



CANACRAFT

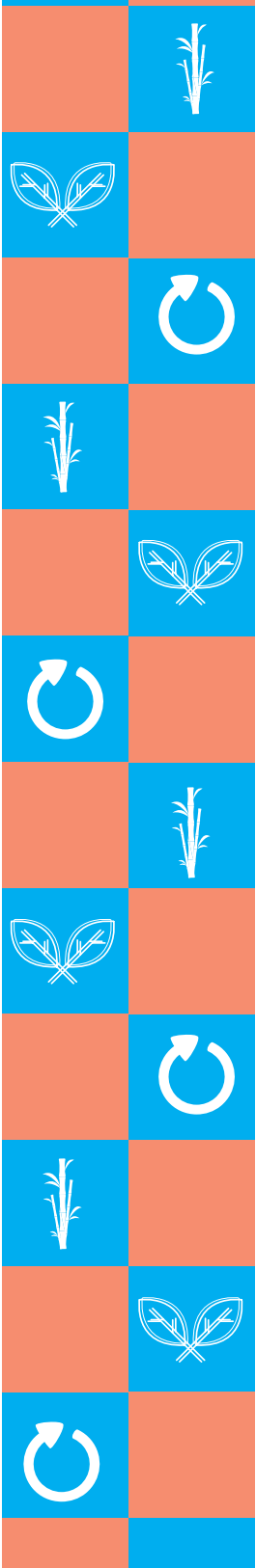
PAPEL BIODEGRADÁVEL A
PARTIR DE BAGAÇO
DA CANA-DE-AÇÚCAR

SÉRIE 2 | VOLUME 3

SUSTENTABILIDADE, REUTILIZAÇÃO
E PRODUTOS NATURAIS

Felipe Rodrigues de Andrade
Amanda de França Lima
Nicole Biatriz de Oliveira Santos
Geisa Ferreira dos Santos

 **Edufal**



Vera Lucia Pontes dos Santos
Maria Ester de Sá Barreto Barros
Jadriane de Almeida Xavier
(Org.)

COLEÇÃO SINPETE

CIÊNCIA NA ESCOLA PARA O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

SÉRIE 2 | VOLUME 3

**SUSTENTABILIDADE, REUTILIZAÇÃO
E PRODUTOS NATURAIS**



Maceió/AL
2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

Reitor

Josealdo Tonholo

Vice-reitora

Eliane Aparecida Holanda Cavalcanti

CONSELHO EDITORIAL DA EDUFAL

Presidente

Eraldo de Souza Ferraz

Gerente

Diva Souza Lessa

Coordenação Editorial

Fernanda Lins de Lima

Secretaria Geral

Mauricélia Batista Ramos de Farias

Bibliotecário

Roselito de Oliveira Santos

Membros do Conselho

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 Moraes Oliveira

Juliana Roberta Theodoro de Lima

Júlio Cezar Gaudêncio da Silva

Mário Jorge Jucá

Muller Ribeiro Andrade

Rafael André de Barros

Sílvia Beatriz Beger Uchôa

Tobias Maia de Albuquerque Mariz

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)

Núcleo de Conteúdo Editorial

Fernanda Lins de Lima - Coordenação

Roselito de Oliveira Santos - Registros

e catalogação

Planejamento do Projeto gráfico, diagramação e capa

Mariana Lessa

Revisão ortográfica e Normalização (ABNT)

Aleph Danillo da Silva Feitosa

Ícones da capa

Freepik

Catalogação na fonte

Editora da Universidade Federal de Alagoas - EDUFAL

Núcleo Editorial

Bibliotecário responsável: Roselito de Oliveira Santos - CRB-4/1633

C212 Canacraft: papel biodegradável a partir de bagaço da cana-de-açúcar / Felipe Rodrigues de Andrade [et.al]. - Maceió: EDUFAL, 2025. 80 p.: il.

ISBN- 978-65-5624-498-3 E-book

Coleção SINPETE: ciência na escola para o desenvolvimento sustentável. Série 2. Volume 3. Sustentabilidade, reutilização e produtos naturais.

1 Escola sustentável 2. Papel biodegradável. 3. Reciclagem-bagaço da cana

I. Lima, Amanda de França II. Santos, Nicole Biatriz de Oliveira .

III. Santos, Geisa Ferreira dos.

CDU: 37:504

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

Felipe Rodrigues de Andrade
Amanda de França Lima
Nicole Biatriz de Oliveira Santos
Geisa Ferreira dos Santos

COLEÇÃO SINPETE

CIÊNCIA NA ESCOLA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

CANACRAFT

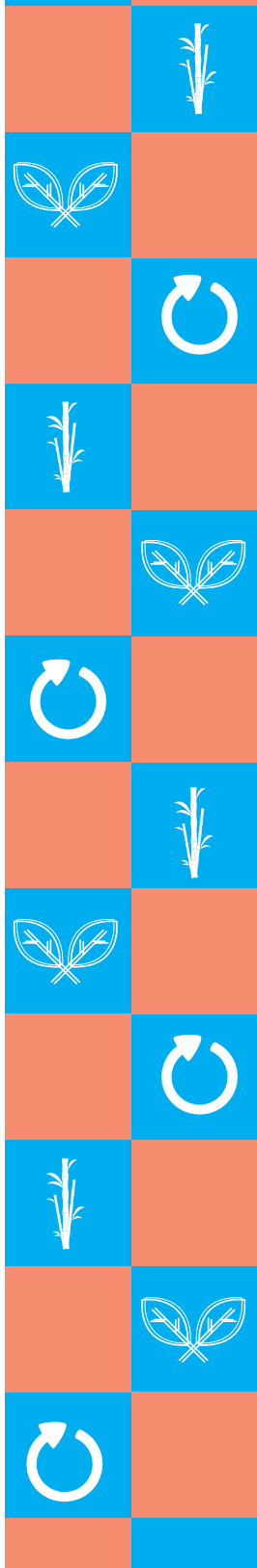
**PAPEL BIODEGRADÁVEL A PARTIR DE BAGAÇO
DA CANA-DE-AÇÚCAR**

SÉRIE 2 | VOLUME 3

**SUSTENTABILIDADE, REUTILIZAÇÃO
E PRODUTOS NATURAIS**



**Maceió/AL
2025**



Este volume integra a Coleção SINPETE - *Ciência na Escola para o Desenvolvimento Sustentável*, produto do Laboratório de Mentoria 2024-2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS (Ufal)

Reitor

Josealdo Tonholo

Vice-reitora

Eliane Aparecida Holanda Cavalcanti

Pró-Reitora de Graduação

Eliane Barbosa da Silva

Coordenador de Desenvolvimento Pedagógico

Willamys Cristiano Soares

Coordenação do Programa de Formação Continuada em Docência do Ensino Superior (Proford/Ufal)

Regina Maria Ferreira da Silva Lima

Vera Lucia Pontes dos Santos

Líder do Grupo de Pesquisa Formação de Professores da Educação Básica e Superior (Foproebs/Prograd/Ufal)

Vera Lucia Pontes dos Santos

Coordenação-geral do Programa SINPETE - Ciência e Inovação na Educação Básica (Prograd/Ufal)

Vera Lucia Pontes dos Santos

Regina Maria Ferreira da Silva Lima

Coordenação do projeto Ciclo de Formação em Educação Científica e Sustentabilidade dos Biomas Brasileiros (Ufal/CNPq/MCTI)

Vera Lucia Pontes dos Santos

Laboratório de Mentoria (LabMent)

Coordenação

Hilda Helena Sovierzoski

Maria Ester de Sá Barreto Barros

Mentores científicos

André Felipe de Almeida Xavier

Cristiano da Silva Santos

Eliemerson de Souza Sales

Felipe Cabral da Silva

Francine Santos de Paula

Geisa Ferreira dos Santos

Isnaldo Isaac Barbosa

Jadriane de Almeida Xavier

Jeylla Salomé Barbosa dos Santos Lima

Lais de Miranda Crispim Costa

Laura Cristiane de Souza

Letícia Ribes de Lima

Luana Marina de Castro Mendonça

Luciana Santana

Luis Guillermo Martinez Maza

Marcela Fernandes Peixoto

Maria Ester de Sá Barreto Barros

Marília de Matos Amorim

Müller Ribeiro Andrade

Nickson Deyvis da Silva Correia

Patrícia Brandão Barbosa da Silva

Raphael de Oliveira Freitas

Regina Maria Ferreira da Silva Lima

Ricardo Augusto da Silva
Rosane Batista de Souza
Rosely Maria Moraes de Lima Frazão
Sidinelma Araújo Filho
Vanessa Maria Costa Bezerra Silva
Vanuza Souza Silva
Vera Lucia Pontes dos Santos

Projetos

1. Atendimento educacional especializado: caixa de jogos em contextos de aprendizagens criativas.
2. Barbatimed: produção de membrana biodegradável a partir do amido da casca da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) utilizando extrato do barmatimão (*Stryphnodendron barbatiman*) como alternativa ecológica para curativos.
3. Biobijus: produção de bijuterias a partir da casca do ovo.
4. Canacraft: papel biodegradável a partir de bagaço de cana-de-açúcar.
5. Cobogós ecológicos e renda filé: sustentabilidade e cultura na arquitetura.
6. Desenvolvimento e aplicabilidade de filmes biodegradáveis em frutas.
7. Econap: conforto sustentável para pets.
8. Educação contextualizada e práticas sustentáveis na Escola Antônio Barbosa Leite.
9. Emma coque: madeira compensada sustentável utilizando os resíduos do coqueiro (*Cocos nucifera*).
10. Geladeira rentável de pastilha de Peltier.
11. Gess eco: utilização sustentável de casca de ovo na produção de gesso.
12. Hora do conto: território de aprendizagens.
13. Horta vertical: práticas com uso de material de descarte.
14. Liderança feminina e motivação matemática lúdica para estudantes da Escola Pedro Tenório Raposo.

15. Memes para ver ouvir: laboratório de memes acessíveis para professores e usuários da audiodescrição.
16. Mentoria por pares em escolas alagoanas.
17. M.E.T.A: Mudança Estudantil Tavares Acessível.
18. Mulheres em Alagoas: desafios para a valorização da figura feminina na formação cultural.
19. Pomada Dermaliv.
20. Produção de biofertilizantes a partir de microrganismos eficientes coletados na caatinga.
21. Projeto de iniciação científica júnior - parasitos em foco: investigando e educando sobre doenças parasitárias em Paripueira-AL.
22. Projeto desvendando o céu da lagoa.
23. Povos quilombolas alagoanos: desafios para a valorização e reconhecimento da sua cultura.
24. Reciclamapa.
25. Repelente Caseiro.
26. Salas inteligentes com realidade aumentada: transformando a educação com tecnologia.
27. Sargassole - produção de uma borracha sustentável.
28. Sistemas inteligentes de embalagens à base de resíduos agroalimentares.
29. Tecendo redes e saberes: a sala *maker* da criatividade e empreendedorismo.
30. *Wildlife Adventures*: biomes – um jogo digital para educação e exploração dos biomas brasileiros.

Municípios

Branquinha, Maceió, Murici, Olho d'Água do Casado, Palmeira dos Índios, Rio Largo, Paripueira e Olho d'Água Grande.

Escolas Municipais

Escola Municipal Antônio Barbosa Leite

Escola Municipal de Ensino Fundamental Pedro Tenório Raposo

Escola Municipal de Ensino Fundamental Profa. Maria das Graças Oliveira

Escola Municipal Demócrito José

Escola Municipal Josélio Efigênio de Vasconcelos

Escola Municipal Silvestre Péricles

Escolas Estaduais

Escola Estadual Anália Tenório

Escola Estadual Dr. Rodriguez de Melo

Escola Estadual Graciliano Ramos

Escola Estadual João Francisco Soares

Escola Estadual Professor Rosalvo Lôbo

Escola Estadual Professora Benedita de Castro Lima

Escola Estadual Tavares Bastos

Escolas Particulares

Colégio Rosalvo Félix

Colégio Santíssima

Unidade Integrada Sesi/Senai Carlos Guido Ferrario Lobo

Instituições Federais

Instituto Federal de Alagoas (Ifal) - Campus Murici

Universidade Federal de Alagoas (Ufal) - Campus Maceió

- Faculdade de Letras (Fale/Ufal)

- Faculdade de Medicina (Famed/Ufal)

Apoio Institucional

Secretaria de Estado da Ciência, da Tecnologia e da Inovação (Secti) de Alagoas

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (Fapeal)

Fundação Universitária de Desenvolvimento de Extensão e Pesquisa (Fundepes)

Universidade Estadual de Alagoas (Uneal)

Instituto Federal de Alagoas (Ifal)
Secretaria de Estado da Educação (Seduc - AL)
Instituto do Meio Ambiente (IMA)
União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (Undime)
Secretaria Municipal de Educação de Maceió (Semed Maceió)
Federação das Indústrias do Estado de Alagoas - Fiea

Apoio Financeiro

Programa de Extensão da Educação Superior na Pós-Graduação
(Proext-PG/Ufal)
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
(Capes)
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
(CNPq)
Programa Nacional de Popularização da Ciência (Pop Ciência)
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)

Obra financiada com recursos do Programa de Extensão da Educação Superior na Pós-Graduação (Ufal/Capes/Proext-PG).



AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Escola Estadual Professora Benedita de Castro Lima, que cedeu espaço e ofereceu suporte para a execução das atividades de pesquisa; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (Fapeal), que ofereceu suporte financeiro, logístico e pessoal para a realização da pesquisa; à Universidade Federal de Alagoas, especialmente ao Laboratório de Mentoria do Programa Sinpete (LabMent/Sinpete), por concretizar os espaços de divulgação do projeto, bem como ceder ambientes e pesquisadores para a condução da pesquisa.





SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DA COLEÇÃO	17
APRESENTAÇÃO DO VOLUME	23
1 INTRODUÇÃO	25
2 BASES DO PROJETO: JUSTIFICATIVA, FONTES REFERENCIAIS E RELAÇÃO COM OS ODS	29
3 DO PROBLEMA À AÇÃO: PERGUNTA DA PESQUISA E OBJETIVOS	33
4 DESCRIÇÃO DAS PRÁTICAS DE LABORATÓRIO E PRODUÇÃO	35
Obtenção do material	35
Pré-tratamento	35
Trituração do material	36
Secagem do material	36
Peneiração do material	37
Extração da celulose	37
Produção do papel	38
Caracterização do papel	39
Teste de decomposição	39

5	DADOS, ANÁLISE E DISCUSSÕES	43
6	CONSTRUINDO CIÊNCIA EM REDE: EXPERIÊNCIAS NO SINPETE E LABMENT	63
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
	REFERÊNCIAS	69
	SOBRE OS/AS AUTORES/AS E ORGANIZADORAS	73



APRESENTAÇÃO DA COLEÇÃO

É com imensa alegria que apresentamos a terceira edição da *Coleção Sinpete – Ciência na Escola para o Desenvolvimento Sustentável*, uma publicação anual que se consolida como espaço de divulgação científica e popularização da ciência, tecnologia e inovação entre estudantes e professores da Educação Básica e Superior. Esta obra é fruto do compromisso da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), por meio do Programa *Sinpete – Ciência e Inovação na Educação Básica*, com a valorização da ciência escolar, a promoção da cultura científica e o incentivo a práticas sustentáveis nos diversos territórios educacionais de Alagoas.

Resultado direto do Laboratório de Mentoria (Lab-Ment), a Coleção reafirma o papel da universidade pública na formação de sujeitos críticos e criativos, na construção coletiva do conhecimento e no fortalecimento do vínculo entre ciência e sociedade.

Nesta terceira edição, são apresentados trinta projetos escolares de pesquisa e intervenção realizados por professores e estudantes do Ensino Fundamental, Médio,





Técnico e Superior, oriundos de escolas públicas e privadas de oito municípios alagoanos. As experiências aqui publicadas foram selecionadas por meio do “Concurso de Ideias e Pesquisas Inovadoras” do Sinpete 2024, realizado de forma simultânea nos municípios de Maceió, Arapiraca e Delmiro Gouveia, durante a 21ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. Todo o processo contou com a participação essencial dos mentores científicos do LabMent — uma equipe interdisciplinar composta por docentes, discentes de pós-graduação e pesquisadores da Ufal e instituições parceiras — que acompanharam cada equipe, desde a revisão da versão inicial do projeto à elaboração do texto final do livro.

A proposta metodológica da Coleção se alicerça na prática da mentoria científica, compreendida como uma ação formativa, dialógica e orientadora, que promove a escuta, o acolhimento, o desenvolvimento das competências investigativas e o estímulo à autoria estudantil. Cada equipe é formada por um professor-orientador e até quatro estudantes, acompanhados por um mentor voluntário, em uma relação de confiança, colaboração e construção mútua de saberes. Essa aproximação entre universidade e escola reafirma o compromisso da Ufal com a formação continuada e com o fortalecimento da Educação Básica e Superior de Alagoas.

Todos os projetos publicados dialogam com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com destaque para as áreas de Educação Científica, Educação Ambiental, Educação em Direitos Humanos e Educação para o Desenvolvimento Sustentável, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Or-



ganização das Nações Unidas (ONU, 2015). Dentre as competências mobilizadas, destacam-se o pensamento crítico e criativo, a empatia, a colaboração, a responsabilidade social e o protagonismo juvenil.

A Coleção valoriza a ciência feita com os recursos do território, a partir de uma abordagem pedagógica interdisciplinar, voltada à resolução de problemas reais e ao uso criativo de tecnologias acessíveis. Os projetos apresentados demonstram que a ciência pode — e deve — ser compreendida como uma prática viva, coletiva e transformadora, construída com e para os estudantes.

Para facilitar a leitura, articulação pedagógica e aplicação dos conteúdos nos contextos escolares, os 30 projetos estão organizados em três séries temáticas, compostas por dez volumes, cada:



A. Série 1 - Educação, Inclusão e Inovação Didática

Apresenta propostas voltadas a práticas pedagógicas inovadoras, acessibilidade, cidadania e uso criativo de tecnologias educacionais:

1. Mulheres em Olho d'Água Grande (AL): desafios para a valorização da figura feminina na formação cultural;
2. Soluções criativas e sustentáveis para cultivar a vida dentro da escola;
3. Meta: Mudança Estudantil Tavares Acessível: uma jornada de transformação rumo à inclusão e à diversidade;
4. Memes pra Ver Ouvir: laboratório de memes científicos acessíveis para professores e usuários da audiodescrição



5. Caixa de jogos: aprendizagens criativas no atendimento educacional especializado;
6. Mentoria por pares: transformando realidades em escola pública alagoana;
7. Povos quilombolas alagoanos: desafios para a valorização e o reconhecimento da cultura da comunidade Mumbaça;
8. Wildlife adventures: um jogo digital educativo para explorar os biomas brasileiros;
9. Liderança feminina e matemática lúdica: motivação e aprendizagem na Escola Pedro Tenório Raposo;
10. Hora do conto, território de aprendizagens: contação de histórias para encantar e incentivar a leitura nos anos iniciais.



B. Série 2 – Sustentabilidade, Reutilização e Produtos Naturais

Reúne iniciativas que promovem o reaproveitamento de materiais, a valorização da biodiversidade, a biotecnologia e a produção sustentável:

1. Sustentabilidade nas mãos dos estudantes: horta vertical com reuso do plástico na Escola Municipal Silvestre Péricles;
2. Barbatimed: membrana cicatrizante sustentável feita com resíduos de mandioca e barbatimão;
3. Canacraft: papel biodegradável a partir de bagaço de cana-de-açúcar;
4. Gess Eco: utilização sustentável de casca de ovo na produção de gesso;

5. Cobogós com alma alagoana: renda filé, arquitetura e sustentabilidade;
6. Pomada d'Aliv: elaboração de um produto com a utilização de plantas medicinais para tratamento de contusões;
7. Soluções da natureza: produção escolar de repelentes ecológicos;
8. Biofertilizantes do Sertão: microrganismos da caatinga a serviço da sustentabilidade;
9. BioBijus: transformando casca de ovo em arte e sustentabilidade;
10. Emma Coque: compensado sustentável utilizando os resíduos do coqueiro.



C. Série 3 – Tecnologia Sustentável e Inovação Aplicada



Contempla projetos com foco em dispositivos funcionais, soluções tecnológicas e protótipos com impacto ambiental positivo:

1. Geladeira rentável com pastilha de Peltier: uma alternativa sustentável e acessível para refrigeração;
2. Filmes biodegradáveis: inovação sustentável na conservação de frutas;
3. Sargassole – É possível produzir borracha a partir do sargasso?;
4. Além das quatro paredes: educação imersiva com realidade aumentada;
5. Desvendando o céu da lagoa: astronomia para todos;



6. Reciclmapa: um aplicativo com elo entre ciência, educação e meio ambiente;
7. Doenças parasitárias em Paripueira (AL): investigação científica e educação em saúde;
8. Criar, Reutilizar, Cuidar: camas sustentáveis para pets com pneus inservíveis;
9. Tecendo redes e saberes: a sala maker da criatividade e do empreendedorismo;
10. Sistemas inteligentes de embalagens à base de resíduos agroalimentares.

Esta edição da Coleção SINPETE é mais do que uma compilação de projetos científicos — é um convite à esperança, à criatividade e à ciência que nasce na escola, ganha forma com ela e se fortalece na ponte com a universidade. Por meio destas páginas, é possível testemunhar como a nossa adolescência e juventude vêm se apropriando do conhecimento científico para transformar suas comunidades, imaginar futuros sustentáveis e afirmar sua voz no mundo.

Convidamos você, leitor e leitora, a mergulhar nesta leitura com olhar curioso e coração aberto. Que cada página inspire novas ideias, que cada projeto dialogue com sua prática, e que, juntos, possamos reafirmar o poder da ciência, da educação e do trabalho colaborativo na construção de um mundo mais justo, inclusivo e sustentável.

As Organizadoras





APRESENTAÇÃO DO VOLUME

Este livro nasce da inquietação, da curiosidade científica e do compromisso ambiental de duas jovens pesquisadoras que, ainda no Ensino Médio, aceitaram o desafio proposto por seu professor: produzir ciência a partir da realidade vivida e propor caminhos criativos e sustentáveis para os problemas ambientais discutidos em sala de aula.

Desenvolvido pelas estudantes Amanda de França Lima e Nicole Biatriz de Oliveira Santos, da Escola Estadual Professora Benedita de Castro Lima, em Maceió (AL), sob orientação do professor Felipe Rodrigues de Andrade, licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Alagoas (Ufal), o projeto revela o potencial transformador da ciência escolar.

Intitulado “Canacraft: confecção de papel biodegradável a partir de bagaço de cana-de-açúcar”, a iniciativa foi apresentada no Concurso de Ideias e Pesquisas Inovadoras durante a Semana de Pesquisa, Tecnologia e Inovação na Educação Básica promovido pelo Programa Sinpete – Ciência e Inovação na Educação Básica (Sinpete 2024), uma iniciativa da Ufal que aproxima a universidade da escola pública, valorizando os saberes locais e o protagonismo estudantil.





Ao investigar o reaproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar – um resíduo comum e subutilizado em contextos urbanos – para a produção de papel biodegradável, o projeto propõe uma alternativa sustentável à produção tradicional de celulose, historicamente ligada à monocultura de eucalipto e seus impactos socioambientais. Com criatividade, rigor metodológico e profundo engajamento, as autoras desenvolveram protocolos inéditos de extração de celulose viáveis para o ambiente escolar, demonstrando a possibilidade de um processo acessível, replicável e de baixo custo.

Mais do que um exercício acadêmico, esta obra é um convite à reflexão sobre os rumos da ciência, da sustentabilidade e do papel da escola pública na formação de sujeitos críticos, criativos e comprometidos com o futuro. Ela comprova que a pesquisa científica pode – e deve – nascer no chão da escola, quando há incentivo, escuta, confiança e políticas públicas comprometidas com a equidade e o letramento científico.

Ao mesmo tempo em que evidencia o valor da Educação Básica como espaço legítimo de produção de conhecimento, este livro mostra que respostas concretas aos desafios ambientais e sociais do presente podem surgir da força criadora de estudantes e professores, quando estes são reconhecidos como agentes da transformação.

Geisa Santos

Mentora científica do Laboratório de Mentoria do
Sinpete/Ufal





1 INTRODUÇÃO

Este livro é resultado de uma pesquisa de iniciação científica desenvolvida na Educação Básica, vinculada ao Programa de Bolsas de Iniciação Científica Júnior (Pibic Jr.) e ao Programa Sinpete - Ciência e Inovação na Educação Básica, por meio das atividades do Laboratório de Mentoria (LabMent), da Universidade Federal de Alagoas (Ufal). A investigação teve como objetivo central desenvolver papel biodegradável a partir do bagaço de cana-de-açúcar, explorando suas potencialidades como substrato alternativo e sustentável.

O estudo envolveu a experimentação de diferentes protocolos de extração de celulose e o uso de três granulometrias de fibras distintas (1 mm, 0,85 mm e 0,25 mm), com o intuito de identificar os processos mais eficientes e economicamente viáveis para a fabricação de papel. Também foram testados diversos métodos de tratamento da matéria-prima, buscando otimizar a produção e reduzir os custos associados à industrialização da celulose.

A pergunta norteadora da pesquisa foi: Como produzir papel biodegradável a partir do bagaço de cana-de-açúcar, utilizando diferentes granulometrias de fibras nos





processos de extração da celulose e confecção de papel? Para respondê-la, definiu-se como objetivo geral testar a produção de papel a partir desse resíduo orgânico, por meio da aplicação de dois novos protocolos elaborados pelas estudantes, em diálogo com procedimentos previamente descritos por Mzimela *et al.* (2018) e Ramos *et al.* (2019).

Além disso, a pesquisa se propôs a comparar as características físicas dos papeis produzidos, considerando tanto a granulometria quanto os protocolos utilizados. Os critérios de análise envolveram aspectos como cor, permeabilidade à tinta de caneta hidrográfica, textura e resistência à flexão, a fim de validar a viabilidade técnica do material para usos diversos.

Convidamos o leitor a acompanhar essa jornada científica, que se inicia na seção 2 – *Bases do Projeto: Justificativa, Fontes Referenciais e Relação com os ODS*, na qual apresentamos o panorama da produção de papel e celulose no Brasil e no mundo, bem como os impactos ambientais da monocultura do eucalipto e o potencial de reaproveitamento de resíduos da cana-de-açúcar, com foco no contexto alagoano. Nessa seção, também discutimos como esta pesquisa se articula aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), propondo soluções que apontam para um desenvolvimento mais justo e ambientalmente responsável.

Na seção 3 – *Do Problema à Ação: Pergunta da Pesquisa e Objetivos*, o leitor encontrará a construção lógica da investigação, desde a inquietação inicial até os propósitos que guiaram o estudo.



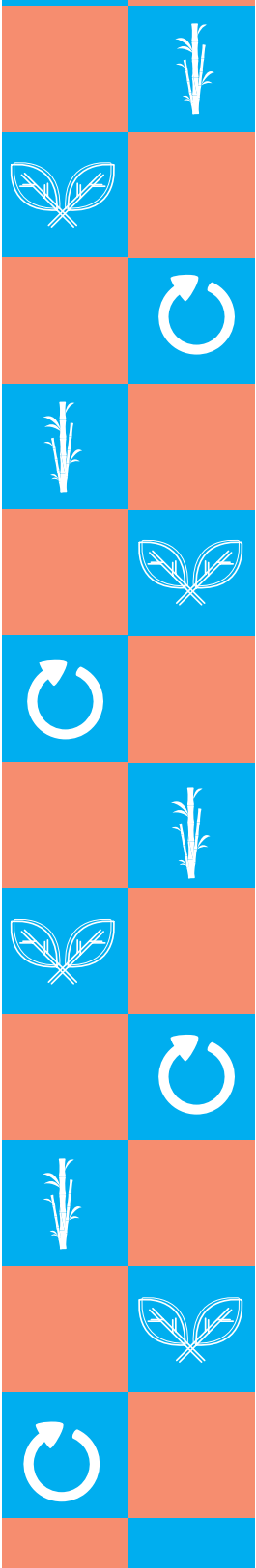
A seção 4 – *Descrição das práticas de laboratório e produção* detalha os procedimentos técnicos, recursos e métodos adotados ao longo do processo experimental, evidenciando o rigor científico e a criatividade presentes em cada etapa.

A seção 5 – *Dados, Análise e Discussões* apresenta os resultados obtidos, com base na observação e comparação dos papéis produzidos, estabelecendo conexão entre teoria e prática e apontando os achados mais relevantes da pesquisa.

Na seção 6 – *Construindo Ciência em Rede: Experiências no Sinpete e no LabMent*, os leitores são convidados a conhecer as vivências das estudantes e do professor orientador durante o percurso de formação, destacando o papel essencial da mentoria científica e das políticas de incentivo à pesquisa no fortalecimento da ciência na escola pública.

Por fim, a seção *Considerações finais* retoma os primeiros resultados da investigação, refletindo sobre as contribuições do trabalho para a área ambiental, para a educação científica e para futuras pesquisas que busquem aliar inovação, sustentabilidade e protagonismo estudantil.







2 BASES DO PROJETO:

JUSTIFICATIVA, FONTES REFERENCIAIS E RELAÇÃO COM OS ODS

A indústria do papel desempenha função estratégica na economia brasileira, sendo responsável por 2,5% da produção mundial, com 10,2 milhões de toneladas registradas em 2020 (Ministério de Minas e Energia, 2022). Paralelamente, o Brasil lidera as exportações globais de celulose e ocupa a segunda posição entre os maiores produtores mundiais. Ainda que o país disponha de processos industriais consolidados para a fabricação do papel, a extração de celulose – insumo essencial nesse processo – demanda atenção, tanto pela sua importância econômica quanto pelos impactos ambientais associados à sua produção em larga escala.

A extração de celulose, tradicionalmente baseada na monocultura de eucalipto, implica significativas perdas ambientais, como a redução da biodiversidade e a substituição de florestas nativas por plantações homogêneas de espécies exóticas. Embora o eucalipto ofereça vantagens na manutenção do solo, seus efeitos alelopáticos prejudicam a regeneração natural de outras espécies vegetais, comprometendo o equilíbrio ecológico (Farinaci; Ferreira; Batistella, 2013; Xu *et al.*, 2023).





Nesse contexto, torna-se urgente a busca por métodos alternativos e ambientalmente sustentáveis de produção de celulose e papel. A proposta não é substituir completamente o eucalipto, mas diversificar as fontes de matéria-prima, de modo a reduzir a pressão sobre os ecossistemas nativos e mitigar os impactos negativos do modelo extrativista vigente. É nesse cenário que se insere o presente projeto, que investiga o uso do bagaço de cana-de-açúcar – resíduo abundante da agroindústria alagoana – como substrato para a fabricação de papel biodegradável.

Responsável por 27% do Produto Interno Bruto (PIB) de Alagoas (Silva; Teixeira, 2019), a cadeia produtiva da cana-de-açúcar gera grande volume de resíduos, especialmente o bagaço. Parte desse material é reaproveitada na própria indústria sucroenergética, em atividades como cogeração de energia, produção de fertilizantes e alimentação animal. No entanto, nos centros urbanos, o bagaço oriundo da comercialização de caldo de cana é frequentemente descartado de maneira inadequada, contribuindo para a degradação ambiental, proliferação de microorganismos, emissão de gás do efeito estufa e contaminação do solo por chorume.

Para enfrentar esse desafio, o presente estudo propõe o reaproveitamento do bagaço de cana urbano por meio da lógica da logística reversa – prática incentivada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010). Essa abordagem não apenas reduz o impacto ambiental do descarte inadequado, como também se alinha à perspectiva da economia circular, promovendo soluções locais e sustentáveis,



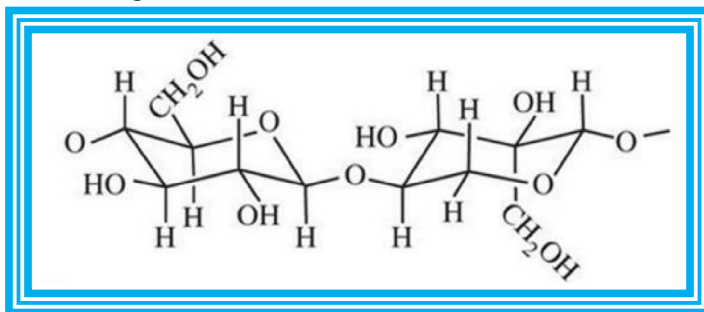
com potencial de geração de renda e fortalecimento comunitário (Custódio; Junqueira; Manrique, 2024).

A fabricação de papel a partir do bagaço de cana-de-açúcar é uma alternativa viável mesmo em pequena escala. Diferentemente de outras destinações, como a produção de compósitos ou fertilizantes – que exigem infraestrutura específica e regulamentação sanitária rigorosa – a manufatura do papel pode ser replicada em ambientes escolares, com insumos de baixo custo e reagentes acessíveis. Essa possibilidade democratiza o acesso à experimentação científica e estimula a inovação educacional e ambiental, especialmente no contexto da Educação Básica.

Do ponto de vista químico, a produção de papel exige a separação de três componentes vegetais: celulose, hemicelulose e lignina. A celulose (Figura 1), principal constituinte do papel, precisa ser isolada por meio de tratamentos que eliminem as demais substâncias. Um método comum envolve a aplicação de solução alcalina (como o hidróxido de sódio), na qual a celulose permanece insolúvel, enquanto a lignina e a hemicelulose são dissolvidas. O uso de agentes branqueadores como o hipoclorito de sódio, amplamente disponível e de baixo custo, complementa o processo, tornando-o apropriado para uso educacional (Costa et al., 2021; Bosco, 2022).



Figura 1 – Estrutura molecular da celulose.



Fonte: Bosco (2022, p. 2).

Adicionalmente, a proposta deste projeto está alinhada aos ODS da ONU, particularmente aos ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e 12 (Consumo e Produção Responsáveis). A adoção de práticas de reaproveitamento de resíduos e de inovação em pequena escala reforça o papel da ciência cidadã e da educação na promoção de um futuro mais sustentável.

Assim, a presente pesquisa não apenas investiga a produção de papel biodegradável a partir do bagaço de cana-de-açúcar, mas também propõe um modelo replicável e educativo, que aproxima a ciência da realidade escolar e contribui para a construção de soluções locais frente aos desafios ambientais globais. Trata-se de um estudo que reconhece o valor do conhecimento científico produzido na escola, fomentado pela interface universidade-escola e comprometido com a sustentabilidade.





3 DO PROBLEMA À AÇÃO:

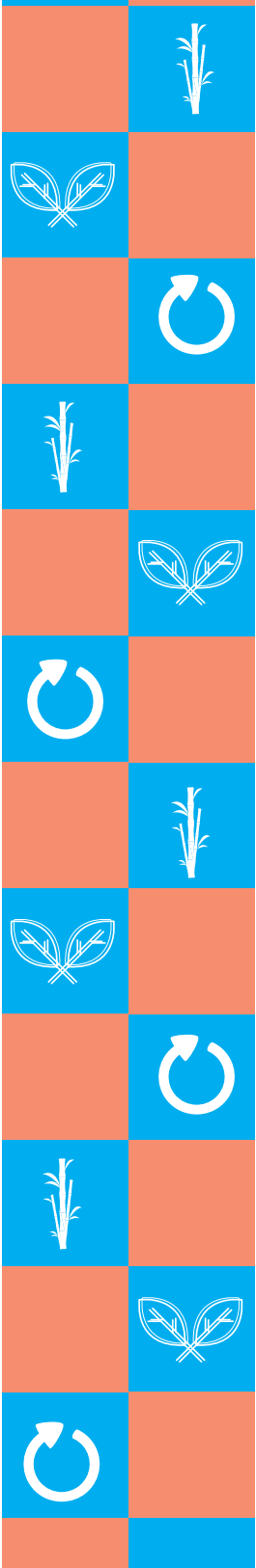
PERGUNTA DA PESQUISA E OBJETIVOS

Este estudo parte do seguinte problema de pesquisa: Como produzir papel a partir de bagaço de cana-de-açúcar, utilizando três granulometrias de fibras (1 mm, 0,85 mm e 0,25 mm) na extração da celulose e na confecção de papel biodegradável?

Com base nessa questão, o objetivo geral da pesquisa é testar a produção de papel a partir de bagaço de cana-de-açúcar, empregando dois novos protocolos de extração de celulose e fabricação de papel, tomando como referência dois protocolos já consolidados na literatura (Mzimela *et al.*, 2018; Ramos *et al.*, 2019).

Além disso, o estudo busca comparar as características físicas dos papéis obtidos, em função da granulometria das fibras e dos diferentes protocolos de extração de celulose utilizados. As propriedades analisadas foram: cor, permeabilidade à tinta de caneta hidrográfica, textura e resistência à flexão, com o intuito de avaliar a viabilidade do material produzido para diferentes finalidades.







4 DESCRIÇÃO DAS PRÁTICAS DE LABORATÓRIO E PRODUÇÃO

Obtenção do material

O bagaço de cana-de-açúcar foi obtido por meio da colaboração de pequenos comerciantes urbanos do bairro onde se localiza a escola-sede do estudo, no município de Maceió (AL), que produzem caldo de cana. Ao todo, foram coletados aproximadamente 2 kg de bagaço . O critério de seleção dos fornecedores foi a facilidade de acesso ao material e aos comerciantes locais.



Pré-tratamento

O resíduo passou por um pré-tratamento, que inclui lavagem e desfiamento manual das fibras do bagaço. A lavagem foi feita com água corrente, para remover impurezas, como areia e fungos. Em seguida, o material foi submetido à separação mecânica, feita manualmente, das fibras, considerando-se a espessura máxima de 1 mm, a fim de facilitar a etapa de trituração.



Trituração do material

A trituração inicial foi realizada em meio líquido, utilizando um liquidificador de baixa rotação (8L, 1,00 Cv), na proporção de 200g de bagaço para 2L de água destilada. Foram realizados 15 ciclos de trituração, com duração de três minutos cada (um minuto de funcionamento do equipamento e dois minutos de pausa, para evitar sobrecarga do equipamento). O objetivo foi reduzir a granulometria do bagaço para adequação à produção do papel.

Após a trituração, obteve-se uma pasta aquosa, que foi filtrada com peneiras de abertura aproximada de 1 mm em béqueres de 600 mL. O material filtrado foi então transferido para placas de Petri. O processo foi repetido até que a quantidade de material restante se tornasse marginal. Posteriormente, essa etapa foi substituída por uma trituração mais eficiente, utilizando triturador forrageiro (modelo TRE-25), com cinta de peneiração de 3 mm, o que facilitou a posterior peneiração.



Secagem do material

Para obtenção do material granulado, a pasta armazenada nas placas de Petri foi levada a estufas de secagem e esterilização (modelo DHG9015D), a 60°C, por 8 horas com interrupções para monitoramento, respeitando a disponibilidade do Laboratório de Ciências. Já o material triturado com o triturador forrageiro foi seco à temperatura ambiente por cerca de uma semana, até a eliminação da umidade.

Peneiração do material

Após a secagem, o granulado foi peneirado com auxílio de duas peneiras granulométricas de aço (20 cm de diâmetro), aberturas de 0,25 mm e 0,85 mm. Para a amostra A, foi utilizada apenas a peneira de 0,85mm; para a amostra B, ambas as peneiras foram usadas sequencialmente. Uma peneira de plástico com abertura de 1mm também foi empregada para tratar o material mais grosseiro. A amostra C foi obtida utilizando apenas a peneira de 1 mm.

Extração da celulose

As amostras A (0,85 mm) e B (0,25 mm) foram submetidas aos protocolos de extração I e II, enquanto a amostra C (1 mm) foi submetida apenas ao protocolo II. A seguir, a descrição de ambos os protocolos:

- *Protocolo I:* aproximadamente 6 g de cada amostra foram colocados em balões de fundo chato, com auxílio de funil de vidro, juntamente com 100 mL de água destilada. O material foi aquecido por 4 horas em incubadora de laboratório (modelo Water Bath CU-420). Em seguida, foi tratado com solução de 4% (m/v) de hidróxido de sódio por mais 4 horas. Após a lavagem, com água destilada, cada amostra foi tratada com uma solução de hipoclorito de sódio (4% [v/v]) e hidróxido de sódio (2% [v/v]), e aquecida a 100 °C por 4h, na incubadora de laboratório.





- *Protocolo II*: cerca de 8 g de cada amostra foram preparadas da mesma forma quanto à adição de água destilada e aquecimento inicial. Em seguida, foram tratadas diretamente com solução de 4% (m/v) de hidróxido de sódio por 4 horas. Após a lavagem, as amostras passaram pelo processo de tratamento de 4% (v/v) de hipoclorito de sódio e 2% (m/v) de hidróxido, aquecidas a 100 °C por 4 horas.

Em ambos os protocolos, o material foi lavado com água destilada ao final, para remoção do licor negro – composto por lignina e parte da hemicelulose –, resultando em uma massa clara, rica em celulose.

A principal diferença entre os protocolos está na duração do tratamento físico-químico: 12 horas no protocolo I, dividido em três etapas, e 8 horas no protocolo II, com fusão de duas dessas etapas.



Produção do papel

Ao final do tratamento físico-químico, as amostras A, B e C foram moldadas em formas de papel com dimensões de 14 cm x 10 cm x 1 cm e 30 cm x 20 cm x 1 cm, compostas por tecido permeável e moldura de madeira. As folhas foram deixadas para secar à temperatura ambiente (entre 20 °C e 30 °C) por 72h.

Caracterização do papel

As amostras produzidas foram avaliadas quanto às seguintes propriedades físicas:

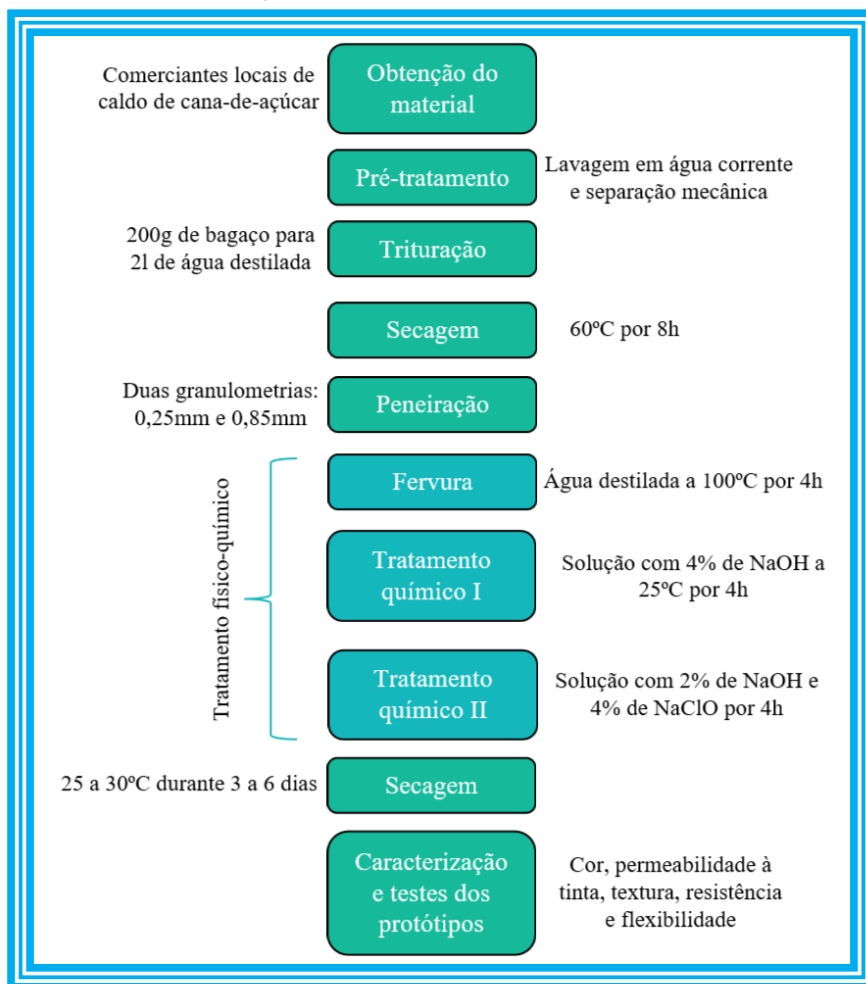
- a) cor;
- b) permeabilidade à tinta de caneta hidrográfica;
- c) textura; e
- d) resistência à flexão.

Teste de decomposição

Os protótipos foram submetidos a um teste de decomposição em ambiente semelhante ao solo comum, utilizando uma mistura de terra preta e solo argiloso. Três amostras de cada protótipo foram acondicionadas em copos de 200 mL e sua degradação foi observada a cada três dias.



Figura 2 – Fluxograma da metodologia de extração da celulose e fabricação do papel, utilizando o protocolo I.

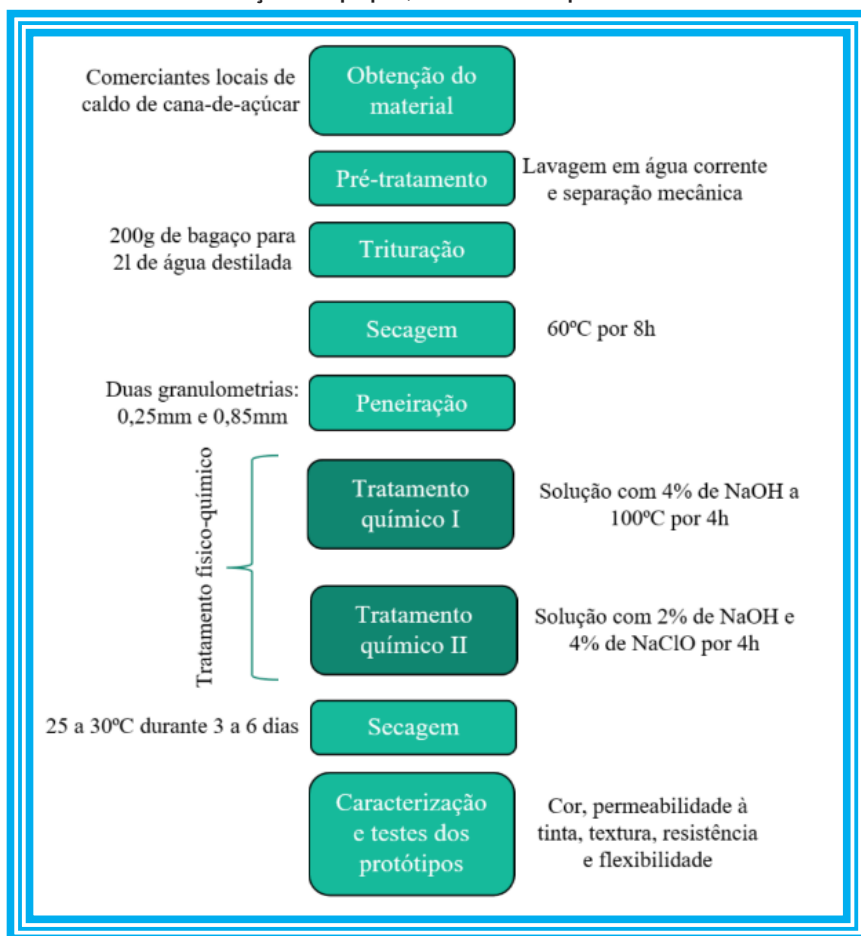


Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

O protocolo apresentado na Figura 2 é inédito e foi desenvolvido com base em estudos anteriores sobre extração de celulose, especialmente os de Mzimela *et al.* (2018)

e Ramos *et al.* (2019). Todas as etapas do protocolo I estão descritas no fluxograma. A seguir, o fluxograma (Figura 3) apresenta o protocolo II.

Figura 3 – Fluxograma da metodologia de extração da celulose e fabricação do papel, utilizando o protocolo II.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.



O protocolo II diferencia substancialmente do protocolo I por demandar um tempo 50% menor do tratamento físico-químico, totalizando apenas 8 horas, em comparação com as 12 horas exigidas pelo protocolo I.





5 DADOS, ANÁLISE E DISCUSSÕES

O presente estudo integra um projeto de maior escopo, cujo objetivo central é a comparação entre dois protocolos de extração de celulose. O primeiro, descrito no trabalho de Ramos *et al.* (2019), utiliza hexano e etanol como reagentes principais; o segundo, baseado na pesquisa de Mzimela *et al.* (2018), emprega hidróxido de sódio e hipoclorito de sódio. Considerando as especificidades da realidade da escola-sede onde a pesquisa foi conduzida, tornou-se necessário adaptar tais protocolos, resultando na formulação de procedimentos inéditos de extração da celulose. A principal inovação consistiu na introdução da trituração em meio líquido, que se mostrou significativamente mais acessível economicamente - com custo até três vezes inferior ao de equipamentos convencionais utilizados nesse tipo de processo.

A adoção da trituração em meio líquido representa um avanço importante para a viabilização de pesquisas científicas em ambientes escolares e contextos de baixo orçamento. Essa etapa contribui para democratizar a produção de papel a partir de fibras vegetais rígidas, tornando-a replicável em diferentes instituições educacionais. Confor-





me apontam Couto e Lange (2017), dois dos maiores entraves à implementação de sistemas sustentáveis de logística reversa no Brasil são: (1) a inviabilidade econômica, devido ao alto custo das soluções sustentáveis em comparação às alternativas poluentes; e (2) a escassez de estudos científicos que legitimem e sustentem a expansão desses sistemas.

A coleta do bagaço de cana-de-açúcar, matéria-prima do estudo, foi realizada mediante parcerias com comerciantes locais do do bairro onde se localiza a escola-sede, especialmente produtores de caldo de cana. Todo material foi obtido a custo zero, fortalecendo o vínculo entre a escola e sua comunidade, além de contribuir para a destinação sustentável de resíduos urbanos. Após os testes iniciais de conceito, a equipe de pesquisa obteve dois kg de bagaço, quantidade suficiente para a produção e análise das amostras utilizadas neste trabalho. O material foi devidamente armazenado em ambiente seco, com o intuito de minimizar a contaminação por fungos.

Durante o pré-tratamento, o bagaço foi lavado em água corrente para a remoção de impurezas visíveis. Contudo, devido ao armazenamento prolongado, observou-se a presença de contaminação fúngica leve em parte do material, o que exigiu etapas adicionais de lavagem e secagem em estufa a 120°C antes da trituração. Tal desafio levou à consideração da escala de obtenção do bagaço, favorecendo a aquisição de quantidades menores para garantir a integridade do material.

A trituração foi submetida a diferentes testes, com variações no número de ciclos, visando determinar o número



ideal que permitisse o melhor rendimento sem comprometer a qualidade da pasta. Inicialmente, a baixa eficiência do processo resultou em significativa perda de material.

Ao final dos experimentos, concluiu-se que a realização de 15 ciclos de trituração, com duração de três minutos cada (um minuto de funcionamento e dois de pausa), era a condição ideal. Quantidades inferiores resultavam em perda de material, enquanto ciclos adicionais não aumentavam significativamente a eficiência do processo.

O resultado da trituração foi uma pasta aquosa de coloração bege, composta majoritariamente por fibras celulósicas, com presença residual de lignina e hemicelulose. A Figura 4 ilustra essa pasta: A imagem A mostra o material durante o processo de peneiração e secagem inicial; a imagem B, o mesmo material disposto em placas de Petri, pronto para a secagem em estufa.



Figura 4 – Pasta de bagaço de cana-de-açúcar após trituração.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.



Após a trituração, a pasta aquosa obtida foi submetida ao processo de filtração, com o objetivo de reduzir o excesso de água e viabilizar a etapa de secagem subsequente. A pasta, parcialmente desidratada, foi então transferida para placas de Petri. Em determinado momento, testou-se a transferência da pasta para béqueres de 150 mL, buscando aumentar a eficiência da secagem por meio da concentração de maior volume em menor espaço. No entanto, essa estratégia mostrou-se ineficaz, pois o tempo necessário para a secagem nos béqueres foi significativamente superior ao das placas de Petri. Esse resultado se deve, sobretudo, ao aumento da retenção de umidade no interior da pasta e à menor eficiência na dissipação do calor nos béqueres. Diante disso, a equipe decidiu retomar o protocolo original. Testes futuros devem focar na otimização dessa etapa, visando obter uma massa com melhor qualidade em menor tempo de secagem.



A pasta foi então levada a estufa de secagem e esterilização, mantida a 60°C, por 4 horas. Antes da definição desse protocolo, foram realizados experimentos com seis combinações distintas de tempo e temperatura: (a) 60°C por 2h; (b) 60°C por 4h; (c) 80°C por 2h; (d) 80°C por 4h; (e) 120°C por 2h; e (f) 120°C por 4h. Os testes indicaram que a secagem em placas de Petri a 60°C durante 4h foi a condição mais eficaz, resultando em um granulado seco com bom rendimento e menor degradação do material. Ressalta-se, contudo, que diferentes tipos de biomassa podem exigir protocolos específicos de secagem, considerando as particularidades físicas e químicas de cada material. No caso

do bagaço de cana-de-açúcar, sua estrutura fibrosa e a proporção entre celulose, hemicelulose e lignina afetam diretamente o tempo e a uniformidade da secagem.

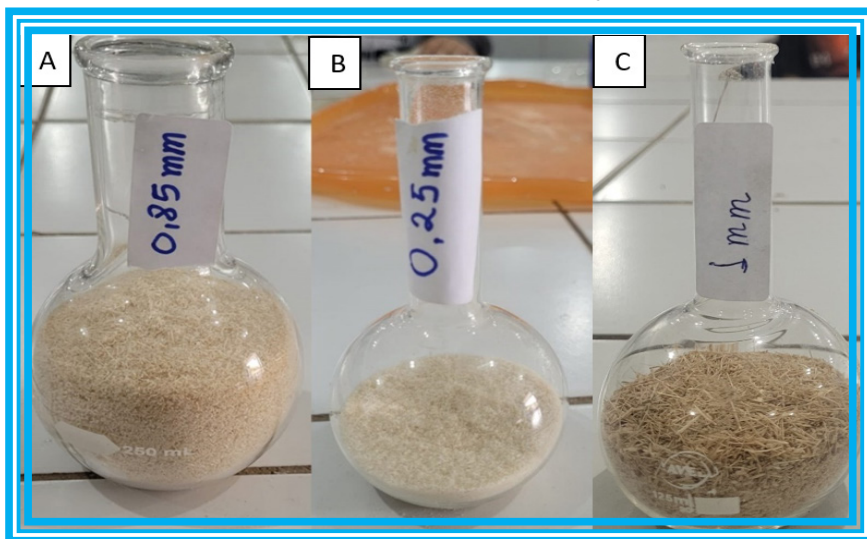
A etapa seguinte consistiu na peneiração do material seco. Utilizaram-se duas peneiras granulométricas de aço inoxidável com 20 cm de diâmetro, instalada em sistema de dupla peneiração. Inicialmente, parte do material foi separada utilizando-se a peneira com abertura de 0,85 mm. Outra parte passou por duas etapas sucessivas: primeiro pela peneira de 1 mm e, em seguida, pelo 0,25 mm. Com isso, foram obtidas três amostras distintas:

- Amostra A: fração retida pela peneira de 0,85 mm, composta por grânulos e algumas fibras alongadas;
- Amostra B: fração retida pela peneira de 0,25 mm, composta exclusivamente por grânulos, com remoção manual das fibras alongadas eventualmente presentes. Esta amostra foi peneirada duas vezes com a mesma malha para maior homogeneidade; e
- Amostra C: fração obtida após peneiração única com malha de 1 mm, sem etapa complementar.





Figura 5 – Amostras A (0,85 mm) à esquerda, B (0,25 mm) no centro e C (1 mm) à direita, após peneiração.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A extração da celulose constitui a etapa mais longa da pesquisa, envolvendo o tratamento físico-químico das amostras A, B e C, a partir de dois protocolos distintos.

O Protocolo I foi estruturado em três fases sequenciais:

- fervura do material em água destilada por 4 horas;
- tratamento químico em solução de 4% (m/v) de hidróxido de sódio por 4 horas, à temperatura ambiente;
- tratamento químico em solução de 4% (v/v) de hipoclorito de sódio e 2% (m/v) de hidróxido de sódio, por mais 4 horas, a 100°C.



O Protocolo II, por sua vez, consistiu em apenas duas fases:

- a. tratamento químico em solução de 4% (m/v) de hidróxido de sódio a 100°C por 4 horas; e
- b. tratamento químico em solução de 4% (v/v) de hipoclorito de sódio e 2% (m/v) de hidróxido de sódio, também por 4 horas, à mesma temperatura.

A primeira fase do Protocolo I, realizada com auxílio da incubadora do laboratório, consistiu na fervura das amostras em água destilada por 4 horas. O objetivo foi a separação parcial das fibras de celulose, hemicelulose e lignina, bem como a remoção de impurezas e biomoléculas indesejadas para a produção de papel. Durante essa etapa, observou-se mudança na coloração da solução e formação de duas fases: uma aquosa e outra rica em fibras. Após o tempo de fervura, as amostras foram deixadas em repouso até atingirem a temperatura ambiente, possibilitando o início da etapa seguinte.

Na segunda fase do Protocolo I, as amostras foram submersas em solução de 4% (m/v) de hidróxido de sódio, permanecendo em repouso por 4 horas, à temperatura ambiente. Essa etapa foi fundamental para a separação das fibras lignocelulósicas. O hidróxido de sódio promove a deslignificação e a solubilização de hemicelulose, enquanto a celulose, mais resistente à ação alcalina, permanece relativamente estável. Contudo, uma proporção residual de hemicelulose é desejável na composição do papel, pois contribui com propriedades importantes, como a flexibi-





lidade. Por esse motivo, o tempo de exposição foi rigorosamente controlado, conforme as diretrizes descritas por Mzimela *et al.* (2018).

A terceira fase do Protocolo I (e segunda fase do Protocolo II) envolveu o tratamento das amostras em solução de 4% (v/v) de hipoclorito de sódio e 2% (m/v) de hidróxido de sódio, durante 4 horas, mantida a 100°C. Antes dessa etapa, foi necessária uma lavagem intermediária, das amostras com água destilada, com o intuito de eliminar o excesso da solução alcalina anterior, evitar reações indesejadas e permitir que a fase final ocorresse em dia posterior, o que de fato foi necessário para as amostras A e B. Durante a reação, observou-se novamente mudança na coloração da mistura, sendo esse indicativo utilizado para acompanhar a evolução do processo. Ao término da fase, duas camadas distintas se formaram: uma rica em lignina (o chamado licor negro) e a outra contendo predominantemente fibras de celulose.

As amostras foram então retiradas da incubadora e novamente lavadas com água destilada, a fim de interromper os processos de branqueamento (provocado pelo hipoclorito de sódio) e de deslignificação (causado pelo hidróxido de sódio).

O protocolo II, por sua vez, iniciou-se com a combinação das duas primeiras etapas do Protocolo I, por meio da aplicação do hidróxido de sódio a 100 °C por 4 horas. Embora mais agressiva ao material, essa estratégia apresentou boa eficácia na separação das frações lignocelulósicas,



além de conferir maior agilidade ao processo, sem prejuízo à qualidade final da celulose obtida.

Após o término dos tratamentos físico-químico, as amostras A, B e C foram transferidas para béqueres e lavadas em abundância com água destilada, visando a completa remoção do licor negro. Esse cuidado permitiu manter uma proporção adequada entre celulose e hemicelulose, necessária para a produção de um papel com propriedades físico-mecânicas satisfatórias.

em seguida, as amostras umedecidas foram moldadas em formas específicas para papel, com dimensões de 14 cm x 10 cm x 1cm, construídas com molduras de madeira e tecido permeável, e deixadas para secagem à temperatura ambiente (entre 20°C e 30°C) por 72 horas (Figura 6). A amostra A secou no tempo estimado; entretanto, a amostra B, por características que serão discutidas na próxima seção, apresentou tempo de secagem duas vezes maior, entre cinco e seis dias. A Figura 6 ilustra o momento da deposição das amostras no molde para secagem.



Figura 6 – Amostras depositadas no molde para secagem.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A secagem das amostras A, B e C, conforme ilustrado na Figura 6, ocorreu sob condições controladas. Inicialmente, foram mantidas em estufa a 25°C por 48 horas e, em seguida, expostas à temperatura ambiente (entre 25°C e 30°C) por no mínimo 24 horas, totalizando 72 horas de secagem. Esse tempo foi estabelecido com base no protocolo descrito por Mzimela *et al.* (2019) e representava o intervalo esperado para a secagem completa das amostras.

Entretanto, apenas a amostra A (granulometria de 0,85 mm) completou o processo de secagem no prazo previsto. A amostra B (0,25 mm), em contraste, exigiu um tempo total de 144 horas (seis dias consecutivos) para alcançar a secagem completa, o que representou um resultado anômalo e preocupante, uma vez que inviabiliza sua utilização em um processo produtivo em maior escala.



Com base nesse comportamento divergente, propõe-se a seguinte hipótese: a granulometria reduzida da amostra B pode ter favorecido uma maior aglutinação entre os grânulos e fibras, reduzindo o espaçamento interno da massa e, conseqüentemente, dificultando a evaporação da água retida.. Embora cada grânulo possa ter absorvido menor volume individual de água, a compactação excessiva do conjunto – devido à ausência de partículas maiores (como as da amostra A) - comprometeu a permeabilidade do material. Fenômeno análogo é descrito na literatura em relação à estrutura dos solos, em que sedimentos de maior granulometria favorecem a drenagem e a perda de umidade, ao passo que partículas muito finas dificultam tais processos (Suguio, 2003).



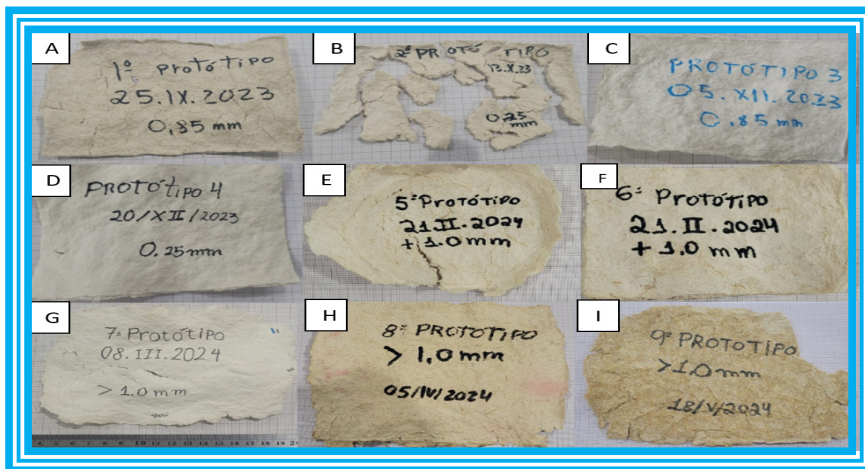
Após a secagem, foram produzidos 13 protótipos (P), identificados da seguinte forma:

- Protótipo 1 (P1): amostra A, protocolo I;
- Protótipo 2 (P2): amostra B, protocolo II;
- Protótipo 3 (P3): amostra A, protocolo II;
- Protótipo 4 (P4): amostra B, protocolo II;
- Protótipos 5 (P5) a Protótipo 13 (P13): amostra C, protocolo II.

A Figura 7 apresenta os Protótipos de P1 a P9 , com a seguinte correspondência: P1 (A0, P2 (B), P3 (C), P4 (D), P5 (E), P6 (F), P7 (G), P8 (H) E P9 (I). Já a Figura 8 apresenta os Protótipos P10, P11, P12 e P13.



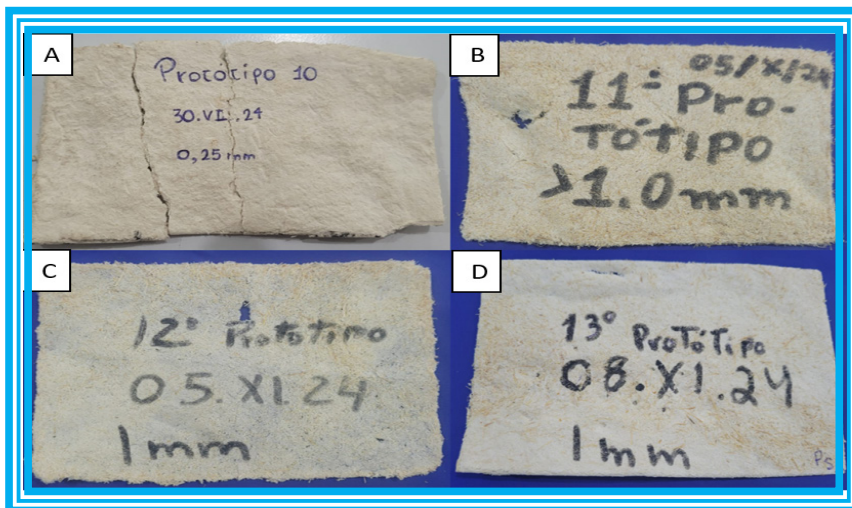
Figura 7 – Protótipos 1 a 9.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.



Figura 8 – Protótipos 10 a 13.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Para a caracterização cromática dos protótipos, utilizou-se como referência a Escala *Pantone* de Cores, com o objetivo de obter uma tonalidade bege, distinta do branco convencional dos papeis industrializados. A coloração final dos papeis foi influenciada, principalmente, pelo processo de branqueamento, promovido na etapa de tratamento químico com hidróxido de sódio e hipoclorito de sódio – este último atuando como agente branqueador. A ação combinada desses reagentes define a cor do produto final, podendo variar entre tonalidades mais escuras, próximas ao marrom, e outras mais claras, tendendo ao branco.

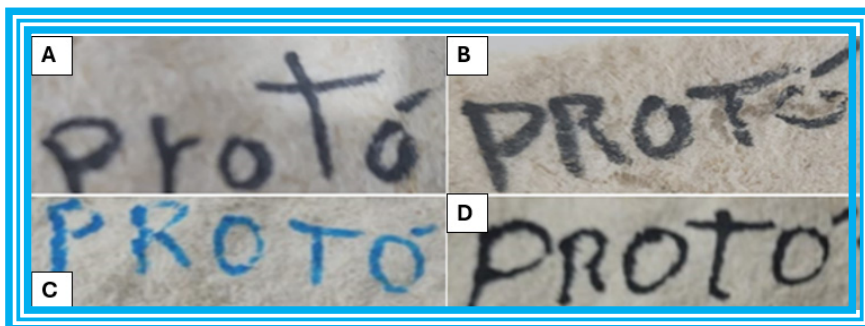
O objetivo, portanto, foi alcançar uma tonalidade intermediária, o que foi efetivamente obtido. Todos os protótipos apresentaram variações da cor bege (PMS 14-1118 TCX, segundo a Escala *Pantone*), com exceção do Protótipo 3 (P3), que apresentou tonalidade branca. Supõe-se que, nesse caso, a ação do hipoclorito de sódio tenha sido mais intensa, promovendo uma maior remoção de lignina, o que explicaria a coloração mais clara observada. No entanto, a causa da ocorrência não foi identificada.

A avaliação da porosidade dos protótipos foi realizada por meio de um teste de permeabilidade à tinta de caneta hidrográfica, utilizando como alternativa prática à análise por microscopia eletrônica, recurso indisponível para o presente estudo. Todos os protótipos foram bem-sucedidos no teste, demonstrando porosidade adequada do material, suficiente para absorver a tinta de maneira homogênea. Dentre os primeiros protótipos analisados, o Protótipo 4 (P4) apresentou o melhor desempenho em termos de



permeabilidade, o que pode indicar uma estrutura interna mais porosa e uniforme (Figura 9).

Figura 9 – Permeabilidade à tinta de caneta hidrográfica: P1 (A), P2 (B), P3 (C) e P4 (D).



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A diferença na porosidade entre os protótipos explica a variação observada na permeabilidade à tinta, mais adequada nos protótipos 1 (P1) e 3 (P3), ambos produzidos com material de maior granulometria (0,85 mm), em comparação ao protótipo 2 (P2). A presença de grânulos e fibras maiores em P1 proporcionou uma superfície de contato mais porosa, permitindo que a tinta da caneta hidrográfica penetrasse de forma mais uniforme no papel. Assim, a utilização de partículas de maior granulometria mostrou-se mais eficiente nesse aspecto da produção.

Entretanto, um fator determinante modificou os resultados esperados: a uniformidade do material, proporcionada por uma secagem adequada. Isso foi evidenciado no protótipo 4 (P4), produzido com a menor granulometria (0,25 mm), que apresentou ótima permeabilidade à tinta



e superior conformação para escrita, graças a sua textura mais lisa, em comparação aos demais protótipos.

No que se refere à textura superficial, o Protótipo 1 (P1) apresentou aspecto mais grosseiro, com presença de fibras muito alongadas (até 4 mm), além das partículas padrão (até 0,85 mm). Durante o teste de escrita, esse protótipo mostrou-se mais áspero do que o P2, que estava dentro do esperado. Por outro lado, P1 revelou maior uniformidade estrutural que P2, apresentando menos rachaduras. Ambos os protótipos apresentaram bordas irregulares, resultado de um processo de secagem heterogêneo, o que aponta para a necessidade de melhorias nesta etapa do protocolo. Em testes futuros, pretende-se utilizar prensas e moldes personalizados para controlar de forma mais precisa a perda de umidade e espessura dos papéis.

A espessura média¹ dos protótipos variou significativamente: P1 apresentou espessura média de 9 mm, enquanto P2 teve 4 mm. Apesar disso, ambos demonstraram boa resistência estrutural, sem apresentar fragilidade ou quebra, embora com baixa flexibilidade. Já os protótipos 3 e 4, elaborados a partir do protocolo de extração de celulose II, mostraram aspecto mais refinado, com textura lisa (especialmente P4) e maior flexibilidade. Em termos de resistência, P4 equiparou-se a P1, reunindo, assim, duas qualidades desejáveis em um mesmo protótipo: resistência e flexibilidade.

¹ As medições foram feitas com auxílio de régua com precisão de 1mm e microscópio estereoscópio.





A homogeneidade do material é uma das principais características almejadas na produção de papel a partir do bagaço de cana-de-açúcar. Nesse quesito, todos os protótipos superaram trabalhos anteriores, como o de Ramos *et al.* (2019), cujos papéis, em sua maioria, apresentaram rachaduras e baixa uniformidade. Apenas duas das oito amostras descritas por esses autores apresentaram boa coesão visual.. Esse contraste destaca o avanço metodológico do protocolo de extração desenvolvido no presente estudo. P4 foi o protótipo mais homogêneo dentre todos com características próximas às de papéis e embalagens comerciais, indicando potencial para produção em larga escala.

Foi realizado um teste manual de flexibilidade e resistência a dobras, aplicando-se força nas bordas dos protótipos. P1 e P2 apresentaram baixa elasticidade, o que está de acordo com propriedades desejadas em papéis mais rígidos, como embalagens. No entanto, ambos demonstraram alta resistência, evidenciando sua viabilidade como alternativa sustentável de embalagens de baixo custo, com propriedades semelhantes às de maneiras comerciais.

O protótipo 3 (P3) exibiu elevada flexibilidade, sendo capaz de dobrar-se e retornar à sua forma original, ou manter vincos com facilidade. Sua resistência, contudo, foi inferior à dos demais. O Protótipo 4 (P4), por sua vez, apresentou alta flexibilidade, embora menor que P3, e resistência elevada, comparável a P1 e P2, sem apresentar rachaduras. Já os Protótipos 5 (P5), 6 (P6) e 8 (P8) apresentaram resistência muito alta, atribuída a sua maior espessura (cerca do dobro dos protótipos anteriores), sugerindo



sua aplicação em materiais mais rígidos. Especificamente, P5 foi moldado em um recipiente com bordas inclinadas, o que permitiu testar e validar a capacidade de moldagem do papel – uma característica importante para a produção de embalagens sustentáveis.

Entre todos, o Protótipo 7 (P7) foi o mais semelhante ao papel sulfite convencional, tanto em coloração (branca) quanto em espessura e textura, demonstrando que o controle da espessura é essencial para alcançar resultados compatíveis com os papeis comerciais derivados do bagaço da cana.

O Protótipo 9 (P9) foi produzido com uma variação do Protocolo II, Protocolo II-B, cuja única modificação foi a reutilização do licor negro, subproduto da extração de celulose, com o intuito de avaliar a viabilidade de reaproveitamento dos reagentes. Embora o resultado tenha sido inferior ao obtido com o protocolo original, foi possível confeccionar papel, com menor qualidade e textura mais grosseira. Ainda assim, o protótipo manteve boa resistência, o que sugere seu potencial para aplicação em produtos como tapetes biodegradáveis, dada sua durabilidade e estrutura firme.

Todos os protótipos testados (P1, P3, P4, P5, P7, P8 e P9) demonstraram biodegradabilidade, sendo P3, P4 e P7 os mais promissores, pois se degradaram quase por completamente em apenas seis dias. Os demais apresentaram degradação total em até 15 dias, o que está em conformidade com os padrões observados na literatura (Nowinska; Baranowska; Malinowski, 2019). Para fins comparativos, a



Figura 10 apresenta o aspecto visual do Protótipo 10 (P10) após 27 dias de decomposição, evidenciando o potencial do material para rápida degradação ambiental.

Figura 10 - Protótipo 10 (P10) após 27 dias de decomposição.

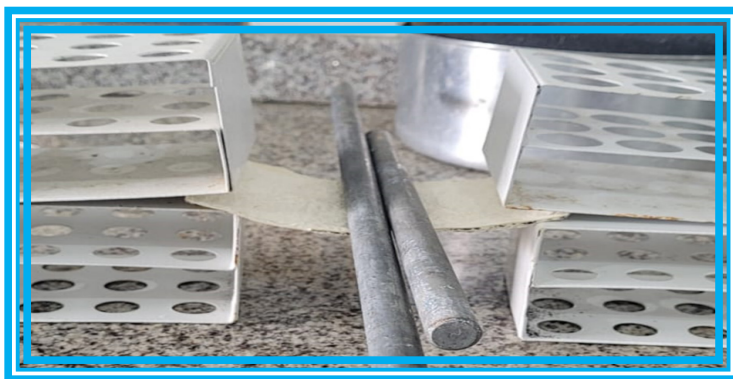


Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

O Protótipo 10 (P10), caracterizado por sua elevada rigidez, foi submetido a um teste de resistência à compressão com o objetivo de avaliar sua viabilidade como material alternativo ao papelão convencional. Para isso, aplicou-se sobre o protótipo uma massa total de 1280 gramas, correspondendo a uma pressão de 114,28 Pascal, durante um período contínuo de cinco minutos. O protótipo suportou a carga sem apresentar deformações estruturais significativas, demonstrando alto desempenho mecânico e potencial para uso em embalagens resistentes e aplicações que exigem maior robustez. A Figura 11 representa uma foto do teste.



Figura 11 - Protótipo 10 (P10) resistindo ao teste de flexão. Massa total dos pesos: 1280 g.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.



O Quadro 1 sintetiza as principais diferenças entre os protótipos desenvolvidos, possibilitando a análise comparativa de seus atributos físicos e funcionais. Os dados evidenciam que o Protótipo 7 (P7) reúne as características mais adequadas para aplicação como papel: apresenta boa resistência, alta flexibilidade, permeabilidade eficiente à tinta de caneta hidrográfica, homogeneidade e ausência de rachaduras, critérios essenciais para sua utilização em contextos similares ao papel sulfite convencional.

Por outro lado, os protótipos 5, 6 e 8 destacaram-se como os mais indicados para a produção de embalagens. Nesse contexto, o Protocolo II demonstrou-se o mais eficaz na obtenção de resultados compatíveis com os objetivos propostos, originando os protótipos de melhor desempenho global.



Adicionalmente, a Amostra C revelou-se a mais versátil entre as três testadas, apresentando rapidez no processamento, baixo custo de produção e boa adaptabilidade a diferentes aplicações, o que reforça sua viabilidade em uma futura escala produtiva.

Quadro 1 - Comparação entre os protótipos 1 a 9. Inspirado em Ramos et al. (2018).

Protótipo	Protocolo	Granulometria	Permeável à tinta	Flexibilidade	Textura	Tempo de degradação
P1	Protocolo I	0,85mm	Sim	Baixa	Áspera	12 dias
P2	Protocolo I	0,25mm	Sim	Baixa	Lisa	Não testado
P3	Protocolo II	0,85mm	Sim	Alta	Lisa	6 dias
P4	Protocolo II	0,25mm	Sim	Alta	Lisa	6 dias
P5	Protocolo II	1mm	Sim	Baixa	Lisa	12 dias
P6	Protocolo II	1mm	Sim	Média	Lisa	Não testado
P7	Protocolo II	1mm	Sim	Alta	Lisa	6 dias
P8	Protocolo II	1mm	Sim	Média	Áspera	15 dias
P9	Protocolo II	1mm	Sim	Baixa	Áspera	15 dias

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.





6 CONSTRUINDO CIÊNCIA EM REDE: EXPERIÊNCIAS NO SINPETE E LABMENT

O envolvimento do professor e das estudantes durante as apresentações na Semana de Pesquisa, Tecnologia e Inovação na Educação Básica (Sinpete 2023) foi uma experiência edificante, contribuindo para o encerramento de um ciclo de pesquisas iniciado em 2023. Naquele ano, os estudantes ligados ao projeto tiveram os primeiros contatos com eventos científicos. Foi também nesse ano que conheceram a Sinpete, ainda como ouvintes, tendo um vislumbre do que é construir conhecimento – espiando, por assim dizer, pela fresta do mundo acadêmico.

Avançando no tempo, chegamos a a 2024, ano em que foi possível apresentar o trabalho para diversos públicos: professores, cientistas, jovens, crianças e outros visitantes. Essa diversidade demandou adaptações na na apresentação e na linguagem, permitindo, por exemplo, abordar os mais jovens de forma lúdica e explicar a pesquisa com leveza, enquanto adotávamos um discurso mais técnico para o público acadêmico. Esse exercício de tradução da ciência para diferentes interlocutores ampliou nossa habilidade de comunicação e a compreensão do impacto social da pesquisa.





Embora os *feedbacks* não tenham sido numerosos, cada um deles foi precioso. Recebemos sugestões relevantes para o aperfeiçoamento do papel, ideias sobre logística reversa e contribuições para o aprimoramento dos protocolos de extração de celulose. A preocupação dos visitantes com as questões ambientais reforçou em nós a consciência da importância do viés sustentável do material desenvolvido. Os elogios também nos tocaram profundamente, servindo como motivação para continuar a pesquisa, mesmo após a conclusão do Ensino Médio. Foi um momento de encerramento simbólico de uma etapa e, ao mesmo tempo, de abertura para novos horizontes em nossa trajetória científica.

A preparação para a semana do Sinpete 2024 foi exigente, mas gratificante. Envolveu semanas de imersão em reuniões para elaboração dos textos e gravação do vídeo de apresentação – um dos momentos mais marcantes e desafiadores da jornada. Apesar de já termos alguma experiência com a comunicação científica, o trabalho audiovisual nos tirou da zona de conforto, exigindo superação. Por natureza, preferimos o silêncio do laboratório, mas aos poucos nos aperfeiçoamos até alcançar um resultado do qual nos orgulhamos. A organização do material expositivo também foi cuidadosamente planejada, com a intenção de encantar os visitantes e facilitar a compreensão do nosso projeto.

A notícia da seleção do projeto para o Laboratório de Mentoria (LabMent) foi recebida com entusiasmo. A partir dessa etapa, tivemos a oportunidade de interagir com outros projetos, trocando ideias, desafios e aprendizados. O ambiente colaborativo e acolhedor nos inspirou a explorar



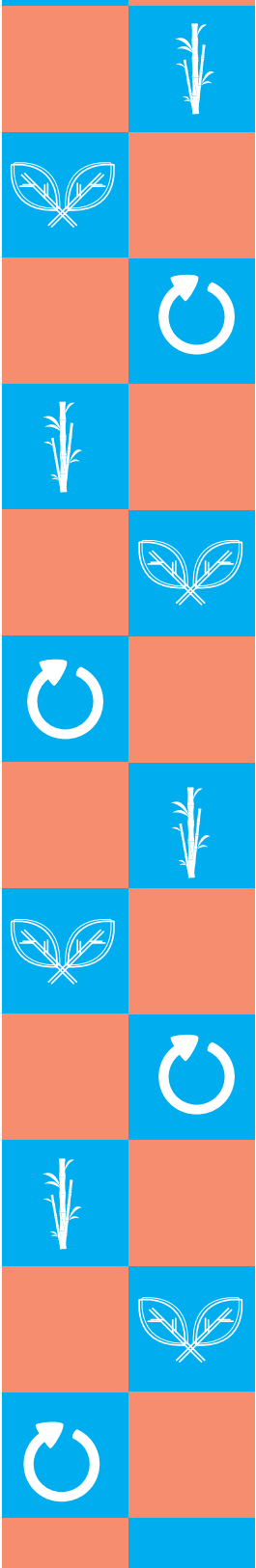
caminhos mais avançados de desenvolvimento, bem como soluções inovadoras.

Um dos momentos mais significativos do LabMent foi a participação na oficina sobre propriedade intelectual. Essa experiência ampliou nossa compreensão sobre o tema, apresentando os requisitos para obtenção de patentes e os tipos mais adequados para diferentes projetos. Com isso, passamos a refletir sobre os rumos que nossa pesquisa pode tomar, adquirindo uma nova perspectiva e enxergando possibilidades concretas para a continuidade do trabalho.

As reuniões com a mentora foram especialmente enriquecedoras. Com uma abordagem didática e acessível, ela nos forneceu orientações valiosas para aprimorar a escrita deste livro, esclarecer dúvidas e desenvolver estratégias mais eficazes de comunicação científica. A relação construída foi marcada por confiança, escuta e incentivo constante.

Em resumo, o LabMent foi uma experiência transformadora, que contribuiu de forma significativa para nosso crescimento pessoal e acadêmico. Aprendemos a colaborar, a enfrentar desafios e a buscar soluções que respondam a problemas reais da comunidade, com foco na sustentabilidade. Tivemos ainda o privilégio de conhecer profissionais comprometidos com a formação científica de jovens, que nos mostraram, na prática, os caminhos para a construção do conhecimento. Essa vivência foi essencial para o nosso amadurecimento como pesquisadores e para o fortalecimento do nosso letramento científico.







CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por alternativas sustentáveis na produção de papel e celulose torna-se cada vez mais urgente, considerando que a expansão do plantio de eucalipto pode gerar impactos negativos significativos na qualidade do solo e na preservação de florestas nativas. Nesse contexto, o aproveitamento de resíduos agrícolas subutilizados, como o bagaço de cana-de-açúcar, apresenta-se como uma solução promissora, especialmente para estados cuja economia é fortemente vinculada à agricultura, como é o caso de Alagoas.

Diante desse cenário, os protótipos desenvolvidos nesta pesquisa revelaram-se bem-sucedidos, demonstrando a eficácia de um protocolo de extração de celulose de baixo custo, com resultados superiores aos de métodos anteriormente estabelecidos na literatura científica, , como os apresentados por Mzimela *et al.* (2018) e Ramos *et al.* (2019). Verificou-se que a granulometria dos materiais pouco influenciou o desempenho final dos protótipos, desde que fosse adotado o Protocolo II. Além disso, todos os protótipos demonstraram potencial biodegradável, degradando-se completamente em períodos que variaram entre seis e





quinze dias, o que os torna seguros descarte direto no solo, sem risco de danos permanentes ao meio ambiente.

Nesse sentido, o Protocolo II foi validado tanto para a extração de celulose quanto para a produção de papel biodegradável, apresentando-se como uma alternativa viável do ponto de vista técnico, ambiental e econômico. Como etapa futura, delineia-se a ampliação da escala de produção e o desenvolvimento de novos usos para o material produzido, como, por exemplo, sua aplicação na fabricação de papel semente ou rótulos sustentáveis para embalagens. Isso ampliaria as possibilidades de impacto positivo do projeto, conectando ciência, inovação e compromisso socioambiental.





REFERÊNCIAS

BOSCO, E.; SUIKER, A. S. Multi-scale model for time-dependent degradation of historic paper artifacts. **International Journal of Solids and Structures**, v. 248, n. 2, p. 1-15, 2022.

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 ago. 2010.



COSTA, C. *et al.* Lignin enhances cellulose dissolution in cold alkali. **Carbohydrate Polymers**, v. 274, p. 1-8, 2021.

CUSTÓDIO, M. M.; JUNQUEIRA, J. C.; MANRIQUE, J. I. T. Resíduo zero para a economia circular: a importância dos municípios e de suas políticas públicas de economia circular. **Veredas do Direito**, v. 21, p. e212656, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/vd/a/xLbydzF5YChQ5MK7WwwH-5GJ>. Acesso em: 27 abr. 2025.

FAPESP. **Propriedades do bagaço da cana-de- açúcar**. 1998. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/propriedades-do-bagaco-da-cana-de-acucar/>. Acesso em: 5 maio 2023.

FARINACI, J. S.; FERREIRA, L. C.; BATISTELLA, M. Transição florestal e modernização ecológica: a eucaliptocultura para



além do bem e do mal. **Ambiente & Sociedade**, v. 16, n. 2, p. 25-46, abr. 2013.

FU, S.; LIU, H. Hemicellulose in pulp affects paper properties and printability. **Appita**, v. 66, n. 2, p. 139-144, 2013.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Empresa de Pesquisa Energética. **A indústria de papel e celulose no Brasil e no mundo - panorama geral**. 2022. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-650/Pulp%20and%20paper_EPE+IEA_Portugu%C3%AAs_2022_01_25_IBA.pdf. Acesso em: 21 mai. 2025.

MZIMELA, Z. N. K. *et al.* Comparison of Cellulose Extraction from Sugarcane Bagasse Through Alkali. **Materials Research**, v. 21, n. 6, p. 1-7. 2018.

NOWIŃSKA, A.; BARANOWSKA, J.; MALINOWSKI, M. The analysis of biodegradation process of selected paper packaging waste. **INFRAECO**, v. 3. p. 253-261. 2019.

RAMOS, J. C. *et al.* Fabricação de papel utilizando celulose extraída do bagaço de cana- de-açúcar com adição de amido, extraído da casca de batata, como aditivo. **Revista Técnico-Científica do IFSC**, Santa Catarina, v. 2, n. 7, p. 40-51. 2018.

SILVA, S. S.; TEIXEIRA, K. H. Uma análise espacial do emprego formal dos municípios alagoanos: evidências para setor agrícola. **Revista Economia Política do Desenvolvimento**, Maceió, v. 10, n. 23, p. 1-12, jul. 2019.

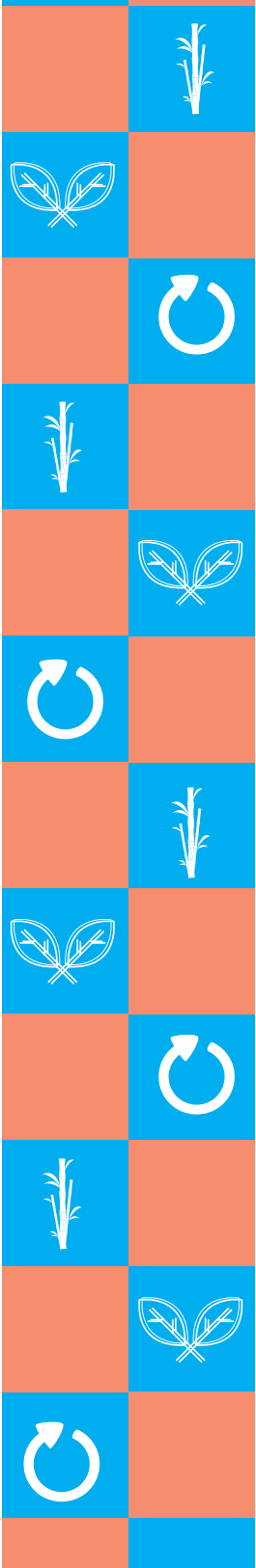
SUGUIO, K. **Geologia sedimentar**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003, 400 p.



XU, Y.; *et al.* Allelopathy and Allelochemicals in Grasslands and Forests. **Forests**, v. 14, n. 3, p. 562-584. 2023.



Nota: No processo de preparação desta publicação, os(as) autores(as) podem ter recorrido, em determinados momentos, a ferramentas de Inteligência Artificial disponibilizadas pela OpenAI, empregadas exclusivamente para fins de revisão de linguagem, aprimoramento da fluidez textual e ajustes de estilo. Importa esclarecer que tais recursos não substituem a autoria intelectual, sendo toda a concepção, fundamentação, análise e conclusões de responsabilidade integral dos(as) autores(as), que respondem pelo rigor científico, ético e acadêmico desta obra.





SOBRE OS/AS AUTORES/AS E ORGANIZADORAS

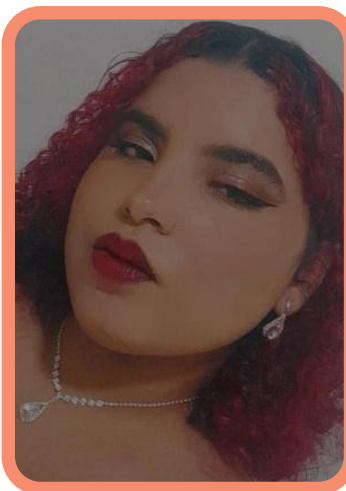


Felipe Rodrigues de Andrade | Mentorado

É professor da rede estadual de ensino de Alagoas, licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Alagoas (Ufal) e Mestre em Educação pela Universidade Federal de Alagoas (Ufal), na linha de pesquisa de História e Política da Educação. Orientador de dois projetos de pesquisa vinculados ao Programa de Bolsas de Iniciação Científica Júnior de Alagoas (Pibic Jr. Alagoas): 1) Produção de papel com bagaço de cana-de-açúcar e 2) Concreto: con-

creto leve com cinzas de bagaço de cana-de-açúcar, o primeiro deles finalista por dois anos consecutivos na Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (FEBRACE) e ganhador de prêmios e menções honrosas em eventos de divulgação científica. Atualmente, trabalha com Iniciação Científica na Educação Básica e Políticas Educacionais. Também participou como mentorado do Laboratório de Mentoria (Lab-Ment), promovido pelo Programa Sinpete – Ciência e Inovação na Educação Básica, que resultou na produção e publicação deste livro.

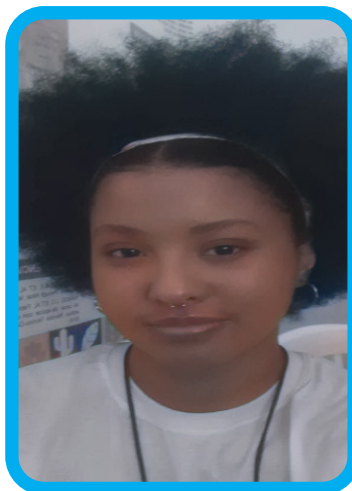




Amanda de França Lima | Mentorada

É estudante do Ensino Médio da Escola Estadual Professora Benedita de Castro Lima. Participou ativamente do Grêmio Estudantil em 2023. Participou dos projetos “Produção de papel a partir do bagaço da cana de açúcar”, como bolsista do Programa de Bolsas de Iniciação Científica Júnior (Pibic Jr.), representando o Programa no Encontro Estudantil 2023. Foi finalista nas 22ª e 23ª edições da Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (FEBRACE), logrando o 4º lugar na Mostra Científica de Inovação, Tecnologia e Engenharia da Escola Estadual Professora Izaura Antônia de Lisboa (MOCITEPIAL). Foi premiada com o prêmio “Boas Ideias Não Tem Idade”, na TRAKTO Show, em 2023. Atualmente, participa do projeto “Bagaceira: confecção de madeira com Bagaço da Cana-de-açúcar”, e pretende continuar as atividades de pesquisa no Ensino Superior. Também participou como mentorada do Laboratório de Mentoria (LabMent), promovido pelo Programa Sinpete – Ciência e Inovação na Educação Básica, que resultou na produção e publicação deste livro.





Nicole Biatríz de Oliveira Santos | Mentorada

É estudante do 3º ano do Ensino Médio na Escola Estadual Professora Benedita de Castro Lima. Participou do Projeto “Produção de Papel a partir do Bagaço da Cana de Açúcar”, como bolsista do Programa de Bolsas de Iniciação Científica Junior (Pibic Jr). Representou o Programa na MOCITEPIAL, ficando em 4º lugar e sendo premiada com o prêmio “Boas Ideias Não Tem Idade”, na TRAKTO Show, em 2023. Atualmente, participa do projeto “Bagaceira: confecção de madeira com bagaço da cana de açúcar”, e pretende continuar as atividades de pesquisa no Ensino Superior. Também participou como mentorada do Laboratório de Mentoria (LabMent), promovido pelo Programa Sinpete – Ciência e Inovação na Educação Básica, que resultou na produção e publicação deste livro.



Geisa Ferreira dos Santos

É licenciada em Pedagogia pela Universidade Estadual da Bahia (UNEB), Mestre e Doutora em Educação pelo Programa de Pós-graduação em educação da Universidade Federal de Alagoas (Ufal). Atualmente, é Técnica em Assuntos Educacionais da Universidade Federal de Alagoas (Ufal). Também participou como mentora científica do Laboratório de Mentoria - LabMent (2024-2025), promovido pelo Programa Sinpete – Ci-



ência e Inovação na Educação Básica, que resultou na produção e publicação deste livro.

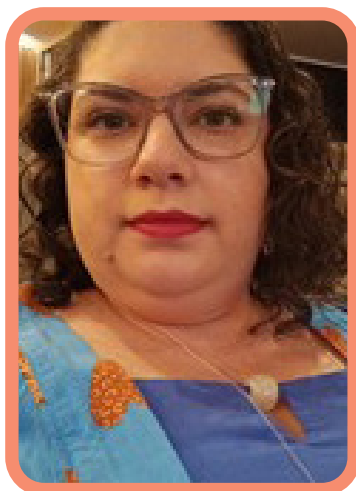


Vera Lucia Pontes dos Santos

É mestra e doutora em Educação (PPGE/Ufal), especialista em Gestão e Planejamento (Fatec-PE) e em Tecnologias em Educação (PUC-Rio). É Líder do Grupo de Pesquisa Formação de Professores da Educação Básica e Superior (CNPq). Editora da Revista OPTIE - Observatório de Pesquisa, Tecnologia e Inovação na Educação Básica (Sinpete/Ufal). Pedagoga da Prograd/Ufal, atuando na gestão do Programa de Formação Continuada em Docência do Ensino Superior (Proford/Ufal). Técnica pedagógica

da Secretaria Municipal de Educação - Semed Maceió, atuando no apoio à gestão da política de formação dos profissionais da educação da rede municipal de Maceió. Coordenadora do projeto Ciclo de Formação em Educação Científica e Sustentabilidade dos Biomas Brasileiros - Ufal/CNPq/MCTI (2024-2025). Coordenadora-geral do Programa Sinpete - Ciência e Inovação na Educação Básica (Prograd/Ufal). Também participou como mentora científica do Laboratório de Mentoria (LabMent), promovido pelo Programa Sinpete, que resultou na produção e publicação de texto científico decorrente do projeto “Horta vertical: práticas com uso de material de descarte”.





Maria Ester de Sá Barreto Barros

É graduada em Química Bacharelado, mestra e doutora em Química Orgânica pela UFPE. É professora do Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas (IQB-Ufal). Faz parte do Laboratório de Química Orgânica Aplicada a Materiais e Compostos Bioativos (LMC) e do Grupo de Pesquisa em Ensino e Extensão em Química (Qui-Ciência). Atualmente, é coordenadora do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (Prof-qui-Ufal), desenvolvendo pesquisas na produção de materiais didáticos para o ensino de química orgânica no ensino básico e superior. Coordenou a Semana de Pesquisa, Tecnologia e Inovação na Educação Básica - Sinpete (2024) e o Laboratório de Mentoria (2024-2025). Também participou como mentora científica do Laboratório de Mentoria (LabMent), promovido pelo Programa Sinpete/Ufal, que resultou na produção e publicação de texto científico decorrente do projeto “Sargassole - produção de uma borracha sustentável”.





Jadriane de Almeida Xavier

É graduada em Química (Bacharelado e Licenciatura), mestra e doutora em Química Orgânica pela Ufal. É professora do Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas (IQB-Ufal) e do Programa de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia (PPGQB-Ufal). É integrante do Laboratório de Eletroquímica e Estresse Oxidativo (LEEO), no qual desenvolve pesquisas em temas relacionados ao estresse oxidativo, estresse carbonílico, glicação, diabetes e química dos produtos naturais. Coordena o evento Sinpete desde 2024. Coordenou a Semana de Pesquisa, Tecnologia e Inovação na Educação Básica - Sinpete (2024) e atualmente coordena a edição vigente. Também participou como mentora científica do Laboratório de Mentoria (LabMent), promovido pelo Programa Sinpete/Ufal, que resultou na produção e publicação de texto científico decorrente do projeto “Barbatimed: produção de membrana biodegradável a partir do amido da casca da mandioca utilizando extrato do barbatimão como alternativa ecológica para curativos”.



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.



REALIZAÇÃO



APOIO FINANCEIRO



MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO



Programa Nacional de
POPULARIZAÇÃO
DA CIÊNCIA

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



ISBN: 978-65-5624-498-3



9 786556 244983