

BIOFERTILIZANTES DO SERTÃO

MICRORGANISMOS DA
CAATINGA A SERVIÇO
DA SUSTENTABILIDADE

SÉRIE 2 | VOLUME 8
SUSTENTABILIDADE, REUTILIZAÇÃO
E PRODUTOS NATURAIS

**Mayke da Silva Santos
Joedson Alves da Silva
Larissa Laiane Soares
Lucicleide Bezerra Lopes
Luis Guillermo Martinez Maza**

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 8
**SUSTENTABILIDADE, REUTILIZAÇÃO
E PRODUTOS NATURAIS**



**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 Iavmilson Silva Barbalho

José Márcio da Moraes Oliveira

Juliana Roberta Theodoro de Lima

Júlio Cezar Gaudêncio da Silva

Márcio Jorge Jucá

Muller Ribeiro Andrade

Rafael André de Barros

Silvia 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)

Patrícia Delgado Granados

Universidade de Servilha-Espanha

Paulo Manuel Teixeira Marinho

Universidade do Porto - Portugal

Wilfredo García 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

B615 Biofertilizantes do sertão: horta vertical com reuso do plástico na escola municipal Silvestre Péricles / Mayke da Silva Santos ... [et.al]. - Maceió: EDUFAL, 2025.

78 p.: il. (Sustentabilidade, reutilização e produtos naturais; Série 2 v. 8) - (Coleção Sinpete: Ciência na Escola para o Desenvolvimento Sustentável)

Inclui bibliografia.

ISBN - 978-65-5624-499-0 E-book

1. Sustentabilidade. 2. Horta vertical. 3. Biofertilizantes.
I. Silva, Joedson Alves da. II. Soares, Larissa Laiane.
III. Lopes, Lucicleide Bezerra. IV. Maza, Luis Guillermo Martinez.

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

Mayke da Silva Santos
Joedson Alves da Silva
Larissa Laiane Soares
Lucicleide Bezerra Lopes
Luis Guillermo Martinez Maza

COLEÇÃO SINPETE

CIÊNCIA NA ESCOLA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

BIOFERTILIZANTES DO SERTÃO

MICRORGANISMOS DA CAATINGA A SERVIÇO
DA SUSTENTABILIDADE

SÉRIE 2 | VOLUME 8
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 Mentoría 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 Mentoría (LabMent)

Coordenação

Hilda Helena Sovierzoski
Maria Ester de Sá Barreto Barros

Mentores científicos

André Felippe 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
Laís 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 Morais 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 Josélia 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

A realização deste trabalho só foi possível graças ao apoio e ao incentivo de muitas pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para o nosso percurso de aprendizado e desenvolvimento.

Agradecemos, primeiramente, a Deus, por nos conceder sabedoria, força e saúde durante toda a jornada.

À gestão da Escola Estadual João Francisco Soares, por acreditar em nosso potencial e por proporcionar o espaço e os recursos necessários para a concretização deste projeto.

Aos colegas de equipe, pela parceria, empenho e respeito mútuo, fundamentais para a construção de um trabalho coletivo e significativo.

À organização do *Programa Sinpete - Ciência e Inovação na Educação Básica* por abrir espaço para que estudantes de todo o estado pudessem compartilhar experiências, ideias e práticas que contribuem para uma educação transformadora.



Ao mentor do nosso projeto, o professor Luiz Guillermo Martínez Maza, pela dedicação, paciência e por nos guiar com tanto zelo e compromisso ao longo de todas as etapas.

Por fim, agradecemos às nossas famílias e à comunidade de Olho d'Água do Casado, por todo o apoio moral e incentivo à nossa formação. Os nossos mais sinceros agradecimentos a todos que fizeram parte dessa caminhada!



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DO VOLUME	17
1 INTRODUÇÃO	27
2 POR QUE A CAATINGA É SOLO FÉRTIL PARA A INOVAÇÃO?	29
3 MICRORGANISMOS E BIOFERTILIZANTES: CIÊNCIA A SERVIÇO DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL	35
O que são biofertilizantes e por que usá-los?	35
Aplicações e benefícios na agricultura	36
Microrganismos eficientes: agentes da sustentabilidade	37
4 BIOFERTILIZANTES A PARTIR DE ME E A RELAÇÃO COM OS ODS	43
ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável	43
ODS 6 – Água Potável e Saneamento	44
ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis	44
ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima	44
ODS 15 – Vida Terrestre	44
5 DO SERTÃO À CIÊNCIA: COMO PRODUZIMOS NOSSO BIOFERTILIZANTE	49

6 EXPERIÊNCIA DE PARTICIPAÇÃO NO SINPETE E NO LABMENT	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS	65
SOBRE OS/AS AUTORES/AS E ORGANIZADORAS	71



APRESENTAÇÃO DA COLEÇÃO

E 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 21^a 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. Mentoría 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 sargaço?;
4. Além das quatro paredes: educação imersiva com realidade aumentada;
5. Desvendando o céu da lagoa: astronomia para todos;



6. Reciclamapa: 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

Ao longo do século 21, os esforços para o aumento da produtividade agrícola, com foco no combate à fome e na preservação ambiental, vêm fomentando uma série de debates que convergem para a necessidade de uma mudança global na cultura de produção de alimentos. Nesse contexto, os bioinsumos têm ganhado destaque crescente, especialmente no que se refere ao condicionamento do solo, ao controle de plantas espontâneas, pragas e doenças.

Entre os bioinsumos utilizados no acondicionamento do solo, destacam-se os biofertilizantes, que resultam da mistura de matéria orgânica e/ou inorgânica com água, submetida a processos de decomposição aeróbicos ou anaeróbicos. Esses compostos atuam como inoculantes e adubos, favorecendo práticas agrícolas mais sustentáveis.

O uso de biofertilizantes, além de não provocar impactos ambientais negativos, promove o aumento da atividade microbiana no solo, o equilíbrio de nutrientes, a resistência das plantas a estresses bióticos e abióticos e, consequentemente, o incremento da produção agrícola, tanto em quantidade quanto em qualidade. Por serem produzidos à partir de recursos locais, apresentam baixo custo





para o agricultor e não oferecem riscos à sua saúde. Para o consumidor, representam uma alternativa mais segura, com produtos de maior valor nutricional e livres de resíduos tóxicos.

Ciente da relevância desse tema para a agricultura brasileira, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) tem acompanhado de perto os avanços na área, priorizando o desenvolvimento de pesquisas voltadas à produção de biofertilizantes. Essas pesquisas envolvem testes em laboratório, casa de vegetação e experimentos do campo, com resultados promissores. Como exemplo destacam-se os biofertilizantes Hortbio e Mandacaru, além de diversas formulações disponíveis para agricultores e pesquisadores.

Segundo dados da Embrapa, observa-se uma tendência crescente no setor de bioinsumos no Brasil, com destaque para o período de 2020 – 2021, quando o setor registrou um faturamento anual superior a um bilhão de reais. Esse crescimento reflete a crescente demanda por sistemas de produção mais sustentáveis, impulsionada por um mercado consumidor cada vez mais consciente da relação entre saúde, alimentação e meio ambiente – especialmente após a aprovação da agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015.

Neste texto, apresentamos o percurso e os resultados de um projeto em desenvolvimento, cujo objetivo é identificar e coletar, na caatinga, microrganismos com potencial de decomposição de matéria orgânica, visando à produção de um biofertilizante adaptado às condições do semiárido. Esse biofertilizante, obtido a partir de um





processo de decomposição em campo, que envolve fases aeróbica e aneróbica, busca melhorar a fertilidade do solo e, assim, contribuir com o aumento da produtividade agrícola na região.

Luis Guillermo Martinez Maza

Mentor científico do Laboratório de
Mentoria do Sinpete







1 INTRODUÇÃO

A busca por soluções sustentáveis na agricultura tem se tornado um desafio cada vez mais urgente, sobretudo em regiões semiáridas, onde a escassez de água, a baixa fertilidade dos solos e o elevado custo de insumos agrícolas impactam diretamente a produtividade e a segurança alimentar. Nesse contexto, a proposta de produzir biofertilizantes a partir de microrganismos eficientes, coletados na Caatinga, emerge como uma alternativa inovadora e ambientalmente responsável.

A Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro, destaca-se por sua biodiversidade singular, composta por espécies vegetais e microbianas altamente adaptadas às condições adversas de clima semiárido e solos pobres (Silva; Tabarelli; Fonseca, 2004). Essa riqueza biológica, muitas vezes subestimada, abriga um vasto potencial para o desenvolvimento de soluções sustentáveis que respeitam as especificidades do ecossistema e promovem benefícios concretos à agricultura regional.

A utilização de microrganismos nativos da Caatinga na produção de biofertilizantes possibilita a recuperação da fertilidade do solo de forma natural, evitando os impac-





tos ambientais frequentemente associados ao uso intensivo de fertilizantes químicos. Esses microrganismos apresentam mecanismos biológicos capazes de favorecer a fixação e a disponibilização de nutrientes, o equilíbrio do microbioma do solo e a resistência a estresses hídricos – aspectos essenciais para o cultivo agrícola em ambientes semiáridos (Andrade, 2024).

Além de promover a saúde do solo, os biofertilizantes desenvolvidos com base em recursos locais contribuem para a redução da poluição dos corpos d’água, da emissão de gases de efeito estufa e da dependência de insumos industriais. Desse modo, fortalecem a conservação do bioma e mitigam os efeitos das mudanças climáticas.

A biotecnologia ambiental aplicada nesse processo constitui uma ponte entre o conhecimento científico e as demandas práticas do campo, oferecendo alternativas acessíveis, eficazes e ecológicas para pequenos, médios e grandes produtores. Diante dos desafios globais impostos pela crise ambiental e pelas desigualdades socioeconômicas, a valorização dos recursos biológicos da Caatinga fortalece a economia regional, impulsiona práticas agrícolas sustentáveis e contribui para a segurança alimentar das futuras gerações.

A implementação de biofertilizantes oriundos da Caatinga, portanto, representa uma estratégia inovadora e sustentável que integra ciência, conservação ambiental e responsabilidade social, colocando a biodiversidade como aliada na construção de um modelo agrícola resiliente e inclusivo.





2 POR QUE A CAATINGA É SOLO FÉRTIL PARA A INOVAÇÃO?

A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, o que significa que grande parte de sua diversidade é endêmica – ou seja, não pode ser encontrada em nenhum outro lugar do planeta (Silva; Tabarelli; Fonseca, 2004).

No estado de Alagoas, esse bioma abrange uma parcela significativa do território, especialmente nos municípios do Sertão, como Maravilha, Poço das Trincheiras, Santana do Ipanema, Ouro Branco, Canapi, Delmiro Gouveia, Olho D'Água do Casado e Piranhas (Figura 1).





Figura 1 - Biomas do estado de Alagoas.



Fonte: Frigoletto (2025).¹

Esses municípios enfrentam graves desafios socioeconômicos, evidenciados por baixos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH). Inhapi, por exemplo, apresenta o menor IDH de Alagoas, (0,484), seguido por Olivença (0,493), Olho D'Água Grande (0,503), Mata Grande (0,504) e Roteiro (0,505) (Alagoas, 2025). Esses dados refletem a urgência de políticas públicas que promovam o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações que habitam a Caatinga alagoana.

A economia regional é fortemente baseada na agropecuária, com destaque para a pecuária de corte e leite, além

¹ Disponível em: www.frigoleto.com.br/geoalagoas/vegetac.htm. Acesso em: 30 mai. 2025.



da agricultura familiar de subsistência, que cultiva milho, feijão, mandioca e forrageiras. No entanto, a produção agrícola é severamente impactada pelas condições climáticas adversas, como longos períodos de seca, escassez hídrica, e solos naturalmente pobres em nutrientes – características típicas do semiárido.

Para mitigar esses desafios, algumas ações de irrigação, como o aproveitamento das águas do Rio São Francisco e do Canal do Sertão, vêm contribuindo para a diversificação da produção, incluindo a fruticultura irrigada (Alagoas, 2017). Ainda assim, uma das lacunas mais críticas é a ausência de estratégias específicas para a fertilização do solo. A carência de ações voltadas à reposição sustentável de nutrientes compromete não apenas a produtividade agrícola, mas também a resiliência dos ecossistemas.

Apesar dessas limitações, o solo da Caatinga apresenta uma microbiota adaptada às condições extremas do bioma – como aridez, altas temperaturas e baixa fertilidade – o que o torna um campo fértil para a pesquisa científica (Andrade, 2024). O uso intensivo de fertilizantes químicos, por sua vez, tem agravado problemas ambientais e sanitários: contaminação de recursos hídricos, perda da biodiversidade do solo e riscos à saúde humana (Cirino *et al.*, 2021).

O infográfico a seguir sintetiza os principais desafios enfrentados pela agricultura no Sertão alagoano e aponta as potencialidades do território, como o uso de biofertilizantes a partir de microrganismos nativos da Caatinga.





Figura 2 – Desafios e Potenciais da Caatinga para a Agricultura Sustentável.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025. Ilustração desenvolvida com auxílio do ChatGPT (OpenAI), com base em Silva; Tabarelli; Fonseca (2004), Cirino et al. (2021) e Andrade (2024).



Neste contexto, o desenvolvimento de biofertilizantes a partir de microrganismos nativos da Caatinga surge como alternativa viável, sustentável e de baixo custo. Essa tecnologia alia ciência e saberes locais, promovendo a fertilidade do solo, o aumento da produtividade e a conservação dos recursos naturais – com ênfase no potencial biotecnológico do bioma semiárido.

Investir em soluções baseadas na natureza, como os biofertilizantes, significa apostar em um modelo de agricultura regenerativa e socialmente justa. Trata-se de um caminho para superar desigualdades históricas, promover a segurança alimentar, valorizar a biodiversidade local e consolidar práticas inovadoras de convivência com o semiárido.







3 MICRORGANISMOS E BIOFERTILIZANTES:

CIÊNCIA A SERVIÇO DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

O que são biofertilizantes e por que usá-los?

Os biofertilizantes – também conhecidos como fertilizantes biológicos – são produtos elaborados com microrganismos vivos, como bactérias e fungos, que atuam diretamente na melhoria da fertilidade do solo. Esses microrganismos promovem a fixação do nitrogênio atmosférico, que facilitam a absorção de nutrientes como fósforo, potássio e zinco e ainda estimulam a produção de fito-hormônios, favorecendo o crescimento saudável das plantas (Barman *et al.*, 2017).

Além dos benefícios agronômicos, os biofertilizantes contribuem significativamente para a sustentabilidade ambiental. Sua produção consome menos recursos naturais e combustíveis fósseis, em comparação aos fertilizantes químicos. Quando produzidos a partir de resíduos orgânicos – como restos de colheitas, excretas animais, resíduos de matadouros e resíduos sólidos urbanos – e ainda contri-





bui para a redução do volume de lixo orgânico descartado e promovem a reciclagem de nutrientes no ambiente (Garrido *et al.*, 2019).

Do ponto de vista químico-biológico, os fertilizantes biológicos apresentam compostos bioativos resultantes da biodigestão de materiais orgânicos de origem animal e vegetal. Seu conteúdo pode incluir células vivas ou latentes de microrganismos aeróbicos, anaeróbicos e fermentadores (como bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos), bem como metabólitos e quelatos organominerais dissolvidos em soluções aquosas (Medeiros; Lopes, 2006). Santos e Akiba (1996) destacam que os metabólitos presentes nesses biofertilizantes contém proteínas, enzimas, antibióticos, vitaminas, fenóis e ácidos orgânicos com propriedades fito-hormonais.

Aplicações e benefícios na agricultura

Diversas aplicações dos biofertilizantes são descritas na literatura especializada, evidenciando seus efeitos positivos sobre o solo, as plantas e o controle de pragas e doenças (Santos; Sampaio, 1993; Santos; Akiba, 1996; Medeiros *et al.*, 2000; Barman *et al.*, 2017; Lima; Alves, 2022). Santos e Sampaio (1993) identificaram propriedades coloidais nos biofertilizantes, que agem como repelentes naturais, dificultando a alimentação de insetos como pulgões e moscas-das-frutas.).

Medeiros *et al.* (2000) observaram, por exemplo, que um biofertilizante à base de rúmen bovino e Microgeo re-





duziu a fecundidade e a longevidade do ácaro-da-leprose (*Brevipalpus phoenicis*) e mostrou ação sinérgica com agentes biológicos como o *Bacillus thuringiensis* e *Beauveria bassiana*, no controle de pragas cítricas.

Silva *et al.* (1995) investigaram o uso de biofertilizantes líquidos como recuperadores de solo estimuladores da produtividade em milho e feijão-de-corda. Já Santos e Akiba (1996) demonstraram que os fitohormônios presentes nesses insumos – como ácido indolacético e giberelinas – favorecem o crescimento das plantas, aumentam a resistência a doenças e inibe o desenvolvimento de patógenos.

Cavalcante *et al.* (2007) e Rodrigues *et al.* (2009) mostraram efeitos positivos do uso de biofertilizantes líquidos à base de esterco bovino em maracujazeiros, tanto na estrutura do solo quanto na produção de biomassa. Barman *et al.* (2017) também ressaltam que os biofertilizantes reduzem significativamente a dependência de fertilizantes químicos, trazendo ganhos ambientais importantes.

Estudos mais recentes, como os de Beyuma e Fuentes (2019), Guillermo (2021) e Lima e Alves (2022), relatam efeitos anatômicos e fisiológicos benéficos em plantas tratadas com biofertilizantes, demonstrando o avanço nas pesquisas e o potencial biotecnológico desses insumos.

Microrganismos eficientes: agentes da sustentabilidade

Os microrganismos estão por toda parte e, nas últimas décadas, vêm sendo cada vez mais utilizados pela





indústria alimentícia, farmacêutica e agrícola. No solo, os chamados Microrganismos Eficientes (ME) ou benéficos desempenham funções essenciais como a degradação da matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes, a melhoria da estrutura do solo e a promoção da saúde vegetal (Oliveira *et al.*, 2014; Fan *et al.*, 2018; Cargnelutti *et al.*, 2021).

Mitsuiki (2006) destaca que, quando inoculados em matéria orgânica ou compostos fermentados, os ME aumentam a mineralização e a disponibilidade de nutrientes. Andrade (2020) classificou suas aplicações em múltiplos contextos, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Aplicações dos ME

Contextos	Descrição
No Solo	Reestruturação física, aumento da retenção de água, biorremediação e controle de doenças.
Nas plantas	Estimulação do crescimento radicular, aumento da produtividade, adubação foliar natural e resistência a pragas.
Na água	Recuperação ecológica e controle de odores.
No saneamento ambiental	Redução de gases tóxicos e proliferação de insetos.
Na compostagem	Aceleração do processo e redução de odores.
No manejo de animais	Melhoria na qualidade de vida e saúde dos rebanhos.
Na limpeza doméstica	Higienização eficaz e eliminação de resíduos orgânicos.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025, com base em Andrade (2020).





Os ME vêm sendo estudados como recurso promissor na formulação de biofertilizantes. De acordo com Silva e colaboradores (2022), esses microrganismos – geralmente consórcios de bactérias e fungos benéficos – aceleram a decomposição da matéria orgânica e aumentam a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Durante esse processo, há liberação de hormônios, enzimas e compostos que fortalecem a microbiota do solo e resistência das plantas a doenças (Andrade, 2020).

Diversos estudos têm confirmado sua eficácia: Caceres *et al.* (2019) testaram ME em culturas de tomates em Cuba, enquanto no Brasil, Sousa, Pontes e Melo (2020); Sabka (2021); Santos Júnior (2022); e Kirmse (2022) aplicaram ME em cultivos de Alface; Neves e Santos (2023), em rúculas; e Menezes *et al.* (2025), em capim capiaçu – Todos com resultados positivos em produtividade e saúde vegetal.

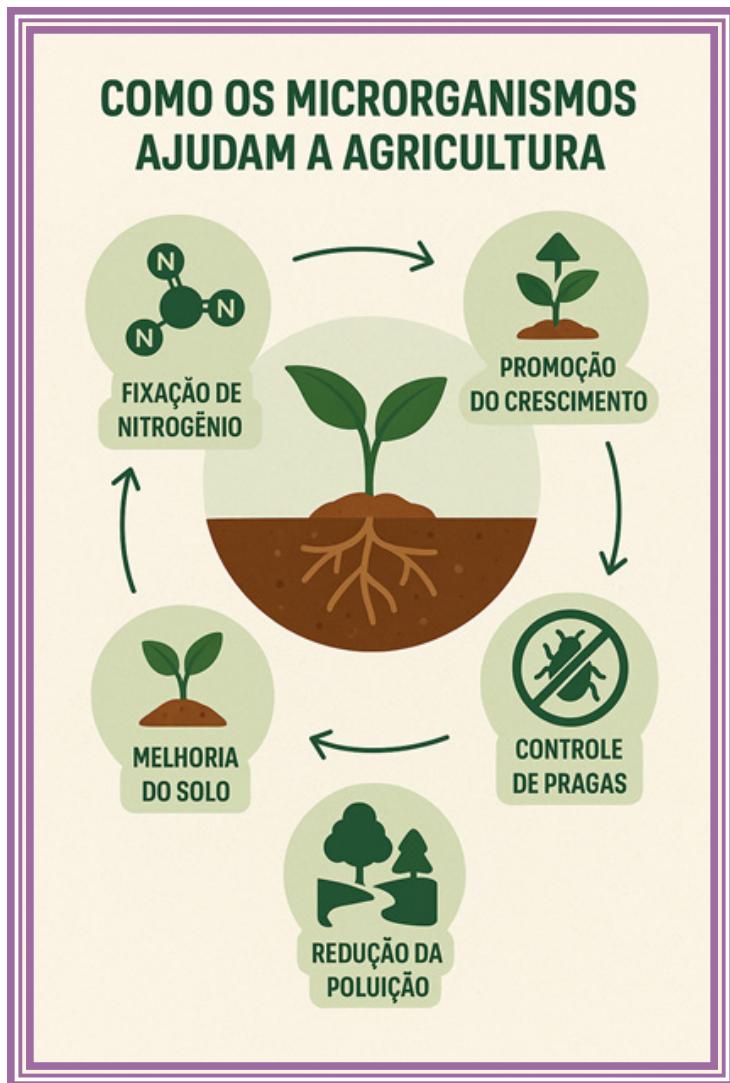
Apesar dos avanços, a literatura sobre o uso de ME em biofertilizantes aplicados à agricultura no semiárido ainda é escassa. O trabalho de Menezes (2025), desenvolvido no estado do Piauí, é um dos pioneiros voltados ao bioma Caatinga, demonstrando o grande potencial de aplicação dessa tecnologia na região nordestina.

Para facilitar a compreensão dos benefícios descritos ao longo desta seção, o infográfico a seguir apresenta, de forma visual e didática, as principais contribuições dos ME na agricultura sustentável.





Figura 3 - Como os ME contribuem para a agricultura sustentável.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025. Ilustração desenvolvida com auxílio do ChatGPT (OpenAI), a partir da síntese dos estudos de Silva et al. (2022), Andrade (2020), Calero et al. (2019) e Menezes et al. (2025).



Como mostra o infográfico, os microrganismos eficientes atuam em múltiplas frentes, promovendo um modelo de agricultura mais ecológico, produtivo e alinhado aos princípios da sustentabilidade. No contexto do semiárido nordestino, seu uso representa uma estratégia promissora para enfrentar os desafios climáticos, restaurar solos degradados e impulsionar a segurança alimentar local.







4 BIOFERTILIZANTES A PARTIR DE ME E A RELAÇÃO COM OS ODS

A proposta de produzir biofertilizantes a partir de microrganismos eficientes isolados da Caatinga está profundamente conectada aos ODS estabelecidos pela ONU. Trata-se de uma alternativa inovadora e ambientalmente responsável que visa transformar a agricultura, proteger os recursos naturais e enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas.

Ao valorizar os microrganismos autóctones da Caatinga, o projeto contribui diretamente para **cinco ODS prioritários**:

ODS 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável

O uso de biofertilizantes derivados de microrganismos nativos favorece o aumento da produtividade de forma sustentável. Ao reduzir a dependência de fertilizantes químicos, amplia-se a segurança alimentar em regiões semiáridas, onde o solo e a água são recursos escassos.





ODS 6 - Água Potável e Saneamento 💧

A substituição de insumos sintéticos por biofertilizantes evita a contaminação de mananciais, rios e lençóis freáticos. Essa ação protege a qualidade da água e previne a eutrofização, contribuindo para a saúde ambiental e humana.

ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis 🌍

A valorização da biodiversidade microbiana da Caatinga estimula uma agricultura que respeita os ciclos da natureza. A produção local e sustentável de biofertilizantes representa um modelo de economia circular e regenerativa.



ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima 🌎

A produção e aplicação de biofertilizantes geram menos emissões de gases de efeito estufa em comparação aos fertilizantes sintéticos. Além disso, o fortalecimento da saúde do solo favorece o sequestro de carbono e a resiliência climática dos sistemas agrícolas.



ODS 15 - Vida Terrestre 🌱

O uso de recursos microbianos da Caatinga de maneira sustentável contribui para a conservação do bioma, a regeneração dos solos degradados e a proteção da biodiversidade local.

Com base nesse alinhamento estratégico com os ODS, o projeto descrito neste livro tem como **objetivo central** o



desenvolvimento de biofertilizantes a partir de microrganismos eficientes da Caatinga, promovendo práticas agrícolas sustentáveis, educativas e ecologicamente responsáveis.

Os objetivos específicos incluem:

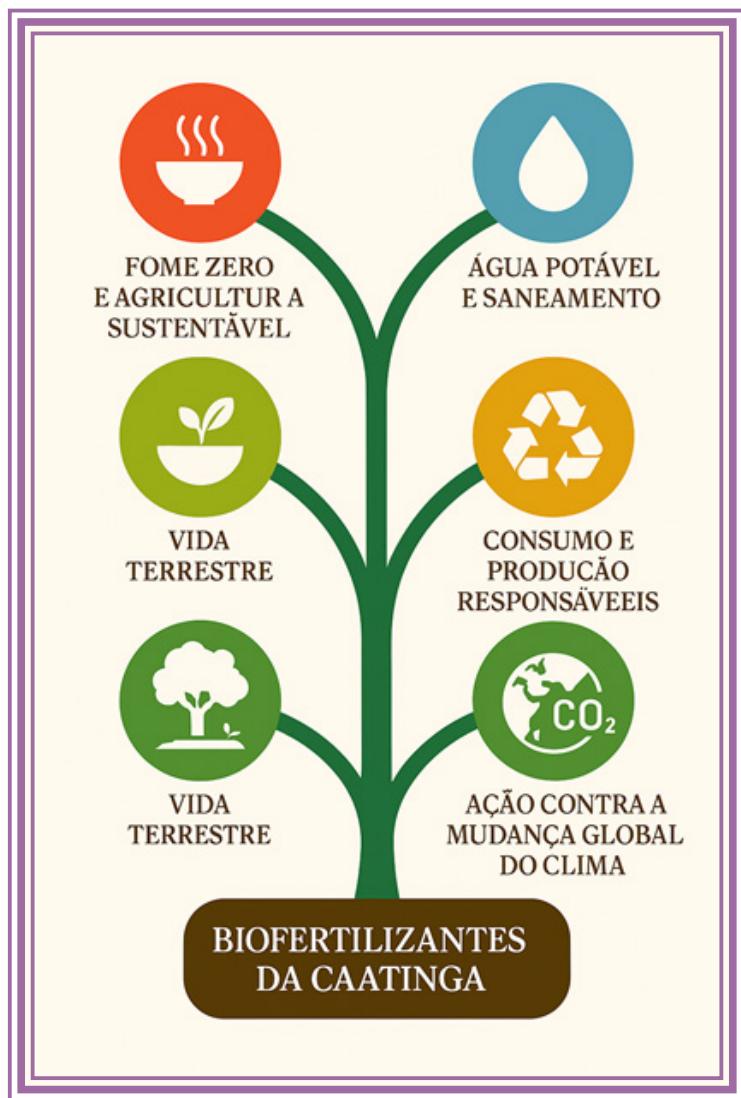
- **Coletar** amostras de solo e vegetação na Caatinga para isolar microrganismos com potencial biofertilizante;
- **Analisar** as propriedades agronômicas desses microrganismos, avaliando sua ação no crescimento das plantas e na saúde do solo;
- **Formular** biofertilizantes adaptados a diferentes culturas e condições edafoclimáticas;
- **Avaliar** os impactos ambientais positivos do uso desses insumos, especialmente na redução da poluição e das emissões de gases de efeito estufa;
- **Valorizar** a biodiversidade do bioma Caatinga por meio de práticas agrícolas inovadoras, sustentáveis e socialmente transformadoras.

Para facilitar a visualização da articulação entre os objetivos do projeto e os ODS, elaboramos um infográfico que sintetiza os principais pontos de convergência entre a proposta de produção de biofertilizantes e os compromissos da Agenda 2030.





Figura 4 – ODS e a Agricultura Sustentável com Microrganismos da Caatinga.



Fonte: Elaborado pelos autores com base na Agenda 2030 da ONU (2015).



Como se observa na representação visual acima, os ODS 2, 6, 12, 13 e 15 estão diretamente conectados às ações do projeto. A produção de biofertilizantes com microrganismos da Caatinga se consolida, portanto, como uma prática inovadora, sustentável e socialmente relevante, capaz de integrar ciência, biodiversidade e compromisso com o futuro do planeta.







5 DO SERTÃO À CIÊNCIA: COMO PRODUZIMOS NOSSO BIOFERTILIZANTE

A produção do biofertilizante teve início com a coleta e o isolamento de ME, agentes biológicos essenciais para a formulação de soluções naturais que promovem a fertilidade do solo.

O processo começou com o preparo de 700 g de arroz branco, cozido sem sal nem temperos, até atingir um ponto de maciez ideal e leve umidade, criando um ambiente propício à colonização microbiana. Após o cozimento, o arroz foi distribuído em uma bandeja plástica higienizada, coberta com uma tela fina (Figura 5), que protege contra impurezas externas, mas permite a entrada de ar — essencial para o crescimento dos microrganismos (Andrade, 2020).





Figura 5 - Bandeja plástica com arroz coberta por uma tela fina.



Fonte: Acervo dos autores, 2025.



A bandeja foi então posicionada na borda de uma área de vegetação preservada da Caatinga (Figura 6), ambiente naturalmente rico em biodiversidade microbiana. Antes do posicionamento, a camada superficial de matéria orgânica do solo foi removida cuidadosamente e, em seguida, recolocada sobre o arroz (Figura 7), criando um microambiente ideal para a colonização dos grãos.



Figura 6 - Borda de uma área preservada de Caatinga.



Fonte: Acervo dos autores, 2025.

Figura 7 - Bandeja plástica com arroz recoberta pela camada superficial de matéria orgânica do solo.



Fonte: Acervo dos autores, 2025.

Após 15 dias, observou-se uma camada esbranquiçada e acinzentada sobre o arroz (Figura 8), indicando a presença de fungos e bactérias benéficas — confirmação da eficácia do método.

Figura 8 - Camada de microrganismos eficientes observada sobre o arroz.



Fonte: Acervo dos autores, 2025.

A seguir, teve início a fase de ativação dos microrganismos. O arroz colonizado foi transferido com cuidado para garrafas plásticas higienizadas (Figura 9), às quais foram adicionados 200 mL de uma solução nutritiva composta por 200 mL de água e 50 g de açúcar mascavo — fonte de energia para os microrganismos. Após essa adição, as garrafas foram completadas com 500 mL de água limpa e seladas.



Figura 9 - Transferência das camadas de ME para garrafas plásticas.



Fonte: Acervo dos autores, 2025.



O processo de fermentação ocorreu de forma anaeróbica, ou seja, sem a presença de oxigênio. Para evitar o acúmulo de gases, as tampas foram abertas a cada dois dias, liberando o gás carbônico. A fermentação foi mantida por 20 dias.

Ao final, obteve-se um líquido escuro (Figura 10), caracterizado como biofertilizante ou solução de ME, pronto para testes de eficácia na melhoria do solo e no desenvolvimento das plantas.



Figura 10 - Biofertilizante obtido após o período de fermentação.



Fonte: Acervo dos autores, 2025.

Espera-se que o uso desse produto aumente a fertilidade do solo, a atividade microbiana e a produtividade agrícola local, oferecendo uma alternativa ecológica, econômica e adaptada ao bioma da Caatinga.

Para facilitar a compreensão das etapas do experimento, a Figura 11 apresenta, em formato visual, o passo a passo da produção do biofertilizante com microrganismos eficientes.



Figura 11 – Etapas da Produção do Biofertilizante com ME



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025. Ilustração desenvolvida com apoio da IA do ChatGPT (OpenAI), com base nas etapas experimentais do projeto.



O infográfico resume de forma clara o percurso metodológico adotado, evidenciando o caráter investigativo e científico da proposta, ao mesmo tempo em que promove uma abordagem acessível para estudantes da Educação Básica.





6 EXPERIÊNCIA DE PARTICIPAÇÃO NO SINPETE E NO LABMENT

Participar da Semana de Pesquisa, Tecnologia e Inovação na Educação Básica (Sinpete 2024) e do Laboratório de Mentoría (LabMent) foi uma experiência profundamente transformadora para nós, estudantes e pesquisadores em formação. Por meio desses espaços de escuta, troca e incentivo à produção do conhecimento, amadurecemos nossa compreensão sobre o fazer científico e fortalecemos significativamente o desenvolvimento do nosso projeto sobre a produção de biofertilizantes a partir de microrganismos eficientes (ME) da Caatinga.

Mais do que adquirir novos conhecimentos, vivenciamos momentos marcantes de aprendizado coletivo, diálogo com diferentes públicos e contato com ideias inovadoras que ampliaram nossa visão sobre o papel da ciência na sociedade. No Sinpete, tivemos a oportunidade de apresentar publicamente nosso projeto, interagindo com estudantes, professores, avaliadores e pesquisadores de diferentes áreas. Responder a perguntas, acolher críticas construtivas e compartilhar nossas experiências nos permitiu compreender com mais profundidade a relevância social e científica





da proposta, especialmente para as comunidades do semi-árido que dependem da agricultura familiar.

Essas interações também nos ajudaram a visualizar novas possibilidades de aplicação dos biofertilizantes e nos motivaram a aprimorar tanto a estrutura do projeto quanto a forma de comunicar nossos resultados.

No LabMent, vivenciamos uma experiência formativa ainda mais profunda. Através das mentorias e dos encontros formativos — mesmo que realizados de forma remota — fomos apresentados a outras formas de pensar e fazer ciência, com base em responsabilidade, escuta atenta, rigor metodológico e compromisso com a transformação social. Apesar da impossibilidade de participar das atividades presenciais, sentimos o apoio constante da equipe e o acolhimento entre pares, o que foi essencial para fortalecer nossa confiança, refinar nossos objetivos e perceber a pesquisa como um processo contínuo e colaborativo.

Essas vivências deixaram marcas significativas em nossa trajetória acadêmica e pessoal. Aprendemos que é possível fazer ciência com os pés no chão da escola, valorizando os saberes locais, ouvindo as comunidades e assumindo um compromisso ético com o território. Passamos a enxergar nosso projeto não apenas como uma tarefa escolar, mas como uma ação concreta que integra ciência, meio ambiente, educação e sustentabilidade.

Levamos conosco aprendizados que ultrapassam os muros da escola e que, certamente, continuarão nos inspirando em futuros projetos científicos, em nossas escolhas

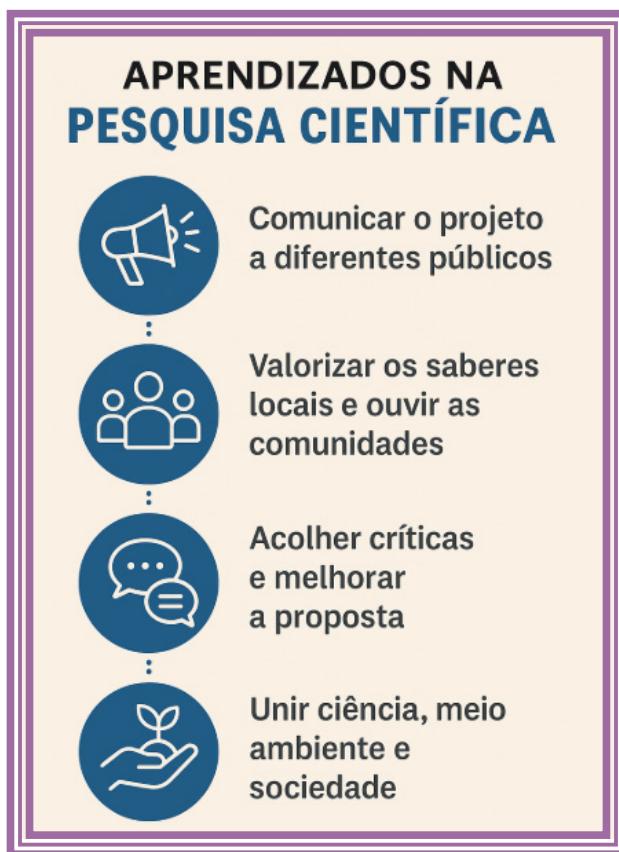




profissionais e em nossa formação como cidadãos conscientes e engajados.

Para visualizar os principais aprendizados e impactos formativos vivenciados pelos estudantes durante sua participação no Sinpete 2024 e no LabMent, apresentamos a seguir uma síntese ilustrada das experiências:

Figura 12 – Aprendizados e experiências no Sinpete e LabMent.



Fonte: Elaborado pelos autores com base no relato da equipe participante, 2025.





CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos desafios ambientais e socioeconômicos enfrentados pela agricultura em regiões semiáridas como o Nordeste brasileiro, a produção de biofertilizantes a partir de ME isolados da Caatinga revela-se uma alternativa promissora, de baixo custo e elevada relevância ecológica. Trata-se de uma prática que articula inovação científica e valorização dos recursos naturais locais, respeitando os ciclos ecológicos e promovendo o desenvolvimento sustentável com base territorial.

Ao substituir fertilizantes químicos convencionais, os biofertilizantes contribuem para a regeneração da saúde do solo, a redução da contaminação ambiental e o fortalecimento da produtividade agrícola de maneira mais adaptada às realidades climáticas da região semiárida. Além disso, essa tecnologia acessível fortalece a autonomia das comunidades rurais, reduzindo a dependência de insumos externos e promovendo práticas agroecológicas compatíveis com os limites e potencialidades dos ecossistemas locais.

A proposta dialoga diretamente com os ODS, em especial: o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), ao promover a segurança alimentar; o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), ao estimular o uso consciente dos





recursos naturais; o ODS 13 (Ação Climática), ao reduzir emissões de gases de efeito estufa; e o ODS 15 (Vida Terrestre), ao conservar a biodiversidade microbiana da Caatinga. Essa convergência reforça o papel estratégico da biotecnologia ambiental como ferramenta de transformação social, quando orientada pelo conhecimento científico e pelo compromisso com a justiça socioambiental.

Investir em soluções baseadas na biodiversidade microbiana da Caatinga não é apenas uma estratégia para aumentar a eficiência agrícola, mas uma ação concreta de valorização do bioma, de seus recursos genéticos e de seus saberes associados. Iniciativas como a relatada neste volume demonstram que a união entre ciência, meio ambiente e cidadania constitui o alicerce de uma agricultura verdadeiramente sustentável, inclusiva e regenerativa.

Ainda que os resultados desta pesquisa tenham sido promissores, destaca-se que o conhecimento científico sobre a diversidade microbiana da Caatinga encontra-se em estágio incipiente. Esse fato aponta para um vasto campo de possibilidades ainda inexplorado, que poderá gerar benefícios concretos tanto para a produtividade agrícola quanto para a recuperação de solos degradados e o equilíbrio dos ecossistemas.

No horizonte futuro, projeta-se o desenvolvimento de biofertilizantes específicos para diferentes tipos de solo e culturas, com formulações adaptadas às condições climáticas e às necessidades locais. Essa customização pode ampliar a eficácia do uso de ME, reduzir a aplicação de in-





sumos sintéticos e favorecer práticas agrícolas resilientes e sustentáveis.

Para que esse avanço se concretize, será fundamental ampliar políticas públicas que incentivem a pesquisa científica aplicada, a inovação biotecnológica e a adoção de bioinsumos nas cadeias produtivas, sobretudo por pequenos e médios produtores. A democratização do acesso a essas tecnologias também poderá impulsionar a transição agroecológica e fortalecer a agricultura familiar.

Por fim, a bioeconomia emerge como um campo de oportunidades. O uso racional e sustentável dos recursos da Caatinga poderá favorecer a criação de cooperativas, startups e empreendimentos baseados em biotecnologia ambiental, conectando ciência, economia e saberes tradicionais.

É imperativo, portanto, ampliar a consciência sobre o valor da biodiversidade da Caatinga, cuja preservação se faz essencial não apenas como ferramenta produtiva, mas como base para a manutenção da vida, do equilíbrio climático e da sustentabilidade do planeta.







REFERÊNCIAS

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio. **Estudo sobre o Canal do Sertão/Alagoas.** Maceió: SEPLAG, 2017. 32 p. Disponível em: <https://dados.al.gov.br/catalogo/dataset/fab1d5e2-e649-40fd-a965-c-d5b73235914/resource/d8de7e90-dcb8-4153-ba0e-9eaf-7469dd07/download/estudosobreocanalosertaoalagoano.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2025.

ALAGOAS. **Demais informações:** perfil municipal. Maceió: Governo do Estado de Alagoas, 2021. Disponível em: <https://dados.al.gov.br/dataset/demais-informacoes-perfil-municipal/resource/6f85ee99-5ec4-4bf5-8532-a3e712e7415b>. Acesso em: 25 mar. 2025.

ANDRADE, A. O. **Microrganismos nativos dos solos da Catinga:** uma revisão narrativa sobre sua diversidade e potencial ecológico. 2024. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2024.

ANDRADE, F. M. C. **Caderno dos Microrganismos Eficientes (E.M.):** instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, 2020.

BARMAN, M. et al. Biofertilizer as prospective input for sustainable agriculture in India. **International Journal of**





Current Microbiology and Applied Sciences, v. 6, n. 11, p. 1177–1186, 2017.

BEYUMA, C. D. O.; FUENTES, M. C. Aplicación de biofertilizantes en plantines de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Sapecho - Alto Beni. **Revista Apthapi**, v. 5, n. 3, p. 1646, 2019.

CALERO, A. et al. Evaluación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum L.*). **Revista de Ciencias Agrícolas**, v. 36, n. 1, p. 67–78, 2019.

CARGNELUTTI, D. et al. Soluções tecnológicas emergentes para uma agricultura sustentável: microrganismos eficientes. In: GARCÍA, L. M. H. (Org.). **Agroecologia: princípios e fundamentos ecológicos aplicados na busca de uma produção sustentável**. Canoas: Mérida Publishers, 2021. Cap. 2, p. 31–62.

CAVALCANTE, L. F. et al. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p. 15–19, jan./mar. 2007.

CIRINO, E. et al. **O uso de fertilizantes e seus impactos ambientais**. Orientação: Profa. Me. Valdirene O. P. Valdo. Jundiaí – SP: ETEC Benedito Storani, 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Química).

FAN, Y. V. et al. Evaluation of effective microorganisms on home scale organic waste composting. **Journal of Environmental Management**, v. 216, p. 41-48, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.04.019>.

GARRIDO, E. C. et al. Tecnologias para a produção de biofertilizantes: tendências e oportunidades. **Cadernos de Pros-**





pecção, Salvador, v. 12, n. 3, p. 665–679, set. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.9771/cpv12n3p665>. Acesso em: 3 abr. 2025.

GUILLERMO, R. A. M. Validación del efecto de cinco dosis de biofertilizante como bioestimulante en vivero de cacao *Theobroma cacao L.* en Padre Abad. Peru: Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2021. 98 p.

KIRMSE, R. Cultivo de alface com uso de diferentes fontes de nitrogênio associados ou não à inoculação de microrganismos eficientes. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Colatina, 2022.

LIMA, D. R.; ALVES, K. N. A. Crescimento de plantas jovens de cacau (Theobroma cacao L.) com o uso de biofertilizante e adubação mineral. Capitão Poço, PA: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2022. 68 p.

MEDEIROS, M. B. et al. Effect of liquid biofertilizer on the oviposition of *Brevipalpus phoencis*. In: **International Symposium Of Undergraduate Research**, 9, 2000.

MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 3, p. 24–26, nov. 2006.

MENEZES, M. S. S. et al. Biofertilizante bovino e inoculação com microrganismos eficientes no crescimento e produção de capiaçu no semiárido. **Disciplinarum Scientia. Série: Naturais e Tecnológicas**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 215–232, 2025.





MITSUIKI, C. Efeito de sistemas de preparo de solo e do uso de Microrganismos Eficazes nas propriedades físicas do solo, produtividade e qualidade de batata. 2006. Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

OLIVEIRA, E. A. G. et al. Compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças. 23. ed. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2014.

RODRIGUES, A. C. et al. Produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 117–124, 2009.

SABKA, V. S. Aplicação de biofertilizante na produção de alface (*Lactuca sativa L.*). Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia). Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Santa Cruz do Sul, 2021.

SANTOS, A. C.; AKIBA, F. **Biofertilizantes** líquidos: uso correto na agricultura alternativa. Seropédica: Imprensa Universitária/UFRJ, 1996. 35 p.

SANTOS, A. C.; SAMPAIO, H. N. Efeito do biofertilizante líquido obtido da fermentação anaeróbica do esterco bovino, no controle de insetos prejudiciais à lavoura citros. In: **Seminário Bienal De Pesquisa**, 6, 1993, Rio de Janeiro. Resumos [...]. Seropédica: UFRJ, 1993.

SANTOS JÚNIOR, A. M. Microrganismos eficientes como biofertilizante na cultura da alface. 2022. Trabalho de Con-





clusão de Curso (Bacharelado em Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2022.

SILVA, A. L.; CORDEIRO, R. S.; ROCHA, H. C. R. Aplicabilidade de microrganismos eficientes (ME) na agricultura: uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, 2022.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. **Biodiversidade da caatinga:** áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2004.

SILVA, M. S. L.; SILVA, A. S.; DALTRÔ, M. J. S. Efeito do biofertilizante nas características do solo e na produção de milho e de caupi. In: **Congresso Brasileiro se Ciência do Solo**, 25., 1995, Viçosa. Anais [...]. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995.

SOUZA, W. S.; PONTES, J. R. V.; MELO, O. F. P. Microrganismos eficientes no cultivo de alface. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 12, n. 2, p. 117–125, jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.18406/2316-1817v12n220201456>.



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



**Mayke da Silva Santos |
Mentorado**

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado da Bahia – Uneb e especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade pelo Centro Universitário Internacional - Uninter, professor efetivo da disciplina de Biologia na Escola Estadual João Francisco Soares – Olho D’água do Cassado – AL, desenvolve projetos voltados à educação ambiental, à sustentabilidade e à iniciação científica na Educação Básica, com foco em práticas pedagógicas contextualizadas para o semiárido. Também participou como mentorado do Laboratório de Mentoría (LabMent), promovido pelo Programa Sinpete – Ciência e Inovação na Educação Básica, que resultou na produção e publicação deste livro.





Joedson Alves da Silva | Mentorado

É estudante do Ensino Médio na Escola Estadual João Francisco Soares – Olho D’água do Casado – AL. Participa de projetos científicos voltados à agricultura sustentável e à conservação da Caatinga. Disciplina preferida: Biologia. Planos para o futuro: ingressar no ensino superior. 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.



Larissa Laiane Soares | Mentorada

É estudante do Ensino Médio na Escola Estadual João Francisco Soares – Olho D’água do Casado – AL. Participa de projetos científicos voltados à agricultura sustentável e à conservação da Caatinga. Disciplina preferida: Sociologia. Planos para o futuro: fazer cursos e se especializar na área preferida. 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.





Lucicleide Bezerra Lopes | Mentorada

É estudante do Ensino Médio na Escola Estadual João Francisco Soares – Olho D’água do Casado – AL. Participa de projetos científicos voltados à agricultura sustentável e à conservação da Caatinga. Disciplina preferida: Geografia. Planos para o futuro: fazer cursos técnicos e ingressar no mercado de trabalho. 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.



Luis Guillermo Martinez Maza | Mentor

Possui graduação em bacharelado em Matemática pela Universidad de Cartagena (2002), mestrado em Matemática pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2006) e doutorado em Matemática pela Universidade Federal de Minas Gerais (2010). Atualmente, é Professor Adjunto da Universidade Federal de Alagoas. Tem experiência na área de Matemática. Atuando, principalmente, nos seguintes temas: distribuição, fibração, singularidades, uniforme e folheado.

Também participou como mentor científico do Laboratório de Mentoria - LabMent (2024-2025), promovido pelo Programa Sinpete – Ciência 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 (Profqui-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



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INovaÇÃO



ISBN: 978-65-5624-499-0



9 786556 244990