



COLEÇÃO SINPETE

GELADEIRA RENTÁVEL DE PASTILHA DE PELTIER

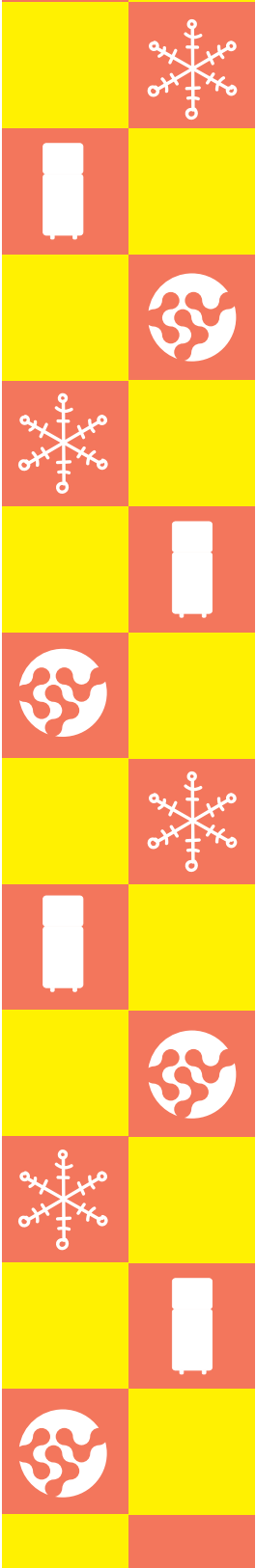
UMA ALTERNATIVA
SUSTENTÁVEL E ACESSÍVEL
PARA REFRIGERAÇÃO

SÉRIE 3 | VOLUME 1

**TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL
E INOVAÇÃO APLICADA**

**Everaldo do Santos
Alícia Oliveira Amorim
Jackeline Salviano da Silva
Maria Beatriz Moreira da Silva
Rosalvo Miguel do Santos
André Felipe de Almeida Xavier**

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 3 | VOLUME 1

**TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL
E INOVAÇÃO APLICADA**



Maceió/AL
2025



Edufal

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

Catálogo na fonte

Editora da Universidade Federal de Alagoas - EDUFAL

Núcleo Editorial

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

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)

Lídia Maria Marinho da Pureza Ramires

Ícones da capa

Freepik

G314 Geladeira rentável de pastilha de peltier: uma alternativa sustentável e acessível para refrigeração / Everaldo do Santos [et al.]. – Maceió: EDUFAL, 2025.

82 p. : il.

(Tecnologia aplicada e inovação sustentável; Série 3, v. 1) – (Coleção Sinpete: Ciência na Escola para o Desenvolvimento Sustentável).

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-65-5624-507-2 E-book.

1. Reciclagem. 2. Pastilha de peltier. 3. Sustentabilidade em refrigeração. I. Amorim, Alícia Oliveira. II. Silva, Jackeline Salviano da. III. Silva, Maria Beatriz Moreira da. IV. Santos, Rosalvo Miguel do. V. Xavier, André Felipe de Almeida.

CDU: 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

**Everaldo do Santos
Alícia Oliveira Amorim
Jackeline Salviano da Silva
Maria Beatriz Moreira da Silva
Rosalvo Miguel do Santos
André Felipe de Almeida Xavier**

COLEÇÃO SINPETE

CIÊNCIA NA ESCOLA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

GELADEIRA RENTÁVEL DE PASTILHA DE PELTIER

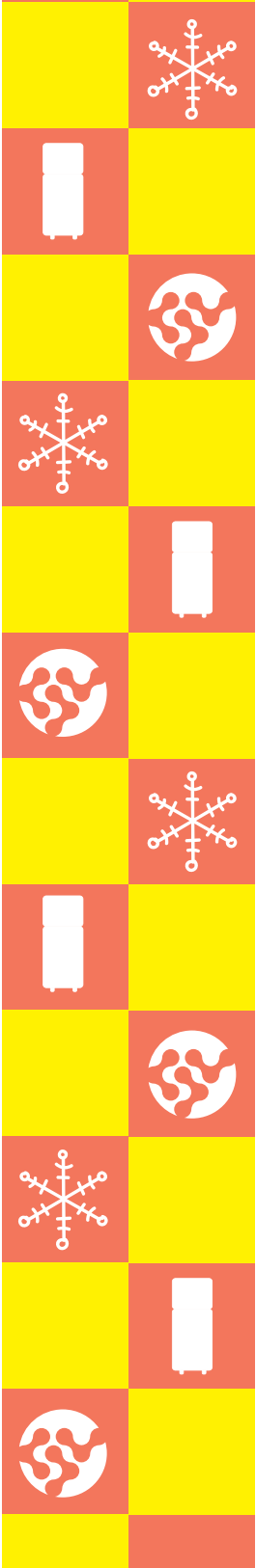
**UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL E
ACESSÍVEL PARA REFRIGERAÇÃO**

SÉRIE 3 | VOLUME 1

**TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL
E INOVAÇÃO APLICADA**

 **Edufal**
Editora da Universidade Federal de Alagoas

**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

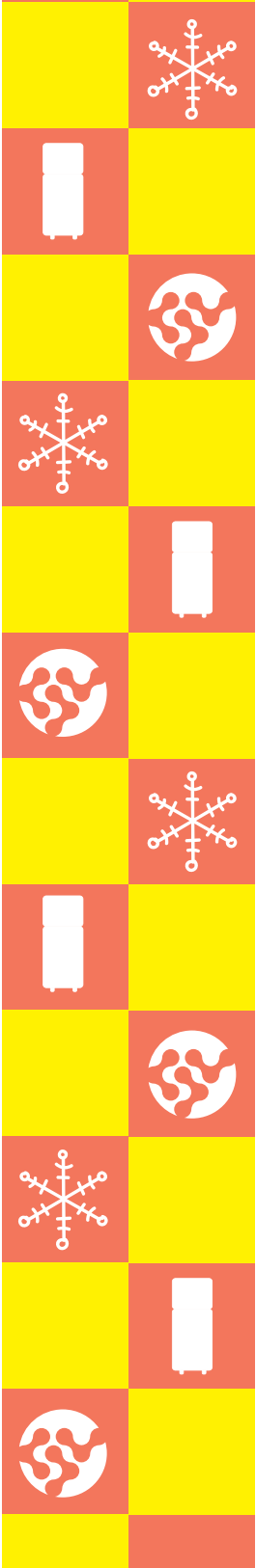
Ao dono de toda ciência, sabedoria e poder que nos abençoou e sustentou até aqui.

À Diretoria do Programa Sinpete - Ciência e Inovação na Educação Básica e à Comissão Organizadora da Semana Institucional de Pesquisa, Tecnologia e Inovação na Educação Básica (Sinpete - 2024), pelo compromisso, dedicação e acolhimento, que foram fundamentais para a concretização deste trabalho e das demais produções realizadas ao longo do evento.

Ao Instituto Federal de Alagoas – Campus Murici, pelo apoio estrutural e pela disponibilização dos materiais indispensáveis ao desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores e servidores do Instituto Federal de Alagoas e da Universidade Federal de Alagoas, pela partilha de saberes, pelo incentivo constante e pelo suporte acadêmico ao longo de todo o processo.







SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DA COLEÇÃO	17
APRESENTAÇÃO DO VOLUME	23
1 UM DESAFIO QUE NASCE DA NECESSIDADE	25
2 POR QUE PENSAR DIFERENTE?	27
3 A CIÊNCIA POR TRÁS DO FRIO	31
Um pouco de história: a refrigeração e suas transformações	31
Entendendo o efeito Peltier	34
O papel dos semicondutores	35
Calor, temperatura e transmissão térmica	36
4 DO PROJETO À CONSTRUÇÃO DA GELADEIRA SUSTENTÁVEL	39
Materiais e custo de aquisição	42
Construção do sistema de refrigeração	43
Estrutura física e montagem do protótipo	46
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS: EFICIÊNCIA E IMPACTOS DO PROTÓTIPO	49



6	IMPACTOS DA PARTICIPAÇÃO NO SINPETE E NO LABMENT PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	57
7	RELAÇÃO COM OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)	61
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
	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

Com orgulho escrevo estas linhas para apresentar o trabalho “Geladeira Rentável de Pastilha de Peltier”, obra da inquietação científica e do espírito empreendedor de um grupo de jovens do curso técnico em Agroindústria do Instituto Federal de Alagoas (Ifal) – Campus Murici. Os alunos, Jackeline Salviano da Silva, Maria Beatriz Moreira da Silva, Alícia Oliveira Amorim e Rosalvo Miguel do Santos, transformaram um problema cotidiano (a falta de soluções portáteis e de baixo consumo para manter alimentos seguros em situações de lazer ou em comunidades com infraestrutura limitada) em um dispositivo concreto, acessível e sustentável.

A trajetória que levou a produção deste livro começou nos corredores do Ifal, ganhou fôlego nos laboratórios de Química e Biologia e tomou forma no ambiente fértil de inovação proporcionado pelo Laboratório de Mentoria (LabMent) que sucedeu o evento Semana de Pesquisa, Tecnologia e Inovação na Educação Básica (Sinpete 2024). Foi ali que o protótipo recebeu críticas construtivas, ajustes metodológicos e, principalmente, reconhecimento, validando





seu potencial para impactar positivamente a conservação de alimentos perecíveis em pequena escala.

A mini geladeira utiliza pastilhas termoeletrônicas de efeito Peltier para o resfriamento, enquanto os demais materiais utilizados na confecção da mini geladeira foi quase inteiramente constituído de materiais reciclados (isopor, EVA, folhas de alumínio, fonte de notebook). Essa escolha técnica elimina gases refrigerantes, reduz ruídos e coloca o projeto em harmonia com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 9 e 12), o que nos mostra que inovação e responsabilidade ambiental podem e devem andar de mãos dadas.

Este livro vai além da apresentação de um protótipo funcional, ele relata uma experiência transformadora. Nossos estudantes aprofundaram conceitos de termodinâmica, eletrônica aplicada e economia circular; aprenderam a buscar fontes bibliográficas confiáveis, a estruturar métodos de ensaio e a comunicar resultados de forma clara e ética. Que esta história inspire novas ideias, desperte perguntas e sobretudo, comprove que a ciência feita em escolas públicas e institutos federais pode e vai mudar realidades.



André Felipe de Almeida Xavier
Mentor científico do Laboratório
de Mentoria do Sinpete



1 UM DESAFIO QUE NASCE DA NECESSIDADE

Conservar alimentos sempre foi um desafio essencial para a humanidade. Com o passar dos séculos, inovações transformaram nossa forma de lidar com a perecibilidade dos alimentos, até que a geladeira se tornou um dos eletrodomésticos mais presentes nos lares modernos. Seu impacto vai muito além do conforto: representa um avanço decisivo para a segurança alimentar, a redução do desperdício e a organização da vida doméstica e comercial.



Em 1914, a inventora norte-americana Florence Wilhelmina Parpart contribuiu significativamente para essa história ao patentear um dos primeiros modelos de refrigeradores elétricos (US1090925A). Seu invento substituiu as caixas de gelo utilizadas até então, tornando possível o armazenamento prolongado de alimentos com maior segurança e eficiência (Myers, 2023). Florence não apenas inventou — ela também promoveu e difundiu a nova tecnologia, abrindo caminhos para o desenvolvimento de sistemas de refrigeração cada vez mais sofisticados e sustentáveis.

Com o crescimento populacional global e a ampliação das demandas por alimentos frescos, surgiram também novos desafios: como garantir a conservação adequada em



locais com acesso limitado à eletricidade? Como reduzir o consumo de energia dos refrigeradores? Como tornar esses equipamentos mais acessíveis para pequenos produtores, ambulantes e famílias de baixa renda?

As geladeiras tradicionais, apesar de funcionais, ainda apresentam alguns obstáculos importantes:

- Alto consumo de energia elétrica, especialmente em modelos mais antigos (Silva, 2021);
- Dependência da rede elétrica, inviabilizando o uso em áreas rurais ou isoladas (Pereira, 2019);
- Custo elevado de aquisição e manutenção (Oliveira, 2020); e
- Impacto ambiental causado pelos gases refrigerantes (Santos, 2018).

Por isso, é comum o uso de caixas térmicas em situações em que mobilidade e autonomia são necessárias, como piqueniques, feiras agroecológicas e transporte de produtos perecíveis em pequenos trajetos. Essas caixas, geralmente feitas de isopor ou poliuretano, funcionam bem por algumas horas, mas não oferecem refrigeração ativa (Souza, 2024).

Diante desse cenário, surge uma provocação: de que forma é possível desenvolver uma mini geladeira de baixo custo, portátil e eficiente, utilizando uma tecnologia alternativa aos compressores convencionais?

É nessa busca que entra em cena o presente projeto: a construção de um protótipo de geladeira baseada em pastilhas termoelétricas de efeito Peltier — uma solução que alia inovação tecnológica, sustentabilidade ambiental e acessibilidade social.





2 POR QUE PENSAR DIFERENTE?

Conservar alimentos é tão importante quanto produzi-los. Em muitas regiões, no entanto, a refrigeração ainda é um desafio por conta do acesso limitado à energia, da dificuldade de transporte ou do alto custo dos equipamentos tradicionais. Pensar em soluções portáteis, econômicas e ecológicas deixou de ser apenas uma alternativa e passou a ser uma necessidade urgente.



Foi com esse olhar atento à realidade e à possibilidade de transformação que nasceu a ideia da geladeira rentável. O projeto propõe uma solução criativa, com base em pastilhas termoelétricas Peltier, como forma de viabilizar o resfriamento de alimentos perecíveis em pequena escala, de maneira funcional e acessível.

As pastilhas de Peltier funcionam com um princípio simples: ao receberem uma corrente elétrica contínua, criam um gradiente de temperatura — um lado esquentando e o outro esfriando. Esse fenômeno, descoberto em 1834 por Jean Charles Peltier, é hoje explorado em pequenos dispositivos que não utilizam compressores nem gases refrigerantes, tornando-se ideais para projetos sustentáveis e silenciosos (Moraes, 2019a; Fernandes *et al.*, 2010).



O uso dessa tecnologia no contexto da formação técnica no Instituto Federal de Alagoas (Ifal) – Campus Muriç, especialmente no curso de Agroindústria, permitiu aos estudantes vivenciar na prática conhecimentos de termodinâmica, eletrônica, reaproveitamento de materiais e conservação de alimentos. A proposta, além de inovadora, serviu como ferramenta didática viva, conectando teoria e prática de forma interdisciplinar.

Ao construir o dispositivo, os estudantes foram além da funcionalidade: desenvolveram competências fundamentais para o mundo do trabalho e da pesquisa, como análise de materiais, planejamento e execução de protótipos, resolução de problemas e trabalho colaborativo.

Outro ponto de destaque foi o cuidado com a sustentabilidade. O protótipo foi desenvolvido com materiais reaproveitados — peças de computadores obsoletos, isopor de embalagens, folhas de alumínio, EVA e carregadores em desuso. Essa escolha não só reduziu os custos da construção como também reutilizou resíduos tecnológicos, promovendo uma ação alinhada aos princípios da economia circular (Medeiros *et al.*, 2022).

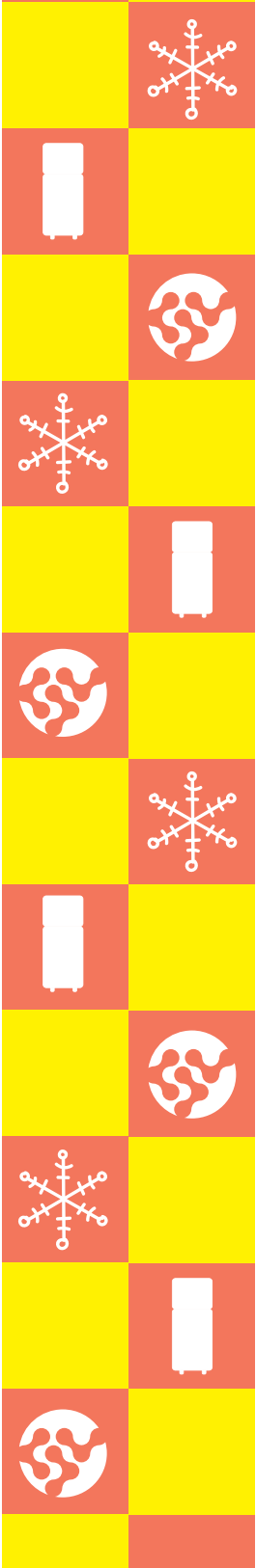
A mini geladeira criada pelos estudantes tem o potencial de atender pequenas demandas de refrigeração em: feiras agroecológicas, extensão rural, atividades comerciais móveis, ambientes domésticos alternativos e experiências de ensino técnico e científico. Ela não é apenas um eletrodoméstico em miniatura, mas a expressão de uma grande ideia em movimento, capaz de inspirar solu-





ções reais para os desafios do cotidiano. É nesse contexto que a educação se afirma como agente de transformação: quando forma mentes que pensam diferente e mãos que constroem o novo.







3 A CIÊNCIA POR TRÁS DO FRIO

Para entender como funciona a mini geladeira desenvolvida neste projeto, é importante conhecer os princípios que envolvem a troca de calor, a condução térmica e, principalmente, as pastilhas termoelétricas de efeito Peltier — as protagonistas dessa inovação.

Um pouco de história: a refrigeração e suas transformações

O avanço da refrigeração doméstica mudou completamente a forma como lidamos com os alimentos. A invenção do refrigerador elétrico foi um marco dessa transformação, e um nome que merece destaque nessa trajetória é o de Florence Wilhelmina Parpart, inventora norte-americana que, em 1914, patenteou um dos primeiros modelos de geladeira elétrica funcional (US1090925A).



Figura 1 – Florence W. Parpart e um dos primeiros modelos de refrigerador elétrico

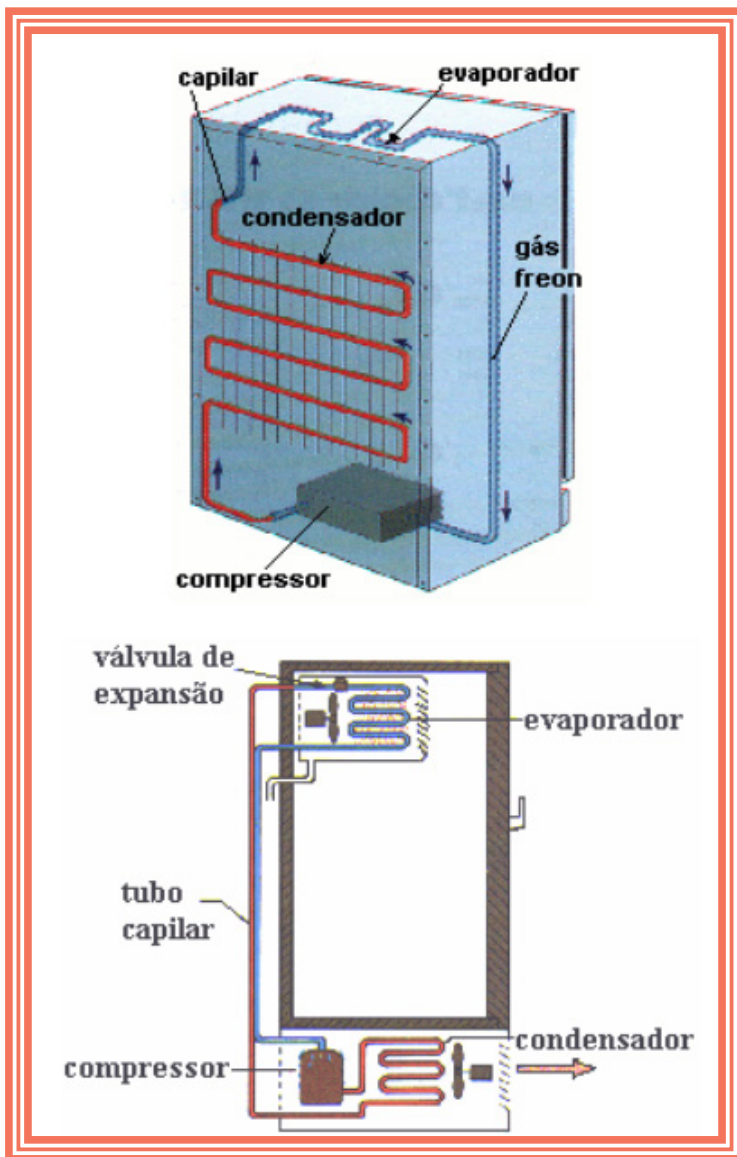


Fonte: Myers, Jaspe, 2023.

A invenção de Parpart substituiu as antigas caixas de gelo e marcou o início de uma revolução tecnológica que, com o tempo, se tornaria cada vez mais sofisticada. A geladeira moderna, presente em praticamente todos os lares, opera por meio de um sistema conhecido como ciclo de compressão de vapor (Figura 2), que envolve a circulação de um gás refrigerante por diferentes estágios físicos.



Figura 2 – Sistema de funcionamento de uma geladeira convencional



Fonte: Universidade de São Paulo, 1999.



Apesar de eficiente, esse sistema apresenta algumas desvantagens: alto consumo de energia, uso de gases prejudiciais ao meio ambiente e complexidade mecânica. Foi justamente diante desses limites que surgiu a proposta de utilizar pastilhas termoelétricas, uma tecnologia mais limpa, silenciosa e acessível.

Entendendo o efeito Peltier

Descoberto em 1834 por Jean Charles Athanase Peltier, o efeito termoelétrico consiste na geração de um gradiente de temperatura entre duas superfícies quando uma corrente elétrica é aplicada sobre materiais condutores distintos. Uma das superfícies aquece, e a outra esfria. Essa propriedade permite a criação de dispositivos de resfriamento compactos e eficientes, como as pastilhas Peltier.

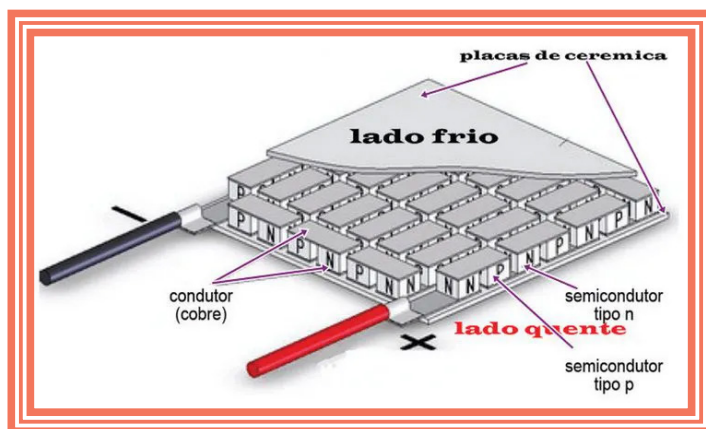
O funcionamento das pastilhas baseia-se no efeito Peltier, fenômeno termoelétrico que ocorre quando uma corrente elétrica contínua atravessa uma junção entre dois materiais distintos, provocando a absorção de calor em uma extremidade (lado frio) e a liberação de calor na outra (lado quente). Segundo Moraes (2019a, p. 125),

a aplicação de corrente elétrica a um circuito formado por dois semicondutores distintos resulta na criação de uma diferença de temperatura entre suas extremidades, permitindo tanto o aquecimento quanto o resfriamento controlado de superfícies.



Essas pastilhas são compostas por pequenos blocos semicondutores de telureto de bismuto (Bi_2Te_3), organizados de forma que, ao receberem corrente contínua, uma das faces esfria rapidamente, enquanto a outra aquece. Isso cria o efeito desejado de refrigeração — sem a necessidade de compressores, fluidos ou partes móveis (Moraes, 2019a; Fernandes *et al.*, 2010).

Figura 3 – Estrutura de funcionamento de uma pastilha Peltier



Fonte: Eletrolândia, 2025.

Essa tecnologia já é utilizada em caixas térmicas automotivas, câmaras climáticas, sistemas eletrônicos de precisão e, mais recentemente, em soluções educacionais como a proposta deste projeto.

O papel dos semicondutores

Para que o efeito Peltier funcione, é necessário que os materiais condutores tenham uma propriedade especial:





a de controlar o fluxo de corrente elétrica. É aí que entram os semicondutores, materiais que não conduzem tão bem quanto os metais, mas também não são isolantes.

Os semicondutores são fundamentais para a eletrônica moderna por sua capacidade de conduzir corrente de forma controlada, viabilizando dispositivos como transistores, sensores e células solares. Como afirma Piedade (2017, p. 2), “os semicondutores possuem uma condutividade elétrica variável, podendo comportar-se como isolantes ou condutores conforme a temperatura, luz ou presença de impurezas.”

Sua condutividade elétrica pode ser alterada por temperatura, dopagem (adição de impurezas) ou tensão aplicada, o que os torna ideais para dispositivos eletrônicos — como transistores, diodos, células solares e as pastilhas termoelétricas utilizadas neste projeto (Piedade, 2017).



Calor, temperatura e transmissão térmica

Do ponto de vista físico, calor é energia em trânsito — ele sempre se move do corpo mais quente para o mais frio, até que haja equilíbrio. A temperatura, por sua vez, é a medida da agitação das partículas de um corpo.

Na construção de uma mini geladeira, controlar essa troca de calor é fundamental. E para isso, é preciso compreender três formas principais de transmissão:

- Condução térmica: ocorre entre materiais em contato direto (ex: entre a pastilha e o dissipador);

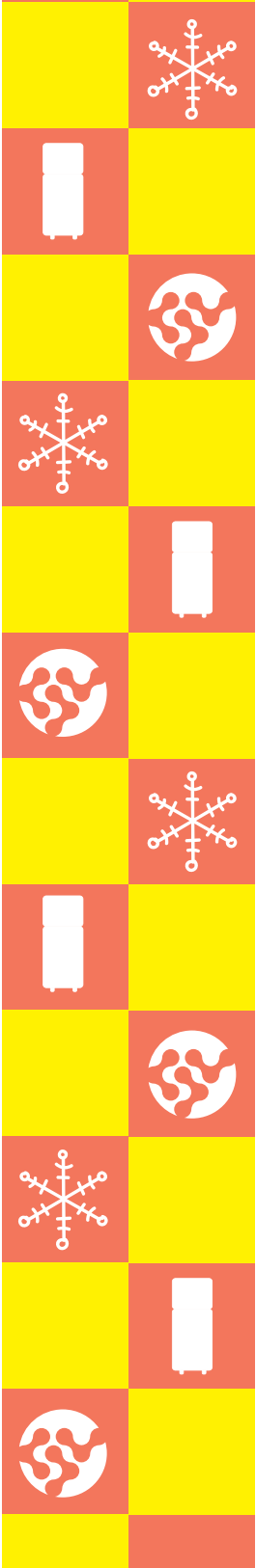


- Convecção térmica: envolve o transporte de calor por um fluido em movimento (ex: o ar interno da geladeira movido pelo cooler);
- Irradiação térmica: ocorre via ondas eletromagnéticas, mesmo sem contato direto (ex: calor do sol).

Além disso, o uso de materiais isolantes térmicos, como isopor e EVA, ajuda a minimizar a perda de frio para o ambiente, aumentando a eficiência do sistema. Como afirma Villas Bôas (2012, p. 47), “o isolante térmico é qualquer material ou combinação de materiais que dificulta a propagação do calor, atuando como uma barreira térmica entre meios com diferentes temperaturas”.

Com esses conceitos em mente, fica mais fácil compreender as escolhas feitas no projeto da Geladeira Rentável de Pastilha de Peltier. A partir de agora, vamos mostrar como esses princípios foram colocados em prática — desde a escolha dos materiais até a montagem do protótipo e os testes de funcionamento.







4 DO PROJETO À CONSTRUÇÃO DA GELADEIRA SUSTENTÁVEL

O projeto teve como foco a criação de uma solução acessível e sustentável de refrigeração em pequena escala, especialmente voltada à conservação de produtos perecíveis no contexto da agroindústria familiar e em situações de infraestrutura limitada. Para alcançar esse propósito, delinearam-se objetivos que nortearam tanto a dimensão técnica quanto a pedagógica da investigação. De forma geral, buscou-se desenvolver um protótipo funcional de mini geladeira utilizando pastilhas termoeletrônicas de efeito Peltier, integrando conhecimentos de física, eletrônica e design sustentável.

De maneira mais específica, a equipe empenhou-se em: (i) discutir os fundamentos da refrigeração e os princípios termodinâmicos envolvidos; (ii) investigar o funcionamento e as possibilidades de aplicação das pastilhas termoeletrônicas como alternativa aos compressores tradicionais; (iii) projetar e construir um sistema de refrigeração compacto, utilizando materiais reaproveitados como isopor, alumínio e componentes eletrônicos reutilizáveis; e (iv) testar a eficiência térmica do sistema, avaliando sua capacidade de conservação de alimentos e bebidas em curto prazo.





O protótipo da geladeira termoelétrica foi construído no Laboratório de Química e Biologia do Ifal – Campus Murici, com foco no reaproveitamento de materiais e na sustentabilidade econômica e ambiental. Esse processo envolveu diversas etapas, desde o planejamento até os testes experimentais. Para facilitar a compreensão do percurso adotado pela equipe, o infográfico a seguir apresenta uma síntese visual das principais fases de construção do protótipo.

Infográfico 1 – Etapas de construção do protótipo



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com auxílio da ferramenta *OpenAI*.

O infográfico sintetiza visualmente as principais etapas da construção do protótipo, revelando o planejamento e a execução cuidadosa das fases que envolveram desde a seleção dos materiais até os testes finais. A organização em etapas permitiu que os estudantes compreendessem, na prática, a lógica do desenvolvimento tecnológico e os desafios associados à eficiência térmica e energética.

Esse percurso não apenas favoreceu a aprendizagem de conteúdos técnicos, mas também impulsionou o protagonismo investigativo dos alunos, ao articular teoria, prática e sustentabilidade. Na sequência, descreve-se a abordagem adotada para conduzir as atividades experimentais, com ênfase nos procedimentos realizados, nos critérios de testagem e nos instrumentos de registro dos dados, fundamentais para a análise crítica dos resultados alcançados.

A pesquisa de abordagem mista (qualitativa e quantitativa) inspirou-se nos trabalhos de Moraes (2009), Souza (2024) e Soares, Silva e Ederli (2023), combinando análise qualitativa na escolha e adaptação de materiais reutilizados e análise quantitativa na mensuração do desempenho térmico do sistema. Como destacam Soares, Silva e Ederli (2023, p. 3), “a investigação experimental envolveu tanto a avaliação visual dos materiais reaproveitados quanto a aferição precisa das temperaturas alcançadas”, o que justifica a adoção dessa abordagem integrada.

A adoção de uma abordagem mista mostrou-se necessária para atender aos objetivos do projeto. A análise qualitativa permitiu a seleção e adaptação dos materiais reutilizados, considerando aspectos como compatibilidade,





funcionalidade e viabilidade técnica. Já a análise quantitativa foi aplicada durante os testes experimentais no laboratório, por meio da aferição do desempenho térmico do sistema, utilizando instrumentos como o termômetro digital.

Materiais e custo de aquisição

A seleção dos materiais priorizou componentes reaproveitados de equipamentos de informática em desuso, como dissipadores de calor, *cooler* e fonte de alimentação (adaptada de um carregador de *notebook*). Somente a pastilha de Peltier foi adquirida comercialmente, ao custo de R\$49,90. Os demais materiais foram obtidos por doação ou reaproveitamento, garantindo custo reduzido. O quadro 1 compara os valores de mercado com o custo real do projeto, evidenciando o caráter econômico da proposta.



Quadro 1 - Comparativo entre o custo no projeto e o valor comum dos materiais.

Item	Custo no Projeto (R\$)	Valor Médio de Mercado (R\$)
Pastilha Peltier	49,90	49,90
Cooler de CPU	0	30,00
Dissipador de calor	0	25,00
Fonte de alimentação 12V	0	35,00
Termômetro digital	0	15,00
Isopor	0	10,00
EVA	0	10,00

Item	Custo no Projeto (R\$)	Valor Médio de Mercado (R\$)
Folha de alumínio	0	5,00
Supercola	0	3,00
Cola quente	0	4,00
Total	49,90	186,90

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Com novas pesquisas de mercado, observou-se que a pastilha Peltier pode ser encontrada por valores ainda mais baixos, como R\$29,90 no Mercado Livre. Além disso, muitos dos componentes necessários estão amplamente disponíveis em residências, permitindo futuras construções com custo praticamente nulo.



Construção do sistema de refrigeração

O sistema de refrigeração foi estruturado com base em uma pastilha Peltier (Figura 4), que gera diferença de temperatura entre suas faces ao ser percorrida por corrente elétrica. Para otimizar seu funcionamento, dissipadores de calor foram acoplados à face quente, utilizando pasta térmica. Um *cooler* foi instalado na parte interna para distribuir o ar frio e manter uma temperatura uniforme (Figura 5).

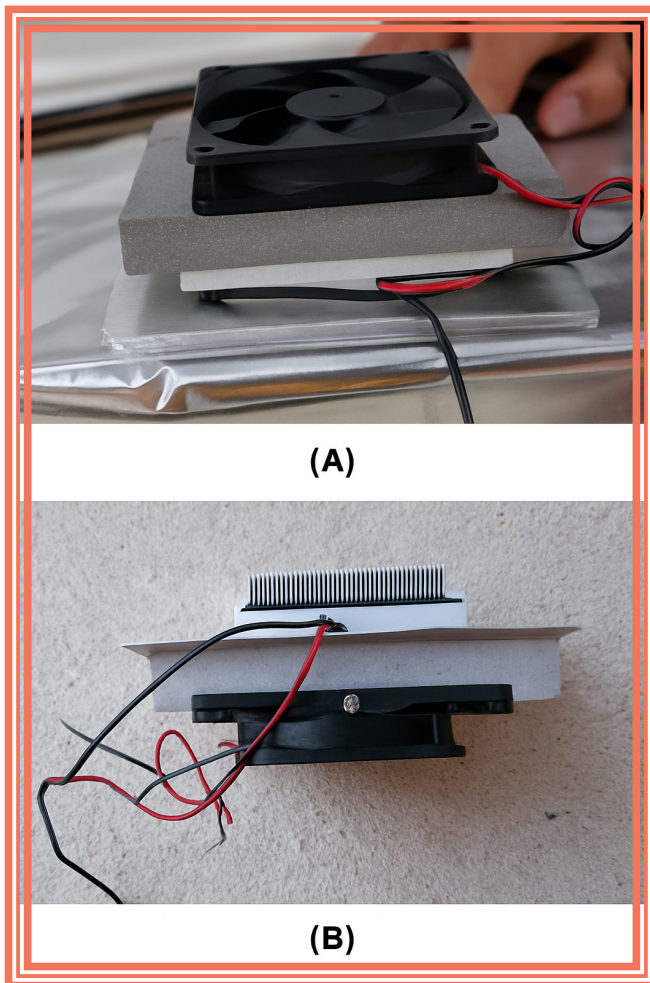


Figura 4 - Pastilha Peltier



Fonte: Br Eletrônica, 2025.

Figura 5 - Sistema de refrigeração em diferentes ângulos (A e B)

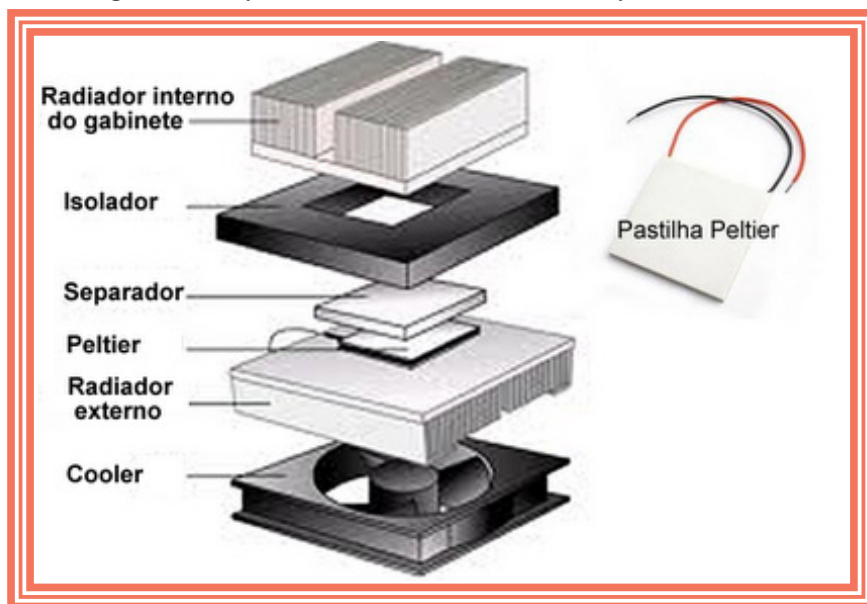


Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com auxílio da ferramenta *OpenAI*.

O esquema do sistema é ilustrado na Figura 6, com destaque para os elementos térmicos: radiadores, isolado-

res, pasta térmica e ventoinha. Esse conjunto é silencioso, compacto e eficiente, ideal para ambientes de pequeno porte e aplicações alternativas.

Figura 6 - Esquema do sistema baseado em pastilha Peltier

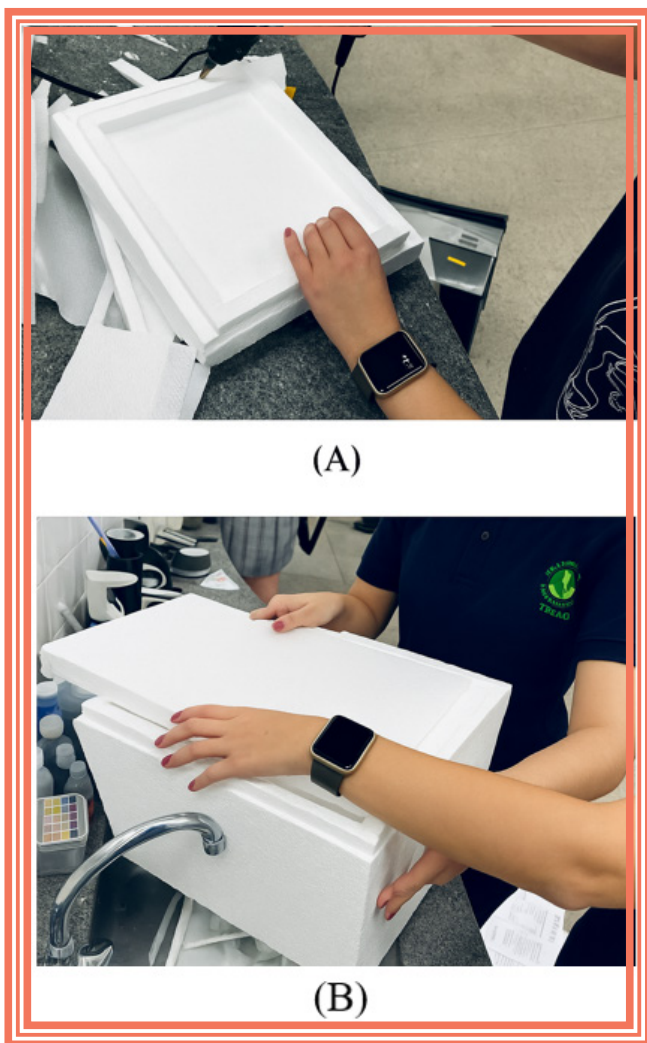


Fonte: Eletro Belav, 2025.

Estrutura física e montagem do protótipo

A estrutura da geladeira foi confeccionada com isopor, reforçada com placas de EVA e folhas de alumínio para potencializar o isolamento. A montagem utilizou cola quente nas junções maiores e supercola nos pontos que exigiam maior firmeza, como os dissipadores. As imagens da Figura 7 mostram as etapas de montagem.

Figura 7 - Construção da base do protótipo: (A) início da montagem; (B) estrutura em forma.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com auxílio da ferramenta *OpenAI*.



As conexões elétricas foram devidamente isoladas com fita isolante, garantindo a segurança do sistema. A experiência de montagem promoveu, além do desenvolvimento do protótipo, o fortalecimento de habilidades como criatividade, resolução de problemas e trabalho em equipe, componentes fundamentais de uma formação científica e cidadã. Nessa perspectiva, Medeiros *et al.* (2022, p. 90) destacam que,

a construção do protótipo com peças reaproveitadas contribui para o desenvolvimento de competências técnicas aliadas à consciência ambiental, promovendo práticas sustentáveis no ensino técnico.

O desenvolvimento do protótipo exigiu planejamento cuidadoso, domínio dos conceitos envolvidos e decisões técnicas fundamentadas, desde a escolha dos materiais até a montagem do sistema de refrigeração com pastilha Peltier. Cada etapa representou um avanço na consolidação do projeto e permitiu aos estudantes vivenciarem de forma prática os desafios e possibilidades da inovação sustentável.

A experiência acumulada nessa fase estabeleceu as bases necessárias para a realização dos testes experimentais, detalhados a seguir, os quais permitiram verificar o desempenho térmico da mini geladeira e validar as soluções adotadas em sua construção.





5 ANÁLISE DOS RESULTADOS: EFICIÊNCIA E IMPACTOS DO PROTÓTIPO

Diversos estudos anteriores serviram como referência para compreender o potencial da pastilha de Peltier na construção de sistemas de refrigeração alternativos. Moraes (2019b), por exemplo, obteve uma temperatura final de $7,8^{\circ}\text{C}$ após uma redução de $20,4^{\circ}\text{C}$ em uma hora de funcionamento. De forma semelhante, Soares, Silva e Ederli (2023, p. 10) alcançaram $12,7^{\circ}\text{C}$ em seu protótipo. Já Souza (2024) relatou uma marca significativa: seu sistema passou de 25°C para -10°C , demonstrando o potencial de eficiência das pastilhas termoelétricas.

Nos testes realizados no Ifal – Campus Murici, o protótipo desenvolvido foi inicialmente testado com o compartimento vazio, e posteriormente com 300 mL de água potável em um béquer. No primeiro teste, após três horas de funcionamento, a face fria da pastilha atingiu -7°C , enquanto a temperatura interna da caixa era de aproximadamente 20°C . Esse dado apontou para a necessidade de ajustes no isolamento térmico.

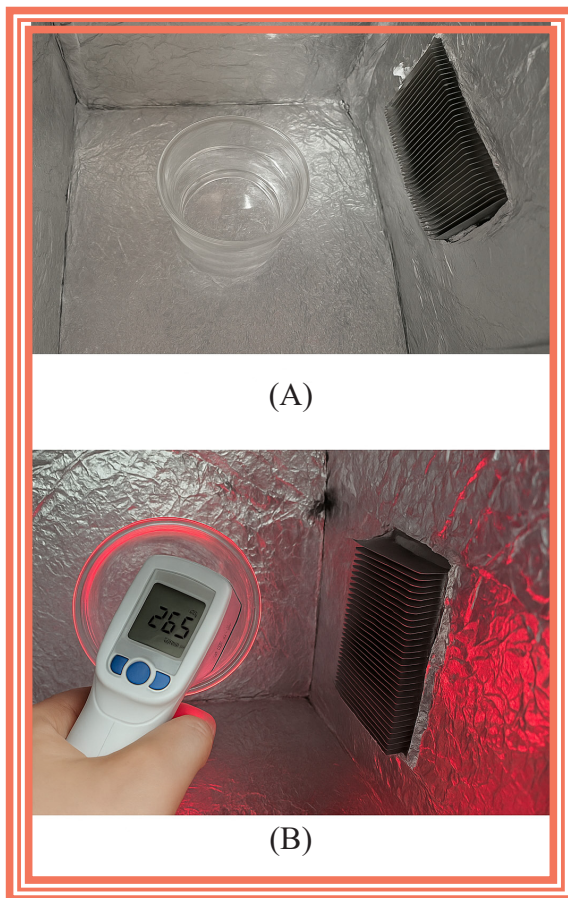
Com as melhorias implementadas, o segundo teste apresentou avanço significativo: a face fria da pastilha che-





gou a $-3,6^{\circ}\text{C}$; o interior da caixa, a $13,8^{\circ}\text{C}$; e a água, a $17,4^{\circ}\text{C}$, como mostram as imagens da Figura 8.

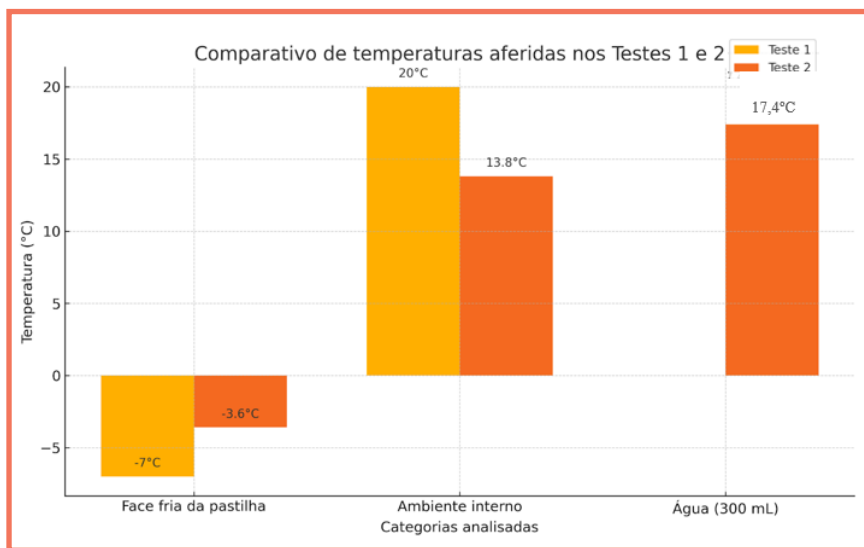
Figura 8 - Medições de temperatura no interior do protótipo. A - Inserção do béquer com 300 mL de água. B - Aferição da temperatura após 3 horas de funcionamento com sistema em operação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com auxílio da ferramenta *OpenAI*.

Com base nas medições realizadas nos testes 1 e 2, é possível observar variações significativas nas temperaturas registradas na face fria da pastilha, no interior da caixa térmica e no líquido contido no béquero. Para facilitar a comparação entre os testes e visualizar a evolução do desempenho do protótipo após os ajustes implementados, o Gráfico 1 apresenta a variação de temperatura registrada em cada ponto analisado.

Gráfico 1 - Comparativo entre os Testes 1 e 2: temperaturas registradas na pastilha, na caixa térmica e na água



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com auxílio da ferramenta OpenAI..

Nota-se que, apesar da leve elevação na temperatura da pastilha no segundo teste (-3,6°C em relação aos -7°C iniciais), houve uma redução mais significativa na tempe-



ratura do ambiente interno da caixa (20°C para $13,8^{\circ}\text{C}$) e da água (que passou de temperatura ambiente para $17,4^{\circ}\text{C}$), indicando melhora no isolamento térmico e na eficiência geral do sistema.

Tais resultados evidenciam que o sistema é funcional e apresenta potencial real para conservação de pequenas quantidades de alimentos e bebidas. Mesmo sem atingir temperaturas extremamente baixas, a estabilidade térmica alcançada é suficiente para aplicações pontuais, como feiras, transporte de produtos perecíveis e uso recreativo.

Embora o sistema termoeletrico operado por pastilha de Peltier não alcance a eficiência de ciclos de compressão tradicionais, sua aplicação em soluções compactas e de baixo consumo energético é plenamente justificável. A ausência de partes móveis e de fluidos refrigerantes tóxicos ou poluentes representa uma vantagem ambiental considerável, especialmente em contextos que exigem mobilidade, segurança e facilidade de manutenção. Nesse sentido, os resultados obtidos validam o potencial da tecnologia como alternativa sustentável para situações específicas.

Para uma compreensão mais clara das potencialidades e limitações do sistema termoeletrico baseado na pastilha de Peltier, torna-se pertinente compará-lo diretamente com o sistema de refrigeração por compressão, convencionalmente utilizado em refrigeradores domésticos e comerciais.



Quadro 2 – Comparativo entre o sistema de refrigeração por pastilha de Peltier e o sistema de compressão convencional.

Critério	Pastilha de Peltier	Sistema de Compressão Convencional
Fonte de funcionamento	Corrente elétrica direta	Motor compressor e gás refrigerante
Peças móveis	Não possui	Possui motor e outras partes móveis
Emissão de ruído	Baixa	Média a alta
Consumo energético	Baixo/moderado	Moderado a alto
Eficiência térmica	Menor	Maior
Impacto ambiental	Menor (sem gases nocivos)	Maior (uso de gases refrigerantes)
Aplicação ideal	Pequenas cargas e espaços reduzidos	Ambientes maiores e com uso constante
Custo de manutenção	Baixo	Moderado a alto
Facilidade de implementação	Alta (simples)	Requer conhecimento técnico especializado



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025, com base em Halliday *et al.* (2009), Eletro Belav (2025), Eletrolândia (2025) e dados da pesquisa.

A comparação reforça que, embora o sistema com pastilha de Peltier apresente menor eficiência térmica, ele se sobressai em aspectos como simplicidade, custo, portabilidade e sustentabilidade. Esses atributos tornam a proposta especialmente interessante para contextos educacionais, usos alternativos e comunidades com recursos limitados. Além disso, a adoção de tecnologias ambientalmente menos impactantes fortalece o papel da escola como



espaço de experimentação e consciência crítica frente aos desafios energéticos contemporâneos.

Apesar dos avanços observados nos testes, os resultados também indicam pontos críticos a serem aperfeiçoados. A diferença significativa entre a temperatura da pastilha e a do ambiente interno da caixa revela perdas térmicas que poderiam ser mitigadas com isolamentos mais eficientes. O uso de materiais como poliuretano expandido, mantas térmicas refletivas ou sistemas de vedação com maior aderência poderia elevar substancialmente o desempenho. Além disso, estudos futuros podem incorporar o uso de sistemas de controle automatizado da corrente elétrica aplicada à pastilha, otimizando o desempenho térmico em tempo real.

A Figura 9 apresenta o protótipo finalizado, resultado concreto de todo o processo de pesquisa, desenvolvimento e testes. Sua forma compacta e funcional expressa a viabilidade técnica da proposta, bem como a criatividade e o esforço coletivo empregados pelos estudantes ao longo da construção.



Figura 9 - Protótipo finalizado.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com auxílio da ferramenta OpenAI.

A análise dos resultados também permite destacar a riqueza da abordagem interdisciplinar adotada. Ao envolver conhecimentos de física (transferência de calor, termodinâ-



mica, eletricidade), química (propriedades dos materiais) e sustentabilidade (reaproveitamento de resíduos), o projeto se consolida como uma prática pedagógica integrada. Essa integração fortalece o desenvolvimento de competências científicas nos estudantes e os aproxima de desafios reais enfrentados na agroindústria e no cotidiano de populações vulneráveis.

Outro aspecto relevante diz respeito à replicabilidade do protótipo. O uso de materiais reaproveitados e de baixo custo viabiliza a construção do sistema mesmo em escolas com infraestrutura limitada. Ao tornar acessível a construção de uma tecnologia funcional, o projeto incentiva a apropriação do conhecimento científico pelas comunidades escolares e estimula o protagonismo estudantil na busca por soluções locais. A construção da mini geladeira, nesse contexto, extrapola o domínio da engenharia e se torna ferramenta de transformação social.

Apesar de limitações como eficiência térmica reduzida, tempo de resfriamento prolongado e dependência do isolamento, o projeto demonstrou viabilidade técnica e econômica. A experiência também evidenciou a necessidade de cuidados com a durabilidade das pastilhas e a ventilação adequada do sistema.





6 IMPACTOS DA PARTICIPAÇÃO NO SINPETE E NO LABMENT PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A seleção do projeto no Concurso de Ideias e Pesquisas Inovadoras, realizado durante o Sinpete 2024, representou o ponto de partida para uma jornada transformadora de aprofundamento científico e fortalecimento da formação dos envolvidos. Durante o evento, considerado o maior da área de educação científica voltado à Educação Básica em Alagoas, os estudantes do Ifal – Campus Murici apresentaram a proposta da mini geladeira sustentável, despertando interesse pelo seu potencial de aplicação prática, viabilidade econômica e criatividade na reutilização de materiais.

A partir da apresentação pública, em formato de feira científica, os estudantes não apenas vivenciaram a experiência de divulgar sua pesquisa a um público diversificado, mas também receberam importantes *feedbacks* de avaliadores, professores e visitantes, que contribuíram para o refinamento do projeto. Essa vivência fortaleceu o sentimento de pertencimento ao campo da ciência, ampliando





o engajamento da equipe com a pesquisa como ferramenta de transformação social.

Como reconhecimento pela relevância da proposta, o projeto foi contemplado para participar do Laboratório de Mentoria Científica (LabMent), desenvolvido entre os meses de fevereiro e maio de 2025. A iniciativa, coordenada pela Pró-reitoria de Graduação (Prograd) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), ofereceu um percurso formativo de três meses, composto por momentos formativos coletivos, sessões de mentoria individual e acompanhamento contínuo por pesquisadores com ampla experiência na área.

A participação no LabMent foi decisiva para o avanço metodológico, técnico e epistemológico do trabalho. Os encontros semanais permitiram que os estudantes aprofundassem sua compreensão sobre etapas essenciais da pesquisa científica, como delimitação do problema, definição de hipóteses, estruturação da metodologia, registro sistemático e análise crítica dos dados obtidos. Além disso, o professor-orientador também foi apoiado em sua função pedagógica, fortalecendo sua atuação como mediadores da investigação na escola.

A convivência com outras equipes de diferentes regiões do estado ampliou a rede de trocas e colaborações, fomentando o espírito colaborativo e a valorização da diversidade de contextos escolares. O ambiente de escuta, acolhimento e estímulo ao protagonismo juvenil favoreceu a emergência de novas ideias e despertou nos estudantes

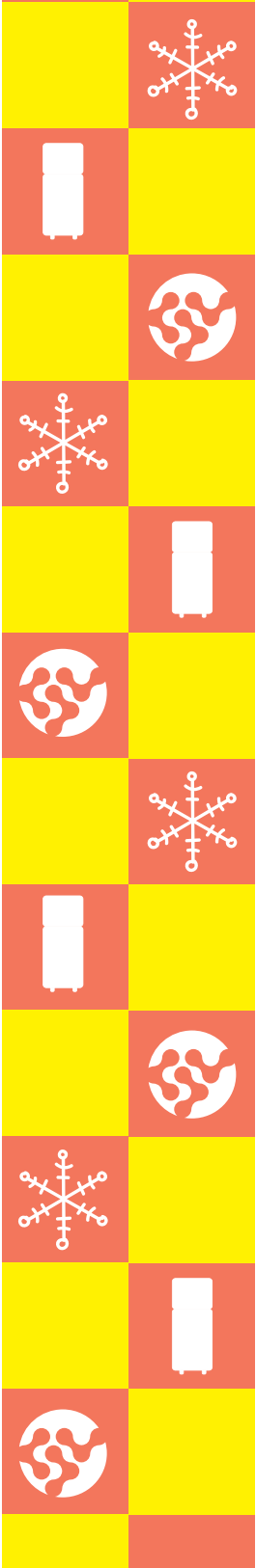




o desejo de continuidade da pesquisa e de atuação cidadã por meio da ciência.

Nesse sentido, o Laboratório de Mentoria não apenas contribuiu para o aprimoramento técnico do projeto, mas reafirmou a potência da articulação entre escola e universidade como caminho estratégico para a consolidação de uma educação científica crítica, emancipadora e territorializada.







7 RELAÇÃO COM OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

O projeto da mini geladeira termoelétrica está fortemente alinhado à Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), que define 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como compromissos globais para a construção de um mundo mais justo, inclusivo e ambientalmente equilibrado.

Ao adotar uma abordagem pedagógica baseada em problemas reais, com foco em soluções de baixo custo e uso de materiais reaproveitados, a proposta conecta-se diretamente a diversas metas da agenda global (ONU, 2015). A seguir, apresentamos um quadro que sintetiza essa relação, destacando os ODS mais diretamente impactados pela proposta e as formas como cada um foi contemplado ao longo do processo.



Figura 10 – Relação entre o protótipo e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).



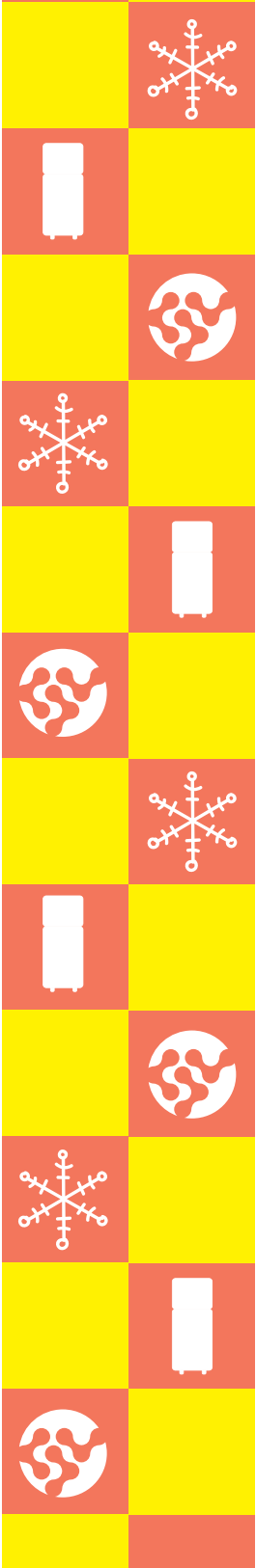
Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com base na Agenda 2030 da ONU (2015), com auxílio da ferramenta *OpenAI*.

Como detalhado na Figura 10, dentre os ODS mais diretamente relacionados, destaca-se o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), uma vez que o protótipo pode contribuir para a conservação de medicamentos e alimentos em comunidades com acesso limitado à refrigeração. O ODS 4 (Educação de Qualidade) também é contemplado, ao integrar conteúdos curriculares de forma aplicada, interdisciplinar e significativa. No campo da energia, o ODS 7 (Energia Limpa e Acessível) é atendido pela utilização de um sistema de refrigeração de baixo consumo energético e livre de gases poluentes.

Além disso, o projeto estimula a inovação sustentável e o empreendedorismo científico, em consonância com o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura). A reutilização de componentes eletrônicos descartados e o incentivo à reflexão sobre o consumo consciente dialogam com o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima).

Assim, o projeto vai além de uma atividade técnica, configurando-se como uma prática educativa que integra ciência, cidadania e sustentabilidade, promovendo a formação de sujeitos críticos e comprometidos com os desafios do presente e do futuro.







CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção e os testes do protótipo de mini geladeira termoelétrica baseada em pastilha de Peltier revelaram-se não apenas uma alternativa viável aos sistemas convencionais de refrigeração, mas também uma estratégia inovadora, de baixo custo e com grande potencial formativo. A proposta se destacou pela estrutura compacta, pela simplicidade de montagem e pela acessibilidade dos materiais, em especial pelo uso de componentes reaproveitados, alinhando-se às práticas de sustentabilidade tecnológica e econômica.

Do ponto de vista funcional, os resultados obtidos nos testes experimentais demonstraram que, embora a eficiência térmica ainda seja limitada quando comparada aos sistemas de compressão, a refrigeração alcançada é suficiente para aplicações em pequena escala, como conservação de alimentos, bebidas e medicamentos em contextos específicos: feiras, transporte, áreas rurais ou locais com infraestrutura elétrica restrita. A ausência de partes móveis, o funcionamento silencioso e a manutenção simplificada tornam o sistema ainda mais atrativo para esses cenários.

Contudo, o projeto evidenciou desafios que indicam a necessidade de aprimoramentos, especialmente no isola-





mento térmico e na regulação da corrente elétrica aplicada à pastilha. Tais aspectos abrem caminhos para aprofundamentos técnicos que já estão sendo considerados pela equipe, como o desenvolvimento de um sistema automatizado de controle térmico e o uso de materiais com maior capacidade isolante.

Além de seu mérito técnico, o maior impacto do projeto se deu no campo da formação científica e cidadã. A experiência prática favoreceu a aprendizagem significativa de conceitos de física, termodinâmica, eletrônica e sustentabilidade, promovendo a interdisciplinaridade e o protagonismo estudantil. A participação no Sinpete 2024 e a trajetória do grupo no LabMent, com três meses de orientação científica contínua, permitiram o amadurecimento da proposta, o aprimoramento da comunicação científica e a inserção dos alunos em espaços legítimos de pesquisa e inovação.

Nesse sentido, o protótipo não apenas respondeu à pergunta de pesquisa, mas também extrapolou os muros da escola, reafirmando o potencial da Educação Profissional como espaço de criação de soluções acessíveis e socialmente relevantes.

Diante desses avanços, vislumbram-se novas perspectivas de continuidade:

- A realização de novos testes experimentais, com foco na medição do desempenho energético, no mapeamento térmico do interior do sistema e no cálculo do coeficiente de performance (COP), per-



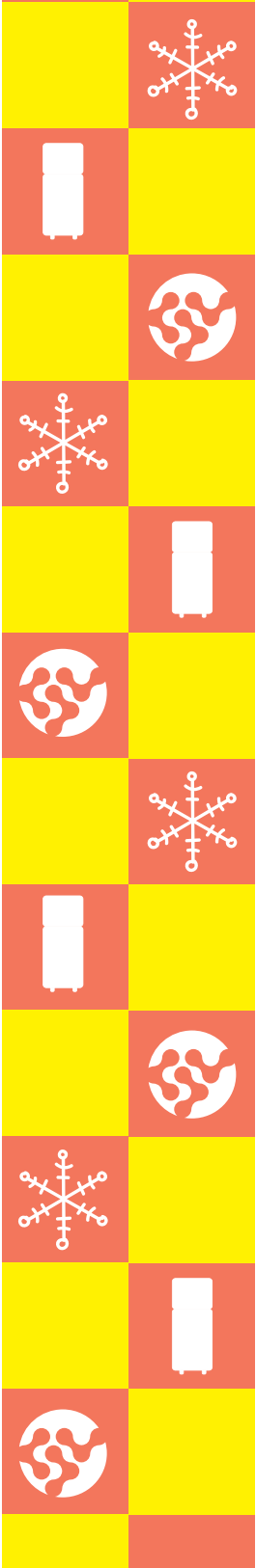


mitindo comparações mais precisas com modelos comerciais;

- O desenvolvimento de um sistema automatizado de controle térmico, baseado em sensores e microcontroladores, que permita o ajuste dinâmico da corrente elétrica aplicada à pastilha, otimizando o desempenho e reduzindo o consumo de energia;
- A busca por parcerias com incubadoras tecnológicas e programas de fomento à inovação, com vistas à proteção intelectual (registro de patente) e ao possível desenvolvimento comercial do protótipo, voltado a feiras agroecológicas, produtores da agricultura familiar, comércio ambulante ou comunidades em vulnerabilidade energética;
- A utilização do protótipo como ferramenta pedagógica replicável, integrando o ensino técnico com projetos investigativos, promovendo o letramento científico e a cultura *maker* em escolas de todo o país.

Em suma, o projeto reafirma que é possível, mesmo com recursos limitados, produzir ciência de qualidade com relevância social, promovendo a cultura da inovação e inspirando práticas educativas transformadoras. A mini geladeira termoelétrica de Peltier representa, portanto, não apenas um artefato funcional, mas a expressão concreta de um processo formativo, interdisciplinar e alinhado aos princípios da sustentabilidade e da justiça social.







REFERÊNCIAS

ELETRO BELAV. Pastilha Termoelétrica Peltier TEC1-12706 12 V [imagem]. Maringá, PR: C R Tardivo Consertos e Peças para Eletrodomésticos Ltda., s. d. Disponível em: <https://www.eletrobelav.com.br/produtos/pastilha-peltier-12706/>. Acesso em: 29 abr. 2025.

ELETROLÂNDIA. Pastilha termoelétrica Peltier 12 V 60 W 40 × 40 mm [imagem]. Vila Velha, ES: Eletrolândia Comércio de Produtos Eletrônicos Ltda., s. d. Disponível em: <https://www.eletrolandiaes.com.br/pastilha-termoeletrica-peltier-12v-60w-40x40mm>. Acesso em: 29 abr. 2025.

FERNANDES, J. D. F. S. *et al.* Refrigeração utilizando pastilhas de efeito Peltier. **Holos**, Natal, v. 2, p. 25-31, 2010.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**: termodinâmica. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 2.

HELERBROCK, R. Condutividade. Brasil Escola, s. d. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/condutividade.htm>. Acesso em: 07 maio 2025.

MEDEIROS, M. J. *et al.* Tecnologias sustentáveis e reaproveitamento de materiais na educação técnica. **Revista Brasileira de Educação Profissional e Tecnológica**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 88-99, 2022.





MONTEIRO, P. P.; SENA, A. J. **Sistema de resfriamento de equipamentos industriais utilizando células Peltier**. Belém: Instituto de Estudos Superiores da Amazônia, 2017.

MORAES, A. M. Pastilhas termoelétricas e o efeito Peltier: princípios e aplicações. **Revista de Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 5, n. 2, p. 123-130, 2019a.

MORAES, R. S. da. **Aprendizagem de conceitos físicos a partir da construção de uma mini geladeira de pastilha Peltier**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – UFMA, 2019b.

MYERS, J. Women's contributions to appliances. Courtenay Appliances, Courtenay, 8 mar. 2023. Blog. Disponível em: <https://courtenayappliances.com/womens-contributions-to-appliances>. Acesso em: 04 maio 2025.



OLIVEIRA, A. **Custos de manutenção de eletrodomésticos: uma análise econômica**. Fortaleza: Editora Economia, 2020.

OLIVEIRA, D. A. de *et al.* **Frigobar de baixo custo utilizando pastilha Peltier**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Eletrotécnica) – Etec Paulino Botelho, São Carlos, 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio), 2015.

PEREIRA, M. **Desafios no uso de eletrodomésticos em regiões com energia instável**. Rio de Janeiro: Editora Sustentabilidade, 2019.



PIEIDADE, M. **Semicondutores:** de Faraday a Bardeen, Shockley, Brattain e outros. Dezembro de 2017. Disponível em: https://museufaraday.tecnico.ulisboa.pt/~museufaraday.daemon/HistTecnology/Hist%C3%B3ria-dos-semicondutoresv1_2.pdf. Acesso em: 07 maio 2025.

RODRIGUES, V. M. *et al.* Conservação de alimentos na agroindústria familiar: tecnologias acessíveis e boas práticas. **Cadernos de Extensão Rural**, v. 14, n. 2, p. 32-40, 2021.

SANTOS, F. **Impactos ambientais dos gases refrigerantes em aparelhos de refrigeração.** Belo Horizonte: Editora Ambiental, 2018.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, J. L.; CARVALHO, M. M. O uso da refrigeração para conservação de alimentos perecíveis na agricultura familiar. **Revista de Agroecologia Aplicada**, v. 9, n. 1, p. 58-64, 2018.

SILVA, J. **Eficácia e eficiência das geladeiras convencionais no mercado brasileiro.** São Paulo: Editora Tecnológica, 2021.

SOARES, C. C.; SILVA, M. M.; EDERLI, J. A. P. **Refrigeração termoelétrica:** explorando o efeito Peltier em um sistema caseiro de refrigeração. *Colloquium Exactarum, Presidente Prudente*, v. 15, e234781, p. 1-14, jan./dez. 2023. DOI: 10.5747/ce.2023.v15.e409. Disponível em: <http://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/4781>. Acesso em: 06 maio 2025.

SOUSA, A. C. M. de. **Efeito Peltier e suas aplicações em câmaras térmicas renováveis.** 2024. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – UEMA, 2024.





SOUZA, F. R. **Avaliação do desempenho térmico de pastilhas termoeletricas em sistemas de refrigeração**. 2024. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2024.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Instituto de Física. **Geladeira** – princípios de funcionamento. Projeto Energia, 1999. Disponível em: <http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo2B/Refrigeracao/geladeira.htm>. Acesso em: 07 maio 2025.

VILLAS BÔAS, J. F. **Física térmica**: uma abordagem experimental e contextualizada. São Paulo: Atual Editora, 2012.

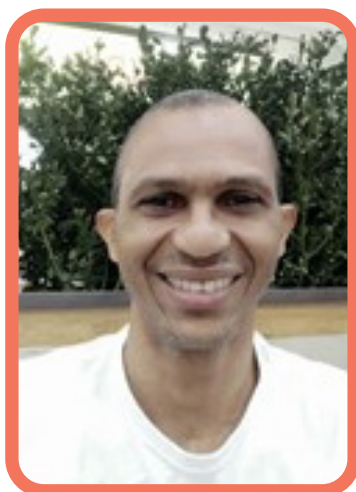
XU, L. et al. Thermoelectric refrigeration in food preservation: a sustainable solution. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 118, p. 109511, 2020.



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

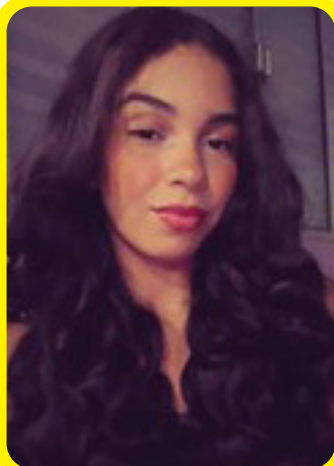


Everaldo do Santos | Mentorado

Licenciado em química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), mestre em biotecnologia de produtos bioativos pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atuou como professor de química nas redes públicas Estadual e Municipal de Pernambuco. Atualmente é professor efetivo do Instituto Federal de Alagoas Campus Murici desenvolvendo atividades relacionadas a ensino, pesquisa e extensão. Também participou como mentorado do Laboratório de Mentoria (La-

bMent), promovido pelo Programa Sinpete – Ciência e Inovação na Educação Básica, que resultou na produção e publicação deste livro. Email: everaldo.santos@ifal.edu.br





Alícia Oliveira Amorim | Mentorada

Discente do curso técnico em agroindústria integrado ao Ensino Médio pelo Instituto Federal de Alagoas - Campus Murici. Já atuou como extensionista pelo PROEX nos anos de 2023, com trabalho de Educação Ambiental Para os Estudantes de Escola Municipal de Ensino Fundamental em áreas voltadas para o curso de agroindústria, e no ano de 2024 abordando a Conscientização de Alunos do Ensino Fundamental Sobre a Importância da Cana-de-açúcar e

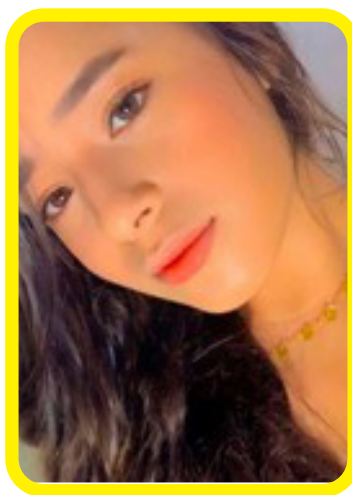
Seus Derivados no Cotidiano e na Alimentação. Realizou curso complementar no curso de informática básica promovido pela prefeitura de Murici e além do português, é proficiente na língua inglesa. Também participou como mentorada do Laboratório de Mentoria (Lab-Ment), promovido pelo Programa Sinpete - Ciência e Inovação na Educação Básica, que resultou na produção e publicação deste livro.



Jackeline Salviano da Silva | Mentorada

Discente do curso técnico em Agroindústria integrado ao Ensino Médio pelo Instituto Federal de Alagoas. Atualmente, atua como pesquisadora de iniciação científica (PIBIC - IFAL), desenvolvendo estudos nas áreas de microbiologia e parasitologia voltados ao controle da segurança alimentar, em suas pesquisas também investiga processos eficazes para conservação de alimentos. Além disso, é monitora de ciências da natureza do

programa Partiu IF e extensionista do PROEX - IFAL nas áreas de empreendedorismo e sustentabilidade. Também é estudante de curso técnico em Enfermagem, no qual realiza pesquisas e contribui na elaboração de artigos científicos com foco na área do autismo. 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.



Maria Beatriz Moreira da Silva | Mentorada

Técnica em Agroindústria integrada ao Ensino Médio pelo Instituto Federal de Alagoas (IFAL). Atualmente atua como extensionista no âmbito da PROEX-IFAL, desenvolvendo ações voltadas às áreas de laticínios, mulheres empreendedoras e bem-estar animal, com foco no controle da segurança alimentar. Em suas atividades, também investiga práticas eficazes para a promoção do bem-estar animal. Possui formação complementar nas áreas de Assistente

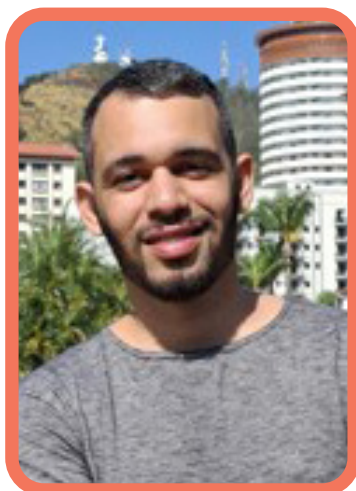
Administrativo, Empreendedorismo e Auxiliar Veterinário, contribuindo para projetos que promovem a troca de saberes entre a instituição e a comunidade. Já foi pesquisadora na área de Biologia pelo PIBIC/FAPEAL e atuou como monitora de Ciências da Natureza. Também participou como mentorada do Laboratório de Mentoria (LabMent), promovido pelo Programa Sinpete – Ciência e Inovação na Educação Básica, que resultou na produção e publicação deste livro.





Rosalvo Miguel do Santos | Mentorado

Discente do curso técnico em agroindústria integrado ao Ensino Médio pelo Instituto Federal de Alagoas - Campus Murici. Também participou como mentorado do Laboratório de Mentoria (LabMent), promovido pelo Programa Sinpete - Ciência e Inovação na Educação Básica, que resultou na produção e publicação deste livro.



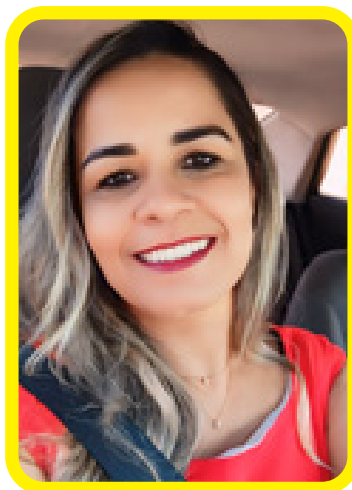
André Felipe de Almeida Xavier | Mentor

Licenciado em química pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Técnico em química pelo Instituto Federal de Alagoas (IFAL). Atuou como professor de química na rede pública estadual e particular de Alagoas. Atuou como técnico em química nas empresas Norsa Refrigerantes S.A., Braskem e Qualitex Engenharia e Serviços. Atualmente é doutorando pelo programa de doutorado Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO) e desenvolve atividades

relacionadas à pesquisa e extensão, com atuação na área de eletroquímica. Também participou como mentor científico do Laboratório de Mentoria - LabMent (2025), promovido pelo Programa Sinpete - Ciência e Inovação na Educação Básica, que resultou na produção e publicação deste livro.

Email: andre.xavier@iqb.ufal.br



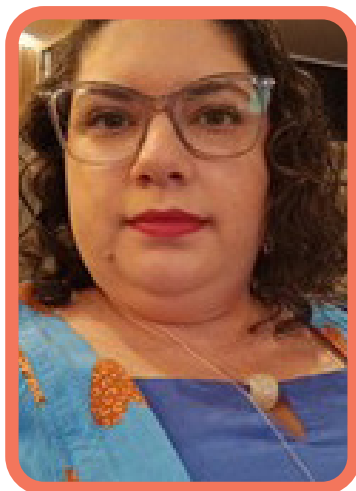


Vera Lucia Pontes dos Santos

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”.

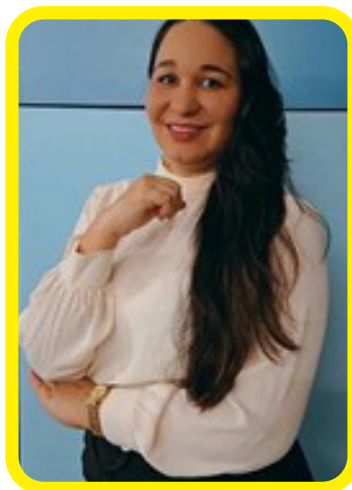




Maria Ester de Sá Barreto Barros

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”.



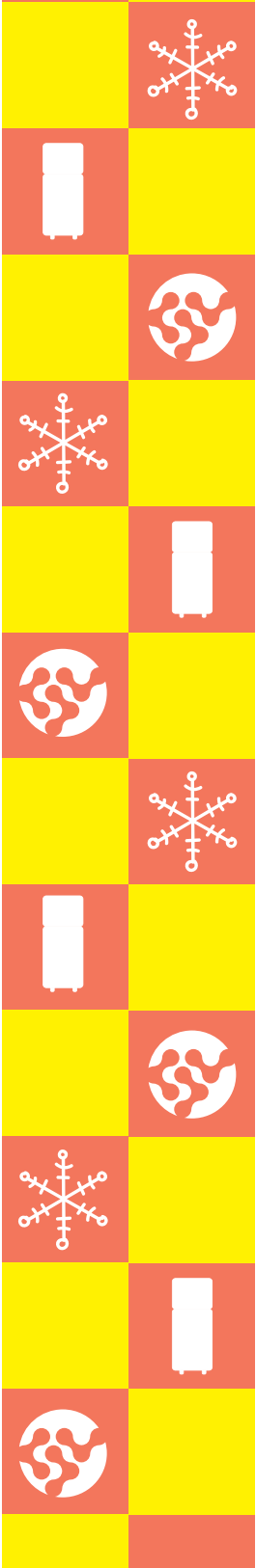


Jadriane de Almeida Xavier

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 (PPG-QB-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: 978-65-5624-507-2



9 786556 124507 2