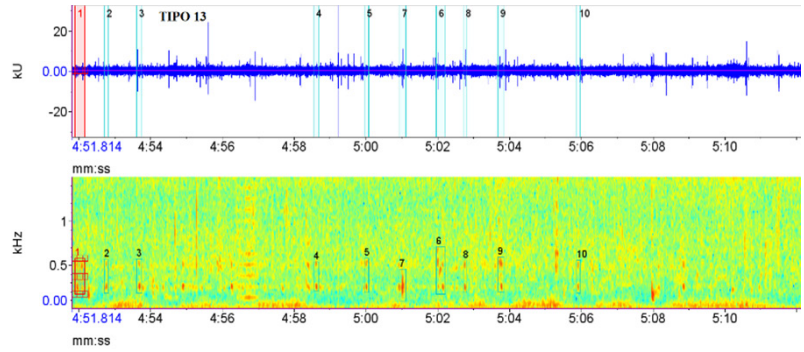
Fonte: Autores (2023).

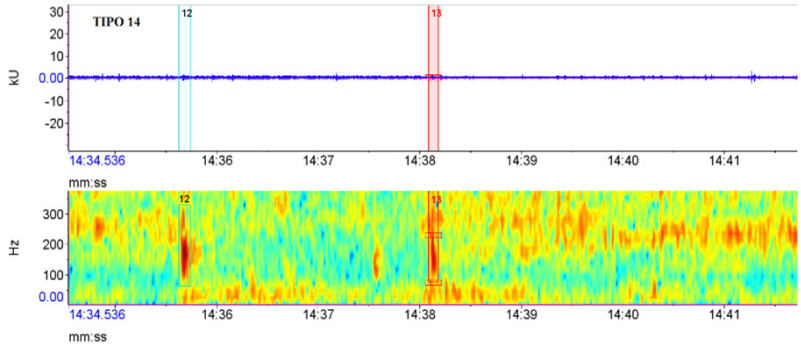
Figura 10 - Oscilograma (acima) e Espectrograma (abaixo) dos 18 sons detectados na região estuarina do Rio São Francisco.

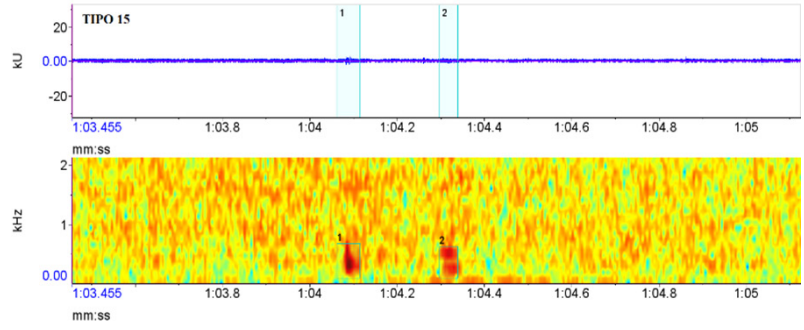


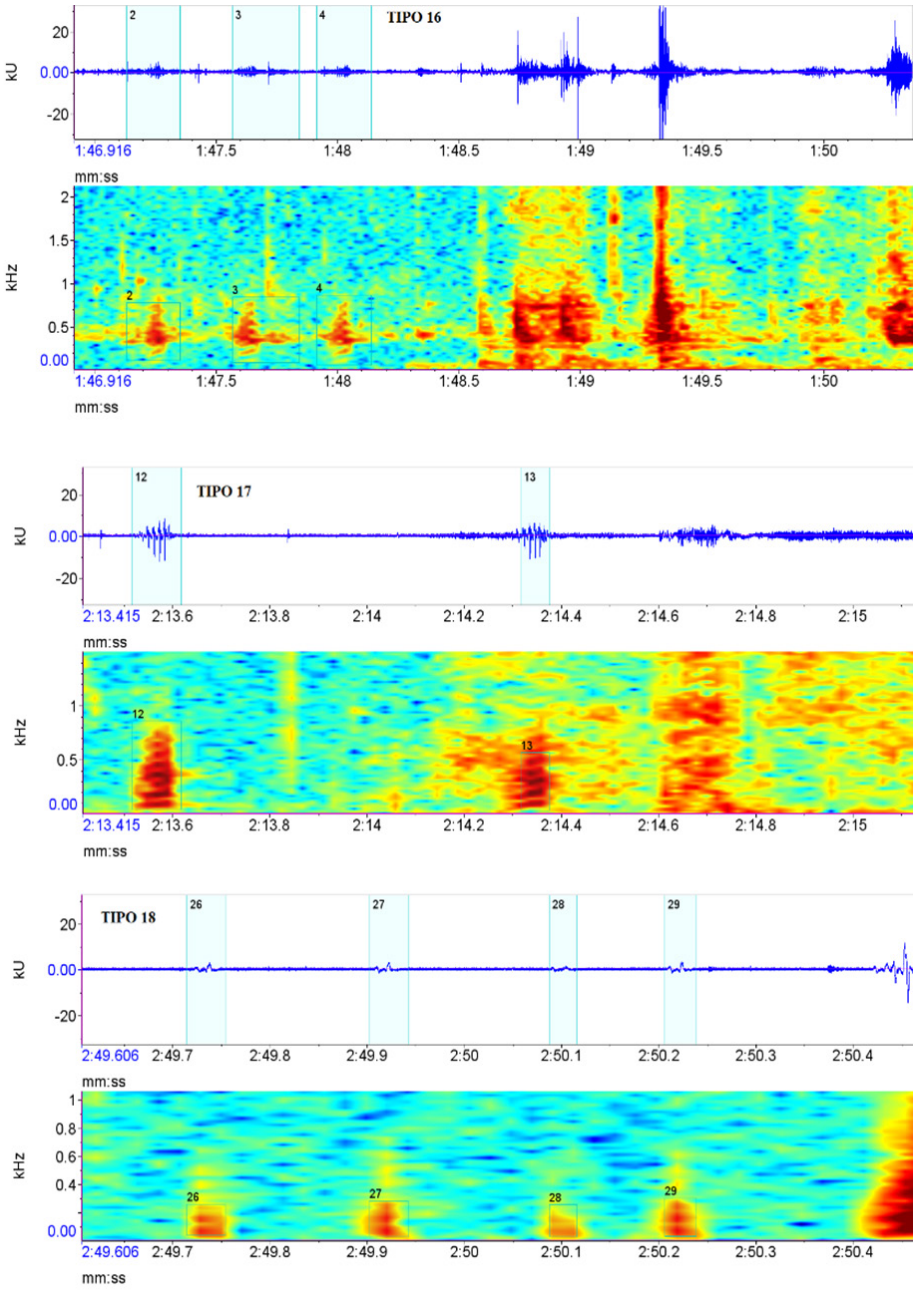

TIPO 4
kU
kHz
mm:ss
TIPO 5
s
TIPO 6


TIPO 7
TIPO 8
TIPO 9
TIPO 10
TIPO 11
TIPO 12
kU
Hz
kHz
mm:ss


TIPO 13
kU
kHz
mm:ss


TIPO 14
kU
Hz
mm:ss

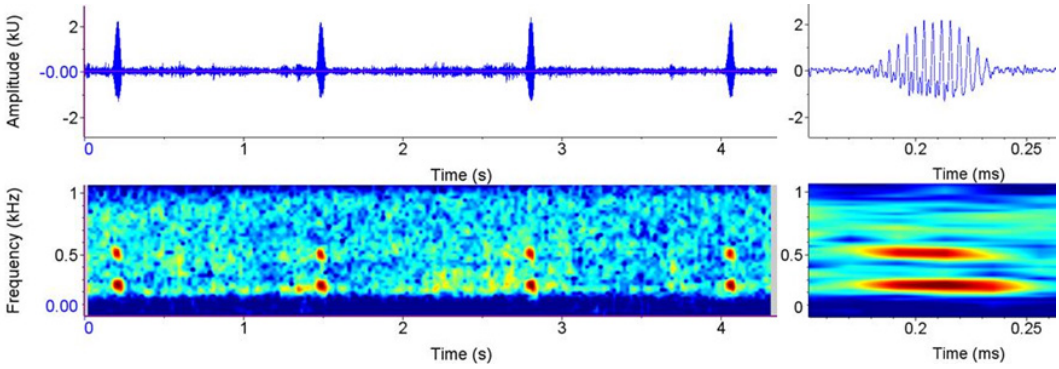

TIPO 15
kU
kHz
mm:ss



Fonte: Autores (2022 e 2023).

Um dos sons característicos detectados na região é apresentado na figura 11, com quatro pulsos compostos por dois harmônicos cada um, sendo um com aproximadamente 250 Hz e outro com 500 Hz, podendo ser produzido por bagres. Na figura 11, o tipo de som analisado neste estudo pode ser descrito como curto e de frequência multi-harmônica, com 5 linhas harmônicas, dentro de uma banda de frequência entre 0,3 e 0,6 Hz. Este tipo de som é comumente encontrado em numerosos bagres (Siluriformes), que emitem sons através de mecanismos estridulatórios ou músculo sonoro. Os sons estridulatórios são não harmônicos, com uma ampla gama de frequências, desde menos de 100 Hz até mais de 8000 Hz (Tavolga, 1971).

Figura 11 - Tipo de som característico de peixes detectado na região da foz do São Francisco



Fonte: Autores (2023).

Sons do bagre

Foram encontradas emissões sonoras da espécie-alvo nos áudios gravados, das quais 87 foram utilizadas para estatística, sendo 37 das gravações em cativeiro e 50 em ambiente natural. Em alguns pontos, foi possível detectar agregações de peixes, possivelmente do gênero Cathorops. Este ponto foi localizado com a ajuda de pescadores locais. O ambiente aquático mostrou-se bastante heterogêneo em relação aos sons deste peixe, não sendo possível sua detecção em todos os pontos de gravação. O tipo de som analisado neste estudo pode ser descrito como um som curto, com uma duração média de 72,8 a 807,0 milissegundos em cativeiro e 56,1 a 436,6 milissegundos em ambiente natural, de frequência multi-harmônica (Tabela 2).

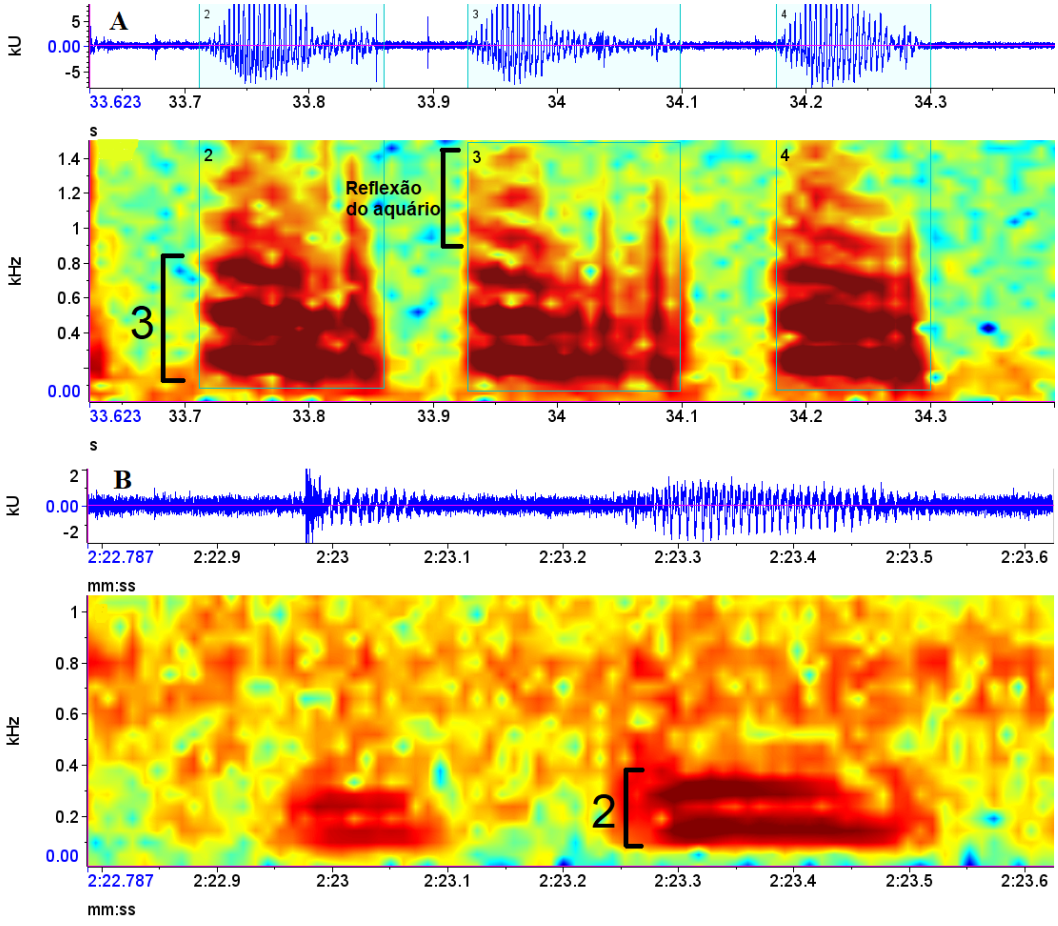
Numerosos bagres (Siluriformes) emitem sons através de mecanismos estridulatórios ou músculo sonoro. Os sons estridulatórios são não harmônicos, com uma ampla gama de frequências, desde menos de 100 Hz até mais de 8000 Hz (Tavolga, 1971). A frequência fundamental mínima medida para *C. agassizii* foi de 180,8 ± 61,8 Hz (Tabela 2). Estes valores são similares aos encontrados em *Ariopsis seemanni* (*Ariidae*) em condição de cativeiro em cardume ou isolado (Schmidtke *et al.,* 2013). Na segunda forma, a produção sonora resulta da vibração rítmica da bexiga natatória por deformação de sua parede sob a ação dos chamados "músculos tamboriladores" (Demski *et al.,* 1973; Loesser *et al.,* 1997). Esses músculos produzem sons característicos reconhecíveis por sua estrutura harmônica, que possui frequências fundamentais, geralmente entre 50 e 300 Hz, dependendo da espécie em que são encontrados. Esses valores foram similares aos encontrados no presente trabalho.

No espectrograma da figura 12, pode-se observar sons em cativeiro (figura 12A) e em ambiente natural (figura 12B), com algumas diferenças de amplitude e duração. O espectrograma mostra sons harmônicos (representados graficamente em faixas horizontais). Os sons em cativeiro mostraram-se distintos visualmente em relação aos coletados em ambiente natural. Como pode ser observado nos espectrogramas, notou-se dois tipos de sons com diferentes amplitudes e quantidade de harmônicos, contabilizando em média três para cativeiro e dois para ambiente natural.

Entre os harmônicos um e três em cativeiro, a energia de pico diminui linearmente em direção aos harmônicos mais altos. No ambiente natural, os dois harmônicos apresentados mantiveram a energia de pico centrada com uma dispersão mínima. As diferenças significativas encontradas podem estar relacionadas a alguns fatores como estresse, tamanho do exemplar, tempo de aprisionamento na rede de emalhar e a metodologia de gravação em cativeiro, o que poderia

causar uma reflexão acústica nas paredes do aquário. Portanto, ainda precisamos realizar pesquisas em sistemas fechados no ambiente natural, como tanques-rede, para uma melhor comparação.

Figura 12 - Sons característicos do bagre-branco. A. Cativeiro e B. Ambiente Natural. Oscilograma acima e espectrograma abaixo.



Fonte: Autores (2023).

Tabela 2 - Estatística descritiva dos parâmetros acústicos utilizados, Média ± Desvio Padrão (Mínimo Máximo) e o valor de p-valor obtido através do teste de Mann-Whitney

	Ambiente natural (n=50)	Cativeiro (n=37)	p-valor
Baixa Frequência (Hz)	118,6±91,8(21,4-385,1)	75,5±28,2 (25,0-136,4)	0,024
Max. Frequência (Hz)	489,5±88,77 (279,6-695,8)	718,3±155,7 (250,0-992,7)	3,14E-12
Pico de Frequência (Hz)	300,0±92,8 (140,6-468,8)	200,4±84,8 (46,9-562,5)	1,59E-08
Duração do som(ms)	179,6±90,3 (56,1-436,6)	184,0±147,9 (72,8-807,0)	0,666

Fonte: Autores (2023).

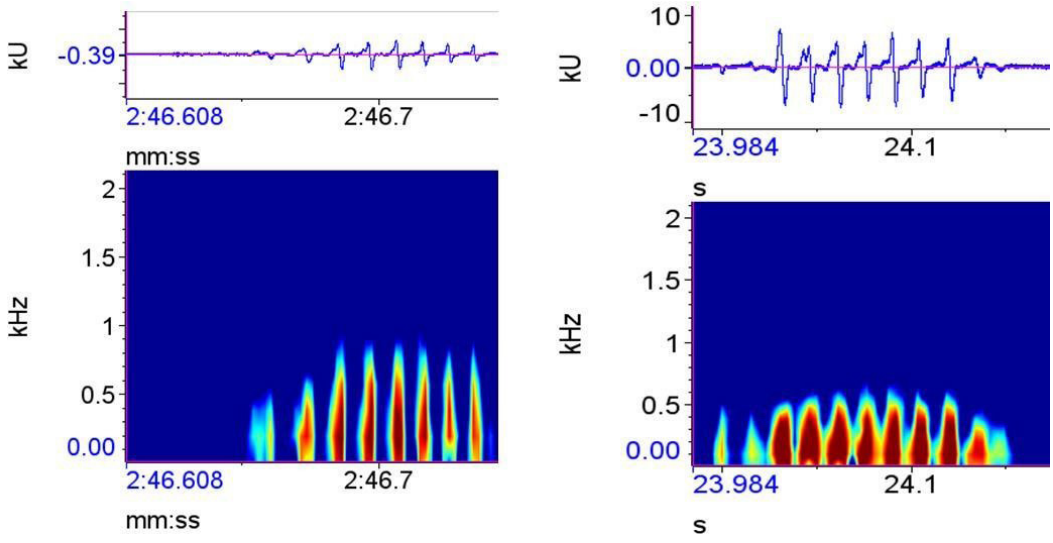
Sons das piranhas

As piranhas são peixes neotropicais que apresentam vocalização. Tanto os gêneros *Pygocentrus* quanto *Serrasalmus* produzem sons pulsados semelhantes, usando o mesmo meca-

nismo de produção de som (Raick *et al.,* 2023). Os músculos sonoros têm origem nas vértebras e ligam-se a um tendão que rodeia a bexiga ventralmente (Mélotte *et al.,* 2016). Foi possível detectar, gravar e analisar o som de duas espécies de piranhas capturadas com rede de emalhar (*Pygocentrus piraya* e *Serrasalmus brandti*). Isso pode ser de grande relevância, uma vez que essas espécies podem representar até 80% das capturas em várias regiões do Baixo Rio São Francisco. Outro fator importante que vem sendo observado recentemente e divulgado na mídia são os ataques de pirambebas a banhistas em praias dessas regiões. Assim, a ferramenta acústica passiva pode contribuir para identificar áreas de maior ocorrência dessas espécies e monitorar as populações. Os sons das piranhas têm sido documentados recentemente nas regiões Norte e Sudeste do Brasil (Raick *et al.,* 2020a, 2020b; Rountree; Juanes, 2020).

Ambas as espécies exibem características específicas nos padrões de vocalização. Essas diferenças acústicas podem ser usadas para diferenciar ao nível do gênero (Raick *et al.,* 2023). Com menores durações, os sons das espécies *Serrasalmus* apresentam maior altura em relação ao gênero *Pygocentrus* (figura 13). Quanto às frequências vocais (Tabela 3), *Pygocentrus piraya* apresenta uma baixa frequência média de 22,2 ± 7,6 Hz, enquanto *Serrasalmus brandti* tem uma média mais alta de 31,8 ± 12,7 Hz. A frequência máxima registrada para *P. piraya* foi de 421,7 ± 47,1 Hz e para *S. brandti* foi de 609,8 ± 82,8 Hz. Os picos de frequência foram observados em 170,9 ± 35,6 Hz para *P. piraya* e em 236,8 ± 78,0 Hz para S. brandti.

Figura 13 - Oscilogramas (acima) e espectrogramas (abaixo). A. pirambeba (*Serrasalmus brandtii*), B. piranha (*Pygocentrus piraya*)



Fonte: Autores (2023).

Tabela 4 - Estatística descritiva dos parâmetros acústicos utilizados. Média±Desvio padrão, Mínimo e Máximo

Parâmetros	*Pygocentrus piraya*	*Serrasalmus brandti*
Baixa frequência (Hz)	22,2±7,6(9,1-45,6)	31,8±12,7(10,2-74,4)
Máxima frequência (Hz)	421,7±47,1(283,7-547,1)	609,8±82,8(380,4-772,7)
Pico de frequência (Hz)	170,9±35,6(93,8-187,5)	236,8±78,0(93,8-375,0)
Duração (s)	0,13±0,03(0,05-0,18)	0,06±0,02(0,02-0,15)
Número de Pulsos (n)	8,7±1,5(3-12)	6±1,6(3-10)
Taxa de pulsação (pulsos/s)	69,0±5,7(55,2-80,9)	97,2±12,2(54,0-125,0)

Fonte: Autores (2024).

Considerações finais

A ecologia acústica, através da acústica passiva, mostrou-se uma ferramenta completamente necessária para estudar e monitorar a paisagem acústica e os sons que a compõem, assim como para avaliar a qualidade do habitat, biodiversidade e comportamento das espécies da região do Baixo Rio São Francisco. A identificação da espécie por meio da caracterização acústica dos sons que compõem a biofonia do Baixo Rio São Francisco permitiu a descoberta de diversos sons com novos registros, ocorridos principalmente na região estuarina. De maneira geral, a paisagem acústica e o monitoramento acústico realizados desde a segunda expedição científica em 2019 não mostram grandes diferenças. O sistema acústico portátil de deriva embarcada também se mostrou eficaz para avaliar em tempo real a condição acústica de diversos ambientes aquáticos e permitiu inferir sobre sons relacionados ao comportamento de alimentação durante algumas agregações de peixes e crustáceos. Peixes como piranhas e pirambebas produzem sons de advertência quando capturados por redes de emalhar, e bagres emitem sons de advertência possivelmente para evitar a predação, sendo detectados dois locais importantes de agregação no estuário. Os sons são produzidos por uma musculatura sonora nestas espécies. Os resultados reforçam a necessidade de implementar sistemas de Monitoramento Acústico Passivo (MAP) a longo prazo para avaliar diversos aspectos ecológicos em ecossistemas e habitats de água doce.

Referências

AMORIM, M.C.P. Diversidade na produção sonora em peixes. *In.:* LADICH, F. *et al.* (Eds.). **Comunicação em peixes**. Enfield, NH: Science Publishers, 2006. p. 71-105.

AMORIM, M.C.P.; VASCONCELOS, R.O.; FONSECA, P.J. Sons de peixes e escolha de parceiros. *In.*: LADICH, F. (ed.). **Comunicação sonora em peixes**. Viena, Áustria: Springer-Verlag, 2015. p. 1 – 33.

BEM, M.L.; PARMENTIER, E. Mecanismos de produção sonora de peixes. *In*: LADICH, F. (Eds.) **Comunicação Sonora em Peixes:** sinais Animais e Comunicação. Viena: Springer, 2015.

BORIE, A. Avaliação da paisagem acústica do baixo rio São Francisco. *In*: AUTORIA. **O baixo São Francisco:** características ambientais e sociais. v.1. Maceió, AL: Edufal, 2020.

DEMSKI, L. S., GERALD, J. W. AND POPPER, A. N. Central andperipheral mechanisms of teleost sound production. **Am. Zool**., v. 13, p. 1141-116, 1973.

DESIDERÀ, Elena *et al.* Acoustic fish communities: sound diversity of rocky habitats reflects fish species diversity. **Marine Ecology Progress Series**, v. 608, p. 183-197, 2019.

FARINA, A.; PIERETTI, N. The soundscape ecology: a new frontier of landscape research and its application to islands and coastal systems. **Journal of Marine and Island Cultures**, v.1, n.1, p.21-26, 2012.

FINE, ML E PARMENTIER, E. Mecanismos de produção sonora dos peixes. *In*.: LADICH, F. (Ed.). **Comunicação sonora em peixes**. Viena, Áustria: Springer-Verlag, 2015. p. 77-126.

HARRIS, S. A.; RADFORD, C. A. Marine soundscape ecology. **Inter-Noise and Noise-Con Congress and Conference Proceedings**, Institute of Noise Control Engineering, 2014. p. 5003-5011.

LADICH, F.; FINE, M.L. Mecanismos de geração de som em peixes: Uma diversidade única em vertebrados. *In*.: LADICH, F. (Ed.). Comunicação *em peixes*. Enfield, NH: Editores Científicos, 2006. p. 3-43.

LOESSER, K. E.; RAFI, J.; FINE, M. L. Embryonic, juven- ile, and adult development of the toadfish sonic muscle. **Anat. Rec.,** v. 249, p. 469–477, 1997.

LUCZKOVICH, J. J. *et al.* Identifying sciaenid critical spawning habitats by the use of passive acoustics. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 137, n. 2, p. 576-605, 2008.

LUCZKOVICH, J. J.; SPRAGUE, M.W. Using passive acoustics to monitor estuarine fish populations. **Bioacoustics,** v. 12, n. 2-3, p. 289-291, 2002.

MANN, D. A.; HAWKINS, A. D.; JECH, J. M. Active and passive acoustics to locate and study fish. Fish Bioacoustics: **With 81 Illustrations**, p. 279-309, 2008.

MARQUES, T. A. *et al.* Estimating animal population density using passive acoustics. **Biological reviews**, v. 88, n. 2, p. 287-309, 2013.

MÉLOTTE, G. *et al.* Interspecific variation of warning calls in piranhas: a comparative analysis. **Scientific Reports,** v. 6, n. 1, p. 36127, 2016.

MUELLER, C. *et al.* Freshwater ecoacoustics as a tool for continuous ecosystem monitoring. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 16, n. 4, p. 231-238, 2020.

PIJANOWSKI, B.C. *et al.* Soundscape Ecology: the Science of Sound in the Landscape. **BioScience,** v.61, n.3, p.203-216, 2011.

RAICK, X. *et al.* Use of bioacoustics in species identification: Piranhas from genus Pygocentrus (Teleostei: Serrasalmidae) as a case study. **PLoS One**, v. 15, n. 10, p. e0241316, 2020.

RAICK, X. *et al.* Yellow-eyed piranhas produce louder sounds than red-eyed piranhas in an invasive population of Serrasalmus marginatus. **Journal of Fish Biology**, v. 97, n. 6, p. 1676-1680, 2020.

RAICK, X., *et al*. Bioacoustics supports genus identification in piranhas. *The Journal of the* **Acoustical Society of America**, v. 154, n. 4, p. 2203-2210, 2023.

ROUNTREE, R.A. *et al.* Listening to fish: applications of passive acoustics to fisheries science. **Fisheries,** v.31, p.433-446, 2006.

ROUNTREE, R.A.; JUANES, F. Potential for use of passive acoustic monitoring of piranhas in the Pacaya–Samiria National Reserve in Peru. **Freshwater Biology,** v. 65, n. 1, p. 55-65, 2020.

ROWELL, T. J. *et al.* Estimating fish abundance at spawning aggregations from courtship sound levels. **Scientific reports,** v. 7, n. 1, p. 3340, 2017.

SCHMIDTKE, D. *et al. Structure and possible functions of constant-frequency calls in Ariopsis seemanni (Osteichthyes, Ariidae)*. **Plos one**, v. 8, n. 5, e64864, 2013.

SOLÉ, M. *et al*. Invertebrados marinhos e ruído (). **Frente. Março. Ciência,** v. 10, e1129057, 2023.

TAVOLGA, W.N. Mechanisms of the sound production in Ariid catfishes Galeichthys and Bagre. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 124, p. 1-30, 1962.

WRIGHTSON, K. An introduction to acoustic ecology. **Soundscape: The journal of acoustic ecology**, v. 1, n. 1, p. 10-13, 2000.

CAPÍTULO 19

CARACTERÍSTICAS DA ATIVIDADE PESQUEIRA NAS V E VI EXPEDIÇÕES CIENTÍFICAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Vanildo Souza de Oliveira[99], Rodrigo Victor Marinho de Sá[100]

Resumo: Esta pesquisa aborda os resultados da V e VI Expedições Científicas do Baixo São Francisco. Na V Expedição, foram colhidas informações sobre os custos de uma canoa para pesca, cujo preço fica em torno de R$ 4.000,00 já com o motor. Também foi registrado o uso da fibra de vidro na construção de canoas, que é um pouco mais cara, cerca de R$ 6.000,00. Segundo os pescadores, após as chuvas (cheias), voltaram a aparecer espécies que não eram mais encontradas, porque as várzeas encheram, possibilitando a reprodução dos peixes, tais como pilombeta, xira, piau cutia e mandim. Na cidade de Pão de Açúcar, destaca-se a abundância de pirambebas, que representam 91% do total das capturas, incluindo piranhas e pacu disco. Essas observações de dominância indicam um desequilíbrio entre as espécies, causado pela marcante presença das pirambebas no ambiente. Essa situação mostra a necessidade de repovoamento com grandes predadores de espécies nativas que já não existem mais no Baixo São Francisco. A VI Expedição não encontrou padrões que demonstrassem melhorias ao longo desses seis anos, especialmente no que se refere às espécies capturadas pela atividade pesqueira. O número de espécies sem valor econômico domina a maior parte da produção, tornando a atividade pesqueira mais uma questão de sobrevivência do que uma atividade econômica rentável. Observou-se uma maior presença de peixes que não foram registrados nas expedições iniciais; em todas as entrevistas com os pescadores, eles disseram que o aparecimento dessas espécies se deveu às cheias, que possibilitaram a formação de lagoas, funcionando como locais de reprodução para várias espécies. Isso demonstra a importância de garantirmos cheias artificiais nos períodos de seca para que essas espécies possam se reproduzir.

Palavras - chave: Pesca artesanal; lagoas marginais; cheias artificiais; repovoamento.

Introdução

As Expedições do Baixo São Francisco cobrem uma área de pesquisa que vai desde a cidade de Piranhas até a cidade de Piaçabuçu, onde é possível observar várias condições topográficas que afetam as características do rio e, com isso, a ocorrência de certas espécies que são capturadas pela pesca artesanal. Nesse trajeto, é possível registrar várias fontes de impacto que interferem na atividade pesqueira, desde poluição de esgoto sanitário até proliferação de macrófitas. Nessa região, a pesca é intensa e de grande potencial, sendo praticada, em sua maioria, por pescadores artesanais e com muitos pontos de desembarque, embora o município de Piaçabuçu (com 35% do efetivo de pescadores) apresente alguma atividade semi-industrial (AECID, 2008). A atividade tem forte componente social, com os diferentes ecossistemas que compõem a região (estuário, rio e mar), contribuindo para uma oferta diversificada de pescado. Adicionalmente, a poluição, o desmatamento e o assoreamento, a degradação das lagoas marginais, presença

99 Professor doutor. Departamento de Pesca e Aquicultura (Depaq), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE);

100 Estudante de Engenharia de Pesca. Departamento de Pesca e Aquicultura (Depaq), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

de espécies exóticas e a pressão pesqueira descontrolada vêm influenciando negativamente a produção pesqueira na região, bem como a distribuição espacial das espécies em relação aos ambientes (Soares *et al.,* 2011).

Os dados da V Expedição Científica foram obtidos através de informações em reuniões nas colônias de pesca, realizadas nas localidades possíveis, procurando-se obter informações genéricas sobre a produção pesqueira e as principais dificuldades enfrentadas pela atividade. A coleta da ictiofauna foi realizada com redes de emalhar, com comprimento de malhas entre 50mm, 45mm, 35mm e 30mm, cada uma tendo 600m de comprimento. As redes eram colocadas no final da tarde e recolhidas na manhã seguinte, passando em média 16 horas de pesca. Em cada rede, foi registrado o total capturado de cada espécie, assim como o comprimento da malha da rede. O fato de a Expedição ter um tempo limitado em cada cidade visitada, o que permitiu apenas uma coleta, nos fornece uma possível tendência pontual sobre as espécies capturadas. Dessa forma, iniciaremos com os resultados da V (2022) e, em seguida, com a VI Expedição (2023), concluindo com recomendações referentes às duas expedições.

Situação da atividade pesqueira nas cidades e povoados visitados na V expedição.

Cidade de Piranhas

A expedição chegou à cidade de Piranhas no dia 3 de novembro, onde entrevistamos os pescadores da Colônia Z30 (figuras 1 e 2) que, segundo o presidente, conta com 242 pescadores que utilizam principalmente redes de emalhar e covos. Eles usam canoas de madeira, cujo preço fica em torno de R$ 4.000,00 já com o motor. Também foi registrada a construção de canoas com fibra de vidro, que é um pouco mais cara, cerca de R$ 6.000,00 (figuras 3 e 4), no entanto evita toda a questão ambiental associada ao uso de madeira e tem custos de manutenção significativamente menores. As canoas de madeira são construídas na própria comunidade, geralmente com pranchas de piqui. Atualmente, existem cerca de 100 embarcações de pesca.

Segundo os pescadores, um ano com muitas chuvas resultou em uma maior quantidade de peixes, principalmente xira e piau. Todos os pescadores cadastrados na colônia recebem o seguro defeso, que vai de novembro a fevereiro. Um registro incomum em nossas coletas nesta cidade ocorreu na rede de malha 50 mm com fio 0,25 mm: um peixe xaréu. Esse peixe é característico do mar, vive nos oceanos e possui uma alta capacidade de tolerância a variações de salinidade, sendo classificado como eurialino. Normalmente, é capturado em áreas costeiras e em mar aberto. No entanto, um indivíduo juvenil com 30 cm de comprimento foi capturado a mais de 200 km da foz, na cidade de Piranhas (figura 5).

Figuras 1 e 2 - Colônia Z-30 de Pescadores da cidade de Piranhas

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Figuras 3 e 4 - Canoa revestida com fibra de vidro em Piranhas

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Figura 5 - Juvenil de xaréu com 30 cm, capturado na cidade de Piranhas, em rede de emalhar com fio 0,25 e malha de 50mm

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2023).

Cidade de Gararu

Na cidade de Gararu, a colônia possui aproximadamente 1.800 pescadores inscritos. Eles relataram que o maior problema que enfrentam atualmente é a concorrência com a pesca de mergulho, mencionando que esse tipo de pesca é muito prejudicial para as espécies, pois captura os maiores reprodutores. Ressaltaram também a alta presença de pirambebas nas capturas

e enfatizaram a necessidade de mais ações por parte dos órgãos competentes, como o repovoamento de espécies como a xira.

Povoado de São Brás

Em São Brás, segundo os pescadores, após o aumento das vazões, voltaram a aparecer espécies que não eram mais encontradas. Isso se deve ao fato de que o maior volume de água encheu as lagoas marginais, possibilitando a reprodução dos peixes, tais como pilombeta, xira, piau cutia e mandim. No entanto, espécies como tubarana, curvina e pirá continuam sem aparecer. Uma das espécies que mais se reproduziu, segundo os pescadores, foram os piaus, incluindo o piau preto, branco, cutia e amarelo. Eles mencionaram que as cheias de novembro do ano passado (2021) aprofundaram o rio, removeram grande parte do lodo (macrófitas) do fundo e as baronesas da superfície, promovendo também o enchimento de algumas várzeas, que serviram de berçário para os peixes.

Cidade de Propriá

Em Propriá, na Colônia Z8, a presidente da colônia de pescadores relatou que conta com 500 pescadores inscritos, abrangendo Propriá, Telha, Nossa Senhora de Lurdes, Gararu e Taioba. Segundo informações colhidas na área, a espécie mais capturada é a pirambeba, os pescadores afirmam que duas em cada três capturas são dessa espécie. Também registraram que o aragú e o lambiá apareceram bastante após as cheias.

Em Propriá, foi possível visitar o mercado de peixes, onde, diferentemente das outras vezes, foram encontradas espécies nativas como os piaus (figura 6). Pela primeira vez, foram encontradas as três espécies: o piau preto (três pintas), o piau cutia (com nadadeiras amarelas) e o piau branco (com uma pinta no início da cauda) (figura 7). Além das espécies de cativeiro, como tilápia e tambaqui (figura 8). Apenas um peixe dourado estava à venda, capturado no médio São Francisco (figura 9).

Figuras 6 e 7 - Bastantes piaus à venda no mercado de Propriá. O preto (três pintas), o cutia (com nadadeiras amarelas) e o branco (com uma pinta no início da cauda)

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Figuras 8 e 9 - Peixes de cultivos, presentes em todas as expedições, tilápia e tambaqui, no mercado de Propriá. Dourado encontrado no mercado de Propriá, capturado no médio São Francisco

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Povoado de Chinaré

No povoado de Chinaré, a Colônia de Pescadores registrou cerca de 1.600 pescadores de vários municípios próximos (Figuras 10 e 11). Dentre as espécies mais capturadas na região estão: pilombeta, piau cutia, aragú e lambiá, que voltaram a aparecer, assim como o tambaqui, que surgiu devido ao rompimento de viveiros com as cheias. Também foi relatado a presença do peixe panga, provavelmente pelos mesmos motivos. Outra espécie que vem aparecendo nas lagoas marginais, segundo os pescadores, é o pirarucu, provavelmente por fuga de tanques escavados. Quanto aos aparelhos de pesca, além de redes de emalhar, destaca-se a pesca com covos para a captura de camarão, utilizando em média 300 unidades com adição de iscas de bolo de arroz. Segundo relatos, em um dia bom de pesca, capturam 10 kg, enquanto em um dia ruim, apenas 2 kg.

Figuras 10 e 11 - Reunião com os pescadores divulgando os trabalhos científicos da Expedição

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Cidade de Penedo

Na cidade de Penedo, os pescadores relataram o retorno da presença de espécies como piau cutia, aragús e lambiás, devido às cheias de 2021 e 2022. A pilombeta retornou em maior quantidade; segundo os pescadores, refletindo em preço mais acessível, diminuindo de R$ 30,00

para R$ 12,00 devido à maior presença nos desembarques. Também foi observado ocorrência de robalo e piau cutia nas lagoas da região.

Nessa cidade, foi observada uma necessidade urgente de assistência técnica para a atividade pesqueira, especialmente no armazenamento e processamento do pescado. Em muitas ocasiões o pescado é eviscerado e lavado no porto de Penedo, mesmo local onde há lavagem de veículos e esgoto, como mostra a figura 12. A falta de assistência técnica faz com que esses pescadores não tenham conhecimento do risco de contaminação do produto pesqueiro durante o processamento, o que pode acarretar prejuízos, caso alguém seja contaminado. Permanece o costume de acreditar que lavar o pescado nas águas do rio o purifica, ignorando a proximidade das descargas de esgotos sanitários.

Figura 12 - Evisceração e limpeza do pescado no porto de Penedo

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Cidade de Piaçabuçu

Sem dúvida, esta é a cidade que recebe o maior número de barcos de pesca de várias modalidades, tanto atuando na pesca marinha como de água doce (Figura 13). A grande maioria opera no rio, com destaque para as canoas que pescam principalmente a pilombeta. Essa pesca é realizada à noite, onde as redes cruzam o leito do rio. De um lado, há uma boia luminosa, e do outro a canoa com o pescador usando uma lanterna (figura 14) para auxiliar na navegação. Essa pescaria geralmente acompanha a vazante da maré.

Existem também canoas que pescam na zona estuarina e fora da foz (figura 15), principalmente com linha de mão e espinhel para peixes e tubarões (figuras 16 e 17). A pesca estuarina ou fora da barra pode ser realizada com canoas ou em embarcações motorizadas de maior proporção, que pescam em alto mar, ou fazem arrasto de camarão.

Devido a essa intensa atividade pesqueira na cidade, é possível encontrar facilmente ao longo da rua que margeia o rio em Piaçabuçu, além de frigoríficos de peixes, vários varais com peixes secando ao sol (figuras 18 e 19).

Figuras 13 e 14: Porto de Piaçabuçu e despesca da rede de pilombeta, após uma noite de pescaria

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2021).

Figura 15: Canoas de pesca na foz do São Francisco

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Figuras 16 e 17: Pesca com espinhel na Foz do São Francisco

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Figuras 18: Pesca com espinhel na Foz do São Francisco. Peixes secos e salgados no Porto de Piaçabuçu

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Figura 19: Peixes secos e salgados no Porto de Piaçabuçu

Características das coletas com redes de emalhar

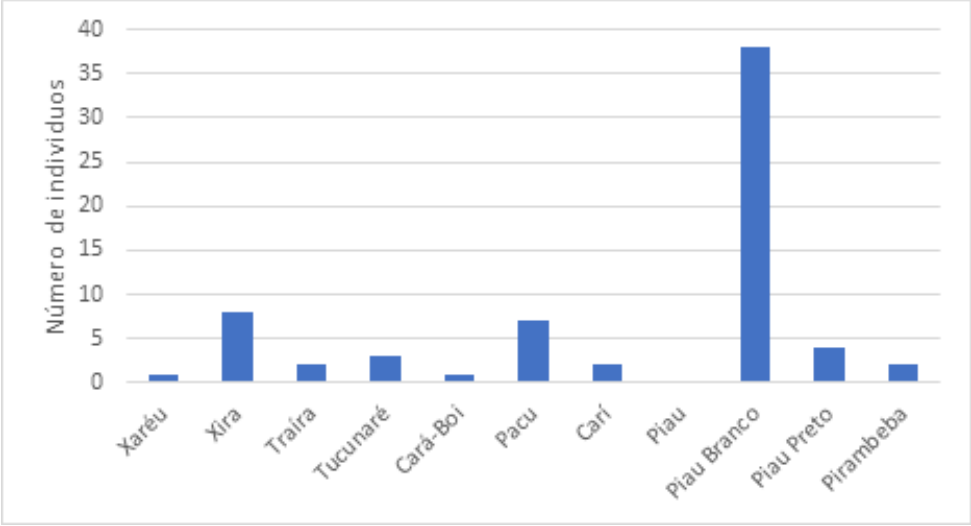
Cidade de Piranhas

Por estar localizada próxima à barragem de Xingó, possui um ambiente aquático muito dinâmico, com corredeiras que tendem a ser mais lóticas do que lênticas. Isso fica claro com a maior concentração de peixes que se adaptam a esse ambiente, como os piaus branco e preto (figura 20), que juntos representam 61% das capturas. Como esperado nesse município, as pirambebas, que preferem ambientes mais lênticos, tiveram baixa representação (figura 21).

Figura 20: Abundância de piaus, nas redes de emalhar na cidade de Piranhas

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Figura 21: Capturas em relação as espécies na cidade de Piranhas

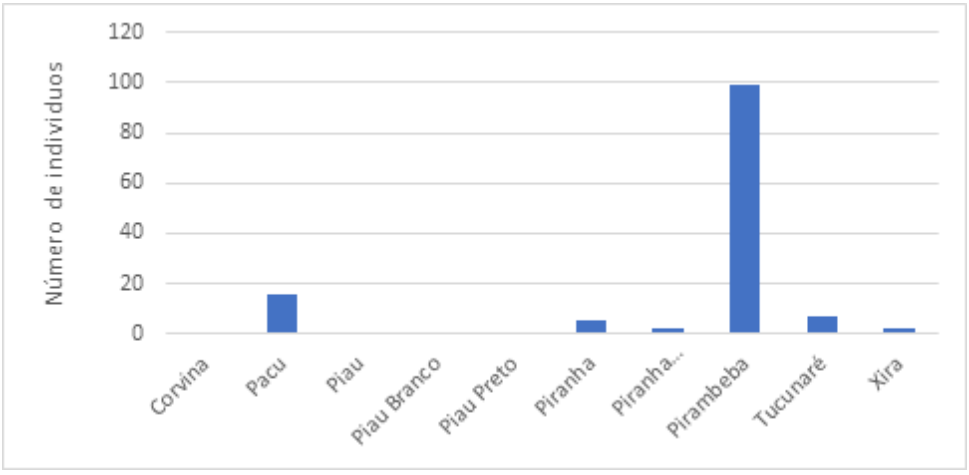


Fonte: Autores (2024).

Cidade de Pão de Açúcar

Com as águas mais lentas nessa localidade, destaca-se a presença das pirambebas (figura 22), seguida pelo pacu disco, duas espécies de baixo valor comercial. As capturas de pirambebas (figura 23), piranhas (figura 24) e pacus disco (figura 25) alcançam 91% do total das capturas. Essa grande presença de pirambebas é motivo de descontentamento por parte dos pescadores, pois além de terem menor valor econômico, ainda predam outras espécies de maior valor que ficam presas nas redes (figura 26). Realmente, a proporção de pirambebas em Pão de Açúcar chama atenção, tornando-se possivelmente o ambiente ideal para sua reprodução.

Figura 22: Capturas em relação às espécies na cidade de Pão de Açúcar.



Fonte: Autores (2024).

Figura 23: Pirambeba capturada na rede de emalhar

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Figuras 24 e 25: Piranha verdadeira e pacu disco, capturados em redes de emalhar

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

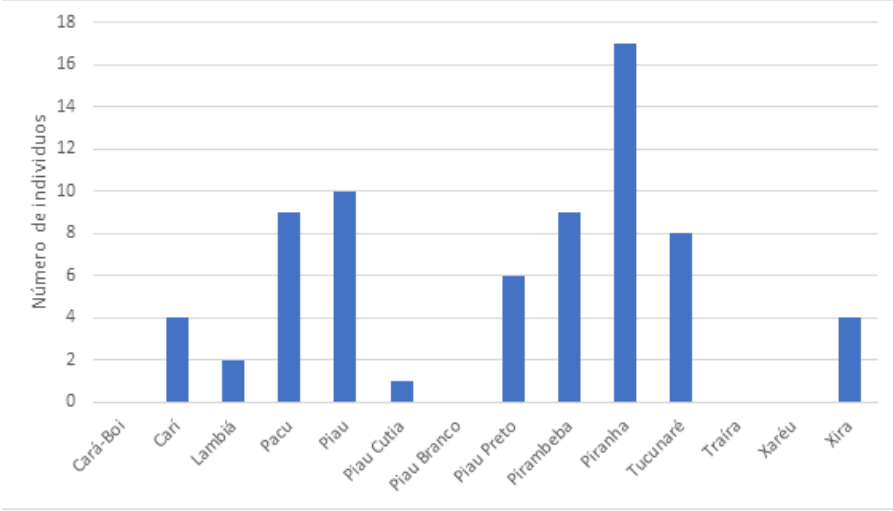
Figura 26: Espécies predadas, nas redes de emalhar, pelas pirambebas e piranhas

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Povoado de Lagoa Comprida

Em Lagoa Comprida, foi registrada a mesma tendência de dominância das espécies de baixo valor econômico (pirambeba, piranha e pacu), sendo as três equivalentes a 50% da produção total, seguidas pelos piaus branco, preto (três pintas) e cutia. Também foram registradas, em menor número, presenças de espécies que não eram encontradas antes das cheias, como cari, piau cutia e lambiá (figura 27).

Figura 27: Capturas em relação as espécies na cidade de Lagoa Comprida

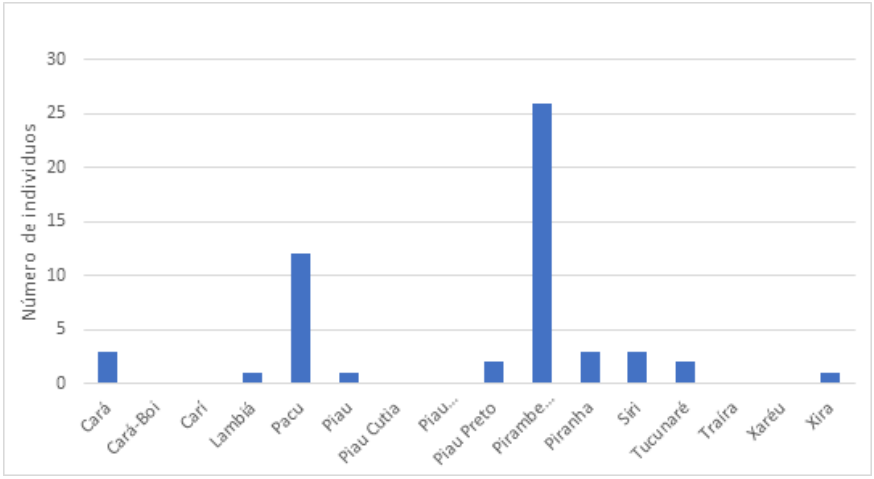


Fonte: Autores (2024).

Cidade de Propriá

Em Propriá, fica evidente que à medida que o rio adquire aspectos mais lentos, a pirambeba e o pacu parecem dominar o ambiente, sendo capturados em maior quantidade. A proporção de captura das espécies pirambeba, piranha e pacu chega a alcançar 75,9% do total (figura 28). A partir desse município, registra-se também a presença de espécies estuarinas, como os siris (figura 29).

Figura 28: Capturas em relação as espécies na cidade de Propriá



Fonte: Autores (2024).

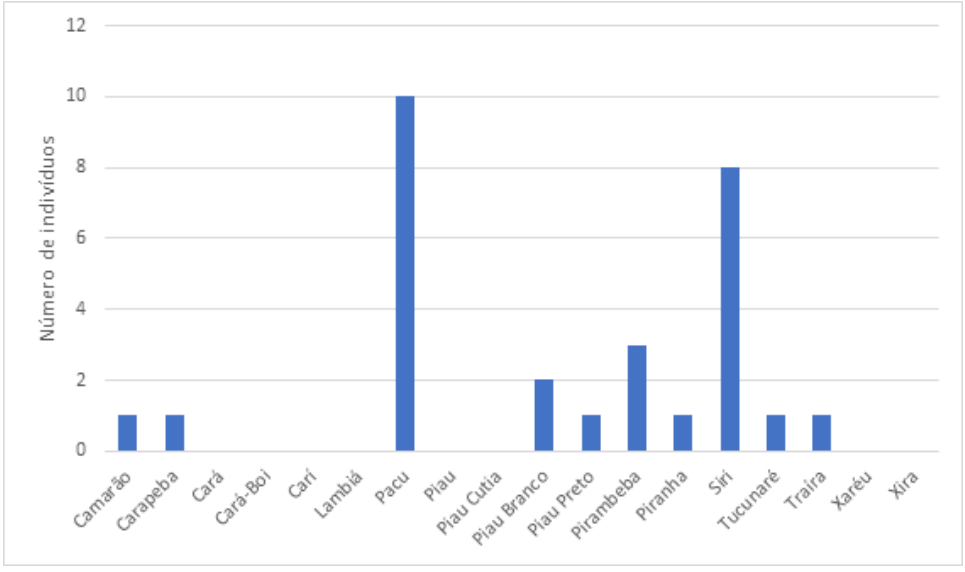
Figura 29: Captura de siris, em redes de emalhar, na cidade de Propriá

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Cidade de Penedo

A partir da cidade de Penedo, é possível observar uma menor ocorrência de pirambebas e piranhas, o que parece acontecer em função da proximidade com a foz. Já é possível observar o aparecimento de espécies estuarinas em maior número, como o siri, carapeba e xaréu. No entanto, a espécie onívora pacu foi a que apresentou maior ocorrência (figura 30).

Figura 30: Capturas em relação às espécies na cidade de Penedo



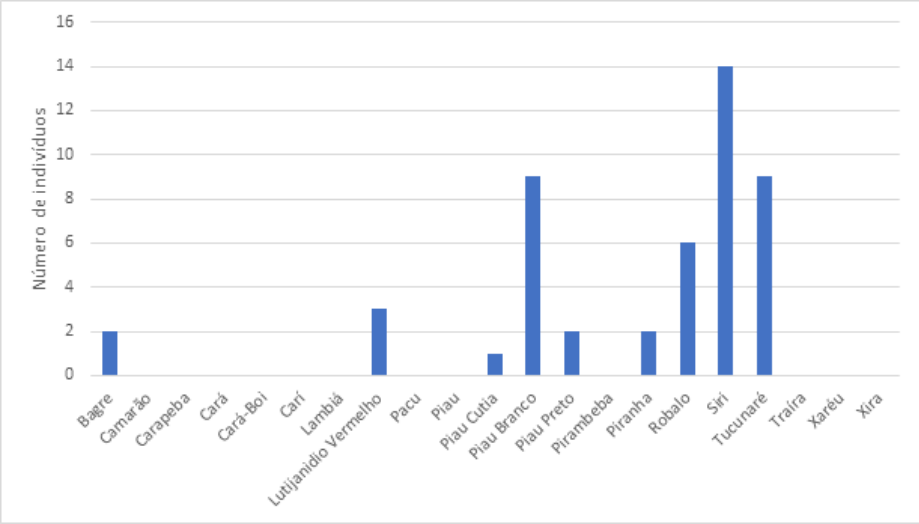
Fonte: Autores (2024).

Cidade de Piaçabuçu

Em Piaçabuçu, é possível observar a tendência de dominância das espécies estuarinas, que juntas representam 52% do total da captura (siri, robalo, pargo e bagre). Entre as espécies

de água doce, destacam-se o tucunaré e os piaus, presentes em maior abundância, e a ausência de pirambebas (figura 31).

Figura 31: Capturas em relação às espécies na cidade de Piaçabuçu

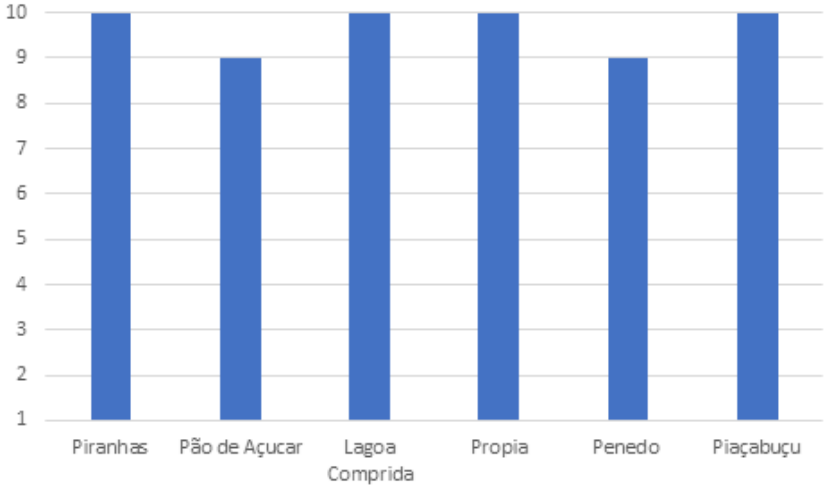


Fonte: Autores (2024).

Diversidade de espécies

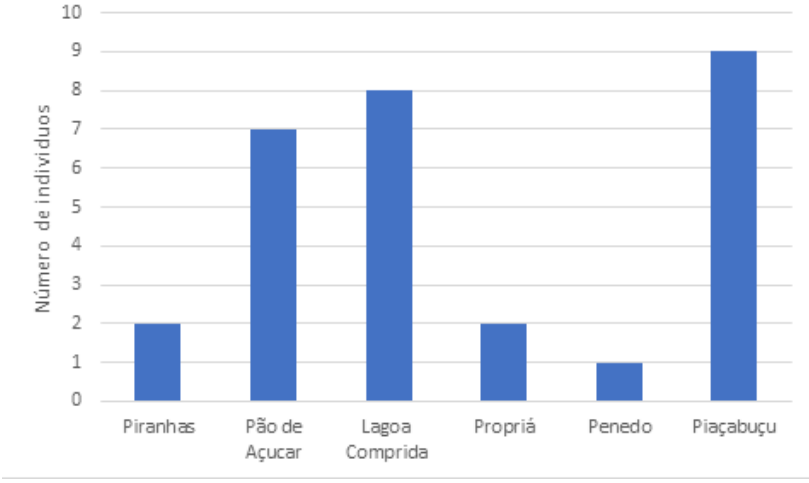
Quanto à diversidade de espécies por local de coleta, observou-se uma distribuição homogênea (figura 32), com variação entre nove e dez espécies capturadas nas redes de emalhar em cada localidade. As espécies de água doce dominaram desde Piranhas, e as de água salgada só alcançaram mais de 50% próximo à da foz em Piaçabuçu. Observou-se que o tucunaré (figuras 33 e 34) parece ter se adaptado em todos os ambientes, sendo a única espécie capturada em todas as localidades, tanto nas áreas mais próximas de Xingó quanto na proximidade da foz do Rio São Francisco. Deve-se levar em consideração que os anos de 2021 e 2022 aportaram grandes volumes de água doce, contribuindo assim para a diminuição da cunha salina, favorecendo o aparecimento de espécies de água doce em maior quantidade.

Figura 32: Distribuição do número de espécies (eixo Y) por localidades (eixo X).



Fonte: Autores (2022).

Figura 33: Distribuição da captura do tucunaré por localidade



Fonte: Autores (2024).

Figura 34: Tucunaré capturado nas redes de emalhar, registrado em todas as localidades

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Impactos ambientais que afetam a atividade pesqueira

Além do assoreamento do leito do rio, a presença de macrófitas no fundo ainda é o principal impacto que afeta a atividade pesqueira, uma vez que interfere diretamente na eficiência das redes de emalhar. Isso resulta em danos na panagem do equipamento, ocasionando os seguintes transtornos: a rede não alcança o fundo devido à biomassa das macrófitas, as malhas ficam mais visíveis devido aos materiais agregados nelas, exigindo um grande tempo perdido na limpeza e reparo dos danos na panagem (figura 35).

Outro fator que afeta a atividade é a constante e abrupta diminuição e aumento dos níveis de água no Baixo São Francisco, devido à política de geração de energia da Chesf. Essa variação, além de influenciar na erosão das margens (figura 36), causa situações inusitadas nas quais as redes são colocadas em uma profundidade junto às margens, conhecidas como remansos e, no dia seguinte, elas estão em terra, devido à queda brusca do nível da água (Figuras 37 e 38).

Figura 35: Redes de emalhar totalmente cheias de macrófitas

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Figura 36: Erosão das margens, causadas pela variação brusca do volume do rio

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Figura 37: Redes que ficaram em terra, devido à diminuição brusca do volume do rio

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Figura 38: Redes de emalhar que ficaram em terra, devido à diminuição brusca do volume do rio

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

VI Expedição Cientifica

A VI Expedição Científica não encontrou padrões que demonstrassem melhorias durante os seis anos de coletas, principalmente quanto às espécies capturadas e às condições na atividade pesqueira. O número de espécies sem valor econômico continua dominando a maior parte da produção, tornando a atividade pesqueira mais uma questão de sobrevivência do que uma atividade econômica rentável. A solução para a melhoria da qualidade das espécies do Baixo São Francisco já é conhecida e praticada há anos, como o peixamento de espécies nativas, controle genético, proteção das lagoas marginais, regulação da atividade pesqueira e aumento das vazões. No entanto, a falta de políticas de gerenciamento pesqueiro e peixamentos frequentes dificultam o monitoramento e a avaliação da eficiência dessas ações. Nesse contexto, em 2023, observa-

mos uma maior presença de espécies que não foram registradas nas expedições iniciais (2018 a 2020); em todas as entrevistas com os pescadores, o aparecimento delas foi devido às cheias, que possibilitaram a formação de lagoas que funcionam como locais de habitat e reprodução para várias espécies. Isso demonstra a importância de garantirmos cheias artificiais nos períodos de seca para que essas espécies possam se reproduzir.

Situação da pesca no Baixo São Francisco

Durante a VI Expedição, visitamos as cidades de Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, Lagoa Comprida, Propriá, Penedo e Piaçabuçu, onde foram possíveis encontros com pescadores e presidentes de colônias. Houve uma percepção comum, já constatada na expedição anterior, de que após as cheias de 2021 e 2022 várias espécies como pilombeta, piau cutia e pacamão, entre outras, voltaram a aparecer. Ficou clara a importância desses eventos na reprodução dessas espécies, uma vez que o período de enchente causa alagamentos que chegam às lagoas e, consequentemente, viabilizam a reprodução, a proteção e o crescimento dos juvenis.

Outra vantagem das cheias citada por eles foi a limpeza do leito do rio; as fortes correntezas levaram grandes concentrações de baronesas (macrófitas aquáticas) de superfície e as macrófitas de fundo, chamadas por eles de "Cabelo". Esse fato foi percebido, uma vez que não havia mais baronesas flutuando no leito do rio como nas expedições de anos anteriores. Isso teve reflexo também na fauna das aves, já que sem as baronesas os gaviões-caramujeiros (*Rostrhamus sociabilis*), abundantes nas expedições passadas, praticamente desapareceram, pois segundo os pescadores, os caramujos foram levados com as baronesas.

Em geral, os trabalhadores da pesca reclamam da grande presença da pirambeba e do pacu-disco que, além de terem baixo valor econômico, no caso da pirambeba, estas comem os outros peixes de valor comercial ainda presos nas redes, além de rasgarem as panagens dos apetrechos de pesca, trazendo um duplo prejuízo. Todos reclamaram da pesca de mergulho com arpão, pois dizem que os pescadores com arpão só capturam os peixes grandes, eliminando assim os reprodutores. A existência do mergulho parece ser um dos principais conflitos entre eles, difícil de ser resolvido em função da falta de controle e fiscalização.

Foram registrados os mesmos impactos, sem observar nenhuma melhora nesses seis anos, como poluição por esgoto sanitário, assoreamento das margens do rio (figura 39), destruição da mata ciliar (figura 39) e criação de gado (figura 40), assim como o crescimento descontrolado das macrófitas aquáticas que interferem diretamente na atividade pesqueira (figura 41). No entanto, nas áreas onde não foram retiradas as matas ciliares (figura 42), existe uma maior concentração de ictiofauna e consequentemente mais atividade pesqueira.

Figuras 39 e 40: Assoreamento das margens e criação de gado

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2023).

Figuras 41 e 42: Macrófitas aquáticas e margens com mata ciliar

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2023).

Principais espécies capturadas na expedição

Dentre as principais espécies capturadas, destacam-se o cari, xira, tucunaré, piau, piranha e pirambeba (figuras 43,44 e 45). No entanto, em termos de proporção, as pirambebas e piranhas dominaram, chegando em algumas cidades a representar mais de 50% do total da captura.

Figura 43: Peixes acari e xira

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2023).

Figura 44: Peixes tucunaré e piau

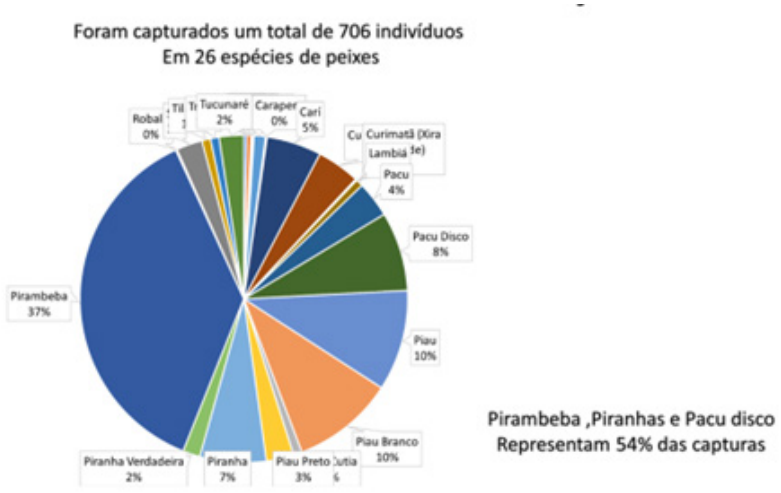
Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2023).

Figura 45: Peixes piranha e pirambeba

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2023).

Na distribuição total de capturas, a pirambeba, a piranha e o pacu disco, espécies de menor valor econômico, representaram 54%, o que desmotiva a atividade pesqueira (figura 46), sendo a pirambeba presente em todas as cidades visitadas pela expedição.

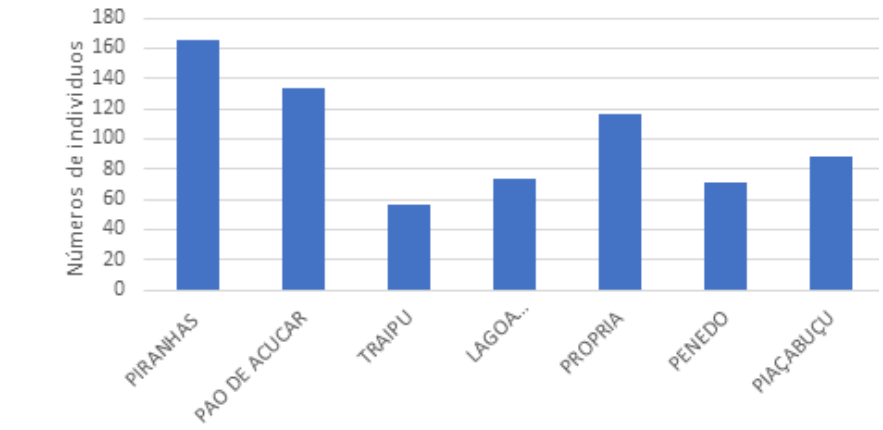
Figura 46: Distribuição da captura total de peixes



Fonte: Autores (2024).

Observa-se uma tendência de diminuição na captura à medida que se aproxima da foz do rio. As cidades mais próximas da Usina Xingó apresentam uma maior abundância (figura 47). Esses ambientes possuem correntes mais rápidas, o que pode ser mais adequado para o desenvolvimento de certas espécies, como o piau registrado na cidade de Piranhas e a pirambeba em Pão de Açúcar, áreas mais lentas. A seguir, analisaremos a distribuição das principais espécies em proporção de captura por cidade.

Figura 47: Distribuição da captura por cidade, em número de indivíduos

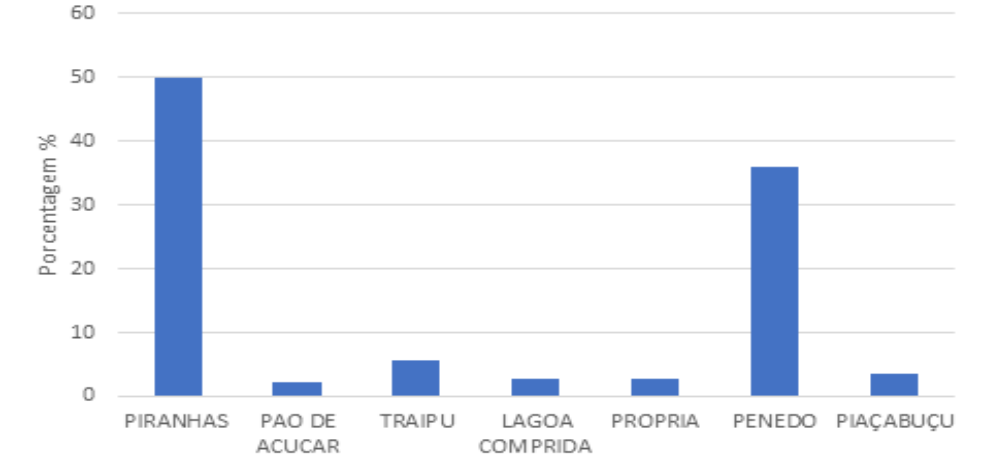


Fonte: Autores (2024).

Piau

O piau apresentou uma maior concentração, cerca de 50% capturado na cidade de Piranhas, próximo da Usina de Xingó, declinando na direção da foz. Na cidade de Penedo, houve uma grande captura em função do pescador ter praticamente cercado um cardume de piau embaixo de uma concentração de baronesas, estratégia que resultou em dados de produção excepcionais. O grupo de piaus são constituídos por três espécies: o branco, o preto e o cutia (figura 48).

Figura 48: Distribuição do piau por localidade

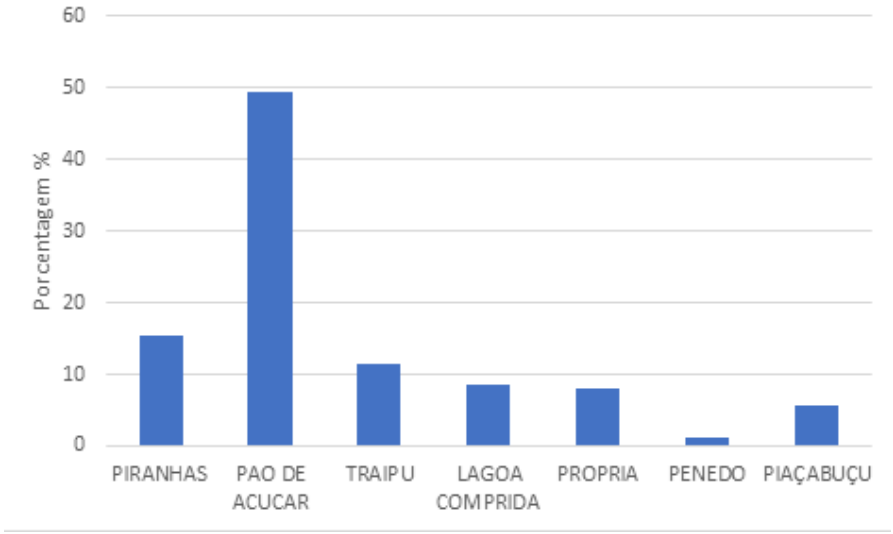


Fonte: Autores (2024).

Pirambeba

A pirambeba apresentou maior abundância entre o total das capturas, destacando-se no município de Pão de Açúcar (figura 49), representando 50% das capturas. Essa parte do rio parece reunir condições ideais para a reprodução dessa espécie, pois esse registro vem sendo percebido desde a segunda Expedição.

Figura 49: Distribuição da porcentagem de captura da pirambeba por localidade

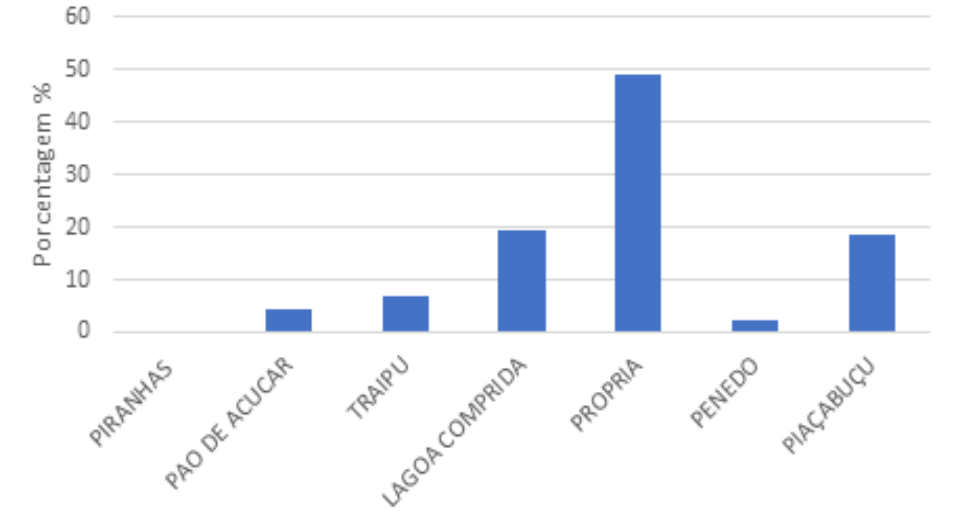


Fonte: Autores (2024).

Peixe piranha

A piranha apresenta um comportamento contrário à pirambeba e ao piau, pois registra sua maior abundância em águas mais tranquilas (lênticas), distantes da usina de Xingó, a partir do município de Penedo (figura 50).

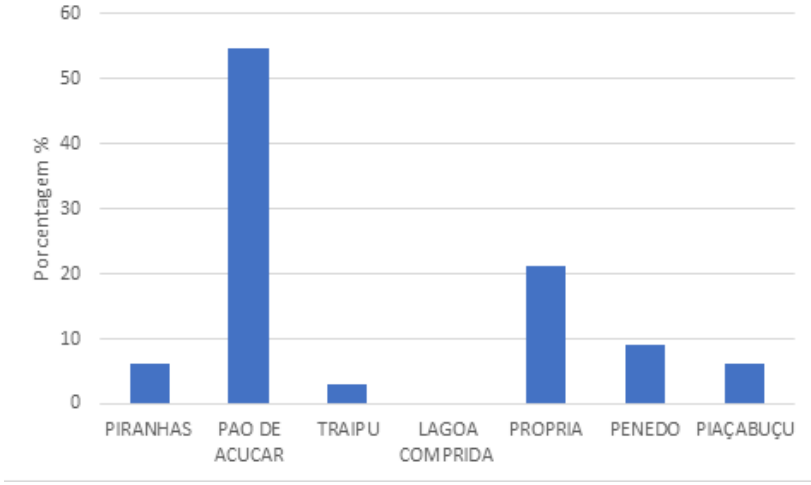
Figura 50: Distribuição da porcentagem da captura de piranhas por localidade



Fonte: Autores (2024).

Nas coletas de 2023, a captura de pacu disco representou apenas 8%, tendo sua maior proporção na localidade de Pão de Açúcar. De forma similar à pirambeba, prefere ambientes mais largos e rasos, hidrologicamente com menor correnteza e de formação de praias de rios, onde aparentemente encontra as condições ideais para seu desenvolvimento (figura 51).

Figura 51: Distribuição da porcentagem da captura de pacu disco por localidades



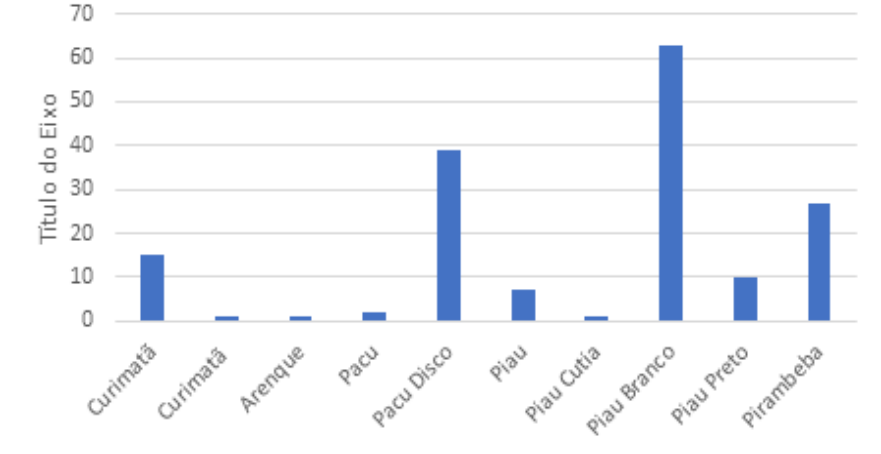
Fonte: Autores (2024).

Captura por localidades

Cidade de Piranhas

Nessa região, observamos que mais espécies passaram a ocorrer após as cheias dos dois últimos anos (2021 e 2023), tais como o curimatã, o pacu e o piau cutia. Quanto à maior presença, foram registrados os piaus (branco, preto e cutia), com o pacu disco e a pirambeba completando o volume de capturas (figura 52).

Figura 52: Espécies capturadas no município de Piranhas

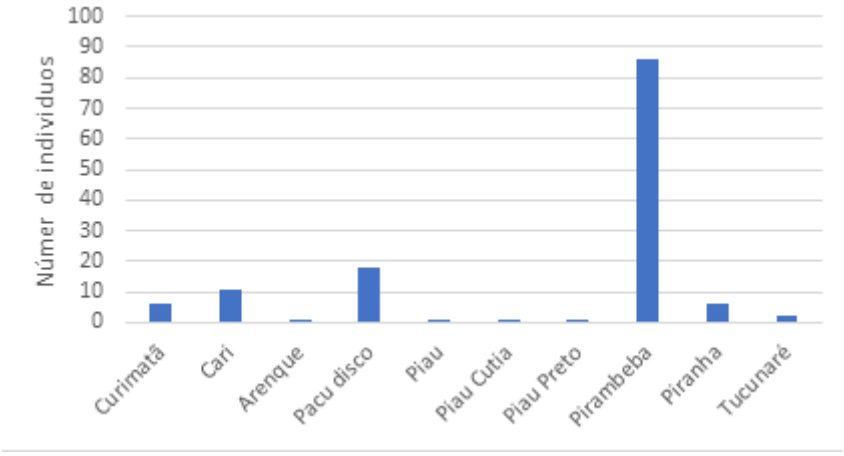


Fonte: Autores (2024).

Cidade de Pão de Açúcar

Sem dúvida, essa cidade sempre registra um grande número de captura de pirambeba em relação a outras espécies. Alguns fatores ambientais provavelmente contribuem para oferecer as condições ideais para seu desenvolvimento (figura 53).

Figura 53: Espécies capturadas no município de Pão de Açúcar

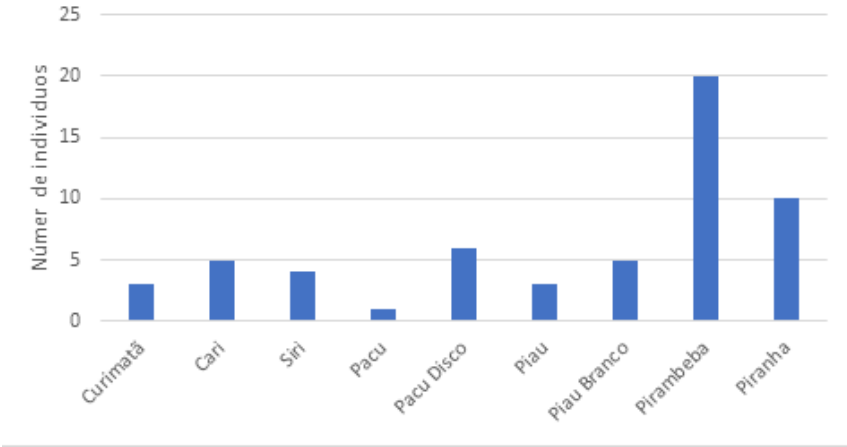


Fonte: Autores (2024).

Cidade de Traipu

Novamente, essa área se apresenta com uma grande concentração de pirambeba e piranhas, com registro de capturas de siri a aproximadamente 100 km da foz do São Francisco, possivelmente ao aumento da condutividade elétrica, salinidade e teor de sais próximos a foz do Rio Traipu, afluente do Velho Chico (figura 54).

Figura 54: Espécies capturadas no município de Traipu



Fonte: Autores (2024).

Povoado de Lagoa Comprida, município de São Brás

As pirambebas dominam as capturas nessa região, seguidas pelas piranhas. Nessa localidade, foi registrada uma grande quantidade de cari e bagre, que voltaram a aparecer após as cheias dos dois anos anteriores. A carne destas duas espécies é muito apreciada e tem valor comercial. Também foi possível observar a presença do lambiá e do piau cutia (figura 55).

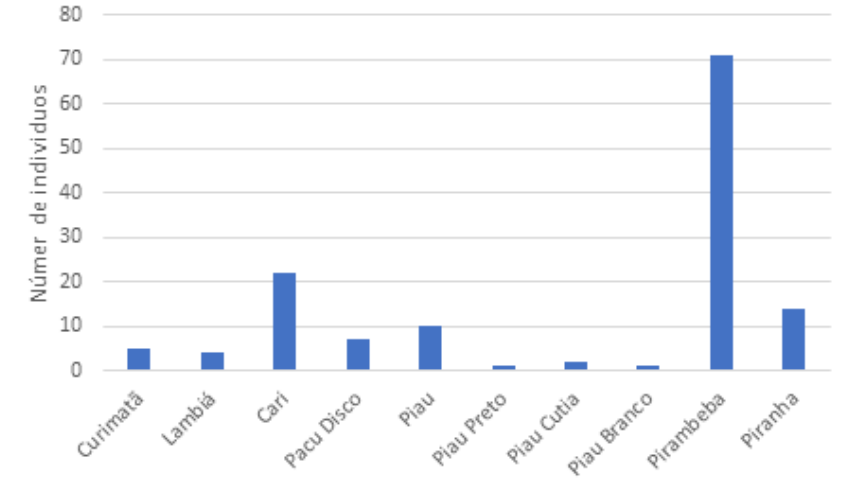
Figura 55: Espécies capturadas na localidade de Lagoa Comprida (São Brás)

Fonte: Autores (2024).

Cidade de Propriá

Seguindo a tendência, Propriá apresentou dominância da pirambeba, seguida pelas piranhas e caris. Também foi registrada a presença do lambiá, espécie que voltou a aparecer após as cheias de 2021 e 2022. Segundo registros dos pescadores, essas espécies formaram grandes cardumes após o período de enchentes de acordo com os mesmos, o lambiá era uma espécie da qual os pescadores reclamavam sua ausência e que agora apareceu, mostrando a importância do aumento das vazões para a reprodução dessas espécies (figura 56).

Figura 56: Espécies capturadas na localidade de Propriá

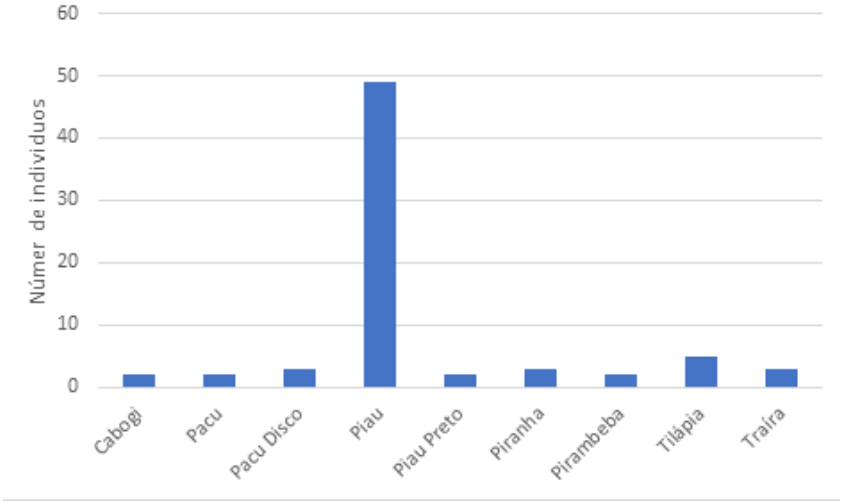


Fonte: Autores (2024).

Cidade de Penedo

Nessa cidade, tanto o número de indivíduos quanto o número de espécies foram baixos, com exceção da captura de piau. Conforme descrito, foi praticamente um cerco ao cardume, resultando nesse elevado número (figura 57). Essa baixa produção pode ter vários motivos, no entanto mostra a predominância de espécies de água doce.

Figura 57: Espécies capturadas na localidade de Penedo

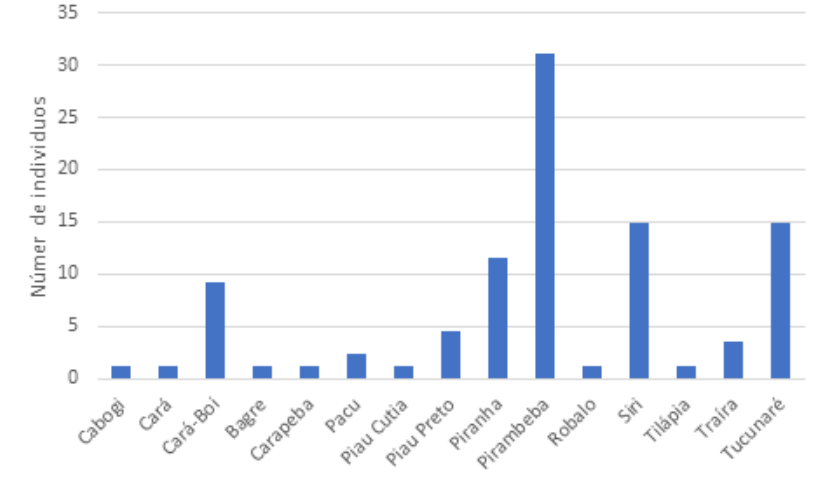


Fonte: Autores (2024).

Cidade de Piaçabuçu

A cidade de Piaçabuçu é caracterizada por sua proximidade da foz do rio e, com isso, pela presença de espécies marinhas, como mostrado no gráfico de captura, incluindo peixes como o bagre, carapeba e siri, além de espécies de valor econômico, principalmente o robalo. Essa situação difere muito da atividade pesqueira nas cidades do Baixo São Francisco, onde predominam espécies sem valor econômico como pirambeba, piranha e pacu disco (figura 58). A presença da tilápia chama muita atenção; é uma espécie exótica que tem a fama de ser uma praga nos ambientes onde se instala. Por que isso não ocorre no São Francisco? Considerando o tempo que foi introduzida, já estaria dominando o ambiente. Como mostrado no gráfico, a presença de predadores vorazes como traíra, tucunaré e robalo, além de outros carnívoros, provavelmente não permitem essa dominância.

Figura 58: Espécies capturadas na localidade de Piaçabuçu



Fonte: Autores (2024).

Considerações finais

- Como registrado, as colônias de pescadores necessitam de assistência técnica para terem mais acesso às políticas públicas e aos programas especiais do governo.
- Apesar de terem melhorado as condições ambientais do rio com o aumento do volume das águas, a proliferação de macrófitas ainda surge como um problema na produção pesqueira. Iniciativas de aproveitamento dessa biomassa já estão em andamento, no âmbito dos projetos sugeridos por pesquisadores da Expedição Científica, com boas perspectivas de transformar o problema em solução no futuro.
- Quanto à rentabilidade da atividade pesqueira, observamos que a predominância de espécies que não têm valor econômico nos desembarques torna a vida do pescador muito mais difícil, principalmente para aqueles que têm essa atividade como única alternativa de vida. Dessa forma, o repovoamento com espécies topo de cadeia nativas, com o objetivo de controlar principalmente as pirambebas, piranhas e pacus disco, surge como alternativa tanto para melhorar o equilíbrio entre as espécies quanto para oferecer espécies de maior valor comercial para a atividade pesqueira.
- O Baixo São Francisco diferencia-se do médio e do alto, onde ainda existem predadores como surubim e dourado. Enquanto no baixo, por não permitir a piracema dessas espécies predadoras, torna-se o paraíso para as pirambebas, piranhas e pacus disco. Portanto, o povoamento com surubins e dourados, grandes predadores, mesmo que tenham origem em cultivos, não tem impactos genéticos no baixo, porque não existem mais espécies nativas desses peixes no ambiente. Esses repovoamentos devem ser feitos periodicamente, uma vez que essas espécies não encontram condições para se reproduzirem no baixo. Iniciativas já estão sendo tomadas no âmbito de projetos da Expedição, no sentido de isolar um canal para a criação dessas espécies nativas com a finalidade de repovoamento, entretanto essa alternativa ainda carece de amadurecimento, recursos e adequações ecossistêmicas. No entanto, mais ações serão necessárias pelos órgãos competentes no sentido de realizar repovoamento de espécies nativas no Baixo São Francisco, tanto para a melhoria ambiental quanto para aumentar a rentabilidade da atividade pesqueira local.
- Realização por parte da Chesf de cheias periódicas com o objetivo de estimular a reprodução das espécies no Baixo São Francisco.

Referências

AGÊNCIA ESPANHOLA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL. **Proposta de desenvolvimento sustentável da pesca e aquicultura alagoana**. Diagnóstico propositivo. Aracaju: Agência Espanhola De Cooperação Internacional, 2008.

SOARES E.C.S. *et al*. Ictiofauna e pesca no entorno de Penedo, Alagoas. **Biotemas**, v. 24, p. 61-67, 2011.

CAPÍTULO 20

"CULTIVAR ÁGUA, COLHER SERVIÇOS AMBIENTAIS": EDUCAÇÃO AMBIENTAL HÍDRICA E CLIMÁTICA COM O PÚBLICO DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Ayanna Araújo[101], Gabriela Maria Cota dos Santos[102], Meraldo Rocha[103], Wemenson Rogê Sena Filho[104] e Ana Carolina Araújo[105]

Resumo: O Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA) é o órgão executor de políticas públicas ambientais do estado de Alagoas. Durante a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, o IMA contribuiu com a linha de educação ambiental sob uma perspectiva de mudanças climáticas e da importância da promoção do ciclo da água para seu enfrentamento e para a conservação do Rio São Francisco, através do fornecimento de serviços ambientais com práticas sustentáveis. Nesse sentido, a prática promovida pelo IMA na VI Expedição foi a de Fossa Jardim, uma tecnologia social bastante difundida como "fossas agroecológicas" ou "bacias de evapotranspiração", cujo uso permite o reaproveitamento de dejetos domésticos, além disso possui um forte elemento social de mudança da realidade do saneamento rural por ser facilmente replicada. A participação do IMA na VI Expedição pôde expandir o território alagoano atendido pelo órgão, fortalecer os laços entre o poder público e a academia e, principalmente, reverberar a educação ambiental hídrica e climática ao longo do público docente, discente, gestor e trabalhador do Baixo São Francisco.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Ciclo da água; Mudanças Climáticas; Fossas agroecológicas; Rio São Francisco.

Introdução

O papel do Instituto do Meio Ambiente de Alagoas na conservação da natureza

O Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA) constitui parte do poder público alagoano, foi criado em 1975 e transformado em autarquia estadual em 1988, sendo o mais antigo órgão ambiental do Brasil. Com o propósito de um futuro sustentável para Alagoas, tem a missão de executar as políticas ambientais para proteger o meio ambiente e atuar proativamente em temas de interesse da sociedade. Além disso, busca a observância da legislação ambiental e a conscientização da população quanto à importância do estabelecimento de relações saudáveis e sustentáveis entre ser humano e natureza, como através da manutenção dos ecossistemas naturais alagoanos.

Nesse sentido, o IMA dedica sua estrutura para atender a esses objetivos, como através da criação de uma série de programas e projetos ambientais. Entre eles, com o intuito de levar boas práticas ambientais às escolas, está o Programa Cultivar Água, desenvolvido em parceria com o Ministério Público Estadual (MPAL), o Tribunal de Contas (TCE), a Associação dos

101 Gestora Ambiental, Gerência de Educação Ambiental do Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA/AL)

102 Agroecóloga, Gerência de Mudanças Climáticas e Sustentabilidade do IMA/AL

103 Pedagogo, Gerência de Educação Ambiental do IMA/AL

104 Engenheiro Civil, Gerência de Licenciamento do IMA/AL

105 Engenheira Civil, Gerência de Licenciamento do IMA/AL

Membros dos Tribunais de Contas do Brasil (Atricon) entre outras instituições, promovendo uma verdadeira revolução na gestão das águas nas escolas de Alagoas.

O Programa busca promover o "repensar" e o agir sobre o ciclo da água em prédios públicos, prioritariamente nas escolas, por meio da construção coletiva de uma proposta pedagógica. Busca também a ampliação dessa reflexão além da comunidade escolar, visando à mudança de comportamento e à apropriação de metodologias sustentáveis de uso, reuso e destinação da água em unidades familiares. Uma estratégia para aplicar os objetivos do programa é através da implementação de Fossas Jardim.

Fossas Jardim, alternativas sustentáveis para o esgotamento rural

As diferentes denominações para fossas não convencionais que usam a lógica do reaproveitamento de dejetos através da fermentação anaeróbica, ascensão hídrica (capilaridade) e evapotranspiração por espécies vegetais se dão em virtude de diferentes propostas pedagógicas. A escolha pelo termo Fossas Jardim em vez de "fossas agroecológicas" ou "bacias de evapotranspiração" se dá pelo estímulo a uma maior aproximação do público com o ambiente das fossas, que geralmente é um local da propriedade do qual as pessoas tendem a manter distância e repulsa. Já o "jardim" possui o potencial de despertar a curiosidade e o cuidado.

Dito isso, a Fossa Jardim é um sistema inovador de tratamento e reaproveitamento de esgoto proveniente do vaso sanitário. Esse sistema conta com ligações que conectam o vaso à Fossa Jardim, substituindo a tradicional tampa de cimento por uma camada de terra e plantas.

Ao adotar a Fossa Jardim, uma abordagem sustentável é aplicada ao tratamento do esgoto doméstico. O esgoto é direcionado para a fossa, ocorrendo um processo natural de filtragem e tratamento. As camadas de metralha, brita, terra e plantas presentes sobre a fossa desempenham um papel crucial, atuando como agentes biológicos que ajudam na purificação e decomposição dos resíduos.

As plantas desempenham um papel importante na Fossa Jardim, pois suas raízes absorvem os nutrientes presentes no esgoto, auxiliando na sua decomposição e filtragem. Além disso, o solo e as plantas agem como um filtro natural, retendo partículas sólidas e reduzindo a carga orgânica presente no esgoto.

Com a Fossa Jardim, é possível obter benefícios ambientais significativos. Através do tratamento e do reaproveitamento do esgoto, é reduzido o impacto negativo no meio ambiente, contribuindo para a preservação dos recursos hídricos e evitando a contaminação do solo e das águas subterrâneas. Além disso, a Fossa Jardim proporciona um aspecto estético agradável, transformando uma estrutura usualmente associada a odores desagradáveis em um ambiente com plantas que contribuem para a melhoria do paisagismo.

A Fossa Jardim torna-se um espaço pedagógico na estratégia de estimular a reflexão sobre o ciclo da água, a responsabilidade e a participação de cada um de nós no ciclo, principalmente na devolução da água usada para o ciclo hidrológico. O Cultivar Água desenvolve, por meio de oficinas e momentos formativos junto à comunidade escolar, a construção de conhecimentos e a possibilidade de mudança comportamental. O espaço da Fossa Jardim tem também a pretensão de ser um laboratório para interfaces com as diversas disciplinas da grade curricular e um espaço de transferência de tecnologia para a comunidade em geral, ampliando as contribuições à saúde pública, colaborando na prevenção das doenças de veiculação hídrica e na diminuição das parasitoses intestinais e da mortalidade infantil.

Educação ambiental e temas urgentes: mudanças climáticas e a importância da conservação do ciclo hidrológico

Além do cenário atual de escassez de sistemas de esgotamento no ambiente rural, surge mais uma problemática urgente para as populações rurais: as mudanças climáticas.

A inclusão desta temática em ações de educação ambiental se faz relevante à medida que se intensifica a ocorrência e a agressividade de eventos climáticos extremos. Tal conjuntura estimula ações de adaptação climática para as gerações atuais, que já têm vivenciado as alterações no clima, não sendo mais um assunto a ser considerado e tratado para o futuro.

Através de acordo de cooperação técnica e de estudos de rotina, o IMA, por meio da Gerência de Mudanças Climáticas e Sustentabilidade, utiliza dados de mudanças climáticas para a elaboração e execução de políticas públicas do gênero. Assim, tem-se na figura 1 um resumo dos riscos de impacto presentes e futuros para cada município visitado pela VI Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Figura 1: Baixo São Francisco em dados de mudanças climáticas

Baixo São Francisco em dados de **mudanças climáticas**	Município	% de emissões de gases do efeito estufa (GEE)	Risco de impacto para seca (presente e futuro)	Risco de impacto para inundações, alagamentos e enxurradas (presente e futuro)	Média de vulnerabilidade
	Piranhas	0,67 %	0,4 → 0,51	0,67 → 0,65	28,63%
	Pão de Açúcar	0,95 %	0,33 → 0,33	0,74 → 0,72	41,07%
	Traipu	0,91 %	0,03 → 0,17	0,46 → 0,48	47,92%
	São Brás	0,36 %	0,21 → 0,37	0,51 → 0,55	53,01%
	Propriá (SE)	0,85 %	0,28 → 0,43	0,9 → 0,88	-
	Igreja Nova	1,43 %	0,27 → 0,42	0,17 → 0,26	51,11%
	Piaçabuçu	0,6 %	0,29 → 0,55	0,42 → 0,43	58,48%
	Penedo	1,9 %	0,37 → 0,45	0,75 → 0,76	50,12%

Fonte: Autores, 2023. A partir de informações do SEEG (Sistema de Estimativa de Emissões de Gases do Efeito Estufa) – coluna de % de emissões –, do AdaptaBrasil (2023) – colunas de risco de impacto – e do ClimaAdapt (2023) – coluna de média de vulnerabilidade.

Através desses dados, percebe-se como cada município tende a apresentar diferentes cenários de risco climático, a depender do clima da região, da infraestrutura e das políticas públicas locais disponíveis para assessorar as cidades diante de situações como secas ou inundações. Assim, se faz importante a publicidade desses dados diretamente à população.

Todavia, o processo de ansiedade climática, que tende a afetar os grupos sociais que menos têm condições de tomar decisões para lidar com o problema (como crianças e adolescentes, bem como comunidades tradicionais e periféricas), não pode ser um dos fins da educação ambiental climática. É importante apresentar, junto ao problema, alternativas para enfrentamento e adaptação aos riscos elencados.

Dessa maneira, tem-se a abordagem da promoção do ciclo da água como tal alternativa, cuja materialização se dá através da implementação de Fossas Jardim, que possuem potencial de provimento de serviço ambiental ao evitar que dejetos domésticos sejam despejados diretamente ou indiretamente — através do despejo no solo, que pode percolar em direção a corpos

hídricos — no Rio São Francisco. Esse potencial se fortalece diante da necessidade crônica de saneamento básico dos municípios ribeirinhos (Amorim *et al.,* 2022).

Nesse sentido, diante da conjuntura de temáticas urgentes e de alternativas práticas para tratá-las, no início de 2023 houve tratativas entre o IMA e a Ufal, que se firmaram em parceria para a construção de Fossas Jardim nos municípios da IV Expedição. Assim, a primeira participação do IMA na Expedição se formou através da ação intergerencial entre a Gerência de Educação Ambiental (Gedam) e a Gerência de Mudanças Climáticas e Sustentabilidade (Geclim). Dessa maneira, constituindo o objetivo da abordagem do IMA na VI Expedição, foi possível aproximar o público do Baixo São Francisco das questões ambientais hídricas e climáticas.

As atividades do IMA na VI Expedição se dividem em três períodos, conforme o Quadro 1, de maneira a garantir a perpetuação da relação entre o instituto e as comunidades beneficiadas.

Quadro 1 - Atividades gerenciadas pelo IMA como contribuição à VI Expedição Científica do Baixo São Francisco (2023)

Período	Atividade	Lugares visitados
Pré-Expedição	Momentos formativos com coordenações, professores e gestores municipais sobre a abordagem das mudanças climáticas e a importância do ciclo da água (Programa Cultivar Água) para seu combate, a partir do provimento de serviços ambientais hídricos provenientes de práticas como as Fossas Jardim.	Penedo, Piaçabuçu, Igreja Nova, São Brás, Traipu, Pão de Açúcar, Piranhas.
	Visitas técnicas para início da implementação de Fossas Jardim em escolas municipais e em comunidades tradicionais ligadas à agricultura familiar.	
Durante a Expedição (21 a 30 de novembro de 2023)	Exposição da Tenda IMA "Cultivar água, colher serviços ambientais" para escolas do Baixo São Francisco	Penedo, Piaçabuçu, Igreja Nova, São Brás, Traipu, Pão de Açúcar, Piranhas e Propriá (SE).
Pós-Expedição	Conclusão de implementação das Fossas Jardim, bem como acompanhamento das já instaladas através da realização de oficinas com população local que possa replicar a tecnologia social.	Penedo, Piaçabuçu, Igreja Nova, São Brás, Traipu, Pão de Açúcar, Piranhas.
	Produção de cartilha pedagógica sobre fossas agroecológicas para distribuição popular.	

Fonte: Autores (2023).

Momentos formativos

Os momentos formativos com o corpo docente municipal e com gestores locais seguiram a seguinte programação:

a) Distribuição de questionário (pré-teste) para avaliar o conhecimento prévio dos docentes

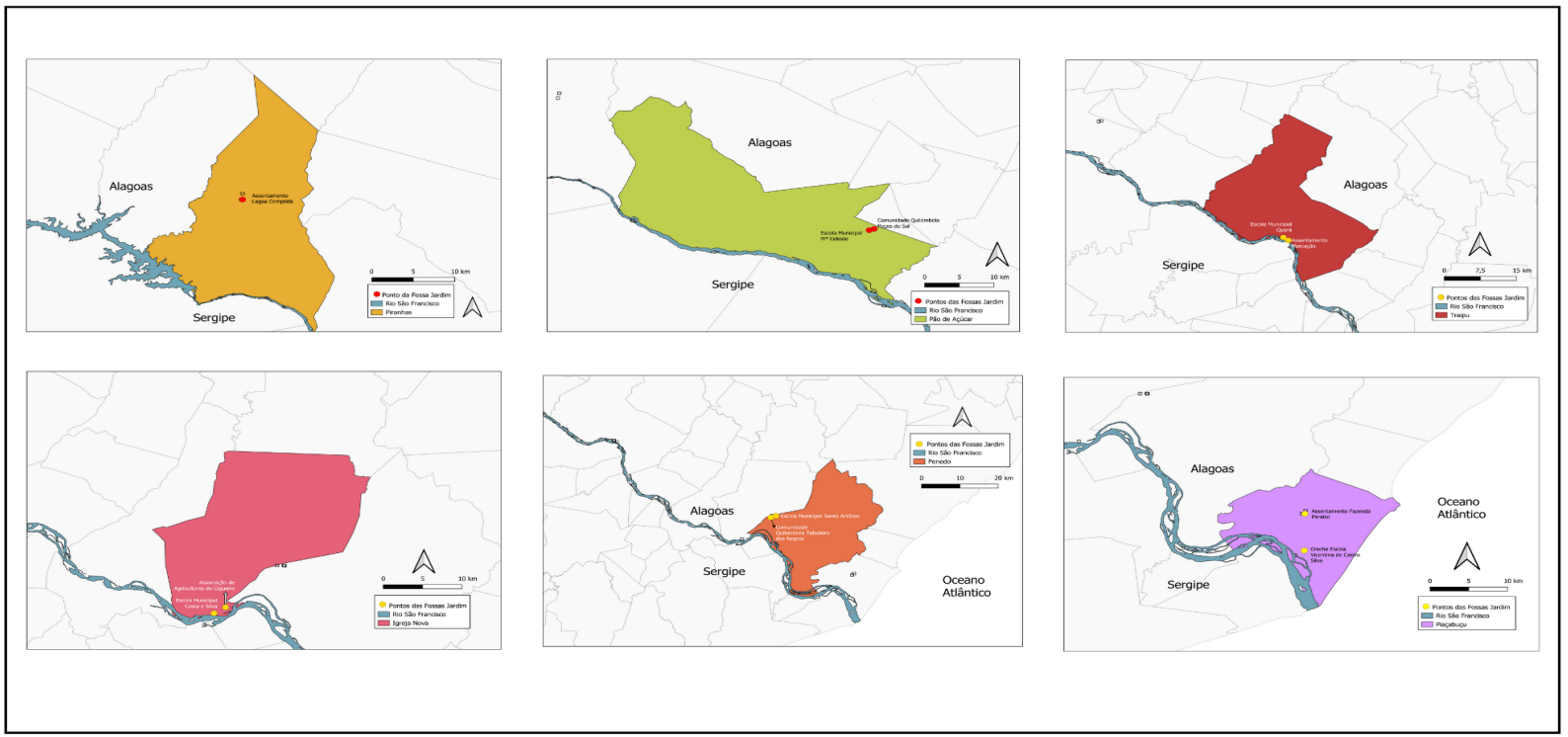
e da gestão a respeito do ciclo hidrológico, Fossas Jardim e mudanças climáticas;

b) Apresentação de *slides* para aprofundamento do conteúdo sobre mudanças climáticas, ciclo hidrológico e como as Fossas Jardim atuam para contribuir com a conservação do Rio São Francisco;
c) Oficina lúdica de construção de Fossas Jardim com materiais reciclados;
d) Distribuição de questionário (pós-teste) para avaliar o incremento de informações pelos participantes após apresentações e práticas.

Implementação de Fossas Jardim

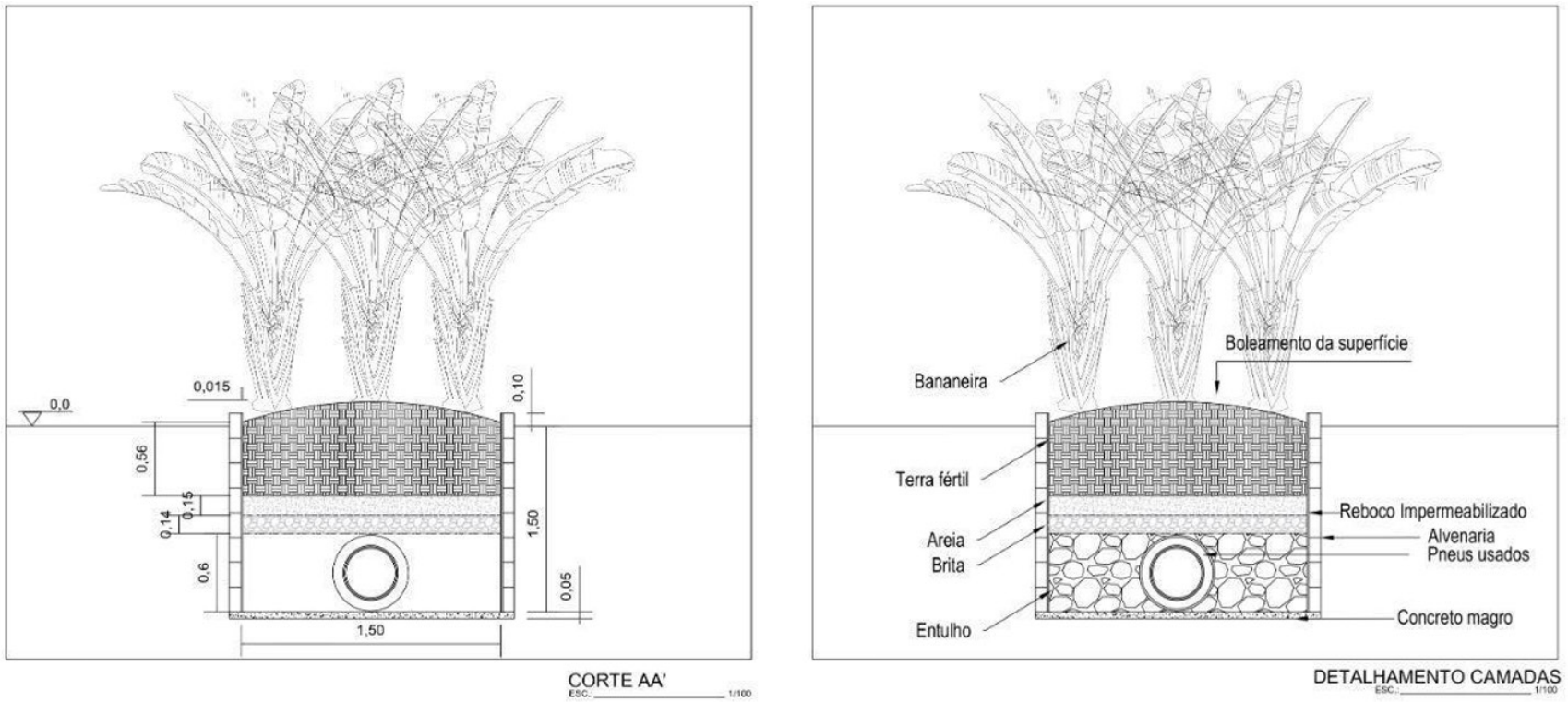
Foram mapeadas uma escola — através da indicação da gestão municipal — e uma unidade produtiva familiar (UPF) — através da abertura de um edital pelo IMA — em cada município beneficiado pela Expedição (figura 2) para receber uma Fossa Jardim conforme as dimensões na figura 3.

Figura 2: Mapeamento das Fossas Jardim implementadas pelo IMA na VI Expedição do Baixo São Francisco



Fonte: Autores (2023).

Figura 3: Dimensões da Fossa Jardim implementada pelo IMA na VI Expedição do Baixo São Francisco



Fonte: Autores (2023).

Tenda IMA "Cultivar água, colher serviços ambientais"

Nos oito municípios visitados pela VI Expedição (incluindo o município sergipano de Propriá), o IMA montou uma tenda com o tema "Cultivar água, colher serviços ambientais", a fim de estabelecer uma ponte entre a urgência das mudanças climáticas e a importância do ciclo da água para o seu combate.

Sob a tenda, foram expostos três materiais (figura 4):

a) *Banner* 1: "O que são mudanças climáticas?" - com a apresentação do mapa do Baixo São Francisco e sua divisão climática, segundo a classificação de Köppen (Alvares *et al.,* 2013), em clima semiárido quente (Piranhas e Pão de Açúcar) e clima tropical quente e úmido (Traipu, São Brás, Propriá, Igreja Nova, Penedo e Piaçabuçu). E ainda, a figura 1, como forma de expor os níveis de risco de impacto para seca e para inundações/alagamentos/enxurradas que cada cidade sofre atualmente, bem como seus riscos projetados para o futuro.

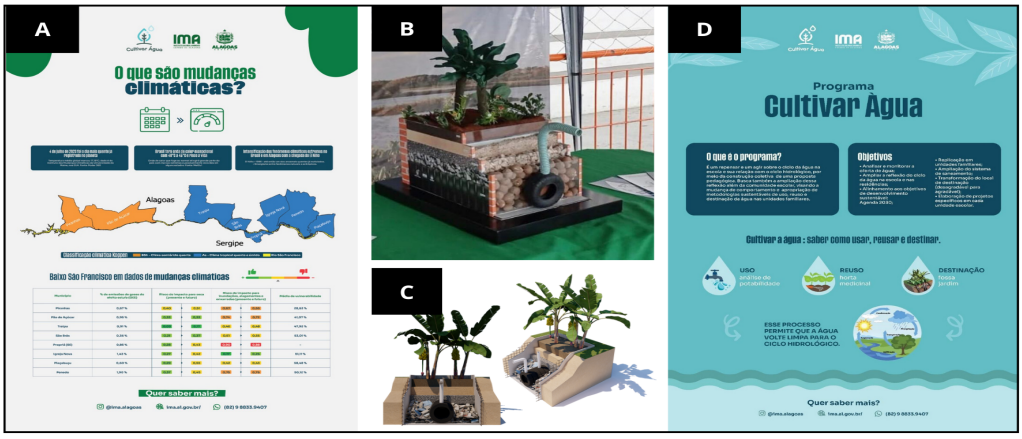
b) Maquete física da Fossa Jardim;

c) Maquete digital da Fossa Jardim;

d) *Banner* 2: "Programa Cultivar Água" - com uma breve apresentação do programa Cultivar Água.

e)

Figura 4: Materiais expostos na Tenda do IMA "Cultivar água, colher serviços ambientais"



Fonte: Autores (2023).

Atividades desenvolvidas

Foram realizados três momentos formativos com docentes e a gestão municipal, em Penedo, Piaçabuçu e Pão de Açúcar (figura 5), em virtude da disponibilidade dos participantes e da equipe técnica do IMA. Os resultados dos questionários (comparação pré-teste e pós-teste) ainda estão sob análise. Uma vez avaliados, será possível identificar se os momentos formativos puderam incorporar informações ao conhecimento prévio dos participantes. Além disso, observaram-se a percepção social e a melhor compreensão do funcionamento da Fossa Jardim a partir do momento prático de oficina, o que fortalece a importância de: a) usar mais de uma estratégia de educação no processo de ensino-aprendizagem; b) incluir a função social que tecnologias (também sociais) como as Fossas Jardim podem ter (Interaminense, 2019; Campos, 2023).

Figura 5: Momento formativo em Penedo, Alagoas.

Fonte: Autores (2023).

Ao todo, todos os municípios alagoanos contemplados pela VI Expedição receberam visitas técnicas do IMA para implementação das Fossas Jardim. Desses, seis fossas foram iniciadas (2 em Penedo, 2 em Piaçabuçu, 1 em Igreja Nova e 1 em Pão de Açúcar), sendo três concluídas (2 em Penedo - na Escola Municipal Santo Antônio e em uma UPF da Comunidade Quilombola Tabuleiro dos Negros -, e 1 em Igreja Nova - na Associação de Agricultores do Povoado Cajueiro) - figura 6. Durante a Expedição, todas as 8 cidades receberam a exposição da tenda do IMA, com um público que variou de crianças do ensino infantil, fundamental e médio a agricultores familiares da região. Essa diversidade do público receptor demonstra a importância do conteúdo abordado, desde uma perspectiva do interesse das crianças em querer saber para onde vão os dejetos de casa após a descarga, até uma perspectiva de inovação e replicabilidade percebida pelos agricultores familiares.

Figura 6: Registros de visitas técnicas e inauguração de Fossa Jardim

Fonte: Autores (2023).

Além disso, a maquete física mostra a implementação e a funcionalidade do sistema de tratamento do esgoto proveniente dos vasos sanitários. A ideia foi mostrar, de forma lúdica, a importância desse sistema e como ele pode contribuir para devolver água limpa para o ciclo hidrológico. A apresentação da maquete 3D mostrou-se satisfatória, proporcionando a visualização completa e sob várias perspectivas da área de construção e sua funcionalidade. As maquetes 3D produzidas durante a explanação trouxeram o caráter de inovação às formas de visualização das informações temáticas e de feições mais relevantes ao sistema de tratamento "Fossa Jardim", contribuindo assim para o desenvolvimento de práticas que incorporem a visualização à compreensão do processo.

Elaboração de cartilha

Em parceria com o docente da Universidade Federal de Alagoas Eduardo Lucena, e com ilustrações de Adnael, foi elaborada uma cartilha instrutivo-educativa (figura 7) sobre os

princípios e os métodos relacionados à implementação de fossas agroecológicas. Incorporada à temática do ciclo hidrológico, a cartilha será distribuída em todos os municípios contemplados pela VI Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Figura 7: Registros de visitas técnicas e inauguração de Fossa Jardim

Fonte: Autores (2023).

Considerações finais

Com base na primeira participação do IMA na Expedição Científica do Baixo São Francisco, observa-se o forte potencial existente no estabelecimento de laços entre entidades de ensino (como a Ufal e a própria Expedição) e a gestão pública na promoção de atividades educativas e políticas públicas. Nessas oportunidades, o IMA pôde ampliar seu território de atuação por meio do vínculo expedicionário, e, assim, espera-se que esse potencial possa se manter no período pós-expedição. Além disso, foi possível perceber a boa recepção do conteúdo e da abordagem de educação ambiental climática e hídrica pelo corpo docente, pelos alunos visitantes da tenda, assim como pela população rural de maneira geral. Isso reforça a importância de se tratar temáticas urgentes com cuidado e buscar as melhores ferramentas de fixação de informações no processo de ensino-aprendizagem.

Referências

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AMORIM, E.L.C. *et al.* Fossas agroecológicas para o tratamento de efluentes sanitários em escolas municipais do Baixo São Francisco. *In.*: SOARES, E.C.; SILVA, J. V.; SILVA, T. J. (Org.). **O Baixo São Francisco**: características ambientais e sociais. v. 2. Maceió: Edufal, 2022. p. 434-446.

CAMPOS, F. R. G.; SEVERO, F. Z. Educação CTS: reflexões acerca das percepções de docentes do ensino médio. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 16, n. 1, p. 3-30, 2023.

INTERAMINENSE, B. de K. S. A Importância das aulas práticas no ensino da Biologia: Uma Metodologia Interativa/The Importance of practical lessons in the teaching of Biology: An Interactive Methodology. ID on line. **Revista de psicologia**, v. 13, n. 45, p. 342-354, 2019.

CAPÍTULO 21

FOSSAS AGROECOLÓGICAS NO BAIXO SÃO FRANCISCO: UMA INICIATIVA DE EDUCAÇÃO E SANEAMENTO AMBIENTAL

Eduardo Lucena Cavalcante de Amorim[106], *Fernanda Santana Peiter*[107], *Emerson Carlos Soares*[108], *José Vieira Silva*[109]

Resumo: O presente capítulo apresenta a continuidade do projeto de implantação de fossas agroecológicas em escolas públicas e comunidades quilombolas do Baixo São Francisco. As atividades realizadas durante a VI Expedição Científica incluíram a construção de novos sistemas de tratamento e o acompanhamento das unidades implementadas anteriormente, na quarta edição da expedição. É possível observar o impacto positivo do projeto, tanto nas ações de educação ambiental, como na solução prática viável estabelecida para o tratamento do esgoto doméstico da região, utilizando sistemas simples e de baixo custo. Além disso, a incorporação de novas atividades, como a Oficina de Eco Sabão e a elaboração de cartilhas de educação ambiental com colaboração do Instituto do Meio Ambiente, traz novas oportunidades de promover a sustentabilidade ambiental. O sucesso da iniciativa pode ser observado ainda no aproveitamento pela comunidade dos cultivos produzidos (banana, mamão e maçã) e na minimização do lançamento de águas residuais no Rio São Francisco. Esses resultados vêm ganhando destaque, inclusive, nas mídias locais e nacionais, ressaltando a importância do saneamento para a preservação dos recursos do Baixo São Francisco.

Palavras-chave: saneamento rural; tecnologia social; educação ambiental.

Introdução

As fossas agroecológicas são um método simples e econômico de tratamento de esgotos domésticos, podendo ser adequadas para localidades com períodos críticos de escassez hídrica e onde a infraestrutura de saneamento é baixa ou inexistente. Essa técnica integra a construção de Bacias de Evapotranspiração (BET) para o tratamento de águas escuras e Círculos de Bananeiras (CB) para o tratamento de águas cinzas, empregando materiais de baixo custo e fácil acesso como entulho, palha, pneus usados, brita, terra e areia (Amorim *et al.,* 2022).

Uma das áreas que podem ser beneficiadas com a implantação de fossas agroecológicas é a Região Hidrográfica do Baixo São Francisco (RBSF), que compreende o clima tropical quente e úmido (com período de verão sem chuvas) e o clima semiárido quente (com altas temperaturas, elevada insolação e eventos escassos de precipitação). Diante da baixa disponibilidade hídrica, a RBSF possui o Rio São Francisco como principal fonte de recursos hídricos e de subsistência para a população local. Entretanto, fontes pontuais e difusas de poluição têm afetado a qualidade

106 Docente do Centro de Tecnologia (Ctec) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

107 Mestranda do Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos (PPGRH) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

108 Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (Laqua), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

109 Professor Associado IV, PPGAA/CRAD-Ufal. Campus Arapiraca. Universidade Federal de Alagoas.

de suas águas, fato que pode ser observado pelo aumento significativo de macrófitas no curso do rio (Amorim *et al.,* 2022).

Sendo assim, visando diminuir a degradação ambiental decorrente da falta de saneamento, em 2021 surgiu o projeto de implantação de fossas agroecológicas junto à IV Expedição Científica do Baixo São Francisco. Na época, foram construídas cinco fossas em diferentes escolas municipais, localizadas nos municípios de Piranhas, Pão de Açúcar, Igreja Nova e Penedo. Em 2023, o projeto foi expandido com a inclusão de novas instituições contempladas e parcerias de trabalho. Deste modo, este capítulo apresenta as etapas de continuação das atividades e resultados das ações realizadas durante a VI Expedição Científica.

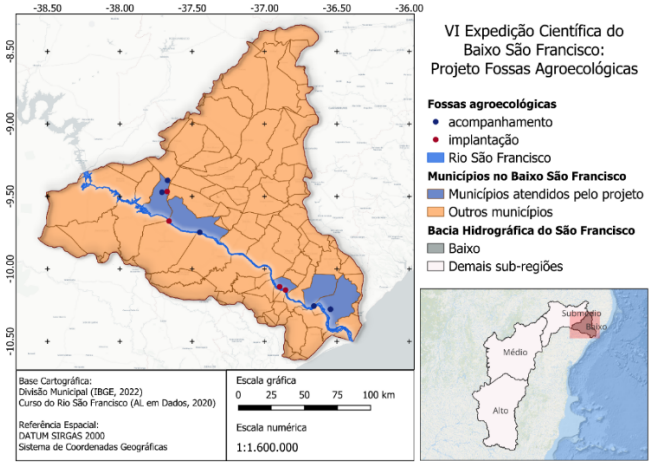
Abrangência e atividades do projeto

O mapa da figura 1 mostra a localização das fossas agroecológicas implantadas na última expedição científica (2023) e aquelas em fase de acompanhamento, construídas em 2021/22 (tabela 1). A expansão incluiu mais quatro instituições, situadas nas cidades de Piranhas (Comunidade Quilombola Sítio Lages e Comunidade Quilombola Entremontes) e São Brás (Escola Municipal de Educação Básica Dep. José Medeiros e Escola Municipal Ver. Elpídio Cardoso).

Antes do projeto, algumas escolas possuíam sistemas de fossas convencionais rudimentares, que eram utilizadas apenas para as águas escuras, com problemas constantes de transbordamento e afundamento. Outras escolas destinavam as águas cinzas diretamente para o solo. Atualmente, as fossas agroecológicas realizam o tratamento das águas residuárias de sete escolas públicas, atendendo um total de 2.550 estudantes. Além disso, o projeto beneficiou duas comunidades quilombolas, compostas por aproximadamente 62 famílias, que antes não tinham destinação adequada para o esgoto gerado.

A Expedição do Rio São Francisco envolve diversas ações de educação ambiental e outras atividades, como palestras e exposições, em diversos locais do Baixo São Francisco (figura 2). A decisão de implantação das fossas agroecológicas em determinada instituição é motivada pelo envolvimento e interesse da direção, professores ou outros responsáveis.

Figura 1: Abrangência do projeto de construção das fossas agroecológicas em 2023



Fonte: IBGE (2022)

Tabela 1 – Instituições contempladas pelo projeto

Instituição	Município	Fase do projeto
Escola Municipal Frei Damião	Piranhas	Acompanhamento
Escola Municipal Luiz Tertuliano da Paz	Piranhas	Acompanhamento
Escola Municipal Ronalço dos Anjos	Pão de Açúcar	Acompanhamento
Escola Municipal de Educação Básica Rivanda Santos Gomes	Igreja Nova	Acompanhamento
Escola Municipal de Educação Básica Wilton Lisboa Lucena	Penedo	Acompanhamento
Escola Municipal de Educação Básica Dep. José Medeiros	São Brás	Implantação
Escola Municipal Ver. Elpídio Cardoso	São Brás	Implantação
Comunidade Quilombola Sítio Lages	Piranhas	Implantação
Comunidade Quilombola Entremontes	Piranhas	Implantação

Fonte: Autores (2023).

Figura 2: Atividades de educação ambiental e outras ações

Fonte: Autores (2023).

Outra atividade incluída na VI Expedição foi a Oficina de EcoSabão implantada na Escola Ronalço dos Anjos em Pão de Açúcar. Essa ação foi desenvolvida visando promover um uso mais sustentável para o óleo de cozinha utilizado, que poderia ser descartado de forma inadequada no meio ambiente, contaminando águas e solos.

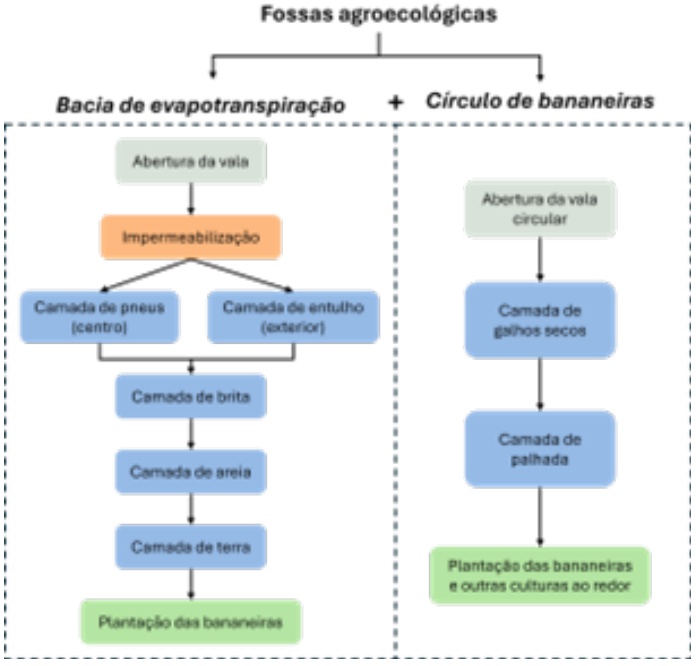
A figura 3 mostra os registros da oficina realizada. Além das atividades de educação ambiental, o projeto é voltado para a construção das fossas agroecológicas, formadas por bacias de evapotranspiração e círculos de bananeiras, conforme resumido na figura 4. Amorim *et al.*

(2022) descrevem as etapas apresentadas de forma mais detalhada e explicam o funcionamento do processo. Simplificadamente, as águas escuras chegam na BET pela parte inferior do sistema, passam por um processo chamado de digestão anaeróbia (em que os microrganismos consomem as substâncias poluentes presentes no esgoto), e a água tratada percola o sistema de forma ascendente alcançando as raízes das plantas. No caso do CB, o funcionamento é ainda mais simples, com as águas cinzas sendo depositadas no fundo do conjunto de galhos secos e palhas.

Figura 3: Oficina Eco Sabão

Fonte: Autores (2023).

Figura 4: Resumo das etapas de construção das fossas agroecológicas



Fonte: Autores (2023).

A figura 5 mostra algumas etapas da construção das fossas agroecológicas nas escolas municipais Deputado José Medeiros e Vereador Elpídio Cardoso, em São Brás, e nas comunidades quilombolas de Sítio Lages e Entremontes, em Piranhas. Já o estado atual das fossas

agroecológicas construídas em 2021/2022, que foram acompanhadas durante a sexta expedição, pode ser observado na figura 6.

Figura 5: Implantação das fossas agroecológicas nas novas instituições contempladas pelo projeto

Fonte: Autores (2023).

Figura 6: Acompanhamento das fossas agroecológicas nas primeiras instituições ontempladas pelo projeto

Fonte: Autores (2023).

As fossas agroecológicas implantadas no Baixo São Francisco têm sido importantes para minimizar o lançamento inadequado de esgoto no Rio São Francisco e seus afluentes, contribuindo para a conservação das fontes de recursos hídricos na região. Para as escolas, os benefícios do projeto incluem a aplicação de uma solução eficiente para lidar com o esgoto sanitário, que antes trazia problemas de transbordamento e mau cheiro, chegando a causar eventuais suspensões das aulas. Além disso, as plantas cultivadas (figura 7) têm sido incluídas na merenda escolar para alimentação dos estudantes.

Figura 7: Culturas produzidas na Escola Municipal Frei Damião (Piranhas)

Fonte: Autores (2023).

Uma cartilha de educação ambiental (figura 8), ressaltando a importância da conservação das águas e das fossas agroecológicas na manutenção do meio ambiente, foi elaborada em parceria com o Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA-AL). Essa cartilha será distribuída, em formato digital e impresso, principalmente para as comunidades ribeirinhas e para as escolas do Baixo São Francisco. Os impactos positivos foram noticiados em reportagem veiculada na TV Gazeta de Alagoas e no programa *Globo Rural*, da emissora Rede Globo, em 2023.

A figura 9 mostra a equipe de reportagem junto aos participantes do projeto e a Figura 10 apresenta alguns dos personagens, componentes das comunidades locais, que são parte fundamental para o sucesso da iniciativa.

Figura 8: Cartilha de educação ambiental sobre as fossas agroecológicas e a conservação da água

Fonte: Autores (2023).

Figura 9: Cartilha de educação ambiental sobre as fossas agroecológicas e a conservação da água

Entrevista com os alunos da Escola Municipal Frei Damião

Equipes da Expedição Científica do Baixo São Francisco, da Escola Frei Damião e equipe de reportagem da TV Gazeta de Alagoas

Fonte: Autores (2023).

Figura 10: *Prints* da reportagem veiculada na TV Gazeta de Alagoas e no programa *Globo Rural*

Agricultor Tiãzinho Melo, um dos incentivadores da construção das fossas agroecológicas, na comunidade Quilombola de Entremontes

Presidente da Associação Quilombola, Jivanilson dos Santos, explica a importância da fossa agroecológica para a comunidade

Construção da fossa agroecológica na comunidade Quilombola Sítio Lages

Diretora da Escola Frei Damião, Francilda Aquino de Melo, explica a importância da fossa agroecológica para a escola

Fonte: Autores (2023).

Considerações finais

Uma cartilha de educação ambiental (figura 8), ressaltando a importância da conservação das águas e das fossas agroecológicas na manutenção do meio ambiente, foi elaborada em parceria com o Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA-AL). Essa cartilha será distribuída, em formato digital e impresso, principalmente para as comunidades ribeirinhas e para as escolas do Baixo São Francisco.

Os impactos positivos foram noticiados em reportagem veiculada na TV Gazeta de Alagoas e no programa *Globo Rural*, da emissora Rede Globo, em 2023. A figura 9 mostra a equipe de reportagem junto aos participantes do projeto, e a figura 10 apresenta alguns dos personagens, componentes das comunidades locais, que são parte fundamental para o sucesso da iniciativa.

Referências

AMORIM, E. L. C. *et al.* Fossas agroecológicas para o tratamento de efluentes sanitários em escolas municipais do Baixo São Francisco. *In*.: SOARES, E.C.; SILVA, J. V.; SILVA, T. J. (Org.). **O Baixo São Francisco:** Características *Ambientais e Sociais*. v. 2. Maceió: Edufal, 2022. p. 434–446.

BOM DIA ALAGOAS. **Fossas agroecológicas mudam a realidade de comunidades no Sertão e Baixo São Francisco**. 2023. Disponível em: https://globoplay.globo.com/v/12176171/. Acesso em: 23 abr. 2024.

GLOBO RURAL. **Fossas agroecológicas ajudam famílias ribeirinhas a cultivar alimentos**. 2023. Disponível em: https://globoplay.globo.com/v/12162693/. Acesso em: 23 abr. 2024.

CAPÍTULO 22

A POPULARIZAÇÃO E A DEMOCRATIZAÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS ATRAVÉS DO SESC CIÊNCIA DO DISTRITO FEDERAL NAS EXPEDIÇÕES CIENTÍFICAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Mariana Guimarães de Sousa[110], Patrícia J. C. de Souza Martins[111], Demetrius dos Santos Leão[112] , Letícia Izidro Raposo[113], Lucas Ferreira dos Santos[114]

Resumo: Durante a V e a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, o Sesc-DF promoveu atividades com o propósito fundamental de democratizar o acesso ao conhecimento científico e incentivar o ensino de ciências de maneira envolvente e acessível para a população. A V Expedição contou com a presença do Sesc Oceanário, que contribuiu com ações voltadas para educação ambiental, com exibições de filmes no formato 360 graus dentro de um domo inflável, sobre a vida marinha, meio ambiente e sustentabilidade; além de oferecer algumas atividades do Planetário do Sesc-DF, como a observação dos astros com telescópio. Já a VI Expedição contou com duas atividades simultâneas: oficina da extração do DNA da banana, em que foi estruturado um laboratório, permitindo que os estudantes se familiarizassem com os procedimentos científicos de maneira interativa e acessível; e a exibição de filmes de curta duração em realidade virtual (RV), que trouxe uma dimensão única e inesquecível ao ensino de ciências. A Expedição percorreu municípios às margens do baixo curso do Rio São Francisco, e os atendimentos realizados fortaleceram os laços existentes entre a população e a ciência, promovendo uma compreensão mais ampla e participativa do mundo científico ao nosso redor.

Palavras-chave: Educação ambiental; Ensino de Ciências; Realidade virtual.

Introdução

O Serviço Social do Comércio do Distrito Federal (Sesc-DF) tem como missão promover ações socioeducativas que contribuam para o bem-estar e a qualidade de vida dos trabalhadores do comércio de bens, serviços e turismo, de seus familiares e da comunidade, para uma sociedade democrática. Tem como valores acolhimento, integridade, diversidade, excelência, sustentabilidade e inovação (Plano Estratégico do Sesc/DF, 2022-2026). Dentre as diversas atuações educacionais da instituição, a educação não formal é representada pelo Sesc Ciência, que conta com duas salas de ciências, o oceanário e o planetário.

O Sesc Ciência tem como objetivo tornar a educação científica mais próxima da população nas áreas de Ciências da Natureza de maneira interdisciplinar, lúdica e interativa, respeitando

110 Serviço Social do Comércio do Distrito Federal - SESC-DF. Endereço: Sesc Gama - Setor Leste Industrial, Lotes 620 a 680, QI 1 - Gama, Brasília - DF, 72445-000

111 Serviço Social do Comércio do Distrito Federal - SESC-DF. Endereço: Sesc Taguatinga Norte - Setor B Norte, CNB 12, Área Especial 2/3 - Taguatinga Norte, Brasília - DF, 72115-125.

112 Serviço Social do Comércio do Distrito Federal - SESC-DF. Endereço: Sesc Taguatinga Norte - Setor B Norte, CNB 12, Área Especial 2/3 - Taguatinga Norte, Brasília - DF, 72115-125.

113 Serviço Social do Comércio do Distrito Federal - SESC-DF. Endereço: Sesc Taguatinga Norte - Setor B Norte, CNB 12, Área Especial 2/3 - Taguatinga Norte, Brasília - DF, 72115-125.

114 Serviço Social do Comércio do Distrito Federal - SESC-DF. Endereço: Sesc Taguatinga Norte - Setor B Norte, CNB 12, Área Especial 2/3 - Taguatinga Norte, Brasília - DF, 72115-125.

os valores culturais e reconhecendo seu potencial científico-tecnológico na sociedade. A nossa responsabilidade maior ao ensinar Ciências é procurar que nossos alunos e alunas se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos (Chassot, 2018). Sonhamos que, com o nosso fazer educação, os estudantes possam tornar-se agentes de transformações – para melhor – do mundo em que vivemos.

Diante desse contexto, trabalhar a educação ambiental na perspectiva dos sujeitos sociais permite estabelecer uma prática pedagógica contextualizada e crítica, que explicita os problemas estruturais de nossa sociedade, as causas do baixo padrão qualitativo da vida que levamos e da utilização do patrimônio natural como uma mercadoria e uma externalidade em relação a nós (Péres e Gon, 2015). A educação ambiental assume, assim, a sua parte no enfrentamento da crise ambiental, radicalizando seu compromisso com mudanças de valores, comportamentos, sentimentos e atitudes, que deve se realizar junto à totalidade dos habitantes de cada base territorial, de forma permanente, continuada e para todos (Brasil, 2007).

Atuando na área da Educação Ambiental nos anos de 2022 e 2023 na Expedição Científica, o Sesc Ciência lançou mão do uso de ferramentas tecnológicas como a cúpula do Oceanário e os óculos de realidade virtual. Compreendendo a cultura digital hoje como parte responsável pela reestruturação da sociedade, é notório que ela traz a oportunidade de conexão, tendo a internet como pano de fundo. Por isso, está relacionada à comunicação e à conectividade global, ao acesso e à produção de conteúdo de forma rápida e interconectada. A tecnologia de comunicação na educação ganha destaque no momento, paralelamente ao uso na educação (Leal, 2021).

Compreendendo a mediação como algo importante nas aprendizagens, o Sesc Ciência do Distrito Federal utilizou ferramentas tecnológicas nas atividades desenvolvidas com a população durante a V e VI Expedição Científica do Baixo São Francisco: exibição de filmes no formato 360º dentro de um domo inflável portátil do Sesc Oceanário, extração do DNA da banana com materiais de laboratório e exibição de vídeos em realidade virtual com uso de óculos VR.

O Sesc Ciência participou da V e VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, nos anos de 2022 e 2023, com os projetos do Sesc Oceanário, experimentos das Salas de Ciências e os Óculos de Realidade Virtual.

V Expedição Científica do Baixo São Francisco de 2022: As maravilhas do fundo do mar com o Sesc Oceanário

A V Expedição Científica do Baixo São Francisco aconteceu do dia 2 a 12 de novembro de 2022. A expedição percorreu 250 km e atendeu 10 municípios às margens do São Francisco (Piranhas, Pão de Açúcar, Gararu, Traipu, São Brás, Propriá, Igreja Nova, Penedo e Brejo Grande), contando com a participação de mais de 65 pesquisadores distribuídos em 35 áreas de pesquisa.

O Sesc Oceanário contribuiu com ações voltadas para a educação ambiental. Foram exibidos filmes no formato 360 graus dentro de um domo inflável portátil, levando os espectadores a conhecerem um pouco mais sobre a vida marinha, o meio ambiente e a sustentabilidade. O trabalho pedagógico realizado pelos coordenadores Demetrius e Patrícia, e pelos mediadores Letícia e Lucas, teve caráter altamente dialógico, pois sempre após as sessões, os mediadores interagiam com o público para enriquecer os temas abordados, além de possibilitar maior articulação com outras atividades propostas pela expedição. Foram levadas também algumas atividades do Planetário do Sesc, como as de observação dos astros com telescópios.

Compondo uma das atividades de educação ambiental levadas pela V Expedição Científica do Baixo São Francisco, o Oceanário Móvel do Sesc atendeu quase 2 mil pessoas em 8 cidades

ribeirinhas dos estados de Alagoas e Sergipe. Foi a primeira vez que o projeto "As Maravilhas do Fundo do Mar", juntamente a sua equipe, deixou o Distrito Federal para atender em outro estado. O Oceanário Móvel é a única cúpula itinerante do Sesc, dentre todas as unidades do país, que exibe projeções digitais em 360° com essa temática.

Cidades visitadas e diário da expedição

Piranhas AL - 03/11/2022
Realização de atendimento com o Oceanário no Centro Cultural Miguel Arcanjo.
Número de atendimentos: 125
Número de sessões: 10

Figura 1: Atividade de Educação Ambiental: Domo inflável portátil com projeção digital em 360° - Município de Piranhas-AL

Fonte: Autores (2023).

Pão de Açúcar Al - 04/11/2022
Realização de atendimento com o Oceanário no ginásio de esportes Dr Atila P. Machado.
Número de atendimentos: 269
Número de sessões: 14

Figura 2: Exibição de filmes no formato 360° no município de Pão de Açúcar-AL

Fonte: Autores (2023).

Traipu Al - 05/11/2022
Realização de atendimento com o Oceanário no Centro Multieducacional.
Número de atendimentos: 126
Número de sessões: 10

Figura 3 - Exibição de filmes no formato 360° no município de Traipu-AL

Fonte: Autores (2023).

São Brás Al - 06/11/2022
Realização de atendimento com o Oceanário no Mercado Municipal.
Número de atendimentos: 177
Número de sessões: 10

Figura 4 - Exibição de filmes no formato 360° para adultos - Município de São Brás-Al

Fonte: Autores (2023).

Propriá Se - 07/11/2022
Realização de atendimento com o Oceanário no ginásio da Escola Agrícola de Educação Integral Geraldo Sampaio Maia.
Número de atendimentos: 118
Número de sessões: 8

Figura 5 - Exibição de filmes no formato 360° - Município de Propriá-SE

Fonte: Autores (2023).

Igreja Nova – Povoado de Chinaré Al - 08/11/2022
Realização de atendimento com o Oceanário na Escola Municipal de Educação Básica General Arthur da Costa e Silva.
Número de atendimentos: 125
Número de sessões: 8

Figura 6 - Exibição de filmes no formato 360° – Município de Igreja Nova – Povoado de Chinaré AL

Fonte: Autores (2023).

Penedo AL - 09/11/2022
Realização de atendimento com o Oceanário no Ginásio da Secretaria de Educação.
Número de atendimentos: 370
Número de sessões: 14

Figura 7 - Exibição de filmes em formato 360º - Munícipio de Penedo AL

Fonte: Autores (2023).

Piaçabuçu AL - 10/11/2022
Realização de atendimento com o Oceanário no Ginásio Poliesportivo.
Número de atendimentos: 407
Número de sessões: 16

Figura 8 - Exibição de filmes em formato 360º - Munícipio de Piaçabuçu AL

Fonte: Autores (2023).

VI Expedição Científica do Baixo São Francisco de 2023: Extração do DNA da banana e os óculos de realidade virtual

Os atendimentos oferecidos pelo Sesc Ciência foram marcados por duas atividades simultâneas, cujo propósito fundamental foi democratizar o acesso ao conhecimento científico e incentivar o ensino de ciências de maneira envolvente e acessível para a população (figura 9).

Figura 9 - Atividades desenvolvidas simultaneamente. Exibição de vídeos com os óculos de realidade virtual e extração do DNA da banana – Piranhas AL

Fonte: Autores (2023).

Oficina: extração do DNA da banana

A extração do DNA da banana é uma experiência prática que visa não apenas ensinar sobre genética, mas também proporcionar uma compreensão tangível e lúdica dos processos biológicos. O espaço dedicado a essa atividade foi estruturado como um laboratório, permitindo que os estudantes se familiarizassem com os procedimentos científicos de maneira interativa. Os materiais utilizados foram escolhidos estrategicamente para serem de fácil acesso, promovendo a ideia de que a ciência pode ser realizada com recursos simples, como sal, banana, água, álcool, peneira e detergente (figura 10).

Figura 10 - Espaço estruturado como um laboratório para a extração de DNA. Atendimentos em Penedo e Piaçabuçu AL

Fonte: Autores (2023).

Além disso, a flexibilidade desses materiais permitiu sua substituição por alternativas mais acessíveis, uma vez que são passíveis de substituição, como o gral com pistilo, béquer, pipetas de Pasteur e Eppendorf, que podem ser substituídos por plásticos reutilizáveis, copos de requeijão, conta-gotas e tubos de confetes. Essas informações foram repassadas aos professores, que demonstraram interesse e curiosidade durante o desenvolvimento das aulas (figura 11).

Figura 11 - Professora participando da oficina junto com a turma. Materiais utilizados para a extração do DNA. Pão de Açúcar e Piranhas AL

Fonte: Autores (2023).

Diante desse contexto, reforçamos a ideia de que a ciência pode ser praticada de forma adaptável e inclusiva. A participação ativa dos estudantes, aliada à possibilidade de levarem consigo sua própria amostra de DNA, tornou o aprendizado mais envolvente, prático e visualmente impactante. Assim, cada amostra de DNA levada para casa tornou-se mais do que um simples resultado de laboratório; representou uma lembrança palpável de que a ciência, quando compartilhada de maneira acessível e envolvente, pode transformar não apenas mentes, mas também corações, alimentando uma conscientização profunda sobre a importância da preservação ambiental (figura 12).

Figura 12 - Amostras de DNA em Eppendorf como lembrança aos participantes da oficina durante toda a expedição. Piranhas e Pão de Açúcar AL

Fonte: Autores (2023).

Exibição de filmes em realidade virtual

Na segunda atividade, a exibição de filmes de curta duração em realidade virtual (RV) trouxe uma dimensão única e inesquecível ao ensino de ciências. Ao proporcionar a sensação de estar imerso em ambientes como o oceano, buraco negro, molécula de DNA e célula, os óculos de RV ofereceram uma experiência educacional que transcendeu as barreiras físicas da sala de aula (figura 13).

Figura 13 - Exibição de filmes em realidade virtual com óculos RV – Traipu AL.

Fonte: Autores (2023).

Essa abordagem permitiu que os estudantes se aproximassem de espaços muitas vezes distantes de sua realidade educacional, proporcionando uma compreensão mais profunda e vívida dos conceitos científicos. As reações de surpresa, espanto, alegria e encantamento expressadas pelos participantes evidenciaram não apenas o impacto imediato da experiência, mas também o potencial transformador do ensino de ciências quando incorpora tecnologias inovadoras (figura 14).

Figura 14 - Participação dos estudantes em Penedo e Traipu-AL

Fonte: Autores (2023).

Ao explorar digitalmente ambientes muitas vezes distantes da realidade cotidiana dos estudantes, a atividade de realidade virtual transcende as barreiras físicas da sala de aula e serve como uma ponte entre o aprendizado científico e a compreensão íntima da importância da preservação ambiental. Ao vivenciar virtualmente a beleza e complexidade da natureza, os participantes eram instigados a desenvolver uma empatia mais profunda pelos ecossistemas e, por extensão, uma consciência renovada sobre a necessidade de proteger e conservar nosso ambiente natural (figura 15).

Figura 15 - Atendimento nos munícipios de Pão de Açúcar e Piaçabuçu-AL

Fonte: Autores (2023).

Consequentemente, ao estimular um maior interesse dos participantes pelos assuntos vistos, os óculos de realidade virtual auxiliaram de forma essencial a criar uma visão mais sustentável sobre a educação ambiental. Esse foi o objetivo do Sesc-DF, através das coordenadoras Patrícia e Mariana (figura 16).

Figura 16 - Preparação para o primeiro atendimento em Piranhas-AL (à esquerda). Coordenadoras pedagógicas do Sesc Ciências-DF. Mariana (à esquerda) e Patrícia (à direita)

Fonte: Autores (2023).

Considerações finais

Os atendimentos realizados na V e VI Expedição do Baixo São Francisco nos anos de 2022 e 2023 somaram cerca de 3.949 pessoas, fortalecendo os laços existentes entre a população e a ciência. O interesse e o acolhimento manifestados durante os atendimentos destacam a importância de iniciativas educacionais que conectam a pesquisa científica à vida cotidiana das pessoas, promovendo assim uma compreensão mais ampla e participativa do mundo ao nosso redor.

Com o objetivo de despertar o espírito científico durante a V Expedição, o projeto Sesc Oceanário e as maravilhas do fundo do mar proporcionaram uma imersão pelo fundo do mar, rios e lagos do Brasil através dos filmes exibidos em formato 360º. Os visitantes puderam ter um contato direto com as ciências dos mares e oceanos. O oceanário coloca em evidência a extraordinária riqueza dos ecossistemas marinhos para que os visitantes, em um ambiente lúdico e com informações científicas atuais, possam conhecer e, principalmente, preservar esses ambientes e seus seres. A interatividade dessas atividades não só tornou o aprendizado mais tangível, mas também plantou as sementes da consciência ambiental, incentivando os participantes a refletirem sobre a preservação dos oceanos, rios e de todo o ecossistema aquático.

Na VI Expedição, foi possível proporcionar uma atmosfera envolvente de laboratório, na qual os estudantes puderam explorar os intrincados processos biológicos de forma prática, transcendendo as fronteiras tradicionais da sala de aula. A experiência sensorial, desde a textura da banana até o fascinante processo de extração, não apenas despertou a curiosidade científica, mas também estabeleceu uma conexão emocional com o ambiente natural. A interatividade dessas atividades tornou o aprendizado mais tangível e plantou as sementes da consciência ambiental, incentivando os participantes a refletirem sobre a intrincada teia da vida e seu papel crucial na preservação desse equilíbrio.

Ao desmitificar a ciência e demonstrar que os princípios fundamentais podem ser explorados com materiais simples e acessíveis, as atividades desenvolvidas na V e VI Expedição não apenas promoveram a inclusão, mas também quebraram barreiras socioeconômicas na busca pelo conhecimento. Essa abordagem inclusiva capacitou os estudantes a se tornarem protagonistas de sua própria aprendizagem, assim como gerou um impacto duradouro na forma como encaram o ambiente ao seu redor.

As atividades práticas no ensino de ciências são essenciais para o desenvolvimento da aprendizagem e, por meio delas, é possível acompanhar a construção do conhecimento científico. Outro ponto em destaque é que esse tipo de atividade torna a rotina escolar mais prazerosa e interativa (Bassoli, 2014). Com as aulas lúdicas, o estudante aprende brincando e sente vontade de participar, interagir e contribuir coletivamente para a construção do conhecimento, ou seja, aprende fazendo.

Em suma, as atividades proporcionadas pelo Sesc/DF durante as Expedições de 2022 e 2023 oportunizaram o contato com o conhecimento científico, ao mesmo tempo em que ilustraram a onipresença da ciência e sua importância para compreendermos melhor o ambiente em que vivemos e como cuidá-lo. Ao tornar o aprendizado mais acessível, prático e emocionante, essas iniciativas contribuem para formar uma sociedade mais informada, crítica e engajada com o avanço científico, destacando assim a importância crucial da ciência em nossa vida cotidiana e na construção de um futuro sustentável.

Referências

BASSOLI, F. **Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s):** mitos, tendências e distorções. 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1516-73132014000300005. Acesso em: 25 abr. 2024.

BRASIL. Ministério Da Educação. **Vamos cuidar do Brasil:** conceitos e práticas em educação ambiental na escola. Brasília: Ministério da Educação, 2007a.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica:** questões e desafios para a educação. Rio Grande do Sul: Unijui, 2018. p. 77.

LEAL, G. D. **O uso da tecnologia no processo de ensino aprendizagem**. 2021. 28f. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Pedagogia) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021.

PERES, C. P.; GON T. F. **Educação ambiental em Espaço formal e Não-Formal: um relato de experiências.** 2015. 30f. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Ciências Biológicas) - Departamento de Teorias do Ensino e Práticas Educacionais, Centro de Educação Ciências Biológicas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015..

SERVIÇO SOCIAL DO COMERCIO. **Plano Estratégico do Serviço Social do Comércio do Distrito Federal.** Brasília: SESC, 2022.

CAPÍTULO 23

OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS RIBEIRINHAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO

José Vieira Silva[115], Eduardo Lucena Cavalcante de Amorim[116], Vanildo Souza de Oliveira[117], Wendell Alexandre Pinheiro de Almeida[118] e Marcílio Ferreira de Melo Neto[119], Gleiciane Santos Sales[120]

Resumo: Ações de educação ambiental no contexto do programa de Expedições Científicas do Baixo São Francisco começaram em 2018, com a prospecção do público e das atividades a serem desenvolvidas e fomentadas. Identificado o público-alvo e suas demandas, a partir de 2019, foram realizadas ações em escolas públicas de ensino fundamental e médio das comunidades ribeirinhas, com foco central no trabalho dos problemas ambientais do Velho Chico. Ao mesmo tempo, iniciaram-se ações de doação de material didático-pedagógico e instrumental para melhorar o suporte ao acesso ao conhecimento. A partir de 2022, intensificou-se o trabalho de doação de materiais escolares, livros didáticos, *notebooks*, *datashows* e caixas de som para as escolas ribeirinhas. Também em 2022, em parceria com a Codevasf, foi doada uma sala de informática completa com impressora para a escola municipal no Povoado Chinaré, em Igreja Nova. Além disso, outras atividades de educação ambiental foram desenvolvidas em parceria com o Sesc-DF e Semarh-AL em oito dos dez municípios visitados pela Expedição em 2022. Na sexta edição da expedição, em 2023, foi realizada a 1ª Feira de Ciências do Baixo São Francisco, com a participação das escolas públicas municipais e de instituições/órgãos integrantes da VI Expedição, como ANA, Sesc-DF, IMA, Semarh-AL, Marinha do Brasil, IBGE e Ufal. No total, nos anos de 2022 e 2023, mais de 8.000 alunos, 600 professores e técnicos de educação dos municípios foram mobilizados, participaram de treinamentos e da feira científica nos 10 dias de Expedição. Nesse contexto, destacam-se os projetos-pilotos do Sacola Viajante, Jogo Akauana e Feira de Ciências com as escolas.

Palavras-chave: Recursos digitais; Feira de Ciências; Escolas públicas.

Introdução

Em 2018, surgiu a maior expedição científica nacional em águas fluviais, a Expedição Científica do Baixo São Francisco, coordenada pela Universidade Federal de Alagoas, que em 2023 chegou à sua sexta edição. O evento percorreu diversos municípios alagoanos e sergipanos banhados pelo Rio São Francisco, com foco em temáticas ambientais transversais relacionadas à qualidade dos recursos hídricos. Até sua 6ª edição, abordou cerca de 40 áreas de pesquisa e envolveu mais de 120 pesquisadores de mais de 40 instituições do país.

O contexto da Educação Ambiental (EA) é definido por sua ampla abrangência disciplinar, baseada em abordagens, ferramentas e programas que desenvolvem e apoiam de forma

115 Professor Associado IV, PPGAA / CRAD-Ufal. Campus Arapiraca. Universidade Federal de Alagoas.

116 Professor Associado IV, Cetec / Ufal. Campus A.C. Simões. Universidade Federal de Alagoas.

117 Professor Titular do Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq), Universidade Federal Rural de Pernambuco.

118 Técnico de Nível Superior. Campus Arapiraca. Universidade Federal de Alagoas.

119 Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Semarh - AL

120 Secretaria de Educação Municipal de Piaçabuçu – AL.

interdisciplinar ações, valores, consciência, conhecimento e habilidades. Este conjunto de informações complementares prepara cidadãos para a conservação ambiental, redução dos danos ambientais decorrentes de atividades humanas, utilização sustentável dos recursos naturais e melhoria da qualidade de vida para as futuras gerações (Ardoin; Bowers; Gaillard, 2020).

Para maior efetividade das intervenções e dos resultados obtidos, é necessária a participação ativa e a integração entre o Estado, por meio da promoção e execução de políticas públicas, instituições de ensino, pelo aporte técnico-científico promovido, e conscientização da comunidade civil (população). Ao analisar a agenda de Políticas Públicas de Educação Ambiental no Brasil, ao menos no papel, pode-se concluir que está em constante transformação e proporciona robustez para o processo de sensibilização e conscientização nas relações emergentes entre o homem, a sociedade e a natureza (Lelis e Marques, 2021).

Por outro lado, ao analisar o contexto local, verifica-se que as condições socioeconômicas e ambientais no Baixo São Francisco (BSF) apresentam problemas persistentes, muitas vezes críticos, adversos e limitantes ao uso dos recursos naturais pela população ribeirinha residente. A resolução desses problemas envolve um contexto multidisciplinar de conhecimentos locais e ações governamentais transversais. O ponto-chave comum para resumir e abordar todos esses aspectos é a educação ambiental, especialmente para crianças e jovens de 5 a 12 anos.

No que diz respeito ao conhecimento básico, a educação ambiental de crianças, jovens e adultos tem sido apontada como a abordagem mais eficaz para a resolução de problemas ambientais a curto, médio e longo prazo. A educação ambiental agrega valores e conhecimentos que podem promover a transformação social, com foco na preservação do meio ambiente (Andrade e Moraes, 2021). No entanto, apesar dos esforços de professores e gestores de escolas públicas, é perceptível que o ensino sobre a temática ambiental tem sido pontual e carece de foco no conhecimento da realidade local, na resolução de problemas atuais e na prevenção de futuros problemas.

Mesmo após conhecer e vivenciar a realidade e os desafios da educação nas escolas públicas e privadas das comunidades ribeirinhas no período de 2018 a 2021, estes foram agravados pelo período pandêmico. São desafios que vão muito além dos conteúdos programáticos e planejamentos pedagógicos, pois ainda são limitantes devido à precária infraestrutura de apoio, à indisponibilidade de recursos financeiros e, sobretudo, às dificuldades de acesso aos conteúdos disponíveis em meios digitais.

As abordagens de educação ambiental adotadas durante as Expedições Científicas no Baixo São Francisco foram sempre pensadas e voltadas para uma integração de conteúdos técnico-científicos e práticos desenvolvidos no contexto das realidades das escolas ribeirinhas. Este é um modelo aprimorado, em função dos problemas locais levantados pelas Expedições anteriores, e já utilizado com sucesso em comunidades ribeirinhas de outras regiões do Brasil e diferentes partes do mundo (América do Norte, África, Ásia e Oceania). No entanto, há uma percepção de que a adoção de políticas públicas ambientais e educacionais, nas três esferas de poder, ainda é deficitária em relação à atenção que deveria ser dada.

Nas seis edições das Expedições até então, foi possível constatar que a inserção e execução dos planejamentos pedagógicos municipais não ocorreram de forma enfática ao levar em consideração as questões ambientais locais. A melhoria do ensino, assim como a resolução de problemas ambientais e educacionais, requer que os governos das três esferas de poder garantam recursos em seus planos plurianuais, bem como a efetiva aplicação deles.

Ao analisar os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), é possível constatar que estes buscam mobilizar e conscientizar os cidadãos sobre os problemas da degradação ambiental. Além disso, enfatizam a responsabilização das pessoas e suas decisões em relação a outras formas de vida. Nesse sentido, os quatro critérios mais importantes são: 1) melhorar a qualidade de vida; 2) conservar a vida e a diversidade do planeta Terra; 3) cuidar do consumo de recursos não renováveis; 4) e respeitar os limites de suporte do planeta Terra (Andrade e Moraes, 2021).

No contexto nacional e em todas as esferas administrativas, é perceptível e incontestável que há uma lacuna imensurável e um déficit gigantesco de recursos financeiros destinados à política pública de educação ambiental. Os avanços são mínimos ou mesmo insignificantes, apesar de existir uma lei específica para tratar da questão da educação ambiental no país, Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Esta lei permitiu que o governo federal oficializasse o entendimento da educação ambiental:

> Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (ICMBIO-Brasil, 2014).

No BSF, há uma enorme negligência quanto à aplicação e à execução prática de políticas de educação ambiental, principalmente nos locais onde ocorrem as maiores demandas e carências. Independente da esfera das escolas públicas, municipais ou estaduais, ao fazer uma análise conjuntural das condições encontradas nas escolas ribeirinhas do BSF, constata-se que muito pouco mudou em relação à adoção de uma matriz didático-pedagógica voltada à educação ambiental nestas escolas e com foco nos problemas locais.

Como já foi levantado em estudos e relatórios anteriores, ainda há uma grande lacuna entre os conteúdos dos planejamentos pedagógicos aplicados ao contexto da realidade ambiental local. Percebe-se uma enorme dissociação entre os problemas da realidade local e os conteúdos abordados nas escolas ribeirinhas. Esta é uma das maiores limitações quanto à adoção de uma política de ensino com conteúdos ambientais mais abrangentes e associados à resolução dos problemas.

As percepções levantadas durante as expedições científicas no BSF apontam para a existência de problemas do ambiente comuns aos demais locais do mundo. No entanto, no BSF, a realidade da educação ambiental nas escolas ribeirinhas é bastante distinta, uma vez que a execução dos conteúdos e temáticas ambientais no contexto pedagógico ainda está bem distante de ser vivenciada na prática e dentro do contexto local.

Nesse contexto, nos anos de 2022 e 2023, o programa de Expedições procurou focar em promover atividades e ações que fortalecessem a educação ambiental nas escolas ribeirinhas, como palestras, jogos educativos, oficinas oferecidas pelas instituições participantes, serviços de saúde bucal, distribuição de equipamentos, livros e materiais didáticos, além da coleta de materiais recicláveis.

Enfim, os desafios são gigantescos, pois as condições ambientais do BSF requerem cuidados urgentes por parte de todos os entes, públicos e privados, assim como a inserção da população e da sociedade em geral na resolução do problema a curto, médio e longo prazo.

A expedição científica e as escolas ribeirinhas

A Expedição Científica do Baixo São Francisco (BSF) é uma iniciativa coordenada pela Universidade Federal de Alagoas e contou, nos anos de 2022 e 2023, com a participação direta de 33 instituições do Brasil. As atividades desenvolvidas durante as expedições abrangeram 35 áreas de pesquisa, que vão desde a pesquisa científica de bioindicadores para monitoramento ambiental até o levantamento das condições sociais e hidroambientais do rio.

As ações ambientais da Expedição, desde o seu início, têm focado no levantamento dos problemas locais, que têm gerado uma pressão antrópica muito grande sobre a vegetação nativa e os recursos hídricos, impactando fortemente em diferentes níveis de importância ecológica, conservação e degradação ambiental. De maneira geral, no BSF, ao longo dos tempos, as áreas de Caatinga e mesmo as áreas das regiões de transição e de Mata Atlântica têm sido negligenciadas do ponto de vista do gerenciamento ambiental, de forma que a devastação atinge proporções preocupantes, tanto em Alagoas quanto em Sergipe. Este fato tem se agravado devido ao elevado grau de degradação nas áreas de preservação permanente (APPs), matas ciliares e nascentes, tanto dos seus afluentes de 1ª e 2ª ordem, quanto do próprio Rio São Francisco.

Quando esses problemas ambientais, identificados pela Expedição, são levados ao conhecimento de alunos, professores e gestores públicos, a maior surpresa e constatação é que simplesmente desconhecem as causas e os efeitos deles. Ou seja, o desafio para contornar tais problemas ambientais é muito maior do que pode ser dimensionado na teoria. Mas também há o lado positivo desta história toda, que fica por conta da aceitação da população em geral e dos professores quanto ao processo de conscientização e desenvolvimento de ações e atividades educacionais focadas em difundir o conhecimento que leva à conscientização ambiental e resolução dos problemas. A população se empenha em participar; no entanto, os gestores públicos, nem tanto assim.

- Indicadores socioeconômicos

Em 2022, o estado de Alagoas possuía o menor Índice de Desenvolvimento Humano Municipal médio do Brasil (IDHM), com 0,683, enquanto no estado de Sergipe este valor era de 0,702 (Atlas Brasil, 2022). Os indicadores socioeconômicos do BSF apresentam um PIB baixo, e os Índices de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) são classificados como baixos (0,45 a 0,599, a grande maioria) e médios (entre 0,6 e 0,699, alguns poucos).

Outro ponto indicador, que é reflexo direto da distribuição de renda e do desenvolvimento humano, e é muito preocupante nos dois Estados, diz respeito ao Índice Ideb das séries iniciais e finais do ensino primário, em que os valores médios da última avaliação, divulgada em 2021, foram considerados preocupantes e muito baixos, variando entre 3 e 5,2 (Tabela 1).

Tabela 1 - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) dos municípios visitados pelas V Expedição Científica do Baixo São Francisco no ano de 2022

Município	IDEB 2021	Município	IDEB 2021
Piranhas – AL	5,4	Penedo – AL	5,5
Pão de Açúcar – AL	4,7	Piaçabuçu – AL	4,7
Traipu – AL	4,3	Gararu – SE	4,4
São Brás – AL	6,8	Propriá – SE	4,2
Igreja Nova – AL	5,0	Brejo Grande – SE	3,7

Fonte: http://cdn.novo.qedu.org.br/brasil (2022).

Dentre as inúmeras atividades desenvolvidas, também ocorreram estudos sobre os aspectos ambientais do saneamento básico das comunidades ribeirinhas, além de visitas às escolas dessas comunidades para tratar de educação ambiental. Posteriormente, os alunos visitaram ginásios poliesportivos e espaços onde foram montadas e desenvolvidas as atividades da Expedição, organizadas pelo Secs-DF e pela Semarh-AL.

– Problemas a serem superados na educação ambiental no BSF

A realidade das comunidades ribeirinhas do Baixo São Francisco requer uma atenção diferenciada pelos órgãos governamentais, uma vez que, mesmo dispondo do recurso básico mais importante, a água, continuam a viver em estado de pobreza extrema e enfrentam sérios problemas de degradação ambiental. Um dos principais gargalos identificados nas expedições científicas anteriores (2018 a 2021) foi o baixo nível educacional da população em geral, causado por diversos fatores inerentes ao sistema educacional brasileiro em todo o território nacional.

Os pontos identificados como sérios limitantes do desenvolvimento sustentável são os mesmos levantados em expedições anteriores, principalmente nas séries iniciais do ensino fundamental. Entre esses está a baixa qualidade do ensino nas escolas públicas ribeirinhas, devido à falta de qualificação docente, material didático de apoio e prioridade das gestões municipais. Isso ocorre também devido às limitações de recursos financeiros locais e à deficiência no suporte educacional para inclusão digital e tecnológica dessas escolas ribeirinhas. É urgente a necessidade de qualificação continuada dos professores e da inserção dessas escolas em um contexto de desenvolvimento tecnológico que lhes permita acessar informações universais disponíveis no mundo digital e utilizá-las como ferramentas de ensino, aprendizagem e desenvolvimento humano e social.

Visando fortalecer a participação dos parceiros do Projeto de Expedição Científica do Baixo São Francisco, o Sesc-DF e a Semarh-AL estiveram presentes nas ações desenvolvidas em oito dos dez municípios visitados no ano de 2022.

- Indicadores gerais das escolas

Informações básicas das escolas que foram visitadas em 2022 e 2023 em cada ponto de parada e que foram contempladas com as novas ações de apoio educacional da Expedição Científica do Baixo São Francisco. Essas informações incluem a matrícula Inep, o desempenho no Ideb, as séries atendidas, o(s) turno(s), o número de alunos matriculados, o número de professores, o número de pessoas de apoio e o endereço completo.

- Cidade: PIRANHAS - AL

- Escola Municipal de Ensino Fundamental Frei Damião

Endereço: Comunidade Passagem do Meio, S/N Zona Rural. 57460-000, Piranhas – AL	
Matrícula INEP: 27004210	IDEB 2019/2021: 4,0/4,3
Séries atendidas: 1º ao 5º ano	Turno(s): Matutino e Vespertino
Nº de Alunos Matriculados: 170	Nº de Professores: 12
Nº de Pessoas de apoio: 04	

- Cidade: PÃO DE AÇÚCAR – AL

- Unidade Municipal de Ensino Ronalço dos Anjos

Endereço: Rua Maestro Nozinho S/N. Bairro Cohab. 57400-000. Pão de Açúcar - AL	
Matrícula INEP: 27006530	IDEB 2019/2021: 4,9/5,3
Séries atendidas: infantil ao 5º ano	Turno(s): Matutino e Vespertino
Nº de Alunos Matriculados: 134	Nº de Professores: 07
Nº de Pessoas de apoio: 04	

- Cidade: GARARU – SE

- Escola Municipal Padre Jose Thomas de Aquino Menezes

Endereço: Rua 15 de Marco, S/N Centro. 49830-000 Gararu – SE	
Matrícula INEP: 28000846	IDEB 2019/2021: abaixo da média INSE 2
Séries atendidas: Infantil ao EA	Turno(s): Matutino e Vespertino
Nº de Alunos Matriculados: 233	Nº de Professores: 22
Nº de Pessoas de apoio: 07	

- Cidade: TRAIPU - AL

- Escola Municipal de Educação Básica Agapito Rodrigues de Medeiros

Endereço: Rua Vereador João Cavalcante, S/N. Bairro Centro. 57370-000. Traipu – AL	
Matrícula INEP: 27022102	IDEB 2019/2021: 4,0/4,2
Séries atendidas: 1º ao 5º ano	Turno(s): Matutino / Vespertino / Noturno
Nº de Alunos Matriculados: 397	Nº de Professores: 25
Nº de Pessoas de apoio: 08	

- Cidade: SÃO BRÁS – AL

- Escola Municipal de Ensino Fundamental Jose Araújo de Carvalho

Endereço: Povoado Lagoa Comprida, S/N Zona Rural. 57380-000. São Brás – Al	
Matrícula INEP: 27021530	IDEB 2019/2021: 4,0/6,7
Séries atendidas: Infantil e Fundamental	Turno(s): Matutino e Vespertino
Nº de Alunos Matriculados: 171	Nº de Professores: 12
Nº de Pessoas de apoio: 04	

- Cidade: PROPRIÁ – SE

- Escola Municipal de Educação Infantil Padre Luiz Henrique

Rua Monsenhor José Curvelo Soares, 345 Diocesano. 49900-000 Propriá – SE	
Matrícula INEP: 28013778	IDEB 2019/2021: Sem avaliação IDEB
Séries atendidas: Infantil	Turno(s): Matutino e Vespertino
Nº de Alunos Matriculados: 425	Nº de Professores: 22
Nº de Pessoas de apoio: 06	

- Escola Agrícola Prefeito Geraldo Sampaio Maia

Povoado São Vicente, S/N. Zona Rural. 49900-000 Propriá – SE	
Matrícula INEP: 28029917	IDEB 2019/2021: 0,0/4,1
Séries atendidas: Fundamental e Técnico	Turno(s): Matutino e Vespertino
Nº de Alunos Matriculados: 167	Nº de Professores: 13
Nº de Pessoas de apoio: 06	

- Cidade: IGREJA NOVA (CHINARÉ) – AL

- Escola Municipal de Educação Básica General Artur da Costa e Silva

Povoado Chinaré. CEP 57280-000. Igreja Nova – AL	
Matrícula INEP: 27044904	IDEB 2019/2021: 7,3/5,0
Séries atendidas: Infantil até 5º ano e EJA	Turnos: Matutino, Vespertino e Noturno
Nº de Alunos Matriculados: 248	Nº de Professores: 12
Nº de Pessoas de apoio: 11	

- Cidade: PENEDO - AL

- Escola Municipal de Educação Básica Professor Douglas Apratto Tenório

Endereço: Rua do Fogo, S/N – Bairro Santo Antônio, CEP 57200-000. Penedo – AL	
Matrícula INEP: 27045226	IDEB 2019/2021: 5,5/6,1
Séries atendidas: 1º ao 5º ano	Turno(s): Matutino e Vespertino
Nº de Alunos Matriculados: 175	Nº de Professores: 13
Nº de Pessoas de apoio: 12	

- Cidade: PIAÇABUÇU – AL

- Grupo Escolar Municipal Messias Calumby

Endereço: Rua Antônio Machado Lemos, S/N. Brasília. 57210-000. Piaçabuçu- AL.	
Matrícula INEP: 27045927	IDEB 2019/2021: 5,0/5,2
Séries atendidas: 1º ao 5º ano	Turno(s): Matutino e Vespertino
Nº de Alunos Matriculados: 173	Nº de Professores: 11
Nº de Pessoas de apoio: 04	

- Cidade: BREJO GRANDE – SE

- Escola Municipal José Moacyr Mendonça

Endereço: Rua Juvina Tojal, 413 – Centro. 49995-000. Brejo Grande / SE	
Matrícula INEP: 28012747	IDEB 2019/2021: 3,2/3,7
Séries atendidas: Fundamental ao EJA	Turno(s): Matutino e Vespertino
Nº de Alunos Matriculados: 397	Nº de Professores: 44
Nº de Pessoas de apoio: 10	

Chamam a atenção os desempenhos das escolas, que estão muito baixos ou sem classificação, por não terem atingido os valores mínimos para classificação, como ocorreu na Escola de Gararu, em Sergipe.

Doações materiais didáticos para escolas ribeirinhas

No contexto da educação ambiental, as visitas às escolas das comunidades ribeirinhas visaram conhecer suas realidades e estudar meios para atenuar os problemas educacionais relacionados à temática ambiental. A forma mais rápida e eficiente de melhorar a qualidade do ensino foi através do aporte direto de materiais educacionais de qualidade que pudessem oferecer suporte mínimo para a realização desta transformação.

A partir dessas constatações, foram doados kits de livros didáticos com abordagem exclusiva voltada para o contexto ambiental, os quais poderiam ser replicados nas salas de aula (figura 1). Além disso, realizou-se a doação de equipamentos de informática (*notebook* e *datashow*) e caixas de som portáteis, todos destinados ao uso no desenvolvimento e realização de atividades de educação ambiental nas escolas contempladas (Tabela 2). Esses materiais visam atender às demandas do público estudantil infantil e juvenil, das séries iniciais ao ensino primário, das escolas ribeirinhas do Baixo São Francisco.

Figura 1 – Entrega de materiais didáticos (livros) e equipamentos multimídias doados às escolas ribeirinhas do BSF no ano de 2022, no âmbito da Expedição Científica.

Fonte: José Vieira (2022).

Ao todo foram doados 10 kits de livros didáticos, 14 *notebooks* e 14 *datashows*, além de três caixas de som amplificadas.

Tabela 2 – Escolas municipais do BSF que receberam doações de livros e equipamentos multimídia durante a Expedição Científica de 2022 e 2023.

Escola	Kit livros didáticos	*Notebook*	*Datashow*	Caixa de Som
UMEF Frei Damião	x	x	x	---
UME Ronalço dos Anjos	x	x	x	---
EMP Jose Thomas Aquino Menezes	x	x	x	---
EMEB Agapito R. de Medeiros	x	x	x	---
EMEF Jose Araújo de Carvalho	x	x	x	x
EMEI Padre Luiz Henrique	x	x	x	---
EAP Geraldo Sampaio Maia	x	x	---	---
EMEBG Artur da Costa e Silva	x	x	*	x
EMEBP Douglas Apratto Tenório	x	x	x	---
GEM Messias Calumby	x	x	x	x
EM José Moacyr Mendonça	x	---	---	---

* Doação de 12 computadores e uma impressora em 2022 – Parceria Codevasf.

Fonte: José Vieira (2022).

PROJETOS DESENVOLVIDOS

Os projetos relatados a seguir foram iniciativas que trouxeram e apresentaram possibilidades de resolver problemas e promover o engajamento das escolas, comunidades e entidades promotoras e fomentadoras da educação ambiental.

A - PROJETO SACOLA VIAJANTE

- Apresentação

O projeto intitulado "Sacola Viajante" surgiu a partir do acervo doado em 2022 pela Expedição São Francisco para a Escola Municipal Messias Calumby. A coordenação de Educação Ambiental, em consonância com a Secretaria de Educação de Piaçabuçu (Semed), concebeu a ideia de transformar a escola em um centro difusor desse valioso material (figura 2). O objetivo central foi promover o incentivo à leitura, além de envolver a comunidade escolar na preservação do meio ambiente, no apoio e fortalecimento da responsabilidade socioambiental, e no desenvolvimento de ações relevantes em torno das questões locais. Essa abordagem visou formar cidadãos conscientes e críticos, fortalecendo a interação entre o ser humano e o meio ambiente.

Vale ressaltar que já havia uma parceria estabelecida entre a escola e a expedição. Este projeto seguiu as diretrizes do Plano de Ação de Educação Ambiental do município, propostas pela coordenação responsável, mantendo-se a proposta de trabalho e atuação alinhada com a realidade de cada escola.

Figura 2 - Equipe do Projeto Sacola Viajante, da Coordenação de Educação Ambiental – Semed Piaçabuçu – AL, em parceria Expedição Científica do Baixo São Francisco, em abril de 2023

Fonte: Gleiciane Sales (2023).

- Fundamentação:

A Educação Ambiental ganhou espaço nos mais diversos âmbitos da sociedade. Os mais conceituados especialistas compreendem que as conquistas se deram com muito diálogo e esforço de indivíduos e grupos organizados na busca de atenção para os principais problemas ambientais e seu impacto sobre o planeta e a vida humana. Tem como objetivo geral mostrar ao ser humano a complexa natureza do meio ambiente, resultante da interação de seus aspectos biológicos, físicos, sociais e culturais.

O papel crucial do Rio São Francisco no cenário pesqueiro sempre foi reconhecido, embora sua importância tenha sido subestimada por algum tempo. Há alguns anos, o rio representava uma das principais fontes de pescado no Brasil, atraindo também pescadores esportivos que anualmente se dirigiam às suas margens. Destaca-se que a atividade pesqueira desempenha um papel fundamental para a população ribeirinha local, sendo uma fonte essencial de recursos, tanto financeiros quanto alimentares.

- Objetivo Geral

Promover o incentivo à leitura e à escrita, bem como compreender os conceitos socioambientais visando à sustentabilidade, à preservação e à conservação, buscando a formação de cidadãos conscientes e críticos, fortalecendo a interação entre o ser humano e o meio ambiente, desenvolvendo um espírito cooperativo e comprometido com o futuro do planeta.

- Objetivos específicos:

- Reconhecer a importância do meio ambiente;
- Instigar o hábito de consumo consciente minimizando os impactos ambientais;
- Realizar práticas sustentáveis através do acervo literário;
- Desenvolver habilidades socioemocionais;
- Aumentar a qualidade de vida e saúde;
- Melhorar o desempenho escolar;
- Construir uma cultural mais sustentável;

❖ Integrar a comunidade local em questões socioambientais.

- Metodologias, procedimentos e desenvolvimentos

A materialização do projeto teve início com a criação de duas Sacolas Viajantes, cada uma contendo um acervo literário focado em questões relacionadas ao Rio São Francisco. Essas sacolas abrigaram uma diversidade de materiais, incluindo: cinco cartilhas sobre *Boas Práticas de Manipulação do Pescado para Feirantes*, quatro livros sobre perigos nos rios e oceanos, seis gibis da Turma da Mônica com a temática "A gente se entende", cinco livros da V Expedição Científica no Baixo São Francisco, dois jornais intitulados *Travessia*, um livro chamado *Cientistas Mirins no Planeta Sustentável*, um livro intitulado *O Planeta Sustentável de Júlia*, uma revista chamada *Chico*, um livro intitulado *Cidade Sustentável de Júlia*, e um livro desafiante e divertido com o propósito de ampliar a imaginação e incentivar os estudantes a compreenderem a importância da conscientização, conservação e preservação do meio ambiente de maneira sustentável. No âmbito da participação escolar, a Escola Messias Calumby assumiu o papel de multiplicadora para a implementação deste projeto. Seguiu-se um cronograma com a temática e a mesma linha de trabalho, em que as sacolas percorreram todas as escolas da rede, encerrando com a culminância do referido projeto (figura 3).

Figura 3 - Apresentação do material didático que compõe a sacola viajante aos professores. **A** e **B**: Escola Messias Calumby e análise do acervo e material pedagógico para disseminação em toda a rede municipal. **C**: EM Deputado João Beltrão. **D**: EM Padre Luís Barbosa Leite. **E**: GEM José Gonçalves. **F**: Creche Escola Vicentina de Castro Silva. **G**: GEM Moacir Lopes Andrade. **H**: GEM Faustino Victor Araújo

Fonte: Gleiciane Sales (2023).

- Exposição dos projetos realizados nas escolas municipais de Piaçabuçu

No planejamento do projeto Sacola Viajante, todas as atividades realizadas no âmbito dele resultaram em ações efetivas que envolveram professores, alunos e todo o pessoal das escolas trabalhadas. Os resultados foram mais que extraordinários, dado o envolvimento e a mobilização das escolas, mesmo com poucos recursos.

Na culminância e apresentação dos resultados, todos estiveram empenhados em seguir seus planejamentos e executar as atividades abraçadas por cada escola (Quadro 1).

Quadro 1 - Cronograma para a culminância do Projeto Sacola Viajante, promovido pela parceria Semed – Piaçabuçu e Expedição.

Culminância do Projeto Sacola Viajante		
Eventos	Programação / Conteúdos	Entidades responsáveis
Exposição de Projetos realizados pelas escolas	Semed – Piaçabuçu – AL Coordenação de Educação Ambiental	Escolas de Rede Municipal parceiras do projeto.
Programação		
Ação	**Local**	**Observação**
Oficinas	Escolas - todas	Todas as instituições de ensino estiveram presentes no encerramento marcado para o dia 28/11, no ginásio. Durante a recepção foram exibidos *banners*, acompanhados por apresentações culturais e exposições de duas escolas.
Áreas de exposição para apresentação dos trabalhos.	Ginásio de Esportes, no Bairro Brasília, em Piaçabuçu.	
Recepção e acolhida da Expedição São Francisco	Porto nas proximidades do píer de atracação.	

Fonte: Gleiciane Sales (2023).

Ao todo, participaram 14 escolas municipais de Piaçabuçu, cada uma com um projeto específico, cuja temática central foi a questão ambiental (Tabela 3). Os trabalhos foram realizados através de banners e exposição de materiais, pautados pela utilização de materiais recicláveis e ecológicos, evitando qualquer impacto negativo no meio ambiente. Da mesma forma, os trabalhos expostos seguiram uma abordagem alinhada à premissa de sustentabilidade e responsabilidade ambiental (maquetes, painéis, cartazes, etc.). As 14 escolas tiveram seus trabalhos expostos no ginásio de esportes do bairro Brasília, com suas respectivas temáticas ambientais.

Tabela 3 – Temáticas ambientais das escolas públicas de Piaçabuçu, apresentadas no âmbito da primeira Feira de Ciências das Escolas do Baixo São Francisco

Escola	**Projetos**
CE Vicentina de Castro Silva	O meio ambiente está em nossas mãos
EM Professora Enecila Acioli Gama	Decomposição da matéria e seu tempo na natureza
EM Coronel Pedro de Góes	Nossa geração a combate da poluição
EM Deputado João Beltrão Siqueira	Preservando os recursos naturais locais.
EM Deraldo Campos	Mantendo o ambiente limpo: preservando o próprio ambiente
EM Padre Luís Barbosa Leite	Pescando problemas e soltando soluções
EM Professor Uilson Ferreira Costa	Reutilize: conservando e construindo valores
EM Santa Cruz	Viajando na leitura
GEM Doutor Moacir Lopes Andrade	Preservação do meio ambiente compromisso e importância
GEM Faustino Victor de Araújo	Pequenas crianças grandes guardiões do meio ambiente
GEM Genildo Capitulino Lessa	O rio é nosso, o lixo é seu
GEM José Gonçalves	Consumo consciente
GEM Messias Calumby	Plantando e reutilizando, protegendo e brincando
GEM Serapião Walter dos Santos	Cuidando e preservando

Fonte: Gleiciane Sales (2023).

Painéis dos projetos apresentados na 1ª Feira de Ciências

Cada uma das Escolas Municipais (EM), Creches Escolas (CE) e Grupos Escolares Municipais (GEM) de Piaçabuçu elaboram painéis dos projetos trabalhados e apresentaram na 1ª Feira de Ciências do BSF em 2023 (figura 4). As iniciativas locais foram desenvolvidas pela Coordenação de Educação Ambiental da Semed Piaçabuçu em parceria com as direções das escolas, professores, funcionários e participação efetiva dos alunos.

Figura 4 - Painéis dos projetos trabalhados e apresentados na 1ª Feira de Ciências do BSF em 2023.

GEM Serapião Walter

EM Enecila Aciole Gama

EM Padre Luís Barbosa Leite

EM Deputado João Beltrão

GEM Messias Calumby

GEM Moacir Andrade

GEM José Gonçalves

EM Pedro de Goes

GEM Faustini Victor de Araujo

EM Deraldo Campos

EM Santa Cruz

GEM Genildo Capitulino

CE Vicentina de Castro

Oficinas Akauana

Fonte: Gleiciane Sales (2023).

- Sacola Viajante: Considerações finais

O projeto foi realizado com todas as instituições de ensino, entendendo que o conceito de educação ambiental é de extrema importância, abrangente, multidisciplinar e primordial para o desenvolvimento sustentável. Neste contexto, o Programa de Expedições Científicas do Baixo São Francisco foi responsável por fomentar a educação ambiental entre os educandos, com foco na necessidade de proteger o meio ambiente através da leitura e atividades lúdicas.

O resultado foi de impacto positivo para os estudantes e toda a comunidade escolar, promovendo a discussão e a percepção sobre suas ações em relação ao meio ambiente. Assim, os projetos desenvolvidos nas escolas alcançaram uma grande amplitude como medida positiva para transformar a realidade das escolas municipais. Foram abordados inúmeros temas, como desmatamento incontrolável do Rio São Francisco, conservação e preservação, respeito à natureza, impactos ambientais, qualidade de vida, cultura sustentável, resíduos sustentáveis, uso ilegal de agrotóxicos, uso ilegal da água para irrigação, caça de animais nativos, queimadas propositais, uso excessivo da água potável, recursos naturais (principalmente a água), práticas pedagógicas em educação ambiental, farmácia viva (plantas medicinais), sustentabilidade, recursos hídricos, reciclagem, sustentabilidade do Rio São Francisco.

Dessa forma, a leitura, com seu comprovado poder transformador, foi uma ferramenta de sensibilização ambiental e não uma obrigação. Neste sentido, aproximadamente 3.500 estudantes foram alcançados, deixando a esperança de que as sementes plantadas sejam capazes de produzir novos frutos, como esperado pela Expedição nas escolas ribeirinhas.

B - SEMENTES DE SABEDORIA - Capturando momentos da educação ambiental infantil

Reconhecer o desenvolvimento das crianças de comunidades ribeirinhas de baixa renda em atividades relacionadas à educação ambiental de forma satisfatória é uma experiência profundamente gratificante e emocionante. Em muitos casos, elas enfrentam grandes desafios socioeconômicos, mas ao se envolverem e progredirem em iniciativas de educação ambiental, demonstram uma resiliência notável e uma capacidade inspiradora de superação.

É uma mistura de emoções testemunhar a entrega e o crescimento do interesse dessas crianças pelo meio ambiente. Uma profunda sensação de admiração ao ver como, mesmo imersas em tantas adversidades, encontram alegria e motivação em aprender sobre a natureza e a importância da preservação ambiental.

Ao mesmo tempo, há uma grande sensação de esperança renovada. Cada passo dado por essas crianças em direção à conscientização ecológica representa não apenas uma conquista individual, mas também uma oportunidade de transformação para suas famílias, comunidades e para o mundo em geral.

Essas experiências nos lembram da importância da equidade no acesso à educação ambiental e do poder transformador que a educação pode ter na vida dessas crianças (figura 5). Ao reconhecer e celebrar seu desenvolvimento, reafirmamos nosso compromisso em apoiar e capacitar a todos para se tornarem defensores do meio ambiente e agentes de mudança positiva em suas comunidades.

Registrar em fotografia o reconhecimento e desenvolvimento desses estudantes em atividades relacionadas à educação ambiental de forma satisfatória foi uma experiência profundamente tocante, inspiradora e motivadora. Ao olhar através da lente da câmera e capturar seus

momentos de imersão em projetos, estudos e mesmo nas brincadeiras, somos testemunhas visuais de sua dedicação, entusiasmo e progresso. Cada imagem congelada no tempo reflete não apenas seu envolvimento ativo nessas atividades, mas também a determinação e alegria que encontram ao explorar e aprender sobre o mundo natural (figura 5).

É emocionante ver os sorrisos radiantes enquanto seguram uma planta que cultivaram, ou enquanto examinam curiosamente uma amostra de solo em uma atividade de ciências, ou veem com espanto pela primeira vez através de óculos de realidade aumentada. Essas fotografias capturam momentos singelos, como também contam histórias poderosas de resiliência, esperança e superação.

Ao compartilhar essas imagens, não apenas celebramos o desenvolvimento dessas crianças, mas também transmitimos uma mensagem de inspiração e possibilidade. Cada fotografia é uma janela para um futuro mais brilhante, na qual todas elas, independentemente de sua origem, têm a oportunidade de se conectar com a natureza, desenvolver uma consciência ambiental e fazer a diferença em seu ambiente.

O registro fotográfico desses momentos preserva memórias visuais e evidências tangíveis do poder transformador da educação ambiental e do potencial ilimitado para moldar um futuro mais sustentável e equitativo para todos.

Figura 5 - Trabalho manual com produtos naturais por crianças de Etnia Aconan, em São Brás (A e B). Visita ao barco da saúde, explorando o universo da história do homem (C) e apresentação de projeto ambiental por crianças de escola pública municipal de Piaçabuçu (D). Uso de óculos de realidade aumentada com drives ambientais (E e F) O lúdico no ensino ambiental: uso de materiais naturais para ensino ambiental a crianças de escolas públicas municipais de Traipu (G). Educação e saúde: Prevenção e ensino de saúde bucal em estudantes de escolas públicas municipais de Propriá (H).

Fonte: Wendell Almeida (2023).

C - Os perigos dos plásticos nos rios e oceanos

A Década das Nações Unidas de Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, também conhecida como década do oceano, foi declarada pelas Nações Unidas em 2017 e está sendo realizada entre 2021 e 2030. Esta década construirá uma estrutura comum para garantir que a ciência oceânica possa apoiar os países na implementação da agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Proporcionará uma oportunidade para criar um alicerce, por meio da interface ciência-política, para fortalecer a gestão de nossos oceanos e zonas costeiras em benefício da humanidade. Nesse contexto, durante as seis Expedições Científicas do Baixo São Francisco, observou-se que pouco ou nada estava sendo feito nas comunidades ribeirinhas nesse sentido. Nas praias e cidades, não havia preocupação com a poluição do rio, muito menos com os impactos causados nos oceanos.

Na terceira Expedição, iniciamos um trabalho de educação ambiental nas escolas sobre os perigos do plástico nos rios e oceanos, dando origem à publicação de uma cartilha com esse título. O tema foi abordado em linguagem simples e com muitas ilustrações para facilitar a compreensão de crianças e pescadores (figura 6). A cartilha começa com uma simples compra feita em um supermercado, onde as sacolas plásticas são recicladas corretamente. No entanto, quando são jogadas nos rios, iniciam um caminho até o oceano, onde são confundidas por peixes e tartarugas com seus alimentos naturais, resultando na morte desses animais marinhos, bem como de aves (figura 6).

Essas sacolas plásticas, quando não são comidas pelos animais, começam a se decompor lentamente, transformando-se ao longo do tempo em pedaços tão pequenos que nem podem ser vistos a olho nu, conhecidos como “microplásticos”. Assim, entram na cadeia alimentar dos peixes, que são pescados e retornam à alimentação humana. Ou seja, aqueles que descartam as sacolas de forma inadequada acabam consumindo plástico indiretamente através dos peixes.

Também abordamos o tema da "pesca fantasma", quando equipamentos de pesca perdidos ou abandonados continuam a capturar peixes, causando danos ao meio ambiente.

Os alunos responderam muito bem ao tema, com destaque para as turmas do ensino fundamental, nas quais os conceitos estão sendo formados e são mais fáceis de serem trabalhados, ao contrário de adolescentes e adultos. Esperamos que este trabalho plante uma semente nas futuras gerações sobre o respeito pelos rios e oceanos e a responsabilidade que temos em não poluir o ambiente de onde retiramos nossa alimentação.

Figura 6 - Educação Ambiental nas escolas públicas do Baixo São Francisco, sobre os perigos do plástico nas águas de rios e oceanos

Fonte: Vanildo Souza de Oliveira (2022).

Considerações finais

O trabalho de educação ambiental nas escolas ribeirinhas nos anos de 2022 e 2023 foi ampliado com a doação de materiais e a realização de ações práticas e aplicadas. Os resultados foram animadores e serviram de inspiração para a realização da primeira Feira de Ciências com as Escolas Públicas Municipais do Baixo São Francisco, cuja experiência é apresentada neste capítulo.

Durante os anos de 2022 e 2023, o programa de Expedições Científicas do Baixo São Francisco procurou contemplar todas as escolas visitadas de alguma forma, através da doação de livros para educação ambiental e equipamentos multimídia. Todas as escolas receberam kits de livros para educação ambiental, com um volume considerável e diversificado de títulos, além de cartilhas educativas elaboradas por pesquisadores da Expedição, como a cartilha sobre *Plásticos: Perigo nos Rios e Oceanos*. O maior investimento em termos de doação de equipamentos foi feito para a Escola Municipal do Chinaré, em Igreja Nova, que recebeu uma sala de informática com 12 computadores, uma impressora laser, um notebook, uma caixa de som e um datashow. No total, estima-se que essas doações beneficiaram diretamente mais de cinco mil alunos e 400 professores de escolas públicas ribeirinhas no Baixo São Francisco.

Além disso, durante as ações presenciais desenvolvidas em parceria com a Semarh-AL e Sesc-DF, mais de dois mil alunos de escolas públicas ribeirinhas, cerca de 150 professores, além de pais de alunos e membros das comunidades nos municípios visitados, participaram das atividades.

Referências

ANDRADE, MTR; MORAES, JC. Educação ambiental para construção de uma sociedade consciente dos princípios de sustentabilidade. **Caderno Intersaberes,** v. 10, n. 30, p. 81-95, 2021.

ATLAS BRASIL. **Alagoas em números**. Disponível em:http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/uf/27. Acesso em: 07 jun. 2023.

ICMBIO-BRASIL. **Política Nacional de Educação Ambiental.** 2024. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/politicas/pnea.html. Acesso em 15/05/2024.

MIRANDA, F.. **Os estados brasileiros com os maiores IDHs**. 2022. Disponível em: https://socientifica.com.br/estados-brasileiros-com-os-maiores-idh/. Acesso em: 07 jun. 2023.

CAPÍTULO 24

ETNOGRAFIA EM TRÂNSITO: RELATO DE UMA EXPERIÊNCIA ANTROPOLÓGICA COM POPULAÇÕES TRADICIONAIS NO BAIXO SÃO FRANCISCO

Ulisses Neves Rafael[121]

Resumo: A tradição de pesquisa de campo na antropologia encontra nas expedições científicas do século XIX um importante impulso. Na atualidade, esse tipo de atividade tem se tornado cada vez mais escassa, razão pela qual a presença antropológica na Expedição Científica do Baixo São Francisco, nos anos de 2022 e 2023, apresenta-se como um momento privilegiado para o desenvolvimento de uma perspectiva analítica sobre uma área investigativa extremamente complexa e diversificada em termos socioculturais. Nesta experiência, buscou-se traçar um mapa das comunidades tradicionais situadas no circuito da Expedição, com ênfase sobre territórios tradicionalmente ocupados, cujos moradores habituais se autodesignam "quilombolas", categoria aqui tomada como elemento de mobilização política e afirmação étnica. No conjunto, foram visitadas sete comunidades quilombolas situadas no roteiro da Expedição, quais sejam, na margem esquerda do Rio São Francisco: Sítio Lages, município de Piranhas/AL; Quilombo Mumbaça, situado no município de Traipu/AL; Sapé, município de Igreja Nova/AL, Tabuleiro dos Negros e Oiteiro, ambas no município de Penedo/AL e Pixaim, no município de Piaçabuçu/AL. Na margem sergipana do rio, foram visitados os quilombos Canafístula, no município de Propriá/SE e Brejão dos Negros, no município de Brejo Grande/SE.

Palavras-chave: Etnografia; Baixo São Francisco; Territórios tradicionais; Comunidades quilombolas.

Introdução

Este artigo propõe apresentar os resultados do acompanhamento efetuado durante a realização das duas últimas edições da Expedição Científica do Baixo São Francisco, ocorridas, respectivamente, entre os dias 3 e 12 de novembro de 2022, e entre os dias 20 e 30 de novembro de 2023, as quais percorreram, nas duas ocasiões, municípios localizados nas duas margens do rio, como Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Porto Real do Colégio, Igreja Nova, Penedo e Piaçabuçu, situados na margem alagoana, e, do lado sergipano, os municípios de Gararu, Propriá e Brejo Grande, além da foz do São Francisco.

Participaram dessas expedições, cuja origem remonta ao ano de 2018, pesquisadores das mais diversas áreas do conhecimento, dedicados a temas variados como educação ambiental, pesca, socioeconomia, ictiofauna, análise de água e de metais pesados, assoreamento, entre outros. Minha participação girou em torno do levantamento e registro etnográfico de "populações tradicionais", aqui entendidas como comunidades locais mobilizadas em torno da luta comum pelo direito à terra, "que expressa uma identidade coletiva reivindicada com base em fatores pretensamente primordiais, tais como uma origem ou ancestrais em comum, hábitos, rituais

121 Professor titular do Departamento de Ciências Sociais e membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Antropologia da Universidade Federal de Sergipe.

ou religiosidade compartilhados, vínculo territorial centenário, parentesco social generalizado, homogeneidade racial, entre outros" (Arruti, 2006, p. 38-39).

A partir dessa perspectiva, buscou-se traçar um mapa das comunidades tradicionais situadas no circuito da Expedição, ampliando o arco de abrangência da categoria para incluir populações envolvidas em "processo de territorialização", termo utilizado para se referir ao "conjunto de procedimentos e efeitos por meio dos quais um 'objeto político-administrativo', tal como os 'grupos indígenas', 'assentados' e as próprias 'comunidades remanescentes de quilombolas', convertidas em uma coletividade organizada, unificada por meio de uma identidade própria, por uma série de mecanismos que decidem sobre a representação, assim como por uma série de reestruturações das suas formas culturais" (Arruti, 2006, p. 41).

O curto espaço de tempo disponível para permanência em cada município e a extensa área de 250 km coberta pela Expedição tiveram efeito decisivo sobre a abordagem adotada, a qual consistiu basicamente em rápidas incursões às comunidades envolvidas e na realização de entrevistas dirigidas com um número reduzido de interlocutores-chave, cuja presença na localidade se destacava pelo grau de participação na vida comunitária e pela influência sobre os demais integrantes do grupo selecionado. Além disso, foram observadas manifestações culturais relacionadas às formas de expressão e aos modos de fazer cotidianos das comunidades visitadas, além dos lugares dotados de sentido e das celebrações que marcam a vida coletiva.

Considerando as duas edições da Expedição, no conjunto foram visitadas sete comunidades quilombolas situadas no roteiro, quais sejam, na margem esquerda do Rio São Francisco: Sítio Lages, município de Piranhas/AL; Quilombo Mumbaça, situado no município de Traipu/AL; Sapé, município de Igreja Nova/AL; Tabuleiro dos Negros e Oiteiro, ambos no município de Penedo/AL; e Pixaim, no município de Piaçabuçu/AL. Na margem sergipana do rio, foram visitados os quilombos Canafístula, no município de Propriá/SE; e Brejão dos Negros, Resina e Capitanga, no município de Brejo Grande/SE.

Além dos remanescentes quilombolas, durante o percurso das duas expedições, visitei ainda diversas outras comunidades tradicionais como a reserva indígena dos Aconã, situada no município de Traipu/AL, e o território Kariri-Xokó de Porto Real do Colégio/AL, além das comunidades de artesãos da Ilha do Ferro, povoado do município de Pão de Açúcar/AL, ambos do lado alagoano; e Santana do São Francisco/SE, antigo povoado Carrapicho, no estado de Sergipe, além das artesãs da Associação "Estação Cangaço", no município de Piranhas/AL.

Agrupamentos envolvidos em processos recentes de ocupação, como integrantes de acampamentos e assentamentos de reforma agrária organizados pelo Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), além das comunidades constituídas de pescadores, foram objeto de atenção na expedição de 2022, a primeira da qual participei.

Contudo, dada a grande extensão da área percorrida e a grande variedade de bens culturais, esta descrição etnográfica priorizará as chamadas populações tradicionais, o que restringe a análise sobre remanescentes quilombolas. Sob esse aspecto, chama a atenção a ênfase que os moradores emprestam à realização de celebrações como marcadores de diferenças e como espaços de fronteiras, que distinguem, separam e permitem contatos entre moradores e visitantes. O motivo para a escolha desse recorte específico relacionado às festas religiosas decorre do significado e da importância que essas expressões coletivas têm nos discursos nativos, ocupando também um lugar especial no calendário das atividades sociais de todo o Baixo São Francisco. Por exemplo, o ciclo de celebrações do Bom Jesus dos Navegantes, que acontece na maioria dos municípios da região, cada qual se alternando numa data específica do mês de janeiro, de

modo a não comprometer o fluxo dos devotos e dos competidores das tradicionais corridas de canoas, apresenta-se como elemento crucial para o apaziguamento dos conflitos internos. Remanescentes que já obtiveram reconhecimento oficial de seus direitos territoriais, situações de conflito interno que se apresentem cotidianamente e que resultem em disputas simbólicas são dirimidas por ocasião das celebrações religiosas e das festas populares.

Populações tradicionais remanescentes de quilombos

Sítio Lages

A Comunidade Quilombola Sítio Lages está localizada no município de Piranhas, Alto Sertão alagoano, e abriga atualmente mais de 50 famílias espalhadas entre a sede principal e sítios vizinhos, as quais guardam entre si, além do vínculo territorial, o laço de consanguinidade parental, cujo significado é reconhecido pelos moradores do lugar como elemento decisivo no processo de reivindicação da certificação e reconhecimento do caráter quilombola. A memória oral do grupo se apresenta como um reforço a mais nas demandas do grupo na defesa de direitos associados ao passado colonial e à história dos antepassados escravizados dos quais se declaram remanescentes, conquista obtida através da certificação pela Fundação Cultural Palmares no dia 27 de dezembro de 2010.

Visitei a comunidade durante a segunda expedição ocorrida em novembro de 2023, o que coincidiu com a comemoração ali do Dia da Consciência Negra (20/11), evento este que contou com a participação de diversas autoridades locais, como o prefeito e o vice, vereadores e secretários municipais, como também de lideranças políticas de vários movimentos sociais da região, a exemplo do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), o que talvez revele o prestígio do quilombo, pelo menos em termos eleitorais.

Cheguei ao local por volta das 18 horas quando as apresentações já haviam começado. Os grupos se apresentaram embaixo do toldo armado em frente à Associação e foram acompanhados por um número significativo de espectadores, entre crianças, jovens, adultos e idosos, estes ocupando os assentos distribuídos em torno da cobertura de lona. Na ocasião, fui recepcionado pelo presidente da Associação, que me convidou para me acomodar à mesa onde já se encontravam algumas autoridades e convidados. Declinei do convite, pois preferia me movimentar pelos espaços da celebração. Terminei visitando também o interior do prédio da Associação, onde se encontrava uma exposição de fotografias com expoentes do quilombo, alguns deles já falecidos, outros que sequer residiam no local. O destaque foi dado ao mestre Francisco Teixeira dos Santos, responsável pela fundação do primeiro grupo de pífano do distrito de Piau, pertencente ao quilombo.

A cerimônia consistiu basicamente na apresentação de grupos culturais locais e de outras comunidades tradicionais próximas, a exemplo da capoeira, reisado e, principalmente, o samba tebei (samba de coco), oriundos especialmente do vizinho distrito de Piau, mas que está incluído na demarcação do quilombo; e talvez a maior expressão de pertencimento e da identidade cultural local. Curioso notar que, pelo menos em relação aos dois últimos folguedos, a condução e a participação da dança são feitas predominantemente pelos moradores mais antigos da comunidade, os quais, através das canções, rememoram o passado, marcado por relações de solidariedade, verificadas principalmente por ocasião dos mutirões para construção das moradias, que foi uma tradição local até há bem pouco tempo. O nome tebei, inclusive, advém do costume antigo de

dançar, sincronizando as pisadas firmes no solo de barro com o ritmo das canções entoadas pelos participantes durante a construção das casas de taipa. No passado, a atividade ocorria nos fins de semana e contava com a participação de homens e mulheres reunidos pelo proprietário da moradia a ser construída, o qual garantia aos convidados o fornecimento de comida e cachaça, principalmente. Tanto no caso do reisado quanto no do samba, as apresentações foram conduzidas pelos mais velhos e acompanhadas pelo grupo musical composto por sanfona, triângulo, zabumba e pandeiro. O som era difundido por meio de um minitrio.

Dado o adiantado da hora, precisei me retirar enquanto o samba acontecia, pois ainda precisava percorrer uma longa distância até a sede do município, onde aconteceria o evento programado da VI Expedição Científica do Baixo São Francisco. No caminho de volta, Luciano Icário, que também me conduziu na ida, prestou informações complementares sobre as ações desenvolvidas na região pela Emater, órgão do qual é técnico, com destaque para o projeto "Lagos Azuis", executado por meio de cooperação técnica com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e que cobre três cadeias produtivas básicas na região dos Lagos do São Francisco: apicultura, caprinocultura e forragem e alimentos. Embora esteja situada a mais de 20 km da sede do município, a comunidade Sítio Lages também é contemplada pelo projeto, uma vez que se situa na área de influência do rio.

Mumbaça

Trata-se da segunda comunidade quilombola visitada no percurso da expedição de 2023 e situada no município de Traipu-AL, a qual foi certificada e reconhecida como remanescente de quilombo pela Fundação Cultural Palmares em 2010, conforme Portaria nº 162/2010. Curiosamente, não se encontra qualquer referência à comunidade em nenhum dos relatórios anteriores da Expedição, embora o município de Traipu esteja incluído nos seus roteiros desde a primeira edição de 2018. Os temas desenvolvidos no trecho do rio coberto pelo município envolvem assuntos como degradação ambiental, erosão hídrica, poluição, assoreamento e qualidade da água.

Eu mesmo não visitei a comunidade na primeira expedição de que participei, em 2022, por puro desconhecimento de sua existência. Na literatura acadêmica, não foram encontrados registros válidos sobre sua existência, de modo que as informações obtidas na última visita foram fornecidas em primeira mão por duas das lideranças locais: Marcos Cordeiro, assessor da Secretaria de Educação do Município; e Manoel Oliveira dos Santos, mais conhecido por Bié, líder comunitário do quilombo, coordenador-geral das comunidades quilombolas do Estado de Alagoas, coordenador nacional da Coordenação Nacional de Articulação das Comunidades Negras Rurais Quilombolas (Conac), e secretário de Igualdade Racial e Diversidade do Município de Traipu, desde 2023, embora tenha também assumido cargo comissionado na antiga Secretaria de Turismo.

Bié se declara preto e tem sua existência vinculada ao mundo quilombola, uma vez que nasceu no quilombo Uruçu, também pertencente ao município de Traipu, e onde viveu até os sete anos de idade, além de percorrer outros quilombos da região antes de se estabelecer com a família no Mumbaça, fato ocorrido em 1988. Ali, fundou a Associação Clube de Jovens Senhor dos Pobres, em homenagem ao padroeiro da comunidade e onde é conservada a documentação oficial do quilombo, inclusive a certidão de autodefinição, emitida pela Fundação Cultural Palmares. Seu testemunho remete a traços mais eminentemente identitários, enquanto Marcos Cordeiro, de "marca fenotípica" mais clara, assume um discurso mais burocrático, tanto no

que diz respeito à história da comunidade, quanto em relação às características territoriais do quilombo. Sua autoridade sobre o assunto advém da sua permanência e da sua família na região desde tempos imemoriais, o que, segundo ele próprio, o franqueia na autoidentificação enquanto quilombola, apesar da tez mais clara.

Durante os 22 quilômetros que separam o quilombo da sede do município, os dois interlocutores foram me instruindo sobre as vantagens ambientais da comunidade, devido à presença de poços e fontes naturais de água subterrânea. Isso coloca a região numa posição estratégica em relação ao conjunto, inclusive comparada com o município como um todo, cuja rede de abastecimento atinge apenas 27,03% da população total, mesmo estando ele situado às margens do Rio São Francisco. Além disso, o município é banhado pela sub-bacia do Rio Traipu, cujo afluente principal é o Riacho Priaca, antiga denominação da própria Vila Santo Antônio que integra a área quilombola. O quilombo conta com a presença de um reservatório que capta a água proveniente do São Francisco na altura do município vizinho de São Brás/AL.

A presença desses mananciais serve também como importante demarcador territorial da comunidade. Por exemplo, a área principal do quilombo está repartida em três divisões estabelecidas em função da presença dessas fontes. A primeira delas, a fonte do Senhor do Pobres, encontra-se nas imediações da Igreja de mesmo nome, que homenageia o padroeiro do povoado, cuja comemoração acontece no primeiro dia do mês de fevereiro, atraindo um grande contingente de turistas e romeiros de municípios vizinhos, inclusive do Estado de Sergipe, além dos próprios filhos da terra que retornam ao lugar para rever os familiares. É dessa fonte principal que se abastecem os romeiros que se abrigam no entorno da igreja, embora cotidianamente ela sirva mais aos moradores "fidalgos" ou ao chamado povo "civilizado", aqueles cujas residências situam-se na rua principal e pavimentada do quilombo.

A segunda fonte é a dos Negros, numa área de preservação ambiental a qual, ao longo dos últimos anos, vem sofrendo uma redução dos seus limites por causa da construção de casas nas proximidades. O bairro onde se situa essa fonte é vulgarmente conhecido como "Cabeça de Vargem". Trata-se de um lugar que possui grande significado identitário para a comunidade, reconhecido como espaço de sociabilidade pública da população pobre e negra do lugar que a ela recorria, no passado, para lavar roupa, abastecer suas casas e tomar banho, costume este praticado em área reservada da fonte para este fim e protegidas com palhas de coqueiro e ouricuri.

A água da Fonte dos Negros percorre, através de um estreito veio, uma área de mata, também conhecida como Mata da Fonte, até atingir o Reservatório da Bica de Banho, que marca a terceira divisão daquela área quilombola. Essa fonte foi revitalizada para transformar o local em ponto de atração para turistas. Ali se encontra também a Fonte de Água Benta, muito procurada pelos romeiros, principalmente durante a festa do padroeiro, e à qual se atribuem propriedades curativas. Outro forte elemento acionado pela comunidade como indicador dessa identidade remanescente é a chamada mandiocada, que começa com o mutirão em torno da colheita da mandioca e o trabalho coletivo de fabricação da farinha. Esse processo conta com a participação de homens e mulheres. Estas costumam entoar canções enquanto raspam a mandioca, etapa que antecede o processamento e a fabricação da farinha, funções reservadas aos homens.

O resultado é dividido entre os participantes de toda a cadeia produtiva. Essas informações foram obtidas através de material adicional, uma vez que não tive oportunidade de acompanhar uma mandiocada, evento que costuma acontecer a partir de setembro, quando as possibilidades de exploração de outros produtos agrícolas na região reduzem-se em função do clima. A mandioca é o único produto que permite seu cultivo em períodos de estiagem. Saímos

do Mumbaça quando anoitecia, com a sensação de que uma única tarde não seria suficiente para explorar as riquezas e as curiosidades daquela comunidade quilombola. Quanto ao nome do quilombo, Mumbaça é o nome de uma palmeira comum na região (coqueiro-mumbaça), pelo menos no passado, uma vez que sua presença na paisagem atual é escassa. O único exemplar existente encontra-se nas imediações do Reservatório da Bica de Banho e é visto por Bié como símbolo de resistência, cuja história remete ao passado escravocrata, quando negros quilombolas utilizavam suas palhas cobertas de espinhos pretos e longos para construção de cercas de proteção contra a invasão e violência senhorial.

Santo Antônio da Canafístula

A parada seguinte no roteiro das comunidades tradicionais remanescentes quilombolas foi em Propriá/SE, e o quilombo visitado foi o Santo Antônio da Canafístula. Na verdade, a viagem foi um pouco frustrante, uma vez que se tratava de um sábado, dia de feira na cidade. Só encontramos um morador na comunidade, o Sr. Jorge dos Santos, que falou um pouco sobre a história de formação do quilombo, cuja certificação se deu através da Portaria nº 28, de 9 de fevereiro de 2011, emitida pela Fundação Cultural Palmares. Seu Jorge conta que divide a área com mais 7 famílias, formada quase totalmente por casais mais velhos, que residem em casas de alvenaria, enquanto seus filhos moram na cidade por causa da escassez de recursos encontrada no quilombo. Até se estabelecerem no local, seus atuais moradores percorreram várias propriedades do município, vivendo em barracas de lona e fazendo roça de macaxeira, amendoim, tomate, inhame etc., em terras devolutas como as da Companhia de Desenvolvimento Econômico de Sergipe (Codise) e da Pedreira São João, situada na Fazenda Estrela, que dá nome ao acampamento que ali se encontra até hoje.

Por conta dessa proximidade com área de assentamento, é que o processo de regularização fundiária e a legitimação da terra quilombola em Canafístula tem se arrastado por tantos anos, tendo, inclusive, sido objeto de questionamento por parte do Ministério Público Federal quanto à certificação dada, por causa da existência no local desse acampamento, que supostamente tinha também o nome de Canafístula. Esse fato resultou na visita de técnico da Fundação Palmares, o qual constatou que a área certificada era distinta do acampamento. Contudo, somente em 2018, por recomendação da procuradora da Palmares, uma nova visita técnica foi realizada para elaboração de laudo antropológico, resultando na conceção de certidão de autodefinição da comunidade como remanescente de quilombo.

Atualmente, tanto o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária de Sergipe (Incra/SE) quanto a Superintendência de Patrimônio da União (SPU) vêm se mobilizando no sentido de produzir o Relatório Técnico de Identificação e Delimitação (RTID), a fim de estabelecer os limites da terra do quilombo para regularizar a situação da comunidade e assegurar o título coletivo da área para as famílias ali encontradas.

Dentro do próprio movimento quilombola, têm surgido questionamentos quanto à condição reivindicada pela comunidade de Canafístula, uma vez que se trata de uma área muito reduzida (6 tarefas) e abrigando uma quantidade irrisória de famílias que, supostamente, não tendo obtido êxito nos projetos de assentamento da região, recorreram à pauta quilombola (Ribeiro, 2016, p. 169).

Na atualidade, os moradores do quilombo plantam abacate, goiaba, abacaxi, maracujá, roça (macaxeira, feijão, milho, abóbora etc.), sempre em período de inverno, além da criação de animais (porco, carneiro e galinha). A produção é toda voltada para o consumo das próprias

famílias. Sem poder oferecer mais informações, seu Jorge recomendou procurarmos Antônio Marcos Carvalho, presidente da Associação Santo Antônio da Canafístula, com quem conversamos em sua residência na cidade. Marcos conta que todo o processo teve início em 2007, quando o pessoal foi reunido por Gilton, presidente anterior, para receber as primeiras orientações acerca da formação do quilombo. Na época, o grupo era formado por 12 famílias. Contudo, com a falta de recursos, principalmente a água encanada, algumas dessas famílias foram desistindo da empreitada. Seu engajamento no movimento começou em 2012. Contudo, apesar do tempo à frente da comunidade, Marcos não soube informar acerca da situação atual do quilombo do ponto de vista da burocracia, sugerindo procurarmos o antigo presidente, que atualmente se encontra afastado das questões relativas ao quilombo por causa das perseguições e denúncias sofridas. Infelizmente, não foi possível localizar Gilton durante minha passagem por Propriá para confirmar as informações prestadas, de modo que tive que me contentar com o que consegui obter com os dois interlocutores citados.

Tabuleiro dos Negros

A primeira visita ao conjunto de quilombos que compõem a área fronteiriça entre os municípios de Penedo e Igreja Nova, ambos no Estado de Alagoas, aconteceu em 2022 e teve início a partir do povoado Chinaré, pertencente a esse último município, onde os expedicionários são sempre recepcionados pelo já tradicional cortejo dos pescadores da região. Naquele ano, fui auxiliado pelos agentes técnicos do Instituto de Desenvolvimento e Inovação Rural Sustentável de Alagoas (antiga Emater), Cinthia Cristina e Darlan Thomas, além do funcionário da Prefeitura de Igreja Nova/AL, o engenheiro agrônomo Antonio César. Foi possível acessar o Quilombo Tabuleiro dos Negros, situado a uma distância de 15 km, percorridos por uma estrada de terra. O quilombo pertence ao município de Penedo/AL, cuja sede está distante outros 15 km, e faz fronteira com a comunidade originária Alecrim dos Negros, também conhecida como Sapé, pertencente ao município de Igreja Nova/AL, separados um do outro apenas por uma rua. Trata-se da primeira comunidade quilombola visitada por ocasião da Expedição de 2022. O líder da Associação do Tabuleiro dos Negros é Cícero dos Santos, mas foi Maria Quitéria, coordenadora da Associação de Mulheres Agricultoras Quilombolas Pescadoras do Povoado Sapé — Mulheres Guerreiras (MG), quem prestou as primeiras informações sobre a comunidade onde nasceu e criou-se, cuja certificação foi emitida pela Fundação Cultural Palmares através da Portaria nº 25/2007, de 13/03/2007, embora ainda aguarde a titulação.

A conversa com ela girou em torno das dinâmicas religiosas no Quilombo. Ela informa que o padroeiro da comunidade é São Pedro, cujos cultos são realizados na capela existente ao lado de sua casa. O campo religioso local conta ainda com três outras denominações evangélicas e um terreiro de umbanda liderado por Valdemir Santos, mais conhecido no local como Pai Pitô e situado no vizinho Quilombo Sapé. Contudo, a maior rivalidade enfrentada pelo Catolicismo na comunidade é interna. Além das celebrações em homenagem ao padroeiro, organizadas pela família Vital, existe também a devoção à Nossa Senhora do Rosário em igreja própria, construída por Manoel Basílio, cujas celebrações sempre coincidiam com o período carnavalesco: "Independentemente da data que caísse", razão pela qual eram conhecidas como "festa de fevereiro". Quitéria costuma recorrer às memórias da infância para descrever a opulência desses festejos que foram introduzidos na comunidade pelos seus antepassados e mantidos por seu pai, Cazuza Pereira. A festa consistia na realização de novenas na Igreja de devoção à Nossa Senhora do Rosário, além das brincadeiras que aconteciam no Largo da Capela, tais como os "botequins

famosos"; os leilões; as bancas de pescaria; as corridas de argolinhas (cavalhadas); as pegas de boi; e os folguedos populares, principalmente o reisado, as bandas de pífanos e as dramatizações. O ponto alto dessas comemorações, segundo Quitéria, eram as comidas comercializadas na ocasião, entre as quais se encontravam tapioca, cocada, sucrilho e malcasada, entre outras.

Existe uma certa mística nas retóricas vigentes e não descabidas, que buscam relacionar os festejos recentes à devoção passada das Irmandades dos Homens Pretos de Penedo/AL, talvez a mais antiga de que se tem notícia em Alagoas e de onde, nas palavras de Quitéria, muitos dos antigos confrades foram "chutados pelos brancos de lá", antes de buscarem refúgio na atual localidade, mesmo tendo trabalhado para a construir a Igreja de Nossa Senhora do Rosário, sede da Irmandade. São esses "refugiados" que irão fundar no Tabuleiro dos Negros, as capelas de Nossa Senhora do Rosário e de São Pedro. Curiosamente, a "lavagem do Rosário", no adro da igreja de mesmo nome, continua sendo realizada até hoje na cidade, exatamente na sexta-feira que antecede o início do carnaval e com a participação dos integrantes das casas de culto de matriz africana locais e de municípios próximos.

A literatura corrente sobre o assunto costuma relacionar uma série de atos litúrgicos realizados por ocasião dessas celebrações, as quais envolvem a realização de missas, terços, novenas, ladainha e procissões nos templos consagrados ao santo de devoção, além dos ruidosos festejos profanos nos pátios dos templos religiosos, tais como visto por Quitéria em sua mocidade (Sant'Anana, 1989). Toda essa movimentação da "festa de fevereiro" no Tabuleiro dos Negros, talvez seja a razão da rivalidade com os devotos do padroeiro São Pedro, cujos festejos sempre estiveram a cargo da família Vital, também quilombolas. Os Pereira, devotos de Nossa Senhora do Rosário e responsáveis pela organização dos festejos em sua homenagem, também enfrentaram resistência por parte da agência oficial. Quando o representante na comunidade tentou trocar a data das comemorações, despertou a revolta entre os devotos da Santa, conforme depoimento obtido em outra ocasião de outra interlocutora: "[o padre] não quer mais considerar fevereiro o dia de Nossa Senhora do Rosário, ele quer que seja no [dia] 7 de outubro!". (D. Alva apud Mendes, 2017, p. 188).

Além desses dois templos religiosos, existe também no entorno a Capela de Santo Antônio, cuja devoção, por enquanto, está afastada dessas disputas no interior do Catolicismo. Quitéria também mostrou a Palmeira, símbolo do Quilombo. Ela informou que esse tipo de árvore representa as lutas dos quilombolas em várias comunidades. O engenheiro agrônomo Antonio Santos, que mais cedo havia informado ser remanescente quilombola, uma vez que passara sua infância no sítio da família no Tabuleiro dos Negros, também fez menção ao significado dessa árvore que, nas rotas de fugas dos escravizados, servia como ponto de vigilância e de orientação para os refugiados entre os tabuleiros de capim. Quanto à ligação da comunidade com o São Francisco, Quitéria informa que ela advém das atividades que eram desenvolvidas e que dependiam da proximidade do rio, como a pesca e o plantio de arroz, principalmente. Dessa maneira, o São Francisco assume esse aspecto afetivo, porquanto remete a essa memória e ligação com os mais antigos que desempenhavam essas tarefas ribeirinhas. Daí seu interesse em fundar com outras moradoras da comunidade a Associação de Mulheres Agricultoras Quilombolas Pescadoras do Povoado Sapé — Mulheres Guerreiras (MG).

Outro contato estabelecido, nessa primeira visita, foi com o Sr. Jonas Estácio, vice-presidente da outra associação existente no local, no caso a mais antiga e da qual é responsável, entre outras coisas, pela distribuição de cestas básicas na comunidade. Seu Jonas nasceu no Tabuleiro dos Negros e, embora tenha trabalhado um período no Sul e em Salvador/BA, como ajudante

de construção, no geral passou toda a sua vida no quilombo, também conhecido no passado, segundo seu próprio depoimento, como Moitiço do Café, por causa do plantio abundante desse tipo de grão. Além da casa, situada na parte mais urbanizada do quilombo, S. Jonas também possui uma propriedade localizada na região da mata, conhecido como "tabuleiro", razão do nome do povoado, e onde cria animais.

Sapé

Embora tenha visitado o quilombo Tabuleiro dos Negros nas duas últimas edições da Expedição, além de uma visita intermediária em período intercalar, a visita ao vizinho quilombo Sapé, município de Igreja Nova/AL, só aconteceu em 2023 e, curiosamente, também a partir de contato estabelecido com moradores da comunidade que se encontravam no povoado Chinaré. Ali, verificou-se a apresentação do Guerreiro, um auto popular tipicamente alagoano que guarda reminiscências do Reisado e dos Caboclinhos (Brandão, 2003). A apresentação a que assisti foi conduzida pelo mestre Daniel da Silva, residente no povoado Sapé e de quem fui atrás, depois de sua apresentação na Escola Municipal General Arthur Costa e Silva, onde os expedicionários foram recepcionados. Daniel é responsável pela improvisação das peças que são acompanhadas pela orquestra formada por sanfona, caixa e pandeiro, e já está à frente do Guerreiro do Sapé há mais de 30 anos.

Fui reencontrá-lo em sua residência, a qual forma com o conjunto de outras casas onde residem filhos, genros, noras e netos, uma verdadeira vila quilombola dentro da área demarcada. Nas imediações também se localiza a casa de farinha onde se realiza a prática da farinhada entre os meses de agosto e novembro, atividade organizada pelo conjunto dos moradores locais. Seu Daniel informou que nasceu e criou-se naquele lugar. Hoje ele conta com 66 anos de idade, 30 dos quais dedicado à organização do Guerreiro, habilidade que herdou de antigos mestres que realizavam o folguedo na comunidade. Na atualidade, a predominância é de mulheres na composição do grupo, o qual se apresenta nas cerimônias promovidas pela Prefeitura de Igreja Nova, como foi o caso da recepção dos expedicionários no povoado Chinaré, ou em outras ocasiões festivas promovidas por particulares e pela paróquia, principalmente nas novenas em homenagem à Nossa Senhora das Dores e ao Coração de Jesus, que são os padroeiros da comunidade celebrados em setembro e em novembro, respectivamente.

A comunidade Sapé foi certificada através da Portaria nº 185/2009, datada de 19/11/2009 e atualmente residem no local 100 famílias, contando com um total de 1.284 habitantes. Embora pertencente ao município de Igreja Nova/AL, o quilombo está mais próximo de Penedo/AL, fazendo fronteira com o quilombo Tabuleiro dos Negros, ambos situados na zona rural. No passado existia uma grande rivalidade entre as duas comunidades, inclusive pelo fato de os moradores do Tabuleiro serem conhecidos pela sua valentia. De modo que para os moradores do Sapé terem acesso ao quilombo vizinho, precisavam da autorização do delegado do distrito. Essas informações foram prestadas por seu Jonas, o vice-presidente da associação, que as recolheu junto aos moradores mais antigos do quilombo.

Oiteiro

O quilombo do Oiteiro completa a tríade das comunidades tradicionais dessa região do Baixo São Francisco. Embora separado do centro histórico de Penedo/AL, seus contornos se confundem com o emaranhado de ruas e casas do bairro Senhor do Bonfim, causando confusão entre os próprios moradores da região quanto ao desenho da comunidade. Muitos dos habitan-

tes do lugar relutam em reconhecer suas moradias como pertencentes a um quilombo urbano, inclusive para escapar das práticas de racismo que recaem cotidianamente sobre a localidade.

O nome do quilombo advém de sua localização em ponto mais alto da cidade, o que garantia, no passado, um lugar de refúgio mais seguro para negros escravizados em fuga. Sua incorporação à malha urbana se dá após a construção da Rodovia Mário Freire Leahy, o que contribuiu para diminuir as distâncias e o isolamento da comunidade em relação ao resto da cidade.

A certificação do território como comunidade quilombola foi feita através da Portaria n° 29/2006/FCP, de 13/12/2006, onde residem 184 famílias dedicadas à agricultura de subsistência, com a plantação de feijão, mandioca, milho e inhame, mas principalmente à pesca: "Para complementação da renda, as mulheres fazem bordado, crochê, costura e peças artesanais da palha e madeira" (Programa, 2020, p. 6).

As visitas ao bairro foram mais diversificadas, para além das ocasiões das duas expedições. Visitei a localidade em período extraordinário para acompanhar a lavagem do Bonfim no período de fevereiro, que funciona também como uma espécie de prévia carnavalesca, com desfiles de escolas de samba e mela-mela, após a parte religiosa da celebração. Constatou-se que a organização do cortejo religioso é levada adiante pelos integrantes das casas de culto de matrizes africanas.

Na primeira visita feita à comunidade, tive a oportunidade de conversar com duas lideranças religiosas. A primeira delas é o babalorixá chamado Francisco Moura de Faria, mais conhecido na cidade como Bobô, uma variação da palavra iorubá, Mutalambô, que na tradição Ketu corresponde a Oxóssi, o orixá da caça e da fartura (Silva Junior, 2013, p. 14). Bobô é responsável pelo Ylê Axé Sessu Omim Odé Akuerã, embora seu maior reconhecimento na comunidade advenha do fato de ele organizar a Lavagem do Adro da Igreja de Nossa Senhora do Rosário. O monumento não integra o conjunto arquitetônico tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), embora prive de estimado valor simbólico para a comunidade local em decorrência do aspecto histórico. A construção do templo por escravos foi iniciada em 1634 e só concluída no século XIX, para abrigar a Irmandade de Nossa Senhora do Rosário dos Homens Pretos. Dessa maneira, a escolha desse templo para a celebração de abertura do carnaval de Penedo/AL não é aleatória.

Importante destacar também o reconhecimento adquirido pelas religiões de matrizes africanas na sociedade mais ampla, uma vez que, tendo abandonado temporariamente os circuitos privados das celebrações cotidianas, ganham as áreas mais públicas do espaço urbano, inclusive protagonizando a abertura dos festejos carnavalescos na cidade. O préstito costuma se concentrar na Praça Clementino Monte, situada no centro histórico de Penedo/AL, e é formado por integrantes de diversos terreiros da cidade e de municípios vizinhos. Na hora aprazada, os filhos e as filhas de santo, todos de branco, principalmente as mulheres que se vestem como baianas, percorrem em fila dupla o trajeto até a Igreja Matriz de Nossa Senhora do Rosário.

O cortejo é acompanhado por carros de som e trios elétricos, onde, inclusive, alguns iniciados na religião afro dançam com a indumentária dos seus orixás. No caminho, a marcha faz uma parada no Beco da Preguiça, antiga rua da Penha por conta da capela de mesmo nome situada na extremidade oposta do logradouro. A origem para os nomes da atual rua quarenta e três é diversa e controversa, embora nenhuma das versões resulte de pesquisa historiográfica ou de qualquer outra natureza.

Depois dessa etapa, o préstito retorna ao Estreito do Rosário, nome antigo da rua Barão do Rio Branco que termina em frente à Igreja de Nossa Senhora do Rosário, em cuja calçada tem início a outra etapa da lavagem. Nessa ocasião, todo o Largo, que compreende a lateral e a

frente da Igreja, está tomado de pessoas de todas as orientações religiosas. O cheiro de alfazema se espalha no ambiente enquanto se ouvem os sons de atabaques que ecoam a partir do grupo postado no alto do trio Elétrico e acompanhando no chão pelos cânticos entoados por adeptos da religião. Terminada a cerimônia, os filhos e as filhas de santo se recolhem ao terreiro do Pai Bobô no Oiteiro ou às suas próprias casas, enquanto o Largo passa a ser ocupado pelos foliões que transitam acompanhando os blocos carnavalescos, numa clara demonstração da mistura entre o sagrado e o profano, característica dominante nas antigas festas de devoção de Nossa Senhora do Rosário realizadas pela Irmandade dos Homens Pretos de Penedo/AL, a mais antiga de Alagoas.

Segundo o Babalorixá entrevistado em 2022, Jackson dos Anjos da Silva, além de liderança religiosa, é também mediador cultural no Quilombo Oiteiros. Nessa função, organiza o principal evento da comunidade, a Lavagem da Igreja do Senhor Bonfim, templo construído pelos próprios moradores da comunidade e de onde advém o nome do bairro.

O local é conhecido na cidade pela quantidade de expressões artístico-culturais que se apresentam nas celebrações religiosas e festas populares que acontecem na comunidade, como a capoeira, o guerreiro, o pastoril e a baianada, muitos dos quais, provavelmente, remanescentes do tempo em que a área começou a ser ocupada por escravos refugiados. Tais expressões costumam marcar presença nas festividades locais como o Dia do Folclore, o Dia da Consciência Negra e, principalmente, a Lavagem do Bonfim que, normalmente, acontece quinze dias antes do início do carnaval.

O evento, criado recentemente, consiste basicamente na realização do cortejo pela principal rua do bairro, até o cruzeiro de Cristo, localizado no Mirante do Bonfim, na entrada do Quilombo. Ali, encontra-se uma imagem de Cristo Crucificado, situada no alto de um pedestal, o qual se pode acessar por meio de escada lateral. Na ocasião, apenas um dos filhos de santo sobe para lavar a base da imagem. Os demais se postam embaixo, no largo do mirante, o qual também lavam com água perfumada e flores que foram trazidas pelos fiéis durante o trajeto. Na sequência, o cortejo, ainda acompanhado de grupos folclóricos e de capoeira, segue em direção à Capela do Senhor do Bonfim, situada na outra extremidade do bairro, onde será realizada outra etapa da lavagem. Depois de encerrar a parte religiosa da celebração, iniciam-se os festejos carnavalescos com blocos de sujos, transformando o lugar que, até então, estivera envolto em uma aura sagrada, numa contagiante algazarra. Os adultos participam da brincadeira, mas são as crianças e adolescentes quem mais se divertem.

Em 2003, tive a oportunidade de conversar com Wanderley Nunes Lisboa, historiador, guia de turismo e atual presidente da Associação Cultural Quilombola do Oiteiro, fundada em abril de 2022 e cuja sede funciona provisoriamente em sua própria residência. Ele falou sobre a origem e o desenvolvimento da comunidade, cuja ocupação inicial, conforme já mencionado, está associada à presença de escravos fugidos que buscavam a região pelas características estratégicas de proteção oferecidas pelo lugar. Wanderley contou que, ainda no século XIX, as águas do São Francisco chegavam mais perto do bairro, principalmente no período de cheias, quando as águas do rio alcançavam as imediações da comunidade, criando condições favoráveis ao cultivo do arroz. Independente das cheias, em algum ponto da região, os moradores conseguiam apanhar barcos, através dos quais faziam a travessia do rio até a margem sergipana.

As condições favoráveis ao plantio do arroz e à pesca, principais fontes nutricionais da comunidade, tornaram o local objeto de atração para populações desgarradas de outras localidades. Com relação às dimensões do Oiteiro, como já mencionado, existe dificuldade em demarcar seus limites, a começar pela própria distinção do bairro Senhor do Bonfim que

o abarca. Segundo Wanderley, o Oiteiro, propriamente dito, tem início na Escola Municipal Irmã Jolenta no Cristo e termina na rua Santo Antônio, no trecho em que esta é interrompida pela Rodovia Mário Freire Leahy, passando pela Colina do Cristo, marco visual e identitário da comunidade, também conhecido como Mirante do Bonfim, e pela Capela Senhor do Bonfim.

Do ponto de vista da latitude, o perímetro do bairro se estende desde o conjunto Nossa Senhora de Fátima, também conhecido como Coreia, até a Vila Primavera, cujo acesso a partir do quilombo é feito através da Ladeira do Jatobá. Wanderley fez menção à presença de várias figuras religiosas e civis na comunidade, cuja marca contribui para o fortalecimento da identidade negra local, resgate que ele vem realizando como exigência de sua função como presidente da associação. Ele cita a existência de terreiros de candomblé e umbanda, além de rezadeiras como D. Ester, que já reside na localidade há muitos anos; Dona Maria, que mora na Baixada do Cristo; Isaías, fundador da Lavagem do Bomfim; e sua mãe, Dona Marlene, conhecida localmente pelas habilidades na chamada "culinária afro", muito procurada por ocasião das visitas oficiais de autoridades de outras localidades quando em visita à comunidade; Raimundo do Leite, primeiro vereador negro de Penedo; além das lideranças religiosas de segmentos religiosos de matrizes africanas já citadas.

Foi através de Wanderley que conheci Dona Maria Francisca Santos, mestra do Guerreiro Treme-Terra, importante expressão artístico-cultural local, integrado por senhoras da "melhor idade", como ela mesma gosta de declarar, embora também conte com a participação de crianças e alguns poucos homens, sobretudo quando o grupo contava com a presença do palhaço. O grupo é sempre muito requisitado para apresentações em Penedo, principalmente na festa do Bom Jesus dos Navegantes, e em outras cidades do interior. Por exemplo, Dona Francisca informou que em fevereiro iria se apresentar no Juazeiro do Norte, por ocasião da festa de Nossa Senhora das Candeias. Tanto as viagens como as apresentações são patrocinadas pela Prefeitura de Penedo. Na ocasião, D. Francisca informou que nasceu no povoado Timbó, no município de Pacatuba, onde adquiriu o gosto e a habilidade para o folguedo. Ela conta que o marido de uma tia dela, que possuía uma bodega na região onde ela cresceu, convidava grupos de reisados para se apresentarem na sua porta. Dona Francisca conta que adorava assistir a essas apresentações quando era criança, mas participava escondida do pai, que tinha muito ciúme das filhas. Foi nessas circunstâncias que aprendeu as músicas do reisado, levando sua experiência para Alagoas, quando se mudou com o seu marido para Penedo. Contou sobre como funciona o processo criativo, uma vez que ela é responsável pela composição das próprias cantigas que o seu guerreiro apresenta. Ela falou que quando a inspiração surge, ela simplesmente entoa os versos e não costuma registrá-los no papel, pois não "sabe muito ler". No máximo, organiza a ordem das jornadas, que as filhas e colegas colocam no papel.

Na sequência, Dona Francisca mostrou a indumentária (chapéus da mestra e do palhaço, coroas, vestimentas, etc.), os instrumentos utilizados pelo grupo (pandeiro, bombo) que ela conserva na sua casa. As roupas são confeccionadas na própria cidade, por costureiras locais. Despedi-me dela comovido com seu empenho e preocupação com a preservação desse patrimônio vivo.

Brejão dos Negros

A última visita no percurso da Expedição de 2022 foi ao município de Brejo Grande, no Estado de Sergipe, onde se localiza o território quilombola que agrega as comunidades de Brejão dos Negros, Fazenda Resina, povoado Carapitanga e a sede de Brejo Grande. Todo o território

se encontra certificado através da Portaria nº 38930/2006, embora somente em Brejão se tenha verificado o cadastramento das famílias que se autodefinem como remanescentes de quilombo. Foram destinados a esta última comunidade específica 469 hectares das terras que antes integravam a Fazenda Batateira, a qual, por sua vez, é um desmembramento da Fazenda Capivara (São Francisco), desapropriada em março de 2011 por intermédio da Reforma Agrária. A condição étnica de Brejão dos Negros atendia às exigências de preferência legal para ocupação desse tipo de terras públicas pertencentes à união, conforme normas do Programa Brasil Quilombola, que estabelece um conjunto de direitos às comunidades que se autodefinem "remanescentes das comunidades de quilombos". Segundo Bomfim, a garantia de acesso à terra para o agrupamento do Brejão, as Batateiras vão se tornar um símbolo da luta, "é o núcleo representativo da questão quilombola na região" (Bonfim, 2017, p. 190).

As sedes que formam o conjunto do município, apesar da certificação paralela, aguardam até hoje a demarcação das áreas pendentes e o cadastramento das famílias por pautarem suas reivindicações em torno da luta pela terra, dependendo, portanto, de processos mais complexos que envolvem pedidos de desapropriação por parte do Incra, sobre o qual recai a responsabilidade de selecionar os beneficiários e assentar as famílias. A situação do agrupamento Resina ilustra bem a complexidade dessa situação. Uma vez situada nos limites da Fazenda Capivara, território localizado às margens do Rio São Francisco, cercado de extensa mata, mananciais, lagoas e alagados, a regularização fundiária torna-se objeto de cobiça e acirrada disputa e arrasta-se por mais tempo. Segundo Bonfim, "a propriedade se torna uma peça importante em torno da 'luta pela terra' na região" (Bonfim, 2017, p. 74).

De todo modo, as lembranças que permeiam a memória desses processos estão longe da nostalgia quase romântica encontrada no Tabuleiro dos Negros ou da efervescência festiva do Quilombo Oiteiro. Em Brejo Grande/SE, quase toda recordação é dolorosa, uma vez que envolve episódios de violência, fuga, abandono e descaso. O percurso realizado pela família de Clesivaldo Félix Santos, por exemplo, liderança local com quem foi feita a primeira entrevista, traduz um movimento quase generalizado entre os moradores mais antigos dos quilombos que chegaram ao local "corridos de algum lugar". Esses antepassados costumavam se estabelecer em barracões construídos com palha de coqueiro na beira do rio, vivendo de favores ou com a anuência de algum latifundiário. Mesmo escapando dos antigos patrões, essas famílias tinham que se submeter ao sistema de meia na plantação de arroz. Embora "livres de apanhar", não tinham garantia de sobrevivência no final da safra. Nessas fases, a pesca se apresentava como alternativa econômica mais estável para os moradores locais, cuja região oferece uma grande variedade de espécies nativas.

A presidente da Associação Remanescente de Quilombola Dom José Brandão de Castro, Maria José Bezerra dos Santos, mais conhecida como Dona Deca, além de quilombola, também se declara colonizada, ou seja, credenciada na colônia de pescadores do município, o que é uma característica dos moradores da sede do Quilombo, dada a proximidade do rio. Seu depoimento também foi fundamental para acompanhar o processo de luta pela terra, iniciado ainda em 1985, com o incentivo do Padre Luiz Rodrigues e continuado já em 2003, com o apoio prestado pelo Padre Isaías Nascimento, proveniente da paróquia de Propriá/SE, onde atuava à frente das Comunidades Eclesiais de Base (CEBs). Inspirado na Teologia da Libertação, ele retoma em Brejo Grande/SE o processo de luta pelo direito à terra em nome dos menos favorecidos.

Durante muito tempo, as campanhas políticas assumiram caráter fundiário, aproximando suas pautas das campanhas dos trabalhadores sem-terra que visavam à reforma agrária. É nessa

condição que, pelo menos os moradores na sede de Brejo Grande/SE, acamparam durante quase 90 dias no Saramém, povoado construído para acomodar os moradores do antigo Cabeço e de onde foram expulsos pelo prefeito do município de Brejo Grande/SE, buscando na sequência abrigo às margens da rodovia que liga o povoado à sede do município. As campanhas são lembradas por todos com pesar, dadas as situações de penúria e insegurança enfrentadas pelos que estavam na linha de frente do movimento. São comuns os relatos de ameaças, perseguições e humilhações sofridas por todos que ocupavam as terras abandonadas e impingidas por fazendeiros, jagunços e policiais locais.

Do ponto de vista judicial, o antropólogo Wellington de Jesus Bonfim (2017) reconstitui com precisão as etapas da judicialização da questão, a qual envolve a intervenção do Ministério Público Federal, do Ministério Público do Estado de Sergipe e da Procuradoria Geral de Justiça, através da Curadoria dos Direitos Humanos, Controle Externo da Atividade Policial & Conflitos Agrários, além dos religiosos da Teologia da Libertação. "Presidida pelo ouvidor agrário nacional e desembargador Gercino José da Silva Filho, o litígio foi classificado como 'conflito agrário'" (Bonfim, 2017, p, 142-143).

À medida que os processos corriam na Justiça, a questão assumiu uma feição mais étnica. Por esse motivo, foi recomendada pelo MPF a realização de laudo antropológico por servidores da autarquia federal com a finalidade de produzir Relatório Técnico de Identificação e Delimitação (RTID), o qual só foi concluído em 2013.

Na sede Santa Cruz, onde se situa o Quilombo Brejão dos Negros, conversamos com Izaltina, que complementou as informações prestadas sobre a formação do Quilombo e o papel de Igreja nesse processo. Um nome novo aparece para identificar o lugar, antigamente chamado de refúgio, por ter sido escolhido por negros escravizados para se esconder. Ficou evidente em seu discurso que o fato de o agrupamento ter obtido o reconhecimento desejado não traz aos quilombolas no seu cotidiano a tranquilidade desejada. Os relatos sobre perseguição, ameaças e acusações continuam por parte das autoridades locais e grandes proprietários de terras da região, apesar da regularização avançada do território.

O esforço empreendido em tais campanhas deixa exauridos os envolvidos nos processos, como se pode deduzir do discurso de Eneas Rosa dos Santos, que está à frente do agrupamento Resina. Seu relato, tanto do passado como do presente, remete constantemente a situações de exploração por parte dos patrões e a conflitos decorrentes da luta pelo direito à permanência na terra. Eneas também menciona os processos contínuos de expulsão e a indignação dos trabalhadores rurais, que recorrem ao movimento organizado como forma de enfrentamento dos fazendeiros e dos empreendimentos turísticos na região. O nível de perseguição enfrentado por Enéas e seus companheiros chegou ao ponto de ele próprio ter recorrido ao Programa de Proteção às Vítimas e Testemunhas (Provita), embora também possam sempre contar com a parceria do Ministério Público Federal (MPF), representado pela procuradora Lívia Tinoco, responsável pela política quilombola; do pessoal do Movimento Nacional dos Direitos Humanos (MNDH/SE) e da Cáritas Diocesana, entidade ligada à Igreja Católica e representada naquela comunidade pelo padre Isaías Nascimento.

Segundo o parecer técnico conclusivo dado pela antropóloga Ana Lídia Nauar Pantoja, servidora pública lotada na Superintendência Regional do Incra em Belém-SR01, as localidades situadas no conjunto compreendido pelo Quilombo Brejão dos Negros (Resina, Saramém, Carapitanga e Guaratuba) são predominantemente habitadas por pescadores.

> Incluindo os quilombolas, cerca de 90% dos moradores têm o mar, o mangue e a mata como fonte de alimentação e renda. Do mar e rios retiram o pescado, do mangue vêm os caranguejos e da mata as frutas e a criação de abelhas. Os quilombolas não concordam com a devastação ambiental que está acontecendo no local e no âmbito do território pleiteado (...). A maior preocupação da comunidade é o aumento acelerado do desmatamento dos manguezais, transformando-se em fazendas de Camarões. Quem ocupa e se acham donos, proíbem e ameaçam os habitantes quilombolas a adentrarem para catação de crustáceos necessários à sobrevivência, inclusive coma construção de cercas (Pantoja, 2013, p. 9).

Tal constatação revela a necessidade e a importância da demarcação desses territórios tradicionais como alternativa para a conservação e preservação das áreas que formam a bacia do São Francisco.

Pixaim

Por fim, a jornada pelos territórios quilombolas encerra-se com a visita ao quilombo Pixaim, ocorrida na última expedição de 2023. No passado, o lugar era habitado por famílias que viviam da produção do arroz, um tipo de cultura possível devido às várzeas que se formavam no estuário do São Francisco. Após a construção da Usina Hidrelétrica de Xingó, toda a dinâmica da vazão do rio foi alterada, provocando a salinização da água e transformando as condições de uso do solo pela comunidade nativa. Com isso, verificou-se um processo contínuo de imigração para fora da área. Outro episódio decisivo para o destino daquela população foi a criação, em 1983, da Área de Proteção Ambiental (APA) de Piaçabuçu/AL, por meio do decreto de nº 88.421, a qual abrange o território que antes pertencia à comunidade do Pixaim e outras populações vizinhas. Essa medida foi tomada com a finalidade de garantir a conservação do ambiente natural e a proteção de tartarugas marinhas e aves migratórias; contudo, implicou outro processo de migração compulsória para a comunidade que procurou as áreas de dunas mais próximas da foz do São Francisco. No entanto, quando em 2009 Pixaim foi certificada como "Comunidade Quilombola" pela Fundação Palmares, houve um entendimento de que pessoas reconhecidas como remanescentes poderiam permanecer ou transitar pela área protegida.

Por causa do isolamento em que se encontra, o acesso à comunidade só pode ser feito através de barco, meio de transporte que utilizei a partir de Piaçabuçu/AL para chegar até o porto onde fui recepcionado pela líder comunitária Alexandra. Apesar de quase escondida, chama a atenção quando entramos, o tamanho da comunidade, impressão que está associada à presença das dunas que dão à paisagem uma característica de deserto. As residências são escassas e algumas estão erguidas sobre pilotis de madeira para escapar do movimento das dunas. Na ocasião, visitei a casa de Alexandra, feita de madeira e material reutilizado, cuja divisão consiste em dois compartimentos, um no térreo e outro no andar superior ao qual se acessa por meio de uma escada íngreme e sem corrimão, ambos sem divisória. Além da moradia, Alexandra possui um bar ao lado de sua casa. As casas são construídas de madeira e, nesse processo, os moradores contam sempre com a colaboração uns dos outros em regime de mutirão. O entorno das casas está cercado por palhas secas de coqueiro, utilizadas com a finalidade de também deter o avanço da areia. As únicas áreas onde as dunas parecem estáveis são onde se encontra a vegetação de restinga.

Ela conta que nasceu em Maceió, mas que, quando conheceu seu atual esposo e visitou a comunidade, que era o local onde ele viveu a vida toda, encantou-se e decidiu permanecer por

lá definitivamente. A justificativa era a tranquilidade do lugar e o receio de que os filhos que ela já possuía de outro casamento fossem criados no bairro pobre de Maceió de onde ela viera, por causa da violência cotidiana ali existente. Hoje, seus filhos estão completamente adaptados ao "modo de vida muito diferente". Eles se dedicam à pesca, à cata do caranguejo em ratoeira e à roça, como a maioria dos moradores do lugar. As crianças da comunidade frequentam a escola do vizinho povoado de Potengy até o 6º ano do ensino fundamental, cujo acesso é feito de barco. Depois, completam a formação nas escolas de Piaçabuçu/AL, utilizando-se dos ônibus escolares disponibilizados pela prefeitura do município e que apanham no Potengy.

Atualmente, a comunidade está se mobilizando para construir uma escola voltada para a educação dos adultos, uma vez que parte significativa da população mais velha é analfabeta. Alexandra falou sobre as formas de subsistência da comunidade, onde se destaca o plantio do coco, banana, macaxeira, frutas, plantadas em terreno de argila, para consumo próprio, a criação de animais (vaca, cabras e ovelhas, principalmente) e fabricação de doces e cocadas que são vendidos na foz do rio para os turistas. Seu bar é frequentado pelos próprios moradores das redondezas. Na sequência, percorri a comunidade e, no caminho, Alexandra mostrou os poços de água potável que eles abrem em meio ao areal, sem nenhuma cobertura de alvenaria, mas que se conservam límpidos, e de onde os moradores abastecem suas casas, uma vez que não existe água encanada no lugar.

Depois, visitei a capela de Nossa Senhora da Conceição, cujo novenário iria começar no dia seguinte (29/11), sendo os pontos altos da celebração a missa e a procissão realizada no dia 8 de dezembro com a presença do padre de Piaçabuçu/AL. A construção encontra-se encravada nos fundos de uma duna, cuja altura já supera o tamanho do templo. Trata-se de estrutura simples de vão único com um altar, onde ganha destaque a imagem da padroeira, espaço que divide com santos menores como São Francisco, São José e São Miguel. No local, encontrei duas zeladoras, Maria Linete (Netinha) e Maria Angelita (Gel), moradoras antigas do lugar e que contaram sobre aspectos passados da celebração e sobre os cuidados pelos quais são responsáveis na atualidade. Antigamente, a festa acontecia no interior de uma construção de taipa, no mesmo lugar e bem menor que a capela atual. A festa acontece com a limpeza da capela, montagem do altar com os anjos, coroação da santa, etc. O novenário é conduzido pelas próprias zeladoras até o dia principal, quando o padre retorna à comunidade para celebrar a missa principal. No passado, a celebração contava com a presença de grupos de reisado, pastoril e zabumba, todos oriundos de Piaçabuçu/AL. Atualmente, só a banda de pífanos se apresenta na celebração. Para recepcionar os visitantes que costumam acompanhar o padre, a comunidade oferece um almoço. Na parte da tarde, tem a quermesse, na qual vendem salgados e doces, e os leilões. Por volta das 15 horas, tem a celebração da missa e a realização da procissão pelas imediações da capela, subindo e descendo os morros do entorno. Quanto ao nome da comunidade, Linete não soube informar a origem, mas desconfia que tem a ver com o tipo de cabelo "carangolado" da maioria dos moradores, embora os mais antigos não costumassem falar sobre o assunto. Saí do lugar sem encontrar ninguém que pudesse confirmar essa história.

Considerações finais

O que se tentou aqui foi uma etnografia curta das visitas realizadas a um segmento específico encontrado ao longo da expedição. Percorri uma longa distância buscando inspiração na proposta epistemológica contida no livro *Itinerarios transculturales*, no qual o antropólogo americano James Clifford afirma que, embora tradicionalmente a etnografia profissional fosse baseada

na "residência intensiva" dentro dos campos de investigação consagrados, o ideal seria usar como contraponto os "encontros itinerários", pautados nas dinâmicas e nos movimentos característicos das viagens, cujas residências estão em trânsito. Também o historiador Michel de Certeau, em seu texto *Caminhando na Cidade*, nos ensina sobre o significado e a importância do andar como "ato de enunciação", uma vez que permite a apropriação da cidade pelo pedestre enquanto caminha, o qual "faz do lugar um espaço e se relaciona com a cidade através dos seus movimentos".

Este capítulo buscou refletir sobre "encontros itinerários" e caminhadas ao longo de cidades, povoados e sítios localizados ao longo de todo o Baixo São Francisco, região coberta pela Expedição Científica do Baixo São Francisco, cujas últimas edições, 2022 e 2023, pude acompanhar na condição de antropólogo. Dessa forma, este relato etnográfico buscou descrever essa experiência itinerante. Trata-se, portanto, de uma "retórica do caminhar" (Almeida, 2028) ou poderia dizer retórica ambulante sobre o que me levou a lugares recônditos, mas também a regiões bastante movimentadas, carregadas de história e de memórias, as quais guardam entre si a maneira comum do modo de vida ribeirinho.

Evidentemente, o escopo deste artigo não comporta o conjunto da experiência, uma vez que além das visitas às populações quilombolas, percorri também ao longo das duas expedições, territórios indígenas, comunidades de artesão, assentamentos e associações de pescadores.

Chegado, pois, o momento de encerrar este relato etnográfico, constata-se um paradoxo entre o resultado final da descrição e o que havia sido previsto na introdução deste trabalho. Ou seja, embora o espaço de tempo disponível para permanência em cada comunidade fosse bastante exíguo, o material recolhido permitiu uma descrição rica sobre as comunidades visitadas, ainda que com recorte muito reduzido em torno das populações quilombolas. Nota-se, à medida que o relato vai se construindo, que é possível selecionar comunidades estratégicas, representativas de um certo conjunto de modos de vida e de visões de mundo coletivas dessa população ribeirinha e com isso, realizar uma leitura significativa do conjunto.

Ao longo da Expedição, algumas tendências são mais flagrantes aos olhos do antropólogo. Nos trechos iniciais, por exemplo, despontam mais queixas associadas à qualidade de vida das águas do São Francisco e sobre o desaparecimento das espécies nativas responsáveis pelo sustento das populações locais. Todos clamam por políticas públicas capazes de reverter esse quadro que promete se agravar ainda mais, comprometendo o destino de gerações futuras. Outro aspecto que ressalta e que se relaciona particularmente aos territórios tradicionais, diz respeito às retóricas de perdas, de resistência e de lutas cotidianas para assegurar a essas populações originárias e quilombolas o direito à terra. Trata-se de percursos históricos árduos, mas coroados de conquistas e reconhecimentos legais, que dão a outras populações, em processos semelhantes de combate, esperanças de dias melhores.

Um terceiro aspecto a destacar, e que escapa um pouco desse cotidiano de denúncias, lutas e resistências, diz respeito ao aspecto festivo presente em todas essas comunidades ribeirinhas. O circuito de festas do Bom Jesus dos Navegantes, por exemplo, mobiliza inúmeras comunidades situadas ao longo do Vale do São Francisco, apresentando-se como verdadeiro patrimônio imaterial dessas populações tradicionais que habitam suas margens.

Enfim, a investida antropológica na Expedição faz perceber que a riqueza do São Francisco não reside apenas nos seus elementos naturais, representados pelas condições climáticas, os tipos de relevos ou pela fauna e flora localizadas na região, mas principalmente pelas dinâmicas socioculturais produzidas a partir do encontro, das trocas e da convivência dos ribeirinhos que residem nas imediações do rio ou moradores que habitam áreas mais afastadas do leito. Daí

a importância desse aporte antropológico para o entendimento desse aspecto fundamental na compreensão da manutenção do rio.

Referências

ALMEIDA, G. A. F. de. A. F. de. Retórica do caminhar, uma geografia poética. **Aletria**: **Revista de Estudos de Literatura**, v. 28, n. 3, p. 135–148, 2018.

ARRUTI, J. M. **Mocambo**: Antropologia e história do processo de formação quilombola. Bauru: Edusc, 2006.

BONFIM, W. de J. B. **A "Luta pela Terra" no processo de regularização fundiária de Território Quilombola**: o caso da comunidade Brejão dos Negros/SE. 2017. 252f. Tese (Doutorado em Sociologia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

BRANDÃO, T. **Folguedos Natalinos**. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, Museu Théo Brandão, 2003.

CELEBRAÇÕES e saberes da cultura popular: pesquisa, inventário, crítica, perspectivas. Rio de Janeiro: Funarte, 2004.

CERTEAU, M. de. Caminhando na cidade. **A invenção do cotidiano**. Arte do fazer. Petrópolis: Vozes, 1994

CLIFFORD, J. **Itinerarios transculturales**. Barcelona: Gedisa editorial, 1999.

MENDES, D. S. **Com um te botaram com dois eu te tiro!** Um estudo sobre as benzedeiras e dos benzedeiros moradores das comunidades quilombolas de Igreja Nova – Alagoas. 2017. 313f. Tese (Doutorado em?) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

PANTOJA, A. L. N. **Relatório Antropológico**. Território Remanescente de Quilombo Brejão dos Negros, Sergipe. MDA/INCRA-SE/DOEF/SRTQ, 2013.

PROGRAMA de Valorização da Cultura Afro-brasileira na LT 230 KV Nossa Senhora do Socorro /Penedo. **Diagnóstico rápido participativo (DRP**). Recife: Fundação Apolônio Sales de Desenvolvimento Educacional (FADURPE), 2020.

RIBEIRO, R.P. Rede quilombola de Sergipe e organização política da CEMQS. **Aceno**, v. 3, n. 6, p. 159-175, ago./dez. 2016.

SANT'ANA, M. M. de. **Mitos da escravidão.** Maceió: Secretaria de Comunicação Social, 1989.

SILVA JUNIOR, Claudio Gomes da. **Da fé à festa**. Uma análise ritual, simbólica e performática dos festejos da Lavagem do Rosário Largo em Penedo, Alagoas. 2013. 85f. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.

CAPÍTULO 25

ARQUEOLOGIA SUBAQUÁTICA NAS EXPEDIÇÕES CIENTÍFICAS DO BAIXO RIO SÃO FRANCISCO: PAISAGENS E LONGA DURAÇÃO

Paulo Fernando Bava de Camargo[122], *Luis Felipe Freire Dantas Santos*[123], *Gilson Rambelli*[124]

Resumo: Neste capítulo, apresenta-se a contribuição da equipe de Arqueologia Subaquática do Laboratório de Arqueologia de Ambientes Aquáticos da Universidade Federal de Sergipe para a V e a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco. Seguindo um programa iniciado ainda na primeira década deste século – o desenvolvimento de uma Carta Arqueológica do Patrimônio Cultural Subaquático –, obtiveram-se resultados consistentes para a pesquisa e gestão dos bens submersos e à beira d'água desse importante rio brasileiro. Foram monitorados contextos arqueológicos previamente localizados e registrados no Velho Chico/Opará, principalmente em relação ao seu estado de conservação. Em paralelo, mais dados científicos foram obtidos de alguns desses sítios já conhecidos. O contato mais amplo com os/as barranqueiros/as (como a população ribeirinha é denominada) permitiu a coleta de novos dados sobre contextos arqueológicos potenciais. Agora, com a pausa das atividades da Expedição, resta processar os dados e criar ferramentas que permitam interpretar e gerenciar os bens culturais de forma a transformar positivamente a vida da população que vive às margens do Velho Opará.

Palavras-chave: Arqueologia de Ambientes Aquáticos; Arqueologia subaquática; Patrimônio Cultural Subaquático; Carta Arqueológica; Sítio Arqueológico de Naufrágio.

Introdução

Nas duas décadas precedentes, iniciativas de levantamento e mapeamento do Patrimônio Cultural Subaquático (PCS) na região do Baixo Rio São Francisco (BSF), especialmente à jusante da hidrelétrica de Xingó, vêm sendo desenvolvidas através da colaboração de diversas instituições, a maior parte delas de ensino e pesquisa públicas. Dentro desse quadro está o Laboratório de Arqueologia de Ambientes Aquáticos (LAAA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), que em razão dessa parceria com a Universidade Federal de Alagoas (Ufal), tem-se dedicado à pesquisa, ao ensino e à extensão, bem como à proposição de formas de gerenciamento dos recursos culturais da região.

Visa-se, assim, a uma gradual – mas infelizmente lenta – melhora nas condições de preservação dos remanescentes arqueológicos parcial ou totalmente submersos. Isso exige, de forma muito clara, quatro ações dentro do escopo científico da atuação do LAAA no BSF: pesquisa in situ, extroversão do conhecimento para a sociedade – sendo as comunidades ribeirinhas prioritárias nesse processo – monitoramento do estado de conservação dos bens e a parametrização para as ações de salvaguarda das autoridades competentes.

122 Professor do Departamento de Arqueologia (Darq) e do Programa de Pós-Graduação em Arqueologia (Proarq) da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Coordenador adjunto do Laboratório de Arqueologia de Ambientes Aquáticos da Universidade Federal de Sergipe (LAAA).

123 Bolsista de pós-doutorado Capes (PDPG-Posdoc) do Programa de Pós-Graduação em Arqueologia da Universidade Federal de Sergipe (Proarq/UFS). Pesquisador do LAAA/UFS.

124 Professor do Darq e do Proarq/UFS. Coordenador do LAAA/UFS.

Busca-se fazer uma Arqueologia engajada e que não esteja voltada somente para o entendimento do passado (muitas vezes idealizado), mas que também proponha caminhos para uma real apropriação do espaço são-franciscano com justiça social e qualidade ambiental (Ferreira, 2005).

Os panoramas arqueológicos do BSF começaram a ser investigados majoritariamente em função do Projeto Arqueológico de Xingó (PAX), que se estendeu de 1988 até o início deste século, tendo identificado mais de duas centenas de sítios arqueológicos em Sergipe, Alagoas e Bahia, em decorrência das ações arqueológicas voltadas ao licenciamento ambiental da usina hidrelétrica de Xingó. Foi o PAX que deu visibilidade nacional aos remanescentes arqueológicos da região, com destaque aqueles ligados à ocupação pré-colonial, sem, contudo, aproximar a cultura material desses povos ribeirinhos ancestrais do ambiente aquático são-franciscano (Santos, 2013). Apesar dessa lacuna de vinculação de culturas pretéritas ao meio aquático, o legado do PAX é robusto: o Museu Arqueológico de Xingó (MAX), surgido do PAX, mantém-se como instituição fundamental para ensino, pesquisa e extensão, dispondo hoje de condições basilares para endossar trabalhos arqueológicos subaquáticos.

Após breve hiato (no qual predominaram ações de readequação de gestão e estrutura do MAX), o LAAA retorna ao São Francisco em 2016, através de projeto voltado especialmente ao passado pré-colonial do Opará (Almeida; Klokler, 2016), mas também atuando por sete anos na Fiscalização Preventiva Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (FPI), uma força-tarefa dirigida pelos Ministérios Públicos Estadual e Federal de Sergipe (Bava-de-Camargo; Santos, 2022; Bava-de-Camargo; Duran, 2019, com referências anteriores).

Em concomitância com a FPI, a UFS foi convidada a participar das Expedições Científicas da Ufal, a partir de 2020, o que permitiu ao LAAA outra oportunidade de manter as atividades de prospecção e monitoramento do PCS do Rio São Francisco (Rambelli; Duran, 2022). De forma potencialmente inovadora, pôde-se incrementar ações educativas e desenvolver abordagens vinculadas a uma visão de meio ambiente integrado do BSF, com vistas a, em um futuro que de forma taxativa não pode estar distante, criar ferramentas de gestão que integrem sociedade, PCS e meio ambiente para administrar a sobrevivência da Humanidade, atuando diretamente para atingir alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) na Década do Oceano.

Desenvolvimento (Metodologia e Resultado)

A primeira ação, dentro desse quadro apresentado acima, deve ser localização, mapeamento e registro dos bens culturais, atividade basilar desenvolvida dentro do projeto Carta Arqueológica Subaquática do Baixo Rio São Francisco: Inventário Sistemático do Patrimônio Cultural Subaquático, pesquisa autorizada pelo Centro Nacional de Arqueologia (CNA) do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) (Bava-de-Camargo; Santos, 2023).

Projetos de Cartas Arqueológicas Subaquáticas (CAS) regionais foram muito difundidos a partir da década de 1970, desde a Carta de Paris (1972) da *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (Unesco). Os artigos 29, 30 e 31 já chamavam a atenção dos estados-membros para a necessidade de se inventariar, através de documentação e mapas, o máximo possível dos bens culturais, o que propiciaria a proteção deles ("conhecer para preservar"). Décadas mais tarde, a Convenção da Unesco para Proteção do Patrimônio Cultural Subaquático (2001) manteve essas diretrizes (para mais informações consultar Alves, 2001; Pujante, 2001).

Alguns países já realizaram esse dever de casa, tornando a CAS um método para se atingir um determinado fim, e não mais um produto a ser desenvolvido como tal. Mas, o Brasil ainda está muito aquém de conhecer uma pequena parcela de seus bens culturais materiais submersos, sejam eles em água doce ou salgada. A despeito dos esforços das últimas décadas, ainda resta muito a ser feito e as CASs se mantêm como projetos prioritários.

No Brasil, embora os inventários dos bens culturais subaquáticos não sejam novidade – sendo planejados desde o fim da década de 1980, quando uma proposta foi apresentada ao Iphan por pesquisadores e integrantes da Universidade Federal da Bahia (Agostinho, 1988-1989; Rambelli, 2002) – a concretização desse tipo de projeto só se deu neste século. Em termos metodológicos e técnicos, a equipe de arqueologia subaquática do LAAA atua na localização, no georreferenciamento, mapeamento, na caracterização tipológica e no levantamento histórico dos bens submersos ou relacionados à água. Esses objetivos elencados foram realizados com técnicas arqueológicas bastante conhecidas, associadas ao mergulho autônomo científico (ver principalmente *Nautical Archaeology Society*, 2009; Green, 2004; Rambelli, 2002).

A pesquisa realiza ações de campo in situ, ou seja, procura-se não realizar coleta de material submerso porque, embora o MAX tenha condições de realizar operações básicas para a conservação de material úmido, os preceitos da Convenção da Unesco de 2001 recomendam perturbar contextos arqueológicos submersos apenas o mínimo necessário. Coleta de material só se justifica em escavações e em casos de emergência – os adequadamente designados resgates.

Como consequência, o LAAA só retira material arqueológico do meio aquático em casos extremos o que, infelizmente, ocorre bastante no Rio São Francisco, principalmente em função das mudanças ambientais observadas ao longo das últimas décadas, atribuídas de forma geral aos potenciais efeitos da operação da usina de Xingó. Entre 2022 e 2023, ficou claro à equipe de arqueologia subaquática que já se dispunha de um conhecimento adequado sobre o PCS, o que levou os pesquisadores a estabelecer duas diretrizes principais: estimular discentes a desenvolverem seus trabalhos de pós-graduação em sítios arqueológicos identificados, buscando um conhecimento mais aprofundado desses bens; e utilizar a dinâmica de movimento da Expedição para o monitoramento do estado de conservação dos bens previamente conhecidos, envolvendo também uma maior interação com a população envoltória desse patrimônio. É sobre este último ponto que se tratará adiante.

Monitoramento dos contextos arqueológicos

O primeiro contexto arqueológico monitorado foi o do Porto de Piranhas. Até a VI Expedição, havia uma certa preocupação com esse contexto, tendo em vista que nesse importante ponto de embarque de mercadorias e pessoas não se haviam encontrado remanescentes de cultura material típicos de um sítio depositário, tal como em outros locais do BSF.

O intuito do monitoramento deste ano era averiguar as condições dos trilhos de trem submersos, encontrados em 2016 durante a FPI daquele ano, em uma pequena reentrância contígua à rampa do porto atual. Infelizmente, os trilhos não foram localizados porque os barcos da Expedição estavam fundeados exatamente na área, o que pode ter provocado o bloqueio da luz do sol no leito do rio e a dificuldade em percorrer essas áreas de baixa visibilidade. Soma-se a isso o fato de que o mergulho ocorreu logo após um feriado, e a água do rio estava com grande quantidade de material particulado, o que a deixou turva.

Uma reflexão mais aprofundada sobre a razão para os trilhos estarem debaixo d'água leva para além da obviedade: apesar do porto de Piranhas estar logo abaixo do espaço da antiga

Estrada de Ferro Paulo Afonso, os trilhos submersos conduzem o olhar dos pesquisadores a prestarem mais atenção às fontes documentais.

O binômio ferrovia-porto se constitui antes mesmo da operação conjunta dos dois equipamentos, porque o porto, que é anterior à ferrovia, serviu como ponto de partida e canteiro de obras do caminho de ferro, tal como se pode perceber em foto disponível no acervo da Biblioteca Nacional Digital – o areal do porto está dominado por dormentes empilhados (centro e direita das figuras 2 e 3).

Dessa forma, os trilhos submersos permitem uma aproximação efetiva ao trabalho e a trabalhadores/as que construíram a obra – uma boa parte deles/as, potencialmente escravizados/as, uma vez que a ferrovia foi iniciada por volta de dez anos antes da Lei Áurea.

Figura 1 - Foto de 1880 do porto de Piranhas, tomada da margem oposta do rio por I. Mendo. O detalhe mostra tanto os dormentes armazenados quando as choupanas próximas às rochas da beira do rio (esq.).

Fonte: Biblioteca Nacional Digital, 2024 [1880].

Mas, o monitoramento não foi em vão: houve uma grata surpresa durante o mergulho em busca dos trilhos, quando se procurou prospectar em maiores profundidades: a equipe desceu até 18,5 m acompanhando as rochas do porto, o que permitiu um melhor entendimento de alguns dos vetores da dinâmica deposicional do sítio arqueológico.

Além de uma peça estrutural, em madeira, possivelmente de uma embarcação tradicional, identificou-se grande quantidade de fragmentos de utensílios cerâmicos, variando da faiança fina (ou pó de pedra), porcelana, cerâmica local/regional até o grés e, possivelmente, faiança (sem o esmalte), depositados nas rochas e nos bolsões de areia entre as rochas. Uma vez que as camadas de areia do porto são muito espessas, é praticamente impossível localizar cultura

material não contemporânea na superfície da praia e nas porções de areia submersa até 3 ou 5 m de profundidade.

Algumas semanas mais tarde, as fortes chuvas que inundaram o centro histórico de Piranhas e provocaram enxurradas intensas, fartamente registradas e veiculadas nas redes sociais virtuais, mostraram que os processos de formação e transformação desse sítio podem ser mais complexos do que o imaginado.

Figura 2 - Arqueólogos no sítio arqueológico Porto de Piranhas e a peça náutica de madeira

Fonte: LAAA/UFS (2023).

Mais complexidade e humanidade despontam quando se atenta, de novo, às fontes documentais fotográficas: na mesma foto citada acima, pode-se perceber pequenas cabanas de palha nas areias do porto, próximas às rochas mais proeminentes ainda hoje visíveis na paisagem. Seriam pescadores ou trabalhadores da obra naquele acampamento? Seriam os vestígios materiais localizados pela equipe resultado das atividades daquelas pessoas, além dos remanescentes das operações de carga e descarga de mercadorias? Essas e outras perguntas poderão ser respondidas futuramente, quando pesquisas específicas forem desenvolvidas nesse sítio arqueológico desafiador. Por ora, elas permitem enriquecer o entendimento de um contexto mais amplo, sobre as diversas Paisagens Culturais do Rio São Francisco, elementos fundamentais para o direcionamento da CAS.

Em Poço Redondo (SE), no povoado Bonsucesso, e em Pão de Açúcar (AL), povoado Ilha do Ferro, realizou-se levantamento com a sonda, mas os resultados ainda precisam ser analisados em detalhe, pois as condições climáticas e de correnteza estavam desfavoráveis. Aqui vale uma explicação sobre a ferramenta de detecção remota.

O *fishfinder* é uma ecossonda recreacional, cujo transdutor é fixado em haste no bordo da embarcação. O aparelho possui diversas funções acústicas, cuja mais importante para a Arqueologia é o Sonar de Varredura Lateral (SVL). Embora não seja um equipamento que permita um verdadeiro levantamento geofísico do leito do rio, ainda assim constitui ferramenta importante para as pesquisas: o transdutor submerso emite feixes laterais de ondas acústicas, a partir de uma frequência entre 450 e 850 kHz.

Ao atingirem diferentes feições e objetos no fundo do curso d'água, os pulsos sonoros retornam ao emissor, que envia esses sinais modificados ao processador do aparelho, produzin-

do imagens pictóricas digitais, cujo resultado em muito se assemelha a uma fotografia aérea do fundo do rio e dos eventuais destroços nele existentes.

A prospecção indireta por métodos geofísicos ou ferramentas similares é considerada uma etapa básica na pesquisa arqueológica subaquática, *status* que adquiriu ao longo dos últimos 60 anos (Arnold III & Clausen, 1975; Edgerton, 1976; Mazel, 1988; Delgado, 1997; Nautical Archaeology Society, 2009; Rambelli, 1998, 2002, 2003; Bava-de-Camargo, 2002; Green, 2004; Souza, 2006; Duran, 2008; Bava-de-Camargo, 2015).

Em princípio, o levantamento com SVL não revelou nenhum alvo que indicasse a necessidade de investigação em Ilha do Ferro, mas isso não anula o potencial arqueológico da área, pois pesquisas produtivas devem ser necessariamente contínuas. No levantamento feito no sítio arqueológico Banho dos Homens (Bonsucesso), as imagens foram inconclusivas, isso porque a representação dos utensílios cerâmicos submersos no registro digital pode se confundir com as anomalias relativas às rochas do leito do rio. Assim, esse sítio arqueológico representa um desafio para a arqueologia subaquática brasileira, merecendo um trabalho de geofísica aprofundado – incluindo perfilagem sísmica – e mapeamento detalhado que só poderia ser obtido com um resgate arqueológico vinculado à pesquisa de mestrado ou de doutorado, de preferência.

Ainda no povoado Bom Sucesso, vistoriou-se o sítio arqueológico da lancha Moxotó (1917) (Amorim, s.d.), com o objetivo de monitorar suas condições de conservação. Como resultado das inspeções arqueológicas subaquáticas, pudemos observar que as mudanças no nível das águas, com as constantes alterações de vazão da UHE Xingó, propiciaram o deslocamento de sedimento no sítio, evidenciando partes estruturais, outrora cobertas por sedimentos e cobrindo outras partes.

Figura 3 - Arqueólogo realizando investigações no sítio arqueológico de naufrágio da lancha Moxotó

Fonte: LAAA/UFS (2022).

Soma-se à vistoria e ao monitoramento a captação de material audiovisual para produção de conteúdo de divulgação científica para as redes sociais. Uma das principais ações foi o registro da conversa com o ambientalista e memorialista local, Jackson Borges, que nos relatou a história do naufrágio da lancha e a repercussão do evento na memória do Baixo Rio São Francisco.

Figura 4 - Cartilha produzida por meio da parceria da Expedição Científica do Baixo São Francisco com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (Fapeal).

Fonte: Disponível em: https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/publicacoes/cartilha-arqueologia-subaquatica.pdf/view

A Moxotó, em razão de sua forte influência na cultura ribeirinha, demanda estudos aprofundados vinculados a trabalhos acadêmicos específicos. A ação da equipe, dentro da Expedição, restringe-se ao monitoramento e ao levantamento de informações contextuais. É interessante perceber que o fim traumático da lancha ficou marcado na memória coletiva. Mas, o que se pode dizer sobre o seu começo? Dentro de uma perspectiva de História de Longa Duração (Schuster; Garcia, 2020), os episódios – naufrágios – são importantes; porém, a compreensão do processo que encadeia os episódios é indispensável para a tecitura do conhecimento.

O fim da lancha é a chave para a compreensão de seu começo. Por que ela ficou tão arraigada na memória da população? Esse fato levanta a suspeita sobre o tempo que ela operou no São Francisco – ela deve ter sido importante para muitas pessoas, por um longo período. E, de fato, assim o foi. Informações desse tipo, corriqueiras, são encontradas nos periódicos, ou seja, em jornais, almanaques e revistas da época. Um dos acervos mais completos está na Hemeroteca Digital Brasileira, plataforma operada pela Fundação Biblioteca Nacional – e é nesse acervo eletrônico que encontramos a data de operação da "lancha" Moxotó: entre 1892 e 1893, de acordo com informações do *Diário de Pernambuco* (22/05/1892, p. 3; 12/10/1892, p. 2).

Ou seja, a embarcação esteve a serviço por quase 25 anos antes de seu naufrágio... um quarto de século transportando cargas, pessoas, animais, informações, ideias e sentimentos ao longo do trajeto Piranhas – Penedo – Piranhas. Mais interessante ainda são as dimensões e a tipologia da embarcação a vapor, feita de aço (não de ferro): media 25,91 m (85 pés) de comprimento, 4,27 m (14 pés) de boca e calava 0,61 m (2 pés).

Tinha capacidade para 15 toneladas de carga e 60 passageiros – 20 na 1ª classe e o restante na 2ª. Era propelida por roda de pás à popa e desenvolvia impressionantes 9 a 10 milhas (16,67 a 18,52 km/h) contra a corrente. A Companhia de Navegação Pernambucana, que adquiriu a Empresa Fluvial do Baixo São Francisco em 1891-1892, denominava a Moxotó como paquete, mas essa designação era dada para qualquer embarcação que carregava malotes oficiais e não indica o tipo da embarcação que, em realidade, era uma chata. Essa denominação permaneceu até 1909, segundo as referências encontradas em periódicos de Alagoas.

A partir dessa data – e até o fim de seus dias – a Moxotó passaria a ser designada mais frequentemente como lancha. Isso leva a uma pergunta importante, cuja resposta depende de um levantamento bibliográfico exaustivo para fornecer informações textuais que possam ser

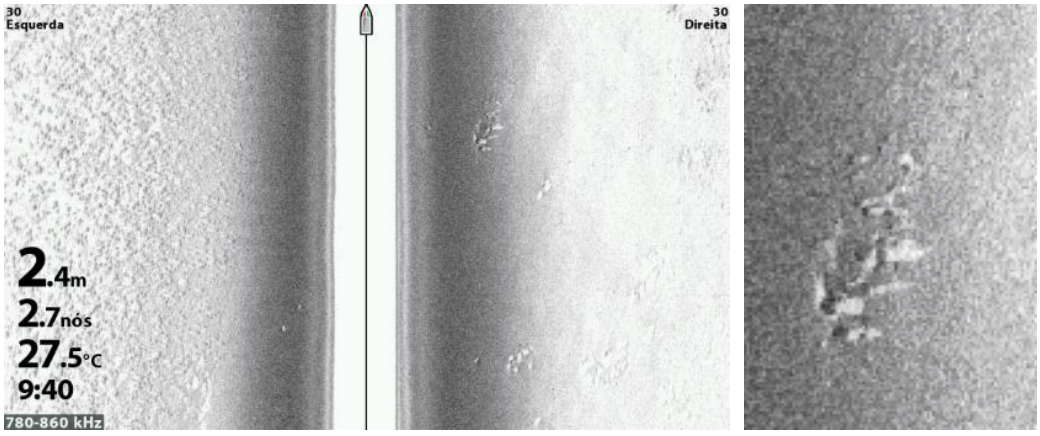
entrelaçadas com as de campo: essa mudança de designação, de chata para lancha, indicaria apenas uma questão de preferência semântica ou apontaria para mudanças estruturais na embarcação – tipo um acréscimo de convés ou troca da máquina? Teriam as potenciais modificações alterado o centro de gravidade da Moxotó, contribuindo para o naufrágio dela? Indagar sobre a reforma da embarcação não é algo meramente indutivo: em notícia d'*O Trabalho*, jornal penedense, escreve-se:

> A Moxotó é uma verdadeira pitorra, incomoda, sem acomodações. Dispõe de um pequeno compartimento destinado especialmente às famílias, (...) Existe [sic] umas sanefas ou empanadas de lona, (...) porém essas nem sempre podem se descer, na ocasião das chuvas e rajadas de vento, ficando por tal motivo os passageiros à mercê das intempéries do tempo, sem terem para onde apelar. Na viagem, se há alguma família no tal compartimento, está tudo perdido... O recurso é levar-se chuva à vontade (do Jornal, 1897, p. 3).

Teriam as possíveis melhorias para a acomodação de malas e passageiros, diante do vento e da chuva do Velho Chico, demanda do novo século XX que iniciava, alterado a estabilidade da embarcação? Na sequência, investigou-se com a sonda a região entre Pão de Açúcar e a Ilha de São Pedro, no município de Porto da Folha, área com a presença maciça de topônimos africanos e informações de canoas de tolda acidentadas. Em razão do desbarrancamento (erosão) ou do assoreamento, dependendo da margem do rio que se observa, os resultados foram singelos, tendo em vista que há grande quantidade de árvores recentemente submersas, as quais geram anomalias muito significativas no fundo homogêneo carregado de sedimentos. Fica, assim, difícil identificar, com a sonda, os remanescentes de embarcações tradicionais de madeira entre árvores submersas.

Além disso, os objetos dos sítios arqueológicos depositários podem ser enterrados pelos novos sedimentos ou carregados pelas enxurradas e caudais. Comenta-se, em Pão de Açúcar, sobre as grandes mudanças nos canais de navegação na altura do Quilombo Mocambo, na margem sergipana, região investigada pelo LAAA, por ocasião da FPI de 2018. Mais adiante, no sítio da Canoa Caiçara/Xocó a equipe conseguiu um bom registro de SVL dessa embarcação soçobrada, além da indicação de possíveis peças desagregadas do conjunto principal. Como o leito do rio é bastante homogêneo nessa região, as anomalias detectadas pelo SVL podem indicar alvos potenciais em meio ao extenso areal, notadamente os utensílios de cerâmica soçobrados de naufrágios de canoas saídas das aldeias indígenas para o mercado de Pão de Açúcar. Embora seja repetitivo, esse contexto arqueológico mereceria pesquisas específicas, tendo em vista o prolífico contexto etnoarqueológico e as dificuldades impostas pelo mergulho científico (Bava-de-Camargo; Santos, 2023), pois essa é uma região de fortes correntezas, apesar – ou em razão – da pouca profundidade, que não atinge os 3 m de lâmina d'água.

Figura 5 - Imagem de sonar mostrando o sítio Canoa Caiçara/Xocó.



Fonte: LAAA/UFS (2023)..

Na sequência, investigou-se com a ecossonda a região do porto de Gararu. Foram identificados diversos alvos potenciais nesse outrora importante, mas ainda profundo porto, local de escala segura para navios de maior calado. Tendo em vista que a equipe pode chegar facilmente ao município por transporte rodoviário e realizar os mergulhos a partir da margem sergipana do rio, deixou-se a investigação desse contexto para uma outra oportunidade científica. No entanto, além da pesquisa, faz-se necessária a extroversão dos resultados e o trabalho de educação patrimonial.

Figura 6 - Divulgação das atividades de pesquisa e da cartilha para a Colônia de Pesca em Gararu/SE

Fonte: LAAA/UFS (2022).

Também no município de Gararu, em 2022, foi realizada a divulgação das atividades de pesquisa arqueológica para os membros da Colônia de Pesca local, onde igualmente foi divulgada a cartilha produzida em parceria com a Expedição, que teve sua versão impressa integrada aos kits didáticos distribuídos para as escolas da região.

Na fachada ribeirinha de Traipu, realizaram-se investigações diretas com mergulho, na tentativa de relocalização de âncora lítica (rocha polida), um remanescente material bastante importante para o contexto regional. Infelizmente, o leito do rio ainda está bastante assoreado, em razão das enchentes dos últimos dois anos, indicando que a peça está soterrada – mas preservada – sob espessa camada de areia. Embora o local esteja sendo lentamente escavado – a

âncora foi achada a 14 m de profundidade, em 2021; em 2022 não havia mais de 6 m de profundidade; neste ano (2023) encontrou-se 10 m de profundidade – ainda levará certo tempo para o reaparecimento da âncora, mantendo-se as condições de remobilização de sedimentos com essa dinâmica atual.

Em Neópolis (SE), fez-se nova investigação sonográfica do sítio arqueológico Naufrágio de Neópolis, localizado em 2017 (Bava-de-Camargo; Duran, 2018). Em concomitância com a varredura por sonar, mergulhos de monitoramento também foram realizados em 2022 e no ano seguinte. Em 2022, houve uma maior dedicação à localização de âncoras antigas submersas, reportadas pelo pescador e marinheiro José Rodrigo (também integrante da Expedição), mas a prospecção não logrou êxito. Embora naquele mesmo ano tenha-se realizado o monitoramento do sítio arqueológico de naufrágio, foi no ano seguinte que essa atividade rendeu resultados excepcionais.

Em 2023, a visibilidade na água estava muito boa para os padrões do local e com pouca correnteza. Foi possível fazer uma avaliação pormenorizada do contexto do naufrágio, diversas filmagens, fotografias e notou-se que a infestação pelo mexilhão dourado havia diminuído significativamente – um efeito que pode ser sazonal, demandando mais atenção nos próximos mergulhos de monitoramento. Alguns fragmentos de utensílios – em cerâmica e em madeira – foram identificados junto à estrutura do casco, bem como descobriu-se o leme da embarcação.

Essa importante peça do navio permite direcionar as pesquisas para a definição do tipo e a cronologia da embarcação que deu origem ao sítio arqueológico. É pouco provável, mas não impossível que o navio tenha sido construído no século XVIII. Estar-se-ia diante de uma embarcação oitocentista, de tamanho inferior a uma corveta – talvez um lugre ou escuna.

Figura 7 - Parte do costado que compõem o sítio arqueológico Naufrágio de Neópolis

Fonte: LAAA/UFS (2023).

Vale destacar que as pesquisas conduzidas até agora se depararam com um padrão de Longa Duração: a população de Penedo, Piaçabuçu, Neópolis e, com menor frequência, de Pacatuba lida com o tráfego marítimo e os salvados marítimos há séculos. Casos extremamente interessantes são os naufrágios do Nancy, do corsário platino e do Potengi. No primeiro caso, a embarcação estadunidense afundou em 1799, carregada de presas de marfim – não se sabe se de elefantes ou de mamíferos aquáticos, pois ela vinha de altas latitudes meridionais – e com

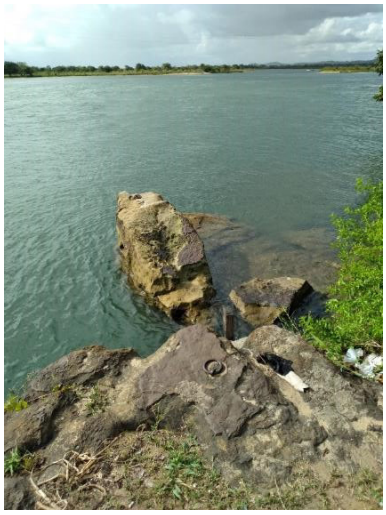
milhares de barris de óleo de baleia. Como o óleo é menos denso que a água, os barris flutuaram e chegaram ao Pontal, onde foram leiloados.

No segundo caso, o navio corsário encalhou na (imensa) praia de Santa Isabel, em 1825. A notícia de jornal que relata o naufrágio comenta, de forma jocosa, que os moradores de Vila Nova de Santo Antônio, atual Neópolis, poderiam pelo menos recuperar as peças de artilharia para seu uso. No terceiro caso, o Potengi, afundado em 1870, estimulou a criação de um povoado homônimo que, muito provavelmente, floresceu em função da salvatagem da carga e das próprias partes da embarcação.

Prospecção de detalhamento na foz

Na sede do município de Penedo, percorreu-se a orla ribeirinha, desde a rampa do porto principal até a rampa da marina pública, no bairro de Santo Antônio, ao norte da Rocheira. Destaca-se, dessa prospecção a pé, ao longo da margem do rio, o registro de evidências que merecerão novas investigações, tais como as argolas de amarração das rochas ao final da rua do Banheiro ou os gravados (picoteados) e bacias polidas nas rochas dos pescadores, entre a Rocheira e o Santo Antônio (anteriormente chamado de Barro Vermelho).

Figura 8 - Argolas de amarração da Rocheira (abaixo da rua do Banheiro)



Fonte: LAAA/UFS (2023).

Figura 9 - Detalhe de imagem aérea oblíqua, obtida nos anos 1970, mostrando a área portuária do fim da rua do Banheiro, a qual parecia bastante maior, pois poderia englobar o pátio traseiro de edificação da rua da Matriz, hoje murado

Fonte: Biblioteca do IBGE, 2024 [c. 1970]

Figura 10 - Bacias polidas e *moldura* picoteada (esq.). Feições que deverão ser estudadas em conjunto com as incisões existentes em Traipu, em Santana do São Francisco (dir.) e, potencialmente, em Lagoa Comprida (São Brás)

Fonte: LAAA/UFS (2023)..

A despeito das pinturas e gravados rupestres, na bacia do Alto/Médio São Francisco serem tema de pesquisa há bastante tempo, ainda não existe literatura em abundância que contemple os grafismos e gravados do Baixo e os outros tipos de sulcos intencionais (afiadores, polidores e calibradores) presentes nas rochas das margens são-franciscanas (ver Martin, 1998; Vergne; Carvalho, 2001; Costa, 2005; Comerlato, 2007; Costa, 2013; Guedes, 2015; Schuster; Garcia *et al*., 2020).

Esse fato torna ainda mais importante a pesquisa integrada desse tipo de material arqueológico. Em 2022, já no fim da Expedição, na foz do rio, procedeu-se a uma prospecção mais rigorosa em sítios arqueológicos que haviam sido identificados em 2020 e no ano subsequente.

Auxiliados por Darly Calumbi e Priscyla Viana, então discentes do mestrado em Arqueologia da UFS, desenvolveu-se o mapeamento dos contextos arqueológicos costeiros, por meio de levantamento não interventivo (sem escavação ou coleta de material), nos municípios de Brejo Grande (SE) e Piaçabuçu (AL).

Para atingir os objetivos pretendidos, realizou-se basicamente caminhamento registrando a posição dos vestígios arqueológicos localizados, com aparelho de GPS e efetuando exaustivo registro fotográfico. Durante a ação, porém, novos contextos arqueológicos foram localizados.

Posteriormente, os dados obtidos do campo foram processados no *software* QGIS, o que permitiu gerar as poligonais dos sítios, informações determinantes para o registro deles junto ao Iphan. Na margem sergipana, os remanescentes das atividades náuticas estão ainda bem visíveis: o Posto Fiscal e o farol do Cabeço – embora sua conservação demande ações emergenciais. Somam-se a eles alguns outros elementos materiais encontrados nas praias, tais como uma chapa metálica identificada próxima ao Posto, medindo 125 cm por 45 cm, que pode ser proveniente de algum dos muitos naufrágios da foz.

Figura 11 - Chapa de metal remanescente de embarcação e o registro de suas dimensões

Fonte: P. Viana, (2022).

Na margem alagoana, delimitou-se com maior rigor os sítios **Dunas de Piaçabuçu** (1 e 2), localizou-se um terceiro sítio, identificou-se uma caverna (peça do esqueleto de embarcação) em madeira, além de três postes metálicos, equidistantes, distribuídos por 200 m. Posteriormente, descobriu-se que eram postes da antiga linha telegráfica.

Figura 12 - Poste de cabo telegráfico, com a arqueóloga registrando sua posição

Fonte: D. Calumby (2022).

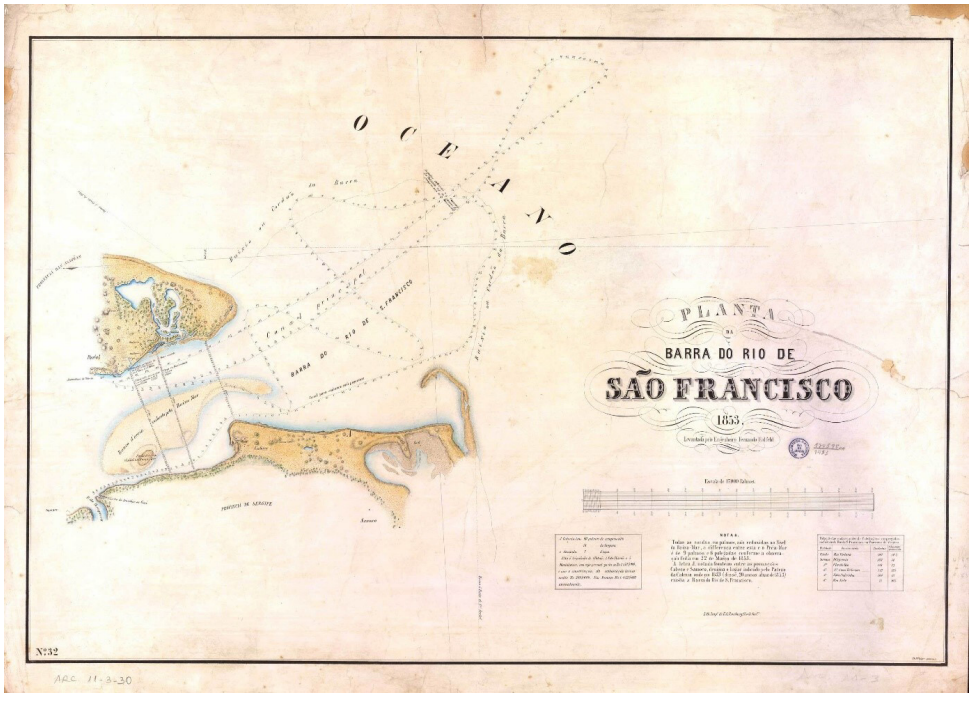
Dando sequência à prospecção, delimitou-se uma nova área de concentração de remanescentes materiais móveis, bastante densa, com grande quantidade de cerâmica, louça (séc. XX), vidro, metal e material construtivo. Pode-se caracterizar a área do antigo povoado Pontal da Barra, ideia corroborada pelas informações orais dos moradores do povoado Saramém, o assentamento mais populoso e longevo da foz, implantado no lado sergipano do rio.

Figura 13 - Arqueóloga analisando os vestígios arqueológicos do antigo povoado Pontal da Barra

Fonte: D. Calumby (2022).

Em continuidade à prospecção nas margens da foz do Rio São Francisco, encontraram-se as bases de concreto da antiga Atalaia que servia para observar e sinalizar a movimentação das embarcações, tanto no mar quanto no rio. A torre foi destruída com o avanço das águas, restando-lhe apenas as bases, visíveis na maré baixa.

Figura 14 - "Planta da barra do Rio de São Francisco", 1853, por F. Halfeld. O detalhe da figura mostra a disposição do antigo povoado Pontal da Barra, a base da praticagem da barra



Fonte: Biblioteca Nacional Digital, 2024 [1853].

Considerações finais

A prospecção, prioritária entre 2016-2022, passou para segundo plano em 2023, mas ainda assim novas anomalias evidenciadas pela sonografia apontaram evidências em Pão de Açúcar, Gararu, Penedo e Neópolis, principalmente. Os relatos orais indicaram evidências a serem pesquisadas em Canhoba, São Brás, Igreja Nova e na foz do rio (Piaçabuçu e Brejo Grande) em futuros projetos de prospecção. O monitoramento se tornou o foco das ações, o que garantiu o melhor entendimento de sítios previamente conhecidos, tais como o Porto de Piranhas ou o Naufrágio de Neópolis.

A continuidade do monitoramento permitirá estabelecer parâmetros objetivos e mensuráveis para elencar prioridades de pesquisa, conservação e extroversão do conhecimento adquirido com o PCS do BSF. A história de vida como estratégia etnográfica tem rendido bons frutos no sentido de interconexão entre o patrimônio material e imaterial, aproximando pessoas de coisas. Por fim, a gestão de bens culturais desponta como uma necessidade real e imediata, cujas ações só poderão ser executadas em conjunto com as comunidades e o poder público, em âmbito regional e não a partir de divisões políticas (estados e municípios).

Daí fica evidente a urgência do planejamento de curto, médio e longo prazos construídos entre as universidades e o Comitê da Bacia do São Francisco, dialogando também com o Iphan e a Marinha do Brasil.

Referências

AGOSTINHO, P. Para um programa de pesquisa sobre arqueologia, história e etnografia navais da costa brasileira: o projecto Archenave. **O Arqueólogo Português**, Série 4, n. 6/7, p. 367-378, 1988/1989.

ALMEIDA, F. O.; KLÖKLER, D. M. **Do sertão para o Mar**: A Fluidez de Pessoas, Ideias e Estilos Tecnológicos na História das Populações Ceramistas do Baixo São Francisco (AL-SE). Projeto Científico. 2016.

ALVES, F. J. S. Para uma Carta Arqueológica do Patrimônio Náutico e Subaquático em qualquer parte do mundo. **Jornadas Latinoamericanas de Arqueología Subacuática**, 2001.

ARNOLD III, J. B.; CLAUSEN, C. A magnetometer survey with electronic positioning control and calculator-plotter system. **Historical Archaeology,** v. 9, 1975.

BASS, G. F. (Ed.). **Ships and shipwrecks of the Americas:** a history based on underwater archaelogy. London: Thames and Hudson, 1988.

BAVA-DE-CAMARGO, P. F.; SANTOS, L. F. F. D. **Relatório Final**: 6ª etapa do Programa de Fiscalização Preventiva Integrada do Rio São Francisco. Equipe Aquática. Subequipe de Arqueologia Subaquática. Aracaju: s.n., 2022.

BAVA-DE-CAMARGO, P. F.; SANTOS, L. F. F. D.; RAMBELLI, G. **Carta Arqueológica Subaquática do Baixo Rio São Francisco**: Inventário Sistemático do Patrimônio Cultural Subaquático - Relatório Final. São Cristóvão/ Laranjeiras: s.n., novembro de 2023.

BAVA-DE-CAMARGO, P.F. et al. Underwater Archaeology in the São Francisco River, Sergipe (2016-2018). **The SHA Newsletter**, p. 42 - 43, 07 maio 2019.

BAVA-DE-CAMARGO, Paulo F. **Arqueologia das fortificações oitocentistas da planície costeira Cananéia/Iguape, SP.** 2002. 000f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

BAVA-DE-CAMARGO, Paulo F. The use of side scan sonar in Brazilian Underwater Archaeology. **2015 IEEE/OES Acoustics in Underwater Geosciences Symposium** Rio de Janeiro. 2015 IEEE/OES Acoustics in Underwater Geosciences Symposium (RIO Acoustics), 2015, p. 1-7.

BAVA-DE-CAMARGO, Paulo F.; DURAN, Leandro D.; RAMBELLI, Gilson. Arqueologia Subaquática no Baixo Rio São Francisco, Sergipe/Alagoas, Brasil. **56º Congreso Internacional de Americanistas, 2018, Salamanca.** Arqueología - Memoria del 56º Congreso Internacional de Americanistas. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 2018. v. 2. p. 1066-1094.

COMERLATO, F. Estudo metodológico em sítios de gravuras rupestres em lajedos, Bahia. **Anais [...]. Congresso da Sociedade de Arqueologia Brasileira**, 15, 2007, Florianópolis. Congresso Internacional da SAB. Erechim : Habilis, 2007. p. 1-14.

COSTA, A. R. S. M. **Documentação e análise da arte rupestre do sítio Dom Hélder**, na fazenda Mundo Novo - Canindé do São Francisco - SE. 2013. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arqueologia)- Departamento de Arqueologia, Campus de Laranjeiras, Universidade Federal de Sergipe, Laranjeiras, 2013.

COSTA, C. Sítios de Representação Rupestre da Bahia (1950-1990): levantamento dos dados primários dos acervos iconográficos das coleções arqueológicas do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade Federal da Bahia (MAE/UFBA). **OHUN – Revista eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais da Escola de Belas Artes da UFBA**, ano 2, n. 2, p. 51-70, out. 2005.

DELGADO, J. P. (Ed.). **Encyclopedia of underwater and maritime archaeology**. London: British Museum, 1997.

DURAN, Leandro D. **Arqueologia Marítima de um Bom Abrigo.** 2008. 338f. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

EDGERTON, H. E. Underwater archaeological search with sonar. **Historical Archaeology**, v. 10, 1976.

FERREIRA, Lúcio M. Transposição de identidades: o patrimônio arqueológico do Baixo São Francisco. In: SÁ, A. F. A. e BRASIL, Vanessa M. (org.). **Rio Sem História?** Leituras sobre o Rio São Francisco. ARACAJU: FAPESE. 2005. P. 51-69.

GREEN, J. **Maritime Archaeology:** A Technical Handbook. Australia: Elsevier Academic Press, 2004.

GUEDES, C. M. **Estudos de Arte Rupestre no Sertão Alagoano**: o sítio Cosmezinho (CZ). 2015. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/revmae/article/view/114979. Acesso em: 2 maio 2024.

HALFELD, Fernando. **Planta da barra do Rio de São Francisco**. Rio de Janeiro, RJ: Lith. Rensburg, 1853. 1 mapa, col., 56 x 82cm. Escala de 17.000 palmos. Disponível em: http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo_digital/div_cartografia/cart170595/cart170595.jpg. Acesso em: 2 May. 2024. Disponível em: http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo_digital/div_cartografia/cart170595/cart170595.html. Acesso em: 2 May. 2024.

MARTIN, G. O povoamento pré-histórico do vale do São Francisco (Brasil). **Clio Arqueológica**, n. 13, p. 9-41, 1998.

MAZEL, C. Nas profundezas do mar: tecnologia de ponta e arqueologia submarina. **O Correio da Unesco**, v. 18, n. 1, 1988.

MENDO, I. F. **Estrada de Ferro de Paulo Afonso**: construção. 1880. Disponível em: http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo_digital/div_iconografia/icon578158_958649/icon578158_958649.pdf. Acesso em: 2 maio 2024.

NAUTICAL ARCHAEOLOGY SOCIETY. **Underwater Archaeology:** the NAS guide to principles and practice. Portsmouth: Blackwell Publishing, 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (Paris). **A Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação**, **a Ciência e a Cultura, reunida em Paris, realizada entre 15 de outubro a 3 de novembro de 2001**, 2001. Disponível em: http://www.unesco.org/new/pt/culture/themes/underwater-cultural-heritage/2001-convention/official-text/. Acesso em: 07 set. 2020

PUJANTE, P. I. La carta arqueológica: una herramienta aplicada à la investigación del patrimonio arqueológico subacuático. J**ornadas Latinoamericanas de Arqueología Subacuática**. Santiago de Chile: Universidad Internacional SEK, 2001.

RAMBELLI, G. **A arqueologia subaquática e sua aplicação à arqueologia brasileira:** o exemplo do baixo vale do Ribeira de Iguape. 1998. 000f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP: Museu de Arqueologia e Etnologia da USP, São Paulo, 1998.

RAMBELLI, G. **Arqueologia até debaixo d'água**. São Paulo: Maranta, 2002.

RAMBELLI, G. **Arqueologia subaquática do baixo vale do Ribeira**. 2003. 000f. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

RAMBELLI, G. **Arqueologia subaquática do baixo vale do Ribeira**. 2003. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

RAMBELLI, G. *et al.* A carta arqueológica subaquática do Baixo São Francisco: contribuições da Arqueologia de ambientes aquáticos às expedições científicas do rio São Francisco. *In:* SOARES, E.; SILVA, T.; VIEIRA, J. (Org.). **O Baixo São Francisco**: características ambientais e sociais. v.2. Maceió: Edufal, 2022. p. 230-252.

RAMBELLI, G. Reflexões sobre o patrimônio cultural subaquático e a Arqueologia. *In.:* LIMA FILHO, M. F.; BEZERRA, M. (org.). **Os caminhos do patrimônio no Brasil**. Goiânia: Alternativa, 2006. p.153-69.

RAMBELLI, G.; DURAN, L. D.; BAVA-DE-CAMARGO, P. F. **Arqueologia Subaquática no Baixo Rio São Francisco, Sergipe, Brasil**: A Participação do Museu Arqueológico de Xingó e do Laboratório de Arqueologia de Ambientes Aquáticos na Fiscalização Preventiva Integrada (2016-2018). Laranjeiras: s.n., 2020.

RIBEIRO JÚNIOR, A.; RAMBELLI, G.; SANTOS, L. F. F. D. Antigo Povoado Cabeço: o primeiro sítio arqueológico subaquático cadastrado em Sergipe. **Anais [...].** Reunião da Sociedade de Arqueologia Brasileira (SAB)-Núcleo Regional Nordeste, 2, 2012.

SANTOS, Luís F. F. D. **Nas Águas do Velho Chico:** Por uma Arqueologia de ambientes aquáticos do baixo rio São Francisco, Sergipe/Alagoas. 2013. 118f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Programa de Pós-Graduação em Arqueologia da Universidade Federal de Sergipe, Laranjeiras, 2013.

SCHUSTER, A.J.; GARCIA, L.G.; ALMEIDA, F. O. de. **Da Pré-História para a História Indígena no Baixo São Francisco**: Arqueologia do Período de Contato Dentro de um Contexto Kariri. 2020. Disponível em: https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/habitus/article/view/7873. Acesso em: 2 maio 2024.

SOUZA, Luiz A. P. **Revisão crítica da aplicabilidade dos métodos geofísicos na investigação de áreas submersas rasas.** 2006. 311f. Tese (Doutorado em Oceanografia Química e Geológica), Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo, 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE. **Relatório:** Inspeção técnica dos artefatos provenientes do rio São Francisco abrigados no Memorial de Sergipe (UNIT) e considerações. Aracaju: Laboratório de Arqueologia de Ambientes Aquáticos, 2009.

VERGNE, C.; CARVALHO, F. Grafismos Geométricos: Hipótese ou Realidade na Área do Baixo São Francisco? **Canindé**, n. 1, p. 157-168, dez. 2001.

CAPÍTULO 26

DEMOCRATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO GEOCIENTÍFICO: O CASO PIONEIRO DO PROJETO IBGE EDUCA *OFFLINE*

Silvânia da Rocha Medeiros Vila Nova[125], *Neison Cabral Ferreira Freire*[126]

Resumo: O capítulo faz um registro sobre as atividades realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio de suas Superintendências Estaduais de Alagoas, Bahia e Sergipe, durante a VI Expedição Científica do Baixo Rio São Francisco, em novembro de 2023. Ao longo de 12 dias de navegação foram visitadas e realizadas atividades do IBGE em 10 cidades ribeirinhas, entre as margens de Alagoas e Sergipe. Neste contexto, em particular, o texto aborda uma nova metodologia ativa com recursos pedagógicos inovadores criados e aplicados nas oficinas realizadas com escolas públicas e privadas da região para a comunidade escolar representada por estudantes e professores do Ensino Fundamental 1.O Projeto IBGE Educa Offline foi pensado, elaborado e aplicado dentro do contexto socioambiental do Baixo São Francisco, permitindo que, aproximadamente, 1.200 alunos tenham participado de atividades lúdicas com conteúdo paradidáticos digitais proporcionados pela plataforma de Ensino a Distância (EaD) do IBGE Educa, permitindo que um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) pudesse se materializar em recurso pedagógico sem o auxílio da conexão simultânea com a rede Internet – algo inovador na região e no próprio IBGE.

Palavras-chave: Educação; Rio São Francisco; IBGE Educa; metodologias ativas; inovação.

Introdução

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) tem como missão "retratar o Brasil com informações necessárias ao conhecimento de sua realidade e ao exercício da cidadania". Dessa maneira, sua efetiva participação na VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, em parceria com a Universidade Federal de Alagoas (Ufal), mostrou-se não apenas aderente à missão institucional, mas também relevante em relação aos objetivos desta jornada científica, notadamente quanto à disseminação de informações geocientíficas para as populações que habitam a região.

A participação do IBGE contou com a colaboração de pesquisadores, analistas, técnicos e jornalistas, cujo período de execução de atividades em campo se deu de 21 a 30 de novembro de 2023. Para tanto, foi necessário reunir equipes de quatro superintendências estaduais do IBGE: Alagoas, Bahia, Pernambuco e Sergipe, além do apoio da sede no Rio de Janeiro, por meio do Centro de Documentação e Disseminação de Informações (CDDI).

Embora os trabalhos de campo tenham ocorrido apenas em 10 municípios, todos lindeiros ao Rio São Francisco (Brejo Grande-SE, Gararu-SE, Igreja Nova-AL, Pão de Açúcar-AL, Penedo-AL, Piaçabuçu-AL, Piranhas-AL, Propriá-SE, São Brás-AL e Traipu-AL), os dados estatísticos e geoespaciais recortados para os produtos especialmente elaborados para a Expedição

125 Analista doutora do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Superintendência Estadual em Alagoas (SES/AL), Seção de Recursos Materiais (SRM); e-mail: silvania.vilanova@ibge.gov.br;

126 Pesquisador doutor do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Superintendência Estadual em Alagoas (SES/AL), Seção de Disseminação de Informações (SDI); e-mail: neison.freire@ibge.gov.br;

contemplaram os 93 municípios, distribuídos entre os estados de Alagoas, Bahia, Pernambuco e Sergipe, que conformam a Região Hidrográfica do Baixo Rio São Francisco, segundo o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHRSF, 2023).

As ações e produtos desenvolvidos na primeira participação do IBGE no programa expedicionário do Baixo São Francisco mobilizaram, direta e indiretamente, um total de 21 servidores públicos federais. Composta por duas equipes em campo, de terra e água, as atividades desenvolvidas pelo IBGE ainda contaram com uma terceira equipe exclusivamente voltada para trabalhos junto à academia e aos programas de comunicação em veículos de radiodifusão. Todos atuavam de forma integrada nas diferentes ações junto à população.

Os trabalhos foram coordenados ao longo de seis meses antecedentes à Expedição pela Superintendência Estadual do IBGE em Alagoas (SES/AL), que desenvolveu uma inovação social inédita em seus processos de disseminação. Até então, tais processos dependiam exclusivamente de amplo acesso à internet para serem realizados, seguindo o protocolo de trabalho orientado pelo IBGE nacional. Entretanto, considerando a realidade regional das comunidades ribeirinhas do Baixo São Francisco e, dentre outras precariedades, a dificuldade de acesso com qualidade à internet nesses locais, a SES/AL adaptou os conteúdos *online* do site IBGE Educa para uma versão *offline*. Assim, foi criada uma tecnologia social pela SES/AL no sentido de melhor disseminar e comunicar os conteúdos disponíveis no site do IBGE, doravante intitulada de projeto "IBGE Educa *Offline*". Tal projeto foi pensado e construído de modo a permitir o conhecimento sobre dados e informações geradas pelas diferentes pesquisas do IBGE sem a necessidade de conexão com a internet (daí o termo *Offline* agregado ao título do projeto IBGE Educa) – uma realidade comum em várias comunidades no Semiárido nordestino e, também, de várias outras regiões do país.

Ao fomentar o mais amplo conhecimento e apropriação territorial, o projeto IBGE Educa *Offline* explorou as realidades socioambientais captadas pelas pesquisas e análises do instituto desenvolvidas nos 93 municípios que conformam o território do Baixo São Francisco, com destaque para aqueles visitados nesta edição da Expedição. Esse projeto permitiu que variados grupos de pessoas atingidas pelas ações do IBGE fossem contemplados com apresentações personalizadas que, dentre outros aspectos, promoveram a democratização do acesso aos dados e informações atualizadas sobre o Brasil e seus diferentes estados e municípios.

Em um movimento inovador para uma instituição pública da Administração Federal com quase 90 anos de existência, a integração dos servidores e pesquisadores especializados do IBGE com os demais pesquisadores e expedicionários estabeleceu um novo padrão no modo de se relacionar e devolver à sociedade os resultados gerados a partir da interação com a população nas diferentes pesquisas realizadas pelo instituto. Novas técnicas e processos foram desenvolvidos, motivados pela necessidade de melhor alcançar os públicos-alvo da Expedição, objetivando uma harmonia com as propostas de educação ambiental e sustentável defendidas pelo programa.

Para as análises e caracterização da Geografia Física a partir das pesquisas realizadas pelo IBGE na área de Geociências, foram convidados dois especialistas nos temas de Vegetação e Geomorfologia da Caatinga e Mata Atlântica – os dois biomas presentes no Baixo São Francisco – os professores doutores Débora Coelho Moura, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), e José Iranildo Miranda de Melo, da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), que especialmente contribuíram para a publicação do livro *Perfil Socioeconômico e Aspectos Geoambientais do Baixo São Francisco 2023* (Freire *et al.* , 2023) – um dos produtos do IBGE para a Expedição, além do capítulo que é parte integrante desta publicação.

Atividades realizadas e produtos elaborados

Considerando a importância estratégica na difusão do conhecimento científico a partir das pesquisas realizadas sob a coordenação da Ufal nas diversas expedições realizadas no Baixo São Francisco, a equipe do IBGE propôs, desenvolveu e entregou os seguintes produtos e ações à sociedade:

a) IBGE Educa *Offline* no Baixo São Francisco: realização de atividades presenciais com alunos das 4ª, 5ª e 6ª séries do Ensino Fundamental 1 de escolas públicas e privadas, conforme agendamento e dinâmica estabelecida pela organização da expedição em cada município visitado, previamente selecionadas a partir de conteúdos paradidáticos disponibilizados pelo site educa.ibge.gov.br e adequados para a versão *offline*, a partir do projeto IBGE Educa *Offline*. Realização de encontros com lideranças em territórios tradicionais indígenas e quilombolas, onde foram apresentados e entregues exemplares dos produtos do IBGE.

b) Resultados do Censo Demográfico 2022: disseminação focada no perfil dos municípios do Baixo São Francisco. Realização de palestra sobre os resultados do Censo 2022 no Campus Universitário, que promoveu a reflexão sobre as potenciais causas das primeiras estatísticas divulgadas da pesquisa.

c) Mapeamento sistemático do Baixo São Francisco: elaboração de imagens satelitais (figura 1), cartas e mapas municipais digitais (figura 2) e físicos, em escala disponível, relativos aos temas relacionados ao meio ambiente, recursos hídricos, geomorfologia, áreas urbanizadas e uso e ocupação do solo, dentre outros, com ampla distribuição às comunidades, gestores públicos e agentes privados.

d) SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática e Banco de Dados Geoespaciais do Baixo São Francisco: realização de palestras introdutórias visando ao mais amplo acesso aos dados e informações dos bancos de dados do IBGE, com enfoque sobre dados produzidos pelas pesquisas do IBGE na área de abrangência do Baixo São Francisco em temas relativos a indicadores, demografia, economia e meio ambiente, em municípios previamente selecionados.

Figura 1 – Carta-imagem do município de Piaçabuçu-AL (em escala reduzida), elaborado pela Seção de Base Territorial do IBGE em Alagoas (SBT/SES/AL) para a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco

Fonte: Freire *et al.* (2023)

Figura 2 – Mapa Base Municipal do município de Piaçabuçu-AL (em escala reduzida), elaborado pela Seção de Base Territorial do IBGE em Alagoas (SBT/SES/AL) para a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco

Fonte: Freire *et al.* (2023).

e) Publicações geocientíficas: elaboração e publicação do livro *Perfil Socioeconômico Municipal e Aspectos Geoambientais do Baixo São Francisco 2023* (figura 3), nas versões impressa e digital, apresentando um "olhar" sobre a região do Baixo São Francisco a partir das diferentes perspectivas oferecidas pelas pesquisas realizadas pelo IBGE. Seu conteúdo reúne reflexões e análises de especialistas, além de um rico acervo de imagens geoespaciais e ambientais da região, contendo os principais dados resultantes do Censo 2022 dos municípios abrangidos pela Bacia Hidrográfica do São Francisco, disponibilizados até a data do evento. Sua produção ocorreu em parceria com a editora Edufal, da Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

Figura 3 – Capa do livro *Perfil Socioeconômico Municipal e Aspectos Geoambientais do Baixo São Francisco 2023*, elaborado por pesquisadores e professores do IBGE, da UFCG e da UEPB para a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco

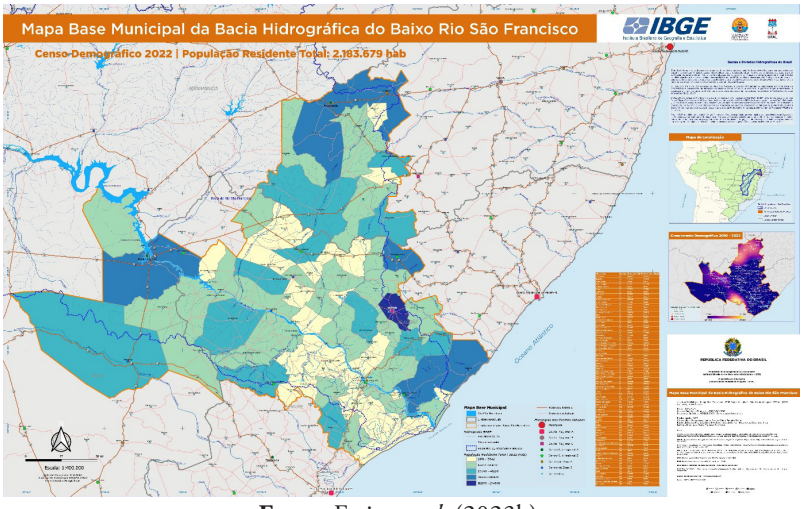
Fonte: Freire et al, 2023.

Nota: O *e-book* está disponível para *download* gratuito no site https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/publicacoes/e-books/perfil-socioeconomico-bsf-2023.pdf/view

f) Produção e impressão de 500 exemplares do Mapa Base Municipal da Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco, em tamanho ABNT A0, destacando todos os municípios da Bacia Hidrográfica, de acordo com o Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco (figura 4).
g) Banco de Dados Geoespaciais do Baixo São Francisco, integrado por dados estatísticos oficiais que contemplam temas da agropecuária, economia e população. Estão disponíveis:
a) Tabelas no formato *.xls (MS Excel) com dados de pesquisas em nível municipal;
b) 93 mapas municipais em PDF;
c) Livro *Perfil Socioeconômico Municipal* (PDF);
d) Plano alternativo de acesso aos dados do IBGE;
e) Folhetos, apresentações digitais e demais conteúdos produzidos para a Expedição;
f) Mapa Base Municipal da Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco (PDF). O acesso ao banco de dados pode ser feito por meio deste link na internet: drive.ibge.gov.br/s/sHtr4wpFW-CdBiCY, senha VI@bsf2023.

h) Doações de publicações: foram doadas centenas de livros às Secretarias Municipais de Educação, bem como kits com folders-mapa, icosaedros e publicações tecnocientíficas que foram entregues para todos os alunos e professores que experienciaram, direta ou indiretamente, as atividades do IBGE em campo.

Figura 4 – Mapa Base Municipal da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (em escala reduzida), elaborado e impresso para a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco



Fonte: Freire *et al.* (2023b).

i) **Palestras especializadas**: realização de palestra tecnocientífica sobre os riscos e impactos do desastre de Brumadinho sobre o Rio São Francisco e apresentação para o programa dos povos de língua inglesa, transmitido ao vivo diretamente das embarcações da expedição, onde foi possível explicar sobre as atividades do instituto e seus propósitos, realçando o valor dos dados das pesquisas do IBGE para o exercício da cidadania no país.
j) **Entrevistas:** realizadas em veículos de radiodifusão e imprensa televisiva, ampliando o alcance da disseminação de dados e informações geradas pelas pesquisas do IBGE.

Todos os produtos e ações desenvolvidos para a Expedição foram oriundos de processos de tomada de decisão compartilhada. Em cada etapa, buscou-se refletir a atenção da equipe à proposta de valor entregue à população do Baixo São Francisco, diretamente e indiretamente impactada pelo rio, valorizando as particularidades do território e do seu povo.

Inovação, fortalecimento e caracterização da economia regional do Baixo São Francisco

Sendo o órgão oficial de produção de dados estatísticos e geoespaciais do país, as ações e produtos geocientíficos produzidos e realizados pelo IBGE na Expedição buscaram reconhecer a importância da inovação e do recorte regional interestadual da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, colaborando com a disseminação e o conhecimento das variáveis que atuam sobre um determinado espaço geográfico.

Este reconhecimento da região se dá, dentre outros fatores, num contexto de pertencimento e valorização do local (regionalismo), ao considerar-se a atual economia globalizada, onde a busca pela inovação determina a inserção das regiões em processos dinâmicos como um motor de aceleração do desenvolvimento socioeconômico das regiões. Conhecer (e reconhecer) essas variáveis é, portanto, essencial para o desenvolvimento regional – daí o papel relevante do IBGE nesse processo.

Em um esforço desafiador, inovou-se ao implementar novas estratégias para disseminar os resultados de suas pesquisas e projetos, democratizando o acesso aos dados e conhecimentos gerados.

De fato, no mundo atual, observa-se com relativa nitidez o contexto da dependência econômica e tecnológica dos países pobres, determinando a inserção destes no processo de globalização. A inovação ocupa um lugar central neste processo, combinando pesquisa, desenvolvimento e interação com as condições econômicas, culturais e sociais presentes em cada espaço, resgatando o papel da região como base da competição econômica (Diniz, 2004) – um aspecto central na disseminação de dados das pesquisas realizadas pelo IBGE na região do Baixo São Francisco.

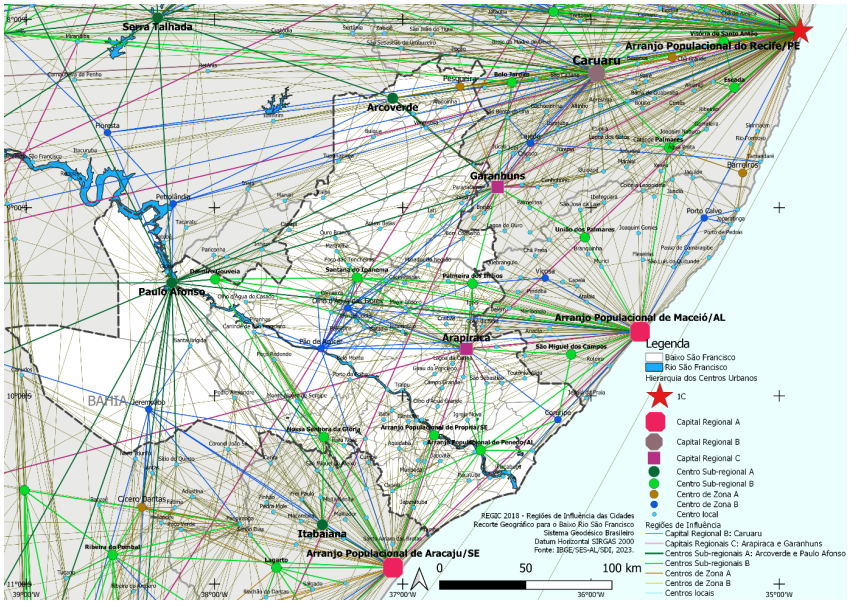
As novas tecnologias de informação e comunicação permitiram o domínio das atividades econômicas pelo setor de serviços, transformando as cidades em centros de consumo por excelência, como mostram os dados do IBGE para a região, especialmente na elaboração do mapa da rede urbana dos 93 municípios a partir da pesquisa Regiões de Influência das Cidades (Regic) 2018 (Freire *et al.* , op. cit.) que define a hierarquia dos centros urbanos brasileiros e delimita as regiões de influência a eles associadas (figura 5).

Mas nem a inovação, nem a interação ocorrem por igual em todas as cidades e regiões. Ao contrário, são contraditórias e espacialmente dependentes. Elas dependem não apenas das vantagens pecuniárias propiciadas pelas economias de aglomeração (aí incluída a redução de custos de transporte), mas também da inegável importância do progresso técnico, especialmente em *clusters* de serviços (Fernandes & Lima, 2006) – a exemplo do crescimento do setor de turismo no Baixo São Francisco.

Todavia, como registra Acselrad (2002), convém observar que o processo de desenvolvimento local (ou territorial) não pode ser entendido simplesmente como uma resposta endógena aos problemas exógenos ocasionados pela globalização. A dinâmica do desenvolvimento de escala local se dá pela combinação de fatores em escalas variadas, não havendo um poder econômico estruturalmente local, privado ou público, mas dimensões locais de um poder que se constrói na hierarquia complexa dos tomadores de decisão. Daí advém, então, a dita perspectiva transescalar

dos processos econômicos, políticos, sociais e culturais: *The construction of scale is a social process* (Smith, 1993:97 apud Vainer, 1999:13). E a região do Baixo São Francisco não foge à regra.

Figura 5 – Mapa da Rede de Influência das Cidades no Baixo São Francisco (em escala reduzida), elaborado e impresso para a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco pelo IBGE/SES/AL



Fonte: Freire *et al.* (2023).

A dinâmica do desenvolvimento em escala local se dá pela combinação de fatores em escalas variadas (como já apontado por Vainer, 1999), não havendo um poder econômico estruturalmente local, privado ou público, mas dimensões locais de um poder que se constrói na hierarquia complexa dos tomadores de decisão que se situam ou atuam em diferentes escalas de forma, muitas vezes, complementar ou articulada.

Mas, o fato crucial é que a produção intelectual tem exagerado ao propagar a ideia de que uma região poderia se desenvolver socioeconomicamente a partir unicamente de sua capacidade endógena, exaltando os sistemas de colaboração e as redes de compromissos locais. Há, portanto, uma crítica ao lugar-comum das teorias que tendem a apresentar locais que desenvolveram ações de competitividade como exemplos a serem seguidos por outras regiões e cidades, relacionando conceitos, categorias e noções entre a "Divisão Social do Trabalho" e o "Desenvolvimento Local/Endógeno". Neste aspecto, Brandão (2004) propõe que toda a ênfase da análise espacial recaia no processo de homogeneização universalizante do capital, arrebatando mesmo os espaços mais remotos a um único domínio, sem fronteiras regionais/espaciais. Portanto, o capital busca as mesmas condições de reprodução em todo e qualquer lugar, contraditoriamente acentuando as desigualdades regionais – condições estas notadamente reveladas pelas pesquisas econômicas do IBGE na região em tela, com destaque para as desigualdades nas atividades da agropecuária regional e na renda per capita.

Pesquisadores que estudam os impactos das inovações têm observado que a valorização de seus benefícios, tanto na sociedade quanto no meio ambiente, carrega também a inquietação com o equacionamento de potenciais problemas causados por essas mesmas inovações (Von Schomberg, 2011; Bessant, 2013; Marion; Fixson, 2021). Desse embate entre benefícios e danos,

surgem alternativas que visam incentivar a criação de novos produtos, serviços e processos com adoção de medidas que possam minimizar problemas socioambientais (Moon; Kahlor, 2022; Voegtlin *et al.* , 2022).

Na geografia, ao se entender a inovação como um processo social e interativo (Ferrão, 2002; Lundvall, 2005), realça-se o valor das interações entre profissionais, pesquisadores, organizações, academia e sociedade. Esse conjunto de atores reunidos em prol de um objetivo comum – ampliar e aprofundar o conhecimento sobre o território e sua população, visando a sua melhoria, conservação e continuidade – verifica-se claramente no programa expedicionário coordenado pela Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

Ao propor sua participação no programa expedicionário, a equipe do IBGE em Alagoas tomou por guia orientador a implementação de um processo de inovação genérico, ou seja, considerou que todo o processo de inovação a ser desenvolvido deveria partir do objetivo de se analisar ideias, selecionar as melhores de forma criteriosa, implementá-las e executá-las com o público e em benefício deste (Tidd, 2020; Vila Nova, 2023). Compreendeu-se que o processo de inovação deveria, desde o princípio, transformar ideias em realidade e capturar valor a partir dos seus resultados (Tidd *et al.* , 2005; Nathan, 2015). Assim, em linha com o que apontam Tidd e Bessant (2009), a gestão do processo de inovação implementado pelo IBGE para a VI ECBSF assumiu o compromisso de transformar combinações de estruturas, recursos e competências em valor, entregando uma parcela desse valor aos beneficiários e capturando outra parcela para o próprio instituto.

Nesse contexto, a Inovação Responsável (IR), que tem recebido crescente atenção por formuladores de políticas e no meio acadêmico (Bennink, 2020), foi escolhida como abordagem teórica orientadora da participação do IBGE, principalmente por considerar questões éticas, sociais e ambientais associadas com a inovação (Von Schomberg, 2011; Vila Nova, 2023). Por salientarem o impacto social e ambiental das inovações, ao mesmo tempo em que buscam mitigar riscos e impactos danosos e prejudiciais à sociedade e ao meio ambiente (Owen e Pansera, 2019), as dimensões da IR (inclusão, antecipação, reflexividade e responsividade) serviram de pano de fundo para o desenvolvimento de um processo de inovação consciente (Stilgoe *et al.* , 2013).

Na VI Expedição Científica do Baixo São Francisco (ECBSF), o trabalho colaborativo e criativo ficou evidenciado, tanto internamente no IBGE quanto em seu relacionamento com os demais atores envolvidos. Liderado pela Superintendência do IBGE em Alagoas (SES/AL) e gerido e coordenado pela Seção de Disseminação em Alagoas (SDI/AL), o IBGE se lançou em um movimento inédito, inovador e disruptivo ao se integrar ao Programa das Expedições Científicas do Baixo São Francisco.

Com uma equipe multidisciplinar, a SDI/AL passou meses discutindo a melhor maneira para atender as regiões remotas contempladas nos trabalhos da VI ECBSF (figura 6). Foi necessário um novo olhar para os processos, ferramentas e produtos de disseminação até então utilizados pela equipe e predominantemente dependentes de meios digitais conectados à rede global de comunicação (internet). Foi preciso expandir as fronteiras do que, até então, prevalecia dentro do instituto quanto a seguir, em todos os aspectos, as orientações institucionais estabelecidas pela sede do órgão. Ao romper com a lógica da replicação, sem levar em consideração a diversidade territorial, socioeconômica, cultural e ambiental prevalecente no Brasil, a SDI/AL inova em seu posicionamento e compreensão do seu papel em um contexto muito mais amplo e diverso.

O processo de ideação do projeto partiu do reconhecimento mais aprofundado do contexto alcançado pelos trabalhos da Expedição. Compreender a realidade da população que vive

às margens do Rio São Francisco, na perspectiva da própria população, amplamente captada pelas expedições científicas anteriores (Ufal, 2023), possibilitou uma série de reflexões sobre as desigualdades sociais, econômicas e, dentre outras, de infraestrutura básica de acesso aos dados e informações produzidas pelas pesquisas do IBGE.

Figura 6 – Reunião de planejamento da equipe do IBGE com a assessoria de comunicação do programa expedicionário da Ufal

Foto: Nathalia Leal, Acervo IBGE (2023).

A clareza sobre a importância dos resultados e conhecimentos gerados pelo Instituto alcançarem toda a população, que inclusive participa ativamente como "informante" sempre que convocada, em pesquisas censitárias ou amostrais, provocou a equipe da SDI/AL e potencializou seu desafio em sua primeira participação como expedicionária. Chegou-se à seguinte conclusão: o fato de o IBGE disponibilizar dados e ferramentas gratuitas em seu site oficial (www.ibge.gov.br) não significa que todo cidadão, em território brasileiro, conhece e tem acesso pleno a esse "retrato" do Brasil.

A inquietação aconteceu em tamanha profundidade em todos os diretamente envolvidos nos processos de disseminação que resultou na proposta e composição de uma nova forma de alcançar a população adulta e, principalmente, infantojuvenil, independente do ambiente e dos recursos disponíveis. Foi preciso inovar! A culminância de todo esse processo reflexivo e colaborativo gerou a inovação incremental (OECD, 2018) no processo de disseminação dos dados a partir do Projeto IBGE Educa *Offline*.

O Projeto IBGE Educa *Offline* deriva do Projeto IBGE Educa, que se constitui em um portal na internet criado pelo IBGE (https://educa.ibge.gov.br/), voltado para a educação de crianças e jovens, com linguagem lúdica e acessível aos diversos níveis educacionais. Também há um grande volume de material didático disponível para professores dos ensinos fundamental e médio. Até então exclusivamente *online*, o acesso aos conteúdos do IBGE Educa se limitava aos ambientes integrados por equipamentos conectados à internet.

Em Alagoas, já havia um trabalho intenso de disseminação junto às turmas de ensino fundamental, tendo sido contemplados mais de 2.000 alunos e alunas nos últimos anos com as abordagens presenciais realizadas pela equipe da SDI/AL, principalmente na capital Maceió. A condição necessária para a realização desse trabalho de campo exigia equipamentos de mídia conectados à internet, em sala ambientada, com número máximo de alunos estabelecido pre-

viamente. No entanto, esse ambiente "ideal" provavelmente não seria aquele a ser encontrado pela equipe do IBGE que estaria imersa nos trabalhos de campo durante a VI Expedição.

O projeto IBGE Educa *Offline* esteve presente com atividades de letramento geográfico e estatístico para estudantes do 5º e 6º anos do Ensino Fundamental I (figura 7). Turmas de anos superiores também foram contempladas em diferentes momentos.

Figura 7 – *Slides* da apresentação realizada na VI Expedição Científica do BSF.

Fonte: IBGE/AL (2023)

Nota: Na apresentação original deste material, ao clicar nos municípios destacados, um rol de dados estatísticos, geográficos e históricos, de cada município, são relacionados. Todos os dados atualizados foram extraídos das pesquisas do IBGE, disponíveis no site do Instituto, de acesso público e gratuito.

A figura 7 destaca *slides* que integraram a versão personalizada do material preparado especificamente pensando nas necessidades e particularidades do público alcançado pela referida expedição – estudantes do Ensino Fundamental I. A promoção da melhor compreensão do contexto da Região do Baixo São Francisco, especialmente dos municípios visitados e de suas particularidades, conduziu a preparação do material instrucional utilizado e as apresentações educativas.

As ações da equipe do IBGE na VI ECBSF também envolveram: (1) divulgação científica; (2) distribuição de material didático para escolas e bibliotecas públicas dos municípios parceiros (figura 8); (3) realização de palestra sobre os diferentes canais e ferramentas digitais gratuitas disponíveis para acesso aos bancos de dados geográficos e estatísticos do Instituto; (4) produção e impressão de 500 exemplares de um mapa inédito - Mapa Base Municipal da Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco, contendo os 93 municípios da bacia hidrográfica, de acordo com o Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco; (5) palestra sobre a Plataforma Geográfica Interativa (PGI); (6) produção e lançamento de publicações e obras que exaltam características socioambientais e econômicas da região do Baixo São Francisco (mapas interativos, livro); (7) composição de um Banco de Dados Geoespaciais da região do Baixo São Francisco; (8) visita e entrega de materiais a comunidades de povos tradicionais (quilombos) e povos originários (aldeias indígenas); (9) participação no programa de povos da língua inglesa, com interação ao vivo em aula síncrona para alunos localizados no Canadá e Estados Unidos; e (10) realização de entrevistas em veículos de radiodifusão e imprensa televisiva, ampliando o alcance da disseminação de dados e informações geradas pelas pesquisas do IBGE.

Figura 8 – Entrega de publicações e materiais didáticos às secretarias municipais de Educação dos municípios a serem visitados pela VI Expedição Científica do BSF

Fonte: Nathalia Leal, Acervo IBGE/AL (2023).

Nota 1: As caixas foram preparadas com materiais enviados pelo Centro de Disseminação e Divulgação do IBGE – CDDI/RJ e materiais produzidos na SES/AL. Cada município recebeu, pelo menos, duas caixas.

Nota 2: Materiais didáticos e de disseminação também foram entregues em todos os eventos e palestras realizadas pela equipe do IBGE no campo. Tudo segue disponível no site do IBGE, para *download* gratuito.

Nota 3: Na foto, servidores da SES/SE no momento da entrega de 6 caixas ao município de Penedo/AL.

Sobre as publicações tecnocientíficas, destaca-se, como já mencionado, a elaboração do livro *Perfil Socioeconômico Municipal e Aspectos Geoambientais do Baixo São Francisco 2023*, nas versões impressa e digital (figura 3). Seu conteúdo apresenta o "olhar" sobre a região do Baixo São Francisco a partir das diferentes perspectivas oferecidas pelas pesquisas realizadas pelo IBGE. Esta publicação reúne reflexões e análises de especialistas, além de um relevante arcabouço de imagens geoespaciais e ambientais da região, contendo os principais dados resultantes do Censo 2022 dos municípios abrangidos pela Bacia Hidrográfica do São Francisco, que estavam disponíveis até a data do seu lançamento. Sua produção ocorreu em parceria com a editora Edufal, da Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

O impacto social dessas iniciativas inéditas, pioneiras numa instituição de excelência reconhecida internacionalmente, com mais de 90 anos de existência, ainda não pode ser medido em sua totalidade. No futuro, poderá ser mensurado, quem sabe, a partir das ações e intervenções ativas da própria população, direta ou indiretamente alcançada pelos trabalhos desenvolvidos pelos pesquisadores e apoiadores da VI Expedição e do IBGE.

O empenho e o entusiasmo da equipe de expedicionários do IBGE foram movidos pela determinação em aproximar a prática da teoria que diz que todos os cidadãos brasileiros, independentemente da sua condição de vida e local de residência, têm o direito de, ao menos, ter acesso a dados que lhes permitam uma melhor e maior compreensão da realidade onde vivem. Partindo desse princípio, a equipe do IBGE alinhou e harmonizou seu intenso trabalho aos propósitos da já consolidada e reconhecida equipe de expedicionários dessa gigante e valorosa operação, que se desenvolve com a proposta de reconhecer esse território para transformá-lo (Ufal, 2023).

A próxima seção realçará as ações implementadas pela equipe do IBGE. Foram muitos os desafios aceitos, vivenciados e superados para que fosse possível executar de forma responsiva

os trabalhos em campo. A frase "Navegar é preciso…", do genial escritor português Fernando Pessoa, nunca fez tanto sentido!

As atividades e os produtos tecnológicos desenvolvidos para a VI ECBSF seguiram o padrão institucional impresso nos demais produtos do IBGE. Cada um dos produtos e ações exclusivamente preparados para a Expedição passou por uma série de momentos distintos. Estes, por sua vez, consolidaram cada etapa do processo básico que deu origem ao plano de ação dos expedicionários do IBGE, relacionadas no Quadro 1, sob a perspectiva da abordagem da Inovação Responsável.

Enraizada na Academia, a abordagem da Inovação Responsável (IR) se configura como uma abordagem teórica que busca a promoção da ciência e das tecnologias emergentes, com a inovação compreendendo as organizações (Owen *et al.,* 2021). Ao valorizar a cooperação entre organizações públicas e privadas, incluindo empresas, governos de todas as esferas, instituições científicas e tecnológicas e a sociedade em geral, a abordagem da IR enaltece, dentre outros, a capacidade de reflexão conjunta, o planejamento de inovações de forma inclusiva e a atenção aos impactos futuros das decisões e ações presentes (Owen; Pansera, 2019; Vila Nova, 2023). Essas orientações fortaleceram a determinação da aplicação das dimensões da IR na construção de cada etapa do processo desenvolvido para a participação do IBGE na VI ECBSF, descrita no Quadro 1.

Quadro 1 – Plano de ação do IBGE, a partir das dimensões da Inovação Responsável

Dimensão Inclusão: Abrange a abertura de visões através de processos de diálogo, engajamento e argumentação crítica e construtiva, considerando diferentes perspectivas das partes interessadas (Stilgoe *et al.* , *Op. Cit.*), incentivando a participação para além daquelas meramente consultivas (Silva *et al.* , 2019).	
Etapas	**Descrição**
Levantamento das necessidades	Identificação de demandas internas ou externas, envolvidas com as atividades e ações, direta ou indiretamente relacionadas com a VI ECBSF.
Identificação de atores	Indicação de profissionais e organizações com potencial para contribuir com o desenvolvimento das atividades do IBGE na VI ECBSF.
Articulação	Designação dos papéis que cada pessoa poderia/deveria assumir na condução de cada uma das ações identificadas como necessárias.
Reuniões	Os membros da equipe da SES/AL, além de se reunirem continuamente, provocavam os demais profissionais envolvidos de outras seções e outras SES do IBGE, e de outras organizações parceiras e, em conjunto, deliberavam sobre diferentes aspectos inerentes à gestão das atividades, materiais, tecnologias e projetos sob análise.
Dimensão antecipação: Busca identificar oportunidades de inovação a partir da análise do ambiente dinâmico e avanço das tecnologias, superando adversidades e riscos, tanto em termos dos processos quanto relacionados aos resultados das inovações (Stilgoe *et al.* , *Op. Cit.*), contribuindo para que as inovações alcancem resultados positivos (Iakovleva *et al.* , 2019).	
Etapas	**Descrição**
Prospecção	Exercício baseado nas interações voltadas ao relacionamento de objetivos, métodos, logística e produtos para as diferentes possibilidades no atendimento às demandas identificadas e latentes passíveis de serem realizadas, dentro da missão institucional do IBGE. Também foram realizados, em diferentes momentos, levantamentos dos possíveis desdobramentos das ações e resultados, desejados e não desejados.
Estratégias	Verificação dos prazos, recursos disponíveis, potenciais contatos capazes de contribuir para o andamento das demandas identificadas. A partir da clareza sobre os recursos financeiros, estruturais e humanos disponíveis, indicação das melhores abordagens a serem implementadas no processo de transposição da teoria para a prática do plano de ação.

Prototipação	Realização de testes visando ao aprimoramento do resultado final. Testes de material, de equipamento, de procedimentos, de infraestrutura, tanto no ambiente interno quanto no ambiente externo. A equipe do IBGEeduca foi para o campo testar a nova tecnologia criada para disseminação dos dados em três escolas da cidade de Maceió, simulando o ambiente e condições que seriam encontradas durante a VI ECBSF.
Dimensão Reflexividade: Estimula a busca pelo maior conhecimento acerca da inovação e dos seus resultados e impactos potenciais. Envolve o refletir sobre os propósitos, motivações e repercussões, planejadas e aquelas não desejadas. Tanto em termos de processos quanto de resultados, essa dimensão propõe a reflexão sobre o que é conhecido e o que pode estar sendo subestimado (Stilgoe *et al.* , *Op. Cit.*).	
Etapas	**Descrição**
Avaliação	A equipe se reúne periodicamente com o determinado propósito de avaliar o andamento das atividades e evolução do plano de ação, com atenção quanto às repercussões, internas e externas, das ações empreendidas e dos seus potenciais resultados.
Dimensão Responsividade: É entendida como uma capacidade de responder, de forma inteligente e efetiva, no tempo apropriado e com maior grau de precisão, a novos valores públicos, bem como a novas circunstâncias que surgem no ambiente (Vila Nova, *Op. Cit.*). Ao absorver conceitos de ética, tomada de decisão, compartilhamento de informações e conhecimentos, competência para entender e disseminar uma visão engajada, a responsividade representa um fator aglutinador da antecipação, reflexividade e inclusão, viabilizando o desenvolvimento de orientação no processo de inovação.	
Etapas	**Descrição**
Prática	Cada membro da equipe dedicado a realizar o que ficou sob sua responsabilidade no delineamento do plano de ação, adotando uma postura proativa, colaborativa e flexível diante da dinamicidade do ambiente e das demandas.
Comunicação	Instâncias superiores ou externas foram mantidas informadas, refletindo um alto grau de transparência dos planos e ações empreendidas. A comunicação foi transversal em todas as etapas do processo, se apresentando como fundamental para que as respostas atendessem, dentro do tempo necessário, às necessidades e às exigências do programa expedicionário.
Revisão	Reelaboração de etapas/atividades/produtos avaliados como insuficientes para alcançar os objetivos propostos.

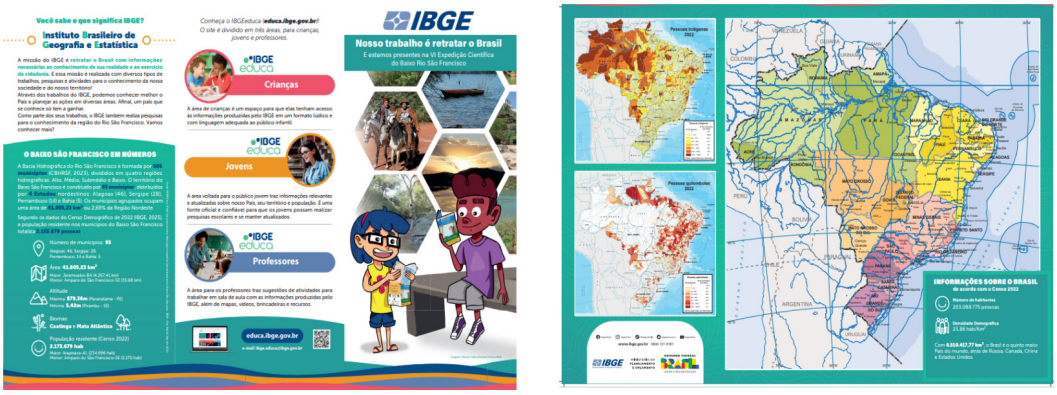
Fonte: Autores (2024).

Todos os produtos e ações desenvolvidos para a Expedição foram oriundos de processos de tomada de decisão compartilhada. A cocriação esteve presente em cada uma das etapas do planejamento e execução. Buscou-se refletir a atenção da equipe à proposta de valor que deveria ser entregue à população do Baixo São Francisco, direta e indiretamente impactada pelo rio, valorizando as particularidades do território e do seu povo.

Produtos e ações desenvolvidos

Antes dependentes de acesso amplo à internet, os recursos e canais digitais que reúnem os dados e informações produzidos pelas pesquisas do IBGE passaram por um processo de reestruturação visando potencializar o seu alcance e impacto neste programa expedicionário (figura 9). A tecnologia social elaborada e implementada no modo de disseminar e comunicar os conteúdos que integram o projeto IBGE Educa *Offline* foi pensada e construída de modo a permitir o conhecimento sobre dados e informações geradas pelas diferentes pesquisas do IBGE sem a necessidade de conexão com a internet.

Figura 9 – Folder-Mapa do IBGE Educa para a VI Expedição do Baixo São Francisco, inédito no IBGE



Fonte: IBGE (2023).

O esforço na produção de materiais personalizados que retratassem a população local e sua realidade, na perspectiva das pesquisas do IBGE, fortaleceu o sentimento de pertencimento da população e o reconhecimento do seu território. Contendo dados estatísticos, imagens personalizadas da região do Baixo São Francisco e informações gerais sobre o Brasil, o Folder-Mapa foi preparado exclusivamente para a VI Expedição. O Folder-Mapa foi produzido em parceria entre a SDI/AL e o CDDI/RJ especialmente para o projeto IBGE Educa *Offline*, implementado e distribuído para toda a população infantojuvenil contemplada pelas atividades do Instituto na VI Expedição Científica BSF. Foram produzidos, também, materiais capazes de facilitar o entendimento sobre o desenvolvimento de cada uma das atividades do IBGE durante a Expedição (figura 10).

Figura 10 – Folhetos explicativos sobre evento e ferramentas disponibilizados pelo IBGE

Fonte: IBGE/AL (2023).

Nota: Todos os materiais foram distribuídos física e virtualmente, antes e durante os trabalhos de campo, com o objetivo de divulgar amplamente o papel do IBGE e os produtos entregues na VI Expedição Científica BSF.

O Banco de Dados Geoespaciais do Baixo São Francisco foi integrado por dados estatísticos oficiais que contemplam temas de agropecuária, economia e população. Seu conteúdo inclui: a) Tabelas Excel com dados de pesquisas em nível municipal; b) 93 Mapas municipais (PDF); c) Livro *Perfil Socioeconômico Municipal* (e-book, PDF); d) Plano alternativo de acesso aos dados do IBGE; e) Folhetos, apresentações digitais e demais conteúdos produzidos para a Expedição; f) Mapa-Base Municipal da Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco (figura 4). Dentre os eventos tecnocientíficos realizados, houve uma palestra introdutória que visou facilitar o amplo acesso a dados e informações dos bancos de dados do IBGE. Seu guia condutor teve como foco os dados produzidos pelas pesquisas do IBGE na área de abrangência do Baixo São Francisco, em temas relativos a indicadores, demografia, economia e meio ambiente, em municípios previamente selecionados (figura 11).

Integrada por gestores públicos, profissionais de diferentes áreas de atuação e estudantes de diferentes cursos de graduação, a palestra foi ministrada por servidores do IBGE e coordenadores da instituição na referida expedição. O evento configurou-se como um espaço de interação direta, estreitando diálogos e reflexões sobre problemas, suas causas e potenciais soluções acerca de diferentes aspectos do território abrangido pelo Baixo São Francisco.

Figura 11 – Turma participante da palestra tecnocientífica do IBGE no Auditório da Codevasf, em Penedo-AL

Foto: Nathalia Leal, Acervo IBGE/AL (2023).

Ao fomentar o amplo conhecimento e apropriação territorial, o projeto IBGE Educa *Offline* explorou as realidades socioambientais captadas pelas pesquisas e análises do Instituto desenvolvidas nos 93 municípios que compõem o território do Baixo São Francisco. Para a VI Expedição Científica BSF, foi dado destaque aos 8 municípios visitados nesta edição. Esse projeto permitiu que diversos grupos de pessoas, incluindo crianças, jovens e adultos, atingidos pelas ações do IBGE, fossem contemplados.

O acompanhamento diário serviu de guia para os profissionais em campo, transformando-se em um instrumento orientador das ações no território. É importante frisar que esse planejamento prévio objetivou as necessidades identificadas nos trabalhos de campo (figura 12).

Esta capacidade de se reconfigurar e adaptar às diferentes realidades e contextos locais marcou, de maneira muito expressiva, todas as ações empreendidas pela equipe, sendo observada também no cenário geral dos trabalhos desenvolvidos pelas demais equipes expedicionárias. Essa característica torna o programa das expedições muito mais desafiador e dinâmico, exigindo uma série de habilidades dos profissionais e organizações envolvidas em seu planejamento e execução.

Figura 12 – Mapa da programação dos trabalhos do IBGE na VI ECBSF

Fonte: IBGE/AL (2023).

Nota: Folheto interativo, criado pela equipe da SDI/AL contendo, além da programação prevista, o *QR Code* de acesso ao Banco de Dados Geoespaciais com dados dos 93 municípios da região do Baixo São Francisco.

As apresentações foram preparadas de forma personalizada, destacando a população de cada município visitado, suas características e infraestrutura captadas por diferentes pesquisas do IBGE (figura 13). Este trabalho visou, entre outros aspectos, mostrar a existência de um conjunto de dados e recursos gratuitos disponibilizados pelo IBGE, além de demonstrar as diferentes possibilidades de acesso a todo esse conhecimento. Dessa forma, ampliou-se o alcance da disseminação dos resultados das pesquisas do IBGE, que só existem porque a população e as organizações participam como informantes. Esse esforço aspira a contribuir para a redução das desigualdades no nível de conhecimento e acesso aos dados e informações gerados pelo IBGE, em linha com os propósitos e orientações da IR (Oftedal *et al.,* 2019).

Figura 13 – Palestras IBGEeduca *Offline* em diferentes municípios

Fotos: Nathalia Leal, Acervo IBGE/AL (2023).

Nota: Foram realizadas, aproximadamente, 16 palestras IBGE Educa *Offline*, ministradas pelas equipes da SES/AL e SES/SE. Todos os municípios visitados pelo programa expedicionário foram contemplados.

Viabilizar o conhecimento de cada pessoa, seja ela criança, jovem ou adulto, sobre o seu território, suas potencialidades e deficiências captadas e refletidas através dos números e estatísticas do IBGE, em parceria com as demais organizações, profissionais e pesquisadores da VI Expedição Científica BSF, ampliou o valor desses resultados para a formação educacional

e cidadã de todos os envolvidos – tanto os moradores de cada município como cada um dos expedicionários. Além de alcançar alunos das escolas municipais e particulares, a disseminação do Projeto IBGE Educa *Offline* e, também, dos demais recursos e conhecimentos gerados pelo IBGE, chegou a comunidades tradicionais mais afastadas dos centros urbanos. Foram visitadas comunidades quilombolas e aldeias indígenas, onde houve interação direta com as lideranças locais e entrega de material de kits contendo exemplares de todos os produtos tecnológicos produzidos pelo IBGE para a VI Expedição Científica BSF (figura 14). As visitas realizadas aos povos originários e em comunidades quilombolas são resultados das parcerias proporcionadas pela expedição. Em um trabalho conjunto articulado durante a dinâmica do trabalho de campo, servidores do IBGE se uniram, dentre outros, a servidores das Universidades Federais de Sergipe e Alagoas, do Instituto do Meio Ambiente (IMA) e do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi), para visitar e conhecer melhor essa população, apresentando diferentes produtos do IBGE e entregando kits para distribuição ampla em suas respectivas comunidades. Também foram alcançados pelas ações da equipe do IBGE alguns centros culturais instalados na região. Após convite realizado durante a Expedição, a equipe embarcada respondeu prontamente e foi até o Ponto de Cultura "Olha o Chico – Grupo Caçuá", em Piaçabuçu/AL (figura 15).

Figura 14 – Mosaico de fotografias com registros das visitas às comunidades tradicionais indígenas e quilombolas, localizadas nos Estados de Alagoas e Sergipe

Fonte: Silvânia Vila Nova e Nathalia Leal, Acervo IBGE/AL (2023).

Nota: Registros das visitas e diálogos firmados com lideranças das comunidades tradicionais indígenas (Aldeias Aconã e Kariri Xocó) e quilombolas (Quilombos Sapé e Pixaim). Também foi realizada visita à liderança do Quilombo Tabuleiro dos Negros, totalizando 5 comunidades visitas, situadas às margens do Rio São Francisco.

Figura 15 – Visita do IBGE ao Ponto de Cultura Olha o Chico, na cidade de Piaçabuçu/AL

Fonte: Silvânia Vila Nova. Acervo IBGE/AL (2023).

Nota: Expedicionários interagindo com integrantes e frequentadores do Ponto de Cultura.

Ao conhecer essa rica expressão cultural e artística, o IBGE se aproximou da população, estreitando seu contato e dando o devido retorno à sociedade, contribuindo diretamente com esse esforço de formação cidadã no território localizado no extremo sul do estado de Alagoas. E, indo além de uma visita formal ou protocolar, houve a determinação em aprofundar a integração com a população. Essa conexão foi intensificada com a observação participante da servidora do IBGE em diferentes momentos e com diferentes comunidades alcançadas pela VI ECBSF. O mosaico de imagens exposto na figura 16 retrata essa proposta de ação ativa e integrativa assumida por toda a equipe envolvida. A imersão proporcionada pela VI ECBSF estreita laços entre as organizações e profissionais envolvidos, gestores públicos locais e população em geral. Trata-se de uma iniciativa diferenciada que exige e potencializa capacidades individuais e coletivas reunidas em um esforço comum, contribuindo para vencer barreiras culturais, econômicas, socioambientais que ainda distanciam a produção científica da sociedade.

Figura 16 – Interação da equipe do IBGE e demais expedicionários com a população da região visitada pela Expedição em novembro de 2023.

Fonte: Silvânia Vila Nova e Nathalia Leal, Acervo IBGE/AL (2023)

Nota: Registros realizados nos municípios de Piaçabuçu e Igreja Nova (Povoado Chinaré).

Considerações finais

Vultuosos avanços nas ciências e nas tecnologias, alavancados por expressivas mudanças sociais, influenciadas por descontínuas modificações nas relações econômicas, emolduram a emergência de uma nova consciência ambiental com ênfase na construção de soluções sustentáveis e alicerçam a sociedade do conhecimento atual. O interculturalismo e o incentivo ao desenvolvimento sustentável, fundamentados na ética social e ambiental capaz de impulsionar o desenvolvimento econômico justo e responsável, devem guiar o relacionamento entre organizações públicas, empresas, academia e sociedade.

O governo brasileiro, em todas as suas esferas, enfrenta críticas, nacionais e internacionais, relacionadas a desmatamentos na floresta, má conservação dos seus rios e mares, garimpo ilegal, queimadas descontroladas, extermínio de povos indígenas. Nos últimos anos, esses registros se acentuaram, alertando a sociedade civil e os governos para a necessidade de políticas públicas mais eficientes, que protejam as populações locais, o meio ambiente natural e estimulem o desenvolvimento econômico alicerçado nos pilares da sustentabilidade, da ética, do respeito à

pessoa humana e a todo tipo de vida. Os relatórios das edições anteriores da ECBSF refletem essa realidade e essa necessidade de mudança.

O processo de letramento geográfico e estatístico é uma importante premissa para a construção da cidadania de qualquer grupo social ou país. Antes de se constituir numa estratégia de política pública voltada à educação, o projeto de participação do IBGE na VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, ao mobilizar diferentes equipes em vários estados brasileiros, resultou em uma rica experiência de disseminação dos dados produzidos pelo Instituto para as populações que habitam o vasto território ocupado por mais de 2 milhões de habitantes (IBGE, Censo Demográfico 2022) e distribuídos por 93 municípios em 4 estados: Alagoas, Bahia, Pernambuco e Sergipe.

No processo, entretanto, destacam-se as atividades do IBGE Educa ao permitir que alunos conheçam algumas das variáveis do meio físico e natural que atuam sob seu País, estado e município, despertando neles o sentimento de pertencimento ao território – condição essencial para o engajamento e valorização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), a Agenda 2030, da qual o Brasil é signatário (ONU, 2023).

A jornada científica do IBGE na Expedição revelou possibilidades outrora inimagináveis para o instituto, abrindo novas frentes de pesquisa e extensão na disseminação de informações geográficas e estatísticas dos diversos grupos sociais e seus respectivos territórios. Numa perspectiva regional, as atividades criadas e executadas permitiram uma escalabilidade não só quanto ao público-alvo (de crianças a jovens, adolescentes e adultos), mas também quanto à adaptabilidade referente às reais condições de acesso às novas tecnologias de comunicação e informação (TICs).

A integração de servidores e pesquisadores especializados do IBGE com os demais pesquisadores e profissionais expedicionários marcou um novo padrão no modo de se relacionar e devolver à sociedade os resultados gerados por suas diferentes pesquisas e projetos. Ao estabelecer uma intensa imersão no campo, tendo como fio condutor o esforço conjunto pela melhoria da qualidade de vida socioambiental das pessoas e da natureza envoltas no Rio São Francisco, o IBGE inovou no modo de se relacionar com a sociedade.

Articulado e coordenado pelos servidores da SES/AL e apoiados pelos das SES SE e BA, além de servidores do CDDI/RJ, o Instituto oficial de pesquisa do Brasil direcionou o seu olhar, pela primeira vez, ao recorte territorial inédito do Baixo São Francisco. As atividades envolveram um intenso trabalho colaborativo e reflexivo que mobilizou dezenas de profissionais durante meses, dedicados às diferentes etapas de planejamento, pesquisa, produção, logística e execução em campo. Novas técnicas e processos foram desenvolvidos motivados pela necessidade de melhor alcançar os públicos-alvo da VI Expedição Científica BSF, objetivando uma harmonia com as propostas de educação socioambiental e sustentável defendidas pelo programa expedicionário.

O projeto do IBGE na VI ECBSF democratizou o acesso às informações geoestatísticas oficiais produzidas pelo país, revelando aspectos ainda não completamente mapeados sobre nosso território a partir dos dados georreferenciados e contextualizados especialmente para a Expedição. O ineditismo, por parte do Instituto, focou no recorte territorial que delimitou o Baixo São Francisco a partir da integração em várias áreas do conhecimento, tais como: geografia, geomorfologia, vegetação, educação, cartografia temática, demografia, agropecuária, etc. Trata-se, portanto, de um projeto de contribuição ao fortalecimento da cidadania não só para as populações ribeirinhas do "Velho Chico", mas também para todo o país, ao revelar a magnitude e importância socioambiental e econômica do Rio São Francisco.

Referências

ACSELRAD, Henri. Sentidos da Sustentabilidade urbana. *In*: AUTORIA**. A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2002.

AGOSTINI, M.R.; BITENCOURT, C.C.; VIEIRA, L.M. Social innovation in Mexican coffee production: filling "institutional voids." **International Review of Applied Economics**, p. 1–19, 2019.

BANSAL, P.; ROTH, K. Why companies go green: A model of ecological responsiveness. **Academy of Management Journal**, v. 434, p. 717-736, 2000.

BENNINK, H. Understanding and managing responsible innovation. **Philosophy of Management**, v. 193, p. 317-348, 2020.

BESSANT, J. Innovation in the twenty-first century. **Responsible innovation**: Managing the responsible emergence of science and innovation in society, p. 1-25, 2013.

BRANDÃO, Antonio Carlos. **Determinações da Dimensão Espacial**. Ano. Disponível em: http://www.virtus.ufpe.br. Acesso em: 23 jun. 2004.

COMITE DA BACIA HIDROGRAFICA DE SÃO FRANCISCO**. A Bacia**. 2023. Disponível em: https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/#municipios-da-bacia. Acesso em: 27/03/2024

DINIZ, C. Campolina. **Global-local**: Interdependências e Desigualdade ou Notas para uma Política Tecnológica e Industrial Regionalizada no Brasil. Ano. Disponível em: http://www.virtus.ufpe.br. Acesso em: 11 jun. 2004.

FERNANDES, Ana Cristina; LIMA, João Policarpo. **Cluster de serviços**: contribuições conceituais com base em evidências do polo médico do Recife. Belo Horizonte: Nova Economia, 2006.

FERRÃO, João. Inovar para desenvolver: uma abordagem a partir do conceito de gestão de trajetórias territoriais. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v.3, n.4, p.17-26, mar. 2002.

FREIRE, N.; GOMES, R. (Org.). **Perfil socioeconômico e aspectos geoambientais do Baixo São Francisco 2023**. Maceió : Edufal, 2023.

FREIRE, N.; SILVA, E. O. ; NOVA, S. R. M. V. [b]. **Mapa Base Municipal do Baixo São Francisco**. Maceió: IBGE : 2023.

IAKOVLEVA, T.; ODEGARD, A.; WILLUMSEN, E. Towards the responsible innovation outcomes: role of anticipation and inclusiveness. **The ISPIM Innovation conference** – Celebrating Innovation: 500 Years Since da Vinci, Florence, Italy on p. 16-19, June, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Censo Demográfico 2022.** 2023. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em:

LUNDVALL, Bengt-Ake. **Dynamics of Industry and Innovation**: organization, network and systems. National Innovation Systems - Analytical Concept And Development Tool. Copenhagen, jun.2005.

MARION, T.J.; FIXSON, S.K. The transformation of the innovation process: How digital tools are changing work, collaboration, and organizations in new product development. **Journal of Product Innovation Management**, 381, p. 192-215, 2021.

MAZZUCATO, M. **O estado empreendedor**: desmascarando o mito do setor público vs. Setor privado. São Paulo: Penguin, 2015.

MOON, W.; KAHLOR, L.A. Nanoscientists' perceptions of serving as ethical leaders within their organization: Implications from ethical leadership for responsible innovation. **Journal of Responsible Innovation**, v. 91, p. 74-92, 2022.

NATHAN, G. Innovation process and ethics in technology: An approach to ethical responsible innovation governance. **Journal on Chain and Network Science**, v.152, p. 119-134, 2015.

OECD/EUROSTAT. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, **OECD Publishing**, Paris/Eurostat, Luxembourg. 2018.

OFTEDAL, Elin Merethe; FOSS, Lene; IAKOVLEVA, Tatiana. Responsible for Responsibility? A Study of Digital E-health Startups. **Sustainability**, v. 11, n. 19, p. 5433, 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS**. Agenda 2030**. 2023. Disponível em https://www.un.org/en/about-us/member-states#gotoB. Acesso em: 27/03/2024

OWEN, R. *et al*. Organisational institutionalisation of responsible innovation. **Research Policy**, v. 50, n. 1, p. 104-132, 2021.

OWEN, R.; PANSERA, M. Responsible Innovation and Responsible Research and Innovation. **Handbook Chapter**., p. 26–48, 2019.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SACHS, J.D. **A era do desenvolvimento sustentável.** Lisboa: Actual, 2017.

SCHWARTZMAN, S. **Pobreza, exclusão social e modernidade**: uma introdução ao mundo contemporâneo. São Paulo: Augurium, 2004.

SILVA, L.M. *et al*. The role of stakeholders in the context of responsible innovation: a meta-synthesis. **Sustainability**, v. 11, 2019.

STILGOE, J.; OWEN, R.; MACNAGHTEN, P. Developing a framework for responsible innovation. **Research Policy**, v. 429, p. 1568-1580, 2013.

TIDD, J.; BESSANT, J. R. **Managing innovation**: integrating technological, market and organizational change. Chichester: John Wiley & Sons, 2020.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Managing innovation**: integrating technological, market and organizational change. Chichester: John Wiley & Sons, 2005.

VAINER, Carlos B. As escalas do poder e o poder das escalas: o que pode o poder local? Anais. **Anais [...].** Semana de Planejamento Urbano e Regional, IPPUR/UFRJ: Rio de Janeiro: 6, 1999.

VILA NOVA, S. R. M. **Contribuições das capacidades dinâmicas para a responsividade do processo de inovação responsável:** um estudo de caso na indústria de transformação do Brasil. 2023235 f. Tese (doutorado em?) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2023.

VOEGTLIN, C. *et al.* Grand societal challenges and responsible innovation. **Journal of Management Studies**, v. 591, p. 1-28, 2022.

VON SCHOMBERG, R. Prospects for technology assessment in a framework of responsible research and innovation. **SSRN Electronic Journal**, p. 1-20, 2011.

CAPÍTULO 27

DESVENDANDO O BAIXO SÃO FRANCISCO: UM PANORAMA ATUALIZADO DOS MUNICÍPIOS PERCORRIDOS PELA VI EXPEDIÇÃO CIENTÍFICA À LUZ DOS DADOS DO CENSO DEMOGRÁFICO 2022

Nathalia Brandão Leal[127]

Resumo: Participante pela primeira vez da Expedição Científica do Baixo São Francisco, em sua sexta edição, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) trabalha na produção de indicadores oficiais há mais de oito décadas, desde o início das operações censitárias sob sua responsabilidade, em 1940. Ao longo dessa história, foram coletados dados que refletem profundamente a realidade da população brasileira, identificando suas fraquezas e potencialidades, e que também permitiram a formulação de políticas públicas capazes de transformar o cenário do país. Nos últimos anos, o Instituto tem buscado novas formas de aproximar as estatísticas da população, além dos meios tradicionais de divulgação junto à imprensa. Essas outras ações de disseminação de informação visam atingir desde o público gestor, por meio de palestras e capacitações, até o público infantil, com letramento geográfico pelo IBGE Educa. Ainda em fase de divulgação, os resultados do Censo 2022, apresentados parcialmente pelo IBGE durante a VI Expedição, permitem traçar um rico panorama dos dez municípios visitados pelos pesquisadores. Neste capítulo, apresentaremos uma versão atualizada de todos os indicadores relevantes para as comunidades ribeirinhas percorridas.

Palavras-chave: censo demográfico; políticas públicas; comunicação pública.

Introdução

A produção massiva de estatísticas oficiais a nível nacional, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), abrange um período de mais de oito décadas de história. Criado em 1936 para fornecer dados precisos e atualizados sobre a realidade socioeconômica, geográfica e espacial do Brasil, o IBGE desempenha, desde então, um papel fundamental nas articulações para a formulação de políticas públicas, bem como no planejamento estratégico de instituições públicas e privadas, e no acompanhamento do desenvolvimento do país.

Foi a partir do Censo de 1940 (IBGE, 2012) que o órgão passou a enfrentar a grande missão de trazer dados precisos sobre a realidade nacional, através da coleta e divulgação de informações essenciais para o conhecimento do nosso território, investigando os aspectos da vida brasileira nas áreas de demografia, agricultura, indústria, comércio, transportes e comunicações, serviços e social (Brasil, 1940). Desde então, foram realizadas mais oito operações censitárias, sendo a última o Censo Demográfico 2022, cujos resultados ainda estão em fase de divulgação.

Nos últimos anos, a partir da compreensão da necessidade de reforçar a comunicação externa, o IBGE tem empreendido esforços para ampliar o alcance de seus dados, de modo que a informação não chegue apenas aos gestores públicos, mas também possa atingir a população, que é a principal fonte dessas estatísticas. Dessa forma, na Superintendência do IBGE em Ala-

127 Jornalista do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Superintendência Estadual em Alagoas (SES/AL), Seção de Disseminação de Informações (SDI), e-mail: nathalia.leal@ibge.gov.br

goas (SES/AL), as divulgações dos dados estatísticos têm ultrapassado o caminho tradicional do envio de textos à imprensa (*press releases*) para também integrarem ações multidisciplinares em âmbito externo, com participação do instituto em seminários, visitas técnicas, palestras e ações educativas para diversos públicos e faixas etárias, num extenso trabalho de divulgação em campo. Em 2022, destacaram-se as participações na 10ª Bienal Internacional do Livro de Alagoas e na VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, ambas em parceria com a Universidade Federal de Alagoas, ações que se tornaram marco para a disseminação de informações no âmbito do instituto, na SES/AL, através do uso de múltiplas ferramentas e estratégias.

A presença na VI Expedição Científica do São Francisco, de modo inédito, sedimentou a importância de "devolver", de alguma maneira, os dados à população recenseada. Esse trabalho foi feito em campo, principalmente através da doação de cerca de 720 livros institucionais (*Atlas Geográfico*, *Brasil em Números, Nas Lentes do Recenseador*) às Secretarias Municipais de Educação; elaboração e doação de kits com o Mapa Base da Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco e o livro *Perfil Socioeconômico Municipal e Aspectos Geoambientais do Baixo São Francisco*, publicado em parceria com a Edufal; lançamento do Banco de Dados Geoespaciais do Baixo São Francisco, com indicadores de diversas pesquisas do IBGE para Agropecuária, Economia e População dos 93 municípios que compõem a região; palestra sobre os dados do Censo Demográfico 2022 no campus Penedo da Universidade Federal de Alagoas; palestra sobre o Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA; elaboração e doação de folder-mapa personalizado, com informações do Baixo São Francisco durante as atividades; apresentações do IBGE Educa em versão *offline*, para letramento estatístico e geográfico de crianças do Ensino Fundamental; entrevistas à rádio, televisão, e publicação de releases na imprensa local e nacional; dentre outras ações.

Contudo, além da execução das ações que haviam sido planejadas, estar em campo durante a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco entre os dias 21 e 30 de novembro de 2023, representou, para os 21 servidores mobilizados direta ou indiretamente nessa vivência, um ponto de inflexão.

Do ponto de vista jornalístico e da disseminação de informações, vivenciar o cotidiano das cidades ribeirinhas, da caatinga à foz do Rio São Francisco, proporcionou uma compreensão mais profunda dos desafios e particularidades dessas comunidades, bem como de suas peculiaridades. Estar em contato com vozes, rostos e paisagens desses locais trouxe uma nova dimensão aos números que foram coletados pelo Censo Demográfico e pelas demais pesquisas do IBGE. Por sua vez, a população também pôde traçar novos laços com a instituição, numa relação que vai além da presença do IBGE nos municípios durante o período de coleta de dados, e que também alcança um público mais amplo, especialmente através do contato com as crianças, cidadãos em formação.

Desde o fim da Expedição, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) continuou divulgando os dados do Censo Demográfico 2022 em todo o Brasil, inclusive para os 93 municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco. A divulgação dos resultados do recenseamento ainda está em curso, dada sua complexidade, mas os indicadores disponibilizados até agora ajudam a traçar um importante panorama da região, complementando o vivido em campo.

Perfil básico dos municípios: população, sexo, idade e aspectos étnicos

Cerca de 218 mil pessoas vivem nos dez municípios percorridos pela Expedição. O número exato é de 218.037 habitantes, que ocupam as cidades ribeirinhas visitadas, de acordo

com os dados levantados pelo Censo Demográfico 2022. Dentre elas, Penedo (AL) é a mais populosa, abrigando 58.650 moradores. Na outra ponta, São Brás, também em Alagoas, é a cidade de menor contingente populacional, com apenas 6.555 pessoas.

Em consonância com os dados da realidade brasileira e estadual, as mulheres também são maioria em todos os municípios percorridos, com exceção de Brejo Grande e Gararu, ambos em Sergipe, onde representam 49,32% e 48,50% da população, respectivamente. A média geral entre os dez municípios ainda é de predominância feminina (50,77%), mas figura abaixo das médias estaduais de Alagoas (52,12%) e Sergipe (52,14%).

Tabela 1 – População total e contingente por sexo, nos municípios, segundo o Censo 2022

Município	TOTAL	Homens	Mulheres
Penedo (AL)	58.650	27.985 (47,72%)	30.665 (52,28%)
Propriá (SE)	26.618	12.752 (47,91%)	13.866 (52,09%)
Pão de Açúcar (AL)	23.823	11.739 (49,28%)	12.084 (50,72%)
Traipu (AL)	23.565	11.762 (49,91%)	11.803 (50,09%)
Piranhas (AL)	22.609	10.920 (48,30%)	11.689 (51,70%)
Igreja Nova (AL)	21.372	10.581 (49,51%)	10.791 (50,49%)
Piaçabuçu (AL)	15.908	7.796 (49,01%)	8.112 (50,99%)
Gararu (SE)	11.096	5.714 (51,50%)	5.382 (48,50%)
Brejo Grande (SE)	7.841	3.974 (50,68%)	3.867 (49,32%)
São Brás (AL)	6.555	3.174 (48,42%)	3.381 (51,58%)

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022, editado pela autora (2024).

Na comparação com o Censo Demográfico 2010, quase todos os municípios percorridos sofreram queda no número total de habitantes, com percentuais que vão desde -1,89% no município de Piranhas, até -8,31% em Traipu. Em Pão de Açúcar, a população quase não variou (+0,05%). Brejo Grande, em Sergipe, apresentou um discreto crescimento (+1,27%). Outro ponto digno de nota está no fato de que a população masculina apresentou maior decréscimo do que a população feminina em quase todas essas cidades, exceto em Gararu, onde a redução de mulheres entre os Censos de 2010 e 2022 foi quase o triplo da redução no número de homens.

Tabela 2 – População no Censo 2010 e comparação com o Censo 2022, nos municípios

Município	TOTAL	2022	Homens	2022	Mulheres	2022
Penedo (AL)	60.378	-2,86%	29.380	-4,51%	31.070	-1,30%
Propriá (SE)	28.451	-6,44%	13.846	-7,90%	14.605	-5,05%
Traipu (AL)	25.702	-8,31%	12.951	-9,18%	12.751	-7,43%
Pão de Açúcar (AL)	23.811	+0,05%	11.758	-0,16%	12.053	+0,25%
Igreja Nova (AL)	23.292	-8,24%	11.747	-9,92%	11.545	-6,53%
Piranhas (AL)	23.045	-1,89%	11.294	-3,31%	11.751	-0,52%
Piaçabuçu (AL)	17.203	-7,52%	8.615	-9,50%	8.588	-5,54%
Gararu (SE)	11.405	-2,70%	5.811	-1,66%	5.594	-3,78%
Brejo Grande (SE)	7.742	+1,27%	3.936	+0,96	3.806	+1,60%
São Brás (AL)	6.718	-2,42%	3.334	-4,79%	3.384	-0,08%

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 2010 e 2022, editado pela autora (2024).

Além dos números absolutos e da distribuição percentual, o IBGE também utiliza o indicador "razão de sexo", que examina quantos homens existem para cada cem mulheres, em determinada área ou grupo. Indicadores maiores que 100 indicam predominância masculina, enquanto números menores apontam para um maior número de mulheres.

Nos municípios analisados, a razão de sexo alcança números que variam entre cerca de 106 em Gararu (SE) e aproximadamente 91 em Penedo (AL). Isso significa que o município de Gararu tem 106 homens para cada 100 mulheres, evidenciando um perfil demográfico mais masculino; por outro lado, Penedo apresenta uma demografia predominantemente feminina, com 91 homens para cada 100 mulheres em seu território.

Desde 1980, os números da razão de sexo vêm decaindo em Alagoas e em Sergipe, indicando predominância feminina, impulsionada pelo envelhecimento da população e pela menor taxa de mortalidade entre mulheres, fenômeno observado em todo o país (IBGE, 2023a). A razão de sexo nos estados, segundo o Censo 2022, é de quase 92 homens para cada 100 mulheres – 91,9 em Alagoas e 91,8 em Sergipe. Em contrapartida, a média geral da razão de sexo nos municípios visitados pela Expedição é de 97 (97,04), o que demonstra um perfil significativamente mais masculino do que as médias estaduais, além da média nordestina (93,5) e nacional (94,2) para essa região do Baixo São Francisco.

Em comparação, a realidade das capitais estaduais apresenta um perfil demográfico bastante distinto do vivenciado nas comunidades ribeirinhas: em Maceió, a razão de sexo é de 87,2 homens para cada 100 mulheres; Aracaju, por sua vez, possui uma discrepância ainda maior, contabilizando uma proporção de cerca de 84 homens para cada 100 mulheres.

Dessa forma, é possível inferir que a razão de sexo é um indicador útil para analisar mudanças demográficas e suas implicações sociais, além de subsidiar análises sobre migração de gênero, expectativa de vida, trabalho e políticas de planejamento familiar nos locais mencionados.

Tabela 3 – Razão de sexo nos municípios, em ordem decrescente, segundo o Censo 2022

Município	Razão de sexo
Gararu (SE)	**106,17**
Brejo Grande (SE)	102,77
Traipu (AL)	99,65
Igreja Nova (AL)	98,05
Pão de Açúcar (AL)	97,14
Piaçabuçu (AL)	96,10
São Brás (AL)	93,88
Piranhas (AL)	93,42
Propriá (SE)	91,97
Penedo (AL)	91,26

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022, editado pela autora (2024).

Complementando a distribuição por sexo, outro aspecto a ser observado ao traçar o perfil básico desses municípios, na busca de melhor entender as necessidades locais, está na idade da população. Conforme mencionado na nota metodológica:

> A informação da distribuição da população por idade e sexo fornece subsídios para o cálculo de uma série de indicadores demográficos que permitem avaliar as mudanças e tendências do perfil demográfico da população ao longo do tempo. Essa informação constitui, também, um

> poderoso instrumento, não só para subsidiar o planejamento de políticas públicas que visam ao atendimento das necessidades de grupos específicos, como crianças, adolescentes, jovens, pessoas em idade de trabalhar, idosos e mulheres, como também para fornecer parâmetros balizadores a serem considerados nos processos de avaliação de diversos programas sociais e econômicos (IBGE, 2023a).

Nesse sentido, além da possibilidade de construção de pirâmides etárias através dos dados por grupo de idade divulgados no Censo 2022, é possível também evocar dois indicadores já disponíveis: "idade mediana" e "índice de envelhecimento".

Semelhante à razão de sexo, o índice de envelhecimento analisa a proporção entre a quantidade de idosos com 60 anos ou mais em relação aos jovens de 0 a 14 anos. No Brasil, esse índice saltou de 44,83 para 80,03 na comparação entre o Censo 2010 e o Censo 2022. Já nos estados analisados neste artigo, a variação entre os censos foi de 30,4 para 57,5 em Alagoas; e de 33,43 para 62,75 em Sergipe. Há, portanto, um processo contínuo de envelhecimento da população. Contudo, cabe ressaltar que SE e AL ocupam, respectivamente, o 7º e o 8º lugares em índice de envelhecimento no Nordeste, acima apenas do MA, que tem cerca de 50 idosos de 60 anos ou mais a cada 100 jovens de 0 a 14 anos. São, assim, estados que enfrentaram o fenômeno do envelhecimento, mas que, diante da média geral, ainda apresentam populações mais jovens em relação aos seus vizinhos e abaixo da média nacional. No Rio Grande do Norte, líder regional, o índice de envelhecimento é de 76,05.

Nas cidades ribeirinhas analisadas, o município com o contingente populacional mais envelhecido é Gararu (SE), que tem cerca de 69 idosos a cada 100 crianças, único município acima também da média nordestina, que é de 68,52. Por sua vez, a cidade mais jovem também está localizada em Sergipe: em Brejo Grande, são aproximadamente 40 idosos de 60 anos ou mais a cada 100 jovens de 0 a 14 anos.

Tabela 4 – Índice de envelhecimento, em ordem decrescente, segundo o Censo 2022

Município	Índice de envelhecimento
Gararu (SE)	**68,95**
Propriá (SE)	62,64
São Brás (AL)	62,28
Igreja Nova (AL)	62,14
Penedo (AL)	59,65
Traipu (AL)	58,00
Pão de Açúcar (AL)	57,06
Piaçabuçu (AL)	53,10
Piranhas (AL)	41,09
Brejo Grande (SE)	40,37

Fonte IBGE, Censo Demográfico 2022, editado pela autora (2024).

Por fim, a idade mediana também é um indicador relevante e diz respeito à idade que separa a metade mais jovem da metade mais velha da população. Sergipe (33) e Alagoas (32) têm idade mediana inferior à média nacional, que é de 35 anos, no Censo Demográfico 2022. Dos dez municípios analisados, oito têm mediana de 30 anos ou mais, e todos estão abaixo da mediana nacional. Em todo o país, o estado com maior mediana é o Rio Grande do Sul, com 38 anos; em seguida, vem o Rio de Janeiro, com mediana de 37 anos.

Tabela 5 – Idade mediana, em ordem decrescente, segundo o Censo 2022

Município	Idade mediana
Gararu (SE)	**34 anos**
Propriá (SE)	33 anos
São Brás (AL)	32 anos
Penedo (AL)	32 anos
Igreja Nova (AL)	32 anos
Traipu (AL)	30 anos
Piaçabuçu (AL)	30 anos
Pão de Açúcar (AL)	30 anos
Piranhas (AL)	28 anos
Brejo Grande (SE)	27 anos

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022, editado pela autora (2024).

Outro recorte fundamental para a composição do perfil desses municípios é dado através das estatísticas de cor ou raça, que são coletadas a partir da autodeclaração dos informantes, os quais respondem ao questionário de acordo com sua percepção pessoal. Desde 1991, o IBGE utiliza a nomenclatura "cor ou raça", que é dividida em cinco categorias: branca, preta, amarela, parda e indígena.

> Ressalta-se, assim, que o quesito é denominado "cor ou raça", porém não retrata apenas a "cor" ou apenas a "raça" da população, pois, além de existirem vários critérios que podem ser usados pelo informante para a classificação (origem familiar, cor da pele, traços físicos, etnia, entre outros), as cinco categorias estabelecidas na investigação (branca, preta, amarela, parda e indígena) podem ser entendidas pelo informante de forma variável. Vale lembrar ainda que o IBGE utiliza o conceito de "raça" como uma categoria socialmente construída na interação social e não como um conceito biológico (IBGE, 2023b, p. 6).

Além do quesito de cor ou raça, o IBGE também promoveu no Censo 2022 o levantamento por afirmação étnica, buscando identificar as populações de quilombolas e indígenas. Apesar de já constituir uma categoria de cor ou raça, a identificação como indígena também pôde ser feita por afirmação étnica, independentemente da resposta nesse quesito – ou seja, uma pessoa pode se identificar como branca ou preta, mas se considerar indígena. A pergunta "Você se considera indígena?" foi aplicada em algumas localidades identificadas como habitação dos povos tradicionais (terras indígenas oficialmente delimitadas, agrupamentos e demais áreas de conhecida ou potencial ocupação).

Os quilombolas, por sua vez, foram recenseados de forma inédita durante as operações do Censo 2022, o que representou um passo importante para dar voz aos descendentes das comunidades remanescentes dos quilombos, que resistiram ao regime da escravidão. Neste recenseamento, a população residente nos territórios quilombolas oficiais, agrupamentos ou demais áreas de ocupação tradicional pôde declarar o pertencimento étnico através da pergunta "Você se considera quilombola?" e, em caso positivo, "Qual o nome da sua comunidade?".

O perfil de cor ou raça dos municípios ribeirinhos da VI Expedição Científica do Baixo São Francisco segue o perfil já identificado nas estatísticas de seus respectivos estados. Alagoas e Sergipe têm predominância da população parda: 60,36% (AL) e 61,61% (SE). No Censo 2022, pela primeira vez na história, os pardos (45,34%) foram maioria na população brasileira,

superando o percentual de brancos (43,5%). A região Norte é a que mais se identifica como parda (67,2%), seguida pelo Nordeste (59,6%) e Centro-Oeste (52,4%).

Em todas as dez cidades visitadas, mais da metade da população se autodeclarou parda, com percentuais que variam de 57,67% (Brejo Grande/SE) até 74,65% (Pão de Açúcar/AL). A média geral desses municípios é de 66%, proporção significativamente acima das médias estaduais, bem como da média regional e nacional. O segundo grupo étnico predominante é o de brancos, com média geral de 22,8%, seguido por pretos (10,66%), indígenas (0,31%) e amarelos (0,1%).

Propriá, em Sergipe, é a cidade com maior proporção de brancos: 28,88%. O maior percentual de pretos está em Brejo Grande, outro município sergipano, onde representam 24,27% da população. A maior proporção de pessoas de cor ou raça indígena é encontrada em São Brás/AL (1,05%), e o contingente mais expressivo de amarelos está em Propriá/SE (0,29%).

Tabela 6 – População (%) por cor ou raça, segundo o Censo 2022

Município	Branca	Preta	Amarela	Parda	Indígena
Pão de Açúcar (AL)	15,36%	9,62%	0,08%	74,65%	0,30%
Traipu (AL)	22,83%	7,14%	0,08%	69,53%	0,42%
Piranhas (AL)	21,25%	8,84%	0,11%	69,48%	0,32%
São Brás (AL)	22,40%	7,11%	0,08%	69,37%	1,05%
Igreja Nova (AL)	24,36%	9,00%	0,05%	66,55%	0,05%
Gararu (SE)	25,89%	8,23%	0,05%	65,74%	0,09%
Piaçabuçu (AL)	24,30%	10,47%	0,05%	65,06%	0,12%
Penedo (AL)	25,51%	11,79%	0,21%	62,20%	0,30%
Propriá (SE)	28,88%	10,20%	0,29%	60,27%	0,36%
Brejo Grande (SE)	17,85%	24,27%	0,11%	57,67%	0,09%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022, editado pela autora (2024).

Na junção dos quesitos "cor ou raça" e "se considera indígena", a população de pessoas indígenas na área percorrida pela Expedição é de 1.027 pessoas, o que representa 0,47% da população total da região analisada nesses municípios do Baixo São Francisco.

Por outro lado, a população que se considera quilombola é de 13.406 pessoas. Esse número representa 6,15% da população geral dos dez municípios visitados pela Expedição. Em alguns municípios, o percentual de quilombolas no total da população atinge números expressivos, conforme pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 7 – Percentual de quilombolas no total da população, segundo o Censo 2022

Município	Percentual de quilombolas
Brejo Grande (SE)	**25,67%**
Traipu (AL)	12,47%
Penedo (AL)	9,00%
Igreja Nova (AL)	8,46%
Pão de Açúcar (AL)	3,20%
Piranhas (AL)	2,05%
Piaçabuçu (AL)	0,72%
São Brás (AL)	0,21%
Propriá (SE)	0,04%
Gararu (SE)	0,02%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022, editado pela autora (2024).

O levantamento por cor ou raça, bem como o levantamento por pertencimento étnico, permitem explorar características importantes dessa região. É possível analisar questões culturais, sociais e de autopercepção, bem como mensurar possíveis disparidades socioeconômicas ou de acesso a recursos básicos entre diferentes grupos étnico-raciais. Também estão disponíveis os recortes de idade e sexo por cor ou raça no Censo 2022, além dos índices de envelhecimento específicos para essas populações. Entre as diversas possibilidades, esses números também auxiliam na formulação de políticas para prevenção de discriminação e fortalecimento dessas identidades.

Características dos domicílios: esgotamento sanitário, coleta e destinação do lixo, canalização de água e existência de banheiro

Em fevereiro de 2024, o IBGE divulgou os dados dos domicílios brasileiros. As estatísticas sobre as habitações são coletadas desde o Censo de 1940, a primeira operação censitária coordenada pelo Instituto. Esses indicadores – que, no Censo 2022, incluem dados sobre tipo de domicílio, esgotamento sanitário, coleta e destinação do lixo, entre outros – são fundamentais para a compreensão da realidade brasileira e das condições de vida. A análise a partir da perspectiva da moradia constitui um dos elementos básicos para avaliar o acesso à infraestrutura básica e identificar desigualdades socioeconômicas importantes. Afinal, os domicílios constituem o espaço íntimo habitado pela população e são locais de descanso, trabalho, convivência, bem como exercem influência no desenvolvimento social e familiar.

> O Brasil tem 84 anos de tradição na produção de informações censitárias sobre as habitações (…) foi só em 1940, na primeira operação censitária levada a cabo pela égide do IBGE, que foram coletadas, também, informações sobre as características dos domicílios brasileiros. Esse primeiro levantamento revelou um estoque habitacional constituído, majoritariamente, por domicílios de madeira, onde as presenças de banheiros, iluminação elétrica e água encanada eram raras, não chegando a 20% dos lares. **A produção de estatísticas sobre essa realidade já expressava um desejo de superá-la**, consoante ao projeto modernizante encampado pelo Estado brasileiro naquele momento (...) **Transformações estruturais em curso, como o envelhecimento da população e o agravamento da crise climática certamente imporão, no futuro, novas necessidades** de infraestruturas urbana e habitacional. **Assim, a moradia segue sendo um elemento fundamental para a compreensão das condições de vida da população brasileir**a (IBGE, 2024, p. 6, grifo nosso).

Além disso, cabe ressaltar também o próprio papel das operações censitárias que, por meio de seu conjunto de informações essenciais sobre todos os lares brasileiros, permitem não só o detalhamento territorial e temático, mas também a comparabilidade dos indicadores. Essas são ferramentas fundamentais para o diagnóstico preciso de situações, bem como para a formulação de políticas públicas e planos para solucionar os problemas identificados, além de monitorar os avanços.

> As estatísticas públicas, especialmente aquelas levantadas nos Censos Demográficos, têm sido fundamentais na formulação de políticas públicas nos três níveis de governo, ao permitirem a elaboração de diagnósticos socioeconômicos com abrangência temática, detalhe territorial e comparabilidade histórica. Indicadores de renda e pobreza, de acesso domiciliar a saneamento básico, energia elétrica e pavimentação, de ocupação, subocupação e desemprego de chefes de família, de evasão e

> atraso escolar de crianças, de analfabetismo de adultos, de mortalidade de jovens negros, de migração e deslocamentos para escola e local de trabalho são essenciais para o dimensionamento de demandas sociais, proposição de políticas e programas e para orientação do investimento público e privado em infraestrutura urbana e serviços (Jannuzzi, 2017 apud Januzzi, 2018, p. 9).

Em relação ao tipo de habitação, a casa (98,9%) é a forma de moradia predominante na região do Baixo São Francisco. Em São Brás/AL, ela representa quase a totalidade das habitações (99,95%). O menor percentual ocorre em Propriá/SE (96,21%), que ainda assim apresenta alta prevalência de casas em sua composição domiciliar.

A segunda forma mais frequente de domicílio particular permanente ocupado (DPPO) é o apartamento. Contudo, a verticalização das habitações nesses municípios ainda é rara e a média geral não alcança 1%. Propriá, em Sergipe, a cidade mais verticalizada entre as analisadas, possui um percentual de apenas 2,55% de apartamentos entre seus DPPO. Assim, os padrões de ocupação seguem sendo tradicionais e indicam cidades que se expandem horizontalmente.

Cabe ressaltar, no entanto, que a casa ainda é o tipo de domicílio particular predominante no Brasil (82,32%), assim como em Alagoas (87,42%) e em Sergipe (85,94%).

Tabela 8 – Tipos de domicílios particulares permanentes, segundo o Censo 2022

Município	Casa	Apartamento	Outros
São Brás (AL)	99,95%		0,05%
Igreja Nova (AL)	99,90%	-	0,10%
Traipu (AL)	99,86%	0,04%	0,10%
Gararu (SE)	99,54%	0,10%	0,36%
Brejo Grande (SE)	99,47%	-	0,53%
Pão de Açúcar (AL)	99,13%	0,53%	0,34%
Penedo (AL)	98,68%	0,14%	1,18%
Piaçabuçu (AL)	98,46%	0,15%	1,39%
Piranhas (AL)	98,32%	1,62%	0,06%
Propriá (SE)	96,21%	2,55%	1,24%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022, editado pela autora (2024).

Os outros tipos de domicílios particulares permanentes investigados pelo Censo 2022 são "casa de vila ou em condomínio", "habitação em casa de cômodos ou cortiço", "habitação indígena sem paredes ou maloca" e "estrutura residencial permanente degradada ou inacabada".

Instituídas pela Lei Federal nº 11.445 de 2007, as diretrizes nacionais para o saneamento básico consideram que este é constituído por um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais que atuam nas seguintes frentes: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; além da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (Brasil, 2007). A mesma lei estabelece que os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios:

> Art. 2º - Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:
> (...) III – abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente;

> (…) VI – articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde, de recursos hídricos e outras de interesse social relevante, destinadas à melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante (Brasil, 2007, p. ?).

O Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), aprovado pelo Decreto Presidencial nº 8.141/2013 e pela Portaria Interministerial nº 571/2013, teve sua versão original publicada em 2014. Posteriormente, ocorreu a primeira revisão, datada de 2019, realizada após o primeiro período de implementação do Plansab, entre 2014-2017 (Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019, p. 19). Atualmente, o Plano Nacional de Saneamento Básico está em processo de encaminhamento para a segunda revisão, que já deveria ter ocorrido em 2022, mas foi postergada devido à pandemia da Covid-19 e à necessidade de ter a "principal fonte dos dados da revisão, o Censo Demográfico do IBGE (Ministério das Cidades, 2023).

Assim, os dados do IBGE, não apenas os do Censo Demográfico, mas também os oriundos de outras pesquisas, como a PNADC (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua), Munic (Pesquisa de Informações Básicas Municipais), popularmente conhecida como "Censo dos Municípios", e PNSB (Pesquisa Nacional de Saneamento Básico), constituem fontes importantes para pensar os rumos do saneamento básico no país, conforme explicitado no próprio Plano:

> A evolução das metas estabelecidas para os 23 indicadores exercerá papel central no acompanhamento do Plansab. Com base nas fontes de informação indicadas e na sua atualização, será possível traçar curvas evolutivas das metas, desde 2014, podendo-se inicialmente compará-las com os valores projetados para cada macrorregião e Brasil em 2018 e, posteriormente, 2023 e 2033. Para tanto, o apoio do SINISA, bem como sua integração com outras pesquisas do IBGE, sobretudo os censos demográficos, a PNSB e as PNAD, será essencial (Ministério das Cidades, 2014, p. 211).

Além disso, as informações coletadas pelo IBGE sobre água e saneamento básico são imprescindíveis para avaliar o cumprimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 6 (ODS 6 – Água Potável e Saneamento) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), que versa sobre "garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos" (Ipea, 2019). Nesse sentido, o IBGE desempenha um papel fundamental como fornecedor de dados estatísticos para monitorar e avaliar os indicadores propostos pela ONU, contribuindo ativamente nas discussões sobre desenvolvimento sustentável e melhoria da qualidade de vida da população brasileira.

> Estatísticas públicas ajudam pautar agendas políticas, qualificar debates públicos e subsidiar decisões técnico-políticas. Prestam-se para dimensionar a população e suas demandas, avaliar o nível médio de bem-estar, investigar as iniquidades sociais existentes e avaliar os efeitos da ação ou inação de suas políticas. Como mostrou a experiência histórica dos países desenvolvidos, o volume de recursos, a abrangência de temas investigados e a cobertura e regularidade das pesquisas refletem o escopo e escala que a sociedade confere às políticas públicas. Concepções mais amplas – ou mais estreitas – de Estado de Bem-Estar demandam sistemas mais complexos – ou mais modestos – de informação estatística (Januzzi, 2018, p. 9).

Além de compartilharem a relação com o Velho Chico, os dez municípios percorridos pela Expedição se assemelham nos desafios enfrentados, especialmente aqueles referentes ao desenvolvimento sustentável.

Os números trazidos pelo IBGE retratam uma realidade já vista em campo nos municípios de Brejo Grande, Gararu, Igreja Nova, Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Penedo e Piaçabuçu. Nessas cidades ribeirinhas, persistem dilemas acerca da coleta e destinação de lixo, esgotamento sanitário, canalização da água e existência de banheiro, por exemplo. Esse recorte do Baixo São Francisco, e Alagoas como um todo, enfrentam desafios consideráveis, especialmente nos municípios pertencentes ao território alagoano.

No cenário geral de Alagoas, apenas 34,08% dos domicílios têm ligação com a rede pública de coleta de esgoto ("rede geral, rede pluvial ou fossa ligada à rede"). Esse número é significativamente menor do que a média nordestina (43,06%) e a média nacional (64,69%), mas apresentou avanços quando comparado ao mesmo percentual no Censo 2010 (21,43%).

Apesar disso, o estado ainda é o 6º do país em uso de "fossa rudimentar ou buraco", uma solução de esgotamento sanitário presente em 43,31% dos domicílios, considerada precária e não atende ao preconizado pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). Isso significa que a principal forma de esgotamento sanitário utilizada no estado está em descompasso com as diretrizes básicas de saneamento. Contudo, houve uma queda expressiva do uso da fossa rudimentar em relação ao Censo 2010, quando mais da metade dos domicílios alagoanos (54,24%) utilizavam essa forma de esgotamento sanitário.

Sergipe, por sua vez, tem mais da metade de seus domicílios ligados à rede pública de coleta de esgoto (54,16%). O uso de fossa rudimentar ou buraco, segunda forma predominante, ocorre em 28,66% dos domicílios.

Tabela 9 – Tipos de esgotamento sanitário, segundo o Censo 2022

Nível territorial	Rede geral, rede pluvial ou fossa ligada à rede	Fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede	Fossa rudimentar ou buraco	Vala	Rio, lago córrego ou mar	Outra forma
Brasil	**64,69%**	12,72%	18,14%	1,36%	1,91%	0,68%
Nordeste	**43,06%**	16,46%	33,35%	2,33%	1,71%	1,58%
Alagoas	34,08%	15,30%	**43,51%**	2,42%	2,46%	1,44%
Sergipe	**54,16%**	12,64%	28,66%	1,42%	1,32%	1,44%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022, editado pela autora (2024).

Nas cidades ribeirinhas visitadas na VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, a situação de saneamento básico é ainda mais precária que a média geral dos estados e inspira preocupação. Propriá, em Sergipe, se destaca como ponto fora da curva, com mais de 73% dos domicílios ligados à rede pública de coleta de esgoto, percentual muito acima do encontrado nos outros locais. Piranhas (AL) tem 48% dos domicílios ligados à rede, acima da média regional e estadual, mas ainda abaixo das médias nacional e sergipana. Todos os demais municípios têm percentuais ainda menores. A realidade mais precária está em Traipu, onde menos de 5% dos domicílios têm acesso à rede pública de esgoto. Situação muito preocupante ocorre também em São Brás, onde quase 13% dos domicílios despejam o esgoto em "rios, lagos, córregos e mares".

Tabela 10 – Esgotamento sanitário nos municípios da VI Expedição, segundo o Censo 2022

Município	Rede geral, rede pluvial ou fossa ligada à rede	Fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede	Fossa rudimentar ou buraco	Vala	Rio, lago córrego ou mar	Outra forma
Propriá (SE)	**73,29%**	4,08%	13,60%	4,21%	2,84%	1,73%
Piranhas (AL)	**48,05%**	17,88%	28,22%	2,12%	0,10%	1,48%
Brejo Grande (SE)	33,83%	15,34%	**45,97%**	3,04%	0,04%	1,21%
Piaçabuçu (AL)	24,24%	2,36%	**67,85%**	3,18%	0,71%	1,20%
Penedo (AL)	17,93%	11,25%	**63,08%**	2,67%	3,13%	1,67%
Igreja Nova (AL)	16,73%	12,47%	**66,28%**	1,13%	1,75%	1,21%
Gararu (SE)	15,80%	4,13%	**63,10%**	1,80%	0,81%	8,71%
São Brás (AL)	11,46%	14,56%	**58,10%**	1,93%	12,96%	0,42%
Pão de Açúcar (AL)	8,62%	7,65%	**69,46%**	9,62%	0,46%	2,35%
Traipu (AL)	4,77%	2,23%	**79,41%**	2,83%	0,61%	3,15%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022, editado pela autora (2024).

As soluções de saneamento consideradas adequadas pelo Plansab são o uso de "rede geral, rede pluvial ou fossa ligada à rede" (coleta pública de esgoto) e a "fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede". Todas as demais categorias constituem soluções precárias.

Outra questão investigada pelo Censo 2022 trata da existência de banheiro ou sanitário nos domicílios. No Brasil, mais de 98% das residências têm banheiro de uso exclusivo do domicílio. Na região Nordeste, a média cai para 95,52%. Alagoas (95,88%) e Sergipe (98,25%) têm médias maiores do que a realidade regional e, no caso deste último, também da nacional.

Contudo, apesar da maioria da população ter acesso às condições básicas, mais de 1,18 milhão de pessoas não têm banheiro ou sanitário no país, o que corresponde a 0,51% dos domicílios nacionais. Em Alagoas, quase 1% (0,98%) das moradias não têm banheiro nem sanitário – ou seja, não possuem qualquer forma de esgotamento sanitário em seu domicílio. Esse percentual abrange 31.350 moradores vivendo em condições sem qualquer infraestrutura básica. Em Sergipe, 6.714 pessoas – 0,36% dos domicílios – vivem nessa situação.

O cenário, porém, já foi bem mais grave. De acordo com o Censo 2010, mais de 5,7 milhões de pessoas (2,64% dos domicílios) não tinham banheiro nem sanitário. Em Alagoas, o número alcançava 215.398 pessoas (6,36% das habitações), enquanto Sergipe computava 62.177 pessoas nessas condições, em 3% dos domicílios particulares permanentes ocupados. Como exposto nas notas metodológicas do Censo 2022, "a despeito de uma importante expansão ao longo de décadas, as condições básicas de saneamento ainda não alcançaram toda a população brasileira" (IBGE, 2024, p. 6).

Quatro das dez cidades ribeirinhas da VI Expedição Científica têm situação mais grave quanto à ausência de banheiro ou sanitário, de acordo com os dados do Censo 2022. Novamente, Traipu (AL) enfrenta sérios desafios e tem quase 7% dos domicílios (1.640 moradores) sem qualquer instalação sanitária básica. Gararu (5,65%), Piranhas (2,15%) e Pão de Açúcar (1,84%) também têm percentuais de precariedade acima da média.

Tabela 11 – Domicílios sem banheiro nem sanitário (%) e moradores (pessoas) em domicílios sem banheiro nem sanitário entre municípios da VI Expedição, segundo o Censo 2022

Município	Domicílios (%) – percentual do total geral	Moradores
Traipu (AL)	**6,99%**	1.640
Gararu (SE)	**5,65%**	602
Piranhas (AL)	2,15%	515
Pão de Açúcar (AL)	1,84%	474
Brejo Grande (SE)	0,57%	33
São Brás (AL)	0,56%	26
Piaçabuçu (AL)	0,46%	46
Igreja Nova (AL)	0,44%	93
Penedo (AL)	0,27%	130
Propriá (SE)	0,24%	41

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022, editado pela autora (2024).

Além da ausência de banheiro ou sanitário e da existência de banheiro de uso exclusivo do domicílio, outros arranjos são previstos pelo Censo Demográfico 2022 no que diz respeito à existência e uso de instalações sanitárias nas moradias brasileiras:

Tabela 12 – Existência de banheiro ou sanitário e número de banheiros de uso exclusivo dos domicílios nos municípios da VI Expedição, segundo o Censo 2022

Município	Tinham banheiro de uso exclusivo do domicílio	Apenas banheiro de uso comum a mais de um domicílio	Apenas sanitário ou buraco para dejeções, inclusive os localizados no terreno	Não tinham banheiro nem sanitário
Propriá (SE)	99,02%	0,28%	0,46%	0,24%
Penedo (AL)	98,95%	0,49%	0,38%	0,27%
São Brás (AL)	98,73%	0,19%	0,52%	0,56%
Igreja Nova (AL)	97,79%	0,93%	0,85%	0,44%
Piaçabuçu (AL)	97,47%	0,36%	1,72%	0,46%
Brejo Grande (SE)	96,80%	0,57%	2,06%	0,57%
Gararu (SE)	92,43%	0,61%	1,32%	5,65%
Piranhas (AL)	91,77%	0,65%	5,42%	2,15%
Pão de Açúcar (AL)	89,94%	0,71%	7,51%	1,84%
Traipu (AL)	71,34%	2,24%	19,43%	6,99%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022, editado pela autora (2024).

Quanto à destinação dos resíduos sólidos, quatro cidades ribeirinhas analisadas possuem percentuais de coleta acima da média nacional (91,71%) e das médias estaduais de Sergipe (91,52%) e Alagoas (87,22%). Nesse sentido, Propriá (97,99%), São Brás (97,51%), Piaçabuçu (95,39%) e Penedo (95,27%) são destaques positivos nessa região do Baixo São Francisco. Para o IBGE, a coleta pública de lixo pode ser realizada no próprio domicílio – como na maioria dos casos – ou em serviço de caçamba de limpeza.

As outras formas de destinação de lixo, não adequadas e que implicam problemas ambientais e de saúde pública, foram mapeadas pelos quesitos "queimado na propriedade",

"enterrado na propriedade", "jogado em terreno baldio, encosta ou áreas públicas" e "outro destino". Traipu (52,91%) e Gararu (39,60%) se destacam no percentual de domicílios que queimam o lixo na propriedade.

Tabela 13 – Destino do lixo nos municípios da VI Expedição, segundo o Censo 2022

Município	Coletado (no domicílio/ caçamba de serviço de limpeza)	Queimado na propriedade	Enterrado na propriedade	Jogado em terreno baldio, encosta, ou área pública	Outro destino
Propriá (SE)	97,99%	1,84%	0,02%	0,05%	0,10%
São Brás (AL)	97,51%	2,07%	0,05%	0,23%	0,14%
Piaçabuçu (AL)	95,39%	2,86%	0,08%	1,58%	0,10%
Penedo (AL)	95,27%	4,19%	0,06%	0,25%	0,23%
Igreja Nova (AL)	89,93%	9,31%	0,16%	0,56%	0,04%
Brejo Grande (SE)	88,22%	10,00%	0,28%	1,46%	0,04%
Piranhas (AL)	81,34%	17,98%	0,16%	0,27%	0,26%
Pão de Açúcar (AL)	72,06%	25,41%	0,24%	2,09%	0,20%
Gararu (SE)	59,20%	39,60%	0,15%	0,84%	0,20%
Traipu (AL)	43,31%	52,91%	0,58%	3,07%	0,12%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022, editado pela autora (2024).

Monitorar o acesso à água, direito humano básico, é também uma das preocupações do Instituto Federal de Geografia e Estatística (IBGE). Conforme afirma Januzzi (2018, p. 3), "os Censos têm permitido avaliar a efetividade – ou não – da ação governamental em várias áreas setoriais". Dados do Censo Demográfico 2022 apontam que 97,86% dos domicílios brasileiros têm acesso à água canalizada – 95,67% dentro de casa e 2,19% apenas no terreno. O cenário avançou desde o Censo 2010, quando 93,3% dos domicílios tinham acesso a alguma forma de água encanada.

Em Alagoas, 88,68% das residências têm canalização interna e 3,60% têm canalização no terreno, o que corresponde a um percentual de 92,28% de domicílios com água encanada. Sergipe apresenta cenário melhor: 95,09% dos domicílios têm acesso à água encanada através de canalização no interior da moradia (92,89%) ou canalização externa (2,20%). Apesar disso, a água não chega às torneiras ou ao terreno de 7,73% dos domicílios alagoanos e 4,94% das habitações sergipanas, que não possuem canalização. Nesses locais, ela deve ser transportada pelos moradores através de baldes, veículos, galões e outros recipientes de armazenamento.

A maioria dos municípios ribeirinhos da VI Expedição sofre com a falta de encanamento. Seis deles apresentam níveis maiores do que as médias local, regional e brasileira. Mais de 44% dos domicílios de Traipu, em Alagoas, não têm acesso direto à água em suas casas ou terrenos.

Tabela 14 – Percentual de domicílios sem acesso à água encanada na residência ou terreno nos municípios da VI Expedição, segundo o Censo 2022

Município	Percentual de domicílios sem acesso à água
Traipu (AL)	**44,30%**
Gararu (SE)	21,68%
Piranhas (AL)	17,47%
Brejo Grande (SE)	14,33%
Pão de Açúcar (AL)	13,77%
Piaçabuçu (AL)	8,58%
Igreja Nova (AL)	2,55%
Propriá (SE)	2,42%
São Brás (AL)	2,21%
Penedo (AL)	1,13%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022, editado pela autora (2024).

A maioria dos domicílios que não têm acesso à canalização tem o carro-pipa como principal fonte de obtenção de água. Essa situação ocorre principalmente nos municípios de Traipu (17,87%), Gararu (17,30%), Piranhas (14,78%), Pão de Açúcar (10,86%) e Brejo Grande (5,99%). Os demais municípios têm percentual de uso de carro-pipa entre 1,25% (Igreja Nova) e 0,06% (Penedo) entre os domicílios sem acesso à água encanada. Cabe ressaltar, ainda, que intermitências frequentes no acesso à água pela rede geral podem aumentar o uso de carro-pipa como principal fonte de obtenção de água. Ao levar em conta o total de domicílios, inclusive os ligados à rede, o percentual de habitações que utilizam o carro-pipa como principal fonte de abastecimento sobe de 10,86% para 14,89% em Pão de Açúcar, por exemplo.

Apesar disso, a principal forma de abastecimento em quase todos esses municípios ribeirinhos – exceto Traipu, onde esse percentual é de 29,87% dos domicílios – ainda é a rede geral de distribuição de água. No Brasil, mais de 83% das habitações são ligadas à rede, média inferior à alcançada por Sergipe (85,40%). Alagoas tem 68,14% dos domicílios com essa infraestrutura básica. O Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) considera como formas adequadas o "abastecimento de água por rede de distribuição ou por poço, nascente ou cisterna, com canalização interna, em qualquer caso sem intermitências" (Ministério Do Desenvolvimento Regional, 2019, p. 35).

Tabela 15 – Principal forma de abastecimento de água nos domicílios particulares dos municípios da VI Expedição, segundo o Censo 2022

Município	Rede geral	Poço profundo ou artesiano	Poço raso, freático ou cacimba	Fonte, nascente ou mina	Carro-pipa	Água da chuva armazenada	Rios, açudes, córregos, lagos e igarapés	Outra
Propriá (SE)	96,44%	0,11%	0,03%	0,03%	0,83%	0,07%	0,95%	1,55%
São Brás (AL)	95,21%	0,33%	0,09%	0,09%	0,42%	0,80%	2,07%	0,99%
Penedo (AL)	93,23%	5,00%	0,33%	0,18%	0,07%	0,26%	0,49%	0,45%
Pão de Açúcar (AL)	81,08%	0,36%	0,11%	0,01%	14,89%	0,90%	0,82%	1,84%
Piranhas (AL)	79,23%	0,09%	-	0,03%	16,36%	0,58%	0,19%	3,53%
Igreja Nova (AL)	78,17%	8,78%	5,33%	2,30%	2,13%	0,80%	2,11%	0,38%
Piaçabuçu (AL)	73,66%	8,10%	0,61%	0,08%	0,55%	0,65%	12,65%	3,70%
Gararu (SE)	71,61%	-	-	0,20%	20,76%	0,79%	2,68%	3,95%
Brejo Grande (SE)	66,82%	16,07%	2,27%	0,28%	7,24%	0,20%	5,46%	1,66%
Traipu (AL)	29,87%	14,88%	1,78%	0,92%	21,74%	21,23%	8,35%	1,22%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022, editado pela autora (2024).

Considerações finais

"Retratar o Brasil com informações necessárias ao conhecimento de sua realidade e o exercício da cidadania" (Brasil, 2022) é a missão sustentada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A produção de estatísticas oficiais, de modo massivo e confiável, constitui um desafio de dimensões continentais, mesmo quando realizado de modo local, tendo em vista as tantas dificuldades sofridas em campo e como fazer com que essas informações cheguem aos que dela necessitam. São muitas as peculiaridades envolvidas nesse processo, desde a obtenção desses números até o seu processamento, distribuição e disseminação.

Apesar disso, o Instituto tem buscado aprimorar as formas de coleta e processamento de dados, com implementos frequentes, de modo que essa missão possa ser alcançada de maneira cada vez mais confiável. Como órgão federal, este é um desafio a ser vencido, tendo em vista que, "nenhum Estado, por menor que seja sua ambição civilizatória, pode prescindir das estatísticas, das informações sobre o 'estado do Estado'" (Jannuzzi, 2018, p. 9).

No ponto de vista da comunicação social e, mais especialmente, da comunicação pública, receber as informações coletadas e processadas por outros agentes é um desafio na hora de retratar estas realidades. Apesar de frequentemente impactantes, os números nas planilhas de computador muitas vezes não dão conta de representar, sozinhos, as paisagens e pessoas a partir dos quais foram produzidos. Faltam corpo, rosto, cenário. A experiência em campo na VI Expedição Científica do Baixo São Francisco demonstrou que estar presente nesses territórios faz toda a diferença para o comunicador e o disseminador, como também para a população.

A aproximação com o cidadão e com os lugares retratados transforma o papel dessa interlocução entre o informante e os dados que geralmente são disseminados em palestras, reuniões, e na imprensa. Mais do que impactar o gestor – o formulador de políticas –, estar em campo também impacta a população, que passa a ter uma dimensão mais concreta do que ocorre após a entrevista do agente recenseador que frequenta suas casas periodicamente. Essas

pessoas passam a ter noção de que aquela entrevista serve de algo. E, nós, comunicadores, que recebemos a informação já processada, nos tornamos conscientes de que aqueles dados têm rosto. A aproximação desses laços institucionais, para além da relação com o agente público ou com o acadêmico, é fundamental para que as políticas e estudos gerados através dos dados do IBGE tenham, de fato, eficácia. Será a população, através do conhecimento de sua realidade, a responsável direta por ajudar a transformá-la. Territorializar e trazer esses números ao local onde foram coletados é, de fato, promover o exercício da cidadania – inclusive, dos servidores envolvidos direta ou indiretamente na Expedição.

Referências

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 20 abr. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 11.177, de 18 de agosto de 2022**. Aprova o Estatuto e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e remaneja e transforma cargos em comissão, funções de confiança e gratificações. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D11177.htm. Acesso em: 15 abr. 2024.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 2.141, de 15 de abril de 1940**. Regulamenta a execução do Recenseamento Geral de 1940, nos termos da decreto-lei n. 969, de 21 de dezembro de 1938. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/del2141.htm. Acesso em: 20 abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial. Acesso em: 15 abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2022/inicial. Acesso em: 15 abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022:** população por idade e sexo – Alagoas. Notas técnicas. 2023a. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3102/cd_2022_populacao_idade_sexo_al.pdf. Acesso em: 20 abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022:** identificação étnico-racial da população, por sexo e idade. Notas técnicas. Rio de Janeiro: 2023b. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3105/cd_2022_etnico_racial.pdf. Acesso em: 12 abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022:** características dos domicílios. Notas técnicas. 2024. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3106/cd_2022_domicilios.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Em 150 anos, conheça a história que o Censo conta**. 2012. Disponível em https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/33495-em-150-anos-conheca-a-historia-que-o-censo-conta. Acesso em: 15 abr. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Objetivos de desenvolvimento sustentável – ODS**. 2019. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/ods/index.html. Acesso em: 25 abr. 2024.

JANUZZI, Paulo de Martino. **A importância da informação estatística para as políticas sociais no Brasil**: breve reflexão sobre a experiência do passado para considerar no presente. 2018, Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbepop/a/77qbqWdQWx3b5gg7wLVmtsF/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 02 abr. 2024.

JANUZZI, Paulo de Martino. Estatísticas públicas e o combate à fome e à pobreza: afinidades eletivas que fizeram diferença nos resultados da ação governamental. *In*.: KOGA, Natália Massaco *et al.* (Org.). **Políticas públicas e usos de evidências no Brasil:** conceitos, métodos, contextos e práticas. Brasília: Ipea, 2022. p. 495-520.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) – Versão original.** 2014. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab/arquivos/plansab_texto_editado_para_download.pdf. Acesso em: 15 abr. 2024.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **PLANSAB –** Revisão de 2022. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab/plansab-2013-revisao-de-2022. Acesso em: 20 abr. 2024.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) –** Revisão de 2019**.** 2019. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab/arquivos/Versao_Conselhos_Resoluo_Alta__Capa_Atualizada.pdf. Acesso em: 15 abr. 2024.

CAPÍTULO 28

INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS E SEU POTENCIAL USO COMO FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL NOS MUNICÍPIOS DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Alexandre Guimarães Vasconcellos [128] *Tatiana Luciano Balliano*[129]

Resumo: As indicações geográficas (IGs) constituem o reconhecimento do nome geográfico de localidade que se tenha tornado conhecida como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço ou que designe produto ou serviço cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluídos fatores naturais e humanos. Esse reconhecimento costuma potencializar a agregação de valor aos produtos com IG quando estes são percebidos pelos consumidores por suas características e qualidades apreciadas. Além do benefício direto aos produtores envolvidos com a IG, outros benefícios relacionados costumam ocorrer, como o aumento do turismo com foco nos produtos e serviços regionais e a valorização da identidade e do saber-fazer regional. Nessa etapa da pesquisa, onde foram identificadas localidades com potencial para o reconhecimento de IG, em especial a Ilha do Ferro, onde destacam-se o bordado boa noite e o artesanato em madeira, buscou-se analisar os caminhos que podem ser seguidos pela comunidade junto com o poder municipal para que um possível reconhecimento dessas IGs esteja alinhado com a questão da sustentabilidade das matérias-primas utilizadas. Também foram feitas análises iniciais sobre como as questões de gênero estão relacionadas a essas atividades. A metodologia utilizada na pesquisa foi a pesquisa-ação e nesta etapa foi realizada uma roda de conversa com as artesãs do bordado e os artesãos de madeira, junto com representantes do poder municipal e os pesquisadores envolvidos. A conclusão desta etapa da pesquisa é que a questão da sustentabilidade da matéria-prima das espécies vegetais utilizadas no artesanato em madeira da Ilha do Ferro é indissociável da questão do potencial para reconhecimento da IG e que substantivos esforços devem ser envidados pelo poder público municipal junto com a comunidade para que haja o replantio das espécies utilizadas e seja garantida a perpetuação da atividade ao longo de gerações, contribuindo para o aumento da renda, melhor qualidade de vida e para evitar que os jovens busquem sair de suas localidades de origem por falta de oportunidades.

Palavras-chave: Propriedade Intelectual; Indicação Geográfica; Artesanato; Ilha do Ferro; Desenvolvimento Regional; Sustentabilidade.

Introdução

As indicações geográficas (IGs) constituem o reconhecimento do nome geográfico de localidade que se tenha tornado conhecida como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço, ou que designe produto ou serviço cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluídos fatores naturais e humanos (Brasil, 1996). Esse reconhecimento costuma potencializar

128 Professor e pesquisador da Divisão de Pós-graduação e Pesquisa do Instituto Nacional da Propriedade Industrial E-mail: alexguim@inpi.gov.br;

129 Universidade Federal de Alagoas – Ufal, Instituto de Química e Biotecnologia, Coordenadora do Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação – Profnit/Ufal, Email: tlb@qui.ufal.br

a agregação de valor aos produtos com IG quando estes são percebidos pelos consumidores por suas características e qualidades apreciadas (Brandão *et al.,* 2012; Martins e Vasconcellos, 2020).

Além do benefício direto aos produtores envolvidos com a IG, outros benefícios relacionados costumam ocorrer, como o aumento do turismo com foco nos produtos e serviços regionais e a valorização da identidade e do saber-fazer regional. Nessa etapa da pesquisa, em que já haviam sido identificadas algumas localidades com potencial para o reconhecimento de IG, em especial a Ilha do Ferro, onde se destacam o bordado boa noite e o artesanato em madeira, buscou-se analisar os caminhos que podem ser seguidos pela comunidade junto ao poder municipal para que um possível reconhecimento dessas IGs esteja alinhado com a questão da sustentabilidade das matérias-primas utilizadas.

A região do Baixo São Francisco engloba 93 municípios, sendo 46 em Alagoas, 28 em Sergipe, 14 em Pernambuco e 5 na Bahia. Nessa região, constituída pelos biomas de caatinga e mata atlântica, vivem 2.183.679 habitantes, sendo 53.697 indígenas e 63.059 quilombolas (IBGE, 2023). Com base na VI Expedição Científica do Baixo São Francisco (VI ECBSF), onde foram visitados 10 municípios pelas embarcações da expedição e mais Santana do São Francisco em Sergipe, e tomando por base as atividades de pesquisa que já vinham sendo desenvolvidas pelo primeiro autor desde sua participação nas IV e V Expedições realizadas nos anos de 2021 e 2022, foi possível identificar e analisar alguns sistemas produtivos relacionados a produtos regionais que vêm ganhando progressivo destaque no cenário regional e nacional.

Desde a IV Expedição Científica em 2021, o trabalho de pesquisa buscou identificar os produtos regionais peculiares de cada município e como os referidos produtores estão organizados. Além disso, buscou-se prospectar como esses produtores estão envolvidos com o ofício e com os processos criativos e como as questões de gênero aparecem nas referidas atividades. De maneira abrangente, conseguiu-se identificar ao longo das Expedições Científicas de 2021, 2022 e 2023 várias atividades produtivas que guardam relação com a identidade e o saber-fazer de localidades da Região do Baixo São Francisco.

Tabela 1: Identificação de atividades de produção ou fabricação de produtos em localidades da Região do Baixo São Francisco

Atividade	Localidade	Forma de organização e endereço	Participação por gênero
Artesanato com couro de Tilápia	Piranhas/AL	Associação – Estação Cangaço. Av. Batalha nº 41, Bairro Nossa Senhora da Saúde.	7 mulheres e 1 homem.
Mel do Sertão	Piranhas/AL	Cooperativa – Copeapis. Rodovia AL 220 S/N Distrito – Piau.	Homens na criação de abelhas e homens e mulheres no processamento do mel e vendas.
Bordado Boa Noite	Ilha do Ferro - Pão de Açúcar/AL	Associação – Art Ilha. Distrito Ilha do Ferro.	Mulheres.
Artesanato em Madeira	Ilha do Ferro - Pão de Açúcar/AL	Atividade individual com agregação por vínculo familiar. Distrito Ilha do Ferro.	Homens. Só foi identificada 1 mulher envolvida com a atividade.

Doce de batata doce	Propriá/SE	Comércio familiar tradicional – Loja Vovô Felix.	Homens e mulheres.
Artesanato em barro	Santana do São Francisco/SE	Associações familiares. Várias utilizam o Centro Comercial de Artesanato para a comercialização das peças. Avenida Beira Rio, 153.	Homens na produção das peças e mulheres no trabalho de pintura delas.
Pimenta Rosa	Piaçabuçu/AL	Associação Aroeira. Rodovia Engenheiro Dalmo Santana - KM 02.	Homens e Mulheres

Fonte: Autores (2023).

A partir desse processo de identificação das atividades desenvolvidas nos municípios envolvendo processos criativos e o saber-fazer peculiar de cada localidade, estabeleceu-se como objetivo tentar compreender como os instrumentos de propriedade intelectual e, em especial, as Indicações Geográficas (IGs) podem contribuir para a valorização cultural, técnica, social e econômica do saber-fazer das populações que habitam o Baixo São Francisco (BSF), incluindo-se, entre elas, comunidades tradicionais, a exemplo de ribeirinhos, quilombolas e indígenas. Na VI ECBSF, a questão de gênero também foi investigada e buscou-se destacar como homens e mulheres estão envolvidos nas atividades de criação e no respectivo ofício como um todo.

Visando estabelecer as bases conceituais da pesquisa, destaca-se que a Indicação Geográfica é um instrumento de uso coletivo associado a um local geográfico que se torna conhecido em face de determinado produto ou prestação de serviço.

A origem de determinado instrumento de reconhecimento remonta à região do Porto, em Portugal, que na metade do século XVIII enfrentava problemas relacionados à falsificação de seus vinhos regionais e a falsas referências à região de produção por parte de oportunistas que, vendendo bebidas menos nobres, buscavam se aproveitar da reputação alcançada pela região do Porto na produção de vinhos. Foi então que Marquês de Pombal, por volta de 1750, determinou o reconhecimento geográfico da área, as delimitações das áreas de cultivo e das variedades de uvas e as análises específicas dos vinhos que respaldassem todas as características produtivas, mercadológicas e organolépticas do vinho dessa região (Soeiro, 2021).

A partir de então, estabeleceram-se as bases para o reconhecimento das IGs, que passaram a ser, por força de tratados internais posteriores, reconhecidas além das fronteiras nacionais.

No ordenamento jurídico brasileiro os mecanismos de reconhecimento das IGs estão dispostos na Lei 9.279 de 1996 (Brasil, 1996), que estabelece em seus artigos 176, 177 e 178:

> Art. 176. Constitui indicação geográfica a indicação de procedência ou a denominação de origem.
> Art. 177. Considera-se indicação de procedência o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que se tenha tornado conhecido como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço.
> Art. 178. Considera-se denominação de origem o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que designe produto ou serviço cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluídos fatores naturais e humanos.

No estado de Alagoas, já existem duas IGs reconhecidas. São elas a Indicação de procedência da Região das Lagoas Mundaú-Manguaba para o bordado filé (data de registro: 19/04/2016) e a Denominação de Origem dos Manguezais de Alagoas para a própolis vermelha e extrato de própolis vermelha (data de registro 17/07/2012) (Sebrae/Inpi, 2019). Apesar grande diversidade do saber-fazer regional no Baixo São Francisco e do avanço do conhecimento sobre essas atividades produtivas em nível estadual e nacional, ainda não existe nenhuma IG reconhecida ou em vias de reconhecimento na localidade (Lacerda *et al.,* 2022).

Durante a V Expedição, o trabalho de pesquisa sobre o potencial de reconhecimento de IGs e marcas coletivas no Baixo São Francisco avançou substancialmente e envolveu a finalização da dissertação de mestrado da aluna Camila Lacerda, orientada pelos professores Tatiana Luciano Baliano da Ufal, e Alexandre Guimarães Vasconcellos do Inpi (Lacerda, 2022), e da produção de uma lista de recomendações partilhada com a Prefeitura de Pão de Açucar, destacando-se entre elas:

"1. Elaboração e execução de um projeto arquitetônico com melhoramentos relacionados ao *design* do prédio onde fica localizada a cooperativa das bordadeiras, para que represente em sua estrutura, decoração e arquitetura o ambiente cultural ali existente, a história e a identidade do Bordado Boa Noite. Essa ação contribuirá para o conforto no local de trabalho das bordadeiras, para o associativismo e para reforçar a notoriedade alcançada pelo Bordado Boa Noite, podendo inclusive ser um polo de visitação para todos os interessados na arte desenvolvida na ilha;

2. Sustentabilidade da matéria-prima do pau pereiro utilizado no artesanato em madeira, com distribuição e cultivo de mudas de plantas e campanhas de conscientização para a preservação e manutenção da espécie vegetal, tanto na ilha quanto em todo o município."

A partir dessas duas recomendações de ações na Ilha do Ferro, foram estabelecidos os principais objetivos da pesquisa durante a VI Expedição. São eles:

1) Dar seguimento ao trabalho de identificação das produções regionais, envolvendo processos criativos e o saber-fazer tradicional nas diversas localidades do Baixo São Francisco alcançadas pela expedição.
2) Identificar formas de favorecer o associativismo e a identidade coletiva do saber-fazer local de base comunitária.
3) Consolidação de compromissos para a garantia da sustentabilidade das matérias-primas utilizadas nas diversas atividades produtivas identificadas e discussão participativa sobre a indissociabilidade dessa questão em relação à busca do reconhecimento de futuras IGs.

Esta pesquisa utilizou como metodologia técnicas de pesquisa participativa e, em especial, pesquisa-ação. Conforme definido por Thiollent (1985), a pesquisa-ação é um tipo de investigação social com base empírica, concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo em que os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. O planejamento da pesquisa-ação difere significativamente de outros tipos de pesquisa, não apenas em virtude de sua flexibilidade, mas, sobretudo, porque, além dos aspectos referentes à pesquisa propriamente dita, envolve também a ação dos pesquisadores e dos grupos interessados, o que ocorre nos mais diversos momentos da pesquisa. Daí porque torna-se difícil apresentar seu planejamento a partir de fases ordenadas temporalmente (GIL, 1991). Na pesquisa-ação, ocorre

um constante vaivém entre as fases, determinado pela dinâmica do grupo de pesquisadores em seu relacionamento com a situação pesquisada.

Assim, o que se pode, à guisa de delineamento, é apresentar alguns conjuntos de ações que, embora não ordenados no tempo, podem ser considerados como etapas da pesquisa-ação (Gil, 1991). São eles, segundo Gil (1991): a) fase exploratória; b) formulação do problema; c) construção de hipóteses; d) realização do seminário; e) seleção da amostra; f) coleta de dados; g) análise e interpretação dos dados; h) elaboração do plano de ação; i) divulgação dos resultados. Durante a VI Expedição, delineou-se cada fase da pesquisa-ação para o atendimento dos objetivos propostos: A identificação das produções regionais envolvendo processos criativos e o saber-fazer tradicional nas diversas localidades do Baixo São Francisco alcançadas pela expedição seguiu como uma busca de novidades não "descobertas" nas expedições anteriores, constituindo, portanto, uma fase exploratória.

Já para o incremento dos desdobramentos do plano de ação concernente às atividades necessárias para o avanço das discussões sobre a necessidade e viabilidade da busca de reconhecimento de IG para as atividades do bordado boa noite e o artesanato em madeira da Ilha do Ferro, foi realizada uma roda de conversa na Associação Art-Ilha, na Ilha do Ferro, no dia 22 de novembro de 2023, reunindo artesãs do bordado boa noite, artesãos que trabalham com madeira, líderes comunitários e o Secretário Municipal de Administração, Ramon Carvalho, juntamente a outros representantes do poder público municipal e os pesquisadores da VI Expedição Científica Alexandre Guimarães Vasconcellos, do INPI, Tatiane Luciano Balliano, da Ufal, e Ulysses Neves Rafael, da UFS.

O trabalho prospectivo realizado durante a VI ECBSF das atividades, envolvendo processos criativos e tarefas baseadas no saber-fazer regional, permitiu incorporar dois registros ao mapeamento. O primeiro se refere ao artesanato de peças utilitárias, em sua maioria de vestimenta e de acessórios de vestuário utilizando o couro de tilápia. Essa atividade é desenvolvida por 7 mulheres e 1 homem que estão organizados em uma associação denominada Associação dos Artesãos em Couro de Tilápia, que conta com uma marca registrada no Inpi denominada Estação Cangaço, que identifica o local que foi cedido pela prefeitura, onde o couro de tilápia é produzido e as peças de artesanato são fabricadas e vendidas. A Estação Cangaço fica localizada no município de Piranhas no endereço: Avenida Batalha número 41, Bairro de Nossa Senhora da Saúde, telefone (82) 36863348. A presidente da associação atualmente é a Sra. Jussara, que iniciou suas atividades na associação em 2007 através da Pastoral da Criança, num projeto para mães que tivessem interesse em desenvolver um ofício.

A pele in natura para a produção do couro de tilápia vem de Canindé do São Francisco, e o material é doado para as artesãs processarem e produzirem as peças a partir do couro acabado (bolsas, sapatos, bijuterias, etc.). O couro da tilápia produzido também é vendido para terceiros por R$ 6 a unidade. Conforme informado pela senhora Adriana, que é do município de Pão de Açúcar, mas já mora em Piranhas há 32 anos e trabalha no ofício do artesanato com couro há 17 anos, o couro da tilápia in natura é mantido congelado até o início do processamento.

No início do processo, o couro é deixado em água por três horas e, após isso, é colocado junto com água, cal e cinzas por 3 dias. Depois disso, as peças são raspadas e colocadas em contato com amônia por três horas. Após serem bem lavadas, são imersas na água junto à casca do angico ou do coco para realçar a cor natural. Elas ficam na água do angico por no mínimo 40 dias e são mexidas todos os dias. Depois disso, as peças são bem lavadas e colocadas em óleo vegetal por 3 horas para tirar o cheiro.

Depois as peças são colocadas para secar à sombra e esticar. Após esse processo, as peças estão prontas para a confecção dos artesanatos. Várias peças de artesanato também são feitas com couro de bode. Este é comprado a metro na região de Cabaceiras, Paraíba, por 70 reais o metro, e o material é enviado mediante encomenda. A associação conta com marca registrada ativa no Inpi sob o número de processo 910535787, com data de concessão em 03/04/2018 e, segundo a artesã Adriana, a marca registrada foi importante para melhorar a visibilidade do trabalho feito pelas associadas.

Ela também destacou a página do *Instagram* como uma das formas de divulgar as peças e o trabalho da associação. Além disso, ressaltou o sonho de terem uma sede própria permanente que seja adequada para a realização de todas as etapas produtivas. Também destacou a importância de adquirir o equipamento "fulão" para automatizar o processo de produção, uma vez que a máquina mexe ininterruptamente as peças durante as etapas que ocorrem em meio líquido. O trabalho de produção das peças utilizando o couro de tilápia constitui a principal fonte de renda dessas mulheres, e a renda obtida com o trabalho costuma ser entre R$ 800 e R$ 1.000 reais por mês. A repartição dos rendimentos se dá pelo número de horas trabalhadas por mês e, segundo elas, esse foi o melhor sistema encontrado, pois daí todas se envolvem coletivamente para que as peças produzidas tenham a melhor qualidade e sejam vendidas rapidamente sem gerar controvérsias sobre preferências pessoais na venda das peças.

Figura 1 - Visita à Associação dos Artesãos em Couro de Tilápia – Estação Cangaço em Piranhas/AL durante a VI Expedição Científica do BSF (novembro de 2023).

Fonte: Alexandre Guimarães (2023).

Figura 2 - Registro de marca em vigor – ESTAÇÃO CANGAÇO

Fonte: Alexandre Guimarães (2023).

O segundo novo registro de atividade envolvendo o saber-fazer de uma determinada localidade foi no município de Santana do São Francisco, em Sergipe, onde foi identificada forte atividade econômica relacionada ao artesanato de peças decorativas e à produção de peças utilitárias, como filtros de água produzidos em barro. Na produção das peças de artesanato em barro, destaca-se a participação masculina. Os homens dedicam-se à feitura e queima das peças, enquanto as mulheres costumam se envolver com as atividades de pintura e venda das mesmas.

O componente criativo também foi identificado, e muitos artesãos já se destacam pelo componente autoral de suas peças, sendo capazes de identificar a autoria simplesmente observando as peças. Percebe-se também o orgulho e a satisfação dos artesãos com seu ofício e a capacidade de tê-lo como meio de vida.

Figura 3 - Local da "queima" das peças de artesanato feitas com barro em oficina localizada em Santana do São Francisco – Sergipe

Fonte: Alexandre Guimarães (2023).

Sobre os objetivos 2 e 3 da pesquisa, analisados a partir da roda de conversa realizada na sede da Art-Ilha na Ilha do Ferro, observou-se que, a partir do envolvimento de bordadeiras mais jovens, várias questões sobre quem poderia e deveria utilizar a reputação construída pela Ilha do Ferro no bordado boa noite começam a ser discutidas pela comunidade. Foi levantada a questão, por exemplo, se uma pessoa que aprendeu a técnica do bordado boa noite com as bordadeiras da Ilha do Ferro e foi morar em outra região poderia, legitimamente, designar suas peças como sendo da Ilha do Ferro.

Nessa questão, foi explicado pelos autores da pesquisa que, no caso do interesse da comunidade no avanço do processo de reconhecimento da IG, essa questão teria que ser discutida coletivamente, e os parâmetros sobre como o selo da IG deveria ser utilizado deveriam partir deles e, uma vez decididos, integrar o caderno de especificações técnicas, que é uma parte fundamental do pedido de reconhecimento da IG.

Figura 4 - Roda de conversa realizada em 22 de novembro de 2023 com os artesãos da Ilha do Ferro, poder público municipal e pesquisadores da VI Expedição Científica do BSF

Fonte: Alexandre Guimarães (2023).

Na questão concernente ao artesanato em madeira, foi possível verificar, nas visitas à localidade durante as V e VI Expedições Científicas do BSF (2022 e 2023), que vários relatos apontam o pioneirismo do Sr. Fernando Rodrigues dos Santos, mais conhecido como Fernando da Ilha do Ferro, no labor criativo do artesanato em madeira na região. De acordo com a Galeria Estação, fundada em 2004 em São Paulo, que inaugurou um programa curatorial atendendo a uma ampla comunidade de vozes artísticas não canônicas e de autodidatas pioneiros, é dito sobre a biografia do Sr. Fernando (1928-2009) (Galeria Estação, 2024 apud Frota, 2005):

"Nasceu na casa mais antiga da Ilha do Ferro. Foi à escola, disse em depoimento a Celso Brandão, mas nunca aprendeu a escrever o nome, embora dissesse entender as inscrições rupestres presentes na região. Na primeira mocidade, trabalhou em roça, plantando arroz, milho, feijão. Personagem provocador, na vida como nas artes, tem um livro, ditado e transcrito, de estórias pitorescas, lembranças de caçadas e malandragem. Filho de fabricante de tamancos, iniciou-se nas artes produzindo pequenos objetos na oficina do pai. Aos 40 anos, construiu sua primeira peça do mobiliário: uma espreguiçadeira. Nos anos 1970, retoma a profissão do pai, redesenhando os tamancos originais."

Em 1979 uma viagem ao Rio de Janeiro influi também no seu percurso de inventor, pois já em 1980, de volta a casa, parte para novas propostas, construindo o Bar Redondo, cujas mesas e bancos escultóricos deram início à sua carreira de escultor e *designer* de móveis. Bancos de sua autoria foram expostos em 1987, na mostra "*Brésil, Arts Populaires*", no Grand Palais,

Paris, e hoje estão na exposição permanente de arte popular do Centro Cultural de São Francisco, em João Pessoa, PB. Expôs no Museu de Arte Popular da Paraíba e na Casa Cor, São Paulo, em 2001, com prêmio para o ambiente do *designer* Arthur Casas, que incluiu a cadeira de três pés e espaldar alto de Fernando.

Participou da mostra "O Sentar Brasileiro" com 100 cadeiras e bancos, que inaugurou o novo Museu de Curitiba, de Oscar Niemeyer, onde três peças suas foram colocadas na sala principal ao lado dos móveis dos irmãos Campana. Tem um pronunciado gosto pelo orgânico, bem equilibrado em seu mobiliário, mas que, quando se transfere para a escultura que pratica na virada do século XX para o XXI, gera um não menos fascinante bestiário de criaturas apavorantes, frequentemente híbridas. Seus recortes, muitas vezes conceituais, da modernidade fazem-no igualmente representar como ex-voto um braço de Ayrton Senna, com uma face de atabaque para percussão cerimonial pela morte do ídolo da Fórmula-1. Esse objeto tinha também a função de marmita térmica nas suas caçadas, pois é revestido de alumínio. A presença de Fernando contribuía para a revelação gradual da Ilha do Ferro como um centro de criação habitado por numerosos artistas.

Essa visão do Sr. Fernando como uma mente extremamente criativa e inquieta, capaz de se inspirar na natureza, vendo formas zoomórficas (com aparência de bichos) repletas de sentido, em que outros só viam um toco de madeira ou um pedaço de pau, também foi relatada em comunicação pessoal por seu amigo, o Mestre Jackson (Doutor *Honoris Causa* Jackson Borges) e pela filha do Sr. Fernando, Dona Rejane, e foi capaz de inspirar muitos outros artistas na região.

O ofício de artesão em madeira era praticamente exercido exclusivamente por homens na Ilha do Ferro, e as mulheres, quando participavam, se dedicavam à pintura das peças, algum detalhe ou venda. Essa realidade começou a mudar recentemente e foi possível observar que a Sra. Camila, neta do Sr. Fernando, é uma jovem que vem se dedicando ao trabalho de artesanato em madeira na casa de sua família, sendo bastante respeitada por todos.

É notório que o artesanato em madeira da Ilha do Ferro vem se tornando cada vez mais conhecido em outras regiões do Brasil, bem como no exterior, e que os artesãos da Ilha já possuem certo grau de organização associativa em torno de seus interesses comuns. Essa é a principal condição para um potencial reconhecimento futuro de uma Indicação Geográfica.

Figura 5 - Loja de grife de vestuário em Paraty – Rio de Janeiro, em que a decoração da vitrine e do interior da loja é feita com peças de artesanato em madeira da Ilha do Ferro

Fonte: Alexandre Guimarães (2023).

No entanto, no que tange à discussão sobre a sustentabilidade da matéria-prima utilizada, foi levantado por alguns artesãos que uma parte das madeiras utilizadas é oriunda de poda e de arraste de árvores durante a cheia do rio que "come os barrancos". Também são utilizadas outras "madeiras mortas" ou restos de embarcações abandonadas nas margens do rio. No entanto, também foi relatado que algumas espécies estão escasseando rapidamente, sendo urgente um trabalho junto à prefeitura, à universidade e à comunidade para o replantio dessas espécies, principalmente as de crescimento mais lento e as que crescem próximo da beira do rio, de maneira a evitar a extinção delas na localidade e também evitar o assoreamento progressivo do Rio São Francisco. Dentre as espécies citadas para a confecção das peças artesanais em madeira na Ilha do Ferro estão:

1) Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), que é uma árvore nativa da caatinga, principalmente em várzeas fluviais e terrenos próximos a elevações de terra. Sua madeira é clara, segundo os artesãos, é relativamente "macia" e fácil de ser trabalhada.

2) Imburana (*Commiphora leptophloeos*), que é uma árvore nativa na caatinga, no pantanal e no chaco. Seu nome popular deriva de palavras em língua tupi y-mb-ú (árvore de água) e ra-na (falso), formando assim a palavra imburana (falso imbu).

3) Craibeira (*Tabebuia aurea*), que, segundo o Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (2024), é a árvore símbolo do estado, sendo conhecida popularmente como "Craibeira", "Caraíba" e "Ipê-amarelo". A espécie é predominantemente encontrada em regiões semiáridas, especificamente no bioma Caatinga. No entanto, registros de sua ocorrência também foram documentados em outros domínios vegetacionais do estado, geralmente em condições de cultivo. Caracteriza-se como caducifólia, evidenciando a perda de folhagem em determinadas estações climáticas, período no qual a floração torna-se o aspecto visual mais proeminente. Devido à sua floração vistosa e atrativa, a espécie é frequentemente empregada em processos de herborização e no paisagismo de áreas urbanas.

4) Mulungu (*Erythrina mulungu*), que é uma espécie de árvore endêmica do Brasil, encontrada no Cerrado, Caatinga, Amazônia e Mata Atlântica.

Figura 6 - Atividade de artesanato em madeira na Ilha do Ferro

Fonte: Alexandre Guimarães (2023).

Figura 7 - Peça com aparência zoomórfica fabricada na Ilha do Ferro.

Fonte: Alexandre Guimarães (2023).

Considerações finais

A identificação de duas novas atividades envolvendo o saber-fazer regional referente ao artesanato a partir do couro de tilápia no município de Piranhas e do artesanato em barro no município de Santana do São Francisco deixa clara a grande riqueza cultural relacionada ao saber-fazer criativo na Região do Baixo São Francisco. A divisão das atividades laborais entre homens e mulheres nos ofícios artesanais levanta interessantes questões sobre as estruturas familiares na região, sobre como o protagonismo feminino em algumas atividades está contribuindo para o aumento de renda das famílias e para a emancipação econômica através do trabalho das mulheres.

Essas questões específicas relacionadas ao saber-fazer artesanal e gênero estão sendo aprofundadas em pesquisa conjunta em colaboração com o professor Ulysses Neves Rafael e serão objeto de um trabalho em continuação sobre o tema. Sobre as estratégias que devem ser buscadas para avançar com as discussões sobre a importância do reconhecimento das IGs para a comunidade e, ao mesmo tempo, solucionar a questão da sustentabilidade das madeiras regionais, especialmente o pereiro, que é utilizado de maneira sistemática no artesanato e tem as especificidades que identificam a regionalidade das peças produzidas, propomos o envolvimento de instituições como o Inpi e o Sebrae, juntamente à prefeitura, para estabelecer um programa de mentoria em IG com a comunidade da Ilha do Ferro, que integra o município de Pão de Açúcar, de maneira a dar andamento às atividades já iniciadas no âmbito das Expedições Científicas do Baixo São Francisco.

Além disso, reitera-se fortemente a recomendação feita durante a V Expedição para a construção de um horto botânico para geração de mudas e garantia do replantio das espécies utilizadas.

Figura 8 - Espécie de árvore conhecida como Pereiro - amplamente utilizada no artesanato em madeira na Ilha do Ferro

Fonte: Wikimedia Commons, the free media repository. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Aspidosperma_pyrifolium. Acesso em: 12 ago. 2024.

Felizmente, essa recomendação parece estar em linha com o entendimento da Prefeitura de Pão de Açúcar, que informou durante a roda de conversa, através de seu representante, Sr. Ramon Carvalho, que iria dar início à construção do horto botânico para a geração de mudas para o replantio das espécies ainda em 2023. Em relato posterior, feito no mês de abril de 2024, foi informado pelo Sr. Ramon Carvalho que foi construído um viveiro, cujo objetivo é promover o tema da sustentabilidade na comunidade e o reflorestamento das espécies locais. Também foi informado que a comunidade local foi capacitada, junto ao Sebrae, sobre a importância do reflorestamento e manuseio para a multiplicação das espécies. Além disso, foi relatada a criação da associação dos artesãos em madeira e realizado, junto ao Sebrae, o Refloresça Ilha, onde foram plantadas cerca de mil mudas de espécies da região.

Figura 9 - Atividade junto aos artesãos da Ilha do Ferro sobre a importância do reflorestamento e manuseio para a multiplicação das espécies

Fonte: Ramon Carvalho (2023). Imagem cedida.

A execução de projetos estruturantes para solucionar gargalos da cadeia produtiva tem sido apontada como uma demanda desafiadora e de longo prazo para a efetividade e incremento do reconhecimento de um produto com indicação geográfica no mercado (Benitz *et al.* , 2024). No caso da Ilha do Ferro, as ações visando à sustentabilidade das madeiras utilizadas no arte-

sanato são fundamentais para que a atividade, que está se tornando cada vez mais conhecida e apreciada na região e em outras partes do país, possa se consolidar de uma maneira que possa atender a várias gerações na Ilha do Ferro.

Dessa forma, diante de um potencial reconhecimento de indicação geográfica no futuro, a atividade poderá tornar-se, de fato, um vetor de desenvolvimento sustentável na região, contribuindo para a geração de renda, preservação ambiental, manutenção da biodiversidade, turismo e fixação dos jovens na localidade com trabalho digno.

Referências

BENITZ, T. *et al*. Denominação de origem para o pirarucu mamirauá: parcerias e meios de implementação. **Revista INGI – Indicação Geográfica e Inovação**, v. 8, n.2, p.2610-2623, abr./maio/jun. 2024.

BRANDÃO, F.S. *et al*. Confiança e agregação de valor em carnes com indicação geográfica**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n.2, abr. 2012.

BRASIL . **Lei de Propriedade Industrial – Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm. Acesso em: 30 abr. 2024.

FREIRE, N.C.F.; GOMES, R.M.F.P. (org.). **Perfil Socioeconômico Municipal e Aspectos Geoambientais do Baixo São Francisco**. Maceió : Edufal, 2023.

FROTA, L. C. **Pequeno dicionário do povo brasileiro, século XX**. Local: Aeroplano, 2005.

GALERIA ESTAÇÃO. **Biografia de Fernando da Ilha Do Ferro (Fernando Rodrigues Dos Santos):** 1928-2009, Ilha Do Ferro, Alagoas. Disponível em: https://www.galeriaestacao.com.br/pt-br/artista/18/fernando-da-ilha-do-ferro. Acesso em: 30 abr. 2024.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO ESTADO DO ALAGOAS. **Espécies representativas e principais áreas de coleta.** Ano. Disponível em: https://www2.ima.al.gov.br/especies-representativas-e-principais-areas-de-coleta/. Acesso em: 30 abr. 2024.

LACERDA, C. M. **Estudo da viabilidade da indicação geográfica do bordado boa noite produzido na Ilha do Ferro no Sertão de Alagoas**. 2022. 000f. Dissertação (Mestrado em?) - PROFNIT, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.

LACERDA, C.; BALLIANO, T. L.; VASCONCELLOS, A.G. indicações geográficas na região do Baixo São Francisco: prospecção de campo para avaliação do potencial para novos reconhecimentos, com destaque para a ilha do ferro. *In*: SOARES, Emerson Carlos; SILVA, José Vieira; SILVA Themis (org.). **O Baixo São Francisco**: características ambientais e sociais. v. 2. Maceió, AL: Edufal, 2022.

MARTINS, I.S.S.; VASCONCELLOS, A.G. A relação entre o regulamento de uso das indicações geográficas e o conhecimento tradicional: o caso do guaraná envolvendo os territórios de maués e da terra indígena Andirá-Marau. **Cadernos de Prospecção**, v. 13, n.1, p. 293-308. Mar (2020).

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS; INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Indicações geográficas brasileiras**. Brasília: Sebrae, INPI, 2019.

SOEIRO, A. **As indicações geográficas na Europa:** passado, presente e futuro. 2021. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_jBcHgl4N9E&t=262s. Acesso em: 30 abr. 2024.

THIOLLENT, M. **Metodologia de pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1985.

CAPÍTULO 29

PRÁTICAS CORPORAIS DO BAIXO SÃO FRANCISCO: A HEGEMONIA FUTEBOLÍSTICA E O BRINCAR LIVRE COM O RIO

Silvan Menezes dos Santos[130], Thayná Patricio dos Santos[131], Marisa Alves Feitosa[132], Vanessa Higino dos Santos[133], Leonea Vitória Santiago[134], Gustavo Gomes de Araujo[135]

Resumo: Identificamos, em 2022, que há no Baixo São Francisco uma monocultura futebolística hegemônica, precarizada para meninas e mulheres. Intrigados com o caráter restritivo desse cenário, estabelecemos como problema de pesquisa para a edição de 2023: O que essas populações ribeirinhas praticam com os seus corpos nos seus tempos livres e como essas práticas se relacionam com o Rio São Francisco? O objetivo geral foi cartografar as práticas corporais e os seus lugares de vivência nas cidades e povoados alagoanos visitados. Realizamos um trabalho simultâneo de extensão e de pesquisa. Ao mesmo tempo que o Projeto Academia & Futebol Alagoas desenvolveu práticas de divulgação, experimentação e educação sobre o futebol de mulheres com meninas e meninos, ampliamos o escopo investigativo de caráter exploratório e descritivo, com abordagem qualitativa dos achados. O procedimento base adotado para as atividades educativas de extensão em todas as cidades foi composto por: i) uma roda inicial de conversa com meninas e meninos participantes; ii) um jogo especial focado no trabalho com competências socioemocionais ou temas transversais, tais como igualdade de gênero e diversidade; iii) uma roda de conversa final para relato das percepções sobre a experiência. No total, participaram 306 pessoas, sendo 220 meninas e mulheres. Para a pesquisa, adotamos a técnica de entrevista aberta como forma de busca e de conhecimento sobre os jeitos de ser, estar e viver destas populações

Palavras-chave: Futebol; Mulheres; Etnografia; Lazer.

Introdução

Em 2022, o projeto Academia & Futebol de Alagoas, coordenado pela Universidade Federal de Alagoas (Ufal), identificou durante a V Expedição Científica do Baixo São Francisco que a cultura futebolística está presente, faz parte do imaginário e se manifesta como prática corporal de meninas e mulheres das sete cidades ribeirinhas visitadas. Ainda que não tenhamos identificado, em nenhuma delas, um nível especializado de relação e desempenho com o jogo, garotas de Pão de Açúcar e do Povoado Chinaré, em Igreja Nova, apresentaram características de um nivelamento intermediário de jogabilidade (Santos *et al.,* 2023).

Na ocasião, compreendemos também que a imagem cultural mais presente nas localidades é do futebol como prática majoritariamente masculinizada. O futebol de mulheres e

130 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (IEFE/Ufal).
131 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (IEFE/Ufal).
132 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (IEFE/Ufal).
133 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (IEFE/Ufal).
134 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (IEFE/Ufal).
135 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (IEFE/Ufal).

o seu principal símbolo contemporâneo, a jogadora alagoana Marta, ainda trafegam de modo periférico e fragmentado nesta região, sobretudo quando colocados lado a lado com a representação do futebol masculino e do jogador Neymar Junior (Santos *et al.,* 2023). Deduzimos, a partir dos achados da pesquisa, que o futebol de meninas e mulheres do Baixo São Francisco manifesta a precarização sistêmica do acesso a bens e fenômenos culturais globais, tal como a cultura futebolística, para aquelas e aqueles que vivem na periferia da globalização.

As meninas interessadas têm a esperança de seguir jogando e sonhando sustentada apenas no seu respectivo "dom" de jogar. Não há uma rede de formação e desenvolvimento de ambiências para a prática sistêmica do futebol de mulheres na região. Mais da metade delas sequer têm incorporada a imagem da Marta em suas mediações culturais. Ou seja, nem como educação, tampouco como bem cultural de lazer e cidadania, o futebol de mulheres tem se estabelecido nas localidades mapeadas. Os dados de 2023 assemelham-se ao cenário encontrado em 2022 no que diz respeito ao nivelamento técnico intermediário e à precarização de acesso às práticas corporais, especialmente o futebol.

Após o diálogo e planos de ação estabelecidos com as prefeituras, secretarias de Esporte e Educação e professores municipais em 2022, foi possível observar em 2023 o mesmo padrão de incentivo, com iniciativas municipais limitadas para desenvolver a modalidade e os aspectos sociais, físicos e cognitivos atrelados ao esporte. Diante desse primeiro mergulho investigativo, descritivo e indiciário nas belezas, contradições e resistências das cidadãs, mulheres e meninas, do Baixo São Francisco, para o ano de 2023, na VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, compreendemos que era necessário ampliar nossos olhares para este território e suas relações com as práticas corporais. Nesse sentido, sabendo que havia ali uma monocultura futebolística hegemônica, precarizada para meninas e mulheres, estabelecemos como problema de pesquisa a seguinte questão: O que essas populações ribeirinhas praticam com os seus corpos nos seus tempos livres e como essas práticas se relacionam com o Rio São Francisco? Como forma de buscar indícios e sintomas sociais para este questionamento, partimos com o objetivo geral de cartografar as práticas corporais e os seus lugares de vivência nas cidades e povoados alagoanos visitados pela Expedição.

Assim como na quinta edição da Expedição, neste ano de 2023, realizamos um trabalho simultâneo de extensão e pesquisa durante os dias de atividades nas cidades visitadas. Ao mesmo tempo que o Projeto Academia & Futebol Alagoas desenvolveu propostas práticas de divulgação, experimentação e educação sobre o futebol de mulheres com meninas e meninos, também ampliamos o nosso escopo investigativo de caráter exploratório e descritivo, com abordagem qualitativa dos achados.

Na dimensão da extensão, junto às secretarias de Educação e Esporte das cidades, mobilizamos crianças e adolescentes na faixa etária de 10 a 17 anos, tendo como prioridade meninas, mas sem excluir a participação de meninos, e realizamos festivais esportivos em espaços definidos antecipadamente pelas próprias prefeituras. O local destinado para essas práticas variou em cada um dos municípios. Alguns nos alocaram em quadras, outros em ginásios e os demais em campos gramados de futebol. O trabalho educativo desenvolvido nessa VI Expedição foi ampliado para além do futebol.

Associamos esforços da Secretaria de Estado de Esporte, Lazer e Juventude, com a Federação Alagoana de Futebol e o Ministério do Esporte nas ações em todos os municípios alagoanos visitados e, assim, trabalhamos com outras modalidades esportivas, tais como o voleibol

e o badminton. Em cada localidade, foram doados kits com bolas e coletes de futebol, bolas e rede de voleibol, bem como raquetes e petecas de badminton.

O procedimento base adotado para as atividades educativas de extensão em todas as cidades foi composto por: i) uma roda inicial de conversa com as meninas e meninos participantes, conforme ilustrada na figura 1; ii) um jogo especial focalizado no trabalho com competências socioemocionais ou temas transversais, tais como igualdade de gênero e diversidade; iii) uma roda de conversa final para relato das percepções sobre a experiência. Participaram dos festivais nas sete cidades alagoanas um total de 306 pessoas, sendo 220 meninas e mulheres, que eram o público prioritário das nossas ações.

Figura 1 - Roda de conversa entre monitoras e meninas ribeirinhas

Fonte: Acervo das/dos autoras/es (2023).

Em relação à pesquisa, como mencionado, mantivemos o caráter descritivo e exploratório do estudo por se tratar de uma ampliação do espectro compreensivo e interpretativo das culturas corporais de movimento de cada cidade. Para operacionalização deste intento, estabelecemos a técnica de entrevista aberta como forma de busca e de conhecimento sobre os jeitos de ser, estar e viver destas populações.

Encontramo-nos com o rio e com os ribeirinhos barranqueiros para dialogar, conversar, jogar conversas fora e, assim, estar perto e dentro das suas práticas corporais e das suas experiências de lazer cotidianas, inspirados por uma abordagem antropológica e etnográfica destes fenômenos (Magnani, 2002).

As conversas coletivas ou individuais estabelecidas com ribeirinhas e ribeirinhos ao longo dos dez dias de Expedição foram registradas em diário de campo por todas/os as/os pesquisadoras/es. Gravamos somente quando autorizados pelas/os participantes da pesquisa. No total, contabilizamos aproximadamente 220 diálogos. Foram conversas com meninas, meninos, mulheres, homens, gestoras/es municipais e professoras/es, constituindo um grupo diverso em sua faixa etária, gênero e papel social que exercem em suas respectivas localidades.

É sabido que a pesquisa qualitativa tem maior interesse pelo processo do que pelos resultados, em que os aspectos subjetivos dos fenômenos sociais tornam-se objeto de estudo. O propósito da pesquisa qualitativa é amplo e diversificado, abrangendo várias práticas de indagação

(Bicudo; Costa, 2019), nas quais o pesquisador é um sujeito pensante, que expressa interesse pelo que está sendo pesquisado e submerge, praticando sua subjetividade (González, 2020).

Os fenômenos estudados ocorrem em determinado tempo, local e cultura. O trabalho de campo é o momento em que o pesquisador mergulha no território onde os fenômenos acontecem. Nesse estudo, mergulhamos no Rio São Francisco para buscar a compreensão dos símbolos, das crenças, dos valores e das relações humanas desse grupo social ribeirinho.

A especificidade científica da Antropologia/Etnografia, incluindo suas fragilidades e suas virtualidades epistemológicas, permite-nos admitir que os seus créditos teóricos e metodológicos procedam da própria natureza dos objetos estudados. Tal proposição é pertinente nestes estudos, pelo fato de pretendermos, como no entendimento de Giddens (1991), ao estudarmos os hábitos e costumes, não nos limitarmos às suas formas manifestadas nos comportamentos, mas também atentarmos nas formas encobertas de ação, em que, segundo o autor, se encontra o modo de sentir e pensar do grupo, todo o seu estilo de vida. Junto à fenomenologia, que tem como preocupação central o sentido de ser, percorreremos o caminho que privilegia no indivíduo os seus possíveis modos de ser no mundo, onde ele desde o nascimento assume tais modos, apropria-se deles, desenvolve-os e põe-nos em curso até morrer; portanto, uma articulação no âmbito da sua própria existência. Os movimentos e as falas fazem parte do ato de criação e manifestação do ser. Na fala, os indivíduos veiculam os sentidos das coisas, daquilo que existe e lhes é apresentado através de alguma forma de linguagem.

Achados dos estudos

Sobre a prática do futebol de mulheres nas localidades alagoanas visitadas pela Expedição, para além dos achados sobre nível de desempenho e jogabilidade mapeados por Santos *et al.* (2023) na edição de 2022, identificamos a presença de times femininos em cinco das sete cidades. Somente em Piranhas e no Povoado Chinaré, em Igreja Nova, as meninas informaram não haver equipes constituídas.

Os 7 municípios apresentaram os seguintes dados populacionais: 1) Piranhas: 11.689 mulheres; 2) Pão de Açúcar: 12.089 mulheres; 3) Traipu: 11.803 mulheres; 4) São Brás: 3.381 mulheres; 5) Igreja Nova: 10.791 mulheres; 6) Penedo: 30.665 mulheres; 7) Piaçabuçu: 8.112 mulheres. Traipu e Piaçabuçu foram os municípios com maior capacidade de mobilização de meninas e mulheres nas atividades durante a Expedição (n=60 em cada município, equivalente a 0,50% e 0,73% respectivamente). Os municípios de Pão de Açúcar e Penedo mobilizaram 30 meninas e mulheres cada, equivalente a 0,24% e 0,09% respectivamente. Piranhas (n=19, equivalente a 0,16%), São Brás (n=17, equivalente a 0,50%) e Igreja Nova (n=4, equivalente a 0,03%) foram os municípios com menor capacidade de aproveitamento da VI Expedição.

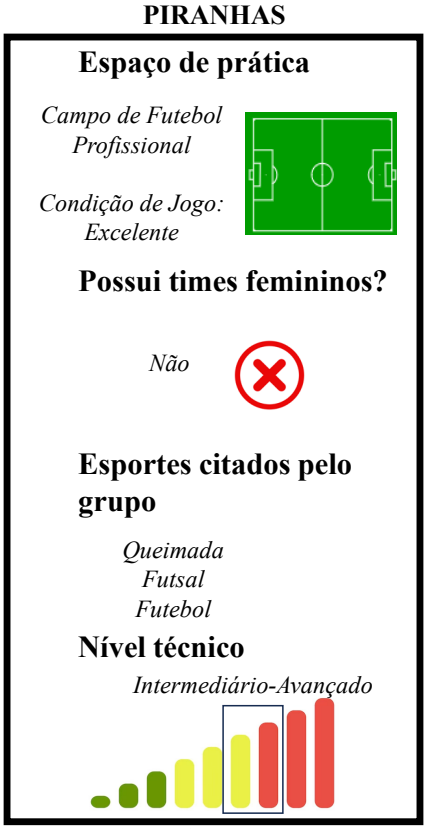
Vale ressaltar que durante a Expedição foram abordados temas relacionados à desigualdade de gênero, desvalorização das mulheres no esporte e estratégias para estimular a prática por meio de apresentação e discussão com a comunidade sobre as mulheres desportistas referência. Proporcionalmente, a procura de meninas e mulheres para as práticas esportivas, apesar da divulgação e magnitude da VI Expedição, foi baixa e não apresentou linearidade com o número absoluto de mulheres do município. Penedo foi o município com maior número populacional, mas apresentou o menor índice de mulheres proporcionalmente. Por outro lado, Piaçabuçu foi o segundo menor município populacional, mas teve a maior procura pela ação do A&F.

Em relação ao nível técnico, Piranhas, Traipu, São Brás e Igreja Nova foram classificados como Intermediário-Avançado. Pão de Açúcar, Penedo e Piaçabuçu apresentaram um nível

técnico classificado como Iniciante-Intermediário. Desses municípios, Piranhas e Igreja Nova não possuem time de futebol, Penedo conta com times escolares e os demais apresentam times com encontros para a prática e competições sistematicamente.

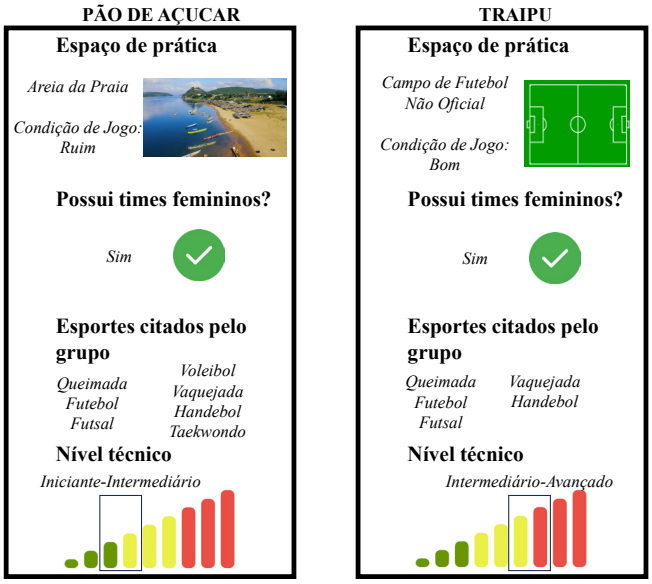
Em todos os municípios, foi aplicada a mesma metodologia, dividindo em 5 etapas: 1º) Roda de Conversa; 2º) Jogos Especiais; 3º) Roda de Conversa Final; 4º) Escolha dos Times; e 5º) Registro. A Roda de Conversa teve como objetivo apresentar o grupo e compreender como estão se sentindo, auxiliando na melhor condução da atividade. A etapa dos Jogos Especiais buscou desenvolver as competências socioemocionais ou temas transversais. Essa etapa permite introduzir temas transversais com diferentes abordagens, sempre ancorando o tema mulher no esporte, diferença de gênero, vulnerabilidade socioeconômica, preconceitos e competências como autoestima, foco, autoavaliação, concentração, criatividade, motivação, liderança e outros. A Roda de Conversa Final, nessa etapa, após as informações, serviu para uma reflexão coletiva e individual do grupo, permitindo e estimulando a manifestação das alunas sobre as percepções e compreensão dos assuntos. A Escolha dos Times foi conduzida com dois, ou mais, times citando o nome de duas atletas profissionais, formando duplas em seguida. Após formar as duplas, cada jogadora definiu, entre as profissionais citadas, a preferência. Assim, as jogadoras "X" são um time, e as jogadoras "Y" são de outro – esse método ajudou a não focar apenas no desempenho, ninguém ficou por último a ser escolhida e houve maior interação no grupo. O Registro de bordo, tal como apresentado nas figuras 2,3,4 e 5, tem como objetivo facilitar o registro das atividades, permitindo ao articulador refletir sobre a sua prática e procedimento de sua tarefa.

Figura 2 - Registro de bordo da cidade de Piranhas-AL



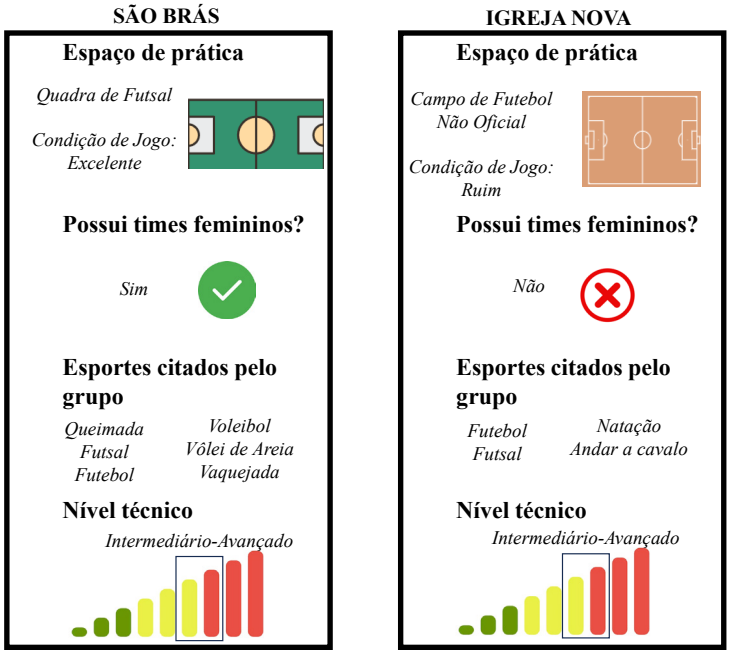
Fonte: Produção dos/as autores/as (2023).

Figura 3 - Registro de bordo das cidades de Pão de Açúcar – AL e Traipu – AL



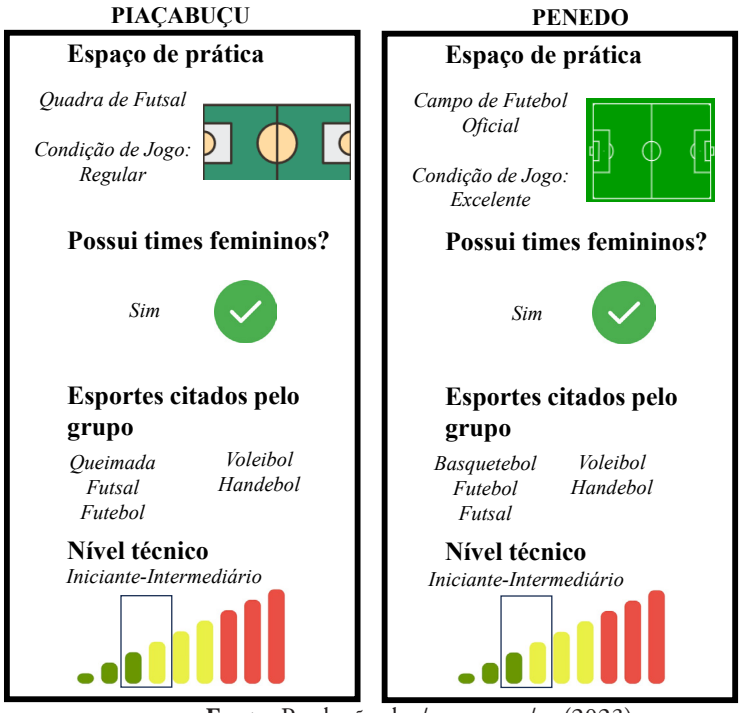
Fonte: Produção dos/as autores/as (2023).

Figura 4 -Registro de bordo das cidades de São Brás – AL e Igreja Nova – AL



Fonte: Produção dos/as autores/as (2023).

Figura 5 - Registro de bordo das cidades de Piaçabuçu – AL e Penedo – AL



Fonte: Produção dos/as autores/as (2023)

Em relação às práticas cotidianas das populações nas cidades, a partir das duas centenas de diálogos que estabelecemos, mapeamos cerca de 55 diferentes manifestações de práticas corporais. Entre elas estão jogos esportivos, brincadeiras populares, danças tradicionais e outras expressões emergentes da cultura corporal de movimento, como o *beach tennis* e o Futmesa. Na Figura 6, é possível visualizar a multiplicidade de práticas mencionadas e algumas até mesmo observadas enquanto estivemos nas cidades.

Figura 6 - Nuvem de palavras composta pelas práticas corporais anunciadas e observadas

Fonte: Gerada pelo *Tagcrowd.com* a partir do diário de campo das/dos pesquisadoras/es (2023).

Para o exercício cotidiano dessas práticas, escutamos e observamos que as quadras e os campos de futebol públicos dessas cidades se configuram como equipamentos específicos de lazer fundamentais para o gozo desse direito social constitucional. Paralelamente a esses, por sua vez, as escolas e as ruas citadinas apresentaram-se como outros equipamentos não específicos cruciais para as vivências dos lazeres dessas populações. Em especial para as crianças e adolescentes, as aulas de Educação Física foram descritas como tempos e espaços únicos e exclusivos para muitas das vivências lúdicas e esportivas que elas e eles experimentam em suas vidas. O mapeamento

regional realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponível no livro *Perfil socioeconômico municipal e aspectos geoambientais do Baixo São Francisco 2023* (Freire e Gomes, 2023), identifica áreas esportivas nas cidades ribeirinhas visitadas pela VI Expedição. Listamo-las no Quadro 1.

Quadro 1 - Áreas esportivas cartografadas pelo IBGE nas cidades ribeirinhas alagoanas visitadas pela Expedição

CIDADE	ÁREAS ESPORTIVAS	POPULAÇÃO (RESIDENTE	ÁREA (KM²)	DENSIDADE DEMOGRÁFICA (HAB/KM²)
PIRANHAS	- 1 Campo de Futebol - 2 Ginásios de Esportes	22.609	403,995	55,96
PÃO DE AÇÚCAR	- 3 Não especificadas	23.823	688,87	34,58
TRAIPU	- 1 Estádio Municipal - 1 Ginásio	23.565	681,577	34,57
SÃO BRÁS	- 2 Não especificadas	6.555	139,038	47,15
IGREJA NOVA	- 2 Não especificadas - 1 Quadra Poliesportiva	21.372	426,538	50,11
PENEDO	- 4 Não especificadas	58.647	688,452	85,19
PIAÇABUÇU	- 1 Ginásio Poliesportivo - 1 Quadra de Esportes - 1 Estádio Municipal - Orlandão	15.897	243,686	65,24

Fonte: elaborado a partir de dados disponíveis em Freire e Gomes (2023).

Por meio do diálogo com as populações ribeirinhas, conforme previsto na metodologia do trabalho, buscamos informações sobre os lugares das cidades e povoados onde elas vivenciam suas práticas corporais e esportivas com vistas ao lazer. Listamos no Quadro 2 os achados dessa questão investigada.

Quadro 2 - Espaços de práticas corporais e esportivas anunciadas pelos participantes e visualizados por pesquisadoras/es da pesquisa em cada cidade visitada pela Expedição.

	Piranhas	Pão de Açúcar	Traipu	São Brás	Igreja Nova	Penedo	Piaçabuçu
Academia ao ar livre		X	X	X			
Aldeia				X			
Aterro					X		
Aulas de Educação Física	X	X	X		X	X	X
Campo de futebol	X	X	X	X	X	X	X
Casa							X
Clube	X	X	X			X	
Escolas	X	X			X	X	
Ginásio			X	X			X
Piscinas Públicas	X		X			X	
Pista de Skate		X					
Praça		X	X	X			
Quadra esportiva	X			X	X	X	X
Quadra de areia	X			X		X	
Rio São Francisco (beira)	X	X	X	X	X		

Rio São Francisco (dentro)	X	X	X	X		X	X
Rio São Francisco (Orla)			X				
Ruas da cidade		X		X	X	X	X

Fonte: elaborada pelas/os autoras/es (2023).

Ao relacionarmos os achados da escuta qualificada junto à população em seu território durante a Expedição com os dados levantados pelo IBGE, identificamos, em primeiro lugar, que o trabalho desenvolvido neste programa científico multidisciplinar é fundamental para o reconhecimento, sistematização e prospecção de políticas públicas assertivas. Em segundo lugar, demonstra a relevância dos ginásios escolares, das aulas de Educação Física escolar, dos campos de futebol, mas também do Rio São Francisco nestes contextos como espaço-tempo de vivências corporais/esportivas, de modo a retroalimentar a cultura corporal, esportiva e do lazer. Por fim, verificamos assim o desequilíbrio distributivo de espaços esportivos específicos entre a população e as áreas municipais da região do Baixo São Francisco em Alagoas.

Diante da relevância dos espaços e tempos escolares, bem como das aulas de Educação Física e dos ginásios das escolas para as vivências das práticas corporais e esportivas nas cidades analisadas, identificamos no quadro 3 dados do Censo Escolar da Educação Básica brasileira. Nele apresentamos o recorte de 2014 a 2023 de indicadores educacionais, como a evolução das matrículas escolares nestes municípios, a disponibilidade de escolas com quadras de esporte, bem como os percentuais de adequação da formação dos docentes de Educação Física escolar.

Quadro 3 - Indicadores educacionais do período de 2014 a 2023 das cidades visitadas em relação a matrículas escolares, disponibilidade de quadra de esporte e adequação da formação dos docentes de Educação Física

	Piranhas	**Pão de Açúcar**	**Traipu**	**São Brás**	**Igreja Nova**	**Penedo**	**Piaçabuçu**
Matrículas escolares	-14,1%	-14%	+3,4%	-14,6%	+11,9%	-2,6%	+1,4%
Escolas com quadra de esporte	+7,9%	+21,3%	+4%	+7,7%	+10,8%	+21,7%	+16,7%
Adequação da formação dos docentes de Educação Física	+34,4%	+26%	+7,4%	+18,2%	+12,3%	+23,8%	+30,5%

Fonte: Painel de Estatísticas do Censo Escolar da Educação Básica. Disponível em https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/inep-data/estatisticas-censo-escolar. Acesso em: 3 maio 2024.

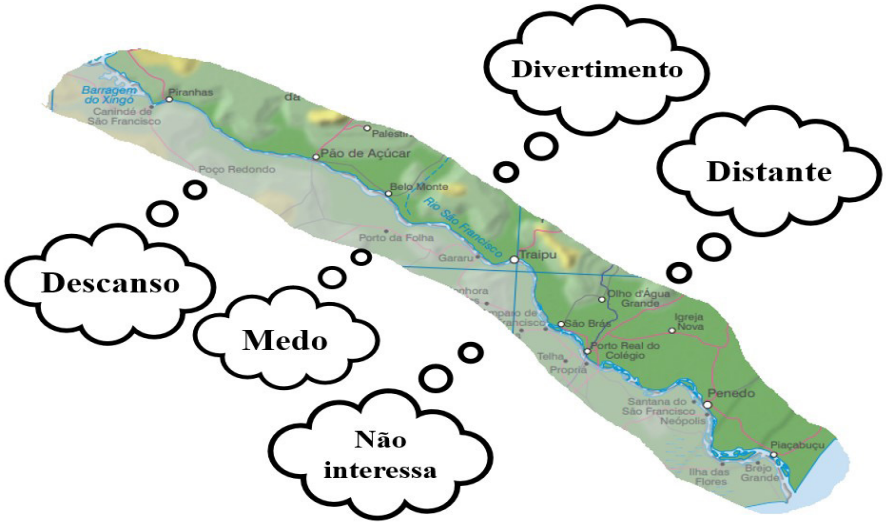
Do ponto de vista das condições objetivas para a promoção das práticas corporais e esportivas nos espaços e tempos escolares, observamos que em todas as cidades ribeirinhas acompanhadas pela Expedição há um cenário positivo de melhorias na última década. O número de escolas com quadras esportivas e o número de professoras/es de Educação Física com formação na área também aumentaram. Por outro lado, o número de matrículas nas escolas de Piranhas, Pão de Açúcar, São Brás e Penedo sofreu um decréscimo neste mesmo período, o que se con-

figura preocupante, pois significa que as crianças e jovens destas cidades estão se afastando da educação formal e, consequentemente, deixando de acessar a principal ambiência para o acesso às práticas corporais e esportivas.

De acordo com Tschoke, Tardivo e Rechia (2011), as atividades lúdicas da escola, por meio das suas dinâmicas educacionais formais e dos tempos de contraturno escolar, são fundamentais para a promoção do lazer e das práticas corporais. Observamos, neste estudo, que na região do Baixo São Francisco não é diferente. Contudo, como apontam as autoras, a gestão, a estrutura e a manutenção são elementos cruciais a serem observados para a preservação dos espaços e tempos escolares como lugares das experiências de lazer de um grupo social. Nesse sentido, os achados da presente pesquisa indicam a necessidade de melhor gerir-se, em especial, a entrada e a manutenção de crianças e jovens no contexto escolar, buscando manter o equilíbrio dos indicadores de matrículas ativas nas cidades visitadas, de modo que eles tenham acesso e mantenham-se em uma longeva relação com as práticas corporais de lazer.

Ademais, nestes primeiros olhares e escutas primárias aqui registrados, identificamos uma polissemia sobre a relação com o Velho Chico. Para alguns, não há sequer interesse em mergulhar nele. Para outros, não é viável a visita ao rio no cotidiano, pois vivem em comunidades, assentamentos ou povoados afastados dos barrancos e não existe mobilidade para o deslocamento até ele. Há quem tenha uma relação de medo com as águas do articulador nacional. Existem aqueles que o têm como espaço e tempo para o descanso e o divertimento dos fins de semana. Sintetizamos essa relação com o rio na figura 7.

Figura 7 - Relações das populações ribeirinhas visitadas com o Rio São Francisco para as práticas corporais e esportivas voltadas ao lazer



Fonte: elaborada pelas/os autoras/es (2023).

Nas andanças pelos barrancos e navegações pelas águas do rio, em meio aos achados ilustrados na figura 1, vimos crianças, jovens e adultos que se misturam com as águas do Rio São Francisco. Se banham. Nadam. Brincam. Mergulham. Jogam. Navegam. Respeitam. Contemplam. A figura 8, por sua vez, nos apresenta o rio como escola.

Figura 8 - Criança no encontro com o Rio São Francisco

Fonte: Acervo dos/das autores/as.

Observamos o rio como outro lugar de aprender e de viver, apesar da escola. Vemos, então, o Velho Chico como educador da vida de uma criança. Os primeiros passos misturam-se com os primeiros mergulhos. O que vem antes? Andar ou mergulhar? Seria possível se equilibrar nas suas águas? A imagem 3 nos responderia que sim.

Figura 9 - Crianças brincam livres em cinestesia com o rio

Fonte: Acervo dos/das autores/as (2023).

O desequilíbrio ecológico causado pela oscilação das vazantes do rio, determinada pela companhia hidroelétrica, ou então pela poluição de lixos e esgotos jogados nele por 520 dos 521 municípios que o margeiam, não é páreo para o equilíbrio das crianças ribeirinhas. Ali, corpo e rio se misturam de modo cinestésico. Assim, parece a chance para o reequilíbrio ecossistêmico. A figura 10 apresenta crianças brincando nas águas em frente a uma saída de esgoto.

Figura 10 - Crianças brincam com/no Rio em frente a uma saída de esgoto e depósito de lixo

Fonte: Acervo dos/das autores/as (2023).

Tal qual vemos na imagem 10, é como se fossem um só corpo. Humano-rio ou rio-humano. Resistem à ruptura moderna entre humano e natureza. Ignoram a poluição emergente do rio. Se negam a rejeitá-lo, a abandoná-lo. O rio é casa. É lar. É lazer. É viver. O povo barranqueiro e o Rio São Francisco, nesta relação de cinestesia, conforme aponta Unger (2001), mandam um recado para a humanidade de que não é possível o ser humano se distinguir ou cindir com a natureza. Aqueles são como mediadores/tradutores da voz do rio, assim como o Seu Valdemar, personagem da autora (Unger, 2001). Como observou Unger na sua peregrinação pelo rio em décadas passadas, a população da beira do São Francisco, em especial suas crianças, continua clamando, por meio dos seus corpos e suas práticas corporais cotidianas, para que retornemos à nascente. Ou seja, que façamos a retomada do diálogo com os seres vivos desta localidade para compreendermos como renascermos na relação com a natureza, para renascer rio.

Observamos neste estudo a existência, persistência e resistência de uma relação cinestésica das populações barranqueiras com o Velho Chico, em especial quando se trata de praticá-lo corporalmente. A partir desse achado, todavia, identificamos a clássica contradição da modernidade entre razão e emoção (Giddens, 1991), entre amar e deixar o rio morrer, pois são os esgotos domésticos, em grande medida, que têm contribuído para a extensa e intensa poluição deste recurso natural do país (Silva *et al.,* 2022). Destacamos aqui, no entanto, que a análise e a reflexão sobre os achados não permitem enveredar para um processo de responsabilização das próprias vítimas do cenário sociopolítico de uso e abandono do rio. Os indícios e a proposição analítica disposta neste estudo encaminham o olhar para a necessidade do desenvolvimento de uma educação pelo lazer ambiental (Marinho, 2004; Inácio, 2006; Garcia; Kowalski; Alves, 2009) destas populações. Um movimento educativo para mobilizá-las social e politicamente com foco na cobrança do atendimento ao direito cidadão do saneamento básico e do tratamento dos esgotos.

Conforme apresentamos em imagens anteriormente, vimos crianças brincando abraçadas ao rio nas mesmas regiões em que têm sido encontrados peixes com índices patológicos elevados por efeito antrópico de poluição (Dantas; Arruda; Souza, 2022). São faixas aquáticas em que foram identificados 14 pesticidas, sendo três extremamente tóxicos, seis altamente e cinco medianamente (Bispo *et al.,* 2022; Costa *et al.,* 2022). As mesmas águas que são brinquedos de

crianças ribeirinhas, tal como registramos, estão fora dos padrões para consumo humano, com altos níveis de coliformes totais (Vasconcelos *et al.* , 2020). Ressaltamos, portanto, que a beleza da unidade humano-natureza dos povos ribeirinhos em meio a tanta degradação pode ser, ao mesmo tempo, contraditoriamente, o fenômeno mantenedor da vivacidade do rio e o processo paulatino de extermínio por intoxicação daquelas/es que ainda o resguardam.

Considerações finais

Os exercícios práticos de extensão e pesquisa a que nos propomos nesta edição da Expedição planam no universo do paradigma indiciário de ser e estar como pesquisadoras/es em contextos ribeirinhos tão únicos como as sete cidades alagoanas visitadas. Em nossos primeiros diálogos analíticos das observações e diálogos estabelecidos com as comunidades, ressaltamos o sentimento de desejo pela ação transformadora de muitas dessas realidades sociais. São muitos povoados, cidades, barrancos de Rio, pessoas abandonadas, esquecidas pelo poder público. Povos que vivem às margens do articulador nacional e nunca foram conectados a direitos constitucionais básicos para o exercício da cidadania. Ao mesmo tempo, nos encantamos a todo instante pela sabedoria popular expressa em cada fala, em cada gesto. Pela simplicidade com que lidam com a vida cotidiana. Pela força de meninas e mulheres em materializarem o desejo de jogar futebol. Pela resistência, ousadia e sagacidade das crianças ao brincarem com o rio, sem jamais o abandonar.

A relevância da escola, das aulas de Educação Física e do Rio São Francisco, conforme identificamos, como *locus* para as vivências de práticas corporais e esportivas voltadas ao lazer dessas populações é o indicativo principal sobre a necessidade do desenvolvimento de políticas que unam os setores da Educação, da Cultura, do Esporte e do Meio Ambiente. É a contraditória e forte relação de medo, respeito e desejo dessas populações para com o rio nos seus tempos e espaços de lazer que pode se configurar como um dos caminhos para a revitalização dele, combatendo a partir da força popular contra as oscilações de suas vazões e os depósitos de esgotos das cidades.

Referências

BICUDO, M.A.V.; COSTA, A.P. **Leituras em pesquisa qualitativa.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019.

BISPO, M. D. *et al.* Monitoramento de pesticidas no Baixo São Francisco. *In.*: SOARES, E. C.; SILVA, J. V.; SILVA, T. J. (org.). **O Baixo São Francisco**: características ambientais e sociais. v.2. Maceió: Edufal, 2022. p. 198-220.

COSTA, H. F. B. *et al.* Determination of Pesticides in the Lower Sao Francisco River in Brazil. **Environment Pollution and Climate Change**, v. 6, n. 8, 2022.

DANTAS, P. C.; ARRUDA, L. O.; SOUZA, L. A. Avaliação do estado de saúde dos peixes do Baixo São Francisco: um estudo histopatológico. *In.:* SOARES, E. C.; SILVA, J. V.; SILVA, T. J. **O Baixo São Francisco**: características ambientais e sociais. v.2. Maceió: Edufal, 2022. p. 46-67.

FREIRE, N. C. F.; GOMES, R. M. F. P. (Org.). **Perfil socioeconômico municipal e aspectos geoambientais do Baixo São Francisco 2023**. 2023. Disponível em: https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/publicacoes/e-books/perfil-socioeconomico-bsf-2023.pdf/view. Acesso em: 25 abr. 2024.

GARCIA, L. G.; KOWALSKI, M.; ALVES, R. J. A. **Lazer e meio ambiente**: as práticas educativas e de sensibilização na natureza por meio do lazer e seu potencial na estação de pesquisa, treinamento e educação ambiental – Mata do Paraíso em Viçosa – MG. 2009Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/licere/article/view/842. Acesso em: 20 mai. 2024.

GIDDENS, A. **As consequências da modernidade**. São Paulo: Editora Unesp, 1991.

GONZÁLEZ FE. Reflexões sobre alguns conceitos da pesquisa qualitativa. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 8, n. 17, p. 155-183, 2020.

INÁCIO, H. L. D. **Lazer, educação e meio ambiente**: uma aventura em construção. 2006. Disponível em: https://revistas.ufg.br/fef/article/view/124. Acesso em: 20 mai. 2024.

MAGNANI, J. G. C.. De perto e de dentro: notas para uma etnografia urbana. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 17, n. 49, p. 11–29, jun. 2002.

MARINHO, A. **Atividades na natureza, lazer e educação ambiental**: refletindo sobre algumas possibilidades. 2004. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/motrivivencia/article/view/1184. Acesso em: 21 mai. 2024.

SANTOS, S. M. D. *et al.* O futebol de meninas ribeirinhas: imaginário, possibilidades, sonhos e desejos. *In.:* SOARES, E. C. *et al.* **Relatório final da V Expedição Científica do Baixo São Francisco**. Maceió: Ufal, 2023. p. 336-353. Disponível em: https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/publicacoes/relatorios/relatorio-final-v-expedicao-cientifica-bsf.pdf/view. Acesso em 15 dez. 2023.

SILVA, T. J. *et al.* Biomonitoramento ambiental utilizando peixes coletados nas III e IV Expedições Científicas do São Francisco. *In.:* SOARES, E. C.; SILVA, J. V.; SILVA, T. J. **O Baixo São Francisco**: características ambientais e sociais. v.2. Maceió: Edufal, 2022. p. 99-121.

TSCHOKE, A.; TARDIVO, T. G.; RECHIA, S. Por que a escola se tornou também espaço de lazer das crianças? 2011. Disponível em: https://revistas.ufg.br/fef/article/view/11034. Acesso em: 20 mai. 2024.

UNGER, N. M. **Da foz à nascente**: o recado do rio. São Paulo: Cortez; Campinas: Editora da Unicamp, 2001.

VASCONCELOS, V. C. *et al.* Ocorrências de coliformes totais e Escherichia coli em diferentes pontos do Baixo São Francisco. *In.:* SOARES, E. C.; SILVA, J. V.; NAVAS, R. **O Baixo São Francisco**: características ambientais e sociais. Maceió: Edufal, 2020. p. 55-62.

CAPÍTULO 30

COMUNICAÇÃO INTEGRADA E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: ESTRATÉGIAS E RESULTADOS NAS EXPEDIÇÕES CIENTÍFICAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Rose Mary Ferreira Pereira Gomes[136], *Iara Maria Melo Nascimento*[137]

Resumo: Este capítulo visa analisar as estratégias e resultados da área de Comunicação nas 5ª e 6ª edições da Expedição Científica do Baixo São Francisco, realizadas em 2022 e 2023, respectivamente. A comunicação é fundamental em um programa que tem como objetivo principal reunir dados sobre os aspectos ambientais e sociais de oito municípios ribeirinhos, tanto para disseminar as informações, quanto para envolver a comunidade antes, durante e após o evento. Para isso, a equipe fez uso de recursos digitais para alcançar a sociedade e oportunizou a interação dos pesquisadores com a imprensa, a fim de promover a divulgação científica. De acordo com as métricas obtidas, o *Instagram* permanece como o meio mais eficaz de abrangência, em detrimento do Facebook; e a ferramenta *reels* continua a ser o formato com maior engajamento no Instagram. A análise das notícias veiculadas (*clipping*) confirmou que a ação de visitação e entrega de *press kits* aos meios de comunicação local foi de grande importância para aproximar a mídia das temáticas pesquisadas na Expedição. Dessa forma, é possível observar que a visibilidade do Programa e de seus principais apoiadores – Universidade Federal de Alagoas (Ufal), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF), Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (Fapeal) - cresceu, resultando, consequentemente, em uma maior atenção à importância da região do Baixo São Francisco, ao conhecimento dos maiores problemas que a assolam e à compreensão das ações necessárias para reverter ou minimizar os danos causados ao meio ambiente e à população ribeirinha.

Palavras-chave: Comunicação integrada; *Instagram*; Divulgação científica; Assessoria.

Introdução

As 5ª e 6ª edições das Expedições Científicas do Baixo São Francisco contaram com novos parceiros e atividades nunca antes realizadas, como a participação da Marinha do Brasil, com o projeto "Canoa Legal", que realizou o arqueamento e a regularização das embarcações de pequeno porte gratuitamente; do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); e de diversas outras instituições, que promoveram a educação ambiental e ratificaram a importância de gerar dados embasados na ciência para a criação de políticas públicas por parte dos gestores locais.

Mais de 70 pesquisadores, atuando em 35 linhas de pesquisas, percorreram 240 km, em quatro embarcações, ao longo de sete municípios alagoanos (Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Igreja Nova/Chinaré, Penedo e Piaçabuçu) e um sergipano (Propriá), além da foz do Rio São Francisco. O trabalho conjunto envolveu mais de 30 instituições locais e nacionais, incluindo universidades, institutos de pesquisa, órgãos ambientais, fundações e empresas.

136 Jornalista, servidora da Assessoria de Comunicação da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) e mestre em Educação Multimídia pela Universidade do Porto (PT);

137 Jornalista e bolsista de Comunicação da Expedição, pela Fapeal, no período de julho/23 a fevereiro/24.

No âmbito da divulgação científica, a equipe de comunicação trabalhou em conjunto com o IBGE na edição e publicação do livro "Perfil Socioeconômico Municipal e Aspectos Geoambientais do Baixo São Francisco", que traz um recorte inédito de dados estatísticos sobre a região, tendo como referências o censo demográfico 2022 e outros dados do Instituto. A obra foi lançada na cerimônia de abertura da 6ª Expedição, no dia 21 de novembro de 2023.

Outra importante ação desenvolvida foi o lançamento do documentário da 6ª Expedição, no Centro Cultural Arte Pajuçara, no dia 4 de março de 2024. O produto audiovisual conta com sete curtas-metragens, que abordam, de maneira didática e científica, as macroáreas Peixes e aquicultura; Poluição; Qualidade de água; Ecologia e manguezais; Saúde; Educação ambiental; e Patrimônio e sociedade. Na oportunidade, investidores, pesquisadores, estudantes e demais interessados nas temáticas abordadas assistiram ao documentário e reconheceram, ainda mais, a relevância dos trabalhos desenvolvidos ao longo dos seis últimos anos.

A seguir, iremos descrever e avaliar as ações da Comunicação nas duas últimas edições da Expedição, com o intuito de avaliar o impacto das reportagens realizadas, as métricas das redes sociais e o desempenho das produções gráficas. Ao analisar esses aspectos, pretende-se revelar as conquistas e as áreas de aprimoramento que surgiram no decorrer desse programa científico.

A comunicação da Expedição foi realizada em duas vertentes: uma voltada ao Jornalismo e à Assessoria de Comunicação, no sentido de produção de matérias e de reportagens, contato com a imprensa, realização de entrevistas e gerenciamento do perfil @expedicao_saofrancisco no *Instagram* e *Facebook*; e outra relacionada à divulgação científica, com o objetivo de comunicar temas científicos, através dos pesquisadores envolvidos, de forma inteligível, por meio de uma linguagem acessível à população em geral.

A identidade visual da Expedição, criada em 2022 em parceria com a Agência Peixe Vivo e a Tanto Expresso, continua sendo fundamental para o aprimoramento e a ampliação da produção gráfica e visual da maior expedição científica em águas continentais do Brasil. A marca, inclusive, foi patenteada pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

Os recursos digitais de transmissão ao vivo; criação e publicação de vídeos didáticos; e gravação de podcasts foram amplamente utilizados para divulgar a ciência e aproximar os pesquisadores do público em geral, seja por meio do esclarecimento de dúvidas, curiosidades ou explicações sobre suas áreas de atuação.

Burns *et. al.* (2003) definem comunicação de ciência (que pode ser compreendida como divulgação científica, tendo em vista o objetivo do conceito) como o uso de habilidades apropriadas, meios, atividades e diálogo para produzir na sociedade determinadas respostas ou reações, que são reunidas sob o rótulo das vogais AEIOU – *Awareness, Enjoyment, Interest, Opinion-forming e Understanding*.

Awareness refere-se à uma consciência, a não ser ignorante a respeito de algo, de ter familiaridade com o processo de produção científica;

Enjoyment está relacionado à afetividade, a perceber a ciência como algo bom e prazeroso, não como algo entediante, que só interessa a poucos estudiosos;

Interest é o interesse, é querer saber mais sobre algo, nesse caso a ciência, ao ponto de envolver-se voluntariamente;

Opinion-forming é o intuito da comunicação de ciência que está relacionado à formação de opinião, à tomada de decisões com base no conhecimento científico, em leis e teorias testáveis e fundamentadas, não em subjetividades; e

Understanding, que tem a ver com a compreensão, algo que se desenvolve a respeito de um assunto, ação ou processo baseado em princípios comumente aceitos. Aqui, é importante salientar que essa resposta não se apresenta de forma binária (ter ou não ter), mas revela níveis de compreensão em relação ao conteúdo, processo e fatores sociais que envolvem a ciência.

Assim, fica claro que a ciência é um empreendimento social (Millar, 1996), e comunicá-la, no sentido de torná-la acessível, é uma obrigação de cientistas, instituições de ensino e pesquisa e poder público. É nessa direção que as ações de comunicação da Expedição seguiram e são descritas a seguir:

Relacionamento com veículos de comunicação

Antes mesmo do início das atividades de campo, a equipe de comunicação adotou uma estratégia proativa de relacionamento com os veículos midiáticos locais. Essa estratégia visou estabelecer parcerias sólidas, promover a visibilidade da Expedição e garantir uma cobertura abrangente e precisa.

Foram realizadas visitas e entregues 10 *press kits,* uma ação de marketing visando a apresentação do projeto para aqueles que o desconhecem, contendo releases e folders de apresentação das atividades executadas ao longo dos anos, além de camisas, chapéus, garrafas térmicas e blocos de anotações.

Além da entrega dos *press kits*, as visitas proporcionaram um ambiente propício para receber *feedback* antecipado, esclarecer dúvidas e ajustar a abordagem comunicativa. Essa interação preliminar foi valiosa para moldar as narrativas que seriam desenvolvidas ao longo da expedição. O coordenador das Expedições, prof. José Vieira, e as jornalistas Rose Ferreira e Iara Melo visitaram a Secretaria de Comunicação do Estado de Alagoas (Secom/AL), Organização Arnon de Melo (TV Gazeta, Rádio Gazeta, G1 e Gazetaweb), Sistema Pajuçara de Comunicação (TV Pajuçara e TNH1), TV Assembleia, TV Farol e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (Fapeal), que, além de ser uma investidora da Expedição, é parceira da comunicação, por meio dos profissionais que atuam em sua assessoria, especialmente através da jornalista e coordenadora Naísia Xavier.

Figura 1: Coordenador José Vieira (à esquerda), ao lado da equipe de comunicação e do secretário-executivo de Comunicação de Alagoas, Wendel Palhares.

Fonte: Thiago Sampaio – SecomAL (2023).

Ao cultivar essa colaboração entre a Expedição e os meios de comunicação locais, as histórias não se limitam a uma única audiência, mas se tornam uma narrativa dinâmica que ressoa nacionalmente e, por vezes, internacionalmente.

Em um mundo cada vez mais interligado, as Expedições Científicas, através dessa colaboração estratégica, não são apenas buscas por descobertas e acompanhamento da "saúde" do rio e da população de modo geral, mas histórias que enriquecem a compreensão sobre o Baixo São Francisco, suas riquezas e suas dificuldades.

Durante o período de julho de 2023 a fevereiro de 2024, foram produzidas diversas reportagens destacando os aspectos científicos, culturais e ambientais da região. Ao todo, foram 67 matérias, divididas entre portais de notícias, rádios, podcasts e televisão, como aponta a tabela 1:

Tabela 1: Clipagem das reportagens que foram ao ar no período analisado

DATA	VEÍCULO	LINK
1/8/2023	TV/Rádio Farol	https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/comunicacao/expedicao-na-midia/2023/agosto/mobiliza-brasil-entrevista-0108.mp4/view
29/09/2023	Portal Ufal	https://ufal.br/ufal/noticias/2023/9/consuni-aprova-titulo-de-doutor-honoris-causa-a-jackson-borges
31/08/2023	Site da Prefeitura de Penedo	https://penedo.al.gov.br/2023/08/31/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-apresenta-novidades-durante-reuniao-em-penedo/
5/9/2023	TV/Rádio Farol	https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/comunicacao/expedicao-na-midia/2023/setembro/mobiliza-entrevista-rose-ferreira.mp4/view
14/9/2023	TV Assembleia	https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/comunicacao/expedicao-na-midia/2023/setembro/frente-a-frente-com-jose-vieira-14_09_2023.mp4/view
2/10/2023	Portal Ufal	https://ufal.br/ufal/noticias/2023/10/reinauguracao-do-laboratorio-de-aquicultura-potencializa-pesquisas

19/10/2023	Portal Ufal	https://ufal.br/ufal/noticias/2023/10/ibge-promove-palestra-sobre-banco-de-dados-geoespaciais
23/10/2023	Portal Ufal	https://ufal.br/ufal/noticias/2023/10/em-contagem-regressiva-6a-expedicao-cientifica-ja-esta-pronta-para-navegar-pelo-velho-chico
10/11/2023	Portal Ufal	https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/atuacao-da-expedicao-cientifica-atrai-pesquisadores-estrangeiros
16/11/2023	Portal CBHSF	https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/contagem-regressiva-6a-expedicao-ja-esta-pronta-para-navegar-pelo-velho-chico/
17/11/2023	Portal Ufal	https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/educacao-ambiental-e-destaque-na-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco
22/11/2023	Portal Ufal	https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/abertura-da-6-expedicao-cientifica-reuniu-investidores-parceiros-e-comunidade
24/11/2023	Portal Ufal	https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/ibge-participa-da-expedicao-e-se-torna-referencia-nacional
29/11/2023	Portal Ufal	https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/pesquisadores-ministram-aula-para-escolas-dos-estados-unidos-e-canada
21/11/2023	TV Gazeta	https://globoplay.globo.com/v/12130820/
21/11/2023	TV Gazeta	https://globoplay.globo.com/v/12133083/?utm_source=share-universal&utm_medium=share-player-app&utm_campaign=videos
21/11/2023	TV Gazeta	https://globoplay.globo.com/v/12131702/

21/11/2023	MCTI	https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2023/11/mcti-participa-da-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco
21/11/2023	Aqui Acontece	https://www.aquiacontece.com.br/post/roberto-lopes/21/11/2023/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-chega-em-penedo-dia-27-de-novembro/200765
22/11/2023	Xodó News	https://xodonews.com.br/noticia/71817/embarcando-na-ciencia-comeca-a-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco
22/11/2023	Agência IBGE	https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38415-ibge-embarca-na-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-e-leva-cidadania-para-comunidades-ribeirinhas
22/11/2023	Alagoas 24h	https://www.alagoas24horas.com.br/1559472/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-chega-a-traipu-nesta-quinta-23/
24/11/2023	TV Gazeta	https://globoplay.globo.com/v/12142771/
24/11/2023	Cada Minuto	https://www.cadaminuto.com.br/noticia/2023/11/24/atividades-cientificas-sociais-e-educacionais-marcam-passagem-da-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-por-traipu
25/11/2023	a8se.com	https://a8se.com/noticias/sergipe/propria-recebe-a-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco/
27/11/2023	Tribuna Hoje	https://tribunahoje.com/noticias/educacao/2023/11/27/130235-ibge-participa-da-expedicao-e-se-torna-referencia-nacional
27/11/2023	Site da Prefeitura de Penedo	https://penedo.al.gov.br/2023/11/27/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-desembarca-em-penedo/

27/11/2023	Diário Penedense	https://diariopenedense.com.br/2023/11/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-desembarca-em-penedo/
25/11/2023	TV Gazeta	https://globoplay.globo.com/v/12143540/?utm_source=share-universal&utm_medium=share-player-app&utm_campaign=videos
27/11/2023	ExploringByTheSeat	https://www.youtube.com/watch?v=mAjyzugb0BQ
28/11/2023	TV Gazeta	https://globoplay.globo.com/v/12150110/
28/11/2023	TV Gazeta	https://globoplay.globo.com/v/12152389/
28/11/2023	TV Gazeta	https://globoplay.globo.com/v/12151669/
27/11/2023	Codevasf	https://www.codevasf.gov.br/noticias/2023/6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-codevasf-lanca-mais-de-100-mil-alevinos-no-veho-chico-alagoano
30/11/2023	Correio do Povo Penedo	https://correiodopovo-al.com.br/noticia/2023/12/01/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-alerta-para-degradacao-do-rio-durante-solenidade-em-penedo
21/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/solenidade-de-abertura-da-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco
21/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/educacao-ambiental-no-ginasio-poliesportivo-de-piranhas
21/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/programa-ibge-educa-realiza-dinamica-para-as-criancas-da-rede-publica-municipal-de-piranhas
21/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/sesc-ciencias-do-distrito-federal-participa-da-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco

21/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/will-contador-de-historias-premiado-participa-da-atividade-de-educacao-ambiental
22/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/cafe-literario-no-espaco-angicos-marca-o-segundo-dia-da-expedicao
22/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/procuradoria-da-republica-em-alagoas-embarca-na-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco
22/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/nucleo-do-meio-ambiente-do-ministerio-publico-engajado-na-expedicao
23/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/reginado-de-brito-mestre-de-cheganca-lidera-apresentacao-de-cultura-popular-para-os-expedicionarios
24/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/pesquisadores-da-universidade-federal-do-agreste-pernambucano-participam-da-expedicao-pela-primeira-vez
24/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/mostra-cientifica-de-educacao-ambiental-e-realizada-em-traipu
24/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/expedicao-cinetifica-aporta-no-municipio-de-sao-braz
24/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/expedicionarios-realizam-atividades-na-aldeia-indigena-acona
25/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/projeto-academia-do-futebol-participa-da-6a-expedicao-cientifica
27/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/expedicionarios-aportam-em-propria-se-e-realizam-atividades-educativas

27/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/agencia-nacional-de-aguas-ana-na-expedicao-cientifica
28/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/expedicao-e-transmitida-ao-vivo-para-100-mil-salas-de-aulas-dos-estados-unidos-e-canada
28/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/sesc-do-distrito-federal-participa-das-atividades-durante-todo-o-percurso
28/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/emerson-soares-faz-um-balanco-parcial-da-6a-expedicao
28/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/atividades-educacionais-fortalecem-parceria-entre-escolas-e-a-expedicao
28/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/instituto-do-meio-ambiente-ima-participa-pela-primeira-vez-da-expedicao-cientifica
28/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/acoes-de-educacao-fisica-tambem-fazem-parte-da-programacao-da-expedicao-cientifica
28/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/expedicao-aporta-em-piacabucu-com-muitas-acoes-em-parceria-com-a-gestao-municipal
29/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/pesquisadores-de-engenharia-de-pesca-realizam-analises-na-expedicao
29/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/pesquisas-indicam-problemas-na-qualidade-das-aguas-do-velho-chico

29/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/como-tantas-pessoas-se-alimentam-nas-embarcacoes
30/10/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/estudantes-do-campus-arapiraca-da-ufal-falam-da-experiencia-de-participar-da-expedicao
5/12/2023	Portal Ufal	https://ufal.br/servidor/noticias/2023/12/ufal-recebe-pesquisadora-da-universidade-internacional-da-florida
1/12/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/com-o-encerramento-da-expedicao-comeca-a-fase-de-analises-do-material-coletado
1/12/2023	Rádio Ufal	https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/professora-themis-silva-avalia-a-logistica-necessaria-para-o-sucesso-da-expedicao
14/12/2023	TV Assembleia	https://www.youtube.com/watch?v=yf0Gm0pmq3c
8/12/2023	Agência IBGE	https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38603-missao-cumprida-participacao-do-ibge-na-vi-expedicao-do-baixo-sao-francisco-aproxima-instituto-da-populacao-ribeirinha
7/12/2023	TV Gazeta	https://globoplay.globo.com/v/12176171/
3/12/2023	Globo Rural	https://globoplay.globo.com/v/12162693/?utm_source=share-universal&utm_medium=share-player-app&utm_campaign=videos
8/12/2023	TV Gazeta	https://globoplay.globo.com/v/12181409/
17/12/2023	Agência IBGE	https://educa.ibge.gov.br/professores/educa-noticias/2915-ie-ibge-educa/professores/noticias/22000-ibgeeduca-presente-na-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco.html

27/02/2024	Portal da UFAL	https://noticias.ufal.br/ufal/noticias/2024/2/documentario-sobre-a-6a-expedicao-cientifica-do-sao-francisco-estreia-em-marco
02/03/2024	Alagoas na NET	https://www.alagoasnanet.com.br/v3/documentario-da-6a-expedicao-cientifica-do-sao-francisco-estreia-em-marco/
08/03/2024	RedeGN	https://www.redegn.com.br/?sessao=noticia&cod_noticia=189577
01/03/2024	Portal Malta NET	https://www.maltanet.com.br/v2/noticias/2024/03/01/documentario-sobre-a-6---expedicao-cientifica-do-sao-francisco-estreia-em-marco
06/03/2024	Portal CBHSF	https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/presidente-do-cbhsf-marca-presenca-no-lancamento-do-documentario-da-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco/
18/03/2024	TV Gazeta	https://globoplay.globo.com/v/12444874/
19/03/2024	TV Sergipe	https://globoplay.globo.com/v/12444996/
23/03/2024	TV Gazeta	https://globoplay.globo.com/v/12459681/

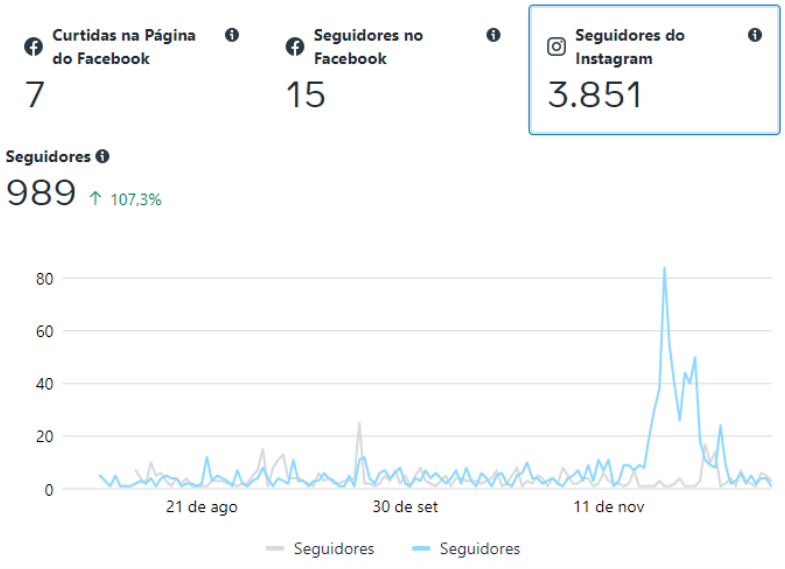
Fonte: Autoras (2024).

Fortalecimento das redes sociais

No universo digital, a comunicação transcende fronteiras físicas, trazendo em suas métricas uma dimensão do alcance dos conteúdos divulgados. Atualmente, a Expedição está presente no *Instagram* (@expedicao_saofrancisco), no *Facebook* (@expsaofrancisco) e no *YouTube*, em uma *playlist* do canal da Ufal (@ufaloficial).

As métricas das redes sociais apresentam um retrato do impacto digital da Expedição. Ao analisar o *Facebook*, *Instagram* e outras plataformas, observamos um crescimento significativo no número de seguidores no mês de novembro, chegando a 3.851 seguidores no mês de dezembro, indicando um aumento no alcance das publicações (figura 2).

Figura 2: Gráfico apontando um pico de novos seguidores no mês de novembro de 2023



Fonte: Meta *Business*, 2023.

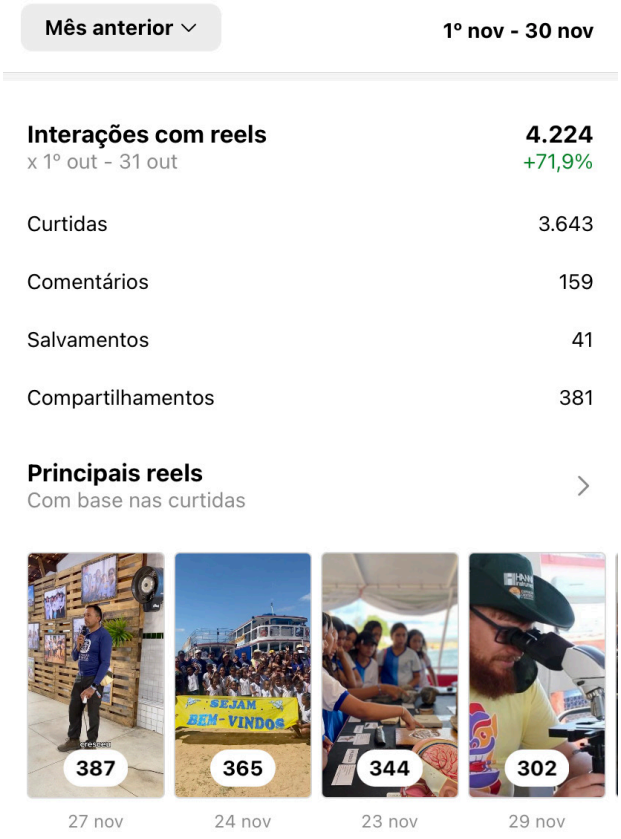
Mas o engajamento nas redes sociais não é apenas quantitativo; é um indicador qualitativo do impacto nas audiências. Curtidas, comentários e compartilhamentos não apenas ampliam o alcance, mas também refletem o envolvimento e a apreciação do público. Além disso, as redes sociais oferecem oportunidades únicas de reconhecimento e colaboração, como atestam estudos, como o de Martin e MacDonald (2020), que mostram que as redes sociais têm bastante potencial, inclusive por permitirem um modelo participativo de comunicação, no qual o cientista/pesquisador pode interagir com o público, esclarecer dúvidas e mostrar o que faz (Martin e MacDonald, 2020).

Em 2023 e 2024, foi trabalhado fortemente a produção de vídeos em formato *reels*, uma ferramenta que traz dinamismo ao formato convencional anteriormente utilizado. Ao todo, foram produzidos 19 vídeos, entre os meses de julho/23 e fevereiro/24, sobre temáticas diferentes, apresentando eventos, reuniões, narrativas e vivências únicas dos expedicionários.

Somente em novembro de 2023, esse formato apresentou um alto volume de interações com as publicações neste formato, totalizando 4.224 ações entre curtidas, comentários, salvamentos e compartilhamentos (figura 3). A captura de tela abaixo apresenta os principais *reels*, os que tiveram mais destaque no quesito engajamento, sendo em primeiro lugar o vídeo referente às atividades realizadas no município de Igreja Nova, no povoado de Chinaré.

Essa constatação corrobora a importância do *reels* como estratégia com maior possibilidade de entrega aos usuários e o quanto vídeos curtos, atraentes e bem elaborados (figura 4) tendem a se projetar mais nessa rede social que supervaloriza a beleza das publicações, sejam em imagens ou em vídeos (Manovich, 2017).

Figura 3: Captura de tela dos insights disponibilizados pela plataforma Meta *Business*



Fonte: Meta *Business* (2023).

Figura 4: Bolsista Iara Melo gravando conteúdo para as redes sociais

Fonte: Autores (2023).

A disseminação digital não apenas amplia o alcance das histórias, mas também abre portas para parcerias, patrocínios e colaborações que podem impulsionar ainda mais a visibilidade do projeto, como aconteceu com a visita dos pesquisadores franceses Veronica Mitroi, do Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento (Cirad), e Luke Whaley, do Instituto de Pesquisa para o Desenvolvimento (IRD), que com o acompanhamento da pesquisadora brasileira Laudemira Rabelo, da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos

Hídricos (Funceme) conheceram a Expedição Científica por meio das redes sociais, possibilitando o agendamento de uma reunião para a troca de conhecimentos e construção de projetos futuros na bacia do Rio São Francisco.

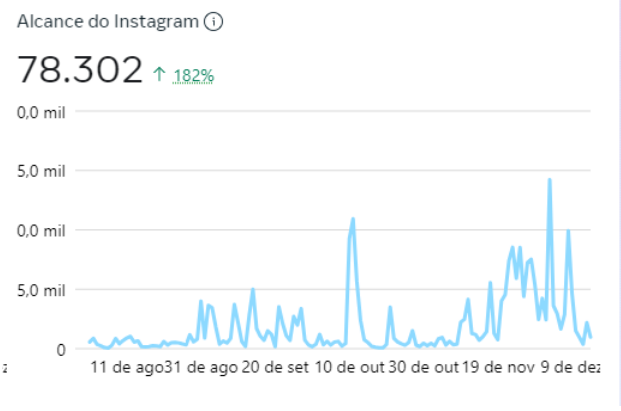
Figura 5: Jornalista Rose Ferreira (à esquerda) entrevistando Laudemira Rabelo (à direita)

Fonte: Autoras (2023).

Assim, a análise das métricas das redes sociais não apenas quantifica números, mas mapeia um território digital no qual as publicações atingem novos horizontes e estabelecem a base para o reconhecimento e a apreciação em uma escala global.

De modo geral, obteve-se 78.302 de alcance no Instagram nos meses analisados, um aumento de 182% de acordo com a plataforma, destacando-se os meses de outubro e novembro, com picos de contas atingidas, como demonstra a figura 6:

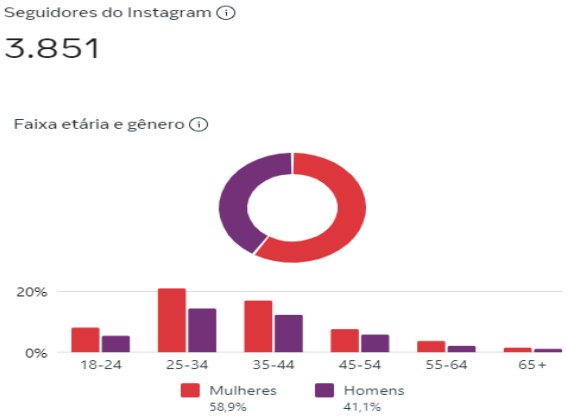
Figura 6: Imagem do gráfico de análise de alcance do perfil da Expedição no Instagram.



Fonte: Meta *Business* (2023).

Outro ponto essencial na construção das narrativas dentro de plataformas digitais são as personas, personagens fictícios que norteiam a forma como deve-se comunicar e os formatos utilizados. Tendo esse conceito como base, podemos observar que o público atingido é majoritariamente feminino, entre a faixa etária de 25 a 35 anos, como demonstra a figura 7:

Figura 7: Gráfico apresentando a disposição de idades e gêneros em que consistem os seguidores do perfil em questão.



Fonte: Meta *Business* (2023).

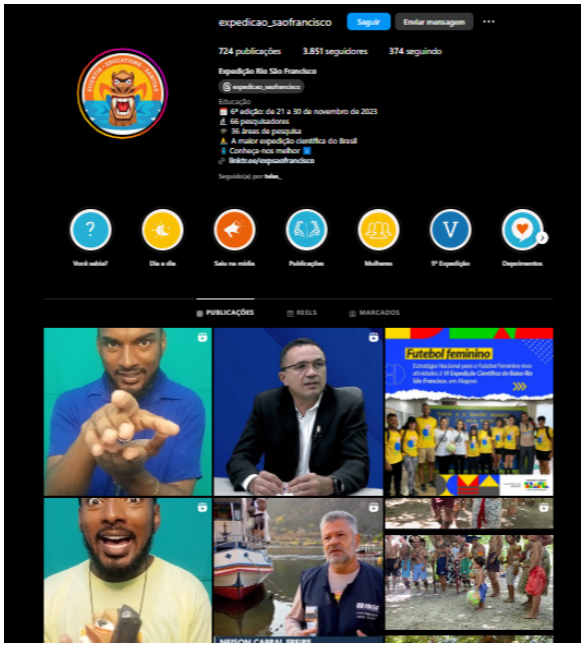
Em 2023, durante a 6ª Expedição, apenas uma palestra foi transmitida pelo Instagram oficial da Universidade Federal de Alagoas (@ufaloficial). O pesquisador do IBGE, Neison Freire, ministrou uma palestra sobre a pesquisa intitulada "Monitoramento Geoespacial do risco de contaminação do Rio São Francisco pós-Brumadinho". A palestra aconteceu em uma noite de domingo, no dia 26 de novembro de 2023, na cidade de Penedo/AL. Ao todo, a transmissão alcançou 2.253 contas e teve uma ótima média de espectadores simultâneos, cerca de 96, tendo em vista as palestras transmitidas em edições anteriores, e 11 interações. A captura de tela a seguir (figura 8) aponta os dados relacionados a essa transmissão:

Figura 8: Captura de tela dos insights da transmissão

Fonte: *Instagram* (2023).

Um ponto a ser destacado foi o fortalecimento da identidade visual criada e utilizada a partir da 5ª edição. Durante a 6ª Expedição, foram reformuladas as capas para destaques do perfil no *Instagram*, trazendo uma harmonia ao *feed* e uma melhor compreensão sobre o que trata cada tópico.

Figura 9: Captura de tela do perfil oficial da Expedição



Fonte: *Instagram* (2023).

Para além desse fortalecimento, foram criados *templates* para divulgação das matérias publicadas ao longo desta edição e foi fortalecida a publicação em *collab*, na qual perfis distintos se tornam colaboradores da mesma publicação, aumentando, assim, o alcance e engajamento dos temas difundidos. A figura 10 demonstra os dois pontos citados:

Figura 10: Captura de tela de uma publicação utilizando a moldura (*template*) para matérias e a colaboração com o perfil da Ufal.

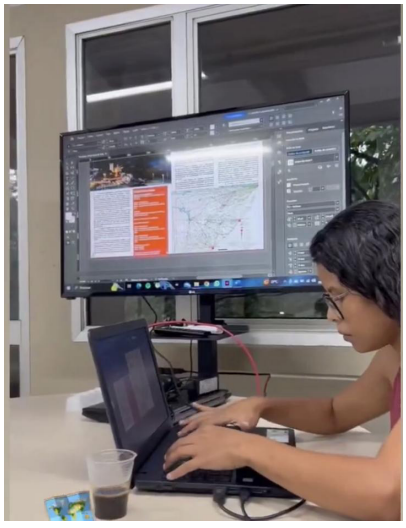
Fonte: Autoras (2023).

Produção de materiais gráficos

A comunicação está intrinsecamente ligada ao design gráfico, seja na elaboração de materiais físicos ou digitais. Tendo isso em vista, este ano, a produção de materiais gráficos, pensados estrategicamente para a difusão dos dados analisados pelos pesquisadores ao longo dos anos e para apresentação da expedição a novos públicos, foi amplamente trabalhada.

A equipe de comunicação teve o privilégio de estar à frente da elaboração do livro "Perfil Socioeconômico Municipal e Aspectos Geoambientais do Baixo São Francisco", em parceria com o IBGE. O recorte inédito de dados elaborado pelo Instituto em questão foi revisado e diagramado pela equipe de comunicação da Expedição (figura 11).

Figura 11: Processo de diagramação do livro, em parceria com o pesquisador Neison Freire, do IBGE



Fonte: Autoras (2023).

Ao todo, foram elaborados cerca de 29 itens gráficos entre folders, banners (figuras 12 e 13), faixas, outdoors, pulseiras de identificação, manual de sobrevivência, placas e outros. E, como forma de facilitar o acesso e a disseminação desses materiais, eles estão disponíveis em PDF na página da Expedição, no portal da Ufal: https://ufal.br/expedicao-sao-francisco.

Figura 12: Banner elaborado para a participação da Expedição no Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca (Conbep)

Fonte: Autoras (2023).

Figura 13: Banner sobre as ações de Educação Ambiental

Fonte: Autoras (2023).

Considerações finais

No ciclo contínuo de desafios e descobertas que caracteriza a Expedição Científica do Baixo São Francisco, a equipe da Assessoria de Comunicação existe como um elo vital, moldando e compartilhando informações essenciais para difundir a ciência e a educação. Durante as 5ª e 6ª edições dessa jornada enriquecedora, a dedicação incansável da equipe de comunicação revelou não apenas um compromisso, mas como um trabalho em equipe pode fortalecer ainda mais as ações executadas.

Desde a fase pré-Expedição, onde a estratégia de comunicação foi planejada, até o auge do evento, onde cada descoberta e narrativa foram traduzidas em matérias, reportagens, podcasts e vídeos, a equipe de assessoria demonstrou um profundo comprometimento. Durante o período da Expedição, onde a agilidade e a resiliência dos expedicionários são postas à prova, a comunicação manteve um fluxo constante de informações para as plataformas digitais e para a imprensa.

O verdadeiro diferencial, entretanto, foi o compromisso persistente no pós-Expedição. A análise minuciosa das métricas das redes sociais, a continuidade na produção de conteúdo relevante e a exploração de oportunidades de reconhecimento demonstram não apenas uma resposta ao evento, mas uma visão estratégica a longo prazo.

Nesse capítulo, testemunhamos não apenas um conjunto de atividades comunicativas, mas o reflexo de um compromisso contínuo com a disseminação de informações sólidas e embasadas cientificamente, a promoção da cultura local e a projeção da Expedição em um cenário amplo. A equipe da Assessoria de Comunicação, composta pelas autoras do capítulo e pelos colegas fotógrafos, jornalistas e repórteres cinematográficos Edson Oliveira, Wendell Almeida, Amorim Neto, Aldo Correia e Emerson Oliveira, não apenas cumpriu seu dever, mas superou as expectativas, contribuindo significativamente para a construção da divulgação científica no Estado de Alagoas e no Brasil.

Referências

BURNS, T. W., O'CONNOR, D. J., & STOCKLMAYER, S. M. Science communication: A contemporary definition. **Public Understanding of Science**, v. 12, n. 2, p. 183–202, 2003. https://doi.org/10.1177/09636625030122004.

MILLAR, R. Towards a science curriculum for public understanding. **School Science**, v. 77, n. 280, p. 7–18, 1996.

MANOVICH, Lev. **Instagram and Contemporary Image**, 2017. Disponível em: http://manovich.net/index.php/projects/instagram-and-contemporary-image. Acesso em: 22 fev. 2023.

MARTIN, C., & MACDONALD, B. H. **Using interpersonal communication strategies to encourage science conversations on social media**. PLoS ONE, v. 15, 2020. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241972.

CAPÍTULO 31

EVIDÊNCIAS DE CONTAMINAÇÃO MICROPLÁSTICA NO BAIXO RIO SÃO FRANCISCO

Jerônimo Vieira Dantas Filho[138], Jucilene Braitenbach Cavali[139], Tatiane Luciano Balliano[140] Sandro de Vargas Schons[141], Elica Amara Cecilia Guedes[142], Emerson Carlos Soares[143]

Resumo: O objetivo deste estudo foi evidenciar a contaminação microplástica em peixes e camarões do Baixo Rio São Francisco. As pesquisas foram desenvolvidas durante a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, realizada de 21 a 30 de novembro de 2023. No Estudo 1, foram realizadas análises quali-quantitativas de partículas de microplásticos (MPs) na água (jusante, montante e meio) e nos peixes (muco das brânquias e do tegumento, conteúdo estomacal, sangue periférico e órgãos internos: esôfago, estômago, intestino, fígado, pâncreas, bexiga natatória e coração) dos municípios ribeirinhos do Baixo São Francisco de Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Igreja Nova, Penedo e Piaçabuçu, no Estado de Alagoas, e Propriá, no Estado de Sergipe. Também foram realizadas análises na água e nos peixes da foz. Amostras foram coletadas de um total de 66 peixes selvagens. No Estudo 2, foram caracterizados os microplásticos em camarões silvestres comercializados na praia do Pontal do Peba. Amostras de tecidos foram coletadas do trato gastrointestinal, brânquias, músculos e exoesqueleto de um total de 88 camarões selvagens. Houve maior abundância de microplásticos na água e nos peixes no sentido do fluxo do rio (em direção à foz), devido ao acúmulo dos efluentes das cidades. Além disso, houve maior abundância de partículas microplásticas em peixes carnívoros em comparação com os onívoros e herbívoros, confirmando biomagnificação na cadeia alimentar. Em relação aos camarões, a contaminação por microplásticos foi comprovada nos órgãos de *Litopenaeus schmitti* (com médias mais altas de 997,20 MPs Ind.-1 no exoesqueleto e 793,44 MPs mL-1 nas brânquias), *Litopenaeus vannamei* (com maiores médias de 1.782,68 MPs Ind.-1 no tecido muscular e 961,88 MPs mL-1) e *Farfantepenaeus brasiliensis* (com maiores médias de 1.799,53 MPs Ind.-1 no exoesqueleto e 999,90 MPs mL-1). As categorias de MPs encontradas no trato gastrointestinal foram principalmente fragmentos (325,33 MPs mL-1), seguidas de fibras (196,45 MPs mL-1). Nas brânquias, as categorias predominantes foram fibras (329,89 MPs mL-1) e fragmentos (100,08 MPs mL-1). No tecido muscular, predominaram fibras (492,99 MPs mL-1) e fragmentos (472,60 MPs mL-1), enquanto no exoesqueleto, foram fibras (404,09 MPs mL-1) e fragmentos (472,60 MPs mL-1). Os camarões silvestres estudados são excelentes indicadores da presença de microplásticos no ambiente aquático. Informações quantitativas detalhadas sobre essa contaminação podem auxiliar em ações conservacionistas para controlar o descarte de plástico em áreas costeiras do Nordeste do Brasil.

Palavras-chave: Poluição ambiental; Plásticos tóxicos; Poluição aquática; Seguridade alimentar.

138 Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal de Rondônia (Unir);

139 Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal de Rondônia (Unir);

140 Instituto de Química e Biotecnologia (IQB), Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

141 Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal de Rondônia (Unir);

142 Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS), Universidade Federal de Alagoas (Ufal);

143 Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias Ciências (Ceca), Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

Introdução

Os rios são ecossistemas particularmente sensíveis às atividades humanas. No Brasil, as bacias hidrográficas têm sofrido impactos significativos devido à exploração intensiva dos recursos naturais, o que envolve práticas de mineração, desmatamento e principalmente o descarte inadequado de efluentes das áreas urbanas nos rios. Diversos estudos têm documentado a deterioração da qualidade da água decorrente das ações antrópicas nos rios (Castro, 2019). A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHRSF), que possui aproximadamente 640 mil km² e 2.800 km de extensão, enfrenta problemas decorrentes das atividades humanas. A área abrange os Estados de Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Sergipe e Alagoas, sendo dividida em quatro regiões: alto, médio, submédio e baixo São Francisco (Vila-Nova *et al.*, 2015).

O baixo São Francisco é de grande relevância para a região Nordeste do Brasil, devido à sua contribuição para a geração de energia elétrica, irrigação, abastecimento de água, agricultura, pesca, turismo e navegação (Soares *et al.*, 2023). E caracteriza-se por possuir uma área de 32 mil km², correspondendo a 4% do total da bacia. O clima é predominantemente quente e úmido, com chuvas de inverno, embora na região existam áreas com características semiáridas e curto período chuvoso no outono-inverno (Bezerra *et al.*, 2012). Comparativamente, o baixo curso do rio possui dimensões menores em comparação com os outros trechos, mas concentra o maior número de problemas relacionados às alterações hidrológicas, com danos às lagoas marginais que são habitats importantes para a manutenção da fauna aquática (Paredes-Trejo *et al.*, 2016).

Pontal do Peba é uma pequena vila turística pertencente ao município de Piaçabuçu, Estado de Alagoas, Brasil. Esta região litorânea do Estado de Alagoas é reconhecida pelo turismo por suas praias exuberantes e é um paraíso ecológico com águas cristalinas e animais silvestres (Vieira *et al.*, 2017). Além disso, a praia do Pontal do Peba é frequentada principalmente por turistas e pescadores, sendo a pesca e o comércio de camarão atividades muito comuns na praia do Pontal do Peba. Outro detalhe é que esta região é cercada por dunas e é onde o Rio São Francisco encontra o Oceano Atlântico. Infelizmente, nos últimos meses, o mar trouxe uma grande quantidade de resíduos plásticos e lixo urbano para a praia do Pontal do Peba (Soares *et al.*, 2021). Devido à ampla distribuição de espécies de camarões selvagens nesta região e ao seu hábito alimentar detritívoro nos sedimentos de áreas rasas do mar próximas à praia (Millard *et al.*, 2021), o camarão selvagem é considerado um dos melhores bioindicadores de microplásticos (Millard *et al.*, 2021; Carvalho *et al.*, 2016).

Os plásticos são materiais versáteis, flexíveis, resistentes e muitas vezes uma opção de menor custo para a fabricação de materiais e embalagens de uso diário, o que os torna amplamente utilizados na sociedade moderna. Conforme relatado por Valencia-Castañeda *et al.* (2022), a produção global de plástico em 2018 foi de 359 milhões de toneladas, com menos de 10% sendo submetido a processos de reciclagem. O aumento na produção de plástico está relacionado à rápida expansão da população global, e estima-se que entre 4,8 e 12,7 milhões de toneladas de fragmentos de plástico chegam aos oceanos anualmente, principalmente através da descarga de resíduos plásticos em rios durante períodos de chuvas intensas (Kunz *et al.*, 2023). Nestes casos, os rios funcionam como sumidouros para essas partículas plásticas, sendo extremamente difícil removê-las uma vez liberadas na natureza. Vários pesquisadores têm estudado métodos para eliminar essas partículas, mas nenhum método ainda pode ser replicado em larga escala (Padervand *et al.*, 2020).

Os poluentes plásticos são provenientes de atividades humanas, como cosméticos, indústria nacional e fontes de fármacos (Germanov *et al.*, 2018; Cárdenas-Alcaide *et al.*, 2022),

bem como de fontes secundárias, como decomposição mecânica, química e/ou fotocatalítica, que podem incluir fibras originárias do setor têxtil (Prater *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2016). As partículas de plástico podem ser diferenciadas por tamanho, como microplásticos de 0,001 a 5 mm, e por peso, como nanoplásticos abaixo de 1 mg. Partículas microplásticas (MPs) são morfologicamente identificadas como fibras, fragmentos e microesferas, categorizadas em frações de cor como azul, vermelho, preto, transparente e outras (Bhagat *et al.*, 2021a; Bhagat *et al.*, 2021b).

Partículas de MPs estão amplamente distribuídas na natureza e podem ser ingeridas por uma ampla variedade de organismos, tanto terrestres quanto aquáticos. De acordo com esta suposição, MPs foram encontrados em várias espécies, incluindo zooplâncton, peixes, moluscos, crustáceos, aves marinhas e mamíferos marinhos (Ugwun *et al.*, 2021). Isso levou à ingestão de MPs por muitos animais comercialmente importantes que são consumidos pelos humanos. O consumo significativo de frutos do mar na região Nordeste do Brasil levanta sérias preocupações sobre os possíveis impactos dos MPs na saúde humana (Barboza *et al.*, 2018). Algumas pesquisas foram realizadas sobre água, sedimentos, moluscos, peixes e crustáceos no México (Ramírez-Álvarez *et al.*, 2020; Loza-No-Hernández *et al.*, 2021), porém nenhum estudo de MPs foi encontrado com camarões selvagens capturados no Nordeste do Brasil, embora este marisco seja considerado comercial e ecologicamente importante para o turismo em nosso país. No Brasil, o consumo anual típico de camarão por pessoa é estimado em 0,3 kg (Di-Beneditto *et al.*, 2022). No entanto, há falta de informações científicas sobre a prevalência de partículas de MPs na água, nos peixes e nos camarões capturados comercialmente pela pesca, apesar da importância deste setor econômico para o turismo ao longo da costa tropical do Brasil.

A contaminação microplástica da água pode se estender às áreas costeiras, à própria água, aos sedimentos, à terra, ao ar e aos corpos de água doce, como rios e lagos. O crescimento urbano desenfreado das cidades costeiras do Brasil, aliado ao estilo de vida inadequado desta população, está provocando uma maior presença de materiais não biodegradáveis na água do mar e nas praias, principalmente aqueles derivados do plástico, resultando em um volume substancial de resíduos sólidos (Pegado *et al.*, 2018). No Brasil, é estimado pelo WWF que só no ano de 2019 foram geradas aproximadamente 11,3 milhões de toneladas de resíduos plásticos. Como resultado, o Brasil ocupa o 4º lugar entre os maiores geradores de resíduos plásticos do mundo (Bertoldi *et al.*, 2021). Para aumentar o desafio, o Brasil ocupa a 112ª posição mundial em termos de infraestrutura de saneamento e esgoto urbano (Penido *et al.*, 2020), ficando atrás até mesmo de algumas nações do Norte da África e do Oriente Médio com rendimentos per capita mais baixos. As condições sanitárias nos municípios do interior da região Nordeste são particularmente deficientes, com apenas aproximadamente 31,4% dos municípios tendo acesso a alguma rede de esgoto funcional (Miranda *et al.*, 2020).

O presente trabalho teve como objetivo analisar a abundância, tamanho, morfologia e variações de cor de partículas de MPs encontradas na água, nos peixes e nos camarões selvagens capturados pela pesca no Baixo Rio São Francisco. Este estudo é um marco como a primeira pesquisa-ação sobre a presença de MPs. Nossa hipótese é que a água e os animais estejam contaminados por partículas de MPs, acumuladas principalmente por ingestão, via trato gastrointestinal. As origens primárias destas partículas são atribuídas a resíduos plásticos provenientes de detritos de praia e de operações pesqueiras e agrícolas.

Material e métodos

Estudo 1

Foram obtidas três amostras de água em oito trechos e foram coletados 66 exemplares pertencentes a nove espécies de peixes comerciais do Baixo São Francisco, Brasil. Os exemplares foram capturados durante uma Expedição Científica realizada de 21 a 30 de novembro de 2023 no Baixo Rio São Francisco. Os peixes foram pescados com rede de arrasto (dimensões: 10 m de comprimento x 1,5 m de largura x 3 m de altura e abertura de malha de 12 mm). As pescarias ocorreram nas proximidades das cidades ribeirinhas do Baixo São Francisco, que são Piranhas (9°45'3,06"S, 37°26'50,04"W), Pão de Açúcar (9°48'51,48"S, 37°19'38,11"W), Traipu (9°59'17,57"S, 36°19'57,97"W), São Brás (9°59'17,57"S, 36°19'57,97"W), Propriá (10°12'27,28"S, 36°35'50,05"W), Igreja Nova (10°15'7,20"S, 36°19'15,33"W), Penedo (10°17'6,60"S, 36°35'8,12"W) e Piaçabuçu (10°26'33,21"S, 36°25'19,83"W), todas localizadas no Estado de Alagoas, Brasil. As contagens e categorizações das partículas de microplásticos (MPs) foram realizadas com o auxílio de um microscópio estereoscópico Trinocular (Sigma, EUA) com ampliação de 4x até 40x.

Primeiramente, foi realizado um estudo de contaminação por MPs nas águas do rio em cada ponto amostral das oito cidades ribeirinhas. As coletas de água foram feitas em triplicata e foi adotado um esquema fatorial 8 × 3 × 3 inteiramente casualizado. A amostragem de MPs foi conduzida seguindo um método modificado baseado na Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA). Para a obtenção dos microplásticos, foram feitos lançamentos horizontais e verticais (4 m de profundidade) com rede Neuston (dimensões: 3,0 m de comprimento x 2,2 m de largura x 0,6 m de altura e abertura de malha de 250 µm).

As amostras de água foram armazenadas em frascos de vidro de 125 mL e, para observação imediata ao microscópio, essas amostras foram bombeadas e filtradas em peneira de malha de 6,0 mm (Bertoldi *et al.*, 2021). Em seguida, a peneira foi enxaguada com água estéril pré-filtrada e os microplásticos retidos foram transferidos para um frasco contendo solução salina (0,85%) (Bertoldi *et al.*, 2021). Os sólidos residuais foram transferidos para um Becker limpo utilizando 20 mL de água destilada e foram contadas as partículas de MPs por mL. A quantificação e qualificação dos MPs foram realizadas em câmara de Neubauer com auxílio de micropipeta (gotas de 30 µL), após garantia de higiene com água destilada e desinfecção com álcool 70°.

Imediatamente após a captura dos peixes, foram raspadas lâminas de vidro nas brânquias e no tegumento (lado direito) para obtenção de muco dessas regiões superficiais. As amostras de muco foram armazenadas em tubos Eppendorf de 5 mL e imediatamente observadas sob microscópio. O muco foi gotejado e analisado em triplicata para cada peixe em câmara de Neubauer com micropipeta (gotas de 30 µL), após higiene com água destilada e desinfecção com álcool 70°.

Os estômagos dos peixes foram cuidadosamente retirados da cavidade abdominal imediatamente após a captura. Os estômagos foram fixados em formol a 10% e armazenados em frascos de vidro âmbar de 125 mL. Após três dias de fixação, os estômagos foram lavados com água destilada antes do corte e exteriorização do conteúdo estomacal, que foi então fixado em álcool 70º para observação em microscopia utilizando leito de Neubauer e micropipeta (gotas de 30 µL). Os valores foram apresentados a partir da contagem em partículas de MPs por mL de muco e conteúdo estomacal.

Os órgãos internos (esôfago, estômago, intestino, fígado, pâncreas, bexiga natatória e coração) de cada indivíduo foram separados em frascos de vidro. Cada amostra foi imersa

em solução de NaOH (10 mol L-1) para digestão por cinco dias. As amostras digeridas foram filtradas usando uma peneira de aço inoxidável (0,075 µm), o gel obtido da filtração foi diluído em água destilada e encaminhado para observação sob microscopia (ROJAS *et al.*, 2023). A quantificação e qualificação foram realizadas conforme descrito no item 2.5 e as contagens foram apresentadas em partículas de MPs por mL.

Foi realizada a colheita de sangue periférico de cada espécie de peixe em cada ponto amostral dos oito municípios. Imediatamente após a captura dos peixes, eles foram imobilizados e a colheita de cerca de 10 µL de sangue periférico foi feita por punção na artéria branquial direita, utilizando seringa de 1mL com agulha de 13 mm x 0,38 mm para cada indivíduo.

O sangue foi gotejado diretamente nas lâminas de vidro e os esfregaços foram conduzidos em triplicata para cada peixe. As partículas de microplástico foram contadas e categorizadas com microscopia conforme a metodologia descrita no item 2.5. Os valores foram apresentados a partir da contagem em partículas de MPs por mL de sangue periférico.

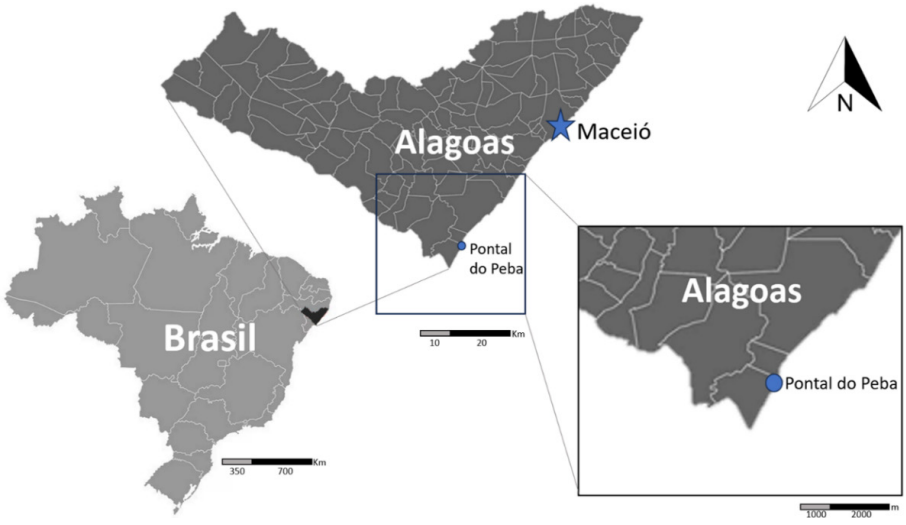
Nas amostras de água, sangue, muco e conteúdo estomacal, as partículas de MPs foram categorizadas morfologicamente como fragmentos e fibras filamentosas e nas cores azul, preto, vermelho ou transparente, conforme metodologias de Dantas Filho *et al.* (2023). Na bancada do laboratório, para quantificar cada ponto amostral, foram usadas placas de Petri com 50 mL de água destilada para realização da contagem do branco laboratorial.

Para evitar a contaminação das amostras no laboratório, todos os instrumentos e materiais foram cuidadosamente lavados com água deionizada e pré-filtrada três vezes antes do uso. O número de pessoas trabalhando no mesmo espaço foi reduzido e todos os pesquisadores utilizaram jalecos de algodão, máscaras e luvas nitrílicas durante o processo. Materiais e amostras foram cobertos para evitar contaminação do ar. Para mais detalhes sobre a metodologia de detecção e quantificação de resíduos sólidos, consulte Bertoldi *et al.* (2021).

Estudo 2

Pontal do Peba é um ponto de passagem localizado no município de Piaçabuçu, Estado de Alagoas, Brasil (figura 1). O ponto de passagem deu nome à praia adjacente, Praia do Pontal do Peba. A região é reconhecida pelo turismo devido às suas praias exuberantes e também é um paraíso ecológico com águas cristalinas e fauna silvestre. É uma área de proteção ambiental que combate o desmatamento. Suas praias são muito procuradas devido ao mar calmo, de águas translúcidas, e à areia grossa. A praia é frequentada principalmente por moradores e pescadores, sendo a pesca e o comércio de camarão muito comuns no local. Outro aspecto relevante é que a região é cercada por dunas e é onde o Rio São Francisco encontra o Oceano Atlântico.

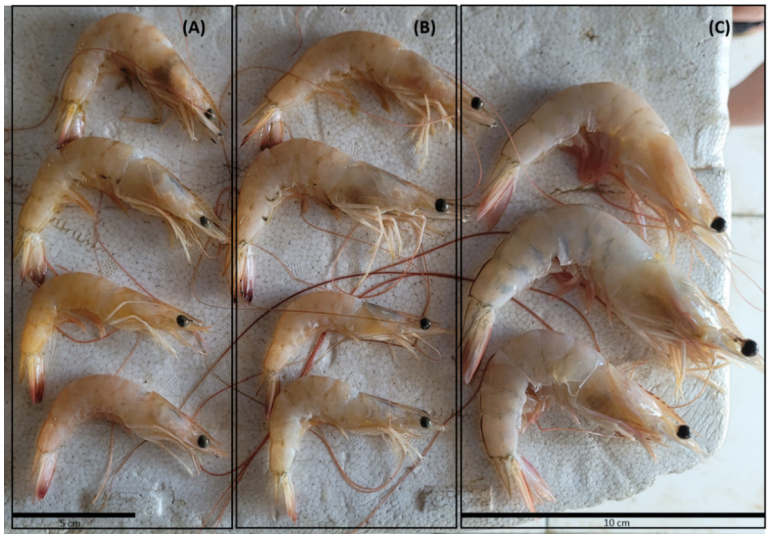
Figura 1 – Localização geográfica da praia do Pontal do Peba, Estado de Alagoas, Brasil



Fonte: Autores (2024).

Este estudo foi iniciado durante a Expedição Científica do Baixo São Francisco, realizada de 21 a 30 de novembro de 2023 e organizada pela Universidade Federal de Alagoas. Foram capturados 88 indivíduos na praia do Pontal do Peba, sendo 39 exemplares de *Litopenaeus schmitti* Burkenroad, 1936 (Família: Penaeidae), 28 exemplares de *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931 (Família: Penaeidae), e 21 exemplares de *Farfantepenaeus brasiliensis* Latreille, 1817 (Família: Penaeidae) (figura 2).

Figura 2 - Espécies de camarão capturados durante o estudo, os exemplares de *Litopenaeus schmitti* (A), *Litopenaeus vannamei* (B) and *Farfantepenaeus brasiliensis* (C) (Família: Penaeidae), pescados na praia do Pontal do Peba, Estado de Alagoas, Brasil.



Fonte: Autores (2023).

Este estudo foi iniciado durante a expedição científica Baixo Rio São Francisco, realizada de 21 a 30 de novembro de 2023 e organizada pela Universidade Federal de Alagoas. Foram capturados 88 indivíduos na praia do Pontal do Peba, sendo 39 exemplares de *Litopenaeus schmitti* Burkenroad, 1936 (Família: Penaeidae), 28 exemplares de *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931 (Família: Penaeidae), e 21 exemplares de *Farfantepenaeus brasiliensis* Latreille, 1817 (Família: Penaeidae) (figura 2).

Esses camarões pesavam 910 ± 110 g e tinham comprimentos variando de 39,5 ± 11,5 cm, sendo pescados ativamente com rede de arrasto (pano com abertura de malha entre 2,5 e 4 cm entre os nós) utilizada pelos barcos camaroneiros no porto pesqueiro de Pontal do Peba. Os camarões foram transportados para o laboratório, certificados e embrulhados em papel alumínio antes de serem armazenados a uma temperatura de -20°C. Posteriormente, foram descongelados em recipientes de vidro e lavados com água tridestilada utilizando filtros de microfibra de vidro Whatman GF/F com tamanho de poro de 0,45 µm para eliminar quaisquer sedimentos ou impurezas. O peso e o comprimento total de cada exemplar de camarão foram então medidos e registrados (18,5 ± 3,4 g).

Os camarões foram divididos aleatoriamente em conjuntos de quatro e dissecados para extrair amostras de seus órgãos internos – especificamente, trato gastrointestinal, brânquias, músculos e exoesqueleto. O peso combinado de cada conjunto variou entre 88 ± 12 g. As amostras de órgãos internos foram cuidadosamente dissecadas e separadas, com cada tecido pesado adequadamente. Para analisar microplásticos (MPs), os tecidos de cada conjunto de camarões foram transferidos para frascos Erlenmeyer para digestão usando uma mistura de ácidos (proporção 4:1 de ácido nítrico 65% para ácido perclórico 68%), seguindo os métodos descritos por De Witte *et al.* (2014) e Devriese *et al.* (2015).

A solução digerida foi filtrada usando um filtro de microfibra de vidro Whatman GF/F com tamanho de poro de 0,45 µm, e o filtro foi então transferido para uma placa de Petri de vidro para exame adicional. Os filtros foram observados em microscópio estereoscópico trinocular (Sigma, Japão) com ampliação de 40x, onde as partículas de MPs foram caracterizadas e contadas. As categorias, forma, cores das frações e tamanho das partículas de MPs observadas na membrana do filtro foram identificadas (Dantas Filho *et al.*, 2023). O tamanho das partículas de MPs foi medido com uma ocular com escala micrométrica (10-1600 µm). Os itens de MPs mais representativos nos tecidos foram verificados pela coloração Nile Red (NR) usando uma solução estoque (1 mg NR dissolvido em 1 mL de acetona 99,5% diluída em 100 mL) (Valencia-Casteñeda *et al.*, 2022). Os MPs nos filtros foram observados sob um microscópio de luz fluorescente (LEICA DMLS., Viena, Áustria) usando excitação de luz azul (457,5 ± 37,5 nm) (Shim *et al.*, 2016). A abundância de MPs foi estimada após a verificação pela coloração NR (De Witte *et al.*, 2014; Devriese *et al.*, 2015; Valencia-Casteñeda *et al.*, 2022).

Suprimentos necessários, como luvas, vidros higienizados, equipamentos de aço inoxidável e um jaleco lavado regularmente, foram empregados para garantir o controle de qualidade durante os procedimentos e observações das amostras. Todos os equipamentos foram submetidos a limpeza completa com água triplamente destilada e seca em estufa (>70 °C) antes do uso. Além disso, placas de Petri abertas com filtros foram utilizadas para monitorar a potencial contaminação do ar durante os procedimentos. Para minimizar o risco de gelatinização da amostra durante a digestão, foi incorporado um pré-filtro de sucção. É importante notar que as amostras em branco foram criadas pela introdução da solução da mistura ácida em frascos Erlenmeyer sem qualquer presença de tecido (Wu *et al.*, 2020). A análise envolveu o cálculo da

distribuição percentual de MPs com base no seu tipo, forma, cor e tamanho em várias amostras de tecido. Isso incluiu a determinação da concentração de MPs (partículas mL–1) no tecido (ww) e a quantidade média de MPs (partículas por indivíduo, Ind.–1) por camarão, ajustada de acordo com o peso do camarão.

A abundância de MPs foi demonstrada em termos de contagens médias para cada cidade ribeirinha com desvio padrão. O teste de Mann-Whitney-Wilcoxon foi utilizado para comparar o número de partículas de MPs no muco branquial, tegumento e conteúdo estomacal e órgãos internos. Um teste de Kruskal-Wallis e um teste post-hoc pareado de Wilcoxon Rank Sum foram utilizados para comparar o número de partículas microplásticas entre peixes de diferentes hábitos alimentares. O teste de Spearman foi utilizado para analisar a correlação do comprimento e peso padrão dos peixes com a abundância de partículas microplásticas.

Em relação à análise estatística descritiva, inicialmente foi realizada uma ANOVA unidirecional para contrastar as quantificações de partículas nos órgãos do trato gastrointestinal, brânquias, músculo e exoesqueleto. Ao longo da análise dos dados, a significância estatística foi consistentemente mantida em um limiar de $p < 0,05$. Todos os resultados foram obtidos no RStudio Development Core Team, versão 3.5.3.

Resultados

Estudo 1

Foram capturadas 9 espécies de peixes, sendo 5 espécies de hábito alimentar carnívoro, 3 espécies de hábito onívoro e 2 espécies de hábito herbívoro. As espécies de peixes capturadas foram: carnívoros - *Cynoscion acoupa* (pescada-amarela), *Serrasalmus rhombeus* (piranha-preta), *Pygocentrus nattereri* (piranha-amarela), *Serrasalmus brandti* (pirambeba), *Hoplias microcephalus* (traíra); onívoros - *Haemulon sciurus* (xira), *Metynnis maculatus* (pacu-disco), *Piaractus mesopotamicus* (pacu); herbívoros - *Leporinus sp.* (piau cutia) e *Leporinus friderici* (piau-três-pintas).

Houve maior abundância de microplásticos (MPs) na água e nos peixes no sentido do fluxo do rio (em direção à foz), com exceção dos resultados no sangue periférico. Isso se deve ao acúmulo dos efluentes das cidades. Houve também maior abundância de MPs nos peixes carnívoros, confirmando a biomagnificação na cadeia alimentar.

No geral, as partículas de MPs mais frequentes foram fibras transparentes (33%), fragmentos pretos (30%) e transparentes (18%), fibras azuis (10%) e vermelhas (5%), e outras (4%). As fibras transparentes, por exemplo, representam fragmentos de sacolas plásticas, os fragmentos pretos são compostos de poliestireno (PE) e nylon (PA), os fragmentos transparentes representam plásticos em degradação como garrafas PET, as fibras azuis indicam a presença de tecidos como poliéster (PI), e as fibras vermelhas são compostas de polipropileno (PP).

Na água, foram observadas médias de 211 partículas de microplásticos por mL à jusante, 306 partículas por mL à montante e 380 partículas de microplásticos no meio do rio. Ou seja, a concentração é maior próximo ao despejo do efluente, acumulando-se no sentido do fluxo da água.

Os peixes capturados em Traipu, Penedo e Piaçabuçu apresentaram as maiores médias de partículas de MPs no muco das brânquias e no tegumento: Traipu (235,37 e 109,35 partículas por mL), Penedo (108,75 e 108,53 partículas por mL) e Piaçabuçu (254,52 e 153,83 partículas por mL) (tabela 1).

Tabela 1 - Média de partículas de MPs no muco das brânquias e do tegumento dos peixes por município do Baixo São Francisco

Pontos de coleta (municípios)	Brânquias*	Tegumento*
Piranhas	96,74 (± 8,05)	94,52 (± 6,61)
Pão de Açúcar	81,46 (± 6,78)	68,11 (± 4,76)
Traipu	235,37 (± 19,58)	109,35 (± 7,64)
São Brás	394,76 (± 32,84)	166,80 (± 11,66)
Propriá	76,10 (± 6,33)	179,31 (± 12,53)
Penedo	108,75 (± 9,05)	108,53 (± 7,59)
Piaçabuçu	254,52 (± 21,17)	153,83 (± 10,75)

*média de partículas de MPs por mL para cada peixe.

Fonte: Autores (2024).

Esperava-se uma maior abundância de MPs nos peixes onívoros devido ao seu hábito filtrador e planctônico. No entanto, os peixes carnívoros apresentaram uma média de 142,20 partículas de MPs por mL no muco das brânquias e no tegumento, enquanto os onívoros registraram uma média de 98,11 partículas de MPs por mL e os herbívoros 44,76 partículas de MPs por mL nessas áreas.

As contagens de MPs no conteúdo estomacal dos peixes ainda não foram tabuladas e serão apresentadas no próximo relatório parcial. Nos tecidos dos órgãos internos, foram encontradas médias de 3.219,24 partículas de MPs na pirambeba, 761,72 partículas de MPs no piau-três-pintas e 444,80 partículas de MPs no piau-preto. As principais categorias de MPs observados foram fibras transparentes, fragmentos transparentes e pretos, além de microesferas.

Em relação ao sangue periférico, as partículas de MPs mais frequentes foram fragmentos pretos (70%), fragmentos transparentes (20%), fibras azuis (6%) e outras (4%). Mais uma vez, apesar da expectativa inicial de maior abundância em peixes onívoros, os peixes carnívoros apresentaram uma média maior de MPs, cerca de 210 partículas de MPs por mL, o que representa um aumento de 30% em relação aos onívoros e 70% em relação aos herbívoros.

Não foram encontradas MPs no sangue dos peixes em Piranhas, 92,21 partículas de MPs em Pão de Açúcar, 99,84 partículas de MPs em Traipu, 58,93 partículas de MPs em São Brás, 47,84 partículas de MPs em Propriá, 35,59 partículas de MPs em Penedo, 47,88 partículas de MPs em Piaçabuçu e 24,96 partículas de MPs nos peixes da foz do rio (tabela 2).

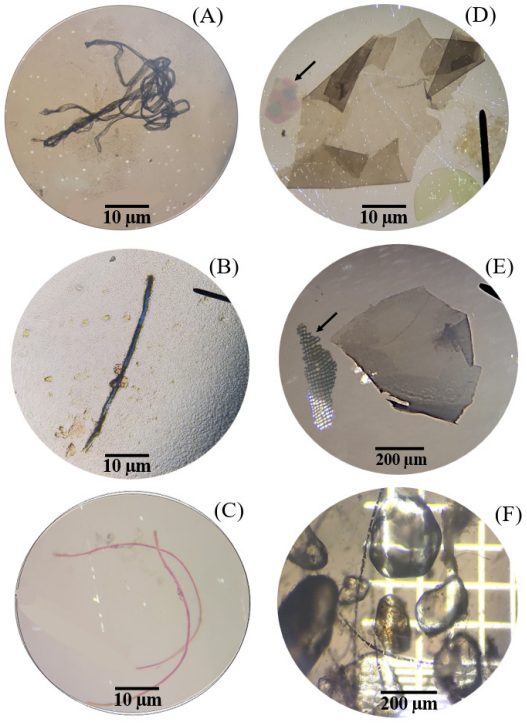
Tabela 2 - Média de partículas de MPs no sangue periférico dos peixes por município do Baixo São Francisco.

Pontos de coleta (municípios)	**MPs por mL**
Piranhas	00,00 (± 0,00)
Pão de Açúcar	92,21 (± 11,25)
Traipu	99,84 (± 12,18)
São Brás	58,93 (± 7,19)
Propriá	47,84 (± 5,86)
Penedo	35,59 (± 4,34)
Piaçabuçu	47,88 (± 5,84)
Foz do rio	24,96 (± 3,00)

Fonte: Autores (2024).

A contaminação por microplásticos foi comprovada em camarões silvestres Litopenaeus schmitti, Litopenaeus vannamei e Farfantepenaeus brasiliensis da praia do Pontal do Peba. A figura 2 ilustra exemplos de partículas de MPs encontradas nos órgãos de camarões selvagens da praia do Pontal do Peba: fibras de cores transparentes (figura 3A), azul (figura 3B) e vermelha (figura 3C); e fragmentos de cores transparentes (figura 3D), pretos (figura 3E) e microesferas (figura 3F). Na figura 3D, uma seta destaca um fragmento multicolorido, e na figura 3E, outra seta destaca fragmentos de nylon.

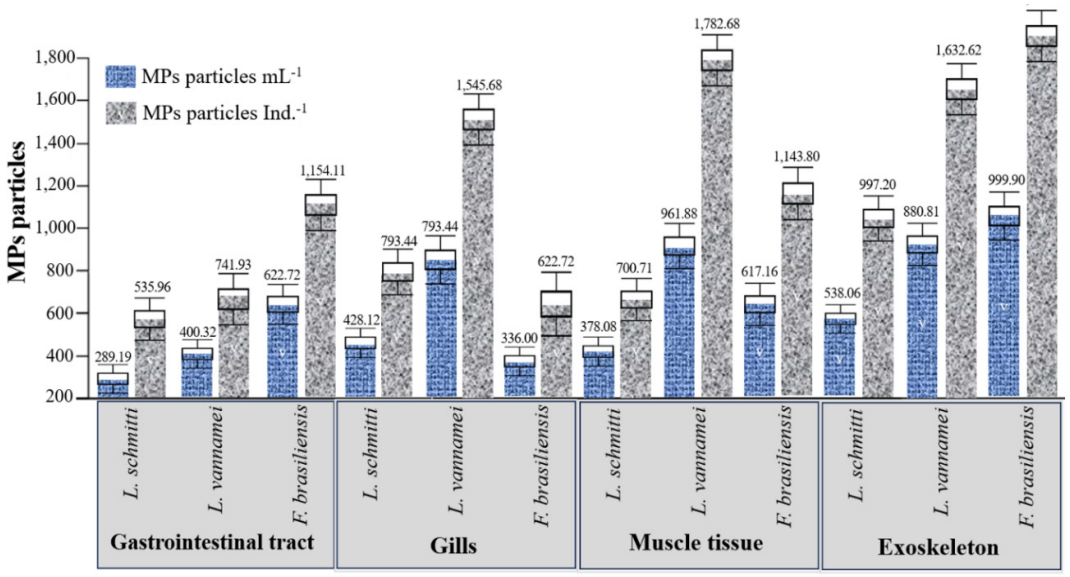
Figura 3 - Exemplos de partículas MPs encontradas, fibras transparentes (A), azuis (B), vermelhas (C); e transparente, multicolorido (D) – seta apontando para detritos multicoloridos, fragmentos pretos (E) – seta apontando para detritos de *nylon* e microesferas (F).



Fonte: Autores (2023).

Os órgãos internos das espécies L. schmitti apresentaram as maiores médias de MPs no exoesqueleto (997,20 MPs Ind.-1) e nas brânquias (793,44 MPs mL-1); L. vannamei mostrou as maiores médias no tecido muscular (1.782,68 MPs Ind.-1 e 961,88 MPs mL-1); e F. brasiliensis registrou as maiores médias no exoesqueleto (1.799,53 MPs Ind.-1 e 999,90 MPs mL-1). Maiores abundâncias de partículas microplásticas também foram observadas no exoesqueleto (maiores médias de F. brasiliensis 1.799,53 MPs Ind.-1 e 999,90 MPs mL-1) e no tecido muscular (maiores médias de L. vannamei 1.782,68 MPs Ind.-1 e 961,88 MPs mL-1) em comparação ao trato gastrointestinal (maiores médias de F. brasiliensis 1.154,11 MPs Ind.-1 e 622,72 MPs mL-1) e às brânquias (maiores médias de L. vannamei 1.545,68 MPs Ind.-1 e 793,44 MPs mL-1) (figura 4).

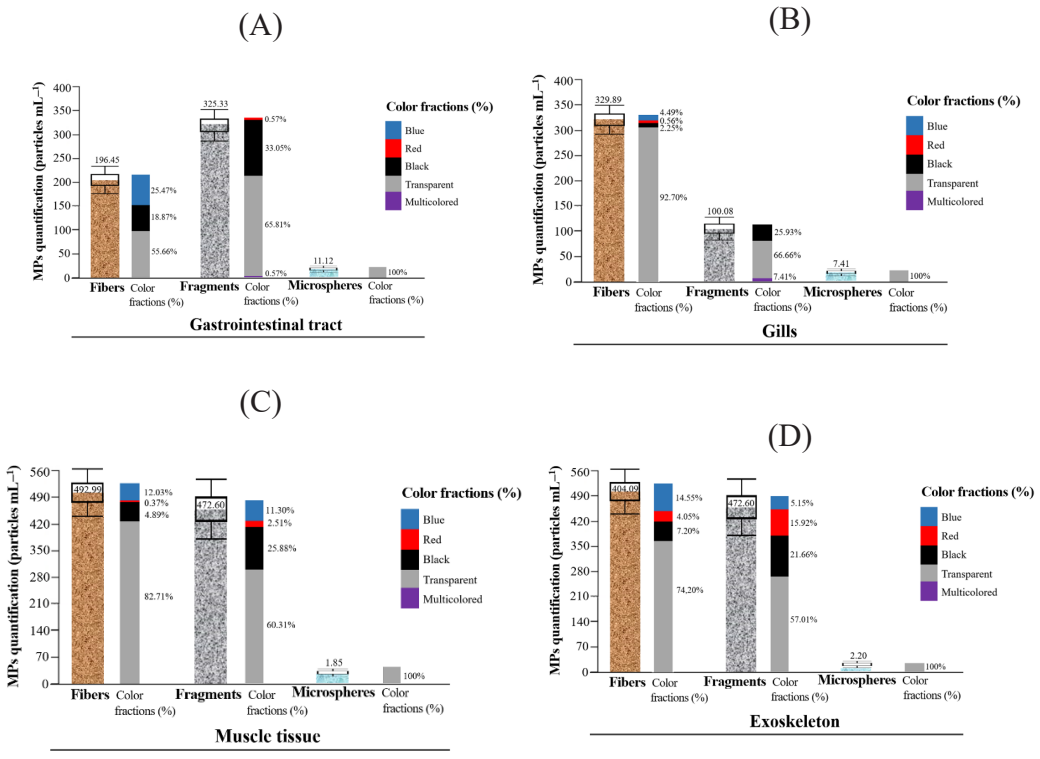
Figura 4 - Contaminação microplástica (MPs mL^{-1} e MPs Ind.$^{-1}$) em órgãos de camarão selvagem *Litopenaeus schmitti*, *Litopenaeus vannamei*, *Farfantepenaeus brasiliensis* (comparado por ANOVA unidirecional).



Fonte: Autores (2024).

As categorias de MPs encontradas no trato gastrointestinal foram principalmente 325,33 MPs mL-1 de fragmentos (com destaque para 33,05% de cores pretas e 65,81% de cores transparentes), seguidas por 196,45 MPs mL-1 de fibras (com 25,47% de cores azuis e 18,87% de fibras transparentes), e finalmente, um total de 11,12 MPs mL-1 de microesferas transparentes foi encontrado (figura 5 A). Enquanto nas brânquias, as categorias de MPs encontradas foram principalmente 329,89 MPs mL-1 de fibras (com destaque para 92,70% de cor transparente), seguidas por 100,08 MPs mL-1 de fragmentos (com 66,66% transparentes, 25,93% pretos e 7,41% de cores multicoloridas), e finalmente, um total de 7,41 MPs mL-1 de microesferas transparentes foi encontrado (figura 5 B). Em relação às categorias de MPs encontradas no tecido muscular, foram principalmente 492,99 MPs mL-1 de fibras (com 82,71% de cor transparente), seguidas por 472,60 MPs mL-1 de fragmentos (com 60,31% de cores transparentes e 25,88% de cores pretas), e finalmente, um total de 1,85 MPs mL-1 de microesferas transparentes foi encontrado (figura 5 C). Enquanto no exoesqueleto, as categorias de MPs encontradas foram principalmente 404,09 MPs mL-1 de fibras (com 74,20% de cores transparentes, 14,55% azul, 7,20% preto e 4,05% vermelho), seguidas por 472,60 MPs mL-1 de fragmentos (com 57,01% transparente, 21,66% preto, 15,92% vermelho e 5,15% azul), e finalmente, um total de 2,20 MPs mL-1 de microesferas transparentes foi encontrado (figura 5 D).

Figura 5 - Categorias e frações de cor de partículas microplásticas (MPs mL–1) em órgãos de camarões selvagens (comparados por ANOVA unidirecional); (A) Trato gastrointestinal, (B) brânquias, (C) músculo e (D) amostras de exoesqueleto.



Fonte: Autores (2024).

Discussão

Conforme afirmado por Cárdenas-Alcaide *et al.* (2022) e Dantas-Filho *et al.* (2023), as agências governamentais de monitoramento ambiental e pesqueiro em todo o mundo atualmente apresentam deficiências na implementação de medidas adequadas para garantir a segurança alimentar. Isso se deve principalmente à ausência de diretrizes internacionais sobre a regulação da abundância e quantificação de partículas de microplásticos (MPs). Além disso, ainda há uma falta de consenso entre os cientistas sobre as técnicas ideais para a amostragem de partículas de MPs em tecidos animais para fornecer evidências de poluição da água.

Pesquisas validadas e publicadas indicam que a dispersão e movimentação das partículas de MPs em ambientes aquáticos são influenciadas principalmente por atividades humanas (Garcia *et al.*, 2020), atributos físicos e químicos dos MPs (Wang *et al.*, 2017), fatores hidrológicos (Jian *et al.*, 2019; Yuan *et al.*, 2019) e condições climáticas (Horton *et al.*, 2017). Portanto, esses fatores devem ser considerados para aprimorar nossa compreensão da distribuição de microplásticos no ambiente (Wong *et al.*, 2020).

Mintenig *et al.* (2019) propõem em seu estudo que, embora o plástico exiba durabilidade e resiliência, uma explicação plausível para a presença de micropartículas plásticas na água é a erosão de tubulações de esgoto e condutos compostos de amianto. Além disso, Re *et al.* (2019) sugerem a hipótese da introdução e transporte de microfibras sintéticas através do solo e camadas de rochas para aquíferos e reservatórios de água. Segundo Bi *et al.* (2022), o processo de urbanização e a consequente produção em larga escala de resíduos sólidos frequentemente

levam à contaminação de águas subterrâneas em todo o mundo. Cao *et al.* (2019) afirmam que a intensa industrialização e a rápida expansão urbana em áreas costeiras estão entre os fatores que contribuem para a degradação de águas subterrâneas, superficiais e marinhas.

No que diz respeito à poluição por microfibras plásticas, estas são introduzidas nos ecossistemas aquáticos através de microplásticos secundários, que são produzidos pela fragmentação de fibras plásticas maiores (Horton *et al.*, 2017; Xu *et al.*, 2020). Consequentemente, a prevalência de MPs na água pode ser atribuída a várias origens, incluindo o despejo de esgoto não tratado, escoamento de estradas, infiltração de lixiviados de aterros, descarga de estações de tratamento de esgoto e descarte inadequado de resíduos sólidos (Xiong *et al.*, 2018). Investigar as fontes de MPs representa um desafio considerável, dada a natureza complexa de seus mecanismos de dispersão e transporte.

Com base em nossas análises microscópicas e dados de microplásticos, inferimos que as partículas encontradas nas praias provêm principalmente de fontes secundárias, resultantes da degradação ou fragmentação de detritos maiores. Em ambientes aquáticos, os plásticos frequentemente persistem como entidades flutuantes por longos períodos e podem se fragmentar em microplásticos sob a influência da luz solar ou outros fatores climáticos (Endrin *et al.*, 2019). Esta inferência é apoiada pelo notável alto conteúdo de carbonila, estimado em 58% (Pegado *et al.*, 2018). Além disso, o esgoto doméstico representa outra fonte potencial de contaminação por microplásticos. Dado que muitos locais estão situados próximos a zonas residenciais, o esgoto doméstico, transportado por pequenos cursos de água, pode servir como um condutor significativo para levar microplásticos primários às praias. Relatos na literatura indicam que pequenos fragmentos plásticos representam um perigo potencial para organismos aquáticos, pois podem ser ingeridos inadvertidamente e, subsequentemente, entrar na cadeia alimentar (Endrin *et al.*, 2019).

Quanto às classificações morfológicas dos MPs, fibras (tanto transparentes quanto pretas) foram encontradas como predominantes em todas as amostras. Esses achados estão em conformidade com a literatura existente, que consistentemente relata fibras como a categoria morfológica mais prevalente (Koelmans *et al.*, 2019; Pan *et al.*, 2020). A presença substancial de MPs coloridas sugere uma diversidade de fontes contribuindo com plásticos para o meio ambiente. Além disso, a prevalência de microplásticos transparentes e pretos pode ser atribuída à degradação de plásticos coloridos ao longo do tempo devido à exposição à luz UV, estressores ambientais e resíduos de atividades pesqueiras (Ghosh *et al.*, 2023). Alguns pesquisadores observaram uma prevalência de MPs incolores, notando que, embora essas partículas possam parecer brancas ou pálidas na superfície, seus interiores revelam coloração após a fragmentação (Borrielo *et al.*, 2023). Isso destaca o fenômeno dos MPs se tornarem incolores ou perderem cor no ambiente.

Por outro lado, a significativa proporção de microplásticos transparentes aponta para o uso de itens plásticos como sacolas, recipientes de alimentos, garrafas PET, nylon e utensílios plásticos (Kada-Czapska *et al.*, 2023). Adicionalmente, fibras e fragmentos pretos provavelmente originam-se da erosão natural dos pneus de veículos em praias adjacentes a rodovias movimentadas, com a água da chuva facilitando seu transporte para os ecossistemas aquáticos através de riachos e sistemas de drenagem urbana (Ballent *et al.*, 2016). A presença de partículas de MPs em todas as amostras coletadas fornece evidências contundentes da influência antropogênica como uma fonte primária de materiais sintéticos, sublinhando a multiplicidade de fontes de poluição. A abundância de microplásticos coloridos pode estar ligada a itens plásticos utilizados

em embalagens de alimentos, representando uma parcela significativa (20,3%) da produção total de plásticos do Brasil (Gallagher *et al.*, 2016).

Valencia-Castañeda *et al.* (2022) detectaram MPs no trato gastrointestinal, brânquias e exoesqueleto de camarões selvagens (Litopenaeus vannamei) que habitam uma lagoa costeira localizada no sudeste do Golfo da Califórnia, México. Assim como os achados do presente estudo, os tipos prevalentes de microplásticos foram fibras e fragmentos transparentes, pretos e azuis, com tamanho médio de 403 µm. A abundância de 114,7 no trato gastrointestinal, 13,7 nas brânquias e 3,0 no exoesqueleto por grama (g) de amostras de tecido foi muito menor do que a abundância encontrada no estudo atual na praia do Pontal do Peba. Valencia-Castañeda *et al.* (2022) observaram apenas 13,3 partículas de MPs por animal. No entanto, mesmo em quantidades menores, considerando os padrões de consumo de camarão no México, juntamente com a prevalência de MPs, estimaram a ingestão de 280 partículas de MPs por pessoa por ano. Se essa estimativa fosse extrapolada para o Brasil, a ingestão seria de 6.720 partículas de MPs por pessoa por ano. Tipicamente, apenas através do consumo de camarão no Brasil, um indivíduo consome em média 18 partículas de MPs por dia.

Gurjar *et al.* (2021) relataram valores médios de 64,8, 78,5 e 47,5 MPs g–1 no trato gastrointestinal de Parapeneopsis stylifera, Metapenaeus monoceros e Penaeus indicus, respectivamente, amostrados em praias da região árabe. Wang *et al.* (2020) observaram uma média de 7,8 MPs g–1 no trato gastrointestinal e nas brânquias de Parapenaeopsis hardwickii coletados na Baía de Hangzhou, China. A abundância de MPs no trato gastrointestinal em nosso estudo é comparativamente maior do que em outras investigações realizadas em camarões peneídeos. Quando se fala sobre a predominância das categorias morfológicas das partículas de MPs, refere-se a fragmentos e fibras de microplásticos encontrados em ecossistemas marinhos (Capparelli *et al.*, 2021). A presença de fragmentos de MPs pode ser atribuída à poluição originada de resíduos plásticos descartados, comumente associados a atividades turísticas. Esses plásticos degradam-se ao longo do tempo em fragmentos menores. Por outro lado, a ocorrência de fibras está ligada a sistemas de esgoto subterrâneos ou escoamento não tratado de riachos próximos a praias. Esse esgoto é frequentemente despejado em áreas costeiras, juntamente com resíduos de operações de pesca (Sin *et al.*, 2023).

Uma prevalência semelhante de detritos de fibras e fragmentos foi observada em praias, consistente com achados em camarões selvagens L. vannamei (Valencia; Castañeda, 2022), bem como em outros estudos envolvendo espécies de camarões penaeídeos como M. monocerous, Penaeus monodon, F. indicus, P. hardwickii e Metapenaeus affinis (Hossain *et al.*, 2020; Daniel *et al.*, 2020; Wu *et al.*, 2020; Keshavarzifard *et al.*, 2021). Ao contrário dos microplásticos, os resíduos macroplásticos demoram mais para se decompor em pedaços menores (Weinstein *et al.*, 2016), tornando-se menos propensos a serem ingeridos por camarões devido ao seu tamanho maior. Consequentemente, espera-se encontrar menos pellets, filmes de nylon e fragmentos nos tecidos dos camarões. No entanto, os altos níveis persistentes de partículas de microplásticos encontrados em camarões da praia do Pontal do Peba ao longo de vários anos confirmam o processo de biomagnificação.

Essas partículas de MPs transparentes, pretas e azuis predominantes observadas no estudo atual, assim como a predominância de fibras e fragmentos em amostras ambientais, são resultados comuns em estudos sobre MPs. Esses detritos multicoloridos têm sido associados à poluição por resíduos de cidades, estradas movimentadas, nylon de redes de pesca, cordas e roupas de pesca, além de roupas lavadas (Choudhury *et al.*, 2021). A prevalência de MPs transparentes foi

documentada em espécies de camarões como L. vannamei do Equador e da Malásia (Hossain *et al.*, 2020), assim como em M. affinis do noroeste do Golfo Pérsico (Keshavarzifard *et al.*, 2021). Além disso, estudos relataram a presença de partículas de MPs em diversos organismos, incluindo crustáceos decápodes. Um exame abrangente sobre a ingestão de MPs por espécies de camarões penaeídeos de diversas regiões foi delineado (Dantas Filho *et al.*, 2023). Em diferentes áreas e espécies de camarões, a cor de fragmento mais frequentemente observada foi preta, seguida por azul e vermelho (cárdenas-alcaide *et al.*, 2022).

Foram encontrados estudos sobre MPs apenas em camarões selvagens da espécie L. vannamei, que tem um hábito alimentar onívoro; devido a essa variedade dietética, eles podem ingerir pellets de cerca de 700–3000 µm (Valencia-Catañeda *et al.*, 2022). Portanto, quando examinados como camarões adultos, eles podem ter acumulado predominantemente partículas de MPs que variam de 251 a 500 µm. Vale ressaltar que camarões selvagens são detritívoros, ou seja, alimentam-se de sedimentos localizados no fundo do mar, potencialmente aumentando seu contato com MPs presentes em substâncias sedimentares. Fundamentalmente, os camarões servem como indicadores valiosos da presença de microplásticos em ecossistemas aquáticos. Eles dependem de uma ampla gama de quimiorreceptores, localizados em suas antênulas, para detectar alimentos (Dall *et al.*, 1990; Curren *et al.*, 2020).

Crustáceos como os camarões possuem um exoesqueleto que precisa ser trocado para que possam crescer. Durante a fase de proecdise, uma nova cutícula se forma sob a antiga, que é subsequentemente descartada (ecdise). Pouco antes da muda, o cálcio é reabsorvido do exoesqueleto, amolecendo a carapaça para a remoção (Dall *et al.*, 2020). Após a ecdise, o cálcio armazenado é utilizado para endurecer a nova cutícula. Apesar desse processo, o estudo atual encontrou uma abundância significativa de partículas de MPs, sublinhando a gravidade da poluição por MPs. Essas partículas de MPs podem se associar ao cálcio na matriz do exoesqueleto, sendo absorvidas pela superfície do exoesqueleto ou ligando-se à matriz interna do exoesqueleto após a absorção (Valencia-Catañeda *et al.*, 2022). Nossa teoria postula que MPs e seus resíduos tóxicos poderiam se calcificar dentro da carapaça ainda macia do animal pós-muda, persistindo até a ecdise subsequente, semelhante ao comportamento observado com metais. No entanto, mais pesquisas são necessárias para investigar esse mecanismo de forma abrangente, particularmente replicando estudos sobre os resíduos poliméricos de nanoplásticos em organismos aquáticos. Duan *et al.* (2021) observaram em L. vannamei que MPs afetam a microbiota intestinal e o sistema imunológico, enquanto Hsieh *et al.* (2021) notaram que MPs de polietileno impactam enzimas antioxidantes, elevando consequentemente o conteúdo de peróxido lipídico e causando danos à glândula digestiva média e às brânquias.

Alguns pesquisadores estimaram quantas partículas de MPs os humanos ingerem através do consumo de espécies aquáticas de peixes e mariscos (Kibria, 2023). Nessas investigações, quatro fatores (como hábitos alimentares) são normalmente levados em consideração para avaliar a exposição humana à toxicidade dos MPs, incluindo (1) o consumo médio per capita de camarão e peixe na região específica, (2) a abundância de MPs encontrados na água potável, (3) o efeito significativo do cozimento dos alimentos no conteúdo de MPs, e (4) considerar cenários menos comuns (a forma ou o corte comercial do organismo aquático, se houve contaminação durante o processamento e descarte industrial) (Pironti *et al.*, 2021). No entanto, os impactos das partículas de MPs e seus resíduos tóxicos na saúde humana através do consumo de frutos do mar ainda são pouco compreendidos, necessitando de mais pesquisas abrangentes e práticas para elucidar as implicações para a segurança alimentar humana (Barboza *et al.*, 2018).

Infelizmente, já se pode dizer que apenas reciclar resíduos plásticos não é suficiente e não resolve o problema da poluição por MPs. A produção exponencial de plástico e a consequente poluição por seus resíduos estão finalmente sendo percebidas como um dos fatores relevantes da crise ambiental. Muitos cientistas concordam que os plásticos estão amplamente distribuídos na atmosfera, no solo, no subsolo e na água, já fazendo parte do registro fóssil da Terra (Kumar *et al.*, 2021). De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), aproximadamente 400 milhões de toneladas de resíduos plásticos estão sendo geradas atualmente. Se as tendências históricas de crescimento forem mantidas, a produção global de plástico primário alcançará 1,1 bilhão de toneladas por ano até 2050. As previsões sugerem que, até 2050, o volume de emissões de gases de efeito estufa vinculadas à fabricação industrial, utilização e descarte de plásticos convencionais derivados de combustíveis fósseis pode ultrapassar 56 gigatoneladas, o que representaria cerca de 11,5% de todo o balanço de carbono restante. Nesse mesmo ano de 2050, será também o ano em que as tendências indicam que haverá mais plástico do que peixes nos oceanos (Sharma *et al.*, 2021).

Outro desafio a ser considerado é que a indústria petroquímica e os produtores de plástico focam sua atenção na gestão de resíduos sólidos e na reciclagem com o objetivo de ofuscar sua responsabilidade pelo verdadeiro problema ambiental, que é o crescimento no volume de plásticos produzidos (Siltaloppi *et al.*, 2021). Portanto, a maior parte da culpa não é dos maus hábitos da população, mas sim dos incentivos à produção de resíduos tóxicos. No entanto, a situação é tão grave que, mesmo com todo o marketing promovido pela indústria, a população está se conscientizando de que é imperativo reduzir a produção de plásticos devido à toxicidade de seus resíduos, e consequentemente, o movimento de organizações, não de governos, está liderando essa luta contra a poluição tóxica do plástico.

Considerações finais

Houve maior abundância de microplásticos (MPs) na água e nos pescados no sentido do fluxo do rio (em direção à foz), devido ao acúmulo dos efluentes das cidades ribeirinhas. Além disso, a maior abundância de MPs foi observada nos peixes carnívoros em comparação aos onívoros e herbívoros, confirmando a biomagnificação na cadeia alimentar. Os camarões selvagens examinados servem como indicadores excepcionais da presença de partículas de MPs e polímeros nos ambientes aquáticos, devido à sua tendência de se alimentarem no fundo do mar. Informações quantitativas detalhadas sobre a contaminação por MPs podem ajudar nos esforços de conservação voltados para a gestão do descarte de plásticos nas regiões costeiras do Nordeste do Brasil, considerando que a área de pesquisa abrange simultaneamente zonas urbanas, turísticas e agrícolas. Esta pesquisa pioneira destaca a contaminação por MPs em pescados de diferentes espécies. Assim, este estudo defende o monitoramento de partículas de MPs em espécies selvagens consideradas frutos do mar, que possuem importância tanto ecológica quanto comercial.

Referências

BARBOZA, L.G.A. *et al.* **Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health.** *Marine Pollution Bulletin*, v.133, 336–348, 2018. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.047

BERTOLDI, C. *et al.* **First evidence of microplastic contamination in the freshwater of Lake Guaíba**, Porto Alegre, Brazil. *Science of The Total Environment*, 759, 143503, 2021. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143503

BEZERRA, B. G. *et al.* **Changes of precipitation extremes indices in São Francisco River Basin**, Brazil from 1947 to 2012. *Theoretical and Applied Climatology*, 2018. https://doi.org/10.1007/s00704-018-2396-6

BALLENT, A. *et al.* **Sources and sinks of microplastics in Canadian Lake Ontario nearshore, tributary and beach sediments.** *Marine Pollution Bulletin*, v.110, p.383-395, 2016. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.037

BARBOZA, L.G.A. *et al.* **Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health.** *Marine Pollution Bulletin*, v.133, p.336–348, 2018. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.047

BHAGAT, J.; NISHIMURA, N.; SHIMADA, Y. **Effect of nanoplastics on fish health and performance: A review.** ***Marine Pollution Bulletin***, v.151, 110791, 2020. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110791

BHAGAT, J.; NISHIMURA, N.; SHIMADA, Y. T**oxicological interactions of microplastics/nanoplastics and environmental contaminants: Current knowledge and future perspectives.** ***Journal of Hazardous Materials*** v.405, 123913, 2021. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123913

BORRIELLO, L. *et al.* Microplastics, a Global Issue: **Human Exposure through Environmental and Dietary Sources.** *Foods*, v.12, 3396, 2023. https://doi.org/10.3390/foods12183396

CAO, X. *et al.* **Hydrogeochemistry and quality of surface water and groundwater in the drinking water source area of an urbanizing region.** ***Ecotoxicology and Environmental Safety*****,** v.186, 109628, 2019. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109628

CAPPARELLI, M.V. *et al.* **Microplastics in rivers and coastal waters of the province of Esmeraldas, Ecuador.** ***Marine Pollution Bulletin***, v.173, 113067, 2021. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113067

CÁRDENAS-ALCAIDE, M.F. *et al.* **Environmental impact and mitigation of micro(nano)plastics pollution using green catalytic tools and green analytical methods.** ***Green Analytical Chemistry***, v.3, 100031, 2022. https://doi.org/10.1016/j.greeac.2022.100031

CARVALHO, A.S.S. *et al.* **Spatio-temporal variation of the density of shrimps *Farfantepenaeus subtilis*, *Litopenaeus schmitti* and *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea; Decapoda) in the Curuçá Estuary, North of Brazil.** *Boletim do Instituto de Pesca*, v.42, p.598-610, 2016. https://doi.org/10.20950/1678-2305.2016v42n3p598

CASTRO, C. P. N. (Org.). ***Revitalização da bacia hidrográfica do rio São Francisco*: histórico, diagnóstico e desafios.** Brasília: IPEA, 2019. 366p.

CHOUDHURY, M. *et al.* **Growing Menace of Microplastics in and Around the Coastal Ecosystem.** *Coastal Ecosystems*, p.117–137, 2021. https://doi.org/110.1007/978-3-030-84255-0_6

CURREN, E. *et al.* E**vidence of marine microplastics in commercially harvested seafood.** ***Frontiers in Bioengineering and Biotechnology***, v.8, 562760, 2020. https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.562760

DALL, W. *et al.* **The Biology of the Penaeidae. Academic Press, San Diego**, 1990. p.489

DANIEL, D.B.; ASHRAF, P.M.; THOMAS. S.N. **Abundance, characteristics and seasonal variation of microplastics in Indian white shrimps (*Fenneropenaeus indicus*) from coastal waters off Cochin, Kerala, India.** ***Science of The Total Environment***, v.737, 139839, 2020. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139839

DANTAS FILHO, J. V. *et al.* **First evidence of microplastics in freshwater from fish farms in Rondônia state, Brazil.** *Heliyon*, 9(4), e15066, 2023. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15066

DEVRIESE, L.I. *et al.* **Microplastic contamination in brown shrimp (*Crangon crangon*, Linnaeus 1758) from coastal waters of the southern North sea and channel area.** *Marine Pollution Bulletin*, v.98, p.179–187, 2015. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.06.051

DE-WITTE, B. *et al.* **Quality assessment of the blue mussel (Mytilus edulis): comparison between commercial and wild types.** *Marine Pollution Bulletin*, v.85, p.146–155, 2014. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.006

DI-BENEDITTO A.P.M. *et al.* Pestana, I.A.; Oliveira B.C.V.; Rezende C.E.; Carvalho, C. Health Risk Assessment Related to As, Cd and Pb Due to the Consumption of Shrimp Species from Southeast Brazil. ***International Journal of Environmental Research***, v.16, 19, 2022. https://doi.org/10.1007/s41742-022-00400-1

ENDRIN, M.; DUMÉE, L.F.; LEE, J. **Nano/microplastics in water and wastewater treatment processes – Origin, impact and potential solutions.** *Water Research*, v.161, p.621-638, 2019. https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.06.049

GALLAGHER, A. *et al.* **Microplastics in the Solent estuarine complex, UK: An initial assessment.** ***Marine Pollution Bulletin***, v.102, p.243-249, 2016. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.04.002

GARCIA, M.G. *et al.* **Microplastics in subsurface waters of the western equatorial Atlantic (Brazil).** ***Marine Pollution Bulletin***, v.150, 110705, 2020. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110705

GERMANOV, E.S. *et al.* **Microplastics: no small problem for filter- feeding mega fauna.** ***Trends in Ecology & Evolution***, v.33, p.227–232, 2018. https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.01.005

GHOSH, S. *et al.* **Microplastics as an Emerging Threat to the Global Environment and Human Health.** ***Sustainability***, v.15, 10821, 2023. https://doi.org/10.3390/su151410821

GURJAR, U.R. *et al.* **Microplastics in shrimps: a study from the trawling grounds of north eastern part of Arabian Sea.** *Environmental Science and Pollution Research*, v.28, p.48494–48504, 2021. https://doi.org/10.1007/s11356-021-14121-z

HORTON, A.A. *et al.* **Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities**. *Science of The Total Environment*, v.586, p.127-141, 2017. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.190

HOSSAIN, M.S. *et al.* **Microplastic contamination in penaeid shrimp from the Northern Bay of Bengal.** *Chemosphere*, 124688, 2020. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124688

HSIEH, S.L. *et al.* **Effect of polyethylene microplastics on oxidative stress and histopathology damages in *Litopenaeus vannamei*.** *Environmental Pollution*, v.288, 117800, 2021. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117800

JIANG, C. *et al.* **Microplastic pollution in the rivers of the Tibet Plateau.** ***Environmental Pollution*,** v.249, p.91-98, 2019. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.022

KADAC-CZAPSKA, K. *et al.* **Microplastics Derived from Food Packaging Waste—Their Origin and Health Risks.** ***Materials***, v.16, 674, 2023. https://doi.org/10.3390/ma16020674

KESHAVARZIFARD, M.; VAZIRZADEH, A.; SHARIFINIA, M. **Occurrence and characterization of microplastics in white shrimp, Metapenaeus affinis, living in a habitat highly affected by anthropogenic pressures, northwest Persian Gulf.** ***Marine Pollution Bulletin***, v.169, 112581, 2021. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112581

KIBRIA, G. **Impacts of microplastic on fisheries and seafood security — Global analysis and synthesis.** ***Science of The Total Environment***, v.904, 166652, 2023. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166652

KOELMANS, A.A. *et al.* **Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality.** ***Water Research***, v.155, p.410-422, 2019. https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.054

KUMAR, R. *et al.* **Impacts of Plastic Pollution on Ecosystem Services, Sustainable Development Goals, and Need to Focus on Circular Economy and Policy Interventions.** ***Sustainability***, v.13, 9963, 2021. https://doi.org/10.3390/su13179963

KUNZ, A.; SCHNEIDER, F.; ANTHONY, N.; LIN, H.T. **Microplastics in rivers along an urban-rural gradient in an urban agglomeration: Correlation with land use, potential sources and pathways.** *Environmental Pollution* 2023, 321, 121096. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121096

LI, W.C.; TSE, H.F.; FOK, L. **Plastic waste in the marine environment: a review of sources, occurrence and effects.** ***Science of The Total Environment***, v.566–567, p.333–349, 2016. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.084

LOZANO-HERNÁNDEZ, E.A. *et al.* **Microplastic concentrations in cultured oysters in two seasons from two bays of Baja California, Mexico.** *Environmental Pollution*, v.290, 118031, 2021. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118031

MILLARD, R.S. *et al.* **How do abiotic environmental conditions influence shrimp susceptibility to disease? A critical analysis focussed on White Spot Disease.** ***Journal of Invertebrate Pathology***, v.186, 107369, 2021. https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107369

MINTENIG, S.M. *et al.* **Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources.** ***Science of The Total Environment***, v.648, p.631-635, 2019. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.178

MIRANDA, I.T.P. *et al.* **The Integration of Recycling Cooperatives in the Formal Management of Municipal Solid Waste as a Strategy for the Circular Economy—The Case of Londrina, Brazil.** ***Sustainability***, v.12, n.24, 10513, 2020. https://doi.org/10.3390/su122410513

PADERVAND, M.; LICHTFOUSE, E.; ROBERT, D.; WANG, C. **Removal of microplastics from the environment. A review.** ***Environmental Chemistry Letters***, v.18, p.807–828, 2020. https://doi.org/10.1007/s10311-020-00983-1

PAN, Z. *et al.* **Riverine microplastic pollution matters: A case study in the Zhangjiang River of Southeastern China.** *Marine Pollution Bulletin*, v.159, 111516, 2020. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111516

PAREDES-TREJO, F. *et al.* **Main features of large-scale oceanic-atmospheric circulation related to strongest droughts during rainy season in Brazilian São Francisco River Basin.** *International Journal of Climatology*, 36(12), 4102–4117. https://doi.org/10.1002/joc.4620

PEGADO, T.S.S. *et al.* **First evidence of microplastic ingestion by fishes from the Amazon River estuary.** ***Marine Pollution Bulletin***, v.133, p.814-821, 2018. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.035

PENIDO, L.R. *et al.* **A Methodology for Sewage Network Maintenance Toward the Fulfillment of Sustainable Development Goals.** *International Business, Trade and Institutional Sustainability*, p.271–288, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26759-9_16

PIRONTI, C. *et al.* **Microplastics in the Environment: Intake through the Food Web, Human Exposure and Toxicological Effects.** *Toxics*, v.9, 224, 2021. https://doi.org/10.3390/toxics9090224

PRATER, C.; KJOLLER, K.; SHETTY, R. **Nanoscale infrared spectroscopy.** ***Material today*****,** v.13, 56-60, 2010. https://doi.org/10.1016/S1369-7021(10)70205-4

RAMÍREZ-ÁLVAREZ, N. *et al.* **Microplastics: sources and distribution in surface waters and sediments of Todos Santos Bay, Mexico.** *Science of The Total Environment*, v.703, 134838, 2020. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134838

ROJAS, R. R. *et al.* **Microplastic occurrence in fish species from the Iquitos region in Peru, western Amazonia.** ***Acta Amazonica***, 53(1), 65-72, 2023. http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392202201212

SHARMA, H.B. *et al.* **Circular economy approach in solid waste management system to achieve UN-SDGs: Solutions for post-COVID recovery.** ***Science of The Total Environment***, v.800, 149605, 2021. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149605

SHIM, W.J.; SONG, Y.K.; HONG, S.H.; JANG, M. **Identification and quantification of microplastics using Nile Red staining.** ***Marine Pollution Bulletin***, v.113, p.469–476, 2016. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.049

SIN, L.T. *et al.* **Review of the Current State of Microplastic Pollution in South Asian Countries.** *Sustainability*, v.15, 6813, 2023. https://doi.org/10.3390/su15086813

SILTALOPPI, J.; JAHI, M. T**oward a sustainable plastics value chain: Core conundrums and emerging solution mechanisms for a systemic transition.** *Journal of Cleaner Production*, v.315, 128113, 2021. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128113

SOARES, E. C. *et al.* **Artisanal fishing and fish fauna changes in the lower São Francisco, after sevenyears of reduced flow at the Xingó hydroelectric plant.** *Research, Society and Development*, v.12, n.1, e1112139271, 2023. https://doi.org/10.33448/rsd-v12i1.39271

SOARES, E.C. *et al.* **Oil impact on the environment and aquatic organisms on the coasts of the states of Alagoas and Sergipe, Brazil - A preliminary evaluation.** *Marine Pollution Bulletin*, v,171, 112723, 2021. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112723

UGWU, K.; HERRERA, A.; GÓMEZ, M. **Microplastics in marine biota: a review.** ***Marine Pollution Bulletin***, v.169,112540, 2021. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112540

VALENCIA-CASTAÑEDA, G. *et al.* **Microplastic contamination in wild shrimp Litopenaeus vannamei from the Huizache-Caimanero Coastal lagoon, SE Gulf of California.** *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* v.109, p.425–430, 2022. https://doi.org/10.1007/s00128-022-03568-6

VERMEIREN, P.; MUÑOZ, C.; IKEJIMA, K. **Microplastic identification and quantification from organic rich sediments: a validated laboratory protocol.** *Environmental Pollution*, v.262, 114298, 2020. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114298

VIEIRA, L.R.S.; MANSO, C.L.C. **Textural and compositional variations in beach sands along south Alagoas coast, Brazil.** *Journal Integrated Coastal Zone Management*, v.17, p.139-149, 2017. https://doi.org/10.5894/rgci-n99

VILA-NOVA, F. V. P. *et al.* **Uso e ocupação da terra e indicadores ambientais de impactos negativos: baixo curso do rio São Francisco, estado de Alagoas, Brasil.** *Boletim de Geografia*, 33(1), 1-14, 2015. https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v33i1.22352

WANG, W.; NDUNGU, A.W.; LI, Z.; WANG, J. **Microplastics pollution in inland freshwaters of China: A case study in urban surface waters of Wuhan, China.** *Science of The Total Environment*, v.575, p.1369-1374, 2017. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.213

WEINSTEIN, J.E.; CROCKER, B.K.; GRAY, A.D. **From macroplastic to microplastic: degradation of high-density polyethylene, polypropylene, and polystyrene in a salt**

marsh habitat. ***Environmental Toxicology and Chemistry***, v.35, p.1632–1640, 2016. https://doi.org/10.1002/etc.3432

WONG, G.; LOWEMARK, L.; KUNZ, A. **Microplastic pollution of the Tamsui River and its tributaries in northern Taiwan: Spatial heterogeneity and correlation with precipitation.** *Environmental Pollution*, v.260, 113935, 2020. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.113935

WU, F. *et al.* **Accumulation of microplastics in typical commercial aquatic species: a case study at a productive aquaculture site in China.** *Science of The Total Environment*, v.708, 135432, 2020. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135432

YUAN, W. *et al.* **Microplastic abundance, distribution and composition in water, sediments, and wild fish from Poyang Lake, China.** *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.170, p.180-187, 2019. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.126

XIONG, X. *et al.* **Sources and distribution of microplastics in China's largest inland lake – Qinghai Lake.** *Environmental Pollution*, v.235, p.899-906, 2018. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.081

XU, S. *et al.* **Microplastics in aquatic environments: Occurrence, accumulation, and biological effects.** *Science of The Total Environment*, v.703, 134699, 2020. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134699

CAPÍTULO 32

ASPECTOS FLORÍSTICO-VEGETACIONAIS E DINÂMICA GEOAMBIENTAL DO BAIXO CURSO DO RIO SÃO FRANCISCO COM DADOS DO IBGE

Débora Coelho Moura[1], José Iranildo Miranda de Melo[2], Neison Cabral Ferreira Freire[3].

Resumo: A dinâmica da cobertura florestal na Bacia Hidrográfica do Baixo Curso Rio São Francisco está embasada na ecologia de paisagens, que está caracterizada pelo clima Tropical Quente e Seco (Semiárido) e Tropical Quente e Úmido. O objetivo deste trabalho foi analisar aspectos florístico-vegetacionais e dinâmica geoambiental do baixo curso do Rio São Francisco, com dados do IBGE, por unidade de paisagem dos biomas Caatinga e Mata Atlântica, no ano de 2019. Os resultados comprovam que o baixo curso se encontra dividido na porção continental a Oeste, pelo domínio da Caatinga arbustiva, em processo de fragmentação florestal, devido a novos empreendimentos agrícolas no entorno do Canal do Sertão (trecho 4). Portanto, as fitofisionomias, que estão ao longo da calha do baixo curso, possuem característica de áreas abertas, em grandes fragmentos ou nas margens do rio. Enquanto nas áreas de Caatinga, próximo à barragem da Usina Hidroelétrica de Xingó, foram registradas as formações com espécies arbustivo/arbóreas. À medida que desce a jusante, são registrados fragmentos de Mata Atlântica e ecossistemas associados (restingas, manguezal e dunas), constatando que o bioma apresentou mais fragmentos da cobertura florestal.

Palavras-chave: Fitogeografia; Fragmentação (Caatinga, Floresta Atlântica); Mata ciliar.

Introdução

A bacia do Rio São Francisco compreende uma dinâmica geoambiental resultante de interações abióticas (morfológicas, geológicas, pedológicas e climáticas) que condicionam um mosaico vegetacional de diferentes paisagens e, ao longo da bacia, a dinâmica fluvial está associada à sustentabilidade dos recursos naturais, à condução e ao provimento das comunidades locais.

Condicionantes da dinâmica ambiental na vegetação estão relacionados ao contexto climático regional das paisagens; o clima úmido a semiúmido propicia uma vegetação de Floresta Atlântica e do tropical quente e seco, do tipo Semiárido denominada Caatinga. Na área da bacia, a vegetação associada ao Médio, Submédio e Baixo São Francisco, com predomínio do clima tropical quente e seco, apresenta um recorte de fitofisionomia de Caatinga arbustivo-arbórea, arbustiva e de áreas de mata ciliar; e, a jusante dos municípios de Piranhas (AL) e Canindé do

1 Professora da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Humanidades, Unidade Acadêmica de Geografia; membro do Conselho da Reserva da Biosfera Caatinga;

2 Professor da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Biologia;

3 Pesquisador do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Superintendência Estadual em Alagoas (SES/AL), Seção de Disseminação de Informações (SDI).

São Francisco (SE), apresentam uma área de Floresta Estacional constituída por espécies amplamente distribuídas (Brasil-IBGE, 2019; Fernandes *et al.*, 2022).

O baixo curso do Rio São Francisco é caracterizado por sub-bacias localizadas na mesorregião do sertão alagoano. Esses trechos nas calhas dos rios são rochosos, entre Delmiro Gouveia a Piranhas (AL) e Canindé do São Francisco (SE), com planície aluvial muito estreita percorrendo um vale encaixado (Figura 1: A-B). O volume hídrico da bacia varia com a sazonalidade de períodos chuvosos e a estacionalidade, devido aos mecanismos de mesoescala (Enos), que interferem diretamente na pluviosidade na porção continental da região semiárida (Alves *et al.*, 2007; Diniz, Souza, 2019).

Material e métodos

Área de estudo da Bacia do baixo curso do Rio São Francisco é caracterizada desde os municípios de Piranhas, Olho d'Água do Casado e Delmiro Gouveia (Alagoas) e Canindé do São Francisco (Sergipe), até desaguar no Oceano Atlântico.

A área compreende fitofisionomias de Caatinga e Floresta Atlântica. Foram analisados dados bibliográficos de revistas científicas e livros, que resultaram em um acervo documental sobre os aspectos florístico-vegetacionais e a dinâmica geoambiental do Baixo São Francisco.

O domínio da Caatinga na Região do Baixo São Francisco

Descrição geográfica

A característica típica de dispersão da vegetação no domínio do semiárido, predominando as espécies arbustivas e o substrato herbáceo, permitindo facilmente a passagem dos raios solares, induziu os habitantes primitivos da região a denominarem-na de caatinga (figura 1), isto é, "mata clara", em tupi-guarani.

Figura 1 – A biodiversidade da Caatinga no Vale dos Mestres, em Canindé de São Francisco-SE

Fonte: Neison Freire, Acervo Fundaj (2018).

O Nordeste brasileiro tem em torno de 80% de sua extensão classificada como semiárida, possuindo cerca de 34 milhões de hectares com Caatinga e expandindo-se pelos nove estados que compõem a região (Reis, 1984). Os restantes 20% são formados, basicamente, pela mata Atlântica, cerrados e zonas de coqueirais. "A Caatinga, seu principal componente, além de rigorosamente atingida pela seca, sofre um processo de devastação provocado pelo próprio homem". Portanto, as tecnologias que permitam mapear os processos de desertificação se revestem de fundamental importância para a proteção das áreas naturais ainda existentes e, também, para a recuperação de áreas degradadas do meio ambiente.

Segundo Lins & Albuquerque (2001), em relação à área, os estados da região têm mais de 50% de seu território inserido no Semiárido, com exceção de Minas Gerais (9,4%) e Alagoas (42,8%). O Censo 2000 evidenciou a mudança na estrutura zonal da população, indicando que a maioria da população (56,5%) passou a viver nas áreas urbanas, exceto no Piauí, onde a população rural é de 53,5% (IBGE, 2003).

Podem-se obter diversos conceitos de regionalização, prevalecendo, entretanto, aqueles que preservam a noção de "um conjunto de lugares contíguos, similiares ou relacionados entre si, segundo critério previamente definido" (Lins & Albuquerque, 2001).

Assim, para uma melhor compreensão da área de domínio da Caatinga, adotaram-se os critérios referentes ao clima, relevo, solo, hidrografia e vegetação para uma melhor apropriação das características deste bioma.

Clima

Segundo Andrade-Lima (1981), o clima na região é tropical-quente e seco ou semiárido do tipo BShs'w', na classificação de Köppen, ou Xerotermomediterâneo quente e seco acentuado e Termomediterrâneo de seca média, de acordo com a classificação de Gaussen.

Caracteriza-se pela forte insolação, baixa nebulosidade, elevadas taxas de evaporação, temperatura constante e relativamente alta, além de um regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações num curto período de aproximadamente três meses (Lins & Albuquerque, 2001). As chuvas são convectivas e ocorrem sob a forma de fortes aguaceiros de rápida duração, o que favorece a erosão dos solos pelo rápido escoamento e baixa taxa de infiltração dos solos, agravando as condições de umidade das plantas.

Durante o fenômeno do El Niño, no Pacífico Sul, ocorrem as secas prolongadas na região (Lyra *et al.*, 2025). Em média, a precipitação pluviométrica na região situa-se entre 350 e 800 mm/ano, porém, a elevada taxa de evapotranspiração potencial (2.000 mm/ano), combinada com uma insolação média de 2.800 h/ano, caracteriza o alto índice de aridez observado em toda a extensão das caatingas. As médias mensais de temperatura situam-se entre 23° e 27°C, com umidade relativa do ar em torno de 50% (Sudene, 1983). Na estação chuvosa, entretanto, pode ocorrer grande variação de temperatura entre o dia e a noite (Andrade-Lima, 1981).

Relevo

Há a predominância do relevo aplainado, suavemente ondulado nos pediplanos e pedimentos sertanejos, "com maciços e inselbergues residuais, bem como escarpas de falhas e cristas estruturais, além de formas tabulares de 'cuestas', nas áreas sedimentares" (Lins & Albuquerque, *Op. Cit.*). Neste aspecto, a drenagem é pouco encaixada em vales largos e de vertentes pouco inclinadas, pouco favorecendo a barragem dos rios, exceto pelo rio São Francisco, principalmente nas regiões de cânions entre Delmiro Gouveia/AL e Pão-de-Açúcar/AL. Entretanto, algumas construções de pequenas barragens têm sido executadas em boqueirões superpostos por cursos d'água em determinadas cristas residuais, favorecendo a perenização de rios na região para minimizar os efeitos das secas. No Estado de Alagoas, contudo, pode ocorrer um relevo forte ondulado e montanhoso, como em Olho d'Água do Casado, com pequenos afloramentos de arenito do Siluriano (Sudene, 1975) em áreas sedimentares.

Solos

Basicamente, predominam no semiárido os solos com maior teor de areia na parte sedimentar do Arenito Paleozóico e, na feição argilosa associada com silte e areia, no Cristalino do Pré-Cambriano. Estes podem ser pedregosos, pobres em matéria orgânica, mas com regular teor de cálcio e potássio (Quadro 1). Segundo Lins & Albuquerque (2001), "os solos rasos e pedregosos são derivados principalmente de rochas cristalinas, praticamente impermeáveis, nas quais as possibilidades de acumulação de água no subsolo se restringem às zonas fraturadas", dependendo, na maior parte, do relevo.

Quadro 1 - Solos predominantes na Caatinga

Solo	Localização	Características básicas
Latossolo Amarelo	Topos e vertentes de relevo suave ondulado	Não hidromórfico, com argila de atividade baixa, fortemente ácidos e de baixa fertilidade natural, possuem perfis bem diferenciados, com profundidade variando de 20cm a 1m.
Latossolo	Tabuleiros baixos estreitos	Não hidromórficos, baixo conteúdo de minerais primários, inexistência de argila natural, elevado grau de estabilidade dos agregados, alta resistência ao intemperismo e à erosão devido a baixa mobilidade da fração argila, normalmente profundos ou muito profundos (> 2m).
Luvissolo Crômico Órtico	Vertentes íngremes de entalhes e relevo suave ondulado	Não hidromórfico, com argila de atividade alta, alta fertilidade natural por apresentar na sua composição mineralógica elevados teores de minerais primários, fontes de nutrientes para as plantas; moderadamente profundos a rasos (variando de 30 a 90cm), textura variando abruptamente de arenosa para argilosa; altos níveis de degradação ambiental.
Neossolo Litólico	Topos das cristas e relevo plano	Pouco desenvolvido raso a muito rasos, com um horizonte A diretamente sobre a rocha (R) ou sobre materiais da rocha em grau bastante avançado de intemperização; existência de algumas culturas de subsistência (milho e feijão), algodão e palma forrageira; devido às limitações fortes a muito forte de água, rochas expostas e pequena profundidade têm pouca utilização para a agricultura; muito suscetíveis à erosão, sobretudo nas áreas de relevo acidentado, sendo possíveis de utilização apenas pelos sistemas agrícolas primitivos com uso de implementos manuais.
Neossolos Litólicos-Afloramento Rochoso	Encostas íngremes e relevo plano	Podem ser de origem sedimentar ou cristalina. São rochas expostas em processo intemperismo.
Neossolo Regolítico	Baixas vertentes e topos de relevo tabular das áreas sedimentares	Pouco desenvolvidos, arenosos, às vezes com cascalho ou cascalhentos, muito profundos a moderadamente profundos, muito porosos, apresentam teores médios a altos de minerais primários facilmente decomponíveis; a drenagem está em função da profundidade do fragipan e da rocha, podendo variar de moderada a excessiva, mas são normalmente bem drenados; estrutura maciça moderadamente coesa ou muito coesa, de consistência dura quando seco; ocupam grandes extensões do trópico Semiárido, sendo utilizados em culturas de ciclo curto (mandioca, milho, feijão, algodão herbáceo, palma forrageira), cajueiros e pastagens.
Neossolo Quartzarênico	Relevo plano na base das encostas íngremes com afloramento rochoso	São basicamente formados por grãos de quartzo. São solos bem drenados de origem sedimentar utilizado principalmente para o cultivo de feijão e milho e de *Anacardiun occidentale* (caju).

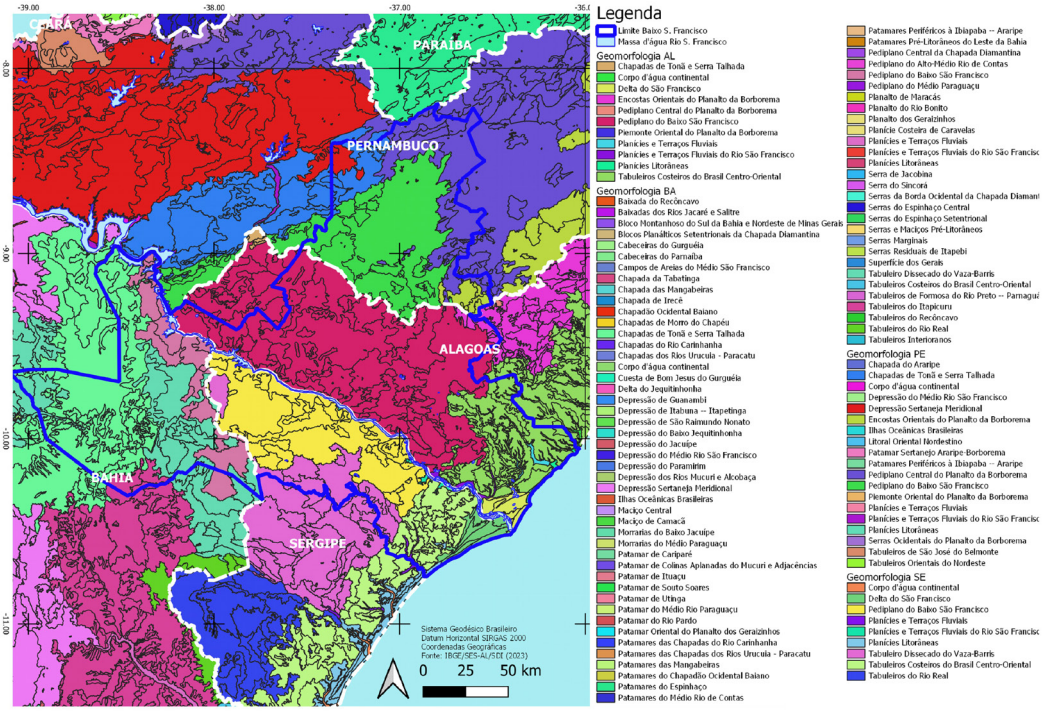
Fonte: Adaptado de Lins & Albuquerque (2001), Sudene (1975), Embrapa (1999) e Freire et Pacheco (2011).

O baixo curso é caracterizado por apresentar trechos rochosos na calha do rio, entre os municípios de Delmiro Gouveia e Piranhas, ambos situados no Estado de Alagoas, e Canindé do São Francisco, em Sergipe, com planície aluvial muito estreita e percorrendo um vale encaixado. O volume hídrico da bacia varia com a sazonalidade mais acentuada, devido aos mecanismos de mesoescala La Niña, períodos mais chuvosos e El Niño estiagens prolongadas (Enos), que interferem diretamente na pluviosidade da porção continental na região Semiárida (Alves *et al.*, 2007, Albuquerque *et al.*, 2022).

Após o município de Propriá-SE, o sistema fluvial relacionado à morfoestrutura da bacia está interligado a uma descarga de fluxo mais lento, produção de sedimentos e menor profundidade da calha. Segundo Cunha *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2022), do trecho final de Propriá-SE até Penedo-AL, predominam os canais de padrões entrelaçado e anastomosado, devido aos processos de erosão marginal e assoreamento, em virtude de a calha ser mais aplainada. Isso

compreende a faixa sedimentar de cordões litorâneos, localizados em ambas as suas margens (Casado *et al.*, 2000; Cunha *et al.*, 2018; Zular *et al.*, 2018).

Figura 2 - Mapa das Unidades Geomorfológicas no Baixo São Francisco



Fonte: Freire *et al.* (2023).

Hidrografia

Devido ao regime limitado de precipitação pluviométrica, aliado à reduzida capacidade de retenção de água pelos solos rasos na região do semiárido brasileiro, o regime dos rios é basicamente temporário, atingindo o ponto de esgotamento no mês subsequente ao término da estação chuvosa, ficando, assim, de 100 a 200 dias secos ao ano. Exceção se faz ao Rio São Francisco, que é perene durante todo o ano, embora os índices de vazão venham decaindo nos últimos anos, de acordo com registros sistemáticos da Chesf (2023), propiciando, inclusive, uma grave crise no fornecimento de energia elétrica para o Nordeste, como verificado em 2001.

Assim, constata-se que a hidrografia na região é, essencialmente, formada por rios intermitentes, de cursos retilíneos em leitos rasos e rochosos, muitas vezes preenchidos com material arenoso em estreitas faixas de aluvião (Lins & Albuquerque, *Op. Cit.*), destacando-se as bacias do São Francisco, do Parnaíba, do Nordeste oriental, de Sergipe e da Bahia.

Vegetação

Na dinâmica geoambiental da região semiárida, os elementos atmosféricos, edáficos, geológicos, seja do Complexo Granitóide e Sedimentar, determinam uma adaptação em diferentes fitofisionomias da Caatinga. Estas fitofisionomias proporcionam potencialidades para a constituição de fitomassa, adensamento e diversidade associados aos caracteres ecológicos (Silva

et al., 2022). Contudo, segundo Esteves *et al.* (2022) e Brasil-IBGE (2019), essa vegetação é resultante de espécies que evoluíram durante inúmeros períodos de índices estacionais e mudanças climáticas.

Como Floresta Seca, a Caatinga apresenta propriedades no seu mosaico vegetacional que a torna particular e a distingue entre os outros biomas (figura 3). A riqueza florística, possibilita a sustentação de diversas atividades econômicas, que mantêm o homem no campo. No entanto, o manejo de algumas atividades agrícolas, induz a degradação da vegetação e em consequência ao solo, e a rede de drenagem ao longo da bacia (Albuquerque; Alvarez; Grego, 2022).

Figura 3 - Panorama dos rios que compõem as Sub-bacias do rio São Francisco, Alagoas, Nordeste brasileiro

A: Sub-bacia do Rio Moxotó, Delmiro Gouveia-AL

B: Riacho do Talhado, curso d'água intermitente, Olho d'Água do Casado-AL

Fonte: Débora Moura (2023).

A vegetação dessas sub-bacias está classificada, segundo Veloso *et al.* (1991), como floresta estacional decidual mista aluvial (margem do rio) e Caatinga, ambas encontradas ao longo dos cursos d´água e no entorno. A região do baixo curso do Rio São Francisco apresenta planícies aluviais, onde se alternam com escarpas do Cânion, Depressões interplanálticas (Depressão Sertaneja), com predominância de Caatinga hiperxerófila em regeneração. As sub-bacias apresentam uma vegetação herbácea e subarbustiva da Caatinga, que florescem no período chuvoso, portanto, as espécies arbóreas no período de estiagem (figura 4: A-B).

Figura 4 - Áreas de Caatinga arbustivo-arbórea localizadas nas sub-bacias do rio São Francisco

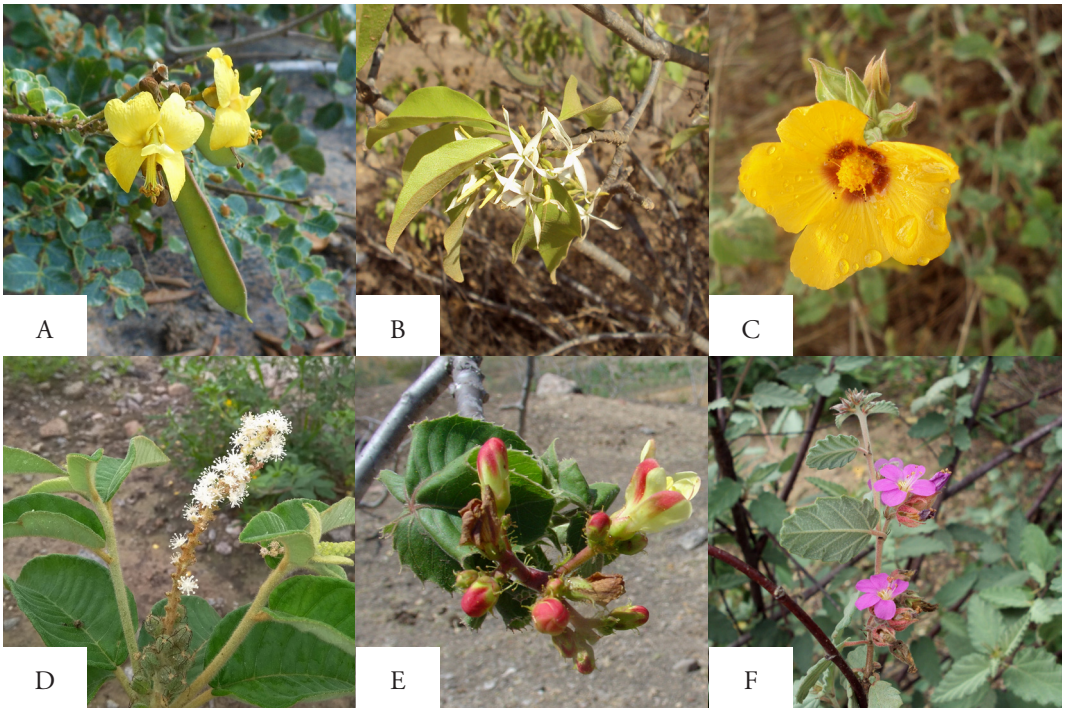
A: Caatinga arbustivo-arbórea localizada no município de Piranhas-AL

A: Caatinga arbustivo-arbórea localizada no município de Piranhas-AL

Fonte: Débora Moura (2023).

Nas áreas do entorno do Monumento Natural (Mona) do Rio São Francisco, a Caatinga apresenta-se alterada com fitofisionomias compostas, principalmente, por vegetação em sucessão secundária nas áreas do Cânion e Depressão Sertaneja. Espécies características da Caatinga, como *Cenostigma pyramidale* (Tul.) E. Gagnon & G.P. Lewis (Figura 5A), *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (Figura 5B), *Sida galheirensis* Ulbr. (Figura 5C), *Croton heliotropiifolius* Kunth (Figura 5D), *Jatropha molissima* (Pohl) Baill (Figura 5E) e *Melochia tomentosa* (Figura 5F), apresentam regeneração rápida nessas áreas degradadas, enquanto a mata ciliar arbórea encontra-se preservada (Figura 6:A-B). Contudo, foi registrado que a Caatinga arbustiva está em processo de fragmentação florestal, devido a novos empreendimentos agrícolas no entorno do Canal do Sertão (trecho 4).

Figura 5 - Flora da vegetação Caatinga em sucessão secundária *Cenostigma pyramidale* (Tul.) E. Gagnon & G.P. Lewis (Figura A), *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (Figura B), *Sida galheirensis* Ulbr. (Figura C), *Croton heliotropiifolius* Kunth (Figura D), *Jatropha molissima* (Pohl) Baill (Figura E) e *Melochia tomentosa* (Figura F)



Fonte: Débora Moura (2023).

Figura 6 - Fisionomia arbustivo-arbórea, mata ciliar do rio São Francisco, Piranhas-AL

Fonte: Débora Moura (2023).

As espécies *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore, *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Schinopsis brasiliensis* Engl., *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett formam uma vegetação mais densa próxima a riachos intermitentes e na mata ciliar do Rio São Francisco (Queiroz *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2022).

De fato, na região do Semiárido brasileiro, há a predominância do ecossistema de Caatinga, onde a vegetação pode ser de porte arbóreo com altura do dossel maior que 10 m e diâmetro ao nível do peito maior que 20 cm (Figuras 7 e 8) ou arbustivo com árvores esparsas, possuindo um porte médio de 2,5 metros de altura e arvoretas com mais de 3 m, e diâmetro ao nível do peito não ultrapassando mais que 10 cm (Figura 9). Na área, concentram-se mais arbustos eretos e ervas ruderais que florescem no período chuvoso, secando em seguida (Andrade-Lima, 1981). As espécies vegetais são lenhosas, decíduas e espinhentas, com elevado grau de xerofilismo (Lins & Albuquerque, 2001), muitas delas são das famílias Malvaceae, Caesalpiniaceae, Mimosaceae, Fabaceae, Bromeliaceae, Euphorbiaceae e Cactaceae (Sudene, 1975).

A vegetação de Caatinga possui características fisiológicas e anatômicas que impedem ao máximo a perda d´água a exemplo do caule suculento das Cactaceae, a cutícula espessa das Bromeliaceae, as túberas aquíferas de *Spondias tuberosa* (umbu) Anacardiaceae (Andrade-Lima, 1972; Bautista, 1988) e raízes bem desenvolvidas, grossas e penetrantes, para aumentar a adaptação às condições de semiaridez da região (Lins & Albuquerque, 2001).

Segundo Andrade-Lima (1981), a vegetação de Caatinga cresce em diferentes tipos de solos, de acordo com a profundidade, fragilidade e composição arenosa, florescendo na estação chuvosa, principalmente as herbáceas e escavando-se no solo durante a estação seca. Entretanto, duas ou três espécies podem manter suas folhas verdes, como a *Ziziphus joazeiro* Mart. (juazeiro) e a *Maytenus rigida* Mart. (bom nome).

Como dito, de um modo em geral, a caatinga apresenta diferenças fisionômicas quanto ao porte (arbóreo, arbóreo-arbustivo e arbustivo) e a densidade (densa, pouco densa e aberta). Na caatinga de densidade aberta ou pouco-densa a penetração de raios solares permite o desenvolvimento do substrato herbáceo, com grande dispersão de indivíduos. Entretanto, devido ao menor ou maior grau de xerofilismo (relacionado com o grau de aridez onde ocorre), a vegetação também pode ser classificada em Caatinga hipoxerófila e hiperxerófila (Sudene, 1975).

Figura 7 – Caatinga arbórea aberta, Monumento Natural do São Francisco, Canindé de São Francisco/SE

Fonte: Neison Freire, Acervo Fundaj (2018).

Figura 8 – Caatinga arbórea densa, Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso/BA

Fonte: Neison Freire, Acervo Fundaj (2018).

A Caatinga hipoxerófila é menos seca que a Caatinga hiperxerófila, pois se situa numa região de clima menos seco, na faixa bioclimática entre 120 e 150 dias biologicamente secos (dbs). As faixas bioclimáticas foram construídas a partir de dados meteorológicos da Sudene (pluviométricos e de temperatura) da série de 1912 a 1985, associados à altitude, à geologia, à morfologia e aos solos, assim podem-se comprovar as áreas úmidas e como se reflete na vegetação (Assis, 2000). Suas espécies mais conhecidas são: *Cenostigma nordestinum* Gagnon & G.P. Lewis. (catingueira), *Senna esplendida* (Vogel) Irwin & Barneby (canafístula), *Erythrina velutina* Willd (mulungu) e *Anadenanthera columbrina* Benth. (angico), dentre outras. Essa é a vegetação mais atingida pela destruição ambiental, antropismo, onde se destacam as seguintes classes de solos: Neossolo Regolítico, Planossol Háplico, Luvissolo Crômico Órtico e Neossolo Litólicos.

Figura 9 – Caatinga Arbustiva, Monumento Natural do São Francisco, Canindé de São Francisco-SE

Fonte: Neison Freire, Acervo Fundaj (2018).

Por outro lado, a Caatinga hiperxerófila se apresenta mais seca, estando inclusa na faixa bioclimática de 150 a 180 dbs (Assis, 2000), constituindo-se em uma vegetação típica do Semiárido, predominando na região do São Francisco e do Sertão (Sudene, 1975). Tem pequeno porte, arbustiva ou arbustiva-arbórea, onde se destacam as seguintes espécies: *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro), *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira), *Pilosocereus gounellei* Weber. (xique-xique), *Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult.) (quixabeira) e *Maytenus rigida* Mart. (bom nome), dentre outras. Nesta vegetação predominam os solos Neossolo Regolítico, Neossolo Litólico, Planossol Solódico e Luvissolo Crômico Órtico.

Existe ainda uma outra classe de Caatinga: de várzea e mata ciliar com plantas aquáticas ex: *Eichornia paniculata* (Mart.) Solms e *Echinoddorus grandiflora* (Cham. et Schlecht.) Micheli, que possui fisionomia semelhante à Caatinga hipoxerófila, arbustiva e pouco densa, manifes-

tando-se nas margens e pequenas ilhas do rio São Francisco, especialmente nos municípios de Belo Monte/SE e Pão-de-Açúcar/AL.

Ao longo da calha do Rio São Francisco, após o município de Propriá-SE, o sistema fluvial apresenta a morfoestrutura interligada à descarga de fluxo mais lenta, produção de sedimentos e menor profundidade da calha. Segundo Cunha *et al.* (2018), Baynes *et al.* (2020) do trecho final de Propriá (SE) até Penedo (AL), predominam canais de padrões entrelaçado e anastomosado devido aos processos de erosão marginal e ao assoreamento, em virtude de a calha ser mais aplainada; compreendendo a faixa sedimentar de cordões litorâneos, localizados em ambas às suas margens (Casado *et al.*, 2000; Cunha *et al.*, 2018; Zular *et al.*, 2018).

Entre os Estados de Alagoas e Sergipe, no baixo curso em direção à jusante, a bacia do Rio São Francisco apresenta conflitos ambientais que estão associados a alterações sobre o meio hídrico. Com base nos agentes responsáveis pelas modificações da paisagem, o agronegócio atua com ampla área de irrigação e desmatamento, o aumento desordenado na expansão urbana, no entorno das matas ciliares (Wivaldo *et al.*, 2018; Freire *et al.*, 2019, Brasil, 2019, Maciel; Zizka; Alves, 2020).

Em áreas de abrangência fluvial de Tabuleiros Costeiros, as matas ciliares se apresentam em agrupamentos de Floresta úmida arbórea, atualmente composta por florestas secundárias em espaços reduzidos, refletindo a ocorrências de perturbações ou fragmentação por cana-de-açúcar (Brasil-IBGE, 2019; Albuquerque *et al.*, 2022) (Figura 10:A-B).

Figura 10 A e B - Agrupamentos de floresta úmida arbórea localizados em Coruripe-AL

A: Floresta úmida localizada em Coruripe-AL B: Fragmentação de Floresta Atlântica e monocultura de cana-de-açúcar, Coruripe-AL

Fonte: Débora Moura (2023).

No trecho próximo à foz, com base na composição florística, verifica-se fragmentos florestais remanescentes pertencentes às Formações Pioneiras, em áreas de várzeas, podendo ser estas alagáveis, com quantidade de matéria orgânica e sedimentos depositados ao longo das margens. Os remanescentes florestais possuem composição florística e fitofisionômica característicos de ecossistemas associados à Floresta Atlântica, como os de terraços marinhos (Restinga), numa extensa faixa arenosa (Santos-Júnior *et al.*, 2017, Fernandes *et al.*, 2022) (Figura 11: A-B).

Figura 11 - Fitofisionomia de restinga em terraços marinhos, Piaçabuçu-AL

A: Trecho de vegetação arbustiva situada em Restinga, Piaçabuçu-AL.

B: Restinga arbustiva nos terraços marinhos Piaçabuçu-AL.

Fonte: Débora Moura (2023).

A foz do Rio São Francisco apresenta Planícies de inundação fluviais, fluviolacustres, fluviomarinhas com fisionomia de manguezais arbóreos e Campo de Dunas móveis exibindo estrato herbáceo e restinga (Bot-Neto *et al.* 2021; Fernandes *et al.*, 2022).

Essas áreas compõem Formações Sedimentares constituídas por depósitos de sedimentos arenosos, representados pelos grupos Barreiras – Tabuleiros Costeiros e Piaçabuçu - Formação Marituba e Gleissolos, com materiais inconsolidados, os quais apresentam-se encharcados espaçado (Pacheco *et al.*, 2020; Santos *et al.*, 2022) (Figura 12: A-B). Segundo Prata (2021), Marroquim *et al.* (2023) destacam que nos componentes fluviomarinhos, o Manguezal está localizado em encostas de morros, com sedimentos argiloso-arenosos. Os manguezais se desenvolvem em Organossolos, formando comunidades lenhosas densas de *Laguncularia racemosa* (Combretaceae), *Avicennia germinans* (Acanthaceae) e *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) (Figura 13: A-B) (Bot-Neto *et al.*, 2021; Fernandes *et al.*, 2022; Souto *et al.*, 2022).

Figura 12 - Panorama da vegetação da Planície Aluvial do Rio São Francisco na Várzea da Marituba, Piaçabuçu-AL

A: Corpo aquático associado à mata ciliar do município de Piaçabuçu-AL.

B: Estrato herbáceo associado aos sedimentos da mata ciliar do rio São Francisco, Piaçabuçu-AL.

Fonte: Débora Moura (2023).

Figura 13 - Fisionomia de manguezal em paisagens fluviomarinhas, Piaçabuçu-AL

A: Manguezal localizado em Piaçabuçu-AL

B: Planícies fluviomarinha com Manguezal e marinha com Restinga, Piaçabuçu-AL

Fonte: Débora Moura (2023).

Os Campos de Dunas são constituídos por dunas móveis de depósitos arenosos em Planícies Marinhas. Essas dunas apresentam extensões desde 0,5 m a 100 m, próximas à linha da costa e adentrando o continente. Essa movimentação pode ser contínua, pela atuação da dinâmica dos ventos na planície litorânea (Pacheco *et al.*, 2020) (Figura 14: A-B). Nas áreas da região a jusante, os componentes da vegetação propiciam condições necessárias para que os demais serviços ecossistêmicos, de maneira direta e indireta alcancem as populações locais. Contudo, a produção primária dos ecossistemas e a diversidade biológica estão sofrendo alterações significativas, principalmente, no funcionamento dos ecossistemas (Albuquerque *et al.*, 2022; Fernandes *et al.*, 2022).

Figura 14 - Fisionomias de Campos de Dunas em paisagens da planície litorânea, Piaçabuçu-AL

A: Campo de dunas apresentando vegetação herbácea fixante, Piaçabuçu-AL.

B: Dunas móveis situadas no continente, Piaçabuçu-AL.

Fonte: Débora Moura (2023).

As paisagens compreendem uma cobertura vegetal que contribuem para a diminuição dos processos erosivos do solo, proporcionando aumento e armazenagem de carbono e melhoria da característica físico-químicas dos corpos d'água. Nesse contexto, sugere-se que haja restauração ambiental desses ecossistemas, que se configuram como Área de Proteção Ambiental (APA), nos estados de Alagoas e Sergipe.

Conclusão

O baixo curso do Rio São Francisco, sob o ponto de vista ambiental, possui um sistema dinamicamente equilibrado, formado por um mosaico vegetacional associado à dinâmica geoambiental, clima, geologia morfologia e solos, cujas espécies vegetais se adaptaram à escassez de água ou a áreas paludosas, predominando os solos delgados e pouco desenvolvidos ou a sedimentos recentes, exigindo um estudo específico para cada fitofisionomia.

Portanto, as fitofisionomias estão, ao longo da calha do baixo curso, com característica de áreas abertas, em grandes fragmentos ou nas margens do rio. Enquanto, nas áreas de Caatinga, próximo à barragem da Usina Hidroelétrica de Xingó, foram registradas as formações com espécies arbustivo/arbóreas.

Referências

ALBUQUERQUE, C. S.; Alvarez, A.; Grego, R. **Estudo da variabilidade espacial dos atributos do solo para revegetação de floresta ripária do rio São Francisco**. In: Melo, J. O. F. (org.). Pp. 286-304. Ciências agrárias: o avanço da ciência no Brasil. Científica digital: Guarujá, 2022

ALVES, M. S.; Fontes, L.; Silva, B.; Almeida, A. P. Dinâmica geoambiental, processos morfodinâmicos e uso das terras em Brejo Grande, Baixo São Francisco–Sergipe. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 8, n. 2, p. 11-21, 2007.

ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. In: **Revista Brasileira de Botânica**, n. 4, p. 149-153, 1981.

BRASIL. **Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil**: compatível com a escala 1:250 000 / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: 168 p. IBGE, 2019.

CASADO, A. P. B; HOLANDA, F. S. R.; FONTES, L.C.S. *et al*. Análise do processo de erosão marginal no Baixo São Francisco sergipano. In: **Simpósio Nacional de Controle de Erosão.** Goiânia. 2000.

CUNHA, J.; Villar, W. C.; Pinheiro, S. **A regularização da vazão como indicador de pressão hidrológico e geomorfológico no sistema estuarino do rio São Francisco**. 2018.

DINIZ, T. M.; Souza, M. Interações atmosfera-terra-oceano e suas repercussões na precipitação média registrada no leste da região Nordeste do Brasil. **Ateliê geográfico**, v. 13, n. 3, p. 244-262, 2019.

DOS SANTOS, Wagner Valdir; NASCIMENTO, Melchior Carlos. Análise espaço-temporal dos problemas decorrentes da restrição da vazão no baixo curso do Rio São Francisco. **Boletim de Geografia**, v. 41, 2023.

ESTEVES, Poliana Maria da Silva Valdevino; CRUZ, Fabiano Santiago. Avaliação dos impactos do processo de desertificação no Seridó Ocidental a partir de indicadores biofísicos e sociais. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e1411326082-e1411326082, 2022.

FERNANDES, Milton Marques et al. Fragmentação florestal na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 32, p. 1227-1246, 2022.

FREIRE, Neison. PACHECO, Admilson. Desertificação na Região de Xingó: Análise e Mapeamento. Editora da UFPE, Recife, 2011.

FREIRE, Neison. GOMES, Rose Mary Ferreira Pereira (Org.). **Perfil Socioeconômico e Aspectos Geoambientais do Baixo São Francisco 2023**. Edufal, Maceió, 2023.

JÚNIOR, Eduardo Marques Santos et al. Mapeamento e caracterização dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica do baixo rio São Francisco, Sergipe. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 11, n. 1, p. 104-128, 2017.

LINS, M.; ALBUQUERQUE, C. Tecnologias para reduzir a pobreza no semiárido. Salvador, BA: UFBA, 2001.

LYRA, M. J., Gomes, H. B., Herdies, D. L., Figueroa, S. N., Ramirez, E., Aravéquia, J. A., ... & Costa, R. L. Synoptic patterns of extreme precipitation events in Northeast Brazil. ***Natural Hazards***, 1-21. 2025.

MACIEL, R.; Zizka, F.; Alves, M. Dinâmicas geográficas e ecológicas diferenciais permitem a diversificação de bromélias gigantes morfologicamente convergentes na Mata Atlântica. **Journal of Biogeography**, v. 47, n. 12, p. 2684-2697, 2020.

NETO, Renato Luiz Bot; JÚNIOR, Roberto Schwarz; SPACH, Henry Louis. CO-OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE PEIXES NAS ÁREAS RASAS DA FOZ DO RIO SÃO FRANCISCO SE/AL. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 3, p. 738-750, 2021.

QUEIROZ, Luciano Paganucci. A Caatinga brasileira: padrões fitogeográficos inferidos a partir de dados de distribuição das Leguminosas. In: **Savanas neotropicais e florestas sazonalmente secas**. CRC Press. pág. 121-157, 2006

REIS, M. Conservação dos Ecossistemas do Nordeste Brasileiro. In: Simpósio sobre Caatinga e sua Exploração Racional. Feira de Santana, BA: EMBRAPA-DDT, 1984. 361 p.

REIS, O.; Andrade, M. D.; Fabricante, R. Levantamento florístico e fitossociológico do estrato arbustivo-arbóreo de uma área de caatinga em Pernambuco, Brasil. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 7, n. 1, p. 41-51, 2022.

SILVA, Ane Cristine Fortes da et al. Teores de carbono em espécies florestais da Caatinga. **Ciência Florestal**, v. 32, p. 71-85, 2022.

SILVA, S. *et al.* Fragmentos de caatinga são florística e estruturalmente similares? **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 6, p. 3202-3211, 2022.

SOUTO, Paulo. Da foz do Velho Chico à foz do rio Sergipe: recorte temporo-espacial do Litoral Norte Sergipano. **Revista Crítica Histórica**, v. 13, n. 26, p. 308-330, 2022.

SUDENE. Levantamento Exploratório de Solos do Estado de Alagoas. Recife: SUDENE, 1975. 523 p.

_____. Levantamento Exploratório de Solos do Estado de Sergipe. Recife: SUDENE, 1975. 505 p.

WIVALDO, J. N.; Moreira, E. O.; Silva, J. C. Políticas públicas e gestão ambiental para conservação dos recursos hídricos: reflexões sobre a crise hídrica em Minas Gerais. **Revista de Discentes de Ciência Política da UFSCAR**, v. 6, n. 3, p. 54-66, 2018.

ZULAR, A.; Utida, G.; Cruz, F. W.; I A. O.; Wang, H.; Bícego, M.; Mendes, V. R. The effects of mid-holocene fluvio-eolian interplay and coastal dynamics on the formation of dune-dammed lakes in NE Brazil. **Quaternary Science Reviews**, v. 196, p. 137-153. 2018.

CAPÍTULO 33

O FUTEBOL DE MENINAS RIBEIRINHAS: IMAGINÁRIO, POSSIBILIDADES, SONHOS E DESEJOS

Leonea Vitória Santiago[1], Silvan Menezes dos Santos[2], José Cícero Pereira da Silva[3], Rayane Janine Lessa Santos[4], Rose Tatyanne de Souza Tavares[5] e Gustavo Gomes de Araujo[6]

Resumo: Este trabalho é parte do projeto Academia & Futebol do Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas, que tem como objetivo geral promover o desenvolvimento do futebol de mulheres no estado de Alagoas. Em busca de realizar a interiorização de tal intento na região, esta pesquisa passou a integrar o Programa de Expedições Científicas do Baixo Rio São Francisco. Assim, então, alicerçados no desafio de lidar com as contradições socioculturais do relacionamento do Brasil com o futebol, o objetivo do presente estudo foi compreender a relação de meninas ribeirinhas do Baixo Rio São Francisco com este fenômeno esportivo. Desenvolvemos um estudo descritivo e exploratório, com abordagem quanti-qualitativa dos achados. Ele foi organizado em um processo metodológico misto, com três frentes de produção e recolhimento de dados. Realizamos uma observação participante por meio da organização de festivais de futebol em cada cidade alagoana visitada pela V Expedição. Aplicamos entrevistas baseadas na confrontação imagética das meninas ribeirinhas com duas fotografias, uma do jogador de futebol, Neymar Junior, e outra da futebolista alagoana, Marta Silva. Finalmente, a terceira estratégia foi a realização de entrevistas semiestruturadas, com perguntas sobre os hábitos de vida das meninas/adolescentes e sobre os sonhos de uma carreira futura. Identificamos, no geral, que existe na região o desejo e uma boa relação com a prática do futebol. Contudo, ela sofre com um processo de semiformação da cultura futebolística, tanto com relação ao imaginário construído, como no que diz respeito às possibilidades e condições de prática.

Palavras-chave: esporte, cidadania, formação humana, ídolos esportivos.

Introdução

Este trabalho é parte do projeto guarda-chuva Academia & Futebol, do Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (Iefe/Ufal), que tem como objetivo geral promover o desenvolvimento do futebol de mulheres no respectivo estado. Como forma de realizar uma primeira aproximação para a interiorização de tal intento na região, esta pesquisa passou a integrar o Programa de Expedições Científicas do Baixo Rio São Francisco. Assim, então, alicerçados no desafio de lidar com a relação do Brasil e o futebol como "veneno

1 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (Iefe/Ufal)
2 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (Iefe/Ufal)
3 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (Iefe/Ufal)
4 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (Iefe/Ufal)
5 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (Iefe/Ufal)
6 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (Iefe/Ufal)

remédio" (Wisnik, 2008), o objetivo do presente estudo foi compreender a relação de meninas ribeirinhas do Baixo São Francisco, de 7 a 17 anos de idade, com o futebol e difundir a cultura futebolística entre as meninas e mulheres da região como fenômeno educacional, especialmente como forma de educação para o lazer e de educação para a saúde.

Percursos e estratégias metodológicas

O projeto Academia & Futebol participou da V Expedição realizando um estudo descritivo e exploratório, com abordagem quanti-qualitativa dos achados da pesquisa. Ela foi organizada em um processo metodológico misto, que mobilizou três frentes de produção e recolhimento de dados.

Participaram do estudo 389 crianças, sendo 219 meninas e 170 meninos, com média de 55 por cidades visitadas. No entanto, como participantes constituintes do *corpus* de análise, o público-alvo foram alunas matriculadas regularmente em escolas dos seguintes municípios de Alagoas: Piranhas (Povoado Entremontes), Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Igreja Nova (Povoado Chinaré), Penedo e Piaçabuçu. Assim, o quantitativo, por cidade, de meninas envolvidas nos festivais e, em parte, das entrevistas pode ser visto na tabela 1. Foram 196 no total.

Tabela 1 - Número de meninas participantes por cidade

Cidades	Participantes
1 - Piranhas	23
2 - Pão de açúcar	44
3 - Traipú	19
4 - São Brás	22
5 - Igreja Nova	15
6 - Penedo	23
7 - Piaçabuçu	50

Fonte: elaboração das/dos autoras/es

A primeira via de ação metodológica foi um procedimento de observação participante, em que as/os pesquisadoras/es executaram intervenções de festivais futebolísticos com meninas de cidades ribeirinhas em busca de identificar a relação delas com a bola e com o jogo, bem como as condições para a prática em cada localidade.

A operacionalização das intervenções aconteceu de acordo com o ambiente e os sujeitos, tendo distribuição das atividades por aproximadamente 90 min por dia. Com base nesses critérios, os conteúdos abordados foram os fundamentos técnicos básicos, jogos e brincadeiras de bola com os pés, circuitos e jogos reduzidos relacionados ao futebol. Na sequência do texto, descrevemos, detalhadamente, como ocorreram estas atividades nas sete cidades pelas quais passamos.

Para o processo de análise dos dados consideramos três aspectos. Foram eles: níveis de desempenho do futebol (Garganta *et al.*, 2013), a disposição do ambiente, a sua imprevisibilidade e a presença ou não de profissional de Educação Física no contexto. Segundo Garganta *et al.* (2013), a avaliação do nível de desempenho de jogadoras/es de futebol é realizada de acordo com os seguintes indicadores: relação com a bola; identificação com o objetivo do jogo; organização posicional nas diferentes fases e momentos do jogo; dinâmica coletiva.

Quatro professoras-avaliadoras, organizadoras das intervenções por meio dos festivais realizados, emitiram pareceres independentes acerca do nível de desempenho coletivo das meninas ribeirinhas em cada cidade. Essas avaliações foram confrontadas e a atribuição de nível de cada localidade foi definida por maioria simples. Nos casos em que houve empate, o supervisor das práticas e orientador do estudo emitiu parecer de desempate.

A segunda estratégia metodológica se tratou de entrevistas baseadas na confrontação imagética das meninas ribeirinhas com duas fotografias. Individualmente, apresentamos a cada uma delas uma imagem do jogador brasileiro de futebol de maior destaque na contemporaneidade, o Neymar da Silva Santos Júnior, e outra fotografia da alagoana Marta Vieira da Silva, uma das maiores jogadoras da história do futebol de mulheres. O intuito foi identificar se e como essas duas figuras futebolísticas da atualidade fazem parte do imaginário das meninas ribeirinhas.

Registramos 3 horas e 10 minutos de gravações em áudio e vídeo, entre os dias 3 e 12 de novembro de 2022. Entrevistamos 221 crianças e adolescentes de 6 a 18 anos, sendo 196 meninas e 25 meninos. Nessa contagem, estão duas mulheres adultas, com 23 e 30 anos de idade, que quiseram participar do estudo. As entrevistas com os meninos foram excluídas do *corpus* de análise, pois o foco do estudo foi o futebol de mulheres.

Finalmente, a terceira estratégia metodológica foi a realização de entrevistas semiestruturadas com as meninas e adolescentes ribeirinhas com idades compreendidas entre 7 e 17 anos, e totalizou ao final da expedição com 35 entrevistadas. São alunas matriculadas regularmente nas escolas dos seguintes municípios: Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Igreja Nova, Penedo e Piaçabuçu.

A realização das entrevistas se deu de modo aleatório, com perguntas de partida sobre os hábitos de vida das meninas/adolescentes e, em seguida, sobre o sonho de uma carreira futura. As entrevistas assumiram um papel investigativo cujo propósito foi compreender os sentidos e formatos subjetivos, elaborados pelo grupo estudado. E assim, a partir dos discursos circulantes entre o grupo, nos aproximamos das crenças e valores orientadores das condutas do dia a dia.

As categorias levantadas sugiram após a escuta dos discursos circulantes, tais como: escolaridade, profissão, sonhos e desejos. Realizamos, assim, análise de conteúdo deste material (Guerra, 2006).

Na sequência do texto, descrevemos como foram organizadas e como ocorreram as experiências com os Festivais de Futebol Feminino nas sete cidades ribeirinhas alagoanas visitadas pela V Expedição. Isto dará suporte para melhor visualização dos achados do estudo.

Festivais de futebol das meninas ribeirinhas

Em Piranhas, trabalhamos no povoado de Entremontes, que fica há cerca de 25 minutos do centro comercial da cidade, em um trajeto de estrada de terra até o local de intervenção por meio de uma van.

Para a nossa intervenção, trabalhamos com 44 crianças e adolescentes, acompanhadas por professoras/es da escola local e região, sendo 24 meninos e 20 meninas. O público-alvo nesta cidade foram crianças e adolescentes, com a faixa etária entre 8 e 17 anos. Inicialmente, dividimos o campo em três estações (1ª estação: adolescentes de 12 a 17 anos; 2ª estação: crianças do gênero feminino de 8 a 11 anos; 3ª estação: crianças do gênero masculino de 8 a 11 anos).

Na 1ª estação, houve a experimentação dos fundamentos técnicos básicos do futebol, a partir do passe, condução, chute e cabeceio; na 2ª estação, foram abordadas atividades lúdicas baseadas nos fundamentos técnicos básicos do futebol, por exemplo, “bobinho”, estações com

circuito para o desenvolvimento do passe, condução, recepção e no final um jogo reduzido entre duas equipes; na 3ª estação, a priori, foram realizadas atividades com ênfase mais nos fundamentos técnicos básicos do futebol, como o drible, domínio e condução com a prática do jogo "pega-pega" com bola, e, posteriormente, foram aplicadas situações com sistema de jogo 1x1, 2x1, 2x2 para o desenvolvimento do raciocínio e tomada de decisão. O tempo total de contato e trabalho com todos(as) durou aproximadamente 90 min.

Figura 1 - Espaço destinado para a prática no Povoado Entremontes - Piranhas/AL

Fonte: acervo dos próprios/as autores/as

Figura 2 - Meninas e meninos ribeirinhos durante o festival em Entremontes - Piranhas/AL

Fonte: acervo dos próprios/as autores/as

Na cidade de Pão de açúcar, localizada a aproximadamente 84 km de Piranhas, a prática da atividade se constituiu com 49 adolescentes do gênero feminino, com faixa etária 13 a 17 anos, supervisionadas pelos professores da escola local e povoados vizinhos. As adolescentes chegaram padronizadas com os uniformes de seus determinados times escolares/amadores, com perspectiva de que seria realizada uma seletiva, mas o objetivo principal do projeto é difundir a

cultura futebolística entre as meninas e mulheres da região como fenômeno educacional, especialmente como forma de educação para o lazer e de educação para a saúde.

O espaço foi dividido em duas estações para a execução das atividades. O grupo da 1ª estação realizou atividades lúdicas e de aquecimento, explorando os fundamentos técnicos básicos do futebol, condução de bola de um ponto para o outro, condução e controle de bola com mãos dadas, "bobinho" e jogo reduzido por equipes 5x5. O grupo da 2ª estação propôs atividades de "altinhas" e "bobinho", com variações. O tempo total de contato e trabalho com as adolescentes foi de 2h.

Figura 3 - Espaço destinado para a prática em Pão de Açúcar/AL

Fonte: acervo dos próprios/as autores/as

Figura 4 - Meninas ribeirinhas participando do festival de futebol em Pão de Açúcar/AL

Fonte: acervo dos próprios/as autores/as

Em Traipu, a cidade possui áreas esportivas (quadra de futsal, campo de futebol). O ambiente para a prática foi o campo gramado de futebol local, com uma estrutura em fase de construção, mas estava apropriado para a prática das atividades. Além disso, havia uma praça próxima com capacidade de lazer educacional.

Estiveram presentes 19 adolescentes do gênero feminino e 100 crianças e adolescentes do gênero masculino, com faixa etária de 11 a 18 anos; destacando que o nosso público-alvo eram as meninas. Devido ao quantitativo de meninos, as atividades foram iniciadas com eles, enquanto aguardávamos a chegada das meninas. A princípio, dividimos o campo em três estações para os meninos (1ª estação: de 11 a 14 anos; 2ª estação e 3ª estação: 15 a 18 anos).

As atividades tinham o objetivo de desenvolver os fundamentos básicos do futebol. Na 1ª estação utilizamos uma estrutura mais técnica dos fundamentos, por exemplo, chute ao gol, condução individual e em duplas com finalização ao gol, domínio de bola, defesa x ataque e jogos reduzidos 3x3 e 5x5. A 2ª estação foi utilizado um jogo reduzido condicionado 7x7 + 7 apoios com "travinhas" dando ênfase ao ensino dos princípios táticos gerais: Superioridade numérica, inferioridade numérica e igualdade numérica. A 3ª estação iniciou com um jogo reduzido com ênfase na marcação, a partir da divisão de duas equipes (8 adolescentes em cada equipe), onde a estação foi dividida em duas partes. Quando uma das equipes estava com a posse de bola, três marcadores da equipe adversária disponibilizavam para marcar no campo do adversário. Na segunda atividade da estação, a quantidade de jogadores foi dividida em partes iguais, com o objetivo de finalizar no gol, mas para isso os jogadores precisariam passar pelos "portais" identificados por "travinhas" (localizadas nas laterais do campo), em cada campo tinha duas traves para o jogador fazer o gol. Em sequência, houve a última atividade utilizando a variação do jogo reduzido objetivando o gol. Posteriormente, ocorreu o jogo 11x11 com todos os integrantes das atividades participando, com as regras oficiais.

Em relação às meninas, produzimos atividades lúdicas com implementação de fundamentos. Trabalhamos com essa proposta, por conta do pouco contato com a bola. Devido ao grupo ser reduzido, as propostas ocorreram com todas em um único grupo. Desenvolvemos, *a priori*, condução e domínio de bola, passe com condução de bola em movimentação. No final, ocorreu o jogo, utilizando algumas regras básicas. O tempo total de contato e trabalho com as crianças e adolescentes dos dois gêneros durou 3h.

Figura 5 - Projeto Academia & Futebol atuando na cidade de Traipu/AL

Fonte: acervo dos próprios/as autores/as

Figura 6 - Meninas ribeirinhas participando do festival de futebol em Traipu/AL

Fonte: acervo dos próprios/as autores/as

Na visita a São Brás, o espaço para o festival era próximo a uma escola, na beira do Rio São Francisco, areado e não possuía estrutura adequada para uma prática de qualidade. O quantitativo de crianças e adolescentes do gênero feminino foi de 35, com idade de 7 a 15 anos. As meninas foram divididas para duas estações, sendo a primeira estação as adolescentes e segunda estação as crianças.

A 1ª estação se deu por atividades para o desenvolvimento dos fundamentos técnicos básicos do futebol, como passe, domínio, movimentação e cabeceio. Ao final, houve um jogo reduzido 5x5. A 2ª estação consistiu em brincadeiras com foco no trabalho em equipe, no lúdico, nos fundamentos técnicos básicos do futebol e nas tomadas de decisão. Inicialmente, foi aplicado uma brincadeira de "queimado" dividindo duas equipes de maneira adaptada. Após isso, foi aplicada uma brincadeira de "jogo-da-velha", em que as bolas de iniciação e as bolas de *beach soccer* eram respectivamente o "X e O", e as praticantes passavam por uma fila de cones conduzindo a bola ao final e colocando em um dos quadrados para marcar o local. No final, foi proposto um jogo de 9x9, composto por goleira e com regras oficiais do 11x11. O tempo total de contato e trabalho com as crianças e adolescentes durou 90 min.

Figura 7 - Interação da população com o festival de futebol em São Brás/AL

Fonte: acervo dos próprios/as autores/as

Figura 8 - Meninas ribeirinhas participando do festival de futebol em São Brás/AL

Fonte: acervo dos próprios/as autores/as

Na cidade de Igreja Nova, a comunidade local era aconchegante e participativa, possuía escola, praça e uma quadra esportiva. O espaço das atividades aconteceu no campo gramado de futebol, que apresentava as demarcações próximas a de um oficial.

A quantidade de meninas que participaram foram exatamente 16, com faixa etária de 9 a 18 anos. Devido à quantidade menor do grupo, fizemos as atividades em conjunto que consistia, primeiramente, em um aquecimento para verificar o contato com a bola que elas tinham - em círculo as meninas tocavam a bola uma para a outra. A segunda atividade foi para desenvolver os fundamentos técnicos básicos do futebol, dando ênfase ao passe de curta e longa distância,

domínio, recepção e condução. No final, houve o jogo com as regras. O tempo total de contato e trabalho com as crianças e adolescentes durou 90min.

Figura 9 - Festival de futebol de meninas no povoado Chinaré, em Igreja Nova/AL

Fonte: acervo dos próprios/as autores/as

Figura 10: Menina ribeirinha participante do festival de futebol no povoado Chinaré, em Igreja Nova/AL

Fonte: acervo dos próprios/as autores/as

O município de Penedo tem uma forte cultura local e turística, possuindo casas de artesanato, igrejas, museu, praças, teatro, dentre outros. O Sport Clube Penedense é o mais antigo do Estado e um dos primeiros Clubes do Brasil. As atividades ocorreram no campo de futebol *society* e suas demarcações.

No campo, estavam presentes 30 adolescentes do gênero feminino, com idade de 13 a 17 anos. As atividades foram desenvolvidas em dois grupos iguais. No primeiro momento, foi "pega-pega" com condução de bola. Logo após, juntou-se os dois grupos para um "rouba bandeira" com variações. Para o encerramento, houve o jogo de futebol com as regras. O tempo total de contato e trabalho com as adolescentes durou 60min.

Figura 11 - Projeto Academia & Futebol realizando o festival em Penedo/AL

Fonte: acervo dos próprios/as autores/as

Figura 12 - Festival de futebol de meninas ribeirinhas em Penedo/AL

Fonte: acervo dos próprios/as autores/as

A cidade de Piaçabuçu é pioneira no ecoturismo e turismo de aventura, localizada na região da foz do Rio São Francisco. O ambiente de intervenção foi um campo gramado de futebol local, com demarcações apropriadas para jogos.

Figura 13 - Monitora do Academia & Futebol realizando dinâmica com os meninos ribeirinhos em Piaçabuçu/AL

Fonte: acervo dos próprios/as autores/as

Figura 14 - Encerramento do Projeto Academia & Futebol na V Expedição do Baixo São Francisco em Piaçabuçu/AL

Fonte: acervo dos próprios/as autores/as

Participaram 50 crianças e adolescentes do gênero feminino e 46 do gênero masculino, com faixa etária de 11 a 15 anos. Incialmente, dividimos o campo em quatro estações para os meninos (2 estações com meninas e 2 estações com meninos). A 1ª e a 2ª estações com as me-

ninas trabalhamos com o "rouba bandeira" e "pega-pega" com condução de bola, e no final foi realizado jogo reduzido com as regras. A 3ª estação foi realizada com "pega-pega" com variações e o jogo reduzido 1x1, depois houve o jogo utilizando a metade do campo com as regras. Na 4ª estação, com os meninos, foram trabalhadas atividades envolvendo os fundamentos técnicos básico do futebol, como o passe, cabeceio e a movimentação; logo depois, aconteceu um jogo reduzido com as regras. O tempo total de contato e trabalho com as crianças e adolescentes dos dois gêneros durou 60 min.

Achados do estudo

A relação com o jogo e as condições para a prática

Identificamos, na região do Baixo São Francisco, uma elevada variação do nível de desempenho com o futebol. Conforme consta na tabela 2, encontramos desde grupos de meninas em nível básico (Traipu, São Brás e Piaçabuçu), em nível elementar (Piranhas e Penedo), até localidades com nivelamento intermédio (Pão de açúcar e Igreja Nova).

Garganta *et al.* (2013, p. 247) defendem que "os níveis de desempenho surgem como referências orientadoras do processo de ensino e treino, permitindo identificar contextos e gerar adequadas estratégias de atuação". Ademais, os autores asseveram a necessária plasticidade quando da aplicação deste tipo de avaliação qualitativa e interpretativa, pois em cada situação haverá, frequentemente, interações entre níveis individuais e coletivos. Por conta disso, inclusive, metodologicamente utilizamos o tipo de avaliação às cegas das professoras-pesquisadoras executoras dos festivais com as crianças ribeirinhas. Desta forma, buscamos melhor balizar a avaliação deste nivelamento interativo existente em cada cidade visitada pela expedição.

A tipologia dos níveis de desempenho, segundo Garganta *et al.* (2013), em linhas gerais, caracteriza-se do seguinte modo:

a. Nível básico – a obsessão pela bola: as/os jogadoras/es aglomeram-se em torno da bola, gerando uma desorganização posicional e funcional do jogo.
b. Nível elementar – iniciação ao jogo: as noções de posição e função (defensiva e ofensiva) começam a aparecer, contudo erros técnicos não provocados ainda ocorrem com frequência, implicando na fluidez do jogo.
c. Nível intermédio – desenvolvimento da organização posicional: neste caso as ações individuais e coletivas começam a estar mais sincronizadas e coesas, dando mais dinâmica ao jogo nas suas diferentes fases e momentos.
d. Nível de especialização – refinamento da dinâmica coletiva: a especialidade técnico-tática das/dos jogadoras/es, bem como o entendimento da coletividade necessária na produção do jogo, conduz a sua jogabilidade para um nivelamento mais aprimorado, complexo e de alto grau de dificuldade.

A partir desses pressupostos, identificamos que o contexto futebolístico do Baixo São Francisco apresenta uma elasticidade com relação aos níveis de desempenho apresentado pelas meninas em cada cidade. Isto denota, desta forma, o caráter assistemático do desenvolvimento do futebol de meninas e mulheres na região. Tal multiplicidade de nivelamento é um indicativo de que cultura futebolística desta localidade, assim como nos termos de Damo (2008), está à mercê do "dom" daquelas que possuem as técnicas corporais adequadas ao futebol incorporadas, adquiridas "naturalmente", e não pela existência de um sistema de centros, políticas e ações de formação futebolista para elas.

Tabela 2 - Número de meninas participantes por cidade analisada e variáveis consideradas para análise

Cidade	Número de meninas participantes	Níveis de desempenho	Ambiente (Imprevisibilidade)	Presença de Profissional de Educação Física
1 - Piranhas	23	Elementar	Baixa	Não
2 - Pão de açúcar	44	Intermédio	Alta	Sim
3 – Traipu	19	Básico	Baixa	Sim
4 - São Brás	22	Básico	Alta	Sim
5 - Igreja Nova	15	Intermédio	Regular	Sim
6 – Penedo	23	Elementar	Baixa	Não
7 - Piaçabuçu	50	Básico	Baixa	Não

Fonte: elaboração das/dos autoras/es

Com relação aos ambientes ofertados para a prática do futebol das meninas, também nos deparamos com variação de imprevisibilidade. Piranhas, Traipu, Penedo e Piaçabuçu disponibilizaram campos oficiais para a realização dos festivais. Igreja Nova, por sua vez, ofertou um campo adaptado, com marcações e tamanho improvisados, bem como solo irregular. Por outro lado, Pão de Açúcar e São Brás realizaram os festivais de futebol das meninas na areia das praias da beira do Rio São Francisco.

Segundo Galatti *et al.* (2014), a imprevisibilidade, juntamente com a complexidade e a subjetividade, são os pilares estruturantes do modelo emergente de ensino do esporte, que visa à formação de jogadoras/es por meio do jogo. Com base nestes elementos, entende-se ser possível formar para a compreensão mais ampla da jogabilidade do esporte e para a inteligência tático-técnica de resolução de problemas e de criação de soluções, permanentemente necessárias nas situações a cada novo momento jogado.

No caso do presente trabalho, no entanto, a imprevisibilidade mapeada nos espaços de jogo disponibilizados para os festivais de futebol das meninas ribeirinhas é paradoxal. Se por um lado podemos considerá-la como potencial formativo de novas jogadoras, tal como nos termos de Galatti *et al.* (2014), por outro revela a precarização das experiências esportivas destas comunidades, marginalizando-as, sobretudo, no acesso ao esporte como direito social.

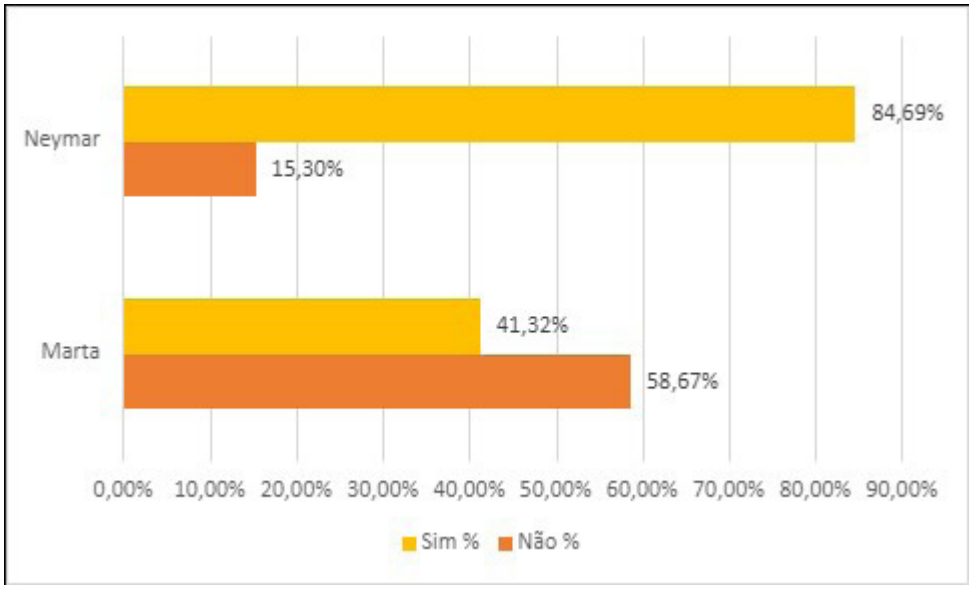
Especialmente em Pão de Açúcar e São Brás, mas também no povoado Chinaré, em Igreja Nova, o espaço não adequado ou adaptado para o jogo e para o desenvolvimento do futebol de meninas acaba por se configurar como um obstáculo para torná-las cada vez mais capazes para a prática. Ainda que não seja um empecilho, mas dificulta jogá-lo com liberdade e autodeterminação, como princípios de uma experiência humana digna e boa, expressiva do exercício de cidadania, tal como preconizam Korsakas *et al.* (2021).

Finalmente, as cidades de Pão de Açúcar, Traipu, São Brás e Igreja Nova conduziram as meninas ribeirinhas para os festivais sob a orientação de profissionais de Educação Física. Em contraponto, Piranhas, Penedo e Piaçabuçu as levaram para participação nas atividades supervisionadas por outros mediadores, que não se apresentaram como professores da área.

O imaginário futebolístico das meninas ribeirinhas

No geral, conforme gráfico 1, 84,69% das crianças reconheceram a imagem do jogador de futebol Neymar Júnior, restando 15,30% delas que não o identificaram a partir da fotografia apresentada. Por outro lado, no caso da jogadora alagoana Marta, a maior parte delas não a reconheceu, contabilizando 58,67%, tendo as outras 41,32% que a nomearam assim que confrontadas com a imagem.

Gráfico 1 - Reconhecimento da Imagem da/do atleta

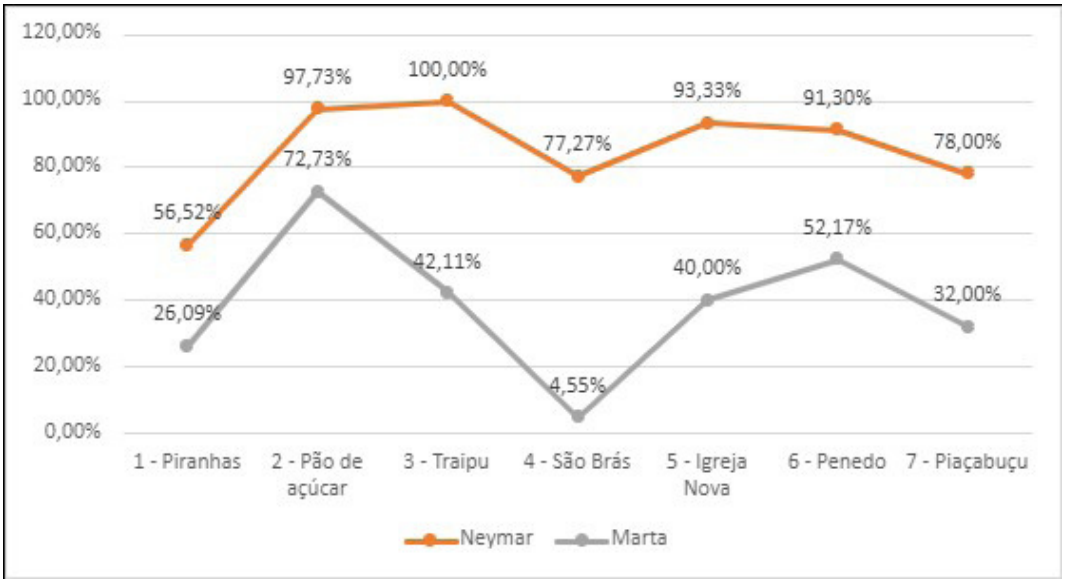


Fonte: elaboração das/dos autoras/es

A imagem do jogador Neymar Júnior foi reconhecida por mais de 60% das crianças em praticamente todas as cidades. Conforme ilustra o gráfico 2, a exceção foi a cidade de Piranhas, onde o menor percentual (56,52%) foi observado. A cidade de Traipu foi a localidade na qual todas as entrevistadas o reconheceram (100%).

No caso da jogadora Marta, a situação foi oposta ao que verificamos sobre o jogador da seleção brasileira de futebol masculino. A imagem dela foi reconhecida por mais de 50% das crianças de apenas duas cidades: Penedo (52,17%) e Pão de açúcar (72,73%). A cidade com o índice mais reduzido de reconhecimento da atleta alagoana foi São Brás, onde 4,55% das crianças a identificaram pela imagem apresentada.

Gráfico 2 - Reconhecimento da imagem da/do atleta por cidade alagoana da expedição



Fonte: elaboração das/dos autoras/es

O reconhecimento da imagem do Neymar Júnior, em comparação à da Marta, foi superior em todas as cidades alagoanas do Baixo São Francisco visitadas pela Expedição. A diferença foi menos elástica no município de Pão de açúcar (25%). Por sua vez, São Brás foi o local em que se explicitou a maior distância entre ele e ela (72,72%).

Partimos do entendimento de cultura esportiva de Pires (2002), de que ela se define pelos códigos, símbolos e pelos modos de ser e estar esportivamente, os quais são mediados, sobretudo, pelas ações, dinâmicas e estratégias da mídia. Nesse sentido, a identificação e reconhecimento ou não dos referenciais esportivos mobilizados neste estudo exploratório são indícios da mediação cultural realizada pela comunicação de massa no esporte da região do Baixo São Francisco.

Em especial, a baixa média do reconhecimento da jogadora alagoana Marta em relação ao jogador Neymar revelam a sub-representação do futebol de mulheres no imaginário coletivo de meninas ribeirinhas das localidades estudadas. A invisibilização dessa manifestação esportiva feminina é histórica no Brasil e no mundo (Goellner, 2005a; 2005b; Goellner; Kessler, 2018), porém os avanços conquistados na última década nesta questão não se mostraram em tendência de equalização nesses primeiros achados do Baixo São Francisco.

Os achados do estudo em tela revelam o resultado da semiformação esportiva promovida pelos meios de comunicação de massa (Pires, 2002), que veiculam uma versão fragmentária e pouco diversa da multiplicidade prática do esporte e das marcas sociais nele manifestas. Todavia, é também fruto da ausência de políticas públicas focalizadas no referido território para a formação, incorporação e desenvolvimento da cultura esportiva e do futebol de mulheres. A negligência da mídia, do Estado e do poder público, de modo geral, faz das margens do Baixo Rio São Francisco uma localidade marginal no processo de globalização da cultura, jogando estas meninas, crianças e adolescentes, para a periferia do acesso à cultura e ao esporte como direitos humanos fundamentais.

Os sonhos e a prospecção de vida das meninas ribeirinhas

As categorias levantadas sugiram após a escuta dos discursos circulantes, tais como: escolaridade, profissão, sonhos e desejos. O objeto desta técnica é a palavra; isto é, o modo individual e atual da linguagem proferida pelas meninas. A análise de conteúdo avalia os sentidos, procurando admitir aquilo que está contido nas palavras (Guerra, 2006).

As nuvens de palavras foram elaboradas a fim de apresentar a visualização dos dados sob a forma de palavras, expressões dos sentidos, obtidos em respostas de frases curtas.

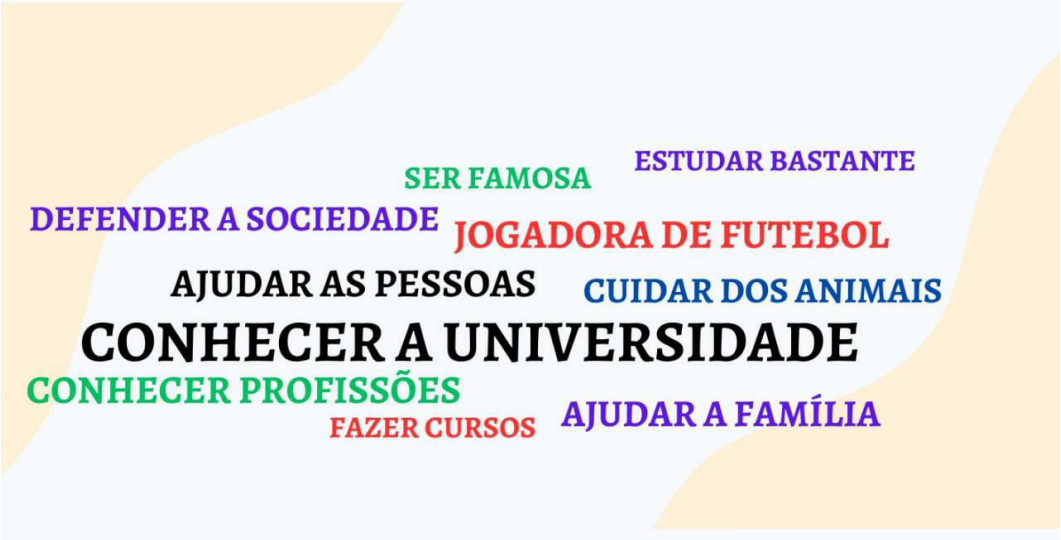
Figura 15 - Nuvem de palavras que determinam a escolaridade e profissão

Fonte: elaboração das/dos autoras/es

Os dados apontam que a escolaridade influencia diretamente na profissão e perspectiva futura de empregabilidade. O sentido de ser professora, enfermeira, policial federal, doutora, médica, jogadora de futebol, entre outras profissões está relacionado com as oportunidades apresentadas. A escola preocupada com o ensino-aprendizagem, pode produzir outras afetações e diálogos no seu cotidiano. Educar não é transmitir e ensinar conteúdos, para educar é necessário articular a ideia de transformar, associada ao uso das diferentes linguagens existentes no universo da escola.

Diante dos repertórios de palavras produzidos pelas meninas ribeirinhas, pode-se inferir a necessidade de diálogo entre Educação, Educação Física e Esporte nos parece fecundo para refletir sobre as dimensões expressivas e educativas presentes no universo das atividades corporais, especialmente direcionadas para a escolaridade e profissões.

Figura 16 - Nuvem de palavras que expressam os sonhos e desejos



Fonte: elaboração das/dos autoras/es

Essa nuvem possibilitou a identificação do repertório de palavras, viabilizou a análise de produção de sentidos das meninas ribeirinhas, sobre os seus sonhos e desejos. Defender a sociedade, ajudar a família, cuidar dos animais, ser famosa, ser jogadora de futebol, conhecer a universidade, entre outras palavras expressas, apontam para a influência do território na formação das identidades das meninas.

A formação da personalidade associa diretamente o gosto ao prazer. Sendo o gosto de cariz individual e, simultaneamente, partilhado com o tecido social. A personalidade influencia a construção das identidades coletivas, fomenta a sociabilidade por afinidades, gera pertencimentos a grupos sociais.

É candente fortalecer as dimensões que compõem, portanto, o conjunto de conhecimentos e o trabalho pedagógico da Educação Física na escola, a partir da identificação dos sonhos e desejos das crianças e jovens. Os dados acenaram com possibilidades para a produção social de novas subjetividades, novos sonhos e desejos. A escola pode se tornar um lugar de potencialização dos sonhos e desejos das crianças e jovens.

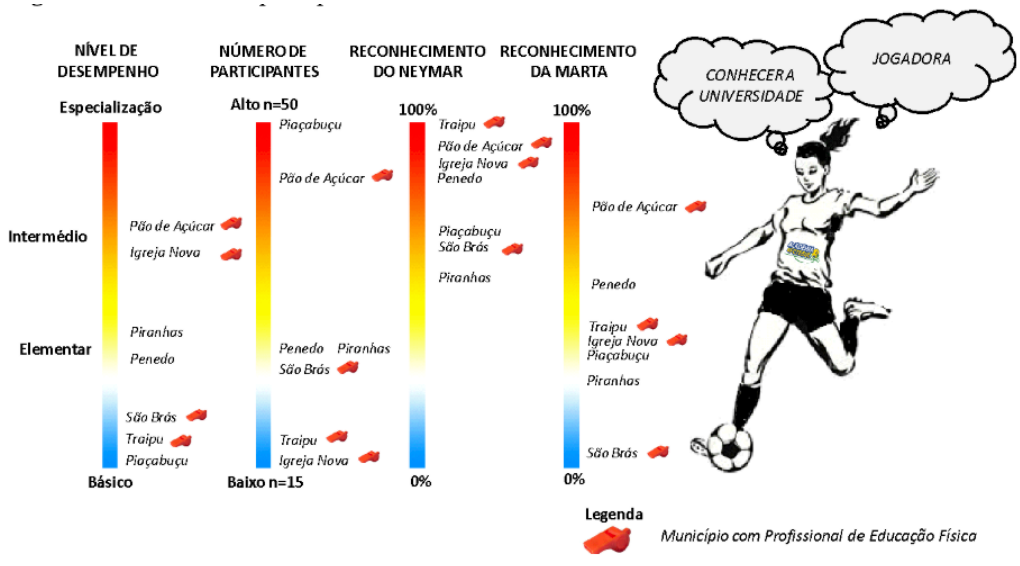
As disposições de sonhos, de pensamentos prospectivos e de gostos são alguns dos elementos centrais para compreender a desigualdade social na humanidade durante a era moderna. São fundamentos da estrutura psicossocial implicitamente exigidos para o reconhecimento social nesta fase histórica em que vivemos (Souza, 2004). Ou seja, segundo Souza (2004), elas antecedem e fundam a perpetuação do abismo existente na distribuição econômica das riquezas entre as classes. Nesse sentido, observamos que a educação tem papel fundamental na expansão das possibilidades vislumbradas para aquilo que sonhamos e almejamos com as nossas vidas, seja do ponto de vista pessoal, social, profissional e econômico.

No caso dos achados da nossa pesquisa, identificamos e destacamos aqui a presencialidade do sonho de ocupar um lugar diferente daquele reproduzido e imposto socialmente às famílias ribeirinhas das crianças e adolescentes participantes do estudo. No entanto, os anseios pelos ofícios associados ao cuidado do outro indicam a reprodução social persistente nos códigos e simbologias de prospecção manifesto pelas meninas entrevistadas. Isto, por sua vez, reitera a necessidade fundamental da articulação política para o desenvolvimento de uma educação

emancipadora em prol da ampliação do espectro dos sonhos e desejos que embarcam e desembarcam com elas nos barrancos do Baixo São Francisco.

A Figura 17 demonstra o resumo dos principais achados. Nenhuma cidade foi classificada no nível de desempenho Especialização. As duas melhores cidades que tiveram melhor desempenho (Intermédio) contavam com o profissional de Educação Física. As duas cidades com maior número de participantes foram Piaçabuçu e Pão de Açúcar, com destaque para a primeira que demonstrou maior apoio e proximidade dos gestores públicos com a Expedição. No entanto, Piaçabuçu foi o município com menor nível de desempenho e sem profissional de Educação Física. No geral, o reconhecimento do Neymar foi maior em relação à Marta, e nenhum município teve o reconhecimento da Marta superior ao Neymar. As nuvens de palavras indicam maior proporção de meninas que sonham em conhecer a Universidade e se tornarem jogadoras de futebol. O município de Pão de Açúcar foi o que mais se destacou em todas as avaliações, ocupando as primeiras posições em todos os itens. Vale ressaltar que Pão de Açúcar contou com um profissional de Educação Física engajado com a prática do Futebol de Mulheres. Paradoxalmente, São Brás e Traipu, apesar da presença dos profissionais de Educação Física, tiveram baixo nível de desempenho e baixo número amostral durante a Expedição.

Figura 17 - Resumo dos principais achados



Fonte: elaboração das/dos autoras/es

Considerações finais

Consideramos que as cidades do Baixo São Francisco apresentam potencial espacial para o desenvolvimento do futebol de meninas nas localidades, necessitando, sobretudo, universalizar a disponibilidade de profissionais de Educação Física formados para a atuação na área e construir mais espaços específicos para a prática da modalidade, com direitos de uso reservados a elas. Assim, entendemos que os níveis de desempenho, relativamente avançados das meninas da região para com o futebol, poderão se desenvolver ainda mais.

Com relação ao imaginário futebolístico presente na região, identificamos a marginalização das meninas ribeirinhas no processo de globalização deste fenômeno esportivo. Isso se manifesta, sobretudo, no não reconhecimento da imagem da jogadora Marta, uma alagoana,

conterrânea, idolatrada mundialmente pelo futebol, a qual, majoritariamente, elas não tiveram o direito de conhecê-la, mesmo que pela mediação das mídias.

No diálogo entre Educação, Educação Física e Esporte, parece-nos fecundo refletir sobre as dimensões expressivas e educativas presentes no universo das atividades corporais, especialmente direcionadas para a escolaridade e as profissões. Mostrou-se necessário otimizar as dimensões que compõem, portanto, o conjunto de conhecimentos e o trabalho pedagógico da Educação Física na escola, a partir da identificação dos sonhos e desejos das crianças e jovens. São possibilidades para a produção social de novas subjetividades, novos sonhos e desejos naquela região.

A compreensão sobre corpo, os movimentos, os gestos e os comportamentos das meninas ribeirinhas (crianças/adolescentes), foram observados através da prática do futebol, onde surgiram manifestações de expressões culturais. A linguagem do corpo esteve como instrumento na construção de saberes, ações, sentidos, valores, condutas e relações humanas.

Para dar continuidade às ações de intervenção do projeto Academia & Futebol, sugerimos o desenvolvimento de um projeto ampliado de formação humana, que aprecie as possibilidades da dimensão corporal e as linguagens que dela emanam. São candentes aprofundamentos teórico/metodológicos para a identificação e interpretação das atitudes e das representações relacionadas ao corpo e suas dimensões no sentido de podermos falar em desenvolvimento humano, educacional e esportivo do Baixo São Francisco.

Referências

DAMO, A. S. Dom, amor e dinheiro no futebol de espetáculo. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 23, n. 66, p. 139–150, fev. 2008.

GALATTI, L. R. *et al*. Pedagogia do esporte: tensão na ciência e o ensino dos jogos esportivos coletivos. **Revista da Educação Física / UEM**, v. 25, n. 1, p. 153–162, jan. 2014.

GARGANTA, J. *et al.* Fundamentos e práticas para o ensino e treino do futebol. In: TAVARES, F. (Ed.). **Jogos Desportivos Coletivos:** ensinar a jogar. Portugal: Editora FADEUP, 2013, p. 199-264.

GOELLNER, S. V. Mulheres e futebol no Brasil: entre sombras e visibilidades. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 19, n. 2, p. 143–151, 1 jun. 2005a.

GOELLNER, S. V. Mulher e esporte no Brasil: entre incentivos e interdições elas fazem história. **Pensar a Prática**, v. 8, n. 1, p. 85–100, 15 nov. 2005b.

GOELLNER, S. V.; KESSLER, C. S. A sub-representação do futebol praticado por mulheres no Brasil. **Revista USP**, n. 117, p. 31–38, 6 ago. 2018.

GUERRA, I. C. **Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo: sentidos e formas de uso**. Estoril: Principia, 2006.

KORSAKAS, P.; RIZZI, E. G.; TSUKAMOTO, M. H. C.; GALATTI, L. R. Entre Meio e Fim: Um Caminho para o Direito ao Esporte. **LICERE - Revista do Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Estudos do Lazer**, *[S. l.]*, v. 24, n. 1, p. 664–694, 2021. DOI: 10.35699/2447-6218.2021.29534. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/

licere/article/view/29534. Acesso em: 10 jun. 2023.

PIRES, G. D. L. **A Educação Física e o discurso midiático:** abordagem crítico-emancipatória. Ijuí: Unijuí, 2002.

SOUZA, J. A gramática social da desigualdade brasileira. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 19, n. 54, p. 79-97, 2004.

WISNIK, J. M. **Veneno remédio**: o futebol e o Brasil. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

A Edufal não se responsabiliza por possíveis erros relacionados às revisões ortográficas
e de normalização (ABNT).
Elas são de inteira responsabilidade dos/as autores/as.

Este é o terceiro volume de uma história que foi concretizada em 2018. Às expedições científicas, com 6 anos de projeto, hoje é uma realidade quanto a conscientização ambiental e social, servindo de modelo de sucesso para atrair e implementar políticas públicas na resolução de problemas no Baixo São Francisco. Os resultados dos trabalhos são frutos de uma parceria visionária que engloba pesquisa, ensino e extensão, na sua forma prática e aplicada, adicionados a dedicação de pesquisadores e uma pitada de amor ao Velho Chico. A maior expedição científica do Brasil, veio para mudar paradigmas, através da força de vontade, olhar sensível, conhecimento e ações em conjunto com as comunidades ribeirinhas. O programa de expedições permitiu confeccionar mais este volume, o terceiro, fruto do trabalho dos dois últimos anos (2022 e 2023), com grande quantidade de coletas de dados, amostragens e análises, das quais mais de 30 instituições entre investidoras e participantes diretamente nas atividades de campo, procuram apresentar em 31 capítulos, aspectos da qualidade do rio, da saúde da população, da biota aquática, da vegetação marginal, da educação ambiental nas escolas e das condições de vida do povo ribeirinho. O material procura trazer uma visão atual e conclusiva, das mudanças na região e através das parcerias com as prefeituras e governo estadual, direcionar os próximos passos para a tão sonhada sustentabilidade ambiental e econômica. Esta obra foi objeto do trabalho de mais de 100 pessoas, entre professores, pesquisadores, técnicos, estudantes, pescadores, ribeirinhos, etc., e conclama a todos a trabalhar na defesa deste patrimônio nacional.

Patrocínio:

FAPEAL
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE ALAGOAS

CODEVASF

CBHSF
COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

UFAL

ISBN 978-65-5624-302-3
9 786556 243023