

# CEARÁ CIENTÍFICO



Ano 5 - Nº 008 | junho de 2026



SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DO CEARÁ

# CEARÁ CIENTÍFICO



Ano 5 – Nº 008 | junho de 2026



[periodicos.seduc.ce.gov.br/cearacientifico](http://periodicos.seduc.ce.gov.br/cearacientifico)

Fortaleza – Ceará  
2026

Elmano de Freitas da Costa  
**Governador**

Jade Afonso Romero  
**Vice-Governadora**

Maria Jucineide da Costa Fernandes  
**Secretária da Educação**

Cristiane Cunha Nóbrega  
**Secretária Executivo de Cooperação com os Municípios**

Francisca de Assis Viana Moreira  
**Secretária Executiva de Gestão da Rede Escolar**

Helder Nogueira Andrade  
**Secretário Executivo de Equidade, Direitos Humanos, Educação Complementar e Protagonismo Estudantil**

José Iran da Silva  
**Secretária Executiva de Planejamento e Gestão Interna da Educação**

Maria Jucineide da Costa Fernandes  
**Secretária Executiva de Ensino Médio e Profissional**

Julianna da Silva Sampaio  
**Assessora de Comunicação – ASCOM**

Danielle Taumaturgo Dias Soares – Marta Emilia Silva Vieira – Wiltemberg Nascimento Pereira  
**Assessores Especiais do Gabinete**

**COGEM | Coordenadoria da Gestão Pedagógica do Ensino Médio**

Ideigiane Terceiro Nobre  
**Coordenadora da Gestão Pedagógica do Ensino Médio – COGEM**

Maria da Conceição Alexandre Souza  
**Articuladora da Coordenadoria da Gestão Pedagógica do Ensino Médio – COGEM**

Dóris Sandra Silva Leão  
**Célula de Gestão Pedagógica e Desenvolvimento Curricular – CEGED**

Paulo Venício Braga de Paula  
**Centro de Documentação e Informações Educacionais – COGEM/CEGED/CDIE**

**COPEs | Coordenadoria de Protagonismo Estudantil e Educação Complementar**

Bruna Alves Leão  
**Coordenadora da Coordenadoria de Protagonismo Estudantil e Educação Complementar**

Aline Matos de Amorim  
**Articuladora da Coordenadoria de Protagonismo Estudantil e Educação Complementar**

Marta Nayara Freitas  
**Orientador da Célula da Educação Científica e Ambiental, Projetos Culturais e Esportivos – COPEs/CECAE**

Sandra Helena Silva de Almeida Freitas Pascoal  
**Assessora Técnica Ceará Científico – COPEs/CECAE**

**Editor-Chefe**

Prof. Dra. Rosilene Aires (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

**Editores executivos**

Profa. Ma. Camile Baccin de Moura

Prof. Me. Paulo Venício Braga de Paula

Profa. Dra. Rosilene Aires

Prof. Dr. Rosendo Freitas de Amorim

**Comissão editorial associada**

Prof. Dr. Antonio Helonis Borges Brandão

Profa. Dra. Gisele Pereira Oliveira

**Conselho Editorial**

Profa. Dra. Ana Joza de Lima (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Profa. Dra. Betânia Maria Gomes Raquel (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Profa. Dra. Bruna Alves Leão (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Profa. Dra. Cleonilda Claita Carneiro Pinto (Universidade Estadual do Ceará – UECE);

Profa. Dra. Edite Colares Oliveira Marques (Universidade Estadual do Ceará – UECE);

Profa. Dra. Dóris Sandra Silva Leão (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Profa. Dra. Fernanda Maria Diniz (Escola de Gestão Pública – EGP);

Profa. Dra. Francisca Aparecida Prado Pinto (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Profa. Dra. Germania Kelly Furtado Ferreira (Secretaria Municipal de Educação – SME/Fortaleza);

Profa. Dra. Gezenira Rodrigues da Silva (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Profa. Dra. Gisele Pereira Oliveira (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Profa. Dra. Jacqueline Rodrigues Moraes (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Profa. Dra. Karine Pinheiro Souza (Universidade Federal do Cariri – UFCA);

Profa. Dra. Katiany do Vale Abreu (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Profa. Dra. Maria José Costa dos Santos (Universidade Federal do Ceará – UFC);

Profa. Dra. Maria Nahir Batista Ferreira Torres (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Profa. Dra. Monalisa Lima Torres (Universidade Estadual do Ceará – UECE);

Profa. Dra. Nairley Cardoso Sá Firmino (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Profa. Dra. Suiane Costa Alves (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Profa. Dra. Vagna Brito de Lima (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Prof. Dr. Antonio Helonis Borges Brandão (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Prof. Dr. Armênio Aguiar dos Santos (Universidade Federal do Ceará – UFC);

Prof. Dr. Augusto Ridson de Araújo Miranda (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Prof. Dr. Carlos Rafael Dias – URCA (Universidade Regional do Cariri – URCA)

Prof. Dr. Daniel Brandão Menezes (Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA);

Prof. Dr. Francisco Gleidson Vieira dos Santos (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Prof. Dr. Genivaldo Macário Castro (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Prof. Dr. Herman Wagner de Freitas Regis (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Prof. Dr. Hyló Leal Pereira (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Prof. Dr. Jeanlex Soares de Sousa (Universidade Federal do Ceará – UFC);

Prof. Dr. Jorge Herbert Soares de Lira (Universidade Federal do Ceará – UFC);

Prof. Dr. Luciano Gutembergue Bonfim Chaves (Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA);

Prof. Dr. Manoel Andrade Neto (Universidade Federal do Ceará – UFC);

Prof. Dr. Marco Aurélio Jarreta Merichelli (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Prof. Dr. Marcos Felipe Vicente (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Prof. Dr. Pedro Rogério (Universidade Federal do Ceará – UFC);

Prof. Dr. Ronaldo Glauber Maia de Oliveira (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

Prof. Dr. Rosendo Freitas do Amorim (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC);

**Revisora**

Profa. Ma. Camile Baccin de Moura

**Diagramação**

Prof. Esp. Francisco Narcílio Clemente Costa

ASCOM – Assessoria de Comunicação  
**Produção Gráfica da Revista**

Gráfica Digital da SEDUC  
**Projeto Gráfico, Diagramação e Arte Final**

Centro de Documentação e Informações Educacionais – CDIE  
**Projeto Editorial**

Profa. Esp. Maria das Graças Rodrigues de Lima  
**Revisão Português**

Prof. Me. Francisco Elvis Rodrigues Oliveira  
**Revisão Inglês**

Elizabete de Oliveira da Silva  
**Normalização Bibliográfica**

**Contatos:**  
85 3106.4180  
cdie.seduc@seduc.ce.gov.br

ISSN Digital: 2965-0178



[www.seduc.ce.gov.br](http://www.seduc.ce.gov.br)



[instagram.com/seduc\\_ceara](https://www.instagram.com/seduc_ceara)



[www.facebook.com/EducacaoCeara](https://www.facebook.com/EducacaoCeara)

# Sumário

Apresentação .....08

Editorial .....10

---

Artigo 01 **CAFER (Cápsulas de fertilizantes):** integrando práticas ecológicas e agricultura sustentável como alternativa para estimular a consciência ambiental na cidade de Barbalha - CE 14

**CAFER (Fertilizer Capsules):** Integrating ecological practices and sustainable agriculture as an alternative to stimulate environmental awareness in the city of Barbalha - CE



Wisllayne Sampaio Lima | Whitney Vitória de Sousa Alexandre | Francisco Jonathan de Oliveira Araujo | Fernando Miguel da Silva

---

Artigo 02 **VALE DAS ÁGUAS: UM JOGO DE NARRATIVAS CULTURAIS E RESISTÊNCIA AMBIENTAL NA LINGUAGEM DOS SABERES POPULARES** 27

**A game of cultural narratives and environmental resistance in the language of popular knowledge**



Antônio Dharllan Matias Eugênio | Maria Heloísa França Marcelino | Camila Maria Rodrigues Gonçalves Farias

---

Artigo 03 **ENTRE O ANUNCIADO E O VIVIDO: desafios da moradia digna à luz da justiça ambiental** 38

**BETWEEN WHAT IS ANNOUNCED AND WHAT IS LIVED: challenges of decent housing in light of environmental justice**



Francisca Helena Alves da Silva | Gizelly Silva dos Anjos | Kaline Moreira Lemos | Camila dos Santos Magalhães

---

Artigo 04 **LITERATURA DE CORDEL E XILOGRAVURA SUSTENTÁVEL: Saberes ancestrais na produção de tintas naturais.** 49

**CORDEL LITERATURE AND SUSTAINABLE WOODCUT PRINTING: Ancestral knowledge in the production of natural dyes.**



Ana Laila de Menezes Felix | Karen Thais Rodrigues do Nascimento | Gean Iarles Alves | Gercina Santos de Castro

Artigo 05 **SEMENTEIRAS SUSTENTÁVEIS: MODELAGEM MATEMÁTICA DA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DO TOMATE** 57  
*Sustainable seed production: Mathematical modeling of tomato germination and growth*  
 Antonia Heloá Barbosa Firmino



Artigo 06 **ARBORIZAÇÃO URBANA E QUALIDADE DE VIDA: uma análise do papel das árvores na regulação térmica da cidade de Marco - Ce** 66  
*URBAN AFFORESTATION AND QUALITY OF LIFE: An Analysis of the Role of Trees in the Thermal Regulation of the Municipality of Marco, Ceará, Brazil*  
 Rita Giselly Silva Vasconcelos | Isabela Cecilia Leandro De Souza | Ana Cecilia Fonteles Rocha | José Isaque Silva | Antonio Carlos Silva Silvino



Artigo 07 **INVENTÁRIO DA REALIDADE E MATRIZ DO SPAECE: fortalecendo o ensino da agroecologia na escola Antônio Tavares** 80  
*INVENTORY OF THE REALITY AND MATRIX OF SPAECE: strengthening the teaching of agroecology at the antônio tavares school*  
 Francisco Diego Freitas Barbosa | Maria Clara Rodrigues Silva | Antonia Jozerlane Cardoso Paiva | Edileia Lopes de Souza Moura



Artigo 08 **ECOACÇÃO 3R: educação, sustentabilidade e protagonismo estudantil** 91  
*ECOACTION 3R: education, sustainability and student agency*  
 Arthur Rodrigues Girão | Maria Laissa Veras Matos | Moacyr Claudino Ferreira Junior | Antonio Carlos Gomes Alves



Artigo 09 **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE PEGADA DE CARBONO POR MEIO DE ENGENHARIA DE PROMPT PARA ESCOLAS DA CREDE 19, SEDUC-CEARÁ** 100  
*DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED CARBON FOOTPRINT MANAGEMENT SYSTEM USING PROMPT ENGINEERING FOR SCHOOLS IN CREDE 19, SEDUC-CEARÁ*  
 Diego Dantas Almeida | Nadson Nacelio da Silva Santos | Lucas Sebastião Barbosa Silva | Arthur de Sousa Ramos



Artigo 10 **DO LIXO AO RECURSO PEDAGÓGICO: biopolímeros de resíduos orgânicos na função de apagadores sustentáveis** 110  
*FROM GARBAGE TO EDUCATIONAL RESOURCES: organic waste biopolymers in the function of sustainable erasers*  
 Antônio Luigi Gomes Duarte de Sousa | Jocelyne Maria Ventura Silva | Willian de Souza Verçosa | Larissa M. A. V. Sousa



Artigo 11	<p><b>PROGEL:</b> cicatrizante da própolis da Abelha Manduri no sertão de Salitre (CE) – um plano medicinal e agroflorestal</p> <p><i><b>PROGEL:</b> a healing agent made from Manduri bee propolis in the backlands of Salitre (CE) – a medicinal and agroforestry plan</i></p> <p>José Cleilton da Silva Nascimento   Maria Bianca Carvalho Santos   Cristiano Oliveira de Negreiros</p>	122
--------------	--	-----



Artigo 12	<p><b>MATEMÁTICA SUSTENTÁVEL:</b> trabalhando a Triple Bottom Line</p> <p><i><b>SUSTAINABLE MATHEMATICS:</b> working with the Triple Bottom Line</i></p> <p>Aristofane Walace Eufrasio Rebouças   Maria Naiara Souza do Nascimento   Maria Angelina dos Santos Lima   Aluydio Bessa Amaral   Antonia Najila Oliveira Aguiar</p>	132
--------------	---	-----



Artigo 13	<p><b>RECICLANDO CONHECIMENTOS:</b> a importância da Matemática para o sustento e reconhecimentos dos catadores</p> <p><i><b>RECYCLING KNOWLEDGE:</b> The importance of Mathematics for the livelihood and recognition of recyclable</i></p> <p>Ana Beatriz Sousa Guimarães   Lorena de Almeida Araújo   Daniela Freitas Maurício   Maurílio Domingos Moreira</p>	146
--------------	---	-----



---

# Apresentação

O Governo do Ceará, por meio da Secretaria da Educação (Seduc), tem a satisfação de apresentar a *Revista Ceará Científico*, periódico semestral eletrônico, criado em 2022, com o objetivo de divulgar a produção científica dos estudantes da rede estadual pública de ensino nas diversas áreas do conhecimento.

A educação científica é apontada como uma estratégia pedagógica fundamental para o desenvolvimento integral dos estudantes, tanto em termos de funções cognitivas, como da preparação para a cidadania. Ao encararmos a ciência como conteúdo ensinável, devemos pensar que o seu valor educativo advém não só de uma perspectiva do discurso que o representa, isto é, do conhecimento declarativo, como da perspectiva do processo, da compreensão e domínio dos processos subjacentes, ou seja, do conhecimento processual.

Nessa perspectiva, a educação científica, em conjunto com a educação social e ambiental, oportuniza aos estudantes explorar e compreender o que existe ao seu redor nas diferentes dimensões: histórica, social e cultural, além de desenvolver habilidades, definir conceitos e conhecimentos e, com isso, estimula-o a observar, questionar, investigar e entender de maneira lógica os seres vivos, o meio em que vivem e os eventos do cotidiano.

Vale ressaltar que a ação de educar na escola não pode ser compatível com o isolamento em áreas ou componentes. Logo, faz-se necessário um ensino que desperte a investigação contínua das diferentes culturas e de suas transformações com uma proposta de educação em constante desafio na busca de aplicação dos saberes para a solução de problemas e compreensão da sociedade.

Assim, a Seduc vem promovendo e apoiando várias ações em educação científica, de forma que estudantes e professores envolvam-se no desenvolvimento de projetos/pesquisas no cotidiano escolar e na participação de eventos científicos e culturais como ambiente de troca e de produção de conhecimento.

Desse modo, em 2016, foi criado o Ceará Científico, oriundo da junção das Feiras de Ciências e Cultura – que existiam desde os anos 1990 – com as Mostras de Educação Ambiental que

aconteciam desde 2011. O Ceará Científico possui três etapas: Escolar, Regional e a Estadual. Nesta última, são reunidos os projetos escolares destaque de toda a rede pública estadual, a fim de socializar e celebrar as produções de conhecimento e manifestações culturais nas diversas áreas do saber.

Atualmente, o Ceará Científico é ação integrante do Programa Ceará Educa Mais, fazendo parte da política educacional de popularização das ciências, cultura e da tecnologia do Governo do Ceará. Nesse caminhar, estudantes e professores vêm sendo despertados para a pesquisa, conquistando premiações nacionais e internacionais, colocando, assim, o Ceará no cenário de referência do setor.

Ademais, as ações em educação científica que a Secretaria vem realizando têm buscado proporcionar reflexões sobre o currículo e sobre o papel da escola no contexto social, econômico e tecnológico, favorecendo que professores e estudantes iniciem suas caminhadas no mundo do conhecimento, bem como despertem suas habilidades e competências para solucionar problemas usando a criatividade para inovar e gerar novas tecnologias

Os projetos de pesquisa apresentados ao longo desses anos no evento têm demonstrado um avanço significativo na iniciação científica dos nossos estudantes, bem como vem trazendo contribuições relevantes para questões sociais das comunidades onde são desenvolvidos, demonstrando a importância de publicizá-los. Nessa perspectiva, em 2021, o edital do Ceará Científico Digital passa a contemplar os vencedores na etapa estadual com a publicação dos projetos em forma de artigos científicos, o que se consumou em dezembro de 2022.

Além de artigos, o periódico traz relatos de experiências e projetos de jogos, aplicativos ou robóticas elaborados pelos discentes da rede pública estadual, sob a orientação de professores da escola em que estudam. É, portanto, um canal disponível para que as produções feitas no cotidiano escolar sejam reconhecidas publicamente.

Entre os elementos suscitados ao longo deste texto, um torna-se central: o protagonismo estudantil. Assim, a linha editorial da revista privilegia artigos relativos à educação básica com foco na experiência discente no Ensino Médio.

A Secretaria da Educação orgulha-se de, por meio da Revista, levar à comunidade científica a significativa contribuição de nossos estudantes e professores, fruto de um trabalho engajado e necessário, desenvolvido no chão de nossas escolas.

# Editorial

Tema: **Ceará Científico 2025**: "Saberes científicos em tempos de crise climática global."

Em um mundo cada vez mais impactado pelas mudanças climáticas, a ciência emerge como uma ferramenta essencial para entender, transformar e mobilizar a sociedade. É com entusiasmo que apresentamos esta edição especial que é um dos desdobramentos do Ceará Científico 2025 realizado em dezembro de 2025 no Centro de Eventos do Ceará, em Fortaleza. Este evento, que se consolidou como a maior ação de pesquisa escolar da Seducce, reuniu 259 projetos de 611 estudantes de 100 municípios cearenses, abrangendo as etapas do Ensino Fundamental e Médio e as diversas áreas do conhecimento.

O tema desta edição, 'Saberes científicos em tempos de crise climática global', reflete a urgência de compreender e enfrentar os desafios ambientais que afetam a nossa sociedade. A ciência, enquanto pilar da transformação social conecta estudantes e professores à busca por soluções inovadoras e contextualizadas para problemas que afetam tanto o Ceará quanto o mundo. O objetivo deste volume é, portanto, divulgar os resultados do evento ao público geral e valorizar a produção científica escolar que conecta o saber científico às questões locais e globais.

Como forma de valorizar o conhecimento científico produzido na rede pública de ensino, os trabalhos vencedores do evento foram transformados em artigos científicos, elaborados pelas equipes autoras em conjunto com seus professores. Os 17 textos que agora compõem o conteúdo desta edição, traduzem as vivências e as experiências dos participantes, e mostram como os saberes escolares podem dialogar com as questões globais mais urgentes. São seis de Ciências da Natureza, quatro de Linguagens, cinco da Matemática, um de Ciências Humanas e um da área de Robótica, os quais são listados a seguir:

Em **CAFER (Cápsulas de Fertilizantes): integrando práticas ecológicas e agricultura sustentável como alternativa para estimular a consciência ambiental na cidade de Barbalha-CE**, as autorias apresentam biocápsulas nutritivas de liberação controlada produzidas com mucilagem de quiabo e resíduos orgânicos como cascas de banana e borra de café. Criadas por estudantes da EEEP Otilia Correia Saraiva, em Barbalha-CE, visam corrigir e nutrir o solo, promovendo a Educação Ambiental no contexto escolar. Ensaios demonstraram que o CAFER aumentou o pH do solo de 5,1 para 6,4 e promoveu maior crescimento vegetal, com altura de 30 cm contra 18 cm em solos sem tratamento. A metodologia simples e de baixo custo reforçou o potencial replicável da solução, contribuindo para o protagonismo estudantil e a sustentabilidade dos solos do cariri cearense. Trata-se de uma pesquisa experimental de abordagem quali-quantitativa realizada em maio de 2025.

Em seguida, no **Vale das Águas: um jogo de narrativas ancestrais e resistência ambiental na linguagem dos saberes populares**, seus autores desenvolveram o jogo educativo “Vale das Águas”, criado por estudantes da E.E.M.T.I. Sinhá Sabóia, em Sobral-CE. Integrando Língua Portuguesa, Sociologia, Geografia e História, o jogo alia Educação Ambiental, saberes populares e valorização da cultura afro-brasileira. Foi inspirado no Rio Acaraú e na trajetória da Yalorixá Osmarina, e aborda temas como preservação das águas, racismo ambiental e sustentabilidade. Por meio de narrativas culturais, mapas simbólicos e desafios cooperativos, o jogo promove a consciência socioambiental e o protagonismo juvenil. A proposta destacou a importância da memória local e das práticas pedagógicas contextualizadas, unindo ciência e experiências comunitárias para reflexões significativas sobre o meio ambiente e a diversidade cultural. A pesquisa tem abordagem qualitativa, de natureza aplicada, desenvolvida na perspectiva da pesquisa-ação, articulando investigação e intervenção pedagógica em um mesmo movimento formativo.

Dando continuidade o artigo, **Entre o anunciado e o vivido: desafios da moradia digna à luz da justiça ambiental**, analisou os discursos de moradores e do poder público sobre habitação adequada e suas implicações na promoção da justiça ambiental, com foco no Residencial Rachel de Queiroz, em Quixadá-CE. A pesquisa qualitativa utilizou oficinas, aulas de campo, entrevistas e grupos de estudos, revelando divergências sobre o conceito de ambiente habitacional adequado, além de problemas como degradação ambiental e barreiras territoriais. Os discursos evidenciam a necessidade de repensar ações e políticas públicas. Como contribuição, foi criada a cartilha “Moradia digna no Residencial Rachel de Queiroz: um convite à ação”, que serve como instrumento de Educação e mobilização política para garantir direitos habitacionais e ambientais.

Ainda sobre a qualidade de vida, o artigo **Arborização urbana e qualidade de vida: uma análise do papel das árvores na regulação térmica da cidade de Marco-CE**, as autorias reiteram que a urbanização transforma o cenário socioambiental das cidades, e, ao mesmo tempo, emerge como um elemento estratégico ecológico, social e cultural. Em Marco-CE, foram inventariadas 573 árvores, majoritariamente exóticas (92,83%), o que ameaça a biodiversidade, a resiliência ecológica e a identidade cultural local. Diferenças de até 2°C entre áreas arborizadas e não arborizadas comprovam o papel da vegetação na regulação térmica e no bem-estar. Questionários aplicados a moradores revelaram que, embora reconheçam os seus benefícios, percebem a falta de planejamento urbano. Assim, a arborização deve ser entendida como política pública inclusiva, capaz de democratizar espaços saudáveis, valorizar espécies nativas e promover cidades mais sustentáveis e humanas.

No texto **Sementeiras sustentáveis: modelagem matemática da germinação e crescimento do tomate** as autorias investigam a viabilidade do reaproveitamento de resíduos na confecção de sementeiras artesanais, utilizando a modelagem matemática como ferramenta para quantificar seu desempenho em comparação a sementeiras convencionais de plástico. A partir de um experimento com sementes de tomate, foram analisadas as taxas de germinação e o crescimento das plântulas em três tipos de sementeiras: papelão, bandeja de ovo e convencional. Deste modo, aponta que há potencial das sementeiras recicladas como alternativas de baixo custo, alinhadas à sustentabilidade ambiental e à educação matemática voltada à resolução de problemas reais em tempos de emergência climática. Acreditamos que esta publicação é mais do que um registro de conquistas: é um convite à reflexão e à ação. Que estas páginas inspirem outros estudantes e professores para além da Escola de Ensino Médio Profissional do Campo João dos Santos de

Oliveira, no município de Madalena-CE, a se engajarem, transformando desafios em oportunidades para construir um futuro mais sustentável.

O trabalho **Literatura de cordel e xilogravura sustentável: saberes ancestrais na produção de tintas naturais**, promove o protagonismo indígena e valorizar os saberes ancestrais por meio da articulação entre a literatura de cordel e a xilogravura sustentável, utilizando a produção de tintas naturais como estratégia de educação ambiental no Ensino Médio da Escola Profissional do Campo Francisco Araújo Barros em Itarema-CE. A análise do estudo desenvolvido com estudantes do 1º ano dessa escola do campo, fundamentou-se na abordagem qualitativa, com ênfase na pesquisa-ação e na pesquisa participante. Foram perceptíveis os avanços no protagonismo estudantil, no fortalecimento da identidade cultural indígena e na ampliação da consciência ambiental, evidenciada pelo engajamento da maioria dos participantes em práticas sustentáveis e pela produção de obras autorais.

O artigo **Inventário da realidade e matriz do SPAECE: fortalecendo o ensino da agroecologia na escola Antônio Tavares** articula a Educação Agroecológica à Língua Portuguesa, utilizando o Inventário da Realidade e a matriz do SPAECE como instrumentos pedagógicos na Escola de Ensino Médio e Educação profissional do Campo Antônio Tavares Alves em Canindé-CE. Diante das fragilidades identificadas nas avaliações externas, especialmente em leitura, interpretação e produção textual, o objetivo é desenvolver práticas contextualizadas aos desafios socioambientais da comunidade escolar. Os resultados apontaram pequenos avanços no desempenho e maior envolvimento dos alunos nas atividades propostas evidenciando o potencial da contextualização pedagógica para fortalecer a aprendizagem significativa.

O trabalho **Ecoação 3R: educação, sustentabilidade e protagonismo estudantil** surge como uma proposta pedagógica que agrega elementos fundantes de sustentabilidade e protagonismo estudantil pautados em princípios de Reduzir, Reutilizar e Reciclar como eixos base de ação nesta iniciativa. Além disso, tem como objetivo promover práticas sustentáveis na gestão de resíduos, integrando teoria e prática na rotina escolar. Dentre os resultados, o projeto fortaleceu o protagonismo estudantil, a interdisciplinaridade e a articulação com a comunidade. Com isso, Ecoação 3R se consolidou como um projeto de inovação ecoeducativa, alinhados a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

O artigo intitulado por **Desenvolvimento de um sistema integrado de gerenciamento de pegada de carbono por meio de engenharia de *prompt* para escolas da CREDE 19, SEDUC-CEARÁ** objetiva desenvolver um Sistema Integrado de Gerenciamento de Pegada de Carbono para as escolas da Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação (CREDE) 19, da Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC). Fez-se uso da engenharia de *prompts* via Inteligência Artificial (IA) para a elaboração deste, concluindo-se seu potencial frente ao fortalecimento da educação ambiental e ações sustentáveis da rede estadual de ensino.

O trabalho **Do lixo ao recurso pedagógico: biopolímeros de resíduos orgânicos na função de apagadores sustentáveis** apresenta uma pesquisa que engloba tema de emergência climática, neste caso, buscando soluções sustentáveis para o descarte inadequado de resíduos urbanos, desenvolvida com alunos e profissionais do CEJA João Ricardo da Silveira, localizada na cidade de Quixadá-CE. Seu objetivo é produzir, a partir dos resíduos orgânicos, alternativas sustentáveis

com aplicações práticas no ambiente escolar, dando enfoque na construção de biopolímeros com fins utilitários para materiais didáticos. Dentre os resultados, têm-se protótipos de apagadores com refil sustentável e um espaço de descarte adequado para resíduos orgânicos.

O artigo nomeado por **Progel: cicatrizante da própolis da abelha Manduri no sertão de Salitre-CE – um plano medicinal e agroflorestal** compartilha o desenvolvimento de um gel cicatrizante natural à base de própolis da abelha Manduri, associando ciência, saúde e sustentabilidade, unindo saberes tradicionais aos avanços da ciência, de modo a valorizar a biodiversidade local e promovendo a conservação das abelhas nativas no contexto agroflorestal do sertão de Salitre-CE. Em relação aos resultados, observou-se que o ProGel estimulou a prática da meliponicultura, integrando ações agroflorestais como estratégias sustentáveis de educação ambiental e preservação das abelhas nativas.

O artigo intitulado por **Matemática sustentável: trabalhando a Triple Bottom Line** tem como objetivo do projeto promover o ensino da Matemática por meio de formações, oficinas e minicursos fundamentados nos princípios do desenvolvimento sustentável, valorizando o protagonismo estudantil e o vínculo com o território. As ações envolveram estudantes, educadores e agricultores, viabilizando o fortalecimento de aprendizagens, o desenvolvimento de consciência socioambiental e o protagonismo comunitário. Sobre os resultados, se evidenciou que a Matemática pode atuar como instrumento de cidadania, transformação social e sustentabilidade.

A pesquisa denominada por **Reciclando conhecimentos: a importância da Matemática para o sustento e reconhecimentos dos catadores** expõe como objetivo compreender os conhecimentos matemáticos presentes nas práticas dos catadores de materiais recicláveis, propondo estratégias educativas e socioambientais que ampliem seus saberes, promovendo o reconhecimento e a valorização de seu trabalho. Como resultado, foi desenvolvido o aplicativo RECICLA+, que estima valorizar e facilitar o trabalho de catadores, compreendendo que muitos não concluíram a educação básica e não dominam às quatro operações matemáticas.

Acreditamos que cada escola pública é um celeiro de ideias, criatividade e inovação. A promoção da ciência no ensino médio vai além da sala de aula: é uma forma de conectar jovens talentos às demandas do mundo contemporâneo, promovendo o protagonismo juvenil e levando soluções para os diversos territórios e escolas públicas cearenses. Trouxemos à tona as vozes discentes e docentes de pesquisadoras(es) do Ceará, abordando temas que refletem tanto os desafios quanto as potencialidades do nosso estado.

Aqui, a ciência ganhou vida nas mãos de quem a constrói no cotidiano. Convidamos você a mergulhar nesta edição, que reúne trabalhos inspiradores e transformadores. Que este espaço sirva como incentivo para que outros estudantes e professores do Ensino Médio continuem a trilhar os caminhos da ciência. Que esta revista seja não apenas um repositório de conhecimento, mas uma faísca de mudança!

**Prof. Dra. Rosilene Aires**

**Prof. Dr. Antonio Helonis Borges Brandão**

**Profa. Dra. Gisele Pereira Oliveira**

# CAFER (Cápsulas de fertilizantes): integrando práticas ecológicas e agricultura sustentável como alternativa para estimular a consciência ambiental na cidade de Barbalha - CE

*CAFER (Fertilizer Capsules): Integrating ecological practices and sustainable agriculture as an alternative to stimulate environmental awareness in the city of Barbalha - CE*

Wisllayne Sampaio Lima <sup>1</sup>  
Whitney Vitória de Sousa Alexandre <sup>2</sup>  
Francisco Jonathan de Oliveira Araujo <sup>3</sup>  
Fernando Miguel da Silva <sup>4</sup>

## Resumo:

Este estudo apresenta o desenvolvimento do CAFER, biocápsulas nutritivas de liberação controlada que utilizam mucilagem extraída do quiabo (*Abelmoschus esculentus*) e resíduos orgânicos locais (cascas de banana, ovo, cebola, borra de café) para promover a correção e nutrição do solo. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar a eficiência dessas biocápsulas na melhoria das propriedades químicas do solo e no desenvolvimento vegetal, bem como promover a educação ambiental no contexto escolar. O projeto foi desenvolvido na Escola Estadual de Educação Profissional Otília Correia Saraiva, localizada no município de Barbalha-CE, com a participação de duas estudantes do 2º ano do Ensino Médio, no âmbito de uma proposta investigativa voltada à resolução de problemas socioambientais, vinculada ao Ceará Científico 2025. As biocápsulas visam otimizar a liberação gradual de nutrientes, reduzir a lixiviação e aumentar a disponibilidade nutricional para as plantas. Ensaio experimentais demonstraram que o tratamento com CAFER elevou o pH do solo de 5,1 para 6,4 e promoveu um crescimento superior em altura (30 cm) e massa seca em comparação ao solo sem tratamento (18

## Abstract:

*This study presents the development of CAFER, controlled-release nutrient biocapsules that utilize mucilage extracted from okra (*Abelmoschus esculentus*) and local organic waste (banana peels, eggshells, onion peels, and coffee grounds) to promote soil improvement and nutrition. The objective of this study was to develop and evaluate the efficiency of these biocapsules in improving soil chemical properties and plant growth, as well as to promote environmental education in a school setting. The project was carried out at the Otília Correia Saraiva State Vocational School, located in the municipality of Barbalha, Ceará, with the participation of two 11th-grade students, as part of a research proposal aimed at solving socio-environmental problems, linked to Ceará Científico 2025. The biocapsules aim to optimize the gradual release of nutrients, reduce leaching, and increase nutrient availability for plants. Experimental trials demonstrated that treatment with CAFER raised the soil pH from 5.1 to 6.4 and promoted superior growth in height (30 cm) and dry mass compared to untreated soil (18 cm). The methodology included stages of collection, dehydration, grinding, and*

1. Estudante da 2ª série da E.E.M.T.I Sinhá Sabóia, CREDE 6, Sobral/ce.

2. Estudante da 2ª série da E.E.M.T.I Sinhá Sabóia, CREDE 6, Sobral/ce.

3. Mestranda em Sociologia. Professora da E.E.M.T.I Sinhá Sabóia CREDE 6, Sobral/ce. [camilamrgf@gmail.com](mailto:camilamrgf@gmail.com), <https://lattes.cnpq.br/1760008606322467>.

4. Mestre em ensino de ciências e Matemática - UFRPE. Docente da EEEP Otília Correia Saraiva. [Fernando.silva3@prof.ce.gov.br](mailto:Fernando.silva3@prof.ce.gov.br).

cm]. A metodologia integrou etapas de coleta, desidratação, trituração e formulação manual. Os resultados indicam que a tecnologia apresenta potencial como solução replicável de baixo custo, além de contribuir para o desenvolvimento do protagonismo estudantil e da consciência ambiental.

**Palavras-chave:** Agricultura sustentável, Biocápsulas, Mucilagem de quiabo, Economia circular, Recuperação de solos.

*manual formulation. The results indicate that the technology has potential as a replicable, low-cost solution, in addition to contributing to the development of student leadership and environmental awareness.*

**Keywords:** Sustainable agriculture, Biocapsules, Okra mucilage, Circular economy, Soil restoration.

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por práticas agrícolas sustentáveis tem impulsionado a busca por alternativas que reduzam os impactos ambientais associados ao uso intensivo de fertilizantes químicos, frequentemente relacionados à contaminação do solo e da água, bem como à degradação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Nesse contexto, abordagens como a agricultura regenerativa e a economia circular destacam-se por priorizarem o uso eficiente de recursos e o reaproveitamento de resíduos orgânicos.

A agricultura convencional, embora eficiente do ponto de vista produtivo, enfrenta desafios relacionados ao uso excessivo de insumos químicos, que podem provocar desequilíbrios nutricionais, perda da biodiversidade do solo e contaminação de lençóis freáticos [CARVALHO *et al.*, 2021]. Dessa forma, torna-se necessário o desenvolvimento de estratégias que conciliem produtividade agrícola e sustentabilidade ambiental.

Nesse cenário, a utilização da mucilagem de quiabo como biopolímero natural para encapsulamento de resíduos orgânicos surge como uma alternativa promissora. Essa abordagem possibilita a liberação gradual de nutrientes, contribuindo para maior eficiência na adubação, redução de perdas por lixiviação e melhoria das condições químicas do solo, especialmente em ambientes com tendência à acidez.

Resíduos alimentares, como cascas de ovo, banana, manga e cebola, apresentam elevado potencial como fontes de nutrientes essenciais, incluindo cálcio, potássio e fósforo. No entanto, sua aplicação direta no solo pode resultar em decomposição acelerada, liberação descontrolada de nutrientes e possíveis desequilíbrios locais [SILVA *et al.*, 2020]. A encapsulação desses materiais em matrizes biodegradáveis, como a mucilagem de quiabo, configura-se, portanto, como uma estratégia capaz de otimizar sua utilização agrícola.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo geral desenvolver e avaliar biocápsulas biodegradáveis formuladas a partir da mucilagem de quiabo combinada com resíduos alimentares, visando otimizar a liberação gradual de nutrientes, melhorar a fertilidade do solo e reduzir impactos ambientais associados ao uso de fertilizantes convencionais.

Como objetivos específicos, destacam-se: avaliar a eficiência das biocápsulas na correção do pH do solo, comparar seu desempenho com a aplicação direta de resíduos orgânicos e analisar seus efeitos no desenvolvimento inicial das plantas.

A escolha do tema justifica-se pela integração entre princípios da agricultura regenerativa e da economia circular, ao promover o reaproveitamento de resíduos orgânicos como insumos agrícolas (PIRES, 2023). Além disso, o desenvolvimento do projeto no contexto escolar, com a participação de estudantes do Ensino Médio, reforça o papel do protagonismo estudantil na construção do conhecimento científico e na busca por soluções sustentáveis aplicadas à realidade local.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A agricultura contemporânea enfrenta o desafio de aumentar a produtividade agrícola de forma sustentável, reduzindo os impactos ambientais negativos associados ao uso excessivo de fertilizantes químicos e corretivos minerais (Carvalho *et al.*, 2021). A degradação do solo, a poluição dos recursos hídricos e a perda da biodiversidade do solo são consequências diretas das práticas convencionais, que demandam alternativas inovadoras para garantir a segurança alimentar e a conservação ambiental (FAO, 2021).

A agricultura regenerativa surge como uma abordagem integrativa que busca restaurar a saúde do solo, melhorar a ciclagem de nutrientes e promover a sustentabilidade dos agroecossistemas. Entre as práticas regenerativas, destaca-se o uso de insumos orgânicos e técnicas que otimizam a liberação de nutrientes para as plantas (Pires, 2023). Nesse cenário, o reaproveitamento de resíduos orgânicos da cadeia alimentar torna-se estratégico, tanto para a redução do desperdício quanto para a oferta de nutrientes em formas mais naturais e menos agressivas ao meio ambiente (Silva *et al.*, 2020).

A encapsulação de nutrientes em matrizes biodegradáveis, como a mucilagem de quiabo, representa uma tecnologia emergente que alia biopolímeros naturais à valorização de resíduos orgânicos para a agricultura sustentável. A mucilagem é um polissacarídeo de origem vegetal que apresenta alta capacidade de retenção de água, propriedades adesivas e biodegradabilidade, tornando-se ideal para a formação de cápsulas que protegem e liberam gradualmente os nutrientes (Souza & Menezes, 2022).

Além disso, resíduos como casca de ovo, banana, manga e cebola são fontes abundantes e acessíveis de cálcio, potássio, fósforo e micronutrientes essenciais. O carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) presente na casca de ovo contribui para a correção da acidez do solo, atuando lentamente para elevar o pH e melhorar a disponibilidade de nutrientes (Costa *et al.*, 2021). O potássio (K) e fósforo (P), fornecidos pelas cascas de frutas, são fundamentais para o desenvolvimento radicular, a fotossíntese e a formação de frutos (Carvalho *et al.*, 2021). Já os compostos sulfurados e micronutrientes da casca de cebola fortalecem as plantas contra estresses, contribuindo para a saúde e produtividade das culturas.

A encapsulação também reduz perdas por lixiviação, um problema comum na aplicação direta de resíduos ou fertilizantes, especialmente em solos com alta permeabilidade e em ambientes chuvosos (Souza; Menezes, 2022). Isso resulta em maior eficiência do uso dos nutrientes, menor impacto ambiental e menor custo para os agricultores. Estudos indicam que o uso de biopolímeros para encapsulação de nutrientes pode prolongar o efeito da adubação por semanas, favorecendo ciclos de crescimento mais equilibrados (Pires, 2023).

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual de Educação Profissional EEEP Otília Correia Saraiva, localizada no município de Barbalha-CE (INEP: 23325429). A instituição oferece ensino médio integrado à educação profissional, contando com infraestrutura composta por laboratórios de ciências, salas de aula climatizadas e espaços destinados a práticas experimentais. O estudo contou com a participação de duas estudantes do 2º ano do Ensino Médio, envolvidas no desenvolvimento do projeto como parte de uma proposta investigativa voltada ao evento estadual do Ceará Científico 2025. A escolha das participantes ocorreu com base no interesse pelas áreas de Ciências da Natureza e sustentabilidade.

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa experimental de abordagem quali-quantitativa (GIL, 2017). O desenvolvimento da pesquisa ocorreu entre os meses de fevereiro e junho de 2025, envolvendo etapas de revisão teórica, planejamento experimental, execução e análise dos dados. A fase experimental foi realizada especificamente durante o mês de maio de 2025, período no qual foram conduzidos os ensaios de cultivo, monitoramento e coleta de dados.

O estudo foi estruturado em três fases e seis etapas, abrangendo formulação de cápsulas, cultivo experimental e análises laboratoriais, com foco na eficácia do sistema de liberação controlada de nutrientes. O processo foi estruturado em etapas sistemáticas para garantir a reprodutibilidade e a eficácia do sistema de liberação controlada de nutrientes. As atividades foram desenvolvidas pelas estudantes participantes, sob orientação docente, de forma colaborativa, sendo realizadas tanto no laboratório de Ciências da escola quanto na área externa do pátio, conforme a natureza de cada etapa experimental. As etapas que envolveram manipulação de materiais, preparo de soluções e análises foram conduzidas no laboratório, enquanto as atividades de cultivo e acompanhamento do desenvolvimento vegetal ocorreram em ambiente externo, permitindo maior aproximação com as condições naturais.

A Figura 1 a seguir apresenta a sequência visual das atividades realizadas, incluindo coleta de resíduos, higienização, preparo, trituração, modelagem das biocápsulas e inserção nas células de cultivo.

**Figura 1:** Etapas de construção das biocápsulas.



Fonte: elaborado pelos autores, 2025.

Inicialmente, a Etapa 01 consistiu na extração da mucilagem de quiabo (*Abelmoschus esculentus*), seguindo como referência principal o método descrito por Souza e Menezes [2022], adaptado às condições laboratoriais da escola. A construção desta etapa baseou-se em revisão teórica prévia sobre biopolímeros naturais e suas aplicações na agricultura sustentável, permitindo a adequação do protocolo experimental à realidade dos recursos disponíveis.

O processo envolveu o corte, trituração e homogeneização dos frutos frescos em água destilada (proporção 1:1), seguido de filtração para obtenção de um gel viscoso, rico em polissacarídeos, que serviu como matriz hidropolimérica para as cápsulas. Os materiais utilizados foram provenientes do laboratório de Ciências da escola, sem necessidade de parcerias externas, garantindo a viabilidade da reprodução do experimento em ambiente escolar.

Paralelamente, na Etapa 02, os resíduos alimentares (cascas de banana, manga, cebola e ovos) foram cuidadosamente preparados. Os resíduos foram provenientes de consumo doméstico das estudantes participantes e de reaproveitamento de resíduos orgânicos gerados no ambiente escolar, em quantidades aproximadas e proporcionais para composição do material experimental.

A higienização e preparo dos materiais foram realizados de forma colaborativa pelas estudantes, sob orientação docente, no laboratório de Ciências. Estes foram submetidos à secagem (solar e em estufa por 72 horas) para remoção da umidade e, posteriormente, triturados até a obtenção de um pó homogêneo, conforme apresentado na Figura 1. A Etapa 03 consistiu na trituração individual de cada material, utilizando liquidificador e pilão, disponibilizados pela escola no laboratório de Ciências, seguida da pesagem das massas obtidas, garantindo a proporção adequada dos componentes. Na Etapa 04, procedeu-se à determinação do pH dos componentes individuais e do solo a ser utilizado, por meio de análises laboratoriais dos materiais triturados e desidratados. Essa etapa foi realizada pelas estudantes participantes, sob orientação do professor responsável, permitindo a análise da capacidade corretiva dos resíduos e sua influência inicial nas propriedades químicas do solo.

Após o preparo dos componentes, a fase de modelagem com a semente e inserção na célula de cultivo constituiu etapa central da metodologia, conforme ilustrado na Figura 1. O processo de encapsulamento foi fundamentado em estudos sobre o uso de mucilagens vegetais como matrizes biodegradáveis para liberação controlada de nutrientes (Souza; Menezes, 2022), sendo adaptado para incorporar simultaneamente a semente no interior da biocápsula.

Neste momento, a semente foi posicionada no centro da biocápsula, moldada manualmente utilizando a mucilagem de quiabo como agente aglutinante. A mucilagem não apenas promove a união dos resíduos orgânicos, mas também atua como um hidrogel natural, criando um microambiente protetor e com maior retenção hídrica ao redor da semente.

Esse mecanismo favorece a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas, ao mesmo tempo em que regula a liberação gradual de nutrientes diretamente na rizosfera, reduzindo perdas por lixiviação e aumentando a eficiência do processo de nutrição vegetal.

O experimento foi conduzido em bandeja sementeira de plástico com solo arenoso, utilizando três tratamentos principais destacados no quadro 1 a seguir:

**Quadro 1: Delimitação do Delineamento Experimental**

TRATAMENTO	DESCRIÇÃO	OBJETIVO	VARIÁVEIS ANALISADAS
SCA (Controle)	Solo arenoso sem qualquer aditivo ou corretivo.	Referência de crescimento natural e acidez basal.	pH, Germinação, Altura e umidade residual.
SRI (Resíduos)	Aplicação direta de resíduos orgânicos triturados e secos.	Avaliar eficiência da adubação orgânica convencional.	pH, Germinação, Altura e umidade residual.
SC (CAFER)	Aplicação de biocápsulas de liberação controlada (CAFER).	Avaliar eficiência da encapsulação e liberação gradual.	pH, Germinação, Altura e umidade residual.

Fonte: dados da pesquisa, 2025.

A cultura de coentro foi monitorada por 30 dias, avaliando-se o pH do solo, a taxa de germinação, a umidade residual e o desenvolvimento vegetativo. O pH do solo foi utilizado como indicador da acidez ativa, sendo considerados adequados valores entre 6,0 e 6,5 para o desenvolvimento da maioria das culturas agrícolas (EMBRAPA, 2017).

A taxa de germinação foi expressa em porcentagem (%), calculada a partir da razão entre o número de sementes germinadas e o total de sementes semeadas em cada tratamento, sendo considerada satisfatória quando superior a 80% em condições adequadas de cultivo.

A umidade residual do solo foi avaliada como indicador da capacidade de retenção hídrica, sendo interpretada de forma comparativa entre os tratamentos, considerando que maiores valores indicam melhor disponibilidade de água para as plantas, especialmente em solos arenosos.

O desenvolvimento vegetativo foi analisado com base na altura média das plantas (em centímetros) e no aspecto visual das plântulas, sendo considerados indicadores de crescimento vigoroso a uniformidade, coloração verde intensa e maior alongamento do caule ao longo do período experimental.

## 4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Análise da correção do pH e eficiência da encapsulação

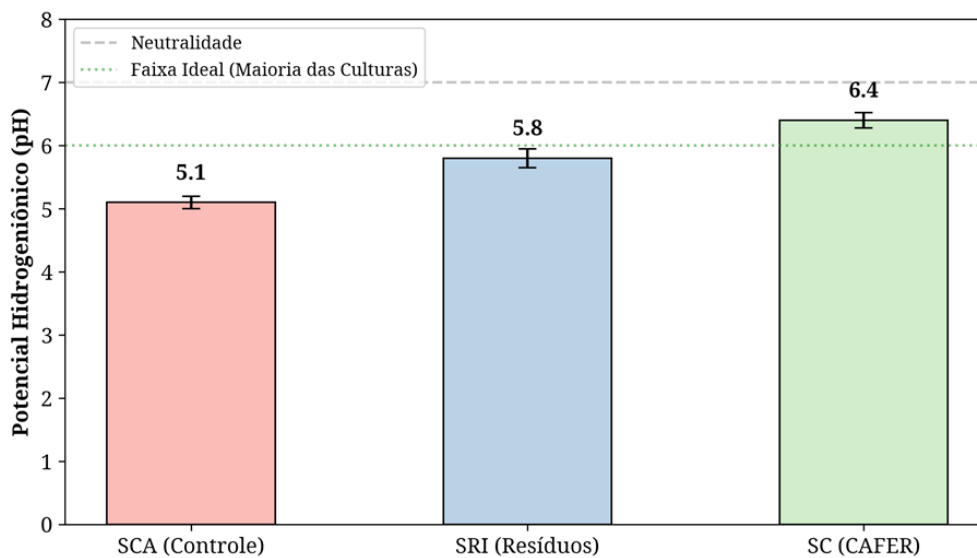
O experimento foi conduzido ao longo de 30 dias, durante o mês de maio de 2025, envolvendo duas estudantes do 2º ano do Ensino Médio, no contexto de atividades experimentais desenvolvidas no laboratório de Ciências e na área externa da escola, sob orientação docente. Os resultados obtidos ao final do período experimental evidenciaram alterações significativas no pH do solo, conforme demonstrado na Figura 2.

No cenário controle (SCA), o pH do solo manteve-se próximo ao valor inicial (5,1), indicando baixa capacidade de correção natural da acidez em ausência de intervenções. No tratamento com resíduos orgânicos aplicados diretamente ao solo (SRI), observou-se discreta elevação do pH, sugerindo liberação rápida de nutrientes e efeito corretivo limitado ao curto prazo.

Por outro lado, no tratamento com biocápsulas CAFER (SC), verificou-se aumento mais expressivo do pH, atingindo valores próximos a 6,4, indicando maior eficiência na correção da acidez do solo. Esse

comportamento pode ser explicado pela dinâmica de liberação controlada promovida pela mucilagem de quiabo, que atua como matriz hidropolimérica. Diferentemente da aplicação direta de resíduos, em que ocorre rápida mineralização e possível perda por lixiviação, a encapsulação promove liberação gradual dos nutrientes, permitindo uma ação corretiva mais estável e prolongada ao longo do tempo. Além disso, a presença de carbonato de cálcio proveniente da casca de ovo, retido na estrutura da biocápsula, contribui de forma contínua para a neutralização da acidez, favorecendo a manutenção do pH em níveis mais adequados ao desenvolvimento vegetal. Os resultados indicam que a tecnologia CAFER apresenta maior eficiência na correção da acidez do solo quando comparada à aplicação convencional de resíduos orgânicos, especialmente em condições de solo arenoso, onde a lixiviação de nutrientes tende a ser mais intensa.

**Figura 2:** Impacto dos tratamentos na acidez ativa do solo.



Fonte: dados da pesquisa, 2025.

A superioridade do tratamento com biocápsulas CAFER (SC) em relação ao tratamento com resíduos orgânicos aplicados diretamente (SRI) pode ser explicada pela cinética de liberação controlada de nutrientes. Enquanto os resíduos soltos sofrem rápida mineralização e estão mais suscetíveis à lixiviação pelas águas de irrigação, a mucilagem de quiabo atua como uma matriz hidropolimérica, funcionando como barreira física e química.

Os polissacarídeos presentes na mucilagem formam uma rede tridimensional capaz de reter compostos minerais, como o carbonato de cálcio proveniente da casca de ovo, promovendo sua liberação gradual à medida que ocorre a biodegradação da cápsula. Esse comportamento resulta em uma correção mais estável e prolongada da acidez do solo.

Estudos sobre o uso de biopolímeros na agricultura indicam que sistemas de encapsulamento aumentam a eficiência do uso de nutrientes e reduzem perdas por lixiviação, especialmente em solos arenosos e regiões de clima semiárido, onde a retenção hídrica é limitada (Souza & Menezes, 2022; EMBRAPA, 2017).

Dessa forma, a manutenção do pH em faixas próximas a 6,0–6,5 favorece a disponibilidade de macronutrientes essenciais, como nitrogênio, fósforo e potássio, contribuindo diretamente para o melhor desempenho das plantas ao longo do período experimental.

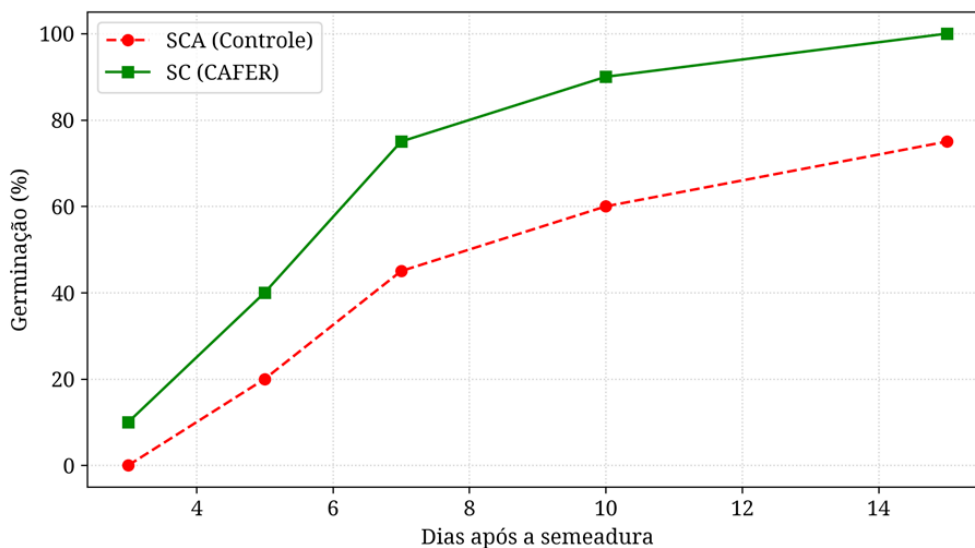
#### 4.2 Desenvolvimento vegetativo e parâmetros biométricos no solo controle e no solo suplementado

Para a cultura do coentro (*Coriandrum sativum*), verificou-se diferença significativa na taxa de germinação [%] das sementes nas células experimentais, quando comparados o solo controle (SCA) e o solo suplementado com biocápsulas CAFER (SC), especialmente, nos primeiros 15 dias após a semeadura, conforme apresentado na Figura 3.

O tratamento com CAFER apresentou germinação mais rápida e uniforme, atingindo valores superiores ao controle já nos primeiros dias de cultivo, o que indica maior eficiência no estabelecimento inicial das plântulas. Em contraste, o solo controle apresentou germinação mais lenta e menor taxa final, evidenciando limitações relacionadas à disponibilidade de nutrientes e às condições físico-químicas do solo.

A diferença entre os tratamentos torna-se mais evidente a partir do 7º dia, momento em que o sistema com CAFER apresenta avanço mais acentuado no percentual de germinação em relação ao controle, indicando não apenas maior taxa final, mas também maior velocidade germinativa.

**Figura 03:** Taxa de germinação acumulada [%] ao longo de 15 dias.



**Fonte:** dados da pesquisa, 2025.

A Figura 3 apresenta a evolução da taxa de germinação ao longo de 15 dias após a semeadura, realizada durante o mês de maio de 2025, em condições experimentais conduzidas no laboratório de Ciências e na área externa da escola.

O delineamento experimental consistiu na semeadura de cinco sementes por célula de cultivo, sendo utilizadas 30 células por tratamento, totalizando 60 unidades experimentais e 300 sementes previamente selecionadas.

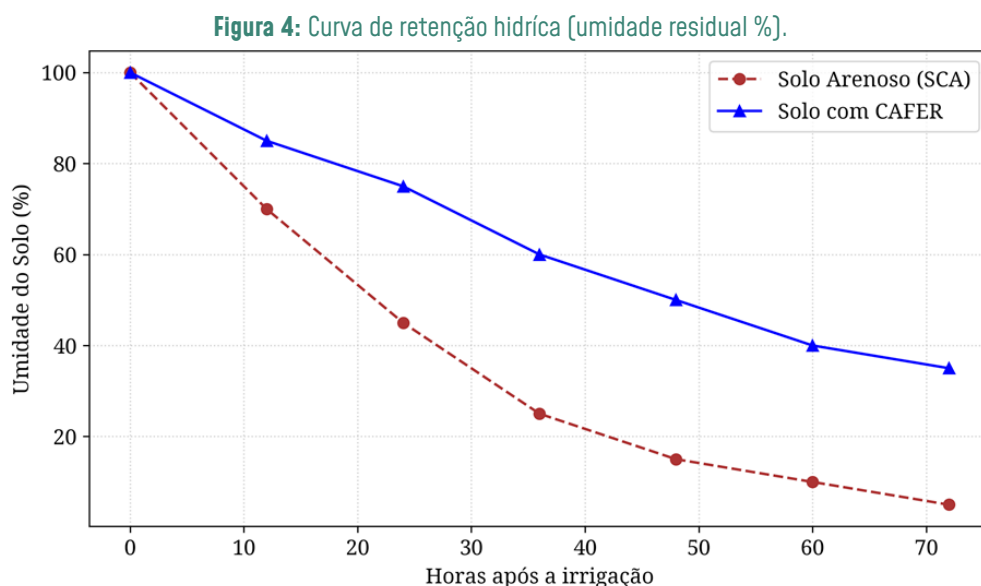
O processo de semeadura e acompanhamento foi realizado pelas estudantes participantes, sob orientação docente, ao longo do período experimental, garantindo padronização na condução das atividades e registro dos dados.

Esse arranjo experimental confere maior robustez aos resultados, permitindo uma avaliação representativa do comportamento germinativo em cada condição de solo.

Observa-se que o tratamento com CAFER (cenário 1) apresentou germinação progressiva mais acentuada desde os primeiros dias, atingindo 100% de germinação aos 15 dias, o que corresponde à emergência total das 150 sementes avaliadas. Em contraste, o solo controle (cenário 2) apresentou germinação mais lenta, estabilizando-se em aproximadamente 75%, o que corresponde à germinação de 113 sementes ao final do período experimental.

Considerando o número inicial de sementes por célula, esse resultado evidencia que, mesmo após 15 dias, ocorreram falhas no processo germinativo no tratamento controle. A diferença entre os tratamentos torna-se mais evidente a partir do 7º dia, quando o sistema com CAFER já atinge cerca de 75% de germinação, enquanto o controle permanece em torno de 45%.

Esse comportamento indica não apenas maior taxa final de germinação, mas também maior velocidade germinativa no tratamento com CAFER, fator essencial para o estabelecimento inicial das plântulas. Esse desempenho superior pode ser associado à melhoria das condições microambientais proporcionadas pela biocápsula, especialmente no que se refere à retenção hídrica. Como indicado na Figura 4, a mucilagem de quiabo apresenta elevada capacidade de retenção de água, favorecendo a manutenção da umidade no entorno das sementes e reduzindo o estresse hídrico em condições de solo arenoso.



Fonte: dados da pesquisa, 2025.

Esse efeito é particularmente relevante em solos arenosos, nos quais a drenagem é elevada e a disponibilidade de água é frequentemente limitante. Dessa forma, os resultados indicam que o uso de CAFER contribui não apenas para o aumento da taxa de germinação, mas também para a redução da variabilidade e das falhas germinativas observadas no solo controle, promovendo maior uniformidade e eficiência no estabelecimento inicial da cultura.

Além da taxa de germinação, a análise da umidade residual do solo evidenciou diferenças importantes entre os cenários experimentais. O tratamento com CAFER apresentou maior retenção hídrica ao longo do período de cultivo, enquanto o solo controle apresentou redução mais acentuada da umidade, indicando menor capacidade de retenção de água.

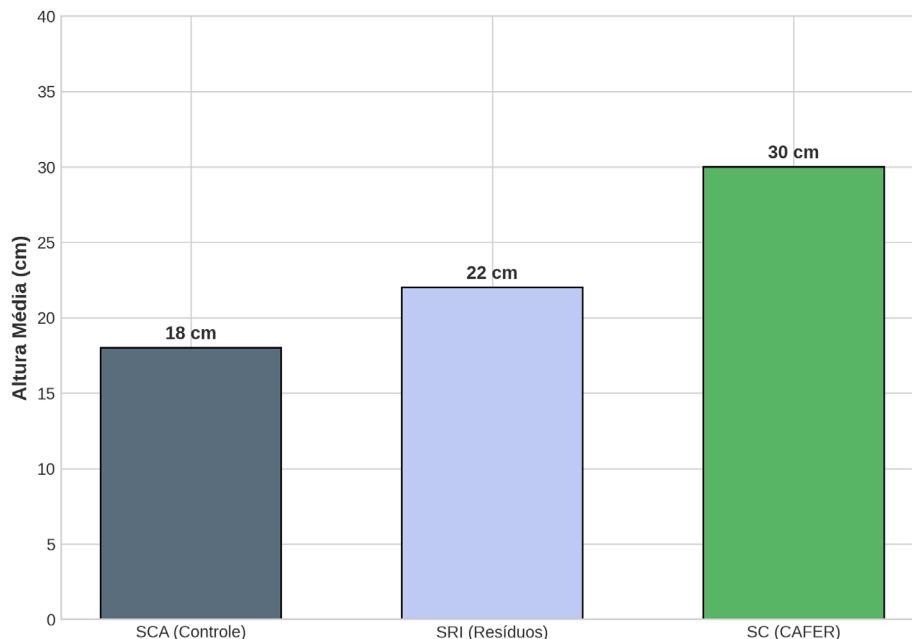
Esse comportamento contribui diretamente para a manutenção de condições mais favoráveis ao desenvolvimento inicial das plantas, especialmente em solos arenosos, onde a perda de água ocorre de forma mais rápida.

Além disso, os efeitos positivos do tratamento não se restringem à fase germinativa, estendendo-se ao desenvolvimento inicial das plantas.

O crescimento médio do coentro, avaliado a partir da altura das plantas (cm) ao final de 30 dias Figura 05, foi superior no tratamento com CAFER em comparação ao solo controle, indicando melhor desempenho vegetativo. Observou-se maior uniformidade no desenvolvimento das plantas no cenário com CAFER, com plântulas apresentando crescimento mais homogêneo, enquanto no solo controle houve maior variabilidade no tamanho e desenvolvimento das plantas.

Esses resultados reforçam o potencial do uso de biocápsulas como estratégia para otimizar o desempenho da cultura, especialmente em condições de limitação hídrica e baixa fertilidade do solo.

**Figura 5:** Parâmetros biométricos do coentro aos 30 dias.



Fonte: dados da pesquisa, 2025.

A interpretação dos dados indica que as biocápsulas CAFER exerceram efeito positivo no desenvolvimento do coentro, especialmente quando comparadas ao solo controle.

No cenário com CAFER, observou-se maior taxa de germinação, crescimento mais uniforme e maior desenvolvimento vegetativo das plantas ao longo do período experimental. Esse desempenho pode ser associado à atuação integrada de fatores como melhoria do pH do solo, maior disponibilidade gradual de nutrientes e aumento da retenção hídrica proporcionada pela mucilagem de quiabo.

A mucilagem atua como um hidrogel natural, elevando a capacidade de retenção de água no solo arenoso e reduzindo o estresse hídrico entre os intervalos de irrigação, condição particularmente relevante em ambientes de clima semiárido.

No cenário controle, por outro lado, verificou-se menor taxa de germinação, maior variabilidade no desenvolvimento das plântulas e crescimento reduzido, indicando limitações relacionadas à baixa disponibilidade de nutrientes, maior acidez do solo e menor retenção de umidade.

A comparação entre os cenários evidencia que o uso de biocápsulas promove condições mais favoráveis ao estabelecimento inicial da cultura, contribuindo para maior eficiência no aproveitamento dos recursos disponíveis no solo.

Quanto à presença de borra de café na composição das cápsulas, seu efeito está relacionado principalmente à contribuição nutricional e à melhoria das características físicas do substrato, podendo também influenciar indiretamente a proteção das plântulas, embora esse aspecto não tenha sido diretamente avaliado neste estudo

A simplicidade do processo de produção das biocápsulas permite sua aplicação em contextos de agricultura familiar e urbana, reduzindo a dependência de fertilizantes sintéticos e ampliando a autonomia produtiva.

Além disso, a valorização do protagonismo estudantil na Escola Estadual de Educação Profissional Otília Correia Saraiva demonstra que a integração entre educação científica e práticas sustentáveis pode gerar soluções tecnológicas de baixo custo e potencial impacto social, especialmente no contexto do semiárido cearense.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As biocápsulas CAFER demonstraram potencial como alternativa sustentável para o manejo do solo, especialmente, em condições de baixa fertilidade e limitação hídrica, como observado em solos arenosos do semiárido. Os resultados obtidos indicaram melhorias na correção do pH, no aumento da taxa de germinação, na retenção de umidade e no desenvolvimento inicial das plantas quando comparados ao solo controle.

No entanto, é importante destacar que os resultados se referem a um experimento em escala controlada e de curta duração, sendo necessários estudos complementares em condições de campo e em diferentes ciclos de cultivo para validação mais ampla da tecnologia.

Do ponto de vista educacional, o projeto evidenciou o papel do protagonismo estudantil no desenvolvimento de soluções científicas aplicadas a problemas locais. A participação ativa das estudantes em todas as etapas, desde a fundamentação teórica até a execução experimental e análise dos resultados, contribuiu para a construção do pensamento científico, autonomia investigativa e senso crítico.

A experiência demonstrou a integração entre Educação Básica e pesquisa experimental pode gerar não apenas aprendizado significativo, mas também propostas tecnológicas viáveis e contextualizadas com a realidade regional. Além disso, o uso de resíduos orgânicos como matéria-prima reforça a importância da Educação Ambiental e da valorização de práticas sustentáveis, promovendo a redução de desperdícios e o reaproveitamento de recursos locais.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a ampliação dos testes em escala de campo, a avaliação do desempenho em diferentes culturas agrícolas e a padronização do processo produtivo das biocápsulas, de modo a garantir maior controle sobre sua composição e eficiência.

Dessa forma, o CAFER apresenta-se como uma proposta promissora, tanto do ponto de vista agrônomo quanto educacional, contribuindo para o desenvolvimento de práticas mais sustentáveis e para o fortalecimento da ciência no contexto escolar.

---

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, M. M. *et al.* Correção de acidez do solo com resíduos orgânicos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 16, n. 2, p. 45-58, 2021.
- COSTA, R. S. *et al.* Uso de casca de ovo como corretivo agrícola. **Agroecologia em Foco**, v. 9, n. 3, p. 112-124, 2021.
- EMBRAPA. **Manual de Fertilidade do Solo e Manejo de Nutrientes**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2017.
- FAO. **Agroecological transitions for sustainable food systems**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- IPNI. **Manual de Nutrição de Plantas**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2018.
- OLIVEIRA, A. U.; STÉDILE, J. P. **A Natureza do Agronegócio no Brasil**. Brasília: Secretaria Operativa, 2005.
- PIRES, A. M. **Agricultura orgânica e regenerativa: bases e aplicações**. Belo Horizonte: Instituto Terra Livre, 2023.
- SILVA, R. J. *et al.* Uso de resíduos agroindustriais como fonte de nutrientes. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 15, n. 1, p. 33-47, 2020.
- SOUZA, L. T.; MENEZES, C. A. Mucilagens vegetais e suas aplicações agrícolas. **Revista Ciência Rural**, v. 52, n. 4, p. 201-214, 2022.
- SOUZA, L. M. B. *et al.* Desempenho agrônômico de composto orgânico contendo borra de café. **INCAPER em Foco**, 2023.

# VALE DAS ÁGUAS: UM JOGO DE NARRATIVAS CULTURAIS E RESISTÊNCIA AMBIENTAL NA LINGUAGEM DOS SABERES POPULARES

*A game of cultural narratives and environmental resistance in the language of popular knowledge*

Antônio Dharllan Matias Eugênio<sup>1</sup>  
Maria Heloísa França Marcelino<sup>2</sup>  
Camila Maria Rodrigues Gonçalves Farias<sup>3</sup>

## Resumo:

Este trabalho propõe a criação de um jogo educativo intitulado "Vale das Águas: Um jogo de narrativas culturais e resistência ambiental na linguagem dos saberes populares", desenvolvido por estudantes da E.E.M.T.I. Sinhá Sabóia, localizada no bairro Dom Expedito, em Sobral- CE. A proposta articula os componentes curriculares de Língua Portuguesa, Sociologia, Geografia e História, com foco na Educação Ambiental, na valorização da cultura afro-brasileira e na memória local. Por meio da construção colaborativa de histórias, mapas simbólicos e desafios cooperativos, o jogo busca estimular a consciência socioambiental e o protagonismo juvenil diante das questões climáticas, promovendo o diálogo entre conhecimentos científicos, experiências comunitárias e saberes populares. O título "Vale das Águas" faz referência simbólica e territorial ao Rio Acaraú, cuja margem direita abriga o bairro. Historicamente, o rio contribuiu para a constituição da identidade local, configurando-se como espaço de convivência, trabalho e cultura para lavadeiras, pescadores, canoieiros e banhistas. A trajetória da Yalorixá Osmarina, liderança religiosa vinculada à preservação de práticas culturais e

## Abstract:

*This work proposes the creation of an educational game entitled "Valley of Waters: A game of cultural narratives and environmental resistance in the language of popular knowledge," developed by students of the E.E.M.T.I. Sinhá Sabóia school, located in the Dom Expedito neighborhood, in Sobral-CE. The proposal articulates the curricular components of Portuguese Language, Sociology, Geography, and History, focusing on Environmental Education, the appreciation of Afro-Brazilian culture, and local memory. Through the collaborative construction of stories, symbolic maps, and cooperative challenges, the game seeks to stimulate socio-environmental awareness and youth protagonism in the face of climate issues, promoting dialogue between scientific knowledge, community experiences, and popular knowledge. The title "Valley of Waters" makes symbolic and territorial reference to the Acaraú River, whose right bank shelters the neighborhood. Historically, the river contributed to the constitution of local identity, configuring itself as a space of coexistence, work, and culture for washerwomen, fishermen, canoeists, and bathers. The story of Yalorixá Osmarina, a religious leader to the*

1. Estudante da 2ª série da E.E.M.T.I Sinhá Sabóia, CREDE 6, Sobral/ce.

2. Estudante da 2ª série da E.E.M.T.I Sinhá Sabóia, CREDE 6, Sobral/ce.

3. Mestranda em Sociologia. Professora da E.E.M.T.I Sinhá Sabóia CREDE 6, Sobral/ce. [camilamrgf@gmail.com](mailto:camilamrgf@gmail.com), <https://lattes.cnpq.br/1760008606322467>.

memórias comunitárias, inspira o enredo do jogo, que aborda temas como preservação das águas, racismo ambiental e sustentabilidade. O trabalho promoveu práticas pedagógicas contextualizadas, reconhecendo a cultura afro-brasileira como dimensão relevante para a reflexão socioambiental e para a construção de aprendizagens significativas.

**Palavras-chave:** Educação ambiental. Saberes populares. Jogo narrativo. Rio Acaraú. Memória local.

*preservation of cultural practices and community memories, inspires the plot of the game, which addresses themes such as water conservation, environmental racism, and sustainability. The work promoted contextualized pedagogical practices, recognizing Afro-Brazilian culture as a relevant dimension for socio-environmental reflection and for the construction of meaningful learning.*

**Keywords:** Environmental education. Popular knowledge. Board game. Acaraú river. Local memory.

## 1 INTRODUÇÃO

A emergência climática global tem intensificado discussões acerca dos modos de vida, consumo e produção que impactam diretamente o meio ambiente e, de forma mais acentuada, as populações em situação de vulnerabilidade. No contexto escolar, torna-se necessário propor ações que não apenas informem, mas mobilizem os estudantes à reflexão crítica e à atuação coletiva diante dos desafios socioambientais. Nesse cenário, emerge a seguinte problemática: como promover o engajamento estudantil por meio de práticas pedagógicas que articulem conhecimentos escolares e experiências comunitárias, especialmente em territórios marcados por desigualdades socioambientais?

A E.E.M.T.I. Sinhá Sabóia, localizada no bairro Dom Expedito, em Sobral, insere-se nesse contexto por atender majoritariamente estudantes oriundos de comunidades populares. Atualmente, a instituição conta com aproximadamente 216 estudantes matriculados e funciona em regime de tempo integral, dispendo de espaços pedagógicos que favorecem o desenvolvimento de atividades colaborativas. Além disso, mantém diálogo com a realidade discente por meio de projetos voltados à valorização da identidade, da cultura e das experiências comunitárias como dimensões constitutivas do processo educativo.

Partindo desse contexto, realizou-se a criação de um jogo de tabuleiro narrativo inspirado na trajetória da Yalorixá Osmarina, liderança religiosa de matriz africana reconhecida por sua atuação comunitária e pela preservação de práticas culturais locais. Sua escolha como referência para o jogo justifica-se por sua relevância simbólica no território, associada à resistência cultural, à valorização das tradições afro-brasileiras e à defesa dos vínculos comunitários.

Intitulada *Vale das Águas*, a proposta articula ficção, memória local, oralidade e conhecimentos científicos, constituindo-se como estratégia pedagógica voltada à reflexão crítica sobre questões socioambientais. O título do jogo remete ao Rio Acaraú, elemento central na constituição histórica e simbólica do bairro Santo Expedito no município de Sobral. Segundo Fontenelle Filho (2015), a dinâmica social da região esteve historicamente vinculada às águas do rio, envolvendo práticas cotidianas de lavadeiras, pescadores, canoeiros e banhistas.

Com o avanço da urbanização, entretanto, transformações estruturais alteraram significativamente essa relação. Como aponta Fontenelle Filho (2016), tais mudanças contribuíram para o aprofundamento da

segregação socioespacial. Nessa mesma direção, Costa e Lopes (2020) destacam que, embora a região tenha experimentado crescimento econômico, os benefícios desse processo não foram distribuídos de forma equitativa, intensificando desigualdades territoriais e fragilizando vínculos entre os sujeitos e seus espaços de pertencimento.

Nesse cenário, o uso do jogo enquanto ferramenta pedagógica fundamenta-se na compreensão do lúdico como estratégia de aprendizagem. Conforme Kishimoto (1998), quando articulado ao contexto sociocultural dos educandos, o jogo favorece a construção ativa e significativa do conhecimento, estimulando interação, criatividade e engajamento.

Este trabalho, caracteriza-se como um relato de experiência educativa desenvolvido a partir de uma abordagem qualitativa, de natureza aplicada, ancorada na pesquisa-ação. Segundo Thiollent (1986), esse tipo de investigação articula produção de conhecimento e intervenção prática, envolvendo pesquisadores e participantes na construção cooperativa de soluções para problemas coletivos.

Diante disso, o objetivo geral deste estudo consistiu em desenvolver um jogo narrativo educativo voltado à articulação entre conhecimentos escolares e experiências socioculturais do território, abordando questões socioambientais a partir da valorização da memória local e da promoção da consciência crítica entre estudantes da E.E.M.T.I. Sinhá Sabóia. Como objetivos específicos, buscou-se investigar questões socioambientais presentes no território a partir de observações do espaço vivido, relatos dos estudantes e dados obtidos em fontes institucionais; valorizar a cultura, as memórias e os saberes locais por meio da criação coletiva de personagens, enredos e narrativas vinculadas à realidade da comunidade; e desenvolver competências de leitura, escrita, oralidade, análise crítica e interpretação da realidade, além de estimular a colaboração e o protagonismo estudantil por meio da construção do jogo e de seus desafios.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A proposta deste estudo nasce de uma compreensão de que a crise climática não se limita a aspectos naturais, mas se inscreve em dimensões sociais, políticas e culturais que atravessam de forma desigual os diferentes territórios. Nesse sentido, fundamenta-se nos princípios da educação ambiental, que compreende o meio ambiente como uma construção histórica e social, superando uma abordagem meramente conservacionista (LOUREIRO, 2006). Mais do que preservar a natureza, trata-se de compreender as relações que produzem desigualdades e impactos ambientais na vida das populações.

Essa perspectiva se aproxima da concepção freireana de educação como prática da liberdade, na qual o ato de ensinar e aprender se constitui como um processo dialógico e emancipador. Para Freire (1987), o estudante não é um receptor passivo, mas um sujeito que lê o mundo e, ao lê-lo, pode transformá-lo. Assim, a educação se ancora na realidade concreta dos sujeitos, valorizando suas experiências e seus contextos de vida como ponto de partida do conhecimento.

É nesse movimento de aproximação com a experiência que o lúdico se apresenta como uma dimensão fundamental. Luckesi (2002) destaca que as atividades lúdicas possibilitam experiências profundas e integradoras, capazes de mobilizar sentimentos, criatividade e forças subjetivas que favorecem processos significativos de aprendizagem. O jogo, nesse sentido, não é apenas recurso metodológico, mas espaço de encontro, expressão e elaboração simbólica do mundo vivido.

Quando se observa o território em que esta pesquisa se insere, especialmente o bairro Dom Expedito, evidencia-se como questões sociais, culturais e ambientais se articulam de forma complexa na experiência cotidiana da comunidade. Como aponta Acselrad (2008), populações periféricas tendem a ser mais diretamente afetadas pelos impactos da degradação ambiental e pelas desigualdades no acesso aos recursos urbanos. No contexto investigado, essa realidade se expressa na precarização das infraestruturas urbanas, na redução dos espaços de convivência comunitária e nas transformações decorrentes de processos históricos de urbanização que intensificaram a segregação socioespacial.

Diante desse cenário, a proposta desenvolvida buscou estabelecer aproximações entre os saberes escolares e as experiências vividas pelos estudantes, tomando o território como espaço de produção de conhecimento, memória e reflexão crítica sobre as questões socioambientais que atravessam a comunidade. Essa compreensão dialoga com bell hooks (2013), ao reconhecer a sala de aula como espaço de transformação, no qual o conhecimento se constrói de forma integrada à experiência, ao afeto e à ação:

[...] a sala de aula continua sendo um local de possibilidade. Nesse campo de possibilidades, temos a oportunidade de trabalhar pelo pensamento e pela ação, pelo engajamento mútuo e pelo cuidado. Quando nos comprometemos com a educação como prática da liberdade, reconhecemos que o conhecimento não pode ser separado do afeto, da emoção, da experiência. Educar, nesse sentido, é uma forma de reivindicar a inteireza de quem ensina e de quem aprende, subvertendo a lógica da fragmentação que sustenta a dominação. Assim, insurgimos contra as formas tradicionais de ensino que promovem o distanciamento e a negação do sujeito (hooks, 2013, p. 214).

Com base nessas reflexões, a proposta desenvolvida neste estudo insere-se em uma perspectiva pedagógica que compreende a educação como prática situada, sensível e socialmente referenciada, na qual diferentes dimensões do conhecimento, científicas, culturais e comunitárias, são mobilizadas de forma integrada. Ao articular educação ambiental, ludicidade e valorização das memórias e experiências do território, busca-se construir experiências educativas voltadas à ampliação da consciência socioambiental e ao fortalecimento do protagonismo estudantil, reconhecendo, em diálogo com Freire (1996), os sujeitos como agentes ativos na leitura crítica e na ressignificação de seus territórios.

### 3 METODOLOGIA

A experiência relatada caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza aplicada, desenvolvida na perspectiva da pesquisa-ação, conforme Thiollent (2011) e Barbier (2007), articulando investigação e intervenção pedagógica em um mesmo movimento formativo. A proposta foi realizada na E.E.M.T.I. Sinhá Sabóia, localizada no bairro Dom Expedito, envolvendo uma turma de 1º ano do Ensino Médio composta por aproximadamente 25 estudantes, com participação direta de quatro docentes das áreas de Linguagens e Ciências Humanas.

A ação pedagógica orientou-se por uma perspectiva participativa centrada na valorização das experiências estudantis e na relação entre escola e território. Inspirada na concepção freireana de educação como prática da liberdade (FREIRE, 1996), a proposta partiu da experiência concreta dos estudantes enquanto moradores da comunidade, tomando o território como espaço socialmente produzido e atravessado por sentidos, relações de poder e disputas simbólicas, em diálogo com Bourdieu (1989).

A investigação foi desenvolvida entre os meses de abril e junho de 2025, articulando momentos de problematização, pesquisa de campo, sistematização e produção colaborativa. Os estudantes atuaram como pesquisadores de seu próprio território, realizando entrevistas semiestruturadas com moradores, observações do espaço vivido, registros fotográficos e levantamento bibliográfico sobre a história local e as transformações urbanas da comunidade.

As entrevistas abordaram memórias coletivas, experiências de pertencimento, mudanças urbanas e percepções acerca dos desafios socioambientais presentes no bairro. As narrativas orais foram reconhecidas como fontes legítimas de conhecimento, em consonância com Thompson (1992), permitindo o reconhecimento de experiências historicamente pouco visibilizadas.

A proposta incorporou, ainda, referências culturais do território, tomando a trajetória de Mãe Osmarina como elemento simbólico para o desenvolvimento das atividades pedagógicas. Reconhecida como importante liderança comunitária e religiosa de matriz afro-brasileira, sua atuação favoreceu reflexões sobre memória coletiva, diversidade cultural e relações entre território e identidade.

As ações foram organizadas em uma sequência didática interdisciplinar envolvendo os componentes curriculares de Língua Portuguesa, Sociologia, Geografia e História. A organização das etapas da sequência didática, com os respectivos componentes curriculares, cargas horárias, conteúdos e atividades desenvolvidas, encontram-se sistematizadas no Quadro 1.

**Quadro 1 – Sequência didática interdisciplinar desenvolvida (abril a junho)**

Meses/Etapas	Componentes Curriculares	Carga Horária	Conteúdos Trabalhados	Atividades Desenvolvidas
Abril - Problematização e investigação inicial	Língua Portuguesa, Sociologia, Geografia e História	4h/a	Leitura crítica da realidade, interpretação textual, território, memória coletiva, identidade e questões socioambientais	Rodas de conversa, levantamento de conhecimentos prévios, debates orientados e problematização do território escolar
Abril e maio - Pesquisa de campo	Língua Portuguesa, Geografia e História	4h/a	Produção de perguntas para entrevistas, oralidade, escuta sensível, observação do território e memória social	Elaboração de roteiro investigativo, entrevistas com moradores, registros no caderno de campo e observação do bairro
Maio - Sistematização das informações	Língua Portuguesa e Sociologia	8h/a	Produção textual, organização de narrativas, análise de relatos, identidade, pertencimento e relações de poder	Socialização dos registros, análise coletiva, escrita colaborativa e construção inicial de personagens e enredos
Maio e junho - Oficinas de criação	Língua Portuguesa e Eletiva de gêneros textuais	6h/a	Escrita criativa, elaboração de desafios narrativos, construção simbólica do território	Oficinas temáticas, produção colaborativa, criação de cartas, tabuleiro, personagens e regras do jogo educativo
Junho - Socialização e avaliação	Todos os componentes envolvidos	4h/a	Reflexão crítica, síntese das aprendizagens e avaliação coletiva	Apresentação oral, aplicação do jogo, roda avaliativa e discussão sobre pertencimento, território e aprendizagens construídas

Fonte: Elaboração própria (2026)

Essa organização possibilitou articular investigação, produção colaborativa e reflexão crítica, favorecendo a construção progressiva do jogo educativo como síntese do percurso formativo desenvolvido.

Como produto pedagógico da experiência, desenvolveu-se colaborativamente o jogo narrativo *Vale das Águas*, construído a partir das aprendizagens produzidas ao longo do percurso investigativo. O tabuleiro foi elaborado com representações simbólicas do bairro, incorporando desafios, cartas narrativas e situações-problema relacionadas a questões como saneamento, preservação ambiental e desigualdades socioespaciais.

A construção do jogo mobilizou competências de leitura, oralidade, escrita, interpretação crítica e produção narrativa, articuladas à reflexão sobre memória social, identidade territorial e problemáticas socioambientais locais. A trajetória de Mãe Osmarina foi incorporada como referência simbólica para a elaboração das narrativas, favorecendo discussões acerca da memória e da valorização de experiências comunitárias historicamente invisibilizadas, conforme evidências encontradas em Russo e Almeida (2016).

Os participantes assumiram personagens inspirados em referências culturais locais, mobilizadas como recursos narrativos para problematizar questões socioambientais e ampliar as discussões sobre diversidade cultural, memória social e pertencimento no ambiente escolar.

As Figuras 1 e 2 apresentam registros da construção colaborativa e dos elementos gráficos que compõem o jogo *Vale das Águas*.

**Figura 1** - Versão final do tabuleiro do jogo "Vale das Águas" em situação de uso.



**Fonte:** Acervo fotográfico da E. E. M. T. I Sinhá Sabóia (2026).

**Figura 2** - Exemplos de elementos gráficos e narrativos do jogo pedagógico Vale das Águas.



Fonte: Acervo da pesquisa (2026)

Os registros produzidos durante as atividades, relatos escritos, observações, produções narrativas e rodas avaliativas, constituíram o corpus analítico da experiência, possibilitando uma análise descritivo-reflexiva acerca das aprendizagens construídas e dos sentidos atribuídos pelos estudantes ao território e à proposta pedagógica desenvolvida.

#### 4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados sugerem que a articulação entre ludicidade, território e referências culturais favoreceu o engajamento dos estudantes e a construção de aprendizagens significativas. A participação nas rodas de conversa, nas atividades investigativas e nos processos de criação de personagens e narrativas evidenciou o potencial de práticas pedagógicas fundamentadas no diálogo e na experiência para ampliar o protagonismo juvenil e estimular a participação ativa na construção do conhecimento.

Do ponto de vista interdisciplinar, as produções elaboradas pelos estudantes revelaram a mobilização integrada de aprendizagens oriundas dos diferentes componentes curriculares envolvidos. No campo da Língua Portuguesa, observou-se o desenvolvimento da oralidade, da produção textual e da elaboração narrativa; em Sociologia, a apropriação de reflexões relacionadas à identidade, pertencimento e desigualdades sociais; em Geografia, a leitura crítica das dinâmicas socioambientais e das transformações espaciais do bairro; e, em História, a incorporação de memórias coletivas e referências culturais afro-brasileiras como elementos constitutivos das narrativas construídas.

A construção do jogo evidenciou, assim, a articulação entre diferentes aprendizagens desenvolvidas ao longo da sequência didática, constituindo-se uma síntese formativa das experiências investigativas e reflexivas vivenciadas pelos estudantes. A elaboração colaborativa possibilitou que conteúdos escolares fossem ressignificados a partir de situações concretas do território, favorecendo conexões entre conhecimento sistematizado e realidade vivida.

As narrativas produzidas a partir de memórias e vivências comunitárias, evidenciaram questões relacionadas às desigualdades socioambientais, às transformações urbanas e aos desafios enfrentados pela comunidade, sinalizando indícios de uma compreensão crítica das relações entre espaço, poder e pertencimento, em diálogo com os pressupostos da educação ambiental. Observou-se, ainda, a incorporação de referências culturais locais na construção dos personagens, aspecto que sugere movimentos de valorização da memória social e de reconhecimento de experiências historicamente invisibilizadas no contexto escolar.

Nesse processo, o jogo *Vale das Águas* atuou como elemento integrador ao articular imaginação, experiência e reflexão crítica sobre o contexto vivido. Sua construção mobilizou, de forma colaborativa, a produção de narrativas, a elaboração simbólica do território e a problematização de questões socioambientais locais.

Essa compreensão dialoga com Huizinga (2004), para quem o jogo constitui uma função cultural carregada de sentido. Nessa perspectiva, o lúdico não se configura como fuga da realidade, mas como possibilidade de elaboração simbólica e interpretação crítica do mundo vivido.

Ao assumir essa dimensão, a experiência possibilitou aos estudantes reinterpretar o bairro Dom Expedito por meio da elaboração de narrativas ficcionais inspiradas em problemáticas discutidas ao longo das atividades investigativas, mobilizando reflexões sobre vínculos comunitários, desigualdades socioespaciais e memória coletiva.

Em diálogo com Stuart Hall (1997), compreende-se que tais produções evidenciam a identidade como construção histórica e relacional, produzida no entrelaçamento entre experiências individuais, narrativas coletivas e representações simbólicas do território.

Desse modo, os resultados apontam que a experiência desenvolvida favoreceu processos formativos voltados à articulação entre reflexão crítica, memória social e intervenção pedagógica. Ao integrar conhecimentos científicos, culturais e comunitários possibilitou-se a construção de práticas educativas contextualizadas, comprometidas com a leitura crítica da realidade e com a produção coletiva de sentidos no espaço escolar.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O percurso desenvolvido ao longo deste trabalho permitiu compreender o Vale das Águas como uma experiência construída no entrelaçamento entre território, memória e prática pedagógica. Inserida no contexto do bairro Dom Expedito e da E.E.M.T.I. Sinhá Sabóia, a proposta dialogou com as vivências dos estudantes, reconhecendo o espaço vivido não apenas como cenário, mas como elemento constitutivo do processo educativo.

O jogo configurou-se como uma linguagem pedagógica capaz de aproximar diferentes formas de conhecimento e mobilizar narrativas, experiências e referências culturais presentes no cotidiano estudantil. Ao longo desse processo, constituiu-se como espaço de expressão, escuta e elaboração simbólica, as questões socioambientais, as memórias coletivas e as referências culturais afro-brasileiras que foram problematizadas.

A experiência desenvolvida entre abril e junho de 2025, evidenciou possibilidades formativas associadas as práticas pedagógicas construídas em diálogo com o território e com os sujeitos que o constituem. As interações, narrativas e produções elaboradas pelos estudantes sugerem movimentos de aproximação com suas próprias histórias, bem como maior sensibilidade às questões sociais e socioambientais presentes em seu contexto de vida.

Nesse sentido, o trabalho apontou para a relevância de propostas educativas que integrem dimensões cognitivas, afetivas e culturais, reconhecendo a escola como espaço de produção de sentidos e construção coletiva do conhecimento. Ao valorizar a memória, a oralidade e as experiências comunitárias, a proposta insere-se em um movimento de construção de práticas pedagógicas comprometidas com a diversidade e com a leitura crítica da realidade vivenciada pelos estudantes.

Considerando os resultados observados, a continuidade da proposta poderá contemplar as demais turmas da própria escola, ampliando as aprendizagens significativas e as práticas educativas contextualizadas. Além disso, a experiência sinaliza diálogos com outras realidades escolares marcadas por desafios socioambientais semelhantes e contribui para reflexões acerca de práticas pedagógicas sensíveis às especificidades dos territórios e às experiências concretas dos sujeitos.

---

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

BARBIER, René. **A pesquisa-ação**. Brasília: Plano Editora, 2007.

BOURDIEU, Pierre. **O poder simbólico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989.

COSTA, Paula Mirelle Chaves; LOPES, Francisco Clébio Rodrigues. As metamorfoses do bairro Dom Expedito, Sobral-CE: contribuição à consciência socioespacial no ensino de Geografia. **Revista HISTEDBR On-line**, 2020. Disponível em: <https://rhet.uvanet.br/index.php/rhet/article/view/483/312>. Acesso em: 13 abr. 2025.

FONTENELLE FILHO, J. **As transformações socioespaciais no bairro Dom Expedito em Sobral-CE**. 2015. 158 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, 2015.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 35. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

HALL, Stuart. **A identidade cultural na pós-modernidade**. 11. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 1997.

hooks, bell. **Ensinando a transgredir: a educação como prática da liberdade**. São Paulo: Martins Fontes, 2013.

HUIZINGA, Johan. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. São Paulo: Perspectiva, 2004.

KISHIMOTO, Tizuko M. **O jogo e a educação infantil**. São Paulo: Pioneira, 1998.

LOUREIRO, Carlos Frederico B. **Educação ambiental crítica: contribuições para a formação de educadoras(es) ambientais**. São Paulo: Cortez, 2006.

LUCKESI, Cipriano Carlos. Ludicidade e experiências lúdicas: uma abordagem a partir da experiência interna. In: PORTO, Bernadete de Souza (org.). **Educação e ludicidade – ensaios 02**. Salvador: GEPEL/FACED/UFBA, 2002. p. 22–60. Disponível em: <https://luckesi.blogspot.com/>. Acesso em: 20 nov. 2025.

RUSSO, Kelly; ALMEIDA, Alessandra. Yalorixás e educação: discutindo o ensino religioso nas escolas. **Cadernos de Pesquisa**, v. 46, n. 160, abr./jun. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/198053143305>.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2011.

THOMPSON, Paul. **A voz do passado**. São Paulo: Paz e Terra, 1992. Disponível em: <https://arquivo.sepq.org.br/II-SIPEQ/Anais/pdf/gt5/09.pdf>. Acesso em: 21 out. 2025.

# ENTRE O ANUNCIADO E O VIVIDO: desafios da moradia digna à luz da justiça ambiental

*BETWEEN WHAT IS ANNOUNCED AND WHAT IS LIVED: challenges of decent housing in light of environmental justice.*

Francisca Helena Alves da Silva <sup>1</sup>  
Gizelly Silva dos Anjos <sup>2</sup>  
Kaline Moreira Lemos <sup>3</sup>  
Camila dos Santos Magalhães <sup>4</sup>

## Resumo:

O trabalho tem como objetivo analisar os discursos de moradores e do poder público sobre habitação adequada e as implicações dessas falas na promoção da justiça ambiental. O foco do estudo é o Residencial Rachel de Queiroz, equipamento do Programa Minha Casa, Minha Vida, em Quixadá- CE, selecionado por ser um bairro planejado, onde, em tese, seriam contemplados os requisitos referentes à dignidade. A pesquisa, de natureza bibliográfica e qualitativa, fundamentou-se em Pedrozo, Souza e Pereira (2024) e Orlandi (2012) e para alcançar o objetivo proposto, foram realizadas oficinas, aulas de campo, entrevistas e grupos de estudos. Entre os achados da pesquisa, destacam-se: diferentes visões sobre o que constitui um ambiente habitacional adequado"; degradação ambiental ora atribuída aos moradores, ora a ações pontuais ou à ausência do poder público local; identificação de barreiras territoriais. Sabe-se que esses discursos moldam as ações; é preciso repensá-los. Na perspectiva de contribuir ativamente para essa causa, elaborou-se a cartilha "Moradia digna no

## Abstract:

*The study aims to analyze the discourses of residents and public authorities regarding adequate housing and the implications of these statements for the promotion of environmental justice. The study focuses on the Rachel de Queiroz Housing Complex, a project under the Minha Casa, Minha Vida Program, in Quixadá, Ceará. The research, which is bibliographic and qualitative in nature, drew upon the works of Pedrozo, Souza, and Pereira (2024) and Orlandi (2012). To achieve the proposed objective, workshops, field classes, interviews, and study groups were conducted. Among the research findings, the following stand out: differing views on what constitutes an adequate living environment; environmental degradation sometimes attributed to residents, sometimes to specific actions, or to the absence of local government; and the identification of territorial barriers. It is known that these discourses shape actions; they must be rethought. With the aim of actively contributing to this cause, the booklet "Decent Housing in the Rachel de Queiroz Residential Complex: a call to*

1. Aluna do 3º ano do Ensino Médio do CEJA João Ricardo da Silveira

2. Aluna do 3º ano do Ensino Médio do CEJA João Ricardo da Silveira.

3. Mestra em História e Letras MIHL/FECLESC/UECE. Professora Língua Portuguesa do CEJA João Ricardo da Silveira Email: kaline.lemos@prof.ce.gov.br

4. Mestra em História e Letras MIHL/FECLESC/UECE. Professora Língua Portuguesa do CEJA João Ricardo da Silveira Email: camila.magalhaes@prof.ce.gov.br

Residencial Rachel de Queiroz: um convite à ação" – produto resultante de observações, inquietações e necessidades. A cartilha é, sobretudo, instrumento coletivo de Educação e de fundamentação política, voltada à garantia de direitos.

**Palavras-chave:** Justiça ambiental – moradia digna – discursos.

*action" was produced. The primer is, above all, a collective instrument of Education and political foundation, aimed at guaranteeing rights.*

**Keywords:** Environmental justice – decent housing – discourses

## 1 INTRODUÇÃO

Têm-se discutido amplamente, nas mais diferentes esferas da vida social, as causas e consequências das mudanças climáticas, bem como possíveis formas de minimizar seus efeitos. Tais alterações se revelam fruto da degradação do meio ambiente e estão intimamente atreladas à ausência de medidas de preservação. Entretanto, ainda que a crise ecológica afete a todos, suas consequências são sentidas de forma mais severa por grupos sociais mais suscetíveis à escassez de recursos naturais. Diante dessa desigualdade, torna-se fundamental discutir o conceito de justiça ambiental, segundo a qual todos devem ter acesso a um ambiente limpo e saudável – condição essencial à promoção da dignidade humana. Atualmente, no Brasil, o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) é a política pública implementada em âmbito federal no intuito de combater o déficit habitacional do país.

No contexto brasileiro, a problemática habitacional ainda se apresenta como um dos principais desafios sociais, apesar de avanços recentes. De acordo com dados atualizados do Ministério das Cidades, o déficit habitacional no Brasil atingiu cerca de 5,7 milhões de moradias em 2024, correspondendo a aproximadamente 7,4% dos domicílios do país, ainda que esse número represente uma redução em relação a anos anteriores (Brasil, 2024).

Nesse contexto, observa-se que o estado do Ceará ainda enfrenta um expressivo déficit habitacional, com cerca de **234 mil moradias em falta** (grifo nosso), conforme informado pelo governador Elmano de Freitas em declaração ao Jornal Diário do Nordeste (2023).

Lançado em 2009 durante o governo do presidente Lula, o programa, coordenado pelo Ministério das Cidades, oferece condições facilitadas para a compra da casa própria, como subsídios e juros mais baixos, beneficiando especialmente famílias de baixa renda em áreas urbanas e rurais. À luz dessas considerações, busca-se compreender de que modo os discursos das pessoas que habitam territórios periféricos se aproximam ou se distanciam desse princípio, bem como verificar se tal justiça é, concretamente, assegurada aos cidadãos, especificamente, do bairro Residencial Rachel de Queiroz em Quixadá-CE – equipamento do PMCMV, entregue a 1.454 famílias em 2018.

Tais discursos são analisados em consonância com as narrativas governamentais, possibilitam reflexões sobre a origem e a motivação das falas dos sujeitos. Destacam-se, especialmente, as implicações sociais e as políticas desses posicionamentos, que podem indicar tanto a promoção da justiça ambiental quanto o silenciamento de direitos e necessidades, de forma consciente ou não. Assim, compreende-se que os discursos não se restringem a palavras mas que trazem consequências reais. Pensar sobre esse estado de coisas é condição indispensável à justiça, à dignidade, à cidadania.

Partiu-se do contexto geral de análise dos discursos de moradores e do poder público para os seguintes objetivos específicos: identificar os elementos que caracterizam uma habitação adequada sob a ótica da justiça socioambiental; compreender em que medida os direitos ambientais são garantidos em conjunto habitacional planejado, segundo a percepção dos moradores e poder público local; reconhecer os desdobramentos sociopolíticos das narrativas analisadas no que tange à promoção da dignidade humana e do equilíbrio ecológico; contribuir para o debate qualificado sobre o direito à habitação digna e seus desdobramentos práticos, como ações comunitárias e reivindicações.

A pesquisa contribui também com a disseminação qualificada do conceito de "moradia digna", por meio da qual se asseguram residência fixa aos sujeitos, saúde e bem-estar, e, conseqüentemente, proteção e acesso a outros direitos. Desse modo, favorece à conscientização reivindicatória, dada a divergência entre realidade e usufruto dos direitos contidos em documentos legais. Ressalta-se que moradia é um direito garantido desde 1948 pela Declaração Universal dos Direitos Humanos (NAÇÕES UNIDAS, 1948) como integrante do direito a um padrão de vida adequada. Segundo a Relatoria Especial da Organização das Nações Unidas (ONU),

Moradia adequada significa mais do que ter um teto sobre suas cabeças. Isso também significa ter um lugar privado, espaço, acessibilidade física, segurança adequada, segurança da posse, estabilidade estrutural e durabilidade, aquecimento, iluminação e ventilação, serviços adequados de infraestrutura básica, incluindo abastecimento de água, saneamento e tratamento de lixo, fatores adequados de qualidade ambiental e de saúde, (grifo nosso) e uma localização conveniente e acesso ao emprego e serviços básicos, tudo a um custo razoável (ONU, 1948, p.34).

Vale dizer que ao se abordar essa temática contemplando leis, agentes públicos e, em especial, pessoas alcançadas pela política pública habitacional do país, dão-se significativos passos rumo à consolidação da Educação Ambiental Crítica, que estimula o pensamento interseccional por evidenciar a relação entre meio ambiente, economia e política, analisados sob o prisma da coletividade.

É também assegurando pela Constituição Federal Brasileira (1988), especificamente em seu artigo 6º, ao incluir a moradia entre no rol de direitos sociais: Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a **moradia**, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição." (grifo nosso).

Nesse sentido, este artigo se justifica ao estruturar dois movimentos: a) o de compreender esse preceito e sua inter-relação com a moradia digna; b) e o de observar criticamente o contexto local, compreendendo que a efetivação de direitos não se alinha, em nenhum aspecto, a favores políticos, mas, sim, à dignidade e à equidade, que devem alcançar todas as pessoas, indistintamente.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A partir de 1990 o movimento voltado à justiça ambiental ganhou força. No intuito de combater injustiças ecológicas que países ricos cometiam (e cometem) contra países pobres, notabilizam-se diversas formas de resistência. Elas vão desde a valorização de culturas e os modos de vida até a defesa ativa da natureza, em oposição aos efeitos negativos gerados por uma economia globalizada e predatória. Busca-se, assim, a promoção de equidade na distribuição desses impactos, especialmente os chamados conflitos ecológicos distributivos (Calgaro; Rech, 2017).

"Moradia adequada", conceito tão bem caracterizado hoje, foi, historicamente (e ainda o é), um grande desafio para o Brasil.

No Segundo Reinado, por exemplo, vivenciaram-se diversos problemas relativos à habitação, decorrentes do rápido crescimento urbano e da falta de planejamento. Já no fim do Império, o governo imperial concedeu benefícios a empresas que construíssem residências para operários e pobres, estabelecendo normas sanitárias e criando a Junta Central de Higiene Pública (Dias, 2008)

Somente a partir de 1964, o governo passou a intervir, criando o Banco Nacional da Habitação (BNH) para coordenar a política nacional de habitação, com foco em financiamento para classes de baixa renda Brasil (1964). Entretanto, os recursos para garantir o direito à moradia privilegiaram classes média e alta, enquanto moradias populares eram construídas em locais periféricos, com infraestrutura precária.

Importante destacar que ao tomar por objeto de investigação o direito à moradia digna à luz da justiça ambiental, é necessário um olhar sobre os discursos que circulam entre as pessoas contempladas por políticas habitacionais e os proferidos pelos governos – o que se fará por meio da Análise de Discurso Crítica (ADC).

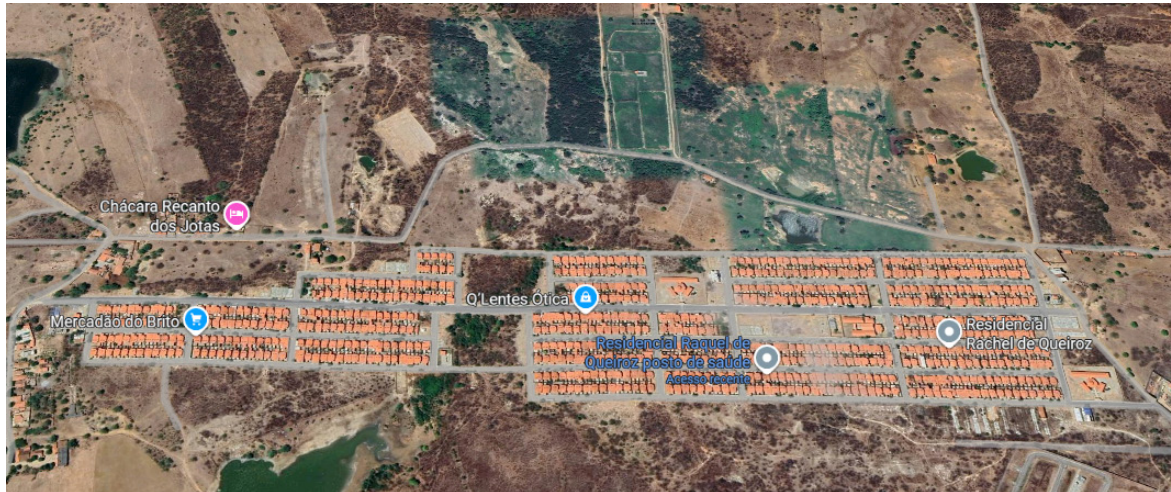
Cumprir destacar que é o discurso 'torna possível tanto a permanência e a continuidade quanto o deslocamento e a transformação' do indivíduo e da realidade (Orlandi, 2012, p. 15). Sob essa ótica teórica, compreende-se que os sujeitos constituem sua realidade por meio da linguagem. A capacidade de produzir sentidos permite investigar as particularidades humanas, tendo seus contextos específicos como ponto de partida para essa significação material e social, a exemplo do lugar em que habitam, no caso, o bairro Residencial Rachel de Queiroz.

Acrescente-se a isso, a compreensão de que "[...] as palavras mudam de sentido segundo as posições daqueles que as empregam. Elas 'tiram' seu sentido dessas posições, isto é, em relação às formações ideológicas nas quais essas posições se inscrevem" (Orlandi, 2012, p. 42-43). Tais discursos revelam sua força e projetam seus impactos na complexa teia da vida social.

### 3 METODOLOGIA

O binômio "justiça ambiental e moradia digna" é o centro de atenção da presente pesquisa e a fim de alcançar os objetivos propostos, optou-se por realizar uma pesquisa qualitativa, que "[...] trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis" (Minayo, 2001, p. 14).

Tem-se como corpus de análise discursos sobre o bairro Residencial Rachel de Queiroz (RRQ), cuja escolha atrelou-se a alguns fatores: conjunto habitacional inaugurado há poucos anos, importância do bairro na economia e na organização social da cidade, dentre outros.

**Figura 01:** Especialização do bairro Residencial Rachel de Queiroz.

Fonte: Imagem de satélite da Google Maps

A princípio, realizou-se levantamento bibliográfico sobre justiça ambiental e sobre Análise de Discurso Crítica (ADC), considerando-se, respectivamente, os estudos de Pedrozo, Souza e Pereira (2024) e de Orlandi (2012). Posteriormente, com foco nos discursos de moradores do RRQ e governos, foram coletados dados por meio de entrevistas e de reportagens sobre o bairro que abordassem questões ambientais, a fim de identificar referências à moradia digna e justiça ambiental.

Para a realização das entrevistas, o critério de seleção priorizou famílias com maior tempo de residência no bairro e que demonstrassem disponibilidade voluntária para compartilhar suas percepções e vivências. Dessa forma, foram entrevistadas 04 (quatro) mulheres, entre as quais uma docente da escola na data de 08 de julho de 2025.

Nessa etapa, utilizou-se roteiro semiestruturado. Para preservar a identidade das entrevistadas, seus nomes foram suprimidos. Além disso, as transcrições passaram por uma breve edição para dar clareza e fluidez à análise, preservando-lhe a integridade do conteúdo.

Em âmbito institucional, foi entrevistada uma representante do poder público ligada à AMMA - Autarquia Municipal de Meio Ambiente, no dia 04 de setembro de 2025, dada a função estratégica da pasta à qual está vinculada para compreensão do tema em estudo. Além disso, foram selecionadas reportagens, com recorte temporal para os anos de 2018 e 2023, também alinhadas à temática de justiça ambiental e moradia digna, contemplando discursos dos governos local e nacional.

Paralelo a esse levantamento, que fundamentou ações posteriores, realizou-se a primeira oficina intitulada "De Rubem Alves a Ceará Científico: a construção de conhecimento à luz da pesquisa", no intuito de se apropriar do edital do Ceará Científico e de orientações sobre Metodologia da Pesquisa Científica, diferenciando senso comum e conhecimento científico, entendendo também a ligação entre eles. A segunda oficina intitulada "Justiça ambiental e direito à moradia: desafios e perspectivas", objetivou aprofundar a compreensão do tema em estudo. Desse momento, participaram em média 20 pessoas e foi realizada por professores do CEJA João Ricardo da Silveira, escola localizada em Quixadá, Ceará.

Na sequência das ações, em parceria com o Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), campus Quixadá, a professora Dra. Camila Freire proferiu a palestra para os alunos e professores da escola com o seguinte tema: "Onde a vida mora: direito à moradia, ao meio ambiente e à esperança", enfatizando o elo entre habitação adequada, meio ambiente e política de moradia popular.

Numa aproximação concreta do *locus* investigado, também foi realizada aula de campo durante o turno da manhã, com a carga horária de 3 horas aulas intitulada "Minha casa, meu lugar: discurso sobre moradia e meio ambiente no Residencial Rachel de Queiroz", a fim de observar o bairro, com atenção voltada aos aspectos ambientais (resíduos, saneamento, área verde). Vale ressaltar, a importância das aulas de campo como uma das atividades didáticos-pedagógicas, realizadas com estudantes de um ou mais componentes curriculares, sob a orientação de docente(s), visando a aprendizagem de um objeto de conhecimento, cuja complexidade exige o contato direto com o contexto vivido. A seguir alguns registros que evidenciam problemas ambientais no bairro.

**Figura 02:** Descarte de resíduos em locais inadequados em 2025.



Fonte: autores [2025].

**Figura 03:** Academia ao ar livre, sem manutenção em 2025.



Fonte: autores [2025].

De forma concomitante, foram realizados encontros com um grupo de estudantes do Ensino Médio, cuja adesão à pesquisa ocorreu de forma voluntária. Esses momentos aprofundaram o referencial teórico sobre Análise do Discurso e o direito à moradia, auxiliaram na elaboração do roteiro de entrevistas, bem como na transcrição e análise das falas coletadas. O processo investigativo fundamentou-se na ADC, que concebe a linguagem como mediação necessária entre o homem e a realidade natural e social.

## 4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos discursos coletados à luz da ADC, com foco na moradia digna e na justiça ambiental, está subdividida em 02 tópicos: 1. Discursos das moradoras do RRQ; 2. Discurso governamental, de modo a contrapor os discursos da comunidade à narrativa institucional. Assim, torna-se possível identificar alinhamentos, contradições, bem como silenciamentos entre o vivido e o anunciado pelas políticas públicas de habitação popular e população por elas alcançadas.

### 4.1 Análise do Discursos de moradoras do RRQ

Dando início ao eixo analítico dos discursos, a investigação buscou mapear os sentidos atribuídos pelas entrevistadas ao direito à habitação. E sobre o conceito de "moradia digna", ouviu-se:

[...] aqui a gente tem uma moradia digna. A gente mora numa casa boa, que não tem cupim, não tem rachadura. Pavimentado, tem água, tem energia. Eu já morei de aluguel e as casas eram cheias de cupim e de mofo. Aqui não tem nada disso [Entrevistada B].

A entrevistada D, por sua vez, compreende que [...] moradia digna engloba saneamento básico, áreas verdes e bom relacionamento entre as pessoas. Observa-se que "moradia digna" tem diversos sentidos para sujeitos diferentes. Da visão mais restrita à estrutura física da residência a concepções mais amplas, que contemplam saneamento e habitabilidade, por exemplo. Para a entrevistada B, a dignidade de uma residência materializa-se, sobretudo, pela ausência da insalubridade. Por outro lado, a Entrevistada D expande o conceito para o espaço sociocomunitário, evidenciando que o direito à moradia está fortemente ligado ao direito a um meio ambiente equilibrado e à convivência comunitária - pilares centrais da justiça socioambiental. Sobre a (in)existência de degradação ambiental, sobressaíram-se essas considerações:

O pessoal precisa se educar mais. A coleta não é seletiva, mas eles vêm três vezes na semana. Aí no dia de coletar o lixo, o pessoal esquece e coloca depois que o carro passa. Já teve coleta seletiva. A gente não via tanta sujeira, mas acabou. Então o pessoal rebola no meio da rua, colchão, sofá velho [...] [Entrevistada A].

A entrevistada C revela: "Temos áreas verdes. Espaço público de qualidade, não. Aqui tem três pessoas com problema respiratório." Acrescenta que há queimadas produzidas pelos próprios moradores. Revela-se aí uma contradição: há vegetação, porém, não há apropriação cidadã do território, evidenciando um conflito socioambiental no interior do bairro. As 04 (quatro) entrevistadas, inclusive, relatam esse descompasso, atribuindo a degradação às práticas da própria comunidade, que recebe os impactos nocivos de tais práticas [descarte irregular do lixo, queimadas,...].

Em relações às políticas públicas de preservação ambiental, afirmou-se:

"Até agora eu não vi uma política de preservação" [Entrevistada A].

“Sim, a questão é tudo com a prefeitura. Eles que tomam de conta dessa parte aí. Eu não sei como é que funciona”  
 (Entrevistada B).

“Se tem, eu não conheço. Tinha um pessoal que passava nas casas pedindo material plástico para reciclagem”  
 (Entrevistada C).

É notório o desconhecimento/distanciamento das entrevistadas sobre políticas públicas socioambientais, o que compromete a consciência da real situação do bairro e o discurso reivindicatório em favor da moradia digna para essas famílias. Em relação a ações fiscalizatórias face a degradação ambiental, a Entrevistada D afirma: “No começo, sim, tinha. Agora a gente vive aqui, Deus olhando por nós”. Sem dúvida, a entrega de residências é um marco importante para a concretização da justiça ambiental. Mas, a entrega das chaves precisa ser acompanhada pela ação contínua do poder público, seja por meio de ações fiscalizatórias no intuito de coibir infrações (a exemplo das queimadas), seja pela promoção da educação ambiental na comunidade e pela oferta permanente de serviços como limpeza urbana, coleta de lixo eficiente, centros de convivência, dentre outros. Foi recorrente o discurso sobre barreiras territoriais, ou seja, a distância considerável entre o bairro e o centro urbano, que evidencia a urgência de políticas municipais para integração espacial. Os relatos evidenciam, pois, diversos problemas socioambientais, que violam o princípio de moradia digna, conforme previsto na Constituição Federal de 1988 e destacando em Sertão TV Ceará (2024).

A partir das discussões e dos estudos, os alunos envolvidos na pesquisa, nas oficinas e nas aulas de campo as turmas tiveram acesso a uma compreensão acerca de seus direitos básicos, dentre eles o direito à moradia digna. Além disso, foram conscientizados sobre o poder da linguagem nas relações de poder na sociedade.

## 4.2 Análise do Discurso governamental

Segundo a Prefeitura Municipal de Quixadá (2023), a Operação Tira-Treco foi realizada no Residencial Rachel de Queiroz com o objetivo de promover a limpeza urbana e o descarte adequado de resíduos, essa matéria foi produzida pela equipe de comunicação e abordava a realização dessa ação em 2023 pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano, Meio Ambiente e Serviços Públicos (SEDUMASP) e a Prefeitura Municipal de Quixadá (2023):

O projeto visa recolher materiais inservíveis que possam acumular água e servir de criadouro para o mosquito da dengue, além de melhorar a limpeza e a estética do bairro [...] a ação também promove a conscientização dos moradores sobre a importância de manter o bairro limpo e organizado, evitando o acúmulo de lixo e entulho nas ruas.

A mencionada conscientização da população ‘conversa’ com o discurso dos moradores sobre tal necessidade. Entretanto, em nenhum trecho da matéria é informado se essa ação será sistemática.

Em reportagem publicada em Ceará (2018), intitulada “Governo do Ceará beneficia 1.454 famílias com Residencial Rachel de Queiroz em Quixadá”, destaca-se a entrega de unidades habitacionais no município, anuncia-se: As famílias beneficiadas, além de garantir uma moradia digna terão acesso à educação..., sistema de esgotamento sanitário, sistema de abastecimento de água e drenagem. [...] serão entregues

[...] parque infantil, arborização... formando um cinturão verde [...]. O discurso oficial parece indicar que para o Governo, moradia digna restringe-se à entrega da edificação. A construção do conjunto habitacional inclua os equipamentos físicos básicos, mas o discurso governamental não assegura a continuidade dos serviços de infraestrutura urbana, essenciais para a manutenção da vida digna no bairro. Já em entrevista à servidora pública ligada à AMMA - Autarquia Municipal de Meio Ambiente, verificou-se discurso que liga degradação ambiental exclusivamente às plantas; a necessidade de os moradores colaborarem com a coleta de lixo e doação de recicláveis; e concepção de moradia digna, predominantemente, ligada à arborização. Tem-se, pois, foco no aspecto paisagístico do local e a transferência da responsabilidade do Estado para os moradores do RRQ. As implicações sociais e políticas dos discursos comprometem a justiça ambiental, especificamente a moradia digna. Se há saneamento básico, falta transporte público; se o acesso às residências é garantido, existem queimadas, acúmulo de lixo e falta manutenção de equipamentos de lazer. Vale dizer que a compreensão de que a preservação ambiental é papel exclusivo da Prefeitura compromete a sustentabilidade socioambiental da comunidade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os discursos analisados evidenciam importante incompreensão tanto da população quanto do poder público do conceito de moradia digna e de seus respectivos desdobramentos. Desinformação e desmobilização, por exemplo, refletidas no acúmulo de lixo em vias públicas, falta de manutenção de espaços coletivos de lazer, desconhecimento da real situação do bairro em termos socioambientais e responsabilização do "outro" acentuam a degradação ambiental.

Nesse contexto, cada morador(a) precisa compreender, por exemplo, a necessidade de repensar o discurso segundo o qual o poder público é o responsável exclusivo pela oferta e manutenção de um ambiente saudável. De igual modo, o poder público deve investir mais intensamente em ações educativas da população e em outras ações sistemáticas de manutenção e ações fiscalizatórias, dada a sua responsabilidade institucional em garantir uma moradia digna e a justiça ambiental a todos e a todas. Feitas essas considerações, acredita-se que a pesquisa contribuiu com a promoção da justiça ambiental, com foco na moradia digna, à medida de evidenciou ganhos e limitações de um programa de habitação popular. Além disso, por meio da elaboração e distribuição da cartilha "Moradia digna no Residencial Rachel de Queiroz: um convite à ação", colaborou com a Educação ambiental das pessoas que ali residem e demais munícipes alcançados por essa ação. Há muito por fazer, mas espera-se que esse estudo enseje novas pesquisas, mobilizando a coletividade em favor da justiça, do equilíbrio ecológico e da moradia adequada – imprescindíveis à efetivação da cidadania.

---

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição Federal (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Lei 4.380\1964**. Política Nacional de Habitação. Brasília: Senado Federal, 2025. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/14380.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14380.htm). Acesso em: 10 mai 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Conheça o programa Minha Casa, Minha Vida**. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/noticias-1/conheca-o-programa-minha-casa-minha-vida>>. Acesso em: 17 jun. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Déficit habitacional no Brasil recua pelo 2º ano consecutivo e atinge o menor patamar da história**. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/noticias-1/noticia-mcid-n-2073>. Acesso em: 8 mai 2026.

CALGARO, C; RECH, M. J. Justiça Ambiental, Direitos Humanos e Meio Ambiente: uma relação em construção. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, Maranhão, v. 3, n. 2, p. 1-16. Jul/Dez. 2017.

DIAS, F. C. **Habitação social**: uma análise histórica das políticas públicas habitacionais: o caso de Vitória. Vitória, 2008.

DIÁRIO DO NORDESTE. **Ceará tem déficit habitacional de 234 mil unidades habitacionais, diz Elmano de Freitas. Fortaleza, 29 maio 2023**. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/ceara/onde-morar-deficit-habitacional-atinge-quase-mesmo-numero-de-casas-para-turismo-ou-veraneio-no-ce-1.3672334>. Acesso em: 16 abr. 2026.

MINAYO, M. C de S. [Org.]. **Pesquisa Social**: Teoria, método e criatividade. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. 1948. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/declaracao-universal-dos-direitos-humanos>. Acesso: 09 abr 2026.

ORLANDI, E. P.. **Análise de discurso**: princípios & procedimentos. 10. ed. Campinas, SP: Pontes, 2012.

PEDROZO, E. C. R.; SOUZA, J. S. A. de; PEREIRA, D. N. B.. Justiça ambiental: estado da arte e avaliação por índices. **Revista Ambientale**, v. 16, n. 3, jul-out. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE QUIXADÁ. **Prefeitura de Quixadá realiza “Operação Tira-treco” no Residencial Rachel de Queiroz**. Quixadá, 6 dez. 2023. Disponível em: <https://quixada.ce.gov.br/informa/522/prefeitura-de-quixad-realiza-opera-o-tira-treco-no>. Acesso em: 17 jun 2025.

SERTÃO TV CEARÁ. **Moradores reclamam da situação do Residencial Rachel de Queiroz em Quixadá**, 25 de junho de 2024. Disponível em: <https://sertaotvceara.com.br/moradores-reclamam-da-situacao-do-residencial-rachel-de-queiroz-em-quixada/>. Acesso em: 24 jun 2025.

# LITERATURA DE CORDEL E XILOGRAVURA SUSTENTÁVEL: Saberes ancestrais na produção de tintas naturais.

**CORDEL LITERATURE AND SUSTAINABLE WOODCUT  
PRINTING: Ancestral knowledge in the production  
of natural dyes.**

Ana Laila de Menezes Felix <sup>1</sup>  
Karen Thais Rodrigues do Nascimento <sup>2</sup>  
Gean Iarles Alves <sup>3</sup>  
Gercina Santos de Castro <sup>4</sup>

## Resumo:

Este trabalho tem como objetivo promover o protagonismo indígena e valorizar os saberes ancestrais por meio da articulação entre a literatura de cordel e a xilogravura sustentável, utilizando a produção de tintas naturais como estratégia de educação ambiental no ensino médio. Trata-se de um relato de experiência de natureza aplicada, desenvolvido com estudantes do 1º ano de uma escola do campo, fundamentado na abordagem qualitativa, com ênfase na pesquisa-ação e na pesquisa participante. A proposta de mediação didático-pedagógica consistiu na realização de oficinas conduzidas por alunas indígenas, envolvendo a coleta de materiais naturais, a produção artesanal de tintas e a criação colaborativa de cordéis e xilogravuras com temática socioambiental. Como técnicas de coleta e análise de dados, utilizaram-se questionários com questões abertas e fechadas, observação participante e registros audiovisuais das atividades. Os resultados indicam avanços no protagonismo estudantil, no fortalecimento da identidade cultural indígena e na ampliação da consciência ambiental, evidenciada pelo engajamento da maioria dos participantes em

## Abstract:

*This study aims to promote Indigenous protagonism and to value ancestral knowledge through the articulation between cordel literature and sustainable woodcut printing, using the production of natural dyes as an environmental education strategy in high school. It is an experience report of an applied nature, developed with first-year high school students from a rural school, grounded in a qualitative approach, with emphasis on action research and participatory research. The didactic-pedagogical mediation consisted of workshops led by Indigenous students, involving the collection of natural materials, the artisanal production of dyes, and the collaborative creation of cordel texts and woodcut prints with socio-environmental themes. As data collection and analysis techniques, questionnaires with open and closed questions, participant observation, and audiovisual records of the activities were used. The results indicate advances in student protagonism, in the strengthening of Indigenous cultural identity, and in the expansion of environmental awareness, evidenced by the engagement of most participants in sustainable practices and by the production of original works. It is concluded that the integration*

1. Estudante do 1º ano da Escola de Ensino Médio Profissional do Campo Francisco Araújo Barros. E-mail: ana.felix115@aluno.ce.gov.br

2. Estudante do 1º ano da Escola de Ensino Médio Profissional do Campo Francisco Araújo Barros. E-mail: karen.nascimento10@aluno.ce.gov.br

3. Especialista em Metodologia do Ensino de Língua Portuguesa e Literatura. Professor de Língua Portuguesa – Escola de Ensino Médio Profissional do Campo Francisco Araújo Barros. E-mail: gean.alves@prof.ce.gov.br

4. Especialista em Metodologia do Ensino de História. Professora de História – Escola de Ensino Médio Profissional do Campo Francisco Araújo Barros. E-mail: gercina.castro@prof.ce.gov.br

práticas sustentáveis e pela produção de obras autorais. Conclui-se que a integração entre saberes tradicionais e práticas pedagógicas interdisciplinares contribui para uma aprendizagem significativa, crítica e contextualizada, além de apresentar potencial de replicabilidade em outros contextos educativos.

**Palavras-chave:** Cordel. Xilogravura. Sustentabilidade. Saberes Ancestrais.

*between traditional knowledge and interdisciplinary pedagogical practices contributes to meaningful, critical, and contextualized learning, in addition to presenting potential for replication in other educational contexts.*

**Keywords:** Cordel. Woodcut printing. Sustainability. Ancestral knowledge.

## 1 INTRODUÇÃO

A crise climática global demanda novas abordagens educativas capazes de integrar ciência, cultura e práticas sustentáveis. Nesse contexto, a valorização dos saberes ancestrais indígenas configura-se não apenas como estratégia de preservação cultural, mas também como possibilidade concreta de desenvolvimento de soluções ecológicas locais. A educação, diante desse cenário, assume papel fundamental ao articular conhecimentos científicos e tradicionais, promovendo práticas pedagógicas comprometidas com a sustentabilidade e a transformação social.

No Nordeste brasileiro, a literatura de cordel e a xilogravura destacam-se como manifestações culturais de grande relevância histórica e social, funcionando como instrumentos de expressão, resistência e conscientização popular. Paralelamente, comunidades indígenas preservam conhecimentos relacionados à produção de pigmentos naturais, os quais se apresentam como alternativas sustentáveis ao uso de materiais industrializados potencialmente nocivos ao meio ambiente. A integração desses saberes, no contexto escolar, possibilita o desenvolvimento de práticas interdisciplinares que dialogam com a realidade dos estudantes e ampliam a compreensão das relações entre cultura, sociedade e natureza.

Nesse sentido, o presente trabalho surge a partir da articulação entre saberes tradicionais indígenas e práticas pedagógicas no âmbito da Escola de Ensino Médio Profissional do Campo Francisco Araújo Barros, localizada no município de Itarema, Ceará, envolvendo estudantes do 1º ano do ensino médio. A proposta foi desenvolvida com a participação ativa de alunas indígenas, que assumiram papel protagonista na mediação do conhecimento, em parceria com o professor de Língua Portuguesa. A iniciativa consistiu na produção colaborativa de cordéis e xilogravuras, utilizando tintas naturais obtidas a partir de insumos locais, promovendo a integração entre linguagem artística, educação ambiental e identidade cultural.

A relevância da proposta justifica-se pela necessidade de fortalecer a representatividade indígena no espaço escolar, promover a inclusão social e estimular o engajamento dos estudantes em questões socioambientais. Além disso, a utilização de materiais naturais contribui para a redução de impactos ambientais e para a valorização de práticas sustentáveis, alinhando-se às diretrizes da educação ambiental crítica e aos princípios da Agenda 2030, especialmente no que se refere à promoção da educação de qualidade, à redução das desigualdades e à ação, frente às mudanças climáticas.

Dessa forma, o trabalho tem como objetivo promover o protagonismo indígena e valorizar os saberes ancestrais por meio da produção colaborativa de cordéis e xilogravuras sustentáveis, fortalecendo a

consciência ambiental e cultural dos estudantes. Especificamente, busca-se incentivar a liderança das alunas indígenas na transmissão de conhecimentos tradicionais, realizar a coleta e a produção de tintas naturais, desenvolver a escrita de cordéis com temática socioambiental, promover a confecção de xilogravuras e socializar os resultados por meio de exposição pública, ampliando o diálogo entre escola e comunidade.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A literatura de cordel e a xilogravura constituem manifestações artísticas e culturais profundamente enraizadas na tradição popular nordestina, destacando-se como relevantes meios de expressão social, histórica e ambiental. Nesse contexto, o cordel configura-se como uma linguagem que articula diferentes formas de expressão artística, integrando elementos literários, visuais e sonoros. Conforme destaca Ariano Suassuna (1974, p. 24), "para mim, o folheto de cordel é o ponto de união entre três caminhos da arte: a literatura [os versos], as artes plásticas [a xilogravura da capa] e a música [o canto dos romances]". Tal compreensão evidencia o caráter interdisciplinar do cordel e seu potencial no campo da educação.

Paralelamente, a xilogravura, técnica de impressão que utiliza matrizes de madeira, atua como elemento complementar ao cordel, ao traduzir visualmente as narrativas expressas nos versos. Quando associada a práticas sustentáveis, essa técnica amplia o diálogo entre arte e meio ambiente, evidenciando a necessidade de preservação dos recursos naturais e fortalecendo sua dimensão educativa (Almeida, 2021).

No que se refere aos saberes ancestrais indígenas, sua valorização no contexto educacional constitui um elemento fundamental para a preservação da diversidade cultural e para o enfrentamento de processos históricos de marginalização (Cunha, 2012). Nesse sentido, o conhecimento tradicional relacionado à produção de pigmentos naturais evidencia práticas baseadas na observação, na experimentação e no uso sustentável dos recursos naturais, alinhando-se aos princípios da educação ambiental contemporânea. Nesse contexto, "a Educação Ambiental constitui um campo estratégico para a formação crítica e participativa diante dos desafios socioambientais contemporâneos" (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2023, p. 12).

Além disso, a cultura indígena deve ser compreendida para além da escrita formal, incorporando múltiplas formas de expressão e transmissão de saberes. Nesse sentido, conforme destaca Daniel Munduruku (2016, p. 185), "a literatura passou a ser mais uma das marcas que escrevemos em nossos corpos para contar os saberes que nossa gente detém", evidenciando a relação entre escrita, identidade e memória cultural. Essa perspectiva reforça a ideia de cultura como um sistema plural e dinâmico, no qual diferentes linguagens coexistem e se complementam.

Dessa forma, a integração entre a literatura de cordel, a xilogravura e os saberes ancestrais indígenas configura-se como uma estratégia pedagógica potente, capaz de articular diferentes campos do conhecimento e promover uma abordagem interdisciplinar. Tal articulação favorece a construção de uma consciência crítica acerca das questões socioambientais, ao mesmo tempo em que fortalece o protagonismo indígena e amplia a representatividade cultural no espaço escolar.

### 3 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza aplicada, com caráter colaborativo e interdisciplinar, desenvolvida no contexto do ensino médio. Trata-se de um relato de experiência educativa que articula intervenção didático-pedagógica e investigação, com foco na valorização dos saberes ancestrais e na promoção da educação ambiental.

O cenário da pesquisa é a Escola de Ensino Médio Profissional do Campo Francisco Araújo Barros, envolvendo uma turma do 1º ano do ensino médio, composta por 25 estudantes. Destaca-se a participação de duas alunas indígenas, que atuaram como protagonistas na mediação dos saberes tradicionais ao longo do desenvolvimento das atividades.

A metodologia foi organizada em etapas sequenciais e integradas, distribuídas ao longo de um cronograma de execução que compreendeu os meses de maio a setembro. No mês de maio, realizou-se a pesquisa inicial, o planejamento das ações e o alinhamento com a equipe envolvida. Em junho, ocorreram os estudos orientados e a elaboração dos textos em literatura de cordel, com mediação do professor de Língua Portuguesa. No mês de julho, desenvolveu-se a coleta de materiais naturais, incluindo sementes, folhas, cascas e argilas, destinados à produção de pigmentos. Em agosto, foram realizadas a produção das tintas naturais e a confecção das xilogravuras, consolidando a integração entre as linguagens artística e ambiental. Por fim, em setembro, ocorreu a culminância do projeto, com a exposição pública dos trabalhos, apresentações dos cordéis e realização da avaliação final.

No desenvolvimento das atividades, inicialmente realizou-se a pesquisa e sistematização dos saberes ancestrais relacionados à produção de pigmentos naturais para xilogravura, respeitando os conhecimentos tradicionais das alunas indígenas. Em seguida, esses saberes foram socializados por meio de oficinas práticas, conduzidas pelas estudantes com o apoio dos orientadores. Paralelamente, foram desenvolvidas oficinas de produção textual em literatura de cordel, com temáticas socioambientais e culturais.

Posteriormente, os estudantes participaram da produção das tintas naturais e da confecção das xilogravuras, aplicando as técnicas aprendidas. O trabalho coletivo favoreceu a integração entre linguagem verbal e visual, além de promover o diálogo intercultural, o protagonismo estudantil e a valorização da diversidade.

Para a realização das atividades, foram utilizados recursos materiais e estruturais variados, incluindo materiais específicos para xilogravura, como pincéis, rolos e matrizes de madeira, além de insumos naturais para a produção das tintas, como sementes, folhas, cascas e argilas. Também foram utilizados papéis para impressão dos cordéis e xilogravuras, equipamentos para registro audiovisual, como câmeras digitais e celulares, e espaços físicos da escola destinados à realização das oficinas e à exposição dos trabalhos.

Como técnicas de coleta de dados, utilizaram-se questionários com questões objetivas e discursivas, além de observação participante durante as oficinas e registros visuais das atividades. Para a análise dos dados, adotou-se uma abordagem descritivo-exploratória, com interpretação qualitativa das informações coletadas.

A culminância do projeto ocorreu por meio de uma exposição pública das xilogravuras e da apresentação dos cordéis produzidos, envolvendo a comunidade escolar e local, possibilitando a socialização dos resultados e a reflexão coletiva sobre as questões ambientais e culturais abordadas.

Dessa forma, a metodologia adotada valoriza o ensino dialógico, o protagonismo estudantil e a interdisciplinaridade, contribuindo para a construção de uma aprendizagem significativa e contextualizada, alinhada às demandas educacionais contemporâneas.

#### 4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados do projeto evidenciam avanços significativos em dimensões educacionais, culturais e socioambientais, confirmando a relevância da proposta didático-pedagógica desenvolvida. Inicialmente, destaca-se que a valorização dos saberes ancestrais indígenas constituiu elemento central para o fortalecimento da identidade cultural dos estudantes indígenas e para a ampliação da consciência intercultural no ambiente escolar. A atuação protagonista das alunas indígenas contribuiu para a ressignificação de seus papéis no contexto educativo, promovendo maior visibilidade e reconhecimento de suas identidades, em consonância com a perspectiva de valorização da diversidade cultural discutida na fundamentação teórica.

No campo artístico, a produção coletiva de aproximadamente 20 xilogravuras com o uso de tintas naturais demonstrou não apenas a viabilidade técnica dessas práticas, mas também seu potencial pedagógico. O processo de confecção das obras favoreceu o desenvolvimento de habilidades manuais, da criatividade e do trabalho colaborativo, evidenciando a efetividade da articulação entre arte, cultura e educação ambiental. Essa integração reforça o caráter interdisciplinar da proposta, conforme apontado na discussão teórica sobre o diálogo entre diferentes linguagens.

No que se refere à produção textual, a elaboração de cerca de 20 cordéis com temáticas socioambientais permitiu aos estudantes mobilizar a linguagem popular nordestina como instrumento de reflexão crítica. A abordagem de temas como preservação ambiental, mudanças climáticas e valorização dos povos originários contribuiu para o desenvolvimento do pensamento crítico e da consciência ecológica, além de fortalecer competências linguísticas relacionadas à escrita e à expressão.

Em relação à educação ambiental, os dados obtidos por meio dos questionários indicaram que aproximadamente 96% dos estudantes passaram a reconhecer a importância da sustentabilidade e da preservação dos saberes tradicionais. Esse resultado evidencia que a aprendizagem ocorreu de forma significativa, especialmente por meio da experiência prática com a produção de tintas naturais, que possibilitou a compreensão concreta dos impactos ambientais associados ao uso de recursos industrializados.

A exposição pública dos trabalhos configurou-se como um momento de socialização e ampliação do alcance do projeto, promovendo o diálogo entre escola e comunidade. A participação de diferentes atores sociais contribuiu para a disseminação das discussões propostas, reforçando o papel da escola como espaço de formação cidadã e de valorização da diversidade cultural.

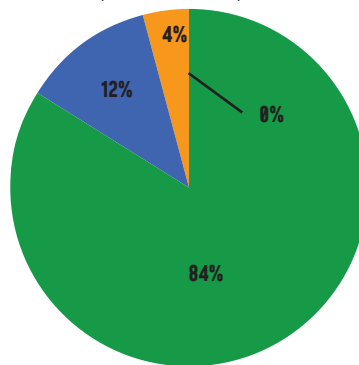
Além disso, a documentação produzida ao longo do projeto, incluindo registros visuais e produções textuais, constitui um importante recurso pedagógico, com potencial de replicabilidade em outros contextos educativos. A combinação entre interdisciplinaridade, protagonismo estudantil e valorização cultural demonstra-se eficaz como modelo de prática pedagógica inovadora.

Entretanto, durante a execução do projeto, foram identificados desafios, como a limitação de tempo para o aprofundamento das técnicas e a dificuldade de acesso contínuo a determinados materiais naturais ao longo do ano. Ademais, evidenciou-se a importância da mediação docente, especialmente na orientação da produção textual, garantindo a qualidade e a coerência dos cordéis elaborados.

Dessa forma, os resultados obtidos confirmam que a articulação entre saberes ancestrais, práticas artísticas e educação ambiental constitui uma estratégia pedagógica potente, capaz de promover uma aprendizagem crítica, inclusiva e contextualizada, alinhada às demandas educacionais contemporâneas.

**Gráfico 1** - Pergunta do questionário. [múltipla escolha e abertas].  
**VOCÊ RECONHECE A IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE E DA PRESERVAÇÃO DOS SABERES TRADICIONAIS?**

● Muito importante   ● Pouco importante   ● Importante   ○ Nada importante



Fonte: Estudantes.

**Imagem 1** - Oficina prática: demonstração e aplicação de técnicas tradicionais de produção de tintas naturais, fortalecendo a aprendizagem ativa e a valorização cultural.



Fonte: Estudantes.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência desenvolvida evidencia que a integração entre a literatura de cordel, a xilogravura sustentável e os saberes ancestrais indígenas pode se constituir como uma abordagem pedagógica potente para a promoção da educação ambiental e da valorização cultural no ensino médio. Ao promover o protagonismo das estudantes indígenas e incentivar a participação colaborativa da turma, a proposta favoreceu o fortalecimento da identidade cultural e a ampliação da consciência socioambiental no contexto escolar.

A utilização de tintas naturais, produzidas a partir de recursos locais, apresentou-se como uma estratégia educativa relevante, ao possibilitar a aproximação dos estudantes com a realidade ambiental de seu território, incentivando reflexões sobre práticas sustentáveis e o uso responsável dos recursos naturais. De modo articulado, a produção de cordéis e xilogravuras contribuiu para o desenvolvimento de competências diversas, evidenciando o potencial da interdisciplinaridade na construção de aprendizagens significativas.

A realização da exposição pública, por sua vez, aponta para a ampliação do papel da escola como espaço de diálogo intercultural e de interação com a comunidade, sugerindo caminhos para o fortalecimento de práticas educativas que extrapolem o ambiente escolar. Nesse sentido, a documentação produzida ao longo do projeto pode subsidiar novas experiências e adaptações em diferentes contextos educativos.

Por outro lado, os desafios identificados, como a limitação de tempo e a necessidade de maior articulação entre recursos e parcerias institucionais, indicam a importância de continuidade e aprofundamento de iniciativas dessa natureza. Tais aspectos sugerem a necessidade de investigações futuras que explorem, de forma mais sistemática, o papel dos saberes tradicionais e das práticas interdisciplinares na educação básica.

Dessa forma, a experiência relatada não se encerra em seus resultados, mas aponta possibilidades para o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas que integrem cultura, arte e sustentabilidade, contribuindo para a construção de uma educação mais plural, contextualizada e socialmente comprometida.

---

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria Inês. **Arte e sustentabilidade**: práticas e reflexões. São Paulo: SENAC, 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Educação ambiental e sustentabilidade**. Brasília: MMA, 2023.

CUNHA, Manuela Carneiro da. **História dos índios no Brasil**. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.

MUNDURUKU, Daniel. **Memórias de índio**: uma quase autobiografia. Porto Alegre: Edelbra, 2016.

SUASSUNA, Ariano. **Iniciação à estética armorial**. 2. ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 1974.

# SEMENTEIRAS SUSTENTÁVEIS: MODELAGEM MATEMÁTICA DA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DO TOMATE

*Sustainable seed production: Mathematical modeling of tomato germination and growth*

Antonia Heloá Barbosa Firmino<sup>1</sup>

Larah Evellyn Nunes de Abreu<sup>1</sup>

Deivielison Ximenes Siqueira Macedo<sup>2</sup>

Layanna Paula Paiva Pereira<sup>3</sup>

## Resumo:

Em assentamentos rurais, o descarte inadequado de resíduos sólidos, como papelão e bandejas de ovos, é um desafio recorrente, agravado pela ausência de coleta seletiva e pela prática comum da queima, que contribui diretamente para a degradação ambiental e as emissões de gases poluentes. Diante da crise climática e da necessidade urgente de soluções sustentáveis, torna-se fundamental encontrar usos alternativos para esses materiais, especialmente em contextos de baixa renda e limitada infraestrutura. Este trabalho investiga a viabilidade do reaproveitamento desses resíduos na confecção de sementeiras artesanais, utilizando a modelagem matemática como ferramenta para quantificar seu desempenho em comparação a sementeiras convencionais de plástico. A partir de um experimento com sementes de tomate, foram analisadas as taxas de germinação e o crescimento das plântulas em três tipos de sementeiras: papelão, bandeja de ovo e convencional. Aplicaram-se testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e análise de variância (ANOVA), destacando-se a equivalência estatística na germinação e o padrão dinâmico de crescimento das plântulas ao longo do tempo. Os resultados apontam o potencial das sementeiras recicladas como alternativas de baixo

## Abstract:

*In rural settlements, the improper disposal of solid waste—such as cardboard and egg trays—is a recurring challenge, exacerbated by the lack of selective collection systems and the common practice of open burning, which contributes to environmental degradation and greenhouse gas emissions. Amid the climate crisis and the urgent need for sustainable solutions, it is essential to find alternative uses for these materials, especially in low-income contexts with limited infrastructure. This study investigates the feasibility of reusing such waste in the creation of handmade seed trays, using mathematical modeling as a tool to quantify their performance in comparison to conventional plastic trays. An experiment with tomato seeds was conducted to analyze germination rates and seedling growth across three types of seed trays: cardboard, egg trays, and conventional. Normality tests (Shapiro-Wilk) and variance analysis (ANOVA) were applied, revealing statistical equivalence in germination and dynamic growth patterns over time. The results highlight the potential of recycled trays as low-cost alternatives, aligned with environmental sustainability and mathematics education focused on solving real-world problems during times of climate emergency.*

1. Educanda da 2ª série do Ensino Médio da Escola de Ensino Médio Profissional do Campo João dos Santos de Oliveira.

2. Doutor em Engenharia Agrícola. Professor na Escola de Ensino Médio Profissional do Campo João dos Santos de Oliveira. derliximenes@gmail.com.

3. Graduada em Língua Portuguesa. Professora na Escola de Ensino Médio Profissional do Campo João dos Santos de Oliveira. layannapps@gmail.com.

custo, alinhadas à sustentabilidade ambiental e à educação matemática voltada à resolução de problemas reais em tempos de emergência climática.

**Palavras-chave:** Reaproveitamento de resíduos. Assentamentos rurais. Papelão na agricultura. Crise climática.

**Keywords:** Waste reuse. Rural settlements. Cardboard in agriculture. Climate crisis.

## 1 INTRODUÇÃO

As comunidades rurais, assim como as urbanas, produzem resíduos diversificados. No entanto, enfrentam a falta de opções e procedimentos adequados para a destinação desses materiais, o que gera acúmulo de lixo nas propriedades e aumenta o risco de impactos ambientais (Romani, 2014a).

A ausência de coleta seletiva, a grande distância das áreas urbanas e a baixa densidade populacional impõem aos moradores a necessidade de encontrar destinos para esses resíduos. Algumas dessas destinações, como o descarte em quintais, o enterro, o descarte em rios ou a queima, causam significativo impacto ambiental (Leite *et al.*, 2014). Contudo, processos de reciclagem podem minimizar o impacto ambiental e social desses resíduos (Santos, 2012), e a utilização do papelão na agricultura surge como uma alternativa promissora.

O papelão, produzido a partir de matérias-primas renováveis e 100% reciclável, é considerado um material sustentável. Sua aplicação na agricultura pode trazer diversos benefícios, dependendo da inovação em seu uso (Lopes, Pereira e Santos, 2020).

Uma característica vantajosa do papelão para a agricultura é sua capacidade de reter umidade, o que beneficia as plantas. Além disso, ao se decompor, o papelão adiciona matéria orgânica ao solo e protege contra plantas invasoras (Nagy *et al.*, 2022). Essa característica o torna uma boa alternativa para o uso em sementeiras de culturas que necessitam de transplante, como o tomate.

Para uma melhor compreensão da funcionalidade do papelão como sementeira, é crucial utilizar mecanismos que quantifiquem sua utilidade para as plantas, como a modelagem matemática.

Diversos estudos demonstram a utilidade da modelagem matemática na agricultura, seja para prever o crescimento das plantas, simular o crescimento em diferentes variáveis climáticas (Balbinote Júnior *et al.*, 2014) ou auxiliar na determinação da densidade ideal de plantio e espaçamento entre plantas (Mendes *et al.*, 2018). Esses estudos permitem uma análise e interpretação mais precisa dos resultados obtidos no campo.

Diante desse cenário, este trabalho propõe a reutilização desses resíduos na confecção de sementeiras agrícolas, alinhando a preocupação ambiental à prática agrícola sustentável. Essa alternativa de baixo custo visa reduzir o descarte inadequado e promover o aproveitamento inteligente de recursos locais. Para avaliar a eficácia dessa prática, a modelagem matemática foi empregada como ferramenta central, especialmente por meio da estatística aplicada (Mendes *et al.*, 2018). Através da análise quantitativa

da germinação e desenvolvimento de plântulas, busca-se interpretar o desempenho das sementeiras recicladas em comparação às convencionais, integrando educação ambiental, reaproveitamento e análise de dados para soluções viáveis.

Assim, objetivou-se avaliar a viabilidade do uso de sementeiras artesanais confeccionadas com materiais recicláveis (papelão e bandeja de ovos) no processo de germinação e crescimento de sementes de tomate, por meio de ferramentas de modelagem matemática e análise estatística.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A germinação é uma etapa crítica do ciclo de vida das plantas, sendo influenciada por fatores como temperatura, umidade, oxigenação e substrato. No caso do tomate (*Solanum lycopersicum*), a germinação ocorre de forma eficiente sob temperaturas entre 20 °C e 30 °C, com umidade constante e substratos com boa drenagem e capacidade de retenção de água (Santos *et al.*, 2020). Um ambiente inadequado pode atrasar ou impedir esse processo, afetando a produtividade agrícola.

As sementeiras são estruturas fundamentais para garantir as condições adequadas à germinação e ao crescimento inicial das plântulas. As sementeiras comerciais, geralmente de plástico, oferecem uniformidade e controle, mas também geram resíduos que impactam negativamente o meio ambiente. Por outro lado, as sementeiras artesanais feitas com materiais recicláveis, como papelão e bandejas de ovos, representam uma alternativa sustentável, especialmente em comunidades rurais que enfrentam dificuldades com a destinação adequada de resíduos sólidos (Romani, 2014a).

O papelão, por ser biodegradável, reciclável e com boa capacidade de retenção hídrica, pode melhorar o ambiente de germinação, protegendo as sementes e contribuindo para o controle de umidade e temperatura (Lopes; Pereira; Santos, 2020). Entretanto, suas limitações físicas – como drenagem deficiente – exigem atenção no seu uso prático. A avaliação de sua eficiência deve ser feita com base em indicadores concretos e métodos científicos.

Nesse contexto, a modelagem matemática torna-se essencial para quantificar e interpretar o desempenho das diferentes sementeiras. A representação dos dados por gráficos de linha, que mostram a altura média das plantas ao longo do tempo, permite uma visualização clara do comportamento do crescimento em cada tipo de tratamento. Além disso, o uso de tabelas com médias auxilia na comparação direta entre os dias e os tratamentos aplicados (Morettin; Bussab, 2010).

A análise estatística dá suporte à interpretação dos dados de forma objetiva. Inicialmente, é necessário verificar se os dados seguem uma distribuição normal, utilizando o teste de Shapiro-Wilk. Se os dados apresentarem normalidade (valor- $p > 0,05$ ), podem ser empregados testes estatísticos paramétricos com maior confiabilidade (Triola, 2016).

Entre esses testes, a Análise de Variância (ANOVA) é a ferramenta principal para verificar se as diferenças observadas entre os tratamentos são estatisticamente significativas. O Teste F, aplicado dentro da ANOVA, avalia se as médias dos diferentes grupos (tipos de sementeiras) são realmente distintas, ou se as variações podem ter ocorrido por acaso (Montgomery; Runger, 2012).

Nos casos em que os dados são registrados ao longo de vários dias, como no crescimento das plântulas, a ANOVA de medidas repetidas permite observar não apenas as diferenças entre os grupos, mas também a interação entre o tipo de sementeira e o tempo. Isso é fundamental para entender padrões dinâmicos de crescimento e para interpretar variações decorrentes de mudanças climáticas, como excesso de chuva ou calor extremo, fatores cada vez mais frequentes diante das crises ambientais atuais.

Os principais indicadores de eficiência no experimento com germinação de tomates incluem: a taxa de germinação (percentual de sementes que germinaram), e o crescimento médio das plântulas (geralmente medido em centímetros ao longo do tempo). Esses dados permitem avaliar a viabilidade técnica das sementeiras recicladas em comparação às comerciais e ajudam a embasar, com rigor científico, propostas sustentáveis de reaproveitamento de resíduos em comunidades rurais.

Portanto, a integração entre os conhecimentos da biologia vegetal e da modelagem matemática permite uma análise aprofundada dos resultados, fortalecendo práticas sustentáveis e baseadas em evidência no contexto da produção agrícola de baixo custo e impacto.

### 3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Escola de Ensino Médio Profissional do Campo João dos Santos de Oliveira, no município de Madalena, Ceará. Foram utilizadas sementes da cultivar Santa Inês de tomate, com poder germinativo de 80%, conforme especificado pelo fornecedor.

Foram testados três tipos de sementeiras: convencional de plástico, bandeja de ovos e caixa de papelão reciclado (Figura 1). A sementeira convencional foi dividida em três seções, cada uma representando uma repetição. Foram utilizadas três bandejas de ovos, uma para cada repetição e embaixo foi colocado sua capa protetora de plástico. A caixa de papelão foi confeccionada artesanalmente, com três camadas de papelão na base e furos para drenagem de água. Ela foi dividida internamente para formar três compartimentos, correspondentes às três repetições.

**Figura 1** – Sementeiras utilizadas após a semeadura do tomate



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O experimento seguiu um delineamento em blocos casualizados, com três tratamentos (tipos de sementeiras), três repetições por tratamento e 30 sementes por repetição, totalizando 270 sementes. O substrato utilizado foi o mesmo em todas as sementeiras. As irrigações foram feitas manualmente, uma vez ao dia, e em alguns dias através da chuva.

A contagem da germinação teve início quando pelo menos uma repetição de cada tratamento apresentou emergência de plântulas. Foram realizadas sete avaliações da germinação ao longo do tempo. A variável de germinação considerada foi média do percentual de sementes germinadas nas 3 repetições de cada tratamento, com foco na germinação final, contabilizada no último dia de coleta.

O crescimento das plântulas foi avaliado em centímetros utilizando régua comum, a partir do momento em que todas as repetições de todos os tratamentos apresentavam plantas germinadas. Também foram feitas sete avaliações de crescimento, realizadas duas vezes por semana, ao longo de aproximadamente três semanas e meia, porém seis semanas de experimento.

Os dados de germinação e crescimento foram organizados em planilhas e submetidos à análise de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Para a variável germinação, foi analisado apenas o valor final (último dia) do índice de germinação. Já para o crescimento, foram analisados os dados de cada um dos sete dias. Em seguida, foi realizada Análise de Variância (ANOVA) e teste F para verificar a existência de diferenças significativas entre os tratamentos no *software* Sisvar.

Os resultados foram apresentados por meio de gráficos de linhas, elaborados para representar o comportamento da germinação e o crescimento médio das plântulas ao longo do tempo para cada tipo de sementeira.

## 4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foi utilizada a modelagem matemática (análise de variância) para quantificar e interpretar o desempenho das sementeiras em relação a germinação e altura das plantas no decorrer dos dias.

A análise de normalidade dos dados de germinação, realizada pelo teste de Shapiro-Wilk ( $Pr < W = 0,4525$ ), indicou uma distribuição normal, valor maior que 0,05, permitindo a aplicação de métodos paramétricos (Tabela 1).

**Tabela 1 – Análise Estatística do Desempenho das Sementeiras.**

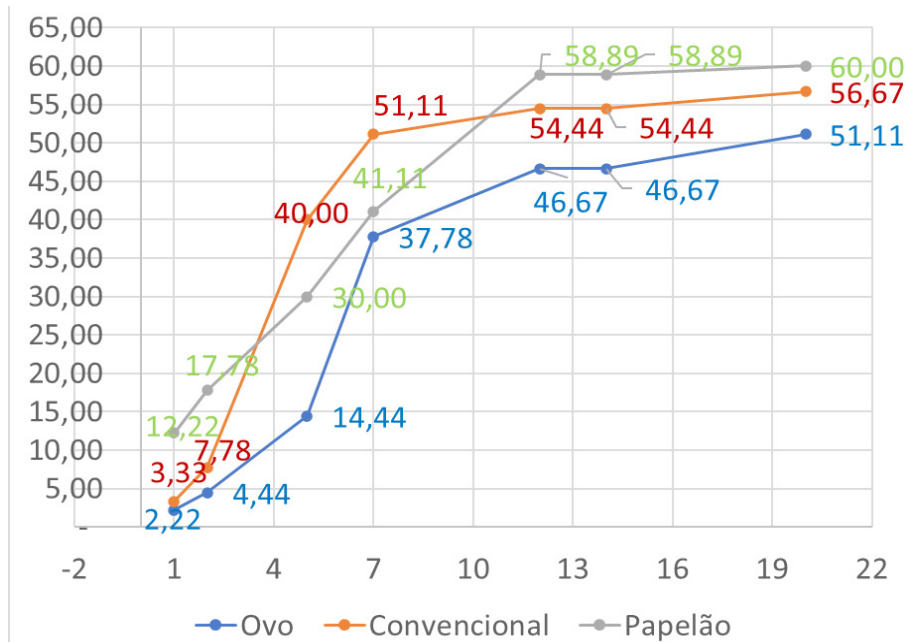
VARIÁVEL	N	Normalidade (p-valor)	P-valor (nova)
Germinação	9	0,4525244	0,5317
Crescimento (altura)	1007	0,0001648	0,0000

**Variável:** O dado analisado no experimento. **n:** O número de observações (amostras) para cada variável. **Normalidade (p-valor):** Indica se os dados se comportam de forma "normal e previsível. Pelo teste Shapiro-Wilk, se o valor for maior que 0,05, eles são considerados normais; **P-valor (anova):** Análise de Variância utilizada para comparar as médias. Se o valor for maior que 0,05, os dados são estatisticamente semelhantes, se os forem menores há diferença estatística entre as médias

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

A Análise de Variância para a germinação final revelou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos (tipos de sementeira;  $Pr > F_c = 0,4137$ ), nem entre as repetições ( $Pr > F_c = 0,8483$ ). O teste de Tukey confirmou a semelhança estatística entre as médias de germinação final para a bandeja de ovo [15,33], sementeira convencional (17) e papelão [17,67], ou seja, o máximo de germinação nos tratamentos bandejas não diferiram estatisticamente [Figura 2].

**Figura 2** – Taxa de Germinação das Semeiteiras ao longo do tempo.



Fonte: Elaborado pelos autores [2025].

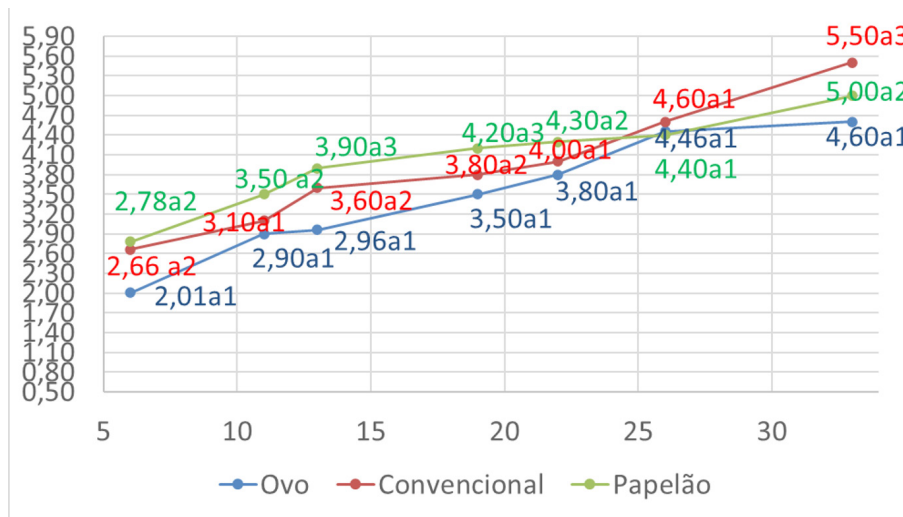
Este resultado é particularmente relevante para a Educação Ambiental e Sustentabilidade. A obtenção de uma germinação final similar em sementeiras confeccionadas a partir de materiais recicláveis (bandeja de ovo e papelão), quando comparada à sementeira convencional, demonstra a viabilidade dessas alternativas para a fase inicial da produção de culturas como o tomate. Esta equivalência na taxa final de germinação apoia o conceito de que o reaproveitamento de resíduos, evitando seu descarte inadequado, aterros e, principalmente, a queima, uma prática comum e de alto impacto ambiental em comunidades rurais [Leite *et al.*, 2014], é uma alternativa promissora. Observações qualitativas indicaram, contudo, uma possível demora inicial na germinação na bandeja de ovos, provavelmente devido à menor eficiência de drenagem e aeração em sua base, um fator que exige atenção no design de futuras sementeiras a partir de materiais reutilizados.

A análise da normalidade para os dados de altura das plântulas pelo teste de Shapiro-Wilk ( $Pr < W = 0,0001648$ ) apontada na Tabela 1 indicou desvio da normalidade. No entanto, dada a robustez da Análise de Variância (ANOVA) para grandes conjuntos de dados ( $n=1007$ ), mesmo na presença de não-normalidade, a metodologia foi aplicada para quantificar o crescimento, conforme justificado por Blanco *et al.* [2017].

A ANOVA de medidas repetidas para a altura revelou efeitos altamente significativos para o DIA ( $F[6,987] = 334,132$ ;  $p < 0,0001$ ), TRATAMENTO ( $F[2,987] = 84,511$ ;  $p < 0,0001$ ), e crucialmente, para a interação TRATAMENTO\*DIA ( $F[11,987] = 11,881$ ;  $p < 0,0001$ ). A significância da interação é um bom resultado

demonstrativo, pois, através da modelagem matemática, ela nos permite compreender que o padrão de crescimento das plântulas não é estático, mas sim dinâmico e dependente da combinação do tipo de sementeira e do estágio de desenvolvimento. Essa complexidade ressalta a importância de saberes científicos para otimizar práticas agrícolas em tempos de crise global, onde cada recurso precisa ser otimizado (Figura 3).

**Figura 3** – Análise do crescimento das plantas ao longo do tempo.



Letras minúsculas seguidas de números iguais: estatisticamente semelhantes;

Letras minúsculas seguidas de números diferentes: médias estatisticamente diferentes.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O desdobramento da interação TRATAMENTO\*DIA (Teste de Tukey) ilustra essa dinâmica:

**Fase Inicial (Dia 6 a Dia 11):** A sementeira de papelão demonstrou superioridade no crescimento inicial (Dia 6: 2,78 cm; Dia 11: 3,50 cm), evidenciando seu potencial como uma alternativa de baixo custo e impacto para o estabelecimento rápido de culturas. Essa característica se alinha aos benefícios do papelão (Lopes, Pereira e Santos, 2020), como a capacidade de retenção de umidade, que favorece o desenvolvimento inicial.

**Fase Intermediária (Dia 13 a Dia 22):** O padrão de crescimento continuou a se diferenciar, com a sementeira de papelão mantendo a liderança na maioria dos pontos (ex: Dia 19: 4,30 cm), seguida pela convencional e pela bandeja de ovo.

**Fase Final (Dia 26 e Dia 33):** Observou-se uma mudança no desempenho relativo. No Dia 26, as sementeiras de ovo (4,46 cm) e convencional (4,60 cm) apresentaram alturas estatisticamente similares. Contudo, no Dia 33, a sementeira convencional (5,50 cm) emergiu como a de maior altura final, superando a de papelão (5,00 cm) e a bandeja de ovo (4,60 cm). Esta alteração pode ser contextualizada por um evento climático crucial: na última semana do experimento, chuvas intensas levaram à drenagem deficitária na caixa de papelão, exigindo intervenções para criar aberturas maiores. Este episódio realça a emergência climática e a necessidade de adaptação no uso de materiais sustentáveis. Ele demonstra que, embora o papelão seja uma solução promissora de reciclagem (Santos, 2012), seu uso em

cenários ambientais específicos requer adaptações baseadas em conhecimento científico para garantir a funcionalidade e evitar impactos negativos [como o acúmulo de água que prejudica o crescimento].

Após o experimento ter sido encerrado os tomates provenientes do estudo foram plantados em canteiros da mandala na Escola de Ensino Médio Profissional do Campo João dos Santos de Oliveira (Figura 4) os quais foram utilizados para alimentação na própria escola.

**Figura 4** – Tomates plantados e produzindo ao final do experimento



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de sementeiras artesanais confeccionadas com materiais recicláveis é uma alternativa viável à sementeira convencional de plástico, especialmente nas fases iniciais do cultivo do tomate. A análise estatística da germinação revelou que não houve diferenças significativas entre os tratamentos, reforçando a eficácia das sementeiras sustentáveis em termos de estabelecimento inicial das plantas.

No que se refere ao crescimento das plântulas, a modelagem matemática indicou variações ao longo do tempo, com destaque para a sementeira de papelão nas fases iniciais e intermediárias. Entretanto, fatores ambientais, como o excesso de chuvas no final do experimento, afetaram negativamente o desempenho do papelão, evidenciando limitações relacionadas à drenagem e à resistência estrutural. Esse achado ressalta a importância de ajustes técnicos no design das

sementeiras sustentáveis para garantir seu desempenho em diferentes condições climáticas com aberturas maiores e maiores profundidades.

A integração entre práticas sustentáveis e ferramentas estatísticas permitiu uma análise criteriosa, fortalecendo a proposta de reaproveitamento de resíduos como estratégia ambientalmente responsável e economicamente acessível para a agricultura familiar. Além disso, o projeto contribuiu para a Educação Ambiental ao sensibilizar sobre os impactos do descarte inadequado de resíduos e incentivar soluções locais. Conclui-se, portanto, que a aplicação de conhecimentos científicos, como a modelagem matemática, é fundamental para validar e aperfeiçoar práticas agrícolas de baixo custo e impacto, especialmente em contextos de vulnerabilidade socioambiental.

---

**REFERÊNCIAS**

- BALBINOT JÚNIOR, A. A.; BACKES, R. L.; BARBOSA, A. S.; SOUZA, A. M. Modelagem matemática no crescimento de plantas sob diferentes variáveis climáticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 22, n. 3, p. 312–321, 2014.
- LEITE, D. B. S.; SILVA, J. R.; OLIVEIRA, M. F.; SANTOS, G. L. Descarte de resíduos sólidos em comunidades rurais e seus impactos ambientais. **Revista Brasileira de Resíduos Sólidos**, v. 9, n. 2, p. 42–58, 2014.
- LOPES, R. M.; PEREIRA, A. C. S.; SANTOS, D. R. Reciclagem de papelão na agricultura familiar: uma proposta de uso sustentável. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 15, n. 3, p. 89–96, 2020.
- MENDES, F. L.; GOMES, R. S.; COSTA, L. M.; ARAÚJO, V. P. Aplicações de modelagem matemática para otimização da densidade de plantio em culturas agrícolas. **Revista de Matemática e Estatística Aplicada na Agricultura**, v. 10, n. 1, p. 33–41, 2018.
- MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Applied statistics and probability for engineers**. 5. ed. Hoboken: Wiley, 2012.
- MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística básica**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
- NAGY, B.; SMITH, J.; TAYLOR, R.; BROWN, L. Benefits of cardboard in agriculture: moisture retention, organic matter, and weed control. **Journal of Agricultural Sustainability**, v. 14, n. 2, p. 105–118, 2022.
- ROMANI, A. M. Gestão de resíduos sólidos em comunidades rurais: desafios e soluções. **Revista de Desenvolvimento Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 25–34, 2014a.
- ROMANI, C. C. **Gestão de resíduos de saúde animal em propriedades rurais do município de Concórdia**. 2014. Monografia [Especialização em Gestão Ambiental em Municípios] – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014b.
- SANTOS, A. K. S. Impacto ambiental e social da reciclagem de materiais. **Revista de Meio Ambiente e Sociedade**, v. 8, n. 2, p. 77–84, 2012.

SANTOS, R. P.; LIMA, E. S.; ALMEIDA, F. G.; MARTINS, J. V. Germinação de sementes de tomate em diferentes substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 1, p. 98-103, 2020.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. 12. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

# ARBORIZAÇÃO URBANA E QUALIDADE DE VIDA: uma análise do papel das árvores na regulação térmica da cidade de Marco - Ce

**URBAN AFFORESTATION AND QUALITY OF LIFE:  
An Analysis of the Role of Trees in the Thermal  
Regulation of the Municipality of Marco, Ceará,  
Brazil**

Rita Giselly Silva Vasconcelos<sup>1</sup>  
Isabela Cecilia Leandro De Souza<sup>2</sup>  
Ana Cecilia Fonteles Rocha<sup>3</sup>  
José Isaque Silva<sup>4</sup>  
Antonio Carlos Silva Silvino<sup>5</sup>

## Resumo:

A urbanização tem alterado a configuração socioambiental das cidades, tornando a arborização um elemento estratégico não apenas ecológico, mas também social e cultural. No município de Marco-CE, localizado no semiárido nordestino, foram inventariadas 573 árvores distribuídas em 38 espécies, revelando predominância de exóticas (92,83%), com destaque para *Azadirachta indica* (70,68%) e *Ficus benjamina* (14%), enquanto as nativas representaram apenas 7,17%. Esse desequilíbrio compromete a biodiversidade, a resiliência ecológica e a identidade cultural da população local. As medições de temperatura indicaram diferenças médias de até 2°C entre áreas arborizadas e não arborizadas, comprovando o papel da vegetação na regulação térmica, na saúde pública e no bem-estar social. Além do inventário, aplicou-se um questionário a moradores de cinco bairros para avaliar a percepção comunitária sobre a arborização, sua distribuição e importância. As respostas demonstraram que, embora a população reconheça os benefícios ambientais e sociais das árvores, também percebe a falta de planejamento urbano. Assim, a arborização urbana deve ser compreendida como política pública de inclusão

## Abstract:

*The urbanization has significantly reshaped the socio-environmental dynamics of cities, making forestry a strategic component from ecological, social, and cultural perspectives. In the Marco citie, located in the semi-arid region of northeastern Brazil, an inventory recorded 573 trees distributed across 38 species, revealing a marked predominance of exotic species (92.83%), particularly *Azadirachta indica* (70.68%) and *Ficus benjamina* (14%), while native species accounted for only 7.17%. This imbalance negatively affects biodiversity, ecological resilience, and the cultural identity of the local population. Temperature measurements indicated differences of up to 2 °C between vegetated and non-vegetated areas, demonstrating the important role of urban vegetation in thermal regulation, public health, and overall well-being. Additionally, a questionnaire applied to residents of five neighborhoods showed that, although the population recognizes the environmental and social benefits of trees, there is a clear perception of insufficient urban planning. Therefore, urban forestry should be understood as a public policy instrument that promotes social inclusion, environmental quality, and cultural*

1. Estudante da 3a série da EEMTI Ricardo de Sousa Neves.

2. Estudante da 3a série da EEMTI Ricardo de Sousa Neves.

3. Estudante da 3a série da EEMTI Ricardo de Sousa Neves.

4. Graduação em andamento em Licenciatura em Física – IFCE. Professor de Física na EEMTI Ricardo de Sousa Neves. jose.silva125@prof.ce.gov.br. <http://lattes.cnpq.br/4887849461782044>

5. Mestre em Ciências Biológicas – Universidade Federal do Paraíba (UFPB). Professor de Biologia na EEMTI Ricardo de Sousa Neves. Antonio. silvino@prof.ce.gov.br. <http://lattes.cnpq.br/8119296300190265>

e cidadania, capaz de democratizar o acesso a espaços saudáveis e fortalecer vínculos culturais. Valorizar espécies nativas é investir em pessoas e na construção de cidades mais justas, humanas e sustentáveis.

**Palavras-chave:** Arborização. Planejamento Urbano. Conforto Social.

*strengthening, with greater emphasis on native species as a pathway toward more sustainable, resilient, and equitable cities.*

**Keywords:** Forestry. Urban Planning. Social Comfort.

## 1 INTRODUÇÃO

O planejamento dos espaços urbanos é essencial para a qualidade de vida nas cidades, especialmente, diante do crescimento desordenado que impacta diretamente a saúde, o bem-estar e a interação social da população. Nesse contexto, a arborização urbana assume papel estratégico ao contribuir para a redução do desconforto térmico, da poluição e para a criação de ambientes inclusivos, acolhedores e propícios à convivência. Segundo o relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2016), áreas verdes urbanas estão diretamente associadas à melhoria da saúde física e mental nas cidades. Além disso, elas fortalecem o senso de pertencimento, valorizam cultural e esteticamente os espaços públicos. Entretanto, a introdução excessiva de espécies exóticas, muitas vezes, sem planejamento adequado, pode comprometer a biodiversidade, afetar interações ecológicas e reduzir a resiliência dos ecossistemas urbanos. Paralelamente, a baixa cobertura vegetal intensifica o efeito de ilha de calor, diminui a umidade do ar, agrava a poluição e amplia problemas de saúde pública e desigualdades sociais.

No município de Marco-CE, inserido no semiárido cearense, esses desafios são evidentes. Tendo em vista a importância da arborização, especialmente com o uso de espécies nativas, para a promoção do conforto térmico, da conservação da fauna e do fortalecimento da identidade cultural local. Assim, esta ação ambiental deve ser compreendida como um dos eixos de política pública integradora, capaz de articular dimensões ecológicas, sociais e culturais, promovendo cidades mais justas, humanas e sustentáveis. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo investigar como a arborização urbana e a presença de espécies nativas influenciam o bem-estar social, a interação comunitária e a qualidade de vida da população. Como objetivos específicos têm-se: analisar a diversidade arbórea, o conforto térmico, a distribuição das árvores e a percepção dos moradores e contribuir para o planejamento urbano sustentável.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Planejamento de espaços urbanos

O crescimento urbano tem exacerbado as alterações climáticas, comprometendo a qualidade do ambiente e a saúde dos cidadãos, o que resulta em um distanciamento crescente entre a população e os ecossistemas naturais. A configuração urbana, aliada ao uso de materiais específicos e à emissão de calor decorrente das atividades humanas, desempenha um papel crucial na modificação do microclima, contribuindo para a formação de ilhas de calor nas áreas metropolitanas (GOMES; MARTINS, 2023).

Diante da contínua expansão das áreas urbanizadas prevista para este século, a presença da vegetação nas cidades torna-se ainda mais relevante, não apenas pelos impactos positivos na saúde e qualidade

de vida da população, mas pela possibilidade de reduzir aos efeitos negativos associados ao processo de urbanização. Assim, é fundamental que o planejamento e a prática da arborização urbana no Brasil sejam pautados não somente em aspectos estéticos, mas também nos serviços ecossistêmicos que oferecem benefícios diretos à qualidade ambiental urbana.

## 2.2 Benefícios da arborização em espaços públicos

A arborização de espaços públicos é uma prática amplamente reconhecida pelos benefícios que proporciona às cidades e à qualidade de vida de seus habitantes. Estudos apontam que a presença de áreas verdes em cidades influencia diretamente o bem-estar social da população. Espaços arborizados promovem maior interação comunitária, fortalecem laços sociais e incentivam atividades coletivas, como caminhadas, rodas de conversa e práticas culturais. Além disso, pesquisas da área da psicologia ambiental destacam que o contato cotidiano com árvores e parques urbanos reduz os níveis de estresse, ansiedade e depressão, contribuindo para a saúde mental da comunidade (UCHÔA *et al.*, 2019). Assim, a arborização deve ser entendida não apenas como questão ecológica, mas também como estratégia de promoção da saúde social e cultural.

Embora a arborização urbana seja reconhecida como fundamental para a qualidade ambiental, ela ainda sofre por limitações significativas no Brasil. Em muitos municípios, há ausência ou fragilidade de políticas públicas efetivas que valorizem e regulem a arborização de forma integrada ao planejamento urbano, o que dificulta sua implantação e manutenção estruturada (OSAKO; MURASHITA; SILVA, 2024). Além disso, as iniciativas que existem no município não são suficientes devido a grande demanda da região.

Os benefícios da arborização vão além do visual estético pois desempenha papel importante no alívio de sintomas de distúrbios psicológicos urbanos. Pesquisa recente mostrou que o contato frequente com espaços verdes contribui para diminuir índices de depressão, ansiedade e estresse, desde que esses espaços sejam acessíveis, bem conservados e propícios para lazer e interação social (BRESSANE; GUEDES FERREIRA; GARCIA; MEDEIROS, 2024).

No âmbito ambiental, o conforto térmico é uma dessas dimensões críticas afetadas pela urbanização. Estudos em diferentes cidades brasileiras evidenciaram que ruas e espaços com boa cobertura arborizada apresentam temperaturas mais moderadas, maior umidade relativa do ar e melhor ventilação, resultando em conforto térmico perceptível pelos moradores.

## 2.3 Importância das espécies nativas na arborização urbana

A escolha das espécies de árvores a serem plantadas é fundamental para garantir que esses benefícios sejam maximizados e que a vegetação seja sustentável a longo prazo. As espécies consideradas exóticas ou invasoras são a segunda maior causa de extinção de espécies vegetais no Planeta, afetando diretamente a biodiversidade, a economia e a saúde humana. Estas deveriam ser substituídas por espécies, preferencialmente, nativas da região fitoecológica na arborização de vias públicas (PAGLIARI; DORIGON, 2013).

A utilização de plantas nativas em projetos de arborização urbana é uma estratégia que se destaca. Elias; Citadini-Zanette; Santos (2023), afirmam que espécies arbóreas nativas, quando adequadamente

escolhidas, oferecem fenologia, forma de copa e tolerância ao clima local, fatores que as tornam mais aptas aos desafios urbanos, como poluição e estiagens. Além disso, as plantas nativas desempenham um papel fundamental na conservação da biodiversidade. Segundo Müller (2020), a vegetação nativa fornece habitat e alimento para a fauna local, promovendo a preservação de espécies nativas e a restauração de ecossistemas urbanos.

### 3 METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido no município de Marco-Ce e estruturado em duas etapas principais: o levantamento quantitativo da arborização urbana e a análise das temperaturas nos bairros pesquisados. A pesquisa seguiu metodologias baseadas em observações diretas e inventário do tipo censo, conforme autores como Calixto Júnior *et al.* (2009) e Moura (2020). Os dados coletados foram organizados em planilhas eletrônicas e analisados com apoio de especialistas da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), permitindo relacionar a cobertura vegetal com as variações térmicas no município.

O presente estudo foi realizado por estudantes da EEMTI Ricardo de Sousa Neves, localizada no município de Marco-CE (3° 07' 26" e 40° 08' 48") conforme a Figura 1 a seguir que espacializa a área urbana do município. A cidade se estende por 574,1 km<sup>2</sup> de extensão e totaliza cerca de 27.000 habitantes (Brasil, 2022). Insere-se na zona de clima tropical quente semiárido, com pluviosidades médias em torno de 1.100 mm e temperaturas médias anuais de 26° a 34°C sendo que o período chuvoso se estende de janeiro a abril (CEARÁ, 2009).

**Figura 1** – Espacialização urbana do município de Marco – Ce em imagem de satélite captada no ano de 2026.



Fonte: Google Maps acesso em 25 de março de 2026.

### 3.1 Etapa de pesquisa 1: Levantamento de árvores no perímetro

A análise foi realizada pelo método de inventário quantitativo, do tipo censo baseado em evidências concretas e observações diretas seguindo o método utilizado por Calixto Júnior *et al.* (2009). Um método indutivo, que consiste em observar fenômenos específicos e comparar seus resultados para identificar correlações e construir generalizações (RODRIGUES; KEPPEL; CASSO, 2019).

O levantamento realizado nos cinco bairros do município de Marco-CE: Alemães, Coração de Jesus, Centro, Coqueirinho e São Roque. A escolha foi feita de maneira aleatória utilizando a ferramenta do *Google Maps*. Em cada bairro os estudantes percorreram cerca de 4 km para realizar a contagem das árvores. As espécies foram categorizadas em dois grupos (nativas e exóticas) e os dados armazenados em uma planilha eletrônica. As espécies foram quantificadas de maneira manual e identificadas por um especialista da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA. Todos os indivíduos com altura mínima de 1 metro e diâmetro ao nível do solo maior que 3 cm foram contabilizados seguindo o método de Moura (2020). A contagem e identificação ocorreu ao longo do mês de agosto de 2025, durante o período seco da região.

### 3.2 Etapa de pesquisa 2: Análise de temperaturas nos bairros

Para verificar a temperatura e analisar como elas se relacionam com a arborização dos bairros, foi feito um monitoramento das temperaturas médias em bairros da cidade de Marco - CE, utilizando um termômetro eletrônico (Figura 2). Foram realizadas medições ao longo dos meses de agosto e outubro de 2025. A análise foi dividida em duas medições: ao sol (em céu aberto); e debaixo de árvores com copa fechada (com galhos fechados e boa cobertura vegetal). Foram anotados o dia da medição, o nome da rua, o bairro, a hora do início da medição e do término da medição. Todas as medições ocorreram entre as 13:00 e 14:10 horas com a intenção de que a inclinação do sol fosse a menor possível no momento da medição.

**Figura 2** – Medição de temperaturas com a utilização de termômetros analógicos



Fonte: Autores (2025)

### 3.3 Etapa de pesquisa 3: a composição de banco florístico e um protocolo de conforto térmico dos bairros.

Os dados coletados durante o levantamento arbóreo e as medições de temperatura foram armazenados e organizados em planilhas eletrônicas, permitindo a sistematização e análise das informações obtidas. Para cada indivíduo arbóreo registrado, foram anotados o nome popular, nome científico, quantidade de indivíduos e local de ocorrência. Além disso, as espécies foram classificadas quanto à sua tipologia, sendo categorizadas em nativas ou exóticas/invasoras.

As informações quantitativas foram organizadas em tabelas e quadros contendo a riqueza e abundância das espécies e distribuição por bairros. Já os dados térmicos foram compilados em gráficos comparativos, relacionando as temperaturas registradas em áreas arborizadas e não arborizadas. Os resultados também foram apresentados por meio de figuras, tabelas e gráficos estatísticos, possibilitando uma melhor visualização da relação entre cobertura vegetal, diversidade florística e conforto térmico urbano.

## 4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Análise quantitativa da composição florística de Marco

O levantamento identificou 890 indivíduos arbóreos distribuídos em 37 espécies, 32 gêneros e 17 famílias nos bairros do município de Marco-CE (Tabela 1). Esses valores indicam uma diversidade florística considerável para o contexto urbano local, mas revelam também um perfil de arborização urbano fortemente marcado pela adoção de espécies exóticas. Embora a diversidade específica aparente ser alta, a representatividade ecológica local é limitada, pois muitas das espécies registradas são ornamentais e introduzidas, como *Azadirachta indica*, *Ficus benjamina*, *Mangifera indica* e *Delonix regia*. Tais espécies podem gerar impactos negativos, como competição com espécies nativas, baixa atratividade para a fauna local e riscos fitossanitários decorrentes da ausência de inimigos naturais (Silva *et al.*, 2021).

**Tabela 1.** Riqueza e abundância de espécies arbóreas do município de Marco – Ce.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	ND	%	ORIGEM
<i>Azadirachta indica</i>	Nim indiano	405	70,68%	Exótica
<i>Ficus benjamina</i>	Ficus-benjamim	81	14%	Exótica
<i>Senna siamea</i>	Cássia-de-Sião	11	1,9%	Exótica
<i>Syzygium jambos</i>	Jambeiro	11	1,9%	Exótica
Outras espécies	-	25	4,20%	Exótica
Espécies nativas	-	40	7,17%	Nativas
Total de espécie: 37	Total de indivíduos	573	100%	

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A adoção de espécies nativas da Caatinga, como *Ziziphus joazeiro*, *Aspidosperma pyrifolium* e *Copernicia prunifera*, representa uma estratégia de resiliência ecológica e resgate de identidade territorial. Essas espécies, adaptadas ao estresse hídrico e às condições do semiárido, tendem a demandar menor irrigação e manejo mais sustentado, além de favorecer a fauna local e fortalecer o vínculo cultural da população com sua paisagem natural (Alencar *et al.*, 2019; Embrapa, 2012).

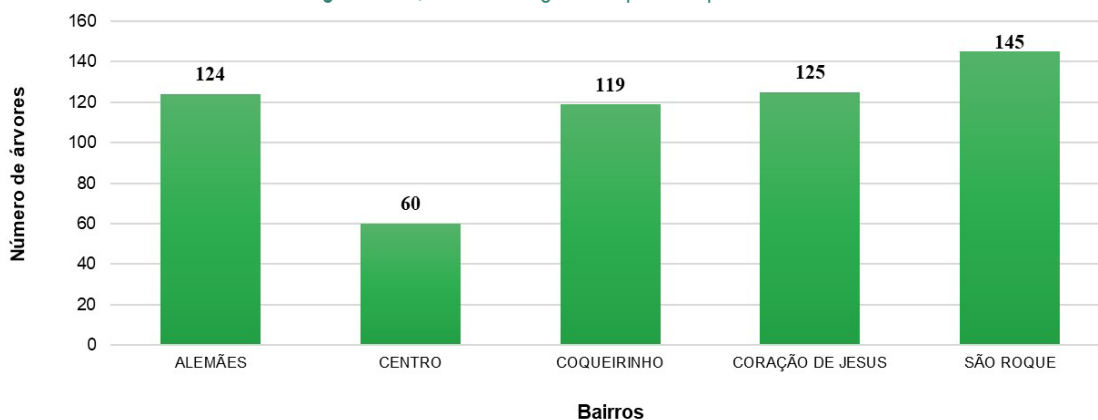
Foi possível destacar uma grande quantidade de espécies exóticas (92,01%), das quais a mais representada foi *Azadirachta indica* A. Juss com 573 (71,27%) e 81 (14%) de *Ficus benjamina* (Tabela 1). Com relação às espécies nativas, há uma pequena quantidade utilizada na arborização do município, apresentando apenas 90 indivíduos (7,99%) sendo a *Handroanthus albus* (Ipê-amarelo) a mais representada com 42 indivíduos (3,77%) seguido por *Jatropha gossypifolia* L. (Pinhão roxo), *Copernicia prunifera* (Carnaúba) e *Annona glabra* (Araticum) somando 2,4%.

Os resultados preocupam visto que segundo Silva *et al.* (2021) as espécies exóticas invasoras representam uma ameaça significativa à biodiversidade, competindo por recursos essenciais e alterando ecossistemas nativos, o que pode levar à extinção de espécies locais e à degradação do habitat. Resultados semelhantes foram encontrados em Moura (2020), o que evidencia a baixa utilização de espécies nativas nos locais estudados, já que, a maioria das árvores quantificadas são exóticas, o que contribui com o desequilíbrio ambiental da região.

#### 4.2 Cobertura vegetal nos bairros

A figura 3 apresenta que a maior diversidade de espécies se encontra no Bairro Coração de Jesus (27) e a menor, no Centro da cidade (apenas 11). Por outro lado, observou-se que o Centro e o outro bairro conhecido como Coqueirinho possuem um número de árvores significativamente inferior aos demais bairros: foram amostradas apenas 60 árvores no Centro e 117 em Coqueirinho, contrastando com 198 árvores no bairro dos Alemães, 310 no Coração de Jesus e 203 no São Roque (Figura 3). Essa disparidade pode estar vinculada ao processo de urbanização intensa e desenfreada, no qual o crescimento comercial e industrial passou a ter prioridade estética e econômica, relegando-se o papel da vegetação urbana a um segundo plano. Estudos em Tietê trouxeram resultados semelhantes, apontando que bairros com dominação de uso comercial e vias principais têm menor diversidade vegetal e predominância de espécies exóticas (Giacomazzi; Pereira-Silva; Hardt, 2020).

Figura 3 – Quantitativo geral de plantas por bairro.



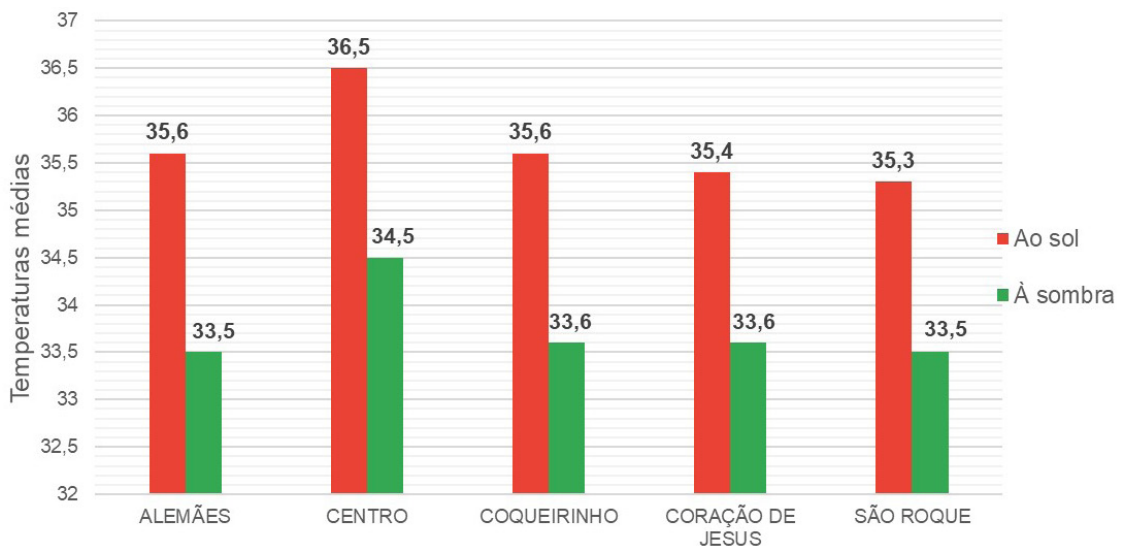
Fonte: Autores (2025)

Além disso, o predomínio de espécies arbóreas não nativas é reforçado por sua capacidade de adaptação às condições alteradas do espaço urbano (solo compactado, altas temperaturas, pouca umidade), o que lhes confere vantagem competitiva sobre as espécies nativas. Este fenômeno é observado também no bairro Jardim Europa em Rondonópolis, onde cerca de três quartos da arborização eram compostos por espécies introduzidas, com as nativas ficando em menor número (DE SOUZA;MEWS, 2024).

O impacto vai além da mera redução de árvores: ele se relaciona com identidade cultural, memória urbana e equidade ambiental. Onde há menos árvores nativas, perde-se o reconhecimento de flora local, bem como os benefícios simbólicos, estéticos e históricos que ela carrega. Assim, políticas públicas de arborização precisam considerar não apenas a quantidade, mas quem ocupa o espaço verde, com que tipo de espécie, e como isso dialoga com as expectativas sociais e culturais da comunidade.

É importante ressaltar, que embora haja uma quantidade significativa de árvores de diferentes espécies presentes no local estudado, muitas delas compartilham o mesmo gênero, concluindo-se, dessa forma, que a diversidade filogenética do ambiente é escassa. Ainda assim, a pluralidade e abundância arbórea nativa da cidade de Marco-Ce é muito maior em comparação à outras regiões, como é o caso do artigo de Nascimento *et al.* (2024), onde, na região de Pedra branca-CE, plantas exóticas são mais comuns, com cerca de 1 nativa para 40 exóticas, na realidade de Marco-CE para cada 1 árvore nativa, existem cerca de 12 exóticas.

**Figura 4 – Médias das temperaturas em °C, por bairro.**



Fonte: Autores (2025)

### 4.3 Análise do conforto térmico por bairros

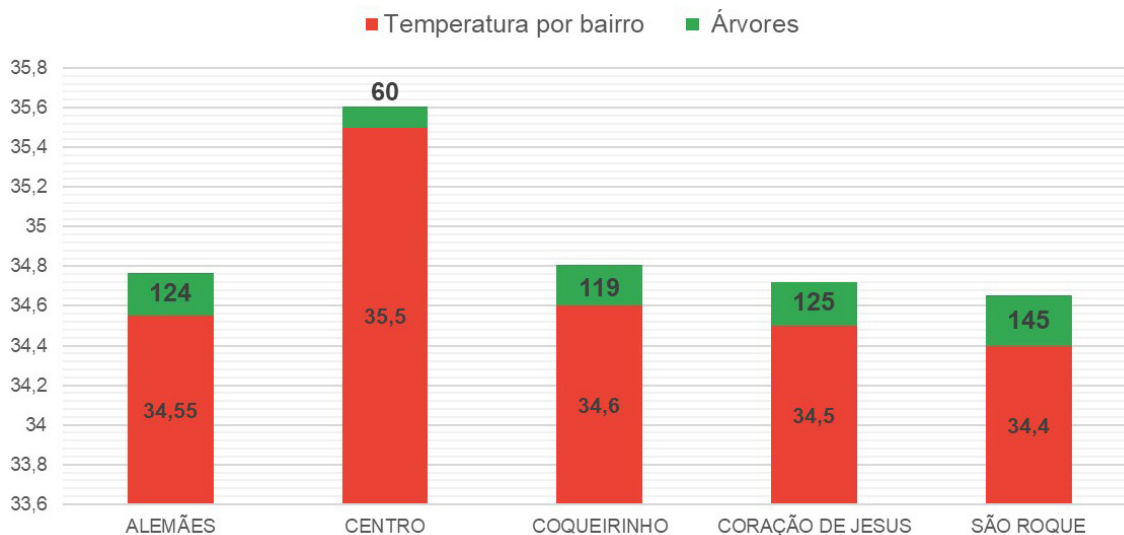
Foram mensuradas as temperaturas nos bairros segundo dois critérios: ao sol e sob sombra arbórea. Como ilustrado na figura 4, o bairro Centro apresentou a maior temperatura sob sol (36,5 °C), o que impacta diretamente o conforto dos moradores, o uso do espaço público e a qualidade de vida social. Esse padrão pode ser explicado pelo fenômeno do albedo, associado a menor cobertura vegetal: superfícies impermeáveis e escuras absorvem mais radiação solar e liberam calor, elevando a temperatura local (US EPA, 2017)

Nos demais bairros, em que há maior cobertura vegetal e localização periférica, observaram-se temperaturas menores, mesmo sob céu aberto: por exemplo, o bairro São Roque registrou 35,3 °C ao sol. Sob sombra, os bairros com maior dossel arbóreo (Alemães, São Roque, Coqueirinho e Coração de Jesus) apresentaram as menores temperaturas (em torno de 33,5–33,6 °C), enquanto o local com menor arborização (Centro) registrou a maior temperatura à sombra (34,5 °C).

Assim, evidencia-se que a presença de cobertura vegetal exerce influência significativa na modulação do microclima urbano, sendo observadas diferenças térmicas entre áreas sombreadas e superfícies expostas que podem atingir aproximadamente 2 °C ou mais, conforme demonstrado em estudos sobre mitigação térmica mediada pela vegetação em ambientes urbanos (BOWLER (2018), MEILI (2021). Por fim, a relação entre cobertura vegetal e controle térmico é evidente na Figura 5, são áreas mais arborizadas que apresentam menores temperaturas, destacando o papel da vegetação no conforto térmico e na saúde (BLOCK *et al.*, 2012). Os bairros São Roque e Coração de Jesus registraram temperaturas semelhantes, possivelmente devido a índices próximos de cobertura vegetal.

Além disso, a maior arborização também contribui para a valorização do espaço público e para a sociabilidade, ao favorecer ambientes agradáveis para permanência e convivência, reforçando seu papel na promoção do bem-estar social.

**Figura 5:** Relação entre taxa de arborização e temperaturas nos bairros da cidade de Marco – CE.



Fonte: Autores (2025)

#### 4.4 Contribuições para do Plano de Arborização Municipal

Os resultados obtidos neste estudo foram apresentados à Secretaria de Desenvolvimento e Meio Ambiente do município de Marco – CE, servindo como subsídio técnico para a formulação de políticas públicas locais. A partir das evidências levantadas, especialmente, quanto à predominância de espécies exóticas invasoras, à baixa diversidade filogenética e à relação direta entre cobertura vegetal e conforto térmico, a gestão municipal iniciou a elaboração do Plano de Arborização de Marco – CE.

Esses resultados parciais de pesquisa buscam contribuir para a conservação da biodiversidade e a melhoria da qualidade de vida da população. Entre os objetivos centrais do plano, destacam-se: o incentivo ao plantio de espécies nativas adaptadas ao bioma regional; a substituição gradual de espécies invasoras por espécies ecologicamente adequadas; e o fortalecimento de ações de educação ambiental junto à comunidade. Dessa forma, os resultados da pesquisa não apenas contribuíram para o diagnóstico ambiental do município, mas também assumem um papel educativo e mobilizador na garantia de políticas públicas sustentáveis voltadas à arborização urbana.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo foi idealizado na EEMTI Ricardo de Sousa Neves e executado no município de Marco, contando com a participação de três estudantes do Ensino Médio, sendo duas alunas do 2º ano e uma do 1º ano. A pesquisa envolveu dois professores orientadores das áreas de Biologia e Física, além da parceria institucional com a Secretaria Municipal de Infraestrutura e Meio Ambiente, que auxiliou no desenvolvimento das atividades de campo e na obtenção de informações relacionadas à arborização urbana do município.

Os resultados mostraram que bairros com maior cobertura vegetal não apenas apresentaram temperaturas mais amenas, mas também condições mais favoráveis ao bem-estar da população. Assim, a arborização deve ser entendida como política pública que integra meio ambiente e humanas, promovendo cidades mais inclusivas, justas e socialmente saudáveis.

O Plano Municipal de Arborização de Marco – CE, recebeu as contribuições deste estudo, que representa um avanço ao propor a valorização das espécies nativas e a substituição gradual das invasoras. Mais do que uma ação ecológica, trata-se de uma estratégia de cidadania e de promoção da qualidade de vida, capaz de fortalecer identidades locais.

Portanto, a arborização urbana, ao articular sustentabilidade e convivência social, constitui caminho fundamental para o desenvolvimento de cidades sustentáveis, culturalmente vivas e comprometidas com o bem-estar coletivo. Investir na arborização é investir em pessoas.

---

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, M. S. F.; CELEGATTI, D.; D., BEZERRA, M. L. F. D & GONDIM, R. R. (2019). A Caatinga no paisagismo e arborização urbana. **Revista Tema**, v. 20, n. 32/33, p. 1 - 20, 2019.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados: Marco (CE)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/marco/panorama>. Acesso em: 27 mar. 2026.

BLOCK, Annie Hunter; LIVESLEY, Stephen J.; WILLIAMS, Nicholas SG. Responding to the urban heat island: a review of the potential of green infrastructure. **Vic. Cent. Clim. Chang.** Adapt, p. 1-62, 2012.

BOWLER, D. E. Urban Trees and Cooling: A Review of the Recent Literature. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 29, p. 1-10, 2018.

BRESSANE, A.; GUEDES FERREIRA, M. E.; GARCIA, A. J. S.; MEDEIROS, L. C. C. Is having urban green space in the neighborhood enough to make a difference? Insights for healthier city design. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 21, n. 7, art. 937, 2024.

CALIXTO-JÚNIOR, J. T.; SANTANA, G. M.; LIRA-FILHO, J. A. Análise da arborização urbana em bairros da cidade de Pombal, Paraíba. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 4, n. 4, p. 49-67, 2009.

DE SOUZA, J. K. S.; MEWS, H. A. Diagnóstico da arborização urbana no bairro Jardim Europa em Rondonópolis, Sudeste do Mato Grosso, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 19, 2024.

DUARTE, T. E. P. N. *et al.* Reflexões sobre arborização urbana: desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 327-341, 2018.

EMBRAPA. **Arborização urbana no semiárido: espécies potenciais da Caatinga**. Embrapa Florestas, 2012.

GOMES, L.; MARTINS, C. Impacto da urbanização nas ilhas de calor: uma análise contemporânea. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, n. 2, p. 135-150, 2023.

MEILI, Naika. Tree effects on urban microclimate: Diurnal, seasonal, and climatic temperature differences explained by separating radiation, evapotranspiration, and roughness effects. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 58, 2021.

MOURA, J. S. Inventário florístico e percepção da população sobre a arborização urbana na cidade de Brejo Santo, Ceará. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 6, n. 10, p. 75773-75792, out. 2020.

MÜLLER, A. N. Arquitetura da paisagem: biodiversidade no paisagismo produtivo como meio sustentável em corredores ecológicos urbanos. In: **XII Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo**, São Paulo-Lisboa. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Urban green Spaces and health. Copenhagen: **WHO Regional Office for Europe**, 2016. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/345751>. Acesso em: 27 mar. 2026.

OSAKO, L. K.; MURASHITA, E. M. M. T.; SILVA, P. A. Arborização urbana e a importância do planejamento ambiental através de políticas públicas. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 1, n. 1, 2024.

PAGLIARI, S. C.; DORIGON, E. B. Arborização urbana: importância das espécies adequadas. **Unesc & Ciência**, v. 4, n. 2, p. 139-148, 2013.

RODRIGUES, T. T.; KEPPEL, M. F.; CASSOL, R. O método indutivo e as abordagens quantitativa e qualitativa na investigação sobre a aprendizagem cartográfica de alunos surdos. PESQUISAR – **Revista de Estudos e Pesquisas em Ensino de Geografia**, v. 6, n. 9, 2019.

SANTOS, A. A. S.; ROMÃO, P. A.; NASCIMENTO, D. T. F.; OLIVEIRA, I. J. Arborização urbana e sua relação com as temperaturas e zonas de desconforto térmico no bairro de Campinas – Goiânia (GO). **Geoambiente Online**, Goiânia, n. 45, 2023.

SILVA, J.; PEREIRA, M.; SOUZA, C. Impactos das espécies vegetais invasoras na biodiversidade: desafios e soluções. **Revista Brasileira de Ecologia**, v. 15, n. 3, p. 215-230, 2021.

UCHOA, N. M.; LUSTOSA, R. P.; UCHOA, F. N. M. Relação entre mudanças climáticas e saúde humana. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 12, n. 1, 28 fev. 2019.

US EPA, United States Environmental Protection Agency. **Using Trees and Vegetation to Reduce Heat Islands**. 2017.

# INVENTÁRIO DA REALIDADE E MATRIZ DO SPAECE: fortalecendo o ensino da agroecologia na escola Antônio Tavares

*INVENTORY OF THE REALITY AND MATRIX OF SPAECE:  
strengthening the teaching of agroecology at the  
antônio tavares school*

Francisco Diego Freitas Barbosa <sup>1</sup>  
Maria Clara Rodrigues Silva <sup>2</sup>  
Antonia Jozerlane Cardoso Paiva <sup>3</sup>  
Edileia Lopes de Souza Moura <sup>4</sup>

## Resumo:

Este projeto, intitulado: Inventário da Realidade e o Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE): fortalecendo o ensino da agroecologia na Escola Antônio Tavares, se articulada aos diferentes componentes curriculares e, entre eles, a Língua Portuguesa que, como ferramenta de mediação, expressão e reflexão, utiliza a matriz do SPAECE dialogando com o do Inventário da Realidade - instrumento que possibilita a identificação dos principais desafios socioambientais da comunidade. Os resultados das avaliações externas apontaram fragilidades em descritores relacionados à leitura, interpretação e produção de textos. Integramos a matriz do SPAECE, inventário da realidade à Educação Agroecológica, para tal, tivemos como objetivo: desenvolver práticas pedagógicas integradas à Educação Agroecológica por meio da Língua Portuguesa, utilizando o Inventário da Realidade e a Matriz de Referência do SPAECE como ferramentas para aprimorar as habilidades de leitura, interpretação e produção textual dos estudantes da Escola Antônio Tavares, de forma contextualizada com os desafios socioambientais da comunidade escolar. Os resultados mostram

## Abstract:

*This project, entitled: Inventory of Reality and the Permanent System of Evaluation of Basic Education of Ceará (SPAECE): strengthening the teaching of agroecology at the Antônio Tavares School, is linked to the different curricular components and, among them, the Portuguese Language which, as a tool for mediation, expression and reflection, uses the SPAECE matrix in dialogue with the Inventory of Reality - an instrument that enables the identification of the main socio-environmental challenges of the community. The results of external evaluations highlighted weaknesses in descriptors related to reading, comprehension, and text production. We integrated the SPAECE Reality Inventory (SPAECE) matrix into Agroecological Education. To this end, we aimed to develop pedagogical practices integrated with Agroecological Education through the Portuguese language, using the Reality Inventory and the SPAECE Reference Matrix as tools to improve the reading, comprehension, and text production skills of students at the Antônio Tavares School, contextualized with the socio-environmental challenges of the school community. The results show small progress; however, the actions point to*

1. Estudantes da EEMPC Antonio Tavares Alves.

2. Pós-graduada em Educação Física Escolar. Professora na EEMPC Antonio Tavares Alves. E-mail: antonia.paiva@prof.ce.gov.br

3. Licenciada em Pedagogia. Professora na EEMPC Antonio Tavares Alves. E-mail: edileia.souza@prof.ce.gov.br

pequenos avanços, contudo, as ações apontam para um crescimento no envolvimento de realização de questões/testes a partir do contexto local, demonstrado pelo interesse dos estudantes na resolução das questões.

*increased engagement in completing questions/ tests based on the local context, demonstrated by the students' interest in solving the questions.*

**Keywords:** *Inventory of Reality. SPAECE. Agroecology. Portuguese Language.*

**Palavras-chave:** Inventário da Realidade. SPAECE. Agroecologia. Língua Portuguesa.

## 1 INTRODUÇÃO

Vivemos em um cenário global marcado por profundas questões socioambientais, que exigem respostas educacionais urgentes e transformadoras. Nesse contexto, a escola assume um papel fundamental na formação de cidadãos críticos, conscientes e comprometidos com o desenvolvimento sustentável. A Educação Agroecológica, portanto, precisa ser integrada, articulada aos diferentes componentes curriculares, e, entre eles, a Língua Portuguesa se destaca como uma poderosa ferramenta de mediação, expressão e reflexão.

A proposta buscou desenvolver práticas de leitura e escrita contextualizadas na realidade dos estudantes, estimulando a produção textual crítica, o pensamento reflexivo e o engajamento com questões ambientais locais. A partir da vivência de atividades concretas e metodologias participativas, os estudantes puderam fortalecer suas competências em Língua Portuguesa enquanto ampliavam sua compreensão dos problemas ambientais e das possibilidades de intervenção.

Este trabalho apresenta o planejamento, a execução e os resultados dessa prática pedagógica, evidenciando como o uso estratégico da matriz do SPAECE por meio de um material didático estruturado a partir do inventário da realidade, em que pôde contribuir para o aprimoramento das habilidades linguísticas dos estudantes e para o fortalecimento da Educação Agroecológica no cotidiano escolar.

O presente projeto teve como ponto de partida o inventário da realidade, por meio do qual foi possível identificar diversos problemas ambientais, como o uso excessivo de agrotóxicos e o desmatamento. Esses fatores vêm contribuindo para que a região apresente sinais de um processo de desertificação, impactando significativamente as práticas agrícolas dos moradores dos assentamentos Logradouro I e II, Tiracanga, Carnaubal, Grossos e Cacimba Nova – comunidades que integram o território da Escola do Campo Antônio Tavares Alves. Essa situação se agrava, sobretudo, pelo uso inadequado do solo, o que tem gerado grande preocupação.

Diante desse cenário, identificou-se a necessidade de desenvolver um projeto que promovesse a integração entre o inventário da realidade e a matriz do SPAECE, com o objetivo de potencializar o aprendizado e promover a conscientização dos estudantes sobre a realidade concreta, valorizando o entendimento do território em que vivem.

A formação crítica dos educandos e educandas, com base na contextualização do espaço que habitam, é de fundamental importância. Essa formação pode ser estimulada por meio da leitura, compreensão e

interpretação crítica de textos que retratem a realidade local, estabelecendo conexões com a realidade global.

Essa iniciativa também visa contribuir para a redução da defasagem dos estudantes em Língua Portuguesa, fortalecendo competências essenciais, especialmente as de cunho crítico, conforme evidenciado pelas avaliações internas e externas aplicadas aos estudantes.

Neste sentido, trazemos como objetivo geral: desenvolver práticas pedagógicas integradas à Educação Agroecológica por meio da Língua Portuguesa, utilizando o Inventário da Realidade e a Matriz de Referência do SPAECE como ferramentas para aprimorar as habilidades de leitura, interpretação e produção textual dos estudantes da Escola Antônio Tavares, de forma contextualizada com os desafios socioambientais da comunidade escolar. E como objetivos específicos: identificar, por meio do Inventário da Realidade, os principais desafios e características socioambientais do entorno da escola; analisar os resultados da Matriz de Referência do SPAECE em Língua Portuguesa, com foco nos descritores mais fragilizados relacionados à leitura e produção de textos; estimular a leitura e a produção textual visando a consciência ambiental crítica; avaliar os impactos das atividades propostas no desempenho dos educandos nos descritores da matriz do SPAECE e, por fim, construir um Material Didático Contextualizado (MDC), com base na matriz do SPAECE e do Inventário da Realidade.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A educação ambiental é uma pauta emergente, mas que tem sido muito negligenciada no cotidiano, contudo a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, referentes a aspectos socioambientais. Todos os ODS tem relação direta com as questões ambientais, contudo trazemos o ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima), ou seja, construir medidas urgentes de combate às mudanças climáticas e seus impactos.

Para Silva e Loureiro (2019), na década de 1990, a Organização das Nações Unidas (ONU) promove a Conferência do Meio Ambiente, com a seguinte pauta: desenvolvimento sustentável e sustentabilidade. Por essa década, fervilhavam debates promovidos pelos movimentos sociais sobre as abordagens ambientais, numa perspectiva contra hegemônica. [...] Com isso, percebe-se que inicia-se um movimento em construção, para pensar o ambiente numa abordagem ampla e de forma crítica (Dias; Cavalcante; Silva *et al.*, 2024, p. 450).

Os autores acima citados trazem a importância do debate dentro da escola, relacionando os ODS às abordagens ambientais e relacionamos à preocupação da proposição do Ceará científico em promover tal debate nas escolas do Estado do Ceará, como tema: Educação ambiental, sustentabilidade e emergência climática, que por sua vez estabelece trabalhar nas escolas a educação climática, conforme a "Lei nº 18.955, de 31.07.24 (D.O. 31.07.24): Dispõe sobre a inclusão da temática Educação Climática no programa de ensino das escolas da rede pública do estado do Ceará", sendo trabalhado, por meio de vários processos em avaliações externas, como o SPAECE, um dos nossos objetos de pesquisa.

Conforme dados da plataforma da SEDUC, o SPAECE implantado desde 1992, vem avaliando estudantes do ensino fundamental e médio, em Matemática e Língua Portuguesa, em seu desempenho escolar a partir

de competências e habilidades, tendo como orientação Matrizes de Referência. Assim, trazemos o SPAECE, referência avaliativa, articulando conhecimentos locais (Inventário da Realidade), como base de nosso projeto.

Segundo Caldart (2016), o Inventário da Realidade é uma ferramenta metodológica das escolas do campo, que busca identificar, registrar aspectos imateriais e materiais de determinado contexto, transformando-os em conteúdo para o ensino e aprendizagem. A autora propõe “Inventariar a realidade do entorno da escola” (Caldart, 2026, p. 13). Para isso, cria um instrumental orientador para fazer levantamento de dados, dividido em sete blocos. Portanto, o inventário é uma forma de dialogar com nossa realidade, de forma crítica e trazendo maior aprofundamento dos saberes locais pelos estudantes, justificando os pilares de nosso projeto.

A proposta deste trabalho fundamenta-se em três pilares principais: a Educação Ambiental crítica, o ensino de Língua Portuguesa voltado para a prática social da linguagem e o uso da avaliação diagnóstica como ferramenta pedagógica, com base na Matriz do SPAECE.

O SPAECE como instrumento de potencialização da Língua Portuguesa, busca desenvolver competências de leitura, escrita, oralidade, etc. Assim, o ensino de nossa Língua materna está voltado para seu uso como prática social, permitindo aos estudantes compreenderem o mundo e intervirem nele por meio da palavra.

Conforme aponta Luckesi (2011), a avaliação deve ser um instrumento a serviço da aprendizagem, não apenas classificatória. Nesse trabalho, a análise da matriz do SPAECE em Língua Portuguesa foi essencial para compreender as fragilidades dos estudantes e direcionar as atividades que integrassem o ensino da linguagem com os temas ambientais da realidade local.

Essa base teórica sustenta a proposta de um ensino integrado e contextualizado, que fortaleça tanto as competências linguísticas quanto a consciência ambiental dos estudantes, contribuindo para uma educação mais crítica, participativa e transformadora.

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem quantitativa, de natureza aplicada e com caráter descritivo e interventivo, voltada para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem em Língua Portuguesa, com ênfase na Educação Agroecológica. A metodologia adotada envolve o diagnóstico, o planejamento, a intervenção pedagógica e a avaliação dos resultados, considerando o contexto real da Escola Antônio Tavares Alves e a comunidade onde está inserida.

A primeira etapa consistiu na análise do Inventário da Realidade, instrumento que permitiu levantar informações sobre os principais problemas e desafios socioambientais enfrentados pelos estudantes e suas famílias. Esse levantamento serviu como base para a contextualização dos conteúdos trabalhados em sala de aula.

Foram analisados os resultados da Matriz de Referência do SPAECE em Língua Portuguesa, com foco nos descritores que apresentaram maior índice de fragilidade, especialmente aqueles relacionados à leitura, interpretação e produção de textos.

Com base nesse diagnóstico, os educandos participantes do projeto sugeriram a elaboração de uma sequência didática, envolvendo educadores de Língua Portuguesa, com atividades voltadas ao desenvolvimento das competências leitoras e escritoras, integrando temáticas ambientais reais, extraídas do contexto local. As aulas foram planejadas de forma participativa, priorizando metodologias, como rodas de conversa, produção de textos autorais, leitura de reportagens e debates sobre questões ambientais do cotidiano dos estudantes.

As atividades foram aplicadas ao longo de três períodos letivos e acompanhadas por meio de registros, observações de sala, análise dos textos produzidos pelas educadoras da área de Linguagens e educandos/das, e aplicação de instrumentos de avaliação diagnóstica e formativa. Ao final do processo, foi realizada uma comparação entre o desempenho inicial dos estudantes nos descritores do SPAECE e os resultados após a intervenção.

Essa abordagem permitiu verificar o impacto das estratégias adotadas tanto no desenvolvimento das habilidades em Língua Portuguesa quanto na ampliação da consciência ambiental dos educandos, fortalecendo o vínculo entre currículo, realidade local e responsabilidade socioambiental.

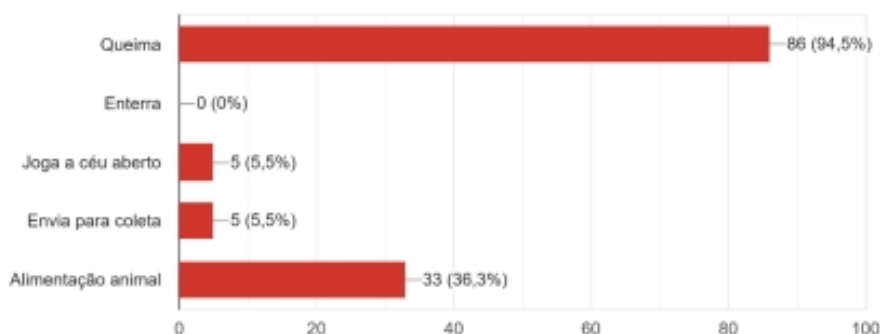
#### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O inventário da realidade da Escola do Campo Antônio Tavares permitiu identificar as práticas adotadas pelas famílias da comunidade rural em relação ao destino do lixo produzido. O gráfico mostra que a queima dos resíduos é a prática mais comum, relatada por 94,5% dos participantes. Além disso, 36,3% afirmaram utilizar parte dos resíduos, principalmente restos de alimentos, para a alimentação animal, enquanto apenas 5,5% declararam enviar o lixo para a coleta pública. O mesmo percentual relatou o descarte a céu aberto, e nenhuma família indicou o enterramento como forma de destinação, conforme dados do gráfico 1 retirado da pesquisa do inventário da realidade.

Gráfico 1 – Descarte de lixo

8 O que se faz com o lixo produzido? (restos de alimentos, embalagens, latas, garrafas)?

91 respostas



Fonte: Inventário da realidade da Escola de Ensino Profissional do Campo Antônio Tavares Alves, 2024.

Os dados mostram que o descarte de resíduos na comunidade ainda ocorre, em grande parte, por meio informal, prejudicando o meio ambiente e a saúde. Isso evidenciou a necessidade de alternativas sustentáveis e acessíveis, adequadas à realidade do campo. O tema despertou o interesse dos participantes do projeto em conscientizar os moradores, surgindo a ideia de trabalhar questões ambientais com os estudantes na escola.

Surgiu a parceria entre educandos/as e educadoras, que possibilitou também abordar outra problemática: a Matriz de Referência do SPAECE, a partir dos resultados da avaliação diagnóstica 2025.1 coletados no SISEDU, relacionados às habilidades de Língua Portuguesa.

Assim, questões socioambientais foram trabalhadas a partir do inventário da realidade. Observou-se avanço nas habilidades interpretativas mais complexas, mas queda em competências básicas de leitura, apontando a necessidade de um trabalho pedagógico equilibrado que contemple tanto a leitura direta quanto a inferencial. As tarefas seguem sendo desenvolvidas para superar essas fragilidades.

A seguir, apresentam-se duas tabelas do SISEDU com os saberes trabalhados em sala, com foco nas turmas da 3ª série, embora o trabalho também tenha sido realizado nas demais séries.

**Tabela 1 – Acerto médio por saberes na turma de 3ª série A.**

Tabela de Acerto Médio Por Saberes

Relatório por Escola - EEM ASSENTAMENTO LOGRADOURO

Legendas: Muito Crítico Crítico Intermediário Adequado

SABERES	3ª SÉRIE 2025.2	3ª SÉRIE 2025.1	A
S01 - LOCALIZAR INFORMAÇÕES EXPLÍCITAS EM UM TEXTO			65,33% <span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">Intermediário</span> 81,25% <span style="background-color: blue; color: white; padding: 2px;">Adequado</span>
S02 - INFERIR INFORMAÇÃO EM TEXTO VERBAL			51,67% <span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">Intermediário</span> 18,75% <span style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">Muito Crítico</span>
S04 - INFERIR TEXTOS NÃO VERBAIS E TEXTOS QUE ARTICULAM ELEMENTOS VERBAIS E NÃO VERBAIS			75,86% <span style="background-color: blue; color: white; padding: 2px;">Adequado</span> 65,50% <span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">Intermediário</span>
S16 - ESTABELECEER RELAÇÃO ENTRE TESE E OS ARGUMENTOS OFERECIDOS PARA SUSRTETÁ-LA		-	50,00% <span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">Intermediário</span>
S19 - RECONHECER O EFEITO DE SENTIDO DECORRENTE DA ESCOLHA DE PALAVRAS, FRASES OU EXPRESSÕES			80,00% <span style="background-color: blue; color: white; padding: 2px;">Adequado</span> 31,25% <span style="background-color: yellow; padding: 2px;">Crítico</span>

Fonte: Plataforma SISEDU, 2025.

**Tabela 2 – Acerto médio por saberes na turma de 3ª série B e C.**

Tabela de Acerto Médio Por Saberes

Relatório por Escola - EEM ASSENTAMENTO LOGRADOURO

Legendas: Muito Crítico Crítico Intermediário Adequado

SABERES	3ª SÉRIE 2025.2	3ª SÉRIE 2025.1	B e C
S01 - LOCALIZAR INFORMAÇÕES EXPLÍCITAS EM UM TEXTO			33,33% <span style="background-color: yellow; padding: 2px;">Crítico</span> 59,09% <span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">Intermediário</span>
S02 - INFERIR INFORMAÇÃO EM TEXTO VERBAL			41,67% <span style="background-color: yellow; padding: 2px;">Crítico</span> 0,00% <span style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">Muito Crítico</span>
S04 - INFERIR TEXTOS NÃO VERBAIS E TEXTOS QUE ARTICULAM ELEMENTOS VERBAIS E NÃO VERBAIS			66,67% <span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">Intermediário</span> 36,36% <span style="background-color: yellow; padding: 2px;">Crítico</span>
S16 - ESTABELECEER RELAÇÃO ENTRE TESE E OS ARGUMENTOS OFERECIDOS PARA SUSRTETÁ-LA		-	38,10% <span style="background-color: yellow; padding: 2px;">Crítico</span>
S19 - RECONHECER O EFEITO DE SENTIDO DECORRENTE DA ESCOLHA DE PALAVRAS, FRASES OU EXPRESSÕES			38,89% <span style="background-color: yellow; padding: 2px;">Crítico</span> 31,82% <span style="background-color: yellow; padding: 2px;">Crítico</span>

Fonte: Plataforma SISEDU, 2025.

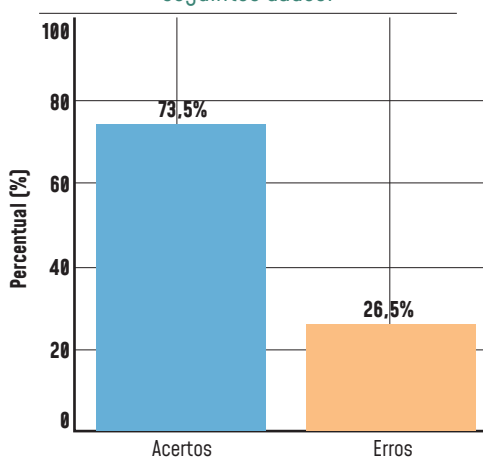
De acordo com as tabelas 1 e 2, os dados das 3ª séries mostram que a **Turma A** apresentou melhor desempenho e avanços significativos, especialmente nas habilidades de inferência (S02), interpretação (S04) e reconhecimento de efeitos de sentido (S19), embora tenha havido queda na localização de informações (S01).

Já as **Turmas B e C** tiveram algumas melhorias, principalmente em interpretação (S04) e inferência (S02), mas ainda permanecem, em sua maioria, nos níveis crítico e intermediário, com destaque negativo para a queda acentuada em S01.

De modo geral, houve avanço nas habilidades interpretativas em todas as turmas, porém a dificuldade em localizar informações explícitas se apresenta como um ponto de atenção comum.

Os gráficos apresentados logo abaixo mostram os resultados de avaliações internas realizadas a partir das aulas em que foram trabalhados com o material didático estrutural (SPAECE) e com os materiais contextualizados ao campo.

**Gráfico 2** – Apresenta o SABER-1: Localizar informações explícitas em um texto em que podemos avaliar os seguintes dados.

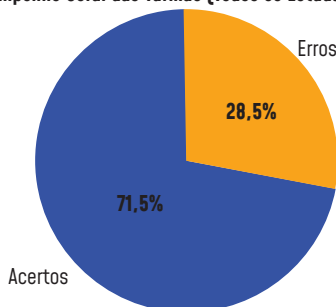


**Fonte:** Avaliações internas da Escola de Ensino Médio e Profissional do Campo Antônio Tavares Alves, 2025

O desempenho geral dos estudantes demonstra um resultado satisfatório, com 73,5% de acertos, evidenciando que a maioria dos educandos conseguiu compreender e aplicar adequadamente os conhecimentos avaliados. Esse índice revela avanços no processo de aprendizagem e aponta para um nível positivo de consolidação das habilidades trabalhadas.

**Gráfico 3** – SABER-4: Interpretar textos não verbais e textos que articulam elementos verbais e não verbais.

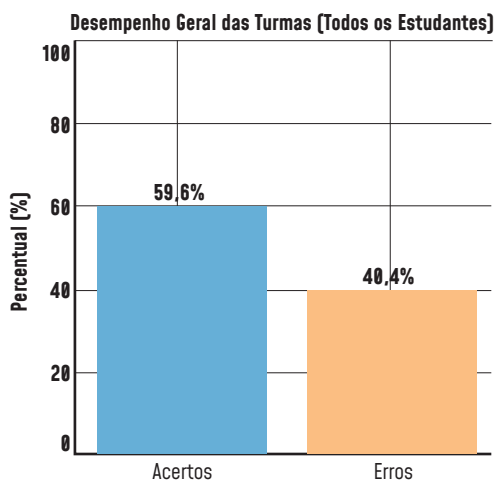
**Desempenho Geral das Turmas (Todos os Estudantes)**



**Fonte:** Avaliação interna da Escola de Ensino Médio e Profissional do Campo Antônio Tavares Alves, 2025

Os estudantes foram avaliados considerando-se o desempenho de cada um em relação às questões propostas de interpretação de textos não verbais e textos que articulam elementos verbais e não verbais. Após a soma e consolidação dos percentuais individuais, obteve-se o seguinte resultado geral: os números revelam que as turmas alcançaram um aproveitamento positivo, com 71,5% de acertos no total. Esse desempenho demonstra que os estudantes possuem um nível de compreensão adequado sobre os conteúdos trabalhados. No entanto, os 28,5% de erros indicam a necessidade de continuarmos com estratégias de reforço voltadas a determinados tópicos específicos, com o intuito de reduzir lacunas e elevar ainda mais a média de acertos nas próximas avaliações.

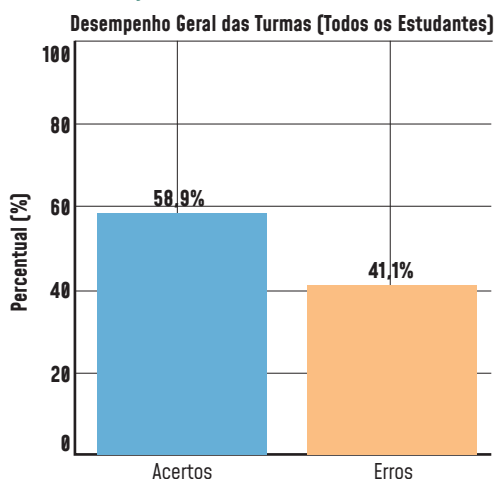
**Gráfico 4 – SABER- 06 Distinguir fato de opinião relativa ao fato.**



Fonte: Avaliações interna da Escola de Ensino Médio e Profissional do Campo Antônio Tavares Alves, 2025

Outro saber avaliado foi o de distinguir fato de opinião relativa ao fato. Os resultados revelam que, em média, os estudantes conseguiram responder corretamente a 6 em cada 10 questões, o que representa um aproveitamento intermediário. Embora os acertos superem os erros, observa-se que o índice de falhas (40,4%) ainda é significativo, indicando a necessidade de reforço em determinados conteúdos.

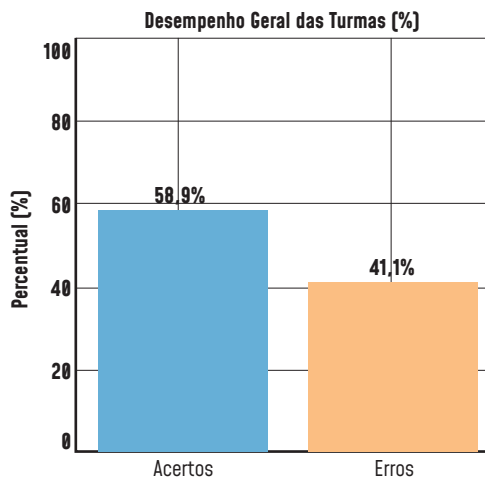
**Gráfico 5 – SABER- 16: Estabelecer relação entre a tese e os argumentos oferecidos para sustentá-la.**



Fonte: Avaliações interna da Escola de Ensino Médio e Profissional do Campo Antônio Tavares Alves, 2025

O gráfico- 5 com o resultado consolidado das turmas aponta para um desempenho médio de: 58.9% de acertos e 41,1% de erros. O percentual geral de 58,9% de acertos indica que a maioria dos estudantes conseguiu assimilar os conteúdos avaliados. No entanto, o índice de 41,1% de erros é expressivo e merece atenção. Esse dado evidencia que quase metade das questões não foi resolvida corretamente, o que pode sinalizar dificuldades em tópicos específicos. Portanto, mais do que refletir o desempenho pontual em uma avaliação, os resultados funcionam como um indicador diagnóstico. Eles sinalizam que parte dos estudantes avançou de forma satisfatória, mas também revelam a necessidade de se continuar com as intervenções pedagógicas direcionadas.

**Gráfico 6 – SABER- 19:** Reconhecer o efeito de sentido decorrente da escolha de uma determinada palavra ou expressão.



Fonte: Avaliações interna da Escola de Ensino Médio e Profissional do Campo Antônio Tavares Alves, 2025

O percentual geral de 58,9% de acertos mostra que mais da metade dos conteúdos foi assimilada, mas ainda não se trata de um resultado plenamente satisfatório, visto que o índice de erros permanece acima de 40%.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intervenção pedagógica realizada na Escola Antônio Tavares, fundamentada no Inventário da Realidade e nos descritores da Matriz do SPAECE em Língua Portuguesa, resultou em avanços significativos tanto no desempenho dos estudantes quanto em sua consciência socioambiental.

Após o diagnóstico inicial, que indicava fragilidades nos descritores relacionados à compreensão de textos, identificação da finalidade de gêneros textuais e inferência de informações implícitas, foi desenvolvida uma sequência didática com foco em temas ambientais locais. Durante as atividades, os estudantes trabalharam com textos diversos, como reportagens, cartas de leitor, artigos de opinião e textos publicitários - que tratavam de problemas ambientais presentes no cotidiano da comunidade escolar, como descarte irregular de lixo, queimadas, uso abusivo de agroquímicos, formas diversas de poluição.

Realizamos atividades pedagógicas diversas, com intervenções acerca das temáticas, com as turmas de 2ª e 3ª séries, em que os colegas estudantes demonstraram bastante interesse na participação do debate,

bem como foram construídos materiais didáticos contextualizados à realidade camponesa, despertando mais o interesse dos estudantes pelos saberes da matriz do SPAECE em Língua Portuguesa, comprovado por meio de aplicação interna de testes diagnósticos para verificar os índices de aprendizagens dos estudantes.

---

## REFERÊNCIAS

- CALDART, Roseli Salete *et al.* **Inventário da realidade:** guia metodológico para uso nas escolas do campo. Veranópolis: Instituto de Educação Josué de Castro, 2016.
- CEARÁ. Secretaria da Educação do Educação Ambiental, Sustentabilidade, Emergência Climática: **O que isso tem a ver comigo?** [recurso eletrônico] / Secretaria da Educação do Ceará. – Fortaleza: SEDUC, 2025.
- CEARÁ. Secretaria da Educação. Governo do Estado do Ceará [SEDUC] <https://www.seduc.ce.gov.br/spaace/> Disponível em: <https://www.seduc.ce.gov.br>. Acesso em: 24 set. 2025.
- CEARÁ. Secretaria da Educação do Estado do Ceará [SEDUC]. **Matriz de Referência de Língua Portuguesa – SPAECE.** Fortaleza: SEDUC, 2022. Disponível em: <https://www.seduc.ce.gov.br>. Acesso em: 20 set. 2025.
- DIAS, Daniele da Silva; CAVALCANTE, Maria Rosinira Bezerra; SILVA, Beatriz Pires, *et al.* **O Lócus da Educação Ambiental no Documento Curricular Referencial da Bahia- DCRB.** Revista Brasileira de Educação Ambiental [RevBEA] 19 (3):448-460 DOI:10.34024/revbea.2024.v19.16393 June 2024.
- LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Educação Ambiental:** abordagem crítica. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2020.
- LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar:** estudos e proposições. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

# ECOÇÃO 3R: educação, sustentabilidade e protagonismo estudantil

*ECOACTION 3R: education, sustainability and student agency*

Arthur Rodrigues Girão<sup>1</sup>  
Maria Laissa Veras Matos<sup>2</sup>  
Moacyr Claudino Ferreira Junior<sup>3</sup>  
Antonio Carlos Gomes Alves<sup>4</sup>

## Resumo:

A crise ambiental contemporânea, marcada pelo aumento da geração de resíduos sólidos, consumo excessivo de recursos naturais e degradação dos ecossistemas, exige respostas urgentes. Nesse contexto, a escola assume papel estratégico ao formar cidadãos críticos e capazes de transformar realidades locais. O projeto Ecoção 3R surge como uma proposta pedagógica que alia sustentabilidade ao protagonismo estudantil, utilizando os princípios de Reduzir, Reutilizar e Reciclar como eixos de ação. Seu objetivo é promover práticas sustentáveis na gestão de resíduos, integrando teoria e prática na rotina escolar. Fundamenta-se em autores como Jacobi (2005), que defende a educação ambiental como processo contínuo de construção cidadã, e Calderoni (2003), que destaca a relevância social e econômica da gestão de resíduos. A metodologia caracteriza-se como uma pesquisa aplicada de abordagem mista (qualitativa e quantitativa), configurando-se como uma pesquisa-ação. O trabalho está estruturado no modelo de gestão administrativa de 4 etapas: Planejamento, Organização, Direção e Controle (PODC). Entre os principais resultados,

## Abstract:

*The contemporary environmental crisis, characterized by the increase in solid waste generation, excessive consumption of natural resources, and ecosystem degradation, demands urgent responses. In this context, schools play a strategic role in educating critical citizens capable of transforming local realities. The Ecoção 3R Project emerges as a pedagogical initiative that combines sustainability with student leadership, using the principles of Reduce, Reuse, and Recycle as guiding actions. Its main objective is to promote sustainable practices in waste management by integrating theory and practice into the school routine. The project is based on the studies of Jacobi (2005), who highlights environmental education as a continuous process of citizenship building, and Calderoni (2003), who emphasizes the social and economic importance of waste management. The methodology is characterized as applied research with a mixed-method approach (qualitative and quantitative), configured as action research. The project is structured according to the four-stage administrative management model: Planning, Organization, Implementation and Control (POIC).*

1. Discente da 3ª Série técnico em Administração da EEEP Deputado Roberto Mesquita.

2. Discente da 3ª Série técnico em Administração da EEEP Deputado Roberto Mesquita.

3. Especialista. Professor na EEEP Deputado Roberto Mesquita. E-mail: moacyr.claudino@prof.ce.gov.br

4. Mestrando. Professor na EEEP Deputado Roberto Mesquita. E-mail: antonio.alves1@prof.ce.gov.br

destacam-se: reciclagem de 800 kg de materiais, produção de 10 kg de sabão em barra a partir de óleo de cozinha usado e redução de 94,7% do desperdício de alimentos]. Em alinhamento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e à Agenda 2030 da ONU, o Ecoação 3R contribui diretamente para os ODS 4, 11 e 12, fortalecendo a interdisciplinaridade, o protagonismo juvenil e a articulação com a comunidade. Dessa forma, a escola configura-se como um espaço de inovação ecoeducativa, conciliando aprendizagem e impacto socioambiental.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Gestão de resíduos. Protagonismo estudantil. ODS.

*The main results include the recycling of 800 kg of materials, the production of 10 kg of bar soap from used cooking oil, and a 94.7% reduction in food waste. In alignment with the Brazilian National Common Curricular Base (BNCC) and the United Nations 2030 Agenda, Ecoação 3R directly contributes to Sustainable Development Goals (SDGs) 4, 11, and 12, strengthening interdisciplinarity, youth protagonism, and community engagement. Thus, the school is configured as a space for eco-educational innovation, combining learning with socio-environmental impact.*

**Keywords:** Sustainability. Waste management. Student leadership. SDGs.

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das principais funções da escola é a de ensinar a refletir sobre as práticas pertinentes a sociedade e, em um cenário marcado pela degradação intensiva da natureza, como destaca Soares (2020), a educação apresenta-se como espaço estratégico para a formação de valores, atitudes e competências capazes de impactar positivamente a realidade. Contudo, a educação ambiental muitas vezes se restringe a discussões teóricas, carecendo de uma abordagem prática que conecte o conhecimento científico com a ação concreta.

Nesse contexto, a relação entre educação e meio ambiente assume um desafio maior, pois surge a necessidade das instituições de ensino estabelecerem, dentro das práticas pedagógicas, propostas na qual o aprendizado e a ação possibilitem a construção de um futuro com mais respeito aos recursos naturais essenciais à preservação da vida. Diante deste quadro, revela-se a seguinte questão norteadora: em que medida a aplicação de práticas ecoeducativas baseadas nos princípios dos 3Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) contribui para o desenvolvimento da consciência socioambiental?

O projeto Ecoação 3R emerge como uma resposta pragmática a essa lacuna. Sua concepção parte do entendimento de que o aprendizado sobre a sustentabilidade deve constituir-se como uma experiência viva, enraizada no cotidiano e na comunidade local. A proposta busca implantar ações ecoeducativas que gerem um impacto socioambiental concreto, ao mesmo tempo em que favoreçam um ambiente de produção de conhecimento crítico. O objetivo é promover práticas sustentáveis na gestão de resíduos, integrando teoria e prática na rotina escolar, apresentando a escola como um campo de aprendizagem socioambiental.

Sob essa perspectiva, o Ecoação 3R justifica-se pela necessidade de criar experiências educativas significativas, capazes de internalizar valores ecológicos e corresponsabilidade, preparando os estudantes para atuar de maneira consciente e inovadora frente aos desafios atuais. Além disso, a iniciativa oferece um modelo replicável, escalável e com potencial de inspirar outras instituições a desenvolver projetos similares, ampliando o alcance do impacto positivo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A literatura sobre gestão de resíduos reforça a necessidade de articulação entre teoria e prática. De acordo com Calderoni (2003), a destinação adequada de resíduos não é apenas uma questão ambiental, mas também econômica e social, pois contribui para a geração de renda e para o fortalecimento de redes comunitárias. Ao inserir tais práticas no ambiente escolar, cria-se uma rede de aprendizagem que ultrapassa os limites da instituição, alcançando as famílias e a comunidade local.

Segundo Jacobi (2005), a educação ambiental transcende a transmissão de informações e se estabelece como um processo contínuo capaz de provocar mudanças de atitudes e valores, favorecendo a construção de uma cidadania crítica e ambientalmente responsável. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) também enfatiza a importância de competências voltadas à sustentabilidade, defendendo a integração de conteúdos ambientais às diversas áreas do conhecimento. Essa perspectiva reforça a ideia de que a educação ambiental não deve se limitar a datas comemorativas ou a ações pontuais, mas estar presente na rotina escolar como prática pedagógica transversal.

No campo metodológico, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) surge como estratégia pedagógica de grande relevância. Conforme Thomas (2000), essa abordagem permite que os estudantes sejam protagonistas do processo educativo, aplicando conceitos teóricos em situações práticas, o que amplia o engajamento e fortalece a construção de competências socioambientais. Ao relacionar problemas ambientais reais com o espaço escolar, a ABP possibilita que os alunos não apenas compreendam os desafios ecológicos, mas também atuem de forma concreta na busca por soluções, estimulando autonomia, criatividade e senso de responsabilidade social.

Dentro dessa perspectiva, tais práticas não apenas reduzem impactos ambientais, mas se constituem em ferramentas pedagógicas para a formação cidadã. A redução do desperdício de alimentos incentiva reflexões sobre consumo consciente e justiça social, a reutilização de materiais desperta a criatividade e a inovação, enquanto a reciclagem fortalece e valoriza o trabalho de associações de catadores e cooperativas.

De igual forma, conecta-se à Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), contribuindo para os: ODS 4 (Educação de Qualidade), ao integrar a sustentabilidade ao currículo e promover a interdisciplinaridade; ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), solidificando parcerias entre a escola, o poder público e a sociedade civil, como a Associação de Catadores e; ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), através das ações de reciclagem, reutilização e redução.

## 3 METODOLOGIA

A metodologia pauta-se na pesquisa aplicada, uma vez que busca gerar conhecimentos voltados à resolução de problemas ambientais. A abordagem utilizada foi mista, integrando análise quantitativa – no monitoramento estatístico de pesagens e métricas de evolução – e qualitativa – ao observar a mudança de comportamento dos estudantes em relação ao tema. Quanto aos procedimentos, configura-se como uma

pesquisa-ação de natureza interventiva, fundamentada em um ambiente onde promotores e participantes interagem ativamente para transformar a realidade local.

O projeto Ecoação 3R estruturou-se sob o modelo de gestão em quatro etapas (planejamento, organização, execução e controle), permitindo que os discentes da turma de 2º ano Técnico em Administração aplicassem ferramentas de mercado, alcançando a participação de toda a comunidade escolar.

No planejamento foi realizado um diagnóstico para compreender a situação da escola em relação à gestão de resíduos e consumo de recursos, por meio de: Pesquisa de Campo, em que foi observado o comportamento de descarte dos alunos e; Análise Documental, que contempla a coleta de dados sobre o consumo e descarte de resíduos. Logo após, ao concluir a análise, foram definidas metas claras e o escopo de atividades, em seguida, procedeu-se à identificação dos recursos necessários (materiais, equipamentos e pessoas) e, por fim, elaborou-se um cronograma detalhado das etapas, desde a coleta até a socialização dos resultados.

Na organização foram formadas equipes responsáveis por cada eixo de ação. Cada membro recebeu atribuições específicas, a fim de garantir eficácia. Os equipamentos foram distribuídos e o espaço físico destinado aos processos foi organizado para assegurar segurança, funcionalidade e padronização dos procedimentos. Também foram criados canais de comunicação internos (reuniões periódicas) para alinhar as ações.

Na execução realizou-se a implementação das ações do projeto Ecoação 3R ocorrendo de forma periódica e sistemática:

A reciclagem, na coleta de materiais recicláveis e óleo de cozinha (semanalmente nas dez turmas que trazem de casa os resíduos), em dias e horários pré-definidos para garantir a expectativa dos estudantes. A escola atua como ponto de coleta, a logística de transporte é gerenciada em parceria com a Prefeitura. O material coletado é pesado por tipo (papel, plástico, metal, vidro) pela Associação dos Catadores e comunicado a escola, na qual o registro é feito em documentos físicos e digitais, gerando um banco de dados quantitativo.

**Figura 1** – Coleta seletiva semanal



Fonte: Autoria própria (2025)

A redução, na qual a coleta do desperdício de alimento foi o foco. As sobras do almoço no refeitório, que representavam o ponto de maior concentração de resíduos orgânicos, foram pesadas diariamente. Ao identificar as turmas com maior índice de desperdício, foram realizadas intervenções direcionadas, como palestras de conscientização e *feedbacks* imediatos, cujo impacto foi monitorado. A repercussão da descoberta pelos estudantes sobre o quantitativo médio de desperdício diários foi fundamental para uma mudança de hábito consistente.

**Figura 2** – Coleta do desperdício de alimentos



Fonte: Autoria própria (2025)

A reutilização, em que foi desenvolvida uma receita própria e mais biodegradável para os processos de produção de sabão com óleo usado, na qual quinzenalmente são em parte armazenados para estudo e outra parte para utilização na cozinha da escola. Oficinas e apresentação para o público externo como estudantes das escolas municipais, Crede 07 e parceiros também foram realizadas como forma de comunicar a sociedade sobre a potencialidade de transformar um passivo ambiental em um produto útil.

**Figura 3** – Oficina de produção de sabão ecológico



Fonte: Autoria própria (2025)

Uma equipe extra denominada Comunicação ficou responsável pela publicidade periódica (comunicados e redes sociais) permitindo a análise quantitativa digital do engajamento do projeto.

Para controle e avaliação ocorre a extração dos dados para monitoramento ao final de cada ação, distribuída em: Análise Quantitativa, onde planilhas de registro são tabuladas para calcular o volume total de resíduos reciclados, reduzidos e reaproveitados, bem como seu impacto; Análise Qualitativa, em que registros fotográficos, a motivação e a cartilha pedagógica construída foram analisados para avaliar a dimensão de aprendizado e a viabilidade.

Este método permitiu que o projeto, além de gerar benefícios ambientais e sociais, produzisse dados concretos para a pesquisa, validando-o como um modelo de estudo aplicável aos diversos ambientes escolares.

#### 4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O projeto Ecoação 3R tem como principais ações a reutilização do óleo de cozinha usado para a produção de sabões artesanais, a redução do desperdício de alimentos e a reciclagem de resíduos gerados nas casas dos estudantes, além da aplicação pedagógica por meio de uma cartilha.

A reciclagem alcançou um volume de 800 kg (superando em quatro vezes a meta estabelecida) no período analisado. Este resultado não apenas demonstrou o potencial da comunidade escolar como fonte de resíduos, mas também validou a parceria com a ASSCAMAGES (Associação dos Catadores de Material Reciclável de General Sampaio) como um modelo de economia circular e geração de renda, transformando os resíduos recicláveis em um recurso econômico.

A reutilização, que foi alimentada pela coleta do óleo nas campanhas de reciclagem, foi responsável pela geração de cerca de 10kg de sabão em barra (em termos comerciais um montante de 50 barras de 200 gramas), sendo uma parte para armazenamento e estudos e outra para doação e oficinas com estudantes das escolas municipais.

A redução do desperdício contemplou o monitoramento diário da coleta das sobras do almoço, onde há a maior concentração e, ao perceber de modo específico quais turmas estavam com maior coleta, houve um trabalho direcionado resultando em uma redução média de 94,7% (a média era cerca de 15kg por dia), demonstrando que ao viabilizar uma pesquisa mais aprofundada sobre as causas do problema em questão, é possível realizar uma intervenção incisiva.

**Tabela 1 – Dados estatísticos gerais dos resultados das ações, caso a caso**

Ações	Resultados
Coleta de materiais recicláveis	800 kg
Sabão ecológico produzido	10kg (50 barras)
Redução do desperdício de alimento	Média de 94,7%
Cartilha Ecoação Interdisciplinaridade	Cerca de 100 conteúdos de aprendizagem

Fonte: Autoria própria (2025)

Para formalizar a construção do conhecimento por meio da participação dos estudantes, foi constituída uma cartilha interdisciplinar que promove a integração entre saberes escolares e práticas ambientais de gestão de resíduos, reforçando a função da escola como produtora de conhecimento socialmente relevante e aplicável.

Figura 4 – Cartilha Interdisciplinar [2025]



Fonte: Autoria própria [2025]

Analisa-se que, ao incorporar de forma planejada e contínua as ações ambientais na realidade integral da escola, aliada a incentivos próprios da rotina avaliativa, as metas estabelecidas anteriormente puderam ser alcançadas com louvor.

O projeto também revelou pequenas limitações estruturais que precisam ser superadas, como a falta de infraestrutura adequada para coleta seletiva atual, armazenamento do óleo e a necessidade de estratégias permanentes de acompanhamento, a fim de evitar a perda gradual de engajamento. No entanto, tais limitações abrem caminho para futuras pesquisas e oportunidade de inovações.

Os resultados apontam que o Ecoação 3R proporciona aos estudantes um aprendizado holístico, na qual o conhecimento teórico foi aplicado na prática, transformando-os em protagonistas de sua própria formação. A parceria estratégica com a Prefeitura Municipal de General Sampaio e a Associação dos Catadores de General Sampaio reforça a tese de que soluções para os desafios ambientais devem ser construídas de forma colaborativa, conectando diferentes setores da sociedade em torno de um objetivo comum.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto Ecoação 3R demonstra ser mais do que uma iniciativa de gestão de resíduos, revela-se também um modelo eficaz e replicável de práticas ecoeducativas. Ao adotar o modelo ABP, ele validou a premissa de que a escola pode ser uma grande impulsionadora de mudanças, não apenas educando, mas também agindo de forma concreta na solução de problemas socioambientais.

A experiência com o projeto também evidencia que a educação ambiental, quando aplicada de forma participativa e integrada à comunidade, é capaz de gerar impactos consistentes. Os resultados obtidos permitiram responder à questão norteadora ao indicar que a aplicação de estratégias ecoeducativas fundamentadas nos princípios dos 3Rs contribui para significativamente fortalecimento da sensibilidade ecológica e promoção de hábitos sustentáveis no ambiente escolar.

Além disso, o objetivo geral do estudo, voltado à gestão de resíduos a partir da integração entre teoria e vivência escolar, foi alcançado mediante constatação de que os estudantes não apenas compreenderam os princípios de reduzir, reutilizar e reciclar, mas também passaram a incorporá-los em sua rotina, influenciando toda a comunidade.

Assim, conclui-se que o Ecoação 3R é uma iniciativa relevante e transformadora, que alia conscientização e mobilização social. Seu potencial multiplicador em outros contextos declara que, com o devido apoio institucional e comunitário, pode se tornar um modelo de referência. A iniciativa reafirma a importância da formação de jovens como protagonistas da mudança, integrando-os ao diálogo com as demandas vigentes para construir um mundo mais justo e com qualidade de vida para as próximas gerações.

---

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 set. 2025.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. 4. ed. São Paulo: Humanitas, 2003.

GT AGENDA 2030. **ODS**. Disponível em: <https://gtagenda2030.org.br/ods/>. Acesso em: 23 set. 2025.

JACOBI, P. R. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 35, n. 125, p. 189-205, maio/ago. 2005.

SOARES, Simone Cesario. O papel da escola na construção da sustentabilidade ambiental. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU)**, 7., 2020, online. Anais [...]. Campina Grande: Realize Editora, 2020. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/69087>. Acesso em: 23 set. 2025.

THOMAS, J. W. **A review of research on project-based learning**. San Rafael, CA: The Autodesk Foundation, 2000. Disponível em: [http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL\\_Research.pdf](http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf). Acesso em: 20 set. 2025.

# DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE PEGADA DE CARBONO POR MEIO DE ENGENHARIA DE PROMPT PARA ESCOLAS DA CREDE 19, SEDUC-CEARÁ

*DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED CARBON FOOTPRINT MANAGEMENT SYSTEM USING PROMPT ENGINEERING FOR SCHOOLS IN CREDE 19, SEDUC-CEARÁ*

Diego Dantas Almeida<sup>1</sup>  
Nadson Nacelio da Silva Santos<sup>2</sup>  
Lucas Sebastião Barbosa Silva<sup>3</sup>  
Arthur de Sousa Ramos<sup>4</sup>

## Resumo:

Devido aos crescentes impactos ambientais das emissões de CO<sub>2</sub> e à necessidade da promoção da educação ambiental de forma prática no ambiente escolar, esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um Sistema Integrado de Gerenciamento de Pegada de Carbono para as escolas da Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação (CREDE) 19, da Secretaria de Educação do Estado do Ceará. A metodologia caracteriza-se como uma pesquisa aplicada focada no desenvolvimento tecnológico. Os procedimentos metodológicos basearam-se, inicialmente, em uma ampla revisão da literatura científica para fundamentação teórica. Em seguida, para a codificação do sistema, utilizou-se a engenharia de prompts por meio da ferramenta Gemini 2.5 Flash com Canvas. Um prompt principal estruturou o sistema, enquanto dezenas de prompts menores foram usados para adequar as funcionalidades pretendidas e corrigir erros de código. O Supabase foi utilizado como banco de dados e a hospedagem do site foi feita no Vercel. Como resultados, o sistema desenvolvido abrange diversas funcionalidades, incluindo o cálculo da pegada de carbono baseado em referenciais científicos, o estabelecimento de metas e o

## Abstract:

*Due to the growing environmental impacts of CO<sub>2</sub> emissions and the need to promote environmental education in a practical way within the school setting, this research aims to develop an Integrated Carbon Footprint Management System for schools under Regional Education Development Coordination Office (CREDE) 19 of the Ceará State Department of Education. The methodology is characterized as applied research focused on technological development. The methodological procedures were initially based on a comprehensive review of the scientific literature to establish a theoretical foundation. Next, for system coding, prompt engineering was employed using the Gemini 2.5 Flash tool with Canvas. A main prompt structured the system, while dozens of smaller prompts were used to adapt the intended functionalities and correct coding errors. Supabase was used as the database, and the website was hosted on Vercel. As a result, the developed system encompasses various functionalities, including the calculation of the carbon footprint based on scientific benchmarks, the establishment of goals, and the monitoring of each school, in addition to generating a comparative ranking of the results of the schools within the aforementioned CREDE.*

1. Estudante do terceiro ano do curso técnico em informática da EEEP Aderson Borges de Carvalho em 2025.

2. Estudante do terceiro ano do curso técnico em informática da EEEP Aderson Borges de Carvalho em 2025.

3. Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Professor de Biologia do Estado do Ceará. lucasbarbosa1921@hotmail.com.

4. Mestre em Física. Professor de Física do Estado do Ceará. arthuramosfsc@gmail.com

acompanhamento de cada escola, além de gerar um ranking comparativo dos resultados das unidades da referida CREDE. Os cálculos e as demais funcionalidades foram testados rigorosamente para validar o seu pleno funcionamento. Em termos de considerações finais, sendo um produto completamente funcional, espera-se que o sistema seja implementado inicialmente pela referida CREDE e, posteriormente, adotado de forma integrada pela Secretaria de Educação do Ceará, gerando assim mobilização e engajamento coletivo e sistemático na gestão de ações de sustentabilidade.

**Palavras-chave:** CO<sub>2</sub>. Ambiente. Sistema. Educação.

*The calculations and other features have been rigorously tested to ensure they function properly. In conclusion, as this is a fully functional product, it is expected that the system will initially be implemented by CREDE and subsequently adopted as an integrated part of the Ceará Department of Education, thereby fostering collective and systematic mobilization and engagement in the management of sustainability initiatives.*

**Keywords:** CO<sub>2</sub>. Environment. System. Education.

## 1 INTRODUÇÃO

A crise climática contemporânea, impulsionada pela emissão desenfreada de gases de efeito estufa (GEE), apresenta-se como um dos maiores desafios da humanidade. O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), principal vetor desse fenômeno, tem provocado a elevação das temperaturas médias globais, o degelo das calotas polares e o aumento na frequência de eventos climáticos extremos, como secas e enchentes severas [Instituto de Energia e Ambiente, 2024].

Dados recentes do serviço Copernicus [2025] reforçam a gravidade do cenário: o ano de 2024 registrou temperaturas sem precedentes, ultrapassando a média de 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais, limite crítico estabelecido pelo Acordo de Paris. Esse aquecimento recorde reflete-se em incêndios florestais e ondas de calor globais, evidenciando que os compromissos internacionais, como o Protocolo de Quioto, necessitam de ações práticas e mensuráveis em todas as esferas da sociedade.

No panorama brasileiro, o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa [2023] indica que o país emitiu mais de 2 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> em 2023, com forte impacto dos setores de agropecuária e energia. No recorte regional, o estado do Ceará, oitavo mais populoso do Brasil, ocupou a 18ª posição no ranking nacional de emissões, liberando 33 milhões de toneladas de gases poluentes [Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, 2023]. Para enfrentar essa realidade, é fundamental o uso da "pegada de carbono", métrica que converte o impacto de diversos gases em carbono equivalente, servindo como diagnóstico essencial para planos de mitigação [Instituto de Energia e Ambiente, 2024].

Nesse contexto, a escola surge como o ambiente estratégico para a formação de uma consciência ecológica ativa. Entretanto, observa-se que as instituições de ensino ainda carecem de mecanismos que lhes permitam inventariar suas próprias emissões de forma didática e sistemática. Essa lacuna fundamenta o problema de pesquisa deste estudo: de que forma um sistema de gerenciamento da pegada de carbono

pode ser desenvolvido e aplicado para auxiliar as escolas da CREDE 19 a medir, gerenciar e reduzir suas emissões de CO<sub>2</sub> de forma eficaz e engajadora?

O presente trabalho justifica-se pela necessidade de transpor as metas globais para a escala local e educativa. O objetivo geral consiste em desenvolver um Sistema Integrado de Gerenciamento de Pegada de Carbono para as escolas da Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação (CREDE) 19, da Secretaria de Educação do Estado do Ceará. Para o alcance do objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram delimitados: i) realizar uma revisão de literatura para fundamentar os cálculos de pegada de carbono, com foco em instituições escolares; ii) codificar e estruturar a interface da ferramenta tecnológica; e iii) testar os cálculos e as demais funcionalidades do sistema.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Lei nº 15.042/2024 (Brasil, 2024) cria o mercado de carbono brasileiro para grandes empresas, usando o sistema “*cap-and-trade*”. Em paralelo, considerando o contexto brasileiro, o gerenciamento da pegada de carbono em escolas é crucial para promover a educação ambiental e a sustentabilidade na prática, calculando o impacto de atividades diárias como consumo e resíduos.

Para começar, o consumo de energia elétrica gera 0,0545 kg de CO<sub>2</sub> por kWh (Brasil, 2025). O consumo de água, por sua vez, emite entre 0,143 kg de CO<sub>2</sub> eq e 0,19 kg de CO<sub>2</sub> eq por metro cúbico (m<sup>3</sup>) (Silva, 2018; Alves, 2018). Além disso, o uso de gás GLP tem uma equivalência de 2,932 kg de CO<sub>2</sub> por kg, fazendo com que um botijão de 13 kg emita 38,116 kg de CO<sub>2</sub> (Rupp e Lamberts, 2017).

As emissões de transporte variam significativamente por tipo de combustível e veículo. Segundo Carvalho (2011), a emissão por litro é de 2,8 kg de CO<sub>2</sub> para gasolina, 0,56 kg para álcool e 3,2 kg para diesel. Para veículos, a emissão é de 1,75 kg de CO<sub>2</sub> por litro para automóveis (considerando a mistura de 47% de álcool e 53% de gasolina), 2,37 kg por litro para motocicletas (22% de álcool e 78% de gasolina), 3,2 kg por litro para ônibus e veículos pesados, e 0,087 kg por litro para metrô. O rendimento médio de consumo também é especificado: 2,567 km/l para ônibus urbanos (D’Agosto, Golçalves e Queiroz, 2015), 9 km/l para carros a combustão e 40 km/l para motos.

A alimentação também contribui para a pegada de carbono, com a emissão variando drasticamente (Ritche, 2020). A emissão de CO<sub>2</sub>-eq por kg de alimento, em ordem decrescente, é: Carne Bovina de corte (60 kg), carne de cordeiro e carneiro (24 kg), queijo e carne bovina de gado leiteiro (21 kg), chocolate (19 kg), café (17 kg), óleo de palma ou azeite de dendê (8 kg), carne de porco (7 kg), carne de aves e azeite de oliva (6 kg), peixe de cativeiro (5 kg), ovos (4,5 kg), arroz (4 kg), peixe de pesca selvagem e leite (3 kg), tomates (1,4 kg), milho e mandioca (1 kg), ervilhas (0,9 kg), bananas (0,7 kg), raízes e tubérculos e maçãs (0,4 kg), e frutas cítricas (0,3 kg).

O gerenciamento de resíduos e a reciclagem são cruciais para a compensação. Cada kg de papel ou papelão descartado emite 17,82 kg de CO<sub>2</sub>, enquanto cada kg de plástico emite 33 kg (Taques, Silva e Pessoa, 2015). Uma estimativa adicional aponta que a quantidade de plástico descartado por aluno em uma escola pública é de 0,0039 kg por dia (Klippel, 2015). No entanto, a reciclagem de 1 kg de plástico evita a emissão de 3,98 kg de CO<sub>2</sub>, e a de 1 kg de papel, 5,22 kg (Massi; Luiz; Massi, 2019). A reciclagem de

alumínio evita 16,30 kg de CO<sub>2</sub> por kg, e a de vidro, 0,31 kg por kg [Massi; Luiz; Massi, 2019]. Além disso, a compostagem de 1 kg de resíduos orgânicos evita a emissão de aproximadamente 0,763 kg de CO<sub>2</sub> eq [Inácio; Bettio; Miller, 2010], valor que também pode ser considerado para as folhas secas pulverizadas. A reciclagem de óleo de cozinha usado para a produção de biodiesel compensa cerca de 2,35 kg de CO<sub>2</sub> eq por kg [Rodacoski, Oliveira e Andrade, 2014].

Por fim, o plantio de uma árvore é uma medida eficaz de sequestro de carbono, capaz de reduzir cerca de 140 kg de carbono ao longo de 20 anos [Lacerda *et al.*, 2009], ou seja, plantar e cuidar de uma árvore é equivalente a aproximadamente 140kg de créditos de carbono.

### 3 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada na EEEP Aderson Borges de Carvalho no mês de agosto de 2025. Do ponto de vista metodológico, com base em Prodanov e Freitas [2013], trata-se de uma pesquisa quantitativa, descritiva e aplicada.

Para alcance do objetivo específico 1, a revisão de literatura não delimitou tempo nem repositório específico e buscou informações em artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, sites de universidade e sites governamentais oficiais brasileiros. Desse modo, foi possível estabelecer a relação entre produtos, serviços ou ações com a pegada de carbono ou carbono equivalente de indivíduos, empresas ou instituições. Os dados pesquisados foram: quantidade de kg de CO<sub>2</sub> debitado ou creditado em relação a: kW de energia elétrica consumida, consumo de m<sup>3</sup> água, uso de veículos, consumo de GLP, consumo de produtos alimentícios, além do plantio de árvores, reciclagem de materiais e compostagem.

Para alcance do objetivo específico 2: um *prompt* principal com os dados de carbono equivalente coletados na revisão de literatura e descrição detalhada de cada parte do sistema foi construído para que a inteligência artificial Gemini 2.5 Flash com *Canvas* pudesse desenvolver o código com as linguagens HTML, CSS e JavaScript. Centenas de *prompts* menores foram usados para adequar o sistema às funcionalidades pretendidas e corrigir erros de codificação. O Supabase foi utilizado como banco de dados e o Vercel foi utilizado como meio de hospedagem.

Para o alcance do objetivo 3: os professores autores conferiram os cálculos feitos pela inteligência artificial codificadora e todas as demais funcionalidades foram testadas de forma independente por todos os autores de modo a validar o pleno funcionamento do sistema.

### 4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A experiência do usuário começa na Tela Inicial [Figura 1], que serve como o ponto central para navegação e autenticação. Nesta página, o usuário deve selecionar a escola específica da CREDE 19, bem como o ano e o semestre para os quais os dados serão geridos ou consultados. Essa etapa é crucial, pois define o contexto para todas as operações subsequentes. A tela também oferece três botões que servem como portais para as principais seções do sistema e, ainda, apresenta informações detalhadas sobre os desenvolvedores, reforçando o caráter colaborativo e educacional do projeto.

**Figura 1 - Tela inicial do Sistema**

**Figura 1 - Tela inicial do Sistema**

O primeiro botão destina-se ao uso exclusivo do “Gerente Ambiental”, função a ser criada pela CREDE. Para acessá-lo, é necessário inserir uma senha, garantindo a segurança dos dados. Ao entrar, o usuário é direcionado à Tela de Preenchimento de Dados (Figura 2). A primeira parte, Informações Iniciais, exibe o nome da escola, ano e semestre, e permite inserir a quantidade de alunos matriculados, dado essencial para o cálculo automático da quantidade de plástico descartado.

**Figura 2 - Tela de preenchimento de dados do gerente ambiental**

**Fonte:** Produzido pelos autores (2025).

A seção seguinte, "1. INFORMAÇÕES DO GERENTE AMBIENTAL E DO SERVIDOR/FUNCIONÁRIO DA ESCOLA" (Figura 3), é onde são registrados o nome e o cargo do funcionário da escola que forneceu os dados. Ele pode fazer uma assinatura digital para comprovação. O mesmo vale para o nome e assinatura do gerente ambiental. Há um campo para enviar uma foto do funcionário, permitindo visualizar a imagem, a data e a hora do envio e, se necessário, excluí-la.

**Figura 3:** Registros de assinatura e imagem para o cadastro de dados de pegada de carbono na unidade escolar.

Fonte: Produzido pelos autores (2025).

A seção "2. DÉBITO DE CARBONO" registra tudo o que faz a escola emitir gases poluentes, sendo dividida em subseções. A "2.1- CONTA DE ENERGIA E ÁGUA DA ESCOLA" permite inserir o consumo de eletricidade, gás e água. A "2.2- USO DE TRANSPORTES POR ESTUDANTES E FUNCIONÁRIOS" pede a quilometragem mensal de ônibus, carros e motos, com cálculos. A "2.3- ALIMENTAÇÃO ESCOLAR" registra o consumo de carne bovina, suína, frango e peixe. E a "2.4- LIXO PRODUZIDO" informa a quantidade de lixo orgânico, papel e plástico. Cada campo possui um ícone de informação que explica como o cálculo de débito de carbono é feito, com base em dados extraídos de Brasil (2025); Silva (2018); Alves (2018); Rupp e Lamberts (2017); Carvalho (2011); D'Agosto, Golçalves e Queiroz (2015); Ritche (2020); Taques, Silva e Pessoa (2015); Klippel (2015).

A seção "3. CRÉDITO DE CARBONO" é para registrar as ações que ajudam a reduzir a pegada de carbono, como o plantio de árvores, a compostagem, o uso de folhas secas, a reciclagem de papel e plástico e o óleo de cozinha reciclado. Da mesma forma que no débito, cada campo também possui um ícone de informação que explica como o cálculo de crédito de carbono é feito, com base em dados extraídos de Massi; Luiz; Massi (2019); Inácio; Bettio; Miller (2010); Rodacoski, Oliveira e Andrade (2014); Lacerda *et al.* (2009).

A seção "4. RESULTADOS DA PEGADA DE CARBONO" exhibe o débito total, o crédito total e a pegada final da escola, com um botão para recalcular.

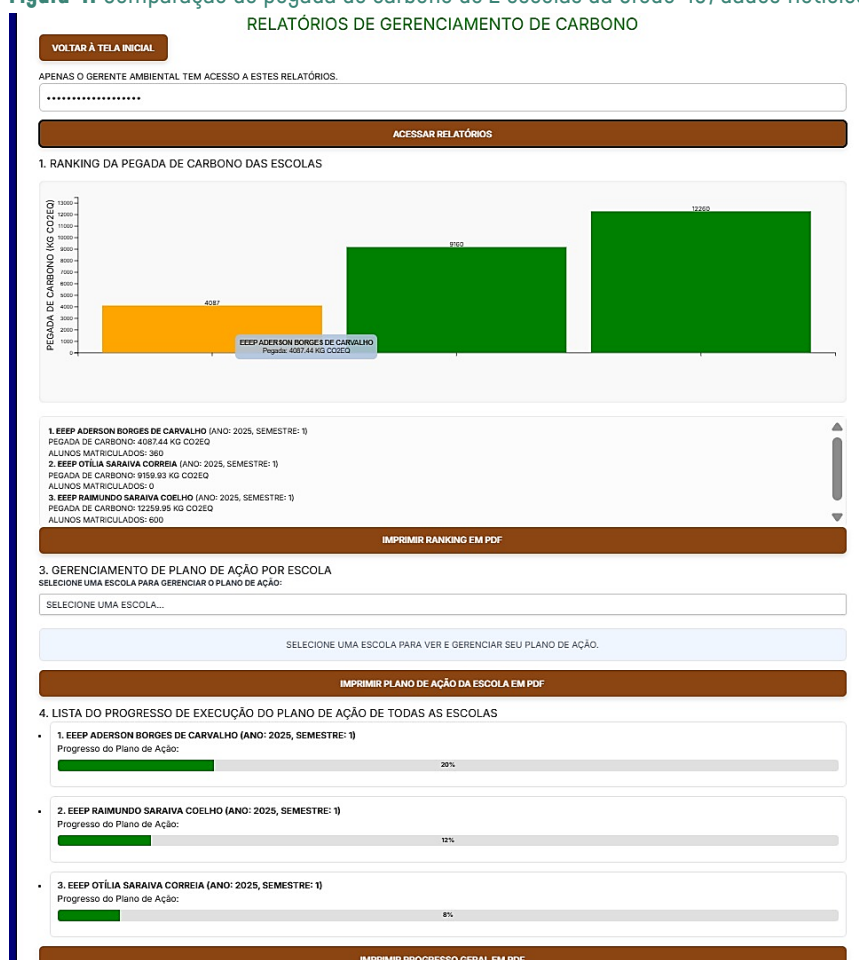
A seção "5. PLANO DE AÇÃO" é fundamental para o planejamento proativo, permitindo que a escola defina metas para reduzir suas emissões, sendo essas sugestões baseados nos referenciais utilizados na sessão

de crédito de carbono. Para cada ação, são apresentados campos para inserir a meta e o que já foi realizado, com uma barra de progresso visual. Por fim, a seção "6. PROJEÇÃO DE CRÉDITOS E PEGADA FINAL" mostra uma previsão dos créditos se as metas forem atingidas, além de uma sugestão de número de árvores para compensar o saldo restante.

O segundo botão da Tela Inicial serve para que a comunidade escolar consulte os dados de uma escola com segurança. O acesso é feito com o número INEP da escola como senha, e todos os campos de edição e botões de salvar são bloqueados. Além disso, um botão "IMPRIMIR DETALHAMENTO EM PDF" aparece, permitindo gerar um relatório.

O terceiro botão leva à Tela de Relatórios de Gerenciamento (Figura 4), que exige a senha do Gerente Ambiental. Nela, o gerente pode ver vários relatórios, como o "1. RANKING DA PEGADA DE CARBONO DAS ESCOLAS", que compara a pegada de todas as escolas em um gráfico, e o "3. GERENCIAMENTO DE PLANO DE AÇÃO POR ESCOLA", que permite visualizar o progresso de cada escola em detalhes. Adicionalmente, um botão flutuante chamado "REFERÊNCIAS" disponibiliza a lista completa das fontes científicas e técnicas usadas para os cálculos do sistema, garantindo transparência e confiabilidade.

**Figura 4:** Comparação de pegada de carbono de 2 escolas da Crede-19, dados fictícios.



Fonte: Produzido pelos autores (2025).

Por fim, verificou-se que o sistema possui arquitetura multiplataforma e design responsivo. Os testes práticos confirmaram seu pleno funcionamento em diferentes navegadores web via notebooks e desktops, além da adaptação fluida às versões atuais dos sistemas móveis Android e iOS. Essa versatilidade técnica garante amplo acesso e usabilidade à comunidade escolar.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa cumpriu com êxito seu objetivo geral ao desenvolver e validar um Sistema Integrado de Gerenciamento da Pegada de Carbono, respondendo diretamente à carência de mecanismos práticos para inventariar emissões no ambiente escolar da CREDE 19. A integração entre uma rigorosa revisão de literatura, que fundamentou as métricas de débitos e créditos, e o uso inovador da engenharia de prompt permitiu a criação de uma ferramenta tecnológica pioneira, funcional e cientificamente embasada.

Mais do que um simples instrumento de quantificação, o sistema consolidou-se como um recurso pedagógico estratégico para a educação ambiental. Ao viabilizar que as escolas calculem suas emissões, estipulem metas de redução no "Plano de Ação" e acompanhem seus progressos frente a um ranking comparativo, a plataforma transforma o desafio global das mudanças climáticas em uma práxis local e engajadora. Os testes independentes realizados atestaram a confiabilidade dos cálculos e a plena responsividade da aplicação em diferentes dispositivos, garantindo sua viabilidade técnica.

Com a ferramenta completamente validada, vislumbra-se sua implementação inicial nas escolas da CREDE 19 e, pelo seu alto grau de escalabilidade, a potencial adoção por toda a rede da Secretaria de Educação do Ceará. Contudo, destaca-se que o êxito tecnológico não atua sozinho; sua eficácia plena demandará engajamento coletivo e mobilização sociopolítica da comunidade escolar. Para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de estudos longitudinais voltados a mensurar o impacto real do uso contínuo do sistema na mitigação efetiva das emissões nas unidades de ensino.

## REFERÊNCIAS

ALVES, I. M. **Avaliação energética e ambiental do ciclo de vida de um sistema de abastecimento de água**. 2018. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2018.

BRASIL. [Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024]. Institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE). **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 161, n. 240, p. 4, 12 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Fator médio**: inventários corporativos. [Brasília, DF]: MCTI, [202-?]. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados-e-ferramentas/fatores-de-emissao>. Acesso em: 13 ago. 2025.

CARVALHO, C. H. R. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros**. Brasília, DF: Ipea, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/entities/publication/4461522e-dd50-4347-beb6-ed5d012f89f4/full>. Acesso em: 10 ago. 2025.

COPERNICUS. **Global Climate Highlights 2024**. [S. l.]: Copernicus, 2025. Disponível em: <https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2024>. Acesso em: 14 ago. 2025.

D'AGOSTO, M. A.; GONÇALVES, D. N. S.; QUEIROZ, R. C. **Comparativo de consumo de combustíveis entre ônibus equipados com aparelho de ar condicionado e ônibus convencionais**. Rio de Janeiro: Coppetec, 2015.

INÁCIO, C. T.; BETTIO, D. B.; MILLER, P. R. M. **O papel da compostagem de resíduos orgânicos urbanos na mitigação de emissão de metano**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. (Documentos, n. 127).

INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE [Universidade de São Paulo]. **Pegada de Carbono**: impactos, desafios e caminhos para um futuro sustentável. São Paulo: IEE USP, 2024. Disponível em: <https://www.iee.usp.br/noticia/pegada-de-carbono-impactos-desafios-e-caminhos-para-um-futuro-sustentavel/>. Acesso em: 10 ago. 2025.

KLIPPEL, A. S. **Gerenciamento de resíduos sólidos em escolas públicas**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso [Especialização em Gestão Ambiental em Municípios] – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

LACERDA, J. S. de *et al.* Estimativa da biomassa e carbono em áreas restauradas com plantio de essências nativas. **METRV**, Piracicaba, n. 5, nov. 2009.

MASSI, E. H. G.; LUIZ, L. A. C.; MASSI, C. G. Valoração ambiental da reciclagem para a redução de emissões de CO<sub>2</sub>. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, Curitiba, n. 19, p. 1-20, jul. 2019.

PAINEL NACIONAL DE INDICADORES AMBIENTAIS [Brasil]. **[Metadados Mudanças Climáticas]**. [Brasília, DF]: MMA, 2012. Disponível em: [https://antigo.mma.gov.br/pnia/Arquivos/Temas/Atmosfera\\_e\\_Mudancas\\_Climaticas\\_AMC/1\\_Mudancas\\_Climaticas/AMC\\_1\\_1/Metadado\\_AMC\\_1\\_1.pdf](https://antigo.mma.gov.br/pnia/Arquivos/Temas/Atmosfera_e_Mudancas_Climaticas_AMC/1_Mudancas_Climaticas/AMC_1_1/Metadado_AMC_1_1.pdf). Acesso em: 10 ago. 2025.

PEREIRA, Ana Carolina Costa. Produção de materiais didáticos manipulativos a partir de tratados matemáticos históricos: elo entre o LABMATEN e O GPEHM. **Revista Docentes**, [S. l.], v. 10, n. 37, p. 35-44, 2025.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. E-book.

RITCHIE, Hannah. You want to reduce the carbon footprint of your food? Focus on what you eat, not whether your food is local. **Our World in Data**, [S. l.], 2020. Disponível em: <https://archive.ourworldindata.org/20251125-173858/food-choice-vs-eating-local.html>. Acesso em: 13 ago. 2025.

RODACOSKI, J. L.; OLIVEIRA, D.; ANDRADE, C. F. S. Reciclagem do óleo de cozinha usado na Costa Verde do Rio de Janeiro – emissões evitadas. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 79-86, dez. 2014.

RUPP, R. F.; LAMBERTS, R. **Relatório**: Fatores de conversão de energia elétrica e térmica em energia primária e em emissões de dióxido de carbono a serem usados na etiquetagem de nível de eficiência energética de edificações. Florianópolis: CB3E/UFSC, 2017.

SILVA, L. C. **Estimativa da emissão de gases do efeito estufa do sistema de abastecimento de água de Caruaru**. 2018. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso [Graduação em Engenharia Civil] – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2018.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Plataforma SEEG**. [S. l.]: SEEG, 2023. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/>. Acesso em: 13 ago. 2025.

TAQUES, R. L. S.; SILVA, S. V.; PESSOA, S. G. Emissões de CO<sub>2</sub> por resíduos gerados em parque urbano. **Connection Line**: Revista Eletrônica do Univag, [Várzea Grande, MT], n. 12, 2015. DOI: 10.18312/connectionline.v0i12.197.

# DO LIXO AO RECURSO PEDAGÓGICO: biopolímeros de resíduos orgânicos na função de apagadores sustentáveis

*FROM GARBAGE TO EDUCATIONAL RESOURCES: organic waste biopolymers in the function of sustainable erasers*

Antônio Luigi Gomes Duarte de Sousa <sup>1</sup>  
Jocelyne Maria Ventura Silva <sup>2</sup>  
Willian de Souza Verçosa <sup>3</sup>  
Larissa M. A. V. Sousa <sup>4</sup>

## Resumo:

Esta pesquisa busca soluções sustentáveis para o descarte inadequado de resíduos sólidos urbanos, materiais que são tema da emergência climática atual. A pesquisa, desenvolvida com alunos e profissionais do CEJA João Ricardo da Silveira, escola localizada na cidade de Quixadá-CE, fundamentou-se, principalmente, nas obras de Fonseca [2024], Mendes [2022] e Sousa [2024]. Seu objetivo é produzir, a partir dos resíduos orgânicos, alternativas sustentáveis com aplicações práticas no ambiente escolar, dando enfoque na construção de biopolímeros com fins utilitários para materiais didáticos. Com abordagem qualitativa, foram realizadas ações como: oficinas e produção de biopolímeros de resíduos orgânicos com análises e testagens comparativas em laboratório e sala de aula. Surgiram como resultado da pesquisa protótipos de apagadores com refil sustentável e um espaço de descarte adequado para resíduos orgânicos. Nesse sentido, a pesquisa colabora de forma sustentável no aspecto ambiental, econômico e pedagógico.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Biopolímero; Apagadores.

## Abstract:

*This research seeks sustainable solutions for the inadequate disposal of urban solid waste, materials that are central to the current climate emergency. The study, developed with students and professionals from CEJA João Ricardo da Silveira, a school located in the city of Quixadá-CE, was mainly based on the works of Fonseca [2024], Mendes [2022], and Sousa [2024]. Its objective is to produce, from organic waste, sustainable alternatives with practical applications in the school environment, focusing on the construction of biopolymers with utilitarian purposes for teaching materials. With a qualitative approach, actions were carried out such as: workshops and the production of biopolymers from organic waste, along with comparative analyses and testing in the laboratory and classroom. The research resulted in prototypes of erasers with sustainable refills and an appropriate disposal space for organic waste. In this sense, the research contributes sustainably to environmental, economic, and pedagogical aspects.*

**Keywords:** Sustainability; Biopolymer; Erasers.

1. Estudante da 3ª série do ensino médio no CEJA João Ricardo da Silveira.

2. Estudante da 3ª série do ensino médio no CEJA João Ricardo da Silveira.

3. Mestre em Ensino de Física pelo programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física [MNPEF] da Universidade Estadual do Ceará [UECE]. Professor de Física e Laboratório Educacional de Ciências no CEJA João Ricardo da Silveira. Email willian.vercosa@prof.ce.gov.br.

4. Licenciada em Biologia pela Universidade Estadual do Ceará [UECE]. Professora de Biologia no CEJA João Ricardo da Silveira.

## 1 INTRODUÇÃO

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) quando descartados de forma inadequada podem gerar diversos impactos ambientais e sociais, apresentando-se como um dos principais problemas da sociedade atual (Fonseca, 2024, p.2-3). Em conformidade, Mendes (2022, p.77) destaca a importância de atitudes corretas quanto aos descartes de resíduos, principalmente, para os plásticos com derivação oriunda do petróleo, que possuem alto potencial de poluição em ecossistemas, demorando até centenas de anos para se decomporem na natureza.

Segundo Fernandes (2024, p. 4), os resíduos orgânicos são responsáveis pela metade do volume total de materiais que são destinados aos lixões, portanto, precisam ser criadas alternativas viáveis embasadas no aproveitamento destes materiais. O autor destaca que se realizada a coleta seletiva adequada, pode-se ter custo evitado no manejo desses resíduos para lixões ou aterros, possuindo assim valoração econômica e ambiental. Em paralelo, Silva (2024, p.14) relata que os plásticos de origem petrolífera, por causarem vários danos ambientais devido seu tempo elevado de degradação, também precisam de soluções sustentáveis.

Neste tocante, conforme Mendes (2022, p. 77), os biopolímeros surgem como alternativa viável para o reaproveitamento de resíduos e o desenvolvimento de novos materiais sustentáveis, que com o tempo, podem se decompor naturalmente com potencial não agressor ao meio ambiente. Segundo Silva (2024, p. 24) estes biopolímeros além de possuírem componentes naturais, favorecem um ciclo de vida mais sustentável devido ao seu baixo tempo de degradação.

Dado o contexto dos problemas ambientais causados pelos descartes inadequados de resíduos orgânicos e dos plásticos derivados do petróleo, é urgente que se tomem ações que favoreçam melhores formas de reaproveitamento destes materiais, que são assuntos da emergência climática atual. Dessa forma, junto as pesquisas e ao serem presenciados descartes inadequados de resíduos orgânicos e produtos plásticos no ambiente escolar, nasceu a pergunta norteadora desta pesquisa: De que maneira a produção de biopolímeros poderia auxiliar o desenvolvimento sustentável, otimizando o uso de resíduos orgânicos na produção de materiais pedagógicos?

Dessa maneira foram elaborados os objetivos da pesquisa, sendo o geral: Produzir, a partir dos resíduos orgânicos, alternativas sustentáveis com aplicações práticas no ambiente escolar, focadas na construção de biopolímeros com fins utilitários para materiais didáticos; e os específicos: Reutilizar e/ou reciclar resíduos orgânicos no ambiente escolar; Produzir variados tipos de bioplásticos, testá-los e compará-los com outros materiais em aplicações didáticas.

Em busca de soluções para os objetivos e a problemática da pesquisa, produziu-se variados tipos de biopolímeros com proporções diferentes utilizando materiais que já possuem costume de serem rejeitados como: cascas de bananas, de laranja, de batata inglesa, de ovo e caroço de abacate, com a finalidade de serem utilizados de alguma forma na própria escola. Assim, desenvolveu-se um material consistente com aplicabilidade no âmbito didático escolar, que tem função de apagar quadros brancos.

Neste contexto, averiguou-se que os apagadores de quadros da escola são fabricados de plásticos e feltros sintéticos e que são descartados completamente assim que o feltro perde sua função. Daí surgiu a ideia

de explorar estes materiais na produção de apagadores de quadros com feltros sustentáveis, por meio de "2R's" importantes, conforme a política dos 5R's (Sanabria, 2024, p.3), a reutilização e a reciclagem.

A reutilização citada acontece a partir do plástico, a base do apagador, pois esta já seria destinada para a reciclagem convencional. Já a reciclagem, se dá por meio da transformação dos resíduos orgânicos em biopolímeros, que servirão como substitutos do feltro sintético, sendo estes utilizados como "refil" dos apagadores sustentáveis.

O produto desta pesquisa contribuiu para a educação ambiental no ambiente escolar, pois materiais antes rejeitados, foram e podem ser reutilizados e/ou reciclados, favorecendo a sustentabilidade na escola e a sua ação pedagógica.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os RSU, popularmente conhecidos de forma vulgar como lixo, são produtos que comumente são eliminados por serem considerados inconvenientes sem levar em consideração seus potenciais de reciclagem e reutilização. Os resíduos orgânicos quando não separados por meio de coleta seletiva dos outros RSU, além do potencial poluente que possuem, dificultam o processo de reciclagem de materiais (Fonseca, 2024, p. 2-3).

Os crescentes descartes inadequados de RSU favorecem o surgimento de vetores transmissíveis de doenças e degradação do solo. Se realizados em lixões, unidos, principalmente, a resíduos orgânicos, podem ocasionar o surgimento de chorume. O chorume é um líquido altamente tóxico que pode contaminar os lençóis freáticos do solo e emitir na atmosfera gases poluentes, como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e metano (CH<sub>4</sub>), que contribuem para o desenvolvimento acelerado do efeito estufa (Bezerra, 2024, p. 2-3).

Os polímeros derivados do petróleo, usualmente chamados de plásticos, trouxeram para a sociedade grandes avanços e comodidades, mas sua usabilidade exagerada vem causando problemas ambientais e sociais, sendo estes um dos RSU mais poluentes atualmente. Estes materiais podem comprometer o solo, as águas e a saúde humana quando descartados de forma inconsequente, pois sua degradação natural pode chegar até 500 anos. Uma das alternativas como potencial substituto destes materiais são os bioplásticos, uma das aplicações dos biopolímeros (Fernandes, 2019, p. 2).

Segundo Silva (2024, p. 24), bioplásticos, que são uma derivação dos biopolímeros, são polímeros encontrados a partir de matérias-primas da natureza obtidas principalmente da biomassa vegetal, diferentemente dos plásticos sintéticos que possuem origem da derivação do petróleo e de transformações químicas envolvidas em seus processos de construção. Por possuírem características de reutilização e reciclagem, conforme Sanabria (2024, p. 3), estão em consonância com a política de preservação ambiental dos 5 R's da sustentabilidade.

Segundo a European Bioplastics, um material plástico é classificado como bioplástico quando possui base biológica, é biodegradável, ou apresenta ambas as características. No caso de ser de base biológica, o termo implica que o material ou produto é, pelo menos parcialmente, derivado de biomassa, como milho, cana-de-açúcar ou celulose. A biomassa utilizada na produção de bioplásticos provém de fontes vegetais. A biodegradação, por sua vez, é um processo químico no qual microrganismos presentes no ambiente convertem os materiais em substâncias naturais,

como água, dióxido de carbono e compostos, sem a necessidade de aditivos artificiais. Vale ressaltar que a eficácia desse processo está sujeita às condições ambientais, como localização e temperatura, além das características específicas do material e sua aplicação. (SILVA, 2024, p. 25)

O amido (polissacarídeo natural composto por amilose e amilopectina) é um polímero vegetal encontrado em cereais, raízes e tubérculos, que, em conjunto de alguns resíduos orgânicos, contribui para a produção de bioplásticos. A amilose favorece a construção de filmes fortes e flexíveis, enquanto a amilopectina proporciona baixa resistência à flexibilidade. Para solucionar problemas na elaboração de materiais quebradiços, surgem os plastificantes, que quando unidos ao amido em temperaturas elevadas, possibilitam a deformação ideal para o material seguindo proporções adequadas (Sousa, 2024, p. 18-19).

Conforme Sousa (2024, p. 20), o método *casting* pode ser utilizado para construção de biopolímeros, para isso, são necessários três componentes: um agente para formação de filme, um plastificante e um solvente. Esta metodologia, que utiliza processo térmico, segundo a autora: "consiste em dissolver o amido em um solvente e depois colocá-lo sobre um suporte para que o solvente evapore. Isso resulta na formação de uma matriz contínua que dá origem aos filmes." (SOUSA, 2024, p. 20).

Destaca-se que os biopolímeros produzidos nas pesquisas dos trabalhos abordados neste referencial teórico focam na produção para setor industrial, na conservação de alimentos ou vislumbram aplicações futuras não especificadas. O que está em conformidade com o levantamento bibliográfico realizado por Melo (2025), onde não foram encontradas pesquisas com viés para produção de materiais didáticos. Dessa forma, o produto desta pesquisa torna-se inovador, pois não foram encontradas fontes que utilizassem os biopolímeros em funções didáticas.

### 3 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi desenvolvida com estudantes e profissionais do CEJA João Ricardo da Silveira em Quixadá-CE. O referencial teórico estrutural foi obtido nas seguintes plataformas: *Google Acadêmico* e *SciELO*. As buscas consistiram nos temas: impactos causados por RSU e suas formas de reaproveitamento, política dos 5R's da sustentabilidade e processos produtivos de bioplásticos.

As principais obras selecionadas foram: Síntese dos bioplásticos a partir do amido de batata inglesa, 2024, Maria Jânia de Queiroga Sousa; Impactos ambientais de resíduos sólidos urbanos, 2024, Jordânia Passos Fonseca; Aperfeiçoamento de utensílios descartáveis a partir do bioplástico, 2022, Edisley Mayra dos Santos Mendes.

Elaborou-se o escopo de ações desenvolvido de forma qualitativa e quantitativa, pois, conforme Mineiro (2022, p. 207), a pesquisa qualitativa pode consistir em uma abordagem de investigação, e a quantitativa foca no controle de dados.

De posse do referencial teórico, foram produzidos, inicialmente, variados biopolímeros no laboratório de ciências da escola, com foco específico nos resíduos: casca de banana e caroço de abacate. Em seguida, realizou-se uma oficina na escola, com vários alunos, dividida em dois momentos, uma para socializar a pesquisa no ambiente escolar e iniciar a produção dos biopolímeros, e a outra, para reproduzir e ampliar o número de biopolímeros.

Utilizou-se o método *casting*, visto na fundamentação teórica, para a construção de todos biopolímeros, conforme Tabela 1:

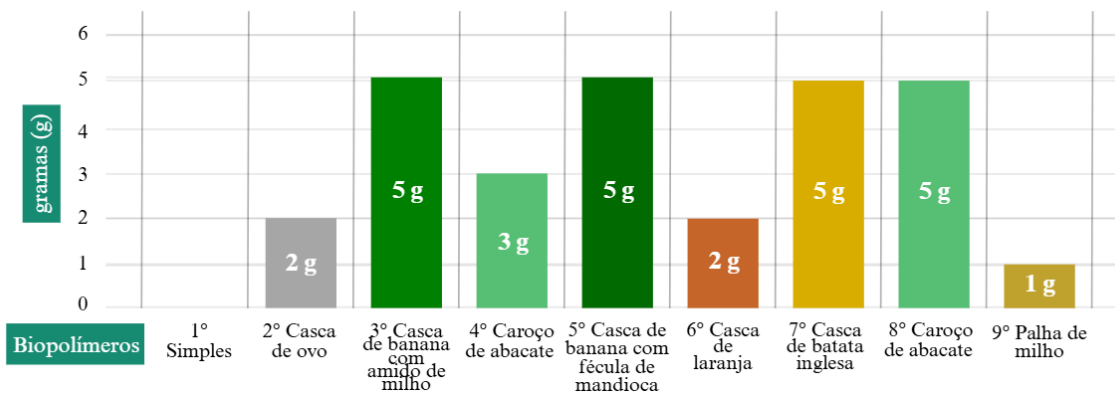
**Tabela 1 - Método *casting***

<b>MÉTODO <i>CASTING</i> PARA PRODUÇÃO DE BIOPOLÍMEROS</b>
1. Solubilizar a biomassa com água através de um processador por 2 minutos;
2. Misturar todos componentes da fórmula;
3. Aquecer a mistura em fogo médio por 3 minutos;
4. Adequar os biopolímeros a forma desejada;
5. Descanso sob condições normais de temperatura e pressão (em laboratório) com tempo de secagem de 7 a 15 dias.

Fonte: Autores [2025]

Nas misturas, todos biopolímeros obedeceram a seguinte fórmula proporcional: 2,5g de amido ou fécula de mandioca, 15 ml de água de torneira, 2 ml de glicerina e 2 ml de vinagre de álcool. O biopolímero tipo "simples" não possuiu acréscimo de resíduos, os demais, estão representados no Gráfico 1 com seus nomes conforme material e massa adicionada às misturas, e em ordem cronológica, de acordo com sua produção e quantidade:

**Gráfico 1 - Proporção de resíduos nas misturas**



Fonte: Autores [2025].

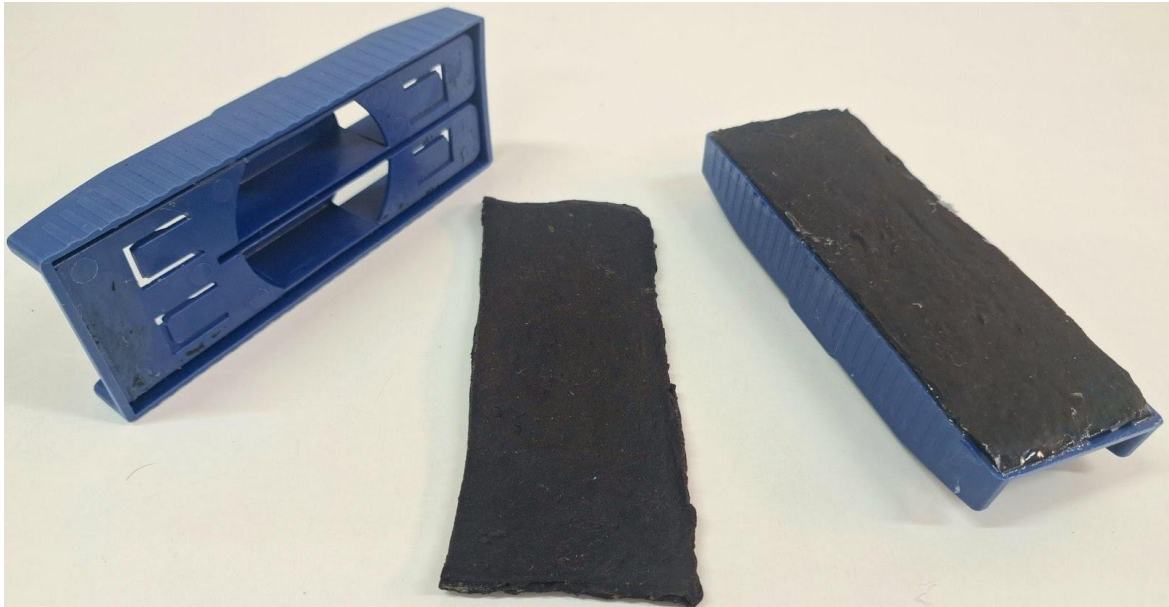
Produzidas as amostras dos biopolímeros citados no gráfico 1, foram realizados testes para verificar a absorção de água desses materiais, verificação do tempo de criação de fungos e os testes na função de refil dos apagadores de quadro. Dentre elas, as amostras compostas por casca de bananas e caroço de abacate melhor se adequaram à função de apagador de quadros, tornando-se, a partir daquele momento, o foco da pesquisa.

Os testes para verificar a absorção de água, por parte dos biopolímeros, foram realizados durante um mês, tendo resultados dos quantitativos percentuais das amostras em três momentos. A análise realizou-se a partir da imersão total das amostras em água, contida em béqueres, e pesagem dos materiais, em balança de precisão, ao final de 24 horas, três dias e trinta dias.

A análise da reprodução de micro-organismos nos materiais aconteceu por meio da verificação da proliferação notoriamente visual, notados o início do aparecimento dos bolores de fungos filamentosos, eram anotados os períodos no caderno de campo da pesquisa.

Para construir o protótipo do apagador sustentável, reutilizou-se a estrutura plástica de apagadores convencionais da própria escola (que seriam descartados) para servir de suporte manual, sendo a estes colados, com cola isopor, as amostras de biopolímeros para realizar a função desejada.

**Figura 1** - Apagadores sustentáveis obtidos de cascas de bananas e plástico descartável



Fonte: Autores [2025]

Para verificar o rendimento dos apagadores sustentáveis, comparou-se o mesmo com um apagador novo de feltro sintético. Os testes nos dois modelos tiveram como objetivo determinar o tempo que esses apagadores realizavam suas funções de forma adequada. Ao final dos dias, os apagadores sustentáveis eram lavados em água corrente com detergente para retirar os excessos acumulados para serem reutilizados no dia seguinte.

#### **4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Os resultados da pesquisa foram obtidos a partir de testes realizados em laboratório com condições normais de temperatura e pressão. Analisou-se os nove tipos de biopolímeros produzidos considerando suas variações e aplicabilidades, conforme descrito na Tabela 2.

**Tabela 2 - Testes dos biopolímeros produzidos**

TIPOS DE BIOPOLÍMERO	Simples	Casca de ovo	Casca de banana com amido	Caroço de abacate (Os dois tipos)	Casca de banana com fécula	Casca de laranja	Casca de batata inglesa	Palha de milho
Consistência	Gelatinosa	Quebradiça	Emborrachada e leve maleabilidade	Quebradiça e fibrosa	Plástica / emborrachada e maleá-vel	Plástica / emborrachada e pouco maleá-vel	Emborrachada e leve maleabilidade	Fibrosa
Função de apagador	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Tempo para perda de forma ou rachaduras	30 dias	Após secagem	90 dias	Após secagem	Não alterou	Não alterou	15 dias	Após secagem
Lavável	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Início da proliferação de fungos	40 dias	40 dias	20 dias	15 dias	30 dias	40 dias	7 dias	40 dias

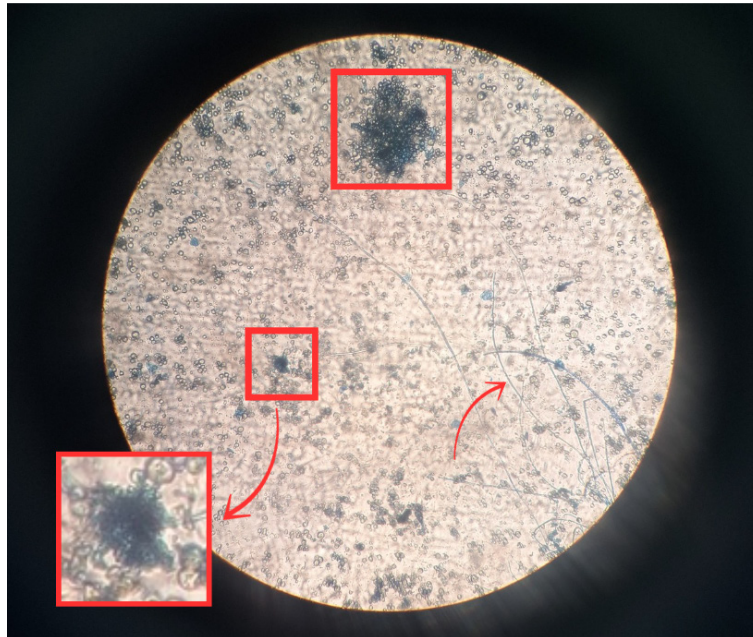
Fonte: Autores [2025]

**Figura 2 - Amostras de biopolímeros produzidos**



Fonte: Autores [2025]

Durante os testes observou-se que os biopolímeros proliferaram microrganismos decompositores, em especial no de caroço de abacate. Em análise microscópica, identificou-se que estes se tratavam de bolor. Segundo Mendes [2024, p. 36], bolor é um processo biodegenerativo de materiais ocasionado por fungos filamentosos. O fungo pode ser observado conforme Figura 3.

**Figura 3** - Fungo obtido nos biopolímeros visto em microscópio

Fonte: Autores [2025]

Para os testes de absorção de água foram utilizadas amostras com 1,5g de cada biopolímero. Cada amostra foi imersa em béquer contendo água. Os gramas acrescidos na massa dos biopolímeros demonstram que houve absorção, dada proporção conforme Tabela 3.

**Tabela 3** - Absorção de água

PERÍODO IMERSO (Dias)	BIOPOLÍMEROS			
	Casca de banana com amido  (Total de gramas)	% de absorção	Caroço de abacate (1° tipo - 5g)  (Total de gramas)	% de absorção
1	1,9	26,6	2,1	40,0
3	1,9	26,6	2,1	40,0
30	2,2	46,6	Desintegrou	-

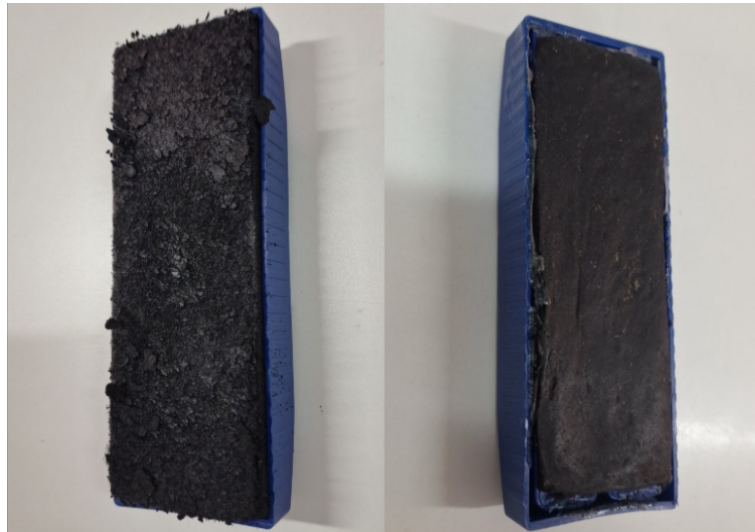
Fonte: Autores [2025]

Com o objetivo de identificar quais dos biopolímeros eram mais adequados à função de apagador de quadros, testou-se cada um dos protótipos. Os que atingiram os melhores resultados foram os obtidos da casca de banana, unidos ao amido de milho ou à fécula de mandioca nas preparações, sendo este último, o mais eficiente.

Dada a eficiência do biopolímero de casca de banana com fécula, iniciou-se a produção de refis para apagadores. Em seguida, realizou-se testes comparativos entre o apagador sustentável e o convencional durante 30 dias de forma contínua ao longo das aulas. O sustentável era lavado em água corrente com detergente no período noturno para tirar o excesso de tinta acumulado e, no dia seguinte, já estava apto para o uso, diferentemente do que acontece com os apagadores com feltro sintético, que se lavados, danificam ou demoram mais tempo para secar.

Ao final do período, no quesito durabilidade, o sustentável preservou sua função, mas seu tamanho começou a diminuir notoriamente no 15º dia, chegando ao 30º com espessura mais fina e meio centímetro menor em relação ao seu comprimento inicial do teste. No convencional, criou-se crostas de tintas, fato que prejudicou sua função, deixando os quadros manchados após as limpezas. O custo de produção de um apagador sustentável foi de aproximadamente R\$ 0,66 em julho de 2025, considerando proporcionalmente os preços da fécula e glicerina, sendo ainda menor em comparação aos convencionais comprados pela escola, que possuíam custo médio de R\$ 7,00.

**Figura 4 - Comparativo após 30 dias**



Fonte: Autores (2025)

Salienta-se, que no decorrer da pesquisa, os resíduos que não eram aproveitados na produção dos biopolímeros, continuavam a ser descartados de forma irregular, e para buscar solucionar esta lacuna, produziu-se uma composteira para descartá-los de forma conveniente.

**Figura 5 - Espaço para destinação adequada dos resíduos orgânicos**



Fonte: Autores (2025)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa, fundamentada na reutilização e reciclagem de materiais que seriam descartados por serem tratados como lixo, atingiu seu objetivo geral com a construção de alternativas sustentáveis práticas para o uso pedagógico, como a produção de apagadores sustentáveis compostos por base plástica de apagadores já utilizados na escola e "refis" produzidos a partir de biopolímeros obtidos da casca de banana e fécula de mandioca, cujo custo total unitário estimado do material foi de R\$ 0,66.

O apagador pode ser vantajoso no aspecto econômico, devido à diferença de preço; sustentável, por ser desenvolvido através dos resíduos orgânicos; e pedagógico, por atender a função com o passar do tempo de uso. Neste sentido, o produto pode colaborar no aspecto econômico, ambiental e pedagógico.

O presente trabalho proporciona futuras pesquisas com biopolímeros buscando novas aplicabilidades. Pequenas ações, se multiplicadas, podem agregar valor ao planeta. Faça a diferença por um mundo mais sustentável!

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, Emily Gonçalves Santos; PILATTI, Maria Clara; MEDEIROS, Gabriela. Técnicas de logística reversa do chorume de aterro sanitário como medida de controle de contaminação e impacto à saúde: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Educação e Inovação da Univel (REBEIS)**, Cascavel, v. 1, n. 7, p. 1-15, 2024. Disponível em: <https://periodicos.univel.br/ojs/index.php/rebeis/article/view/399>. Acesso em: 24 mar. 2025.

FERNANDES, Ailson da *Silva et al.* Análise do custo economizado através do manejo sustentável de resíduos orgânicos em Jaranápolis: uma abordagem para a gestão sustentável de resíduos sólidos. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, Málaga, v. 16, n. 4, p. e3870, 2024. Disponível em: <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/3870>. Acesso em: 25 mar. 2025.

FERNANDES, Cícera Romana J. S. *et al.* Produção de bioplástico a partir da utilização de polímeros naturais. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 7., 2019, Montes Claros. **Anais [...]**. Montes Claros: Faculdade Santo Agostinho - FASA, 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/32135>. Acesso em: 26 mar. 2025.

FONSECA, Jordânia Passos; OLIVEIRA, Larissa Pereira de; LEITE, Mariana Vieira. Impactos ambientais de resíduos sólidos urbanos. **REVISTA DELOS**, Málaga, v. 17, n. 62, p. e3292, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/3292>. Acesso em: 30 mar. 2025.

MELO, Silvana de Neves *et al.* Filmes biodegradáveis elaborados a partir de amido de mandioca: uma análise das inovações sustentáveis. **ARACÊ**, Fortaleza, v. 7, n. 1, p. 4355-4372, 2025. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/download/3081/3820/11583>. Acesso em: 24 mar. 2025.

MENDES, Anna Clara Peres Porto *et al.* **Embalagens biodegradáveis para fast-food produzidas por meio do pseudocaule da Musa spp.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Meio Ambiente) – Escola Técnica Estadual “Cônego José Bento”, Jacareí, 2024. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/download/3081/3820/11583>. Acesso em: 24 mar. 2025.

MENDES, Edisley Mayra *et al.* Aperfeiçoamento de utensílios descartáveis a partir do bioplástico. **Revista Ceará Científico**, Sobral, v. 1, n. 1, p. 76-82, 2022. Disponível em: <https://periodicos.seduc.ce.gov.br/cearacientifico/article/view/642>. Acesso em: 27 mar. 2025.

MINEIRO, Márcia; SILVA, Mara A. Alves da; FERREIRA, Lúcia Gracia. Pesquisa qualitativa e quantitativa: imbricação de múltiplos e complexos fatores das abordagens investigativas. **Revista Momento – diálogos em educação**, Rio Grande, v. 31, n. 3, p. 201-218, set./dez. 2022. DOI: <https://doi.org/10.14295/momento.v31i03.14538>.

SANABRIA, Alison De Oliveira; PEREIRA, Ademir de Souza; FIORUCCI, Antonio Rogério. Identificação das atitudes ambientais de estudantes do ensino médio de Itaquiraí-MS por meio do pentáculo ambiental. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SAÚDE, 2024, Dourados. **Anais [...]**. Dourados: UEMS, 2024.

SILVA, Sandy Chaves da. **Bioplásticos à base de pectina e extrato de bagaço de malte**: uma abordagem circular para o setor agroindustrial - desenvolvimento, caracterização, prospecção tecnológica e estado da arte. 2024. 118 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade de Brasília, Brasília, 2024. Disponível em: <http://repositorio2.unb.br/handle/10482/51618?locale=es>. Acesso em: 27 mar. 2025.

SOUSA, Maria Jânia De Queiroga. **Síntese do bioplástico a partir do amido de batata inglesa**: uma proposta de experimento para o ensino de química. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Sousa, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/3909>. Acesso em: 28 mar. 2025.

# PROGEL: cicatrizante da própolis da Abelha Manduri no sertão de Salitre (CE) – um plano medicinal e agroflorestal

*PROGEL: a healing agent made from Manduri bee propolis in the backlands of Salitre (CE) – a medicinal and agroforestry plan.*

José Cleilton da Silva Nascimento <sup>1</sup>  
Maria Bianca Carvalho Santos <sup>2</sup>  
Cristiano Oliveira de Negreiros <sup>3</sup>

## Resumo:

O projeto ProGel: Cicatrizante da Própolis da Abelha Manduri no Sertão de Salitre (CE) – Um Plano Medicinal e Agroflorestal caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de natureza experimental, interdisciplinar e socioambiental, desenvolvida por estudantes e professores da Escola Municipal Francisco Clementino de Alencar. A iniciativa tem como foco principal o desenvolvimento de um gel cicatrizante natural, utilizando como base a própolis da abelha Manduri (*Melipona Marginata*), uma espécie nativa sem ferrão amplamente encontrada na região de Salitre-CE. Essa própolis possui propriedades medicinais reconhecidas, com ação cicatrizante, anti-inflamatória, antifúngica e antibacteriana. A metodologia adotada fundamenta-se em referências teóricas publicadas e na pesquisa participativa, promovendo o protagonismo estudantil em todas as etapas do processo de investigação. Em seguida, ocorreu a etapa de pesquisa bibliográfica, levantamento de conhecimentos tradicionais presentes na comunidade, mapeamentos de áreas, instalação de ninhos ecológicos, observação das colmeias, coleta responsável da própolis e análise das propriedades terapêuticas da substância. O projeto promove a articulação entre ciência, saúde e meio ambiente, com ênfase na valorização da

## Abstract:

*The ProGel project: Healing Propolis from the Manduri Bee in the Sertão of Salitre (CE) – A Medicinal and Agroforestry Plan – is characterized as applied research of an experimental, interdisciplinary, and socio-environmental nature, developed by students and teachers from the Francisco Clementino de Alencar Municipal School. The initiative focuses on the development of a natural healing gel, using propolis from the Manduri bee (*Melipona Marginata*), a native stingless bee species widely found in the Salitre-CE region. This propolis has recognized medicinal properties, with healing, anti-inflammatory, antifungal, and antibacterial action. The methodology adopted is based on published theoretical references and participatory research, promoting student protagonism in all stages of the investigation process. The research phase included bibliographic research, surveying traditional knowledge present in the community, mapping areas, installing ecological nests, observing beehives, responsibly collecting propolis, and analyzing the therapeutic properties of the substance. The project promotes the connection between science, health, and the environment, with an emphasis on valuing local biodiversity and preserving native bees, which are essential for pollination and the balance of*

1. Estudante de Ensino Fundamental na EMEIFTI Francisco Clementino de Alencar. Email: cleiltonsilva2012jose@gmail.com

2. Estudante de Ensino Fundamental na EMEIFTI Francisco Clementino de Alencar. Email: mariabiancacarvalho723@gmail.com

3. Graduado em Pedagogia. Graduando em Engenharia Agrônômica. Professor na EMEIFTI Francisco Clementino de Alencar. Email: cristianonegreiros9@gmail.com

biodiversidade local e na preservação das abelhas nativas, essenciais para a polinização e o equilíbrio dos ecossistemas. Além disso, o ProGel estimula a prática da meliponicultura e integra ações agroflorestais como estratégias sustentáveis de educação ambiental e preservação das abelhas nativas.

**Palavras-chave:** Meliponicultura. Bioativos. Educação científica.

*ecosystems. Furthermore, ProGel encourages the practice of meliponiculture (stingless beekeeping) and integrates agroforestry actions as sustainable strategies for environmental education and the preservation of native bees.*

**Keywords:** Meliponiculture. Bioactives. Scientific education.

## 1 INTRODUÇÃO

A medicina popular sempre utilizou produtos naturais como aliados no tratamento de feridas e enfermidades (ARAÚJO *et al.*, 2015). A própolis é uma substância resinosa produzida por abelhas a partir da coleta de exsudados de plantas, os quais, ao serem mastigados e processados pelas enzimas presentes na saliva das abelhas, passam por transformações bioquímicas (MARIANO, 2014). Ela se destaca na região nordeste por seu uso no auxílio ao tratamento de diversas doenças, incluindo problemas cardiovasculares, diabetes, câncer e processos inflamatórios (PEREIRA, 2015). Através de suas propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, antioxidantes e cicatrizantes, a própolis tem sido amplamente estudada pela comunidade científica e farmacêutica, despertando crescente interesse quanto ao seu potencial terapêutico em diferentes formas de aplicação.

Segundo Coelho (2013, p. 5), "dos principais componentes da própolis, cerca de 50% do seu peso é constituído por resinas, 30% do peso bruto por ceras, 5% por pólen e os óleos essenciais variam entre 0,5% e 5%", possuindo substância variável em sua composição química, dependendo da espécie de abelha produtora, flora disponível na região e condições ambientais. Entre as finalidades das variedades existentes, destaca-se o caso da abelha Manduri (*Melipona Marginata*), uma abelha sem ferrão nativa do semiárido brasileiro. Existente na cidade de Salitre, no interior do Ceará, a abelha Manduri produz uma própolis rica em compostos bioativos.

Nesse contexto, considerando a redução crescente das colônias de abelhas nativas e a necessidade de valorização de recursos naturais sustentáveis, busca-se responder à seguinte problemática: como a própolis da abelha Manduri (*Melipona marginata*) pode contribuir para o desenvolvimento de um gel cicatrizante natural associado à preservação ambiental, à valorização da biodiversidade local e à promoção da meliponicultura no sertão de Salitre-CE?

Diante desse cenário, o presente projeto consiste em desenvolver um gel cicatrizante natural a partir do extrato de própolis da Abelha Manduri (*Melipona Marginata*), integrando ciência, saúde e sustentabilidade, unindo saberes tradicionais aos avanços da ciência moderna, de modo a valorizar a biodiversidade local e promover a conservação das abelhas nativas no contexto agroflorestal do sertão de Salitre-CE.

A proposta visa evidenciar a importância ecológica dessa espécie, estudar as propriedades medicinais da própolis, capacitar alunos e professores em técnicas de extração e formulação de produtos naturais e

valorizar a biodiversidade da Caatinga, fomentando a meliponicultura, práticas agroflorestais e preservação das espécies.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As abelhas fazem parte da ordem *Hymenoptera*<sup>4</sup> e são fundamentais para a polinização das plantas com flores, contribuindo para a manutenção de milhares de ecossistemas e a garantia da diversidade de espécies vegetais (Kerr *et al.*, 1996). As espécies mais comuns de abelhas no Brasil são a *Melipona marginata*, popularmente conhecida como o Manduri, *Melipona quadrifasciata* conhecida como Mandaçaia e *Tetragonisca angustula* que é popularmente chamada de Jataí. Além do mel, as abelhas também produzem geoprópolis, uma substância semelhante à própolis comum, mas que depende da espécie produtora e pode conter partículas de terra e/ou barro em sua composição (NUNES *et al.*, 2013).

De acordo com o professor Dr. José Benedito Parrella Balestieri, da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), que há mais de 30 anos estuda espécies de abelhas sem ferrão, está cada vez mais difícil encontrar colônias da abelha Manduri. A redução populacional dessa espécie tem preocupado pesquisadores e ambientalistas, pois ela desempenha um papel fundamental na polinização de ecossistemas nativos e na manutenção da biodiversidade (FUNDECT, 2014).

Tendo em vista o número reduzido da população dessas espécies, o ProGel realizou pesquisas por meio de mapeamento de áreas e implantação de ninhos ecológicos na região do sertão de Salitre – CE. Foram investigadas algumas espécies de abelhas e realizado um estudo fundamentado em textos e artigos científicos já publicados acerca das propriedades medicinais, seja por meio da própolis, para o desenvolvimento de produtos e substâncias naturais com efeitos cicatrizantes, seja quanto à importante tarefa de preservar e proteger essas espécies como um todo, valorizando a biodiversidade e incentivando práticas agroflorestais que contribuam para a sua sobrevivência.

Segundo de Castro (2007), a própolis é uma resina de origem vegetal coletada pelas abelhas a partir de exsudatos de árvores. Essa substância é considerada um antibiótico natural, com a vantagem de não causar efeitos colaterais graves quando comparada a medicamentos sintéticos. Além disso, a própolis possui uma ampla gama de propriedades farmacológicas, o que tem despertado o interesse da comunidade científica e médica em seu uso terapêutico. De acordo com Pereira (2015), a própolis possui propriedades: antioxidante, anti-inflamatório, antibacteriano, antiviral dentre outros.

## 3 METODOLOGIA

O projeto caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa e experimental, desenvolvido a partir de pesquisas teóricas e práticas, contemplando análises de artigos científicos, entrevistas com membros da comunidade, mapeamento de áreas por meio de drone e estudo da biodiversidade local. Também foi realizado um levantamento bibliográfico acerca da abelha Manduri (*Melipona marginata*) e a produção de um gel cicatrizante.

4. *Hymenoptera* é uma ordem de insetos que inclui abelhas, vespas e formigas, caracterizados principalmente pela presença de asas membranosas e importante atuação nos processos de polinização e equilíbrio ecológico.

Após debates em grupo e visitas a campo, os estudantes demonstraram grande interesse ao observar o gel cicatrizante produzido naturalmente pelas árvores, visto que, a resina de uma árvore serve para cicatrizar feridas e proteger a árvore de infecções e danos. A partir dessa observação, foi desenvolvido um protótipo do gel. Adicionalmente, os alunos realizaram mapeamentos em diferentes localidades do município de Salitre (CE), com o objetivo de identificar espécies de abelhas nativas. Foram registradas abelhas das espécies Manduri, Jati, Abelha-branca, Cupira, Jandaíra e Canudo. Como parte das ações voltadas à conservação ambiental e ao fortalecimento da meliponicultura, foram instalados ninhos ecológicos confeccionados com garrafas PET, visando facilitar a reprodução da abelha Manduri (*Melipona marginata*) e contribuir para a preservação da espécie.

A partir da escolha, o projeto foi estruturado em fases definidas. A primeira etapa consistiu na análise de artigos que comprovassem a eficácia da própolis, logo após, foi realizado a coleta da própolis bruta, realizada em um apiário da abelha Manduri na região. A própolis coletada foi, então, devidamente armazenada e utilizada para a preparação de extratos etanólicos ou hidroalcoólicos, conforme metodologias acessíveis e seguras para o ambiente escolar.

Em seguida, os alunos iniciaram a produção do gel cicatrizante, começando pela raspagem da própolis. Onde a mesma foi diluída em álcool de cereais a 95% e deixada em repouso por 30 dias, com agitação diária para garantir a extração adequada dos compostos ativos. Após esse período, obtém-se o extrato da própolis. O próximo passo realizado pelos estudantes consistiu na adição desse extrato a uma pequena quantidade de cera da própria abelha (50 gramas de cera para 1000 ml de extrato). A mistura foi aquecida em banho-maria até atingir uma consistência homogênea. Após o aquecimento, a preparação foi deixada para esfriar, sendo mexida continuamente para garantir a boa incorporação dos componentes.

O projeto realizou ações importantes durante o seu percurso, participando de mostras e feiras científicas, exposições agropecuárias, visitas técnicas, uma delas ao meliponário cratim do mel, em parceria com a UFCA. Criou-se também o meliponário na unidade escolar, o que possibilitou observações importantes das abelhas nativas. Com isso, a partir de fundamentação teórica e observações em campo, foram verificadas algumas curiosidades, uma delas é a substituição da abelha rainha sempre que é percebido seu envelhecimento, como também é feito o monitoramento da saúde e rendimento dela pelas abelhas operárias.

Deste modo, todas as observações são importantes para o desenvolvimento e amadurecimento da pesquisa, das práticas e do protagonismo estudantil, servindo como um instrumento inovador e base investigativa para o estudo das abelhas nativas, a biodiversidade local e o desenvolvimento de práticas agroflorestais. O projeto também produziu uma cartilha intitulada "*Quando a Caatinga Silencia*"<sup>5</sup>, uma iniciativa do PROGEL, com foco na conscientização ambiental e na preservação da biodiversidade da Caatinga, especialmente da abelha nativa Manduri. O material destaca a importância dessa espécie para a polinização, o equilíbrio do ecossistema e a manutenção da vida no bioma, incentivando práticas de cuidado e proteção ambiental.

5. Cartilha "Quando a Caatinga Silencia", disponível em [https://drive.google.com/file/d/1mB-dER6\\_lmu46dNq0IKGoX3h1sWRUH08/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1mB-dER6_lmu46dNq0IKGoX3h1sWRUH08/view?usp=sharing)

O próximo passo da metodologia consistiu na produção de um vídeo documentário<sup>6</sup>, elaborado tanto para a inscrição no Ceará Científico quanto como estratégia de divulgação científica. O material teve como finalidade apresentar a essência do ProGel, seus objetivos e suas particularidades, ampliando a visibilidade da pesquisa e fortalecendo seu alcance junto à comunidade municipal, regional e estadual.

#### 4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Quando se propõe o ensino de Ciências na escola, é fundamental oferecer aos estudantes oportunidades concretas de vivência e experimentação, promovendo o protagonismo estudantil, por meio de metodologias participativas. No contexto do projeto PROGEL, a produção do gel cicatrizante à base da própolis da abelha Manduri tornou-se uma ferramenta didática essencial para integrar teoria e prática. Essa abordagem flexível permitiu que os alunos reconhecessem o valor do conhecimento tradicional aliado à ciência moderna, ao mesmo tempo em que dialogavam com a realidade socioambiental local.

A manipulação do gel, desde a coleta da matéria-prima até a formulação final, proporcionou um aprendizado ativo, crítico e contextualizado. O método adotado favoreceu a observação detalhada dos processos envolvidos na preparação do produto natural, as abelhas coletam resinas produzidas por determinadas árvores, substâncias utilizadas pelas próprias plantas como forma de autocicatrização Figura 1. Essa resina é a base da própolis, utilizada pelas abelhas na proteção da colmeia e, neste projeto, aplicada como insumo principal na produção de um gel.

**Figura 1** - Resina das árvores que as abelhas coletam para fazer a própolis.



**Fonte:** Registro feito pelos autores.

6. Vídeo documentário, link disponível em <https://youtu.be/gP8jcBIKCRA?si=yia6uXyEVWeRqA1J>

Após a identificação da resina, que ilustra parte essencial do processo desenvolvido pelos estudantes, destacou-se a coleta e organização da própolis bruta da abelha Manduri (*Melipona marginata*), assim como a observação do ninho e da estrutura interna da colmeia. Essa etapa foi fundamental para o entendimento prático do comportamento das abelhas sem ferrão e da composição da própolis utilizada na formulação do gel cicatrizante. A própolis coletada e armazenada, representa o insumo base para a produção do extrato utilizado no protótipo do gel.

**Figura 2 – Preparo do Gel cicatrizante (ProGel).**



Fonte: autoria própria.

Além da criação do protótipo Figura 2, o projeto possibilitou uma reflexão crítica sobre a importância ecológica das abelhas nativas, com destaque para a espécie Manduri, fundamentais na polinização e na manutenção da biodiversidade dos ecossistemas locais. Foram realizados mapeamentos de área em diferentes regiões do município, um deles no sítio Cachoeirinha, Salitre – CE, sendo registradas abelhas de variadas espécies. Aliada à construção e instalação de ninhos ecológicos com garrafas PET Figura 3, consolidou uma ação prática de conservação ambiental e de incentivo à meliponicultura. Essas atividades reforçaram o compromisso do projeto com a sustentabilidade e resultaram no aumento visível da presença de abelhas na área.

**Figura 3** – Instalação de ninhos ecológicos.



Fonte: Registro feito pelos autores.

**Figura 4** – Meliponário na escola



Fonte: autoria própria.

Dessa forma, os resultados iniciais demonstram que o ProGel vai além da simples produção de um cosmético natural, trata-se de uma iniciativa educativa, ecológica e social, que promove a valorização do conhecimento científico aliado ao saber popular, incentiva práticas sustentáveis como a meliponicultura, a criação de um meliponário na escola (imagem 04) e ninhos ecológicos contribuíram para a formação de uma consciência ambiental crítica entre os estudantes, revelando seu grande potencial transformador e desencadeando o desejo de demais jovens estudantes conhecerem sobre o assunto.

**Figura 5** – Premiação do Selo TCE Ceará Sustentável



Fonte: Registro feito pelos autores.

Em seu percurso, o projeto alcançou resultados significativos em feiras e mostras científicas: IV edição do Salitre Científico, Ceará Científico (etapa regional) e Ceará Científico (etapa estadual). Ainda em 2025, em 28 de novembro, o tribunal de contas do Ceará certificou a iniciativa ProGel com o Selo TCE Ceará Sustentável<sup>7</sup> Figura 5.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto ProGel se tornou transformador para todos os envolvidos, ao conectar conhecimento tradicional com a ciência para mostrar, de forma prática e real, como a própolis de uma abelha específica, a Manduri (*Melipona marginata*), pode ser usada para ajudar a curar feridas. Essa abelha é nativa da Caatinga. A elaboração do produto natural, desde a coleta da matéria-prima até a formulação do gel cicatrizante, demonstrou a viabilidade de soluções sustentáveis e inovadoras para problemas reais da comunidade, evidenciando a riqueza dos recursos naturais disponíveis e a importância da sua utilização consciente.

7. Selo TCE Ceará Sustentável, disponível no link <https://drive.google.com/file/d/194jSwgUJgxxkZm4ePx0zQ5TpqHee5fYJ/view?usp=sharing>

Durante o projeto, os alunos aprenderam muito mais do que apenas ciência. Eles também desenvolveram valores importantes, como responsabilidade com o meio ambiente e a comunidade, e aprenderam a liderar e a fazer pesquisas que podem mudar a sociedade. O projeto destacou o papel essencial das abelhas nativas na manutenção do equilíbrio ecológico, ao mesmo tempo em que promoveu ações de preservação, como a instalação de ninhos ecológicos e implantação de sistemas agroflorestais.

Com isso, fica evidente que iniciativas como o ProGel ultrapassam o campo pedagógico, contribuindo para a formação integral dos estudantes e para a construção de uma sociedade mais sustentável, consciente e comprometida com o cuidado com a vida e com o planeta.

---

## REFERÊNCIAS

CASSIMIRO, Mirele Alves. **Polis e sua utilização no tratamento contra a COVID-19 (SARS-CoV-2)**. 2022. 55 f. TCC [Graduação] – Curso de Licenciatura Plena em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Ouricuri, 2022.

ARAÚJO, Mayara *et al.* **Uso de plantas medicinais para o tratamento de feridas**. 2015. 67 f. Dissertação [Mestrado] – Curso de Mestrado Profissional em Saúde da Família, Centro Universitário Uninovafapi, Crato, 2015.

CASTRO, M.L.; CURY, J.A.; ROSALEN, P.L. PRÓPOLIS DO SUDESTE E NORDESTE DO BRASIL: Influência da sazonalidade na atividade antibacteriana e composição fenólica. *Quim. Nova*, v. 30, n. 7, p. 1512-1516, 2007. Disponível em: [https://quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol30No7\\_1512\\_02-AR06052](https://quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol30No7_1512_02-AR06052). Acesso em: 18 maio 2026.

COELHO, Joana Patrícia Mendes. **Identificação e quantificação de compostos fenólicos em própolis da região sul do Brasil**. Avaliação da atividade antioxidante por técnicas espectroscópicas e eletroquímicas. 2013. f. Dissertação [Mestrado] – Programa, Instituição, Local, 2013.

KERR, W.E.; ALMEIDA, G.A.; NASCIMENTO, V.A. **Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação**. Belo Horizonte: Fundação Acangú, 1996.

MARIANO, Juliano Souza. **Extração e caracterização de dois tipos de própolis: verde (mineira) e vermelha (alagoana)**. 2014. 98f. [TCC/Dissertação] – Curso, Instituição, local, 2014.

NUNES, L. A. *et al.* Size and shape in *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Meliponini). *Brazilian Journal of Biology*, v. 73 n. 4 p. \_\_\_-\_\_\_, 2013.

PEREIRA, Daniel Santiago *et al.* **Histórico e principais usos da própolis apícola**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2015. [Boletim Técnico].

Própolis da abelha Manduri pode combater câncer e infecções. **Boletim Informativo da Fundect** – MS Faz Ciência, v. 3, n. 8, p. 6-7, mai./jun. 2014.

# MATEMÁTICA SUSTENTÁVEL: trabalhando a Triple Bottom Line

**SUSTAINABLE MATHEMATICS: working with the Triple Bottom Line**

Aristofane Wallace Eufrazio Rebouças<sup>1</sup>  
Maria Naiara Souza do Nascimento<sup>1</sup>  
Maria Angelina dos Santos Lima<sup>1</sup>  
Aluydio Bessa Amaral<sup>2</sup>  
Antonia Najila Oliveira Aguiar<sup>3</sup>

## Resumo:

O projeto fundamenta-se no modelo do Tripé Sustentável em articulação com a Etnomatemática, buscando tornar o ensino da matemática mais significativo e fortalecer a consciência ambiental e comunitária. A questão norteadora é: como a sustentabilidade pode aproximar a matemática da realidade dos estudantes e de suas comunidades? O objetivo geral do projeto foi promover o ensino da matemática por meio de formações, oficinas e minicursos fundamentados nos princípios do desenvolvimento sustentável, valorizando o protagonismo estudantil e o vínculo com o território. Metodologicamente, este estudo caracteriza-se como uma pesquisa-ação, entendida como um método de pesquisa social em que o pesquisador identifica um problema em seu contexto e busca soluções de forma coletiva com os participantes envolvidos (Gil, 2021). A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: um estudo de caso na loja colaborativa Caetanos Moda Praia, analisando as dimensões social, ambiental e econômica da sustentabilidade; e a realização de oficinas e grupos focais com estudantes, educadores e agricultores, utilizando conteúdos matemáticos contextualizados à realidade local e às práticas produtivas. O projeto alcançou 160 participantes

## Abstract:

*This project is grounded in the Triple Bottom Line model in articulation with Ethnomathematics, aiming to make mathematics teaching more meaningful while strengthening environmental awareness and community engagement. The guiding question of the study is: how can sustainability bring mathematics closer to the reality of students and their communities? The main objective is to promote mathematics teaching through training sessions, workshops, and short courses based on the principles of sustainable development, valuing student protagonism and the connection with the local territory. Methodologically, this study is characterized as action research, understood as a social research method in which the researcher identifies a problem within a given context and collectively seeks solutions together with the participants involved (Gil, 2021). The research was developed in two complementary stages: a case study conducted at Caetanos Moda Praia, analyzing the social, environmental, and economic dimensions of sustainability; and the implementation of workshops and focus groups with students, educators, and farmers, using mathematical content contextualized to local realities and productive practices. The project*

1. Ensino médio completo e técnico em Administração pela Escola de Ensino Médio do Campo Maria Nazaré de Sousa, localizada no Assentamento Maceió, em Itapipoca-CE.

2. Mestre em Política Pública. Educador na EEMPC Nazaré de Sousa. aluydio.amaral@prof.edu.gov.br. CV: <http://lattes.cnpq.br/8450603370861805>.

3. Especialista em Gestão de Finanças, Auditoria e Controladoria. Educadora na EEMPC Nazaré de Sousa. antonia.aguiar5@prof.edu.gov.br. CV: <http://lattes.cnpq.br/1229068509388784>.

diretamente e mais de 9.000 interações nas redes sociais, ampliando seu impacto educativo. Entre os principais resultados, destacam-se o reforço do aprendizado matemático, a compreensão do tripé da sustentabilidade e o engajamento da escola em incluir o tema no currículo. Conclui-se que a iniciativa transformou a matemática em instrumento de cidadania, sustentabilidade e transformação social.

**Palavras-chave:** Etnomatemática. Tripé Sustentável. Oficinas.

*directly reached 160 participants and generated more than 9,000 interactions on social media, expanding its educational impact. Among the main results are the strengthening of mathematical learning, a greater understanding of the sustainability tripod, and the school's engagement in incorporating the theme into the curriculum. It is concluded that the initiative transformed mathematics into an instrument for citizenship, sustainability, and social transformation.*

**Keywords:** Ethnomathematics. Triple Bottom Line. Workshops.

## 1 INTRODUÇÃO

A proposta emerge de uma problemática concreta: a dificuldade de aprendizagem em matemática, frequentemente associada à abordagem abstrata e descontextualizada do conteúdo, sobretudo em realidades rurais. Diante disso, parte-se do pressuposto de que a integração entre saberes matemáticos e práticas sociais locais pode favorecer a construção de um aprendizado mais significativo, crítico e aplicado.

O estudo tem como base o projeto "Matemática da Sustentabilidade", originado a partir do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do educando Aristofane Wallace Eufrasio Rebouças, orientado pelo educador Aluydio Bessa Amaral, no qual se investigou a aplicação do modelo *Triple Bottom Line* em uma loja colaborativa regional. A partir dessa experiência inicial, ampliou-se a proposta ao integrar os princípios da sustentabilidade com o ensino da matemática, por meio de ações formativas como oficinas, minicursos e atividades educativas voltadas a estudantes e à comunidade.

O cenário da pesquisa é a Escola de Ensino Médio Nazaré de Sousa, localizada no Assentamento Maceió, em Itapipoca-CE, cuja dinâmica social e econômica é fortemente marcada pela agricultura familiar. Nesse contexto, a matemática é compreendida não apenas como disciplina escolar, mas como ferramenta essencial para a gestão de recursos, a organização produtiva e a tomada de decisões no cotidiano.

A originalidade deste estudo reside na articulação entre o modelo *Triple Bottom Line*, proposto por Elkington (1994), e a abordagem da Etnomatemática, desenvolvida por D'Ambrosio (2012), aplicadas ao ensino em contexto rural. Assim, a pesquisa busca responder à seguinte questão: de que maneira a integração entre matemática, sustentabilidade e saberes locais pode contribuir para a aprendizagem significativa e para a formação crítica dos estudantes? Dessa forma, o objetivo geral desta investigação consiste em promover o ensino da matemática por meio de formações, oficinas e minicursos fundamentados nos princípios do desenvolvimento sustentável, valorizando o protagonismo estudantil e o vínculo com o território.

O ensino da matemática ainda se configura como um dos principais desafios no processo educativo, sendo frequentemente percebido pelos estudantes como uma área abstrata e distante de sua realidade. Tal cenário evidencia a necessidade de metodologias que promovam a contextualização do conhecimento, aproximando os conteúdos escolares das vivências dos educandos.

Nesse sentido, o modelo *Triple Bottom Line*, formulado por Elkington (1994), apresenta-se como uma importante referência teórica ao propor a integração entre as dimensões econômica, social e ambiental da sustentabilidade. Essa perspectiva permite compreender o desenvolvimento de forma ampliada, indo além do crescimento econômico e incorporando aspectos relacionados à equidade social e à preservação ambiental.

Paralelamente, a Etnomatemática, conforme discutida por D'Ambrosio (2012), reconhece que o conhecimento matemático é construído culturalmente, sendo influenciado pelas práticas e necessidades de cada grupo social. Segundo Rosa e Orey (2016), essa abordagem atua como um elo entre o saber científico e o saber popular, contribuindo para um ensino mais inclusivo, participativo e significativo.

Além disso, a proposta dialoga com os princípios da economia solidária, defendidos por Singer (2002) e Gaiger (2009), que enfatizam a cooperação, a autogestão e a valorização do trabalho coletivo como alternativas ao modelo econômico tradicional. No contexto das comunidades rurais, essas práticas estão diretamente relacionadas à organização produtiva, à comercialização de produtos e à sustentabilidade local.

Do ponto de vista ambiental, autores como Nascimento (2012) e Costa e Ferezin (2021) destacam que a sustentabilidade depende do uso racional dos recursos naturais e da adoção de práticas responsáveis. Complementarmente, Sen (2010) argumenta que o desenvolvimento deve ser compreendido como a ampliação das liberdades humanas, incluindo o acesso à educação, à justiça social e à qualidade de vida.

Diante desse cenário, a articulação entre matemática e sustentabilidade possibilita que conceitos como proporcionalidade, fluxo de caixa e formação de preços sejam compreendidos a partir de situações reais, como o cultivo agrícola, a comercialização de produtos e a gestão de recursos. Dessa forma, o ensino matemático passa a contribuir não apenas para o desempenho escolar, mas também para a formação cidadã e para o fortalecimento das práticas comunitárias.

Assim, o presente estudo justifica-se por propor uma abordagem inovadora que integra educação matemática, sustentabilidade e contexto sociocultural, contribuindo para a construção de um ensino mais significativo, crítico e socialmente comprometido. E formulou-se o seguinte objetivo: Promover o ensino da matemática por meio de formações, oficinas e minicursos contextualizados, articulando os princípios da sustentabilidade: social, ambiental e econômica, propostos por Elkington (1994) no modelo *Triple Bottom Line*, à abordagem da Etnomatemática de D'Ambrosio (2012), com o intuito de favorecer a aprendizagem significativa, o desenvolvimento do pensamento crítico e o fortalecimento da consciência socioambiental dos estudantes em contextos rurais.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 LOJA COLABORATIVA E SUSTENTABILIDADE

As lojas colaborativas, segundo o SEBRAE (2022), representam um modelo inovador de empreendedorismo coletivo em que produtores, artesãos e microempreendedores compartilham custos, espaços e responsabilidades. Esse formato estimula a cooperação, o fortalecimento de vínculos sociais e a valorização

da identidade cultural e territorial, promovendo uma economia mais justa e participativa. Essas práticas se alinham aos fundamentos do *Triple Bottom Line*, conceito desenvolvido por John Elkington (1994), que amplia a noção tradicional de desenvolvimento ao integrar três dimensões essenciais: econômica, social e ambiental.

Essa abordagem propõe avaliar as ações humanas e institucionais pela sua capacidade de gerar equilíbrio entre prosperidade econômica, bem-estar coletivo e preservação dos recursos naturais. O pilar econômico enfatiza o uso eficiente e responsável dos recursos e o planejamento que garante estabilidade financeira sem comprometer o futuro, ideia reforçada por Nascimento (2012). O pilar ambiental envolve o respeito aos ecossistemas e a adoção de práticas que reduzam o impacto ecológico das atividades produtivas, como apontam Costa e Ferezin (2021). Já o pilar social, segundo Mecca *et al.* (2023), refere-se à equidade, à inclusão e à valorização da diversidade cultural.

O equilíbrio entre esses pilares constitui a base de qualquer processo de desenvolvimento sustentável, seja em empreendimentos, comunidades ou práticas educativas. Assim, a sustentabilidade é compreendida aqui como princípio articulador entre matemática, cidadania e transformação social. Ao aplicar conceitos econômicos e financeiros no cotidiano, os participantes do projeto desenvolvem competências que extrapolam o cálculo: aprendem a planejar, analisar e agir de forma crítica em favor de um futuro mais equilibrado e solidário.

## 2.2 CONCEITOS MATEMÁTICOS FUNDAMENTAIS NO CONTEXTO DA SUSTENTABILIDADE

No projeto, são trabalhados quatro eixos fundamentais: operações básicas, teoria dos conjuntos, fluxo de caixa e formação de preço (*markup*), que representam pilares do raciocínio lógico, da educação financeira e da sustentabilidade. As operações básicas, como adição, subtração, multiplicação e divisão, estão presentes em diversas situações, como somar a renda obtida em feiras, calcular despesas com insumos ou dividir igualmente o lucro entre participantes de uma cooperativa (Dante, 2018). Essas operações ajudam os alunos a compreender conceitos de proporcionalidade e partilha solidária.

A teoria dos conjuntos permite organizar informações e classificar elementos de acordo com suas características (Lorenzato, 2012). Por exemplo, um grupo pode criar conjuntos de produtos recicláveis, artesanais e alimentícios, identificando semelhanças e diferenças entre eles, em uma aplicação voltada à gestão de pequenos empreendimentos. Já o fluxo de caixa envolve o registro das entradas e saídas financeiras, como vendas e gastos com matéria-prima e transporte, possibilitando avaliar a situação econômica e planejar futuras ações (Menezes, 2019).

Por fim, o *markup* é usado para calcular preços justos: se o custo de um produto é R\$ 40,00 e se aplica 30% de acréscimo, o valor final será R\$ 52,00 (Santos; Silva, 2023). Assim, cada conceito matemático é aplicado a contextos reais de produção, consumo e sustentabilidade, tornando o aprendizado mais crítico e transformador.

## 2.3 CADERNETA AGROECOLÓGICA E EDUCAÇÃO CRÍTICA

A Caderneta Agroecológica, criada pela Articulação Nacional de Agroecologia (ANA, 2022) e difundida pela Embrapa (2023), é uma ferramenta de registro e planejamento que valoriza o trabalho produtivo das

mulheres rurais. Nela, agricultoras registram produção, trocas e consumo, tornando visível sua contribuição econômica e ambiental.

De acordo com Petersen (2019), a caderneta é também instrumento político e pedagógico, pois reconhece o papel das mulheres na agroecologia e fortalece sua autonomia. No âmbito educacional, seu uso estimula a aplicação de conceitos matemáticos e financeiros em contextos reais, associando raciocínio lógico, sustentabilidade e consciência social.

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório e descritivo (Gil, 2021; Marconi; Lakatos, 2017), desenvolvida por meio da pesquisa ação, entendida como uma estratégia metodológica que articula a produção de conhecimento à transformação da realidade estudada. Segundo Thiollent (2011), a pesquisa ação caracteriza-se pela participação ativa dos sujeitos em todas as etapas do processo, desde a identificação dos problemas até a construção e aplicação de soluções, promovendo uma relação contínua entre reflexão e prática. O desenvolvimento metodológico ocorreu em duas etapas complementares, integrando teoria, prática e participação comunitária.

#### 3.1 PRIMEIRA ETAPA – ESTUDO DO *TRIPLE BOTTOM LINE* NA LOJA COLABORATIVA CAETANOS MODA PRAIA

Realizada entre março e junho de 2025, esta etapa consistiu em um estudo de caso (Yin, 2016) na loja colaborativa Caetanos Moda Praia, localizada na região litorânea de Amontada-CE, próxima ao Assentamento Maceió, em Itapipoca-CE. O empreendimento foi selecionado por apresentar uma estrutura de gestão participativa e por se constituir como um espaço de economia solidária e práticas sustentáveis. O referencial do *Triple Bottom Line* (Elkington, 1994) orientou a análise das dimensões social, ambiental e econômica da sustentabilidade. Foram realizadas 12 entrevistas semiestruturadas com integrantes do coletivo, incluindo artesãs, a proprietária e uma colaboradora, além de observação participante em reuniões e oficinas de produção.

Também houve análise documental de registros financeiros, atas e materiais de divulgação. Os dados obtidos foram submetidos à análise de conteúdo (Bardin, 2011), permitindo identificar categorias relacionadas às práticas sustentáveis, aos processos de autogestão e às dinâmicas de cooperação entre as participantes. Essa etapa possibilitou compreender como os princípios do *Triple Bottom Line* se manifestam em contextos reais de economia solidária e gestão coletiva.

#### 3.2 SEGUNDA ETAPA – OFICINAS E GRUPOS FOCALIS

Desenvolvida entre julho e outubro de 2025, a segunda fase configurou-se como uma ação formativa fundamentada na metodologia da Etnomatemática, que, conforme D'Ambrosio (2012), reconhece os saberes culturais e as práticas locais como ponto de partida para o ensino e a aprendizagem da matemática. Foram elaboradas oficinas temáticas e grupos focais com estudantes do ensino fundamental (9º ano) e ensino médio (3º ano), além de educadores e professores da rede pública.

Nessas atividades, os participantes relacionaram os princípios do *Triple Bottom Line* aos conteúdos matemáticos, como operações básicas, teoria dos conjuntos, fluxo de caixa e formação de preço,



oportunidades de trabalho e renda. A valorização não se limita ao aspecto econômico, mas envolve autoestima, identidade cultural e pertencimento.

Na dimensão ambiental, os termos "reciclagem", "coleta seletiva" e "educação ambiental" indicam o compromisso do grupo com a preservação do meio ambiente. As práticas incluem o uso de materiais recicláveis e locais, o reaproveitamento de resíduos e a produção artesanal sustentável. Além disso, há um processo educativo permanente, por meio de oficinas e consultorias ambientais, que estimula a consciência ecológica e a gestão responsável dos recursos naturais.

Na dimensão econômica, as palavras "gestão", "fluxo de caixa", "autonomia" e "SEBRAE" demonstram a busca por organização financeira e independência produtiva. O apoio institucional e as formações sobre precificação e finanças fortalecem a sustentabilidade econômica do grupo.

As participantes desenvolvem noções de educação empreendedora, aprendendo a calcular custos, definir preços justos e planejar investimentos.

A análise demonstra que a loja colaborativa Caetanos Moda Praia integra, de maneira articulada, as três dimensões do *Triple Bottom Line* (Elkington, 1994) – social, ambiental e econômica –, evidenciando um modelo de sustentabilidade presente nas práticas do cotidiano. Na dimensão social, o empreendimento promove inclusão, valorização das artesãs e fortalecimento do protagonismo feminino, além de incentivar a cooperação solidária, em consonância com as discussões de Singer (2002) e Gaiger (2009) sobre economia solidária e autogestão comunitária. Observa-se também o fortalecimento da autonomia financeira e da gestão participativa, dialogando com a perspectiva de Sen (2010), para quem o desenvolvimento está associado à promoção da liberdade, da equidade e da dignidade social.

Ao integrar saberes locais, práticas produtivas e aprendizado coletivo, a loja se consolida como um laboratório vivo de sustentabilidade, aproximando o conhecimento científico dos saberes populares, conforme propõem D'Ambrosio (2012) e Rosa e Orey (2016) na abordagem etnomatemática.

#### 4.1 OFICINAS E GRUPOS FOCAIS COM EDUCANDOS E EDUCADORES

A segunda etapa do projeto "Matemática da Sustentabilidade" foi estruturada em três módulos interdependentes, que articularam teoria e prática. As formações ocorreram de modo participativo, envolvendo estudantes, agricultores, educadores e membros de associações comunitárias. Cada módulo culminou em uma avaliação formativa, cujos resultados evidenciaram avanços significativos na compreensão dos conteúdos, prospecção para o futuro e na percepção crítica sobre sustentabilidade, conforme detalha o Quadro 1.

**Quadro 1 – Trabalhando o *Triple Bottom Line* nos módulos de formação/reforço**

Módulo	Público-alvo	Conteúdos e Temas Abordados	Objetivo Principal
Módulo 1	Estudantes do 9º ano do ensino fundamental	Operações básicas da matemática (adição, subtração, multiplicação e divisão) e teoria de conjuntos	Reforçar fundamentos matemáticos aplicados à realidade local, estimulando o raciocínio lógico e a contextualização da matemática no cotidiano.

Módulo	Público-alvo	Conteúdos e Temas Abordados	Objetivo Principal
Módulo 2	Estudantes do ensino médio	Fluxo de caixa, formação de preço ( <i>markup</i> ) e noções de gestão financeira solidária	Relacionar conceitos matemáticos à administração e à sustentabilidade econômica de pequenos empreendimentos locais.
Módulo 3	Agricultores, educadores, representantes de movimentos sociais e de associações comunitárias	Tripé da sustentabilidade ( <i>Triple Bottom Line</i> ) e caderneta agroecológica	Promover a compreensão integrada das dimensões social, ambiental e econômica da sustentabilidade, incentivando práticas agroecológicas e o registro produtivo comunitário.

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

O primeiro módulo, voltado a estudantes do 9º ano, introduziu as operações básicas (Dante, 2018) e a teoria dos conjuntos (Lorenzato, 2012) de forma aplicada ao cotidiano das famílias do Assentamento Maceió, atendendo 30 estudantes, conforme Figura 2. As atividades utilizaram exemplos de feiras locais, partilhas e cálculos de produção artesanal. A avaliação final e conversas com os professores indicou melhora expressiva na interpretação de problemas matemáticos e na capacidade de contextualizar cálculos com a realidade local.

O terceiro módulo reuniu agricultores, educadores, representantes de associações e movimentos (conforme Figura 3), 40 participantes no total, explorando o *Triple Bottom Line* (Elkington, 1994) e a Caderneta Agroecológica (Ana, 2022; Embrapa, 2023). As oficinas promoveram reflexões sobre a interdependência das dimensões social, ambiental e econômica da sustentabilidade, destacando o papel das mulheres e das práticas agroecológicas no equilíbrio produtivo e ambiental.

Durante as formações, os participantes aprenderam a registrar produções e trocas, calcular rendimentos e identificar indicadores de sustentabilidade. As avaliações coletivas mostraram que os agricultores compreenderam a importância do registro sistemático e reconheceram o valor econômico do trabalho invisível, especialmente das mulheres rurais. Os educadores (100%) responderão a avaliação da formação, indicando que concordam que a *Triple Bottom Line* seja inserida no ano de 2026 no currículo da escola para integração das áreas.

**Figura 2** – Formação aos educandos do 9º ano, educadores, agricultores, representantes de associações e movimentos sociais locais



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

No módulo 2 destinado aos alunos do ensino médio, esse módulo abordou o fluxo de caixa (Menezes, 2019) e o *markup* (Santos; Silva, 2023) como instrumentos de gestão solidária. Os estudantes aprenderam a calcular custos, lucros e preços justos, simulando empreendimentos comunitários. As avaliações desse módulo mostraram evolução na compreensão dos conceitos de lucro, despesa e investimento, além de maior interesse dos participantes em aplicar a matemática na vida prática e nas atividades produtivas das famílias. Alguns alunos já trabalham em lanchonetes, oficina mecânica, barbearia, possuem o próprio negócio ou família possui quintal produtivo. Nessa etapa conseguimos atingir 90 estudantes conforme Figura 3.

**Figura 3** – Formação aos educandos do ensino médio



**Fonte:** Dados da pesquisa (2025).

Com o objetivo de facilitar a compreensão dos princípios do *Triple Bottom Line*, foi elaborado um material didático em formato de folder, apresentado na Figura 4. Esse recurso foi utilizado nas formações como estratégia de mediação pedagógica, buscando traduzir conceitos teóricos em uma linguagem acessível e visualmente organizada.

A primeira parte do folder introduz os pilares da sustentabilidade – social, ambiental e econômico – relacionando-os a situações do cotidiano das comunidades envolvidas, como práticas produtivas, organização coletiva e uso dos recursos naturais.

**Figura 4** – Folder aplicando os três pilares da *Triple Bottom Line* (parte 1)

**Pilar Econômico**

Durante a limpeza da Praia da Baleia, a comunidade do Assentamento Maceió decidiu separar os materiais recicláveis — alumínio, garrafas PET e vidro — para venda à associação de catadores de Itaipoca.

O dinheiro arrecadado foi utilizado para:

- comprar gelo para os pescadores armazenarem o pescado;
- comprar tintas e materiais para as artesãs produzirem artesanato local;
- ajudar na manutenção dos barcos, redes e caixas térmicas;
- apoiar pequenas ações sociais na escola.

Essa prática reforça o pilar econômico, pois transforma resíduos em renda, fortalece a economia local e amplia a autonomia da comunidade.

1) Questão para Resolver – Lucro com Alumínio  
Durante a limpeza, foram coletados 40 kg de alumínio.  
Se o preço pago pela associação é de R\$ 6,00 por kg, quanto a comunidade arrecadou?  
Cálculo intuitivo:  
 $40 \times 6 =$  \_\_\_\_\_  
Lucro com Alumínio  
R\$ \_\_\_\_\_

2) Questão para Resolver – Investimento na Comunidade  
Com o dinheiro arrecadado (R\$ 312,00),  $\frac{1}{3}$  foi destinado à compra de gelo para os pescadores. Quanto foi destinado ao gelo?  
Cálculo intuitivo:  
 $312 \div 3 =$  \_\_\_\_\_  
Lucro com Alumínio  
R\$ \_\_\_\_\_ destinado ao gelo

**PARTICIPANTES DO PROJETO**

**EDUCANDOS:**  
ARISTOFANE WALACE EUFRASIO REBOUCAS  
MARIA NAIARA SOUZA DO NASCIMENTO  
MARIA ANGELINA DOS SANTOS LIMA

**ORIENTADORES:**  
ALUYDIO BESSA AMARAL  
ANTONIA NAJILA OLIVEIRA AGUIAR

**"OS NÚMEROS PODEM CONTRIBUIR PARA UM MUNDO MAIS EQUILIBRADO"** (MATEMÁTICA SUSTENTÁVEL, 2025).

**MATEMÁTICA DA SUSTENTABILIDADE**  
TRABALHANDO A TRIPLE BOTTOM LINE

Aplicando a **Triple Bottom Line** no ensino fundamental/médio

Logos: CREDE 2 - ITAIOPOCA, GOVERNO DO ESTADO CEARÁ CIENTÍFICO, EDUCAÇÃO AMBIENTAL SUSTENTABILIDADE E EMERGÊNCIA CLIMÁTICA

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A Figura 4 evidencia uma abordagem introdutória e estruturante dos três pilares da sustentabilidade, permitindo que os participantes compreendam cada dimensão de forma clara e contextualizada. Observa-se que os elementos visuais e textuais contribuem para a associação entre teoria e prática, favorecendo a identificação dos conceitos no cotidiano local.

Além disso, a organização das informações facilita a construção do raciocínio integrado, estimulando a percepção de que os aspectos sociais, ambientais e econômicos são interdependentes. Dessa forma, o material cumpre um papel importante na construção de uma base conceitual para as discussões desenvolvidas ao longo das formações.

Dando continuidade à proposta apresentada anteriormente, a Figura 5 apresenta a segunda parte do folder educativo, aprofundando a aplicação dos princípios do *Triple Bottom Line* no contexto das práticas comunitárias e produtivas. Esse material foi utilizado como complemento às atividades formativas, reforçando a dimensão prática dos conteúdos trabalhados.

Nesta etapa, o folder enfatiza exemplos concretos e situações aplicadas, aproximando ainda mais os conceitos de sustentabilidade da realidade vivenciada pelos participantes.

A Figura 5 demonstra um avanço na abordagem dos conteúdos, ao explorar de forma mais aplicada as dimensões da sustentabilidade. Observa-se que os exemplos apresentados contribuem para a consolidação do aprendizado, permitindo que os participantes relacionem os conceitos com suas próprias experiências e práticas produtivas.

Essa segunda parte do material reforça a compreensão de que a sustentabilidade envolve ações concretas no cotidiano, destacando a importância da gestão responsável dos recursos, da cooperação social e da organização econômica. Assim, o folder atua como instrumento de aprofundamento, promovendo não apenas a compreensão teórica, mas também a reflexão crítica e a possibilidade de aplicação prática dos conhecimentos adquiridos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do projeto "Matemática da Sustentabilidade" demonstram que os objetivos foram amplamente alcançados, integrando o ensino da matemática, a sustentabilidade e a prática comunitária em um processo educativo significativo e transformador. O objetivo geral, de promover o ensino da matemática por meio de formações, oficinas e minicursos fundamentados nos princípios do desenvolvimento sustentável, valorizando o protagonismo estudantil e o vínculo com o território, foi concretizado ao permitir que o público-alvo a matemática como uma ferramenta de leitura do mundo e de ação social, capaz de gerar mudanças reais nas comunidades envolvidas.

Durante as formações, o projeto alcançou diretamente 160 participantes, entre estudantes do ensino fundamental e médio, educadores, agricultores e representantes de movimentos sociais e associações. Além disso, ampliou seu alcance por meio do perfil no *Instagram*<sup>1</sup>, que registrou mais de 9.000 interações em apenas um mês.

Além disso, a proposta foi divulgada em emissoras de rádio local, apresentando a iniciativa de integrar sustentabilidade e matemática e explicando suas principais ações. Embora não seja possível dimensionar o alcance exato dessa comunicação, sabe-se que ela ampliou significativamente a visibilidade do projeto nas comunidades envolvidas.

Destaca-se, ainda, que a prospecção para inserir a temática do *Triple Bottom Line* nos conteúdos trabalhados por todas as áreas da Escola de Ensino Médio Nazaré de Sousa, aprovada pelo coletivo de professores, representa um impacto de longo prazo. Esse conjunto de ações demonstra o forte engajamento e a relevância do tema, refletindo o interesse crescente da comunidade escolar e local em aproximar a matemática da sustentabilidade, tornando o aprendizado mais significativo, contextualizado e socialmente transformador.

Observa-se que a utilização de materiais didáticos visuais, como os folders apresentados, constitui uma estratégia pedagógica relevante para a mediação entre teoria e prática, especialmente em contextos de educação do campo. Ao traduzir conceitos complexos em representações acessíveis e contextualizadas, esses recursos potencializam a aprendizagem significativa e favorecem o engajamento dos participantes. Além disso, reforçam a proposta do projeto ao consolidar a articulação entre matemática,

sustentabilidade e práticas comunitárias, contribuindo para a formação de sujeitos mais críticos, conscientes e capazes de aplicar o conhecimento em suas realidades.

Assim, o projeto se consolidou como uma experiência que promove educação crítica, protagonismo social e desenvolvimento sustentável, transformando a matemática em uma linguagem de cidadania, solidariedade e consciência ambiental.

Apesar dos resultados positivos, a pesquisa apresenta algumas limitações. O estudo concentrou-se no contexto do Assentamento Maceió, o que restringe a generalização dos resultados para outras realidades. Além disso, a abordagem qualitativa prioriza a profundidade analítica, limitando a mensuração quantitativa dos impactos educacionais. Soma-se a isso o curto período de acompanhamento da pesquisa e a dificuldade de avaliar o alcance indireto do projeto em meios de comunicação, como rádios comunitárias e redes sociais.

Diante disso, sugere-se que pesquisas futuras ampliem o estudo para diferentes contextos sociais e educacionais, bem como adotem abordagens que permitam avaliar de forma mais precisa os impactos na aprendizagem e na consciência socioambiental. Recomenda-se também a realização de estudos longitudinais, a investigação da integração interdisciplinar do modelo de sustentabilidade no currículo escolar e a análise do uso de tecnologias digitais como ferramentas de difusão educativa. Além disso, destaca-se a importância de aprofundar estudos sobre instrumentos de registro e planejamento produtivo, considerando seu potencial pedagógico e seu impacto na autonomia das comunidades rurais.

---

## REFERÊNCIAS

ANA – ARTICULAÇÃO NACIONAL DE AGROECOLOGIA. **Cadernetas agroecológicas:** ferramenta para a autonomia das mulheres e a sustentabilidade das comunidades rurais. Brasília: ANA, 2022.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2011.

COSTA, Daniele; FERREZIN, Adriana. **Educação ambiental e sustentabilidade:** práticas e reflexões no contexto escolar. São Paulo: Pimenta Cultural, 2021.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática:** elo entre as tradições e a modernidade. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática:** contexto e aplicações. 8. ed. São Paulo: Ática, 2018.

ELKINGTON, John. **Cannibals with forks:** the triple bottom line of 21st century business. Oxford: Capstone Publishing, 1994.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cadernetas agroecológicas e o papel das mulheres na agricultura familiar.** Brasília: Embrapa, 2023.

GAIGER, Luiz Inácio. **Economia solidária:** o desafio da democracia participativa. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

LORENZATO, Sérgio. **Laboratório de ensino de matemática e materiais didáticos manipuláveis.** Campinas: Autores Associados, 2012.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MECCA, Luciana; FERREIRA, João; ALMEIDA, Sílvia. **Sustentabilidade e equidade social: perspectivas contemporâneas.** Curitiba: Appris, 2023.

MENEZES, Cláudia. **Gestão financeira e fluxo de caixa.** São Paulo: Senac, 2019.

NASCIMENTO, Luiz Carlos. **Sustentabilidade e desenvolvimento: desafios e perspectivas**. Rio de Janeiro: Vozes, 2012.

PETERSEN, Paulo. **Agroecologia e feminismo: construindo autonomia e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: ASPTA, 2019.

ROSA, Milton; OREY, Daniel Clark. **Etnomatemática: uma abordagem para a aprendizagem da matemática contextualizada**. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

SANTOS, Juliana; SILVA, Rafael. **Formação de preço e sustentabilidade econômica em microempreendimentos solidários**. Recife: EDUPE, 2023.

SEBRAE. **Lojas colaborativas: inovação, empreendedorismo e economia solidária**. Brasília: SEBRAE, 2022.

SEN, Amartya. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

SINGER, Paul. **Introdução à economia solidária**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2002.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

# RECICLANDO CONHECIMENTOS: a importância da Matemática para o sustento e reconhecimentos dos catadores

*RECYCLING KNOWLEDGE: The importance of Mathematics for the livelihood and recognition of recyclable*

Ana Beatriz Sousa Guimarães<sup>1</sup>  
Lorena de Almeida Araújo<sup>2</sup>  
Daniela Freitas Maurício<sup>3</sup>  
Maurílio Domingos Moreira<sup>4</sup>

## Resumo:

A Matemática surgiu das necessidades humanas e se desenvolveu quando o homem deixou o nomadismo e passou a viver em sociedade, realizando atividades como criação de animais, medição de terras e comércio. Com a vida em grupo, intensificaram-se o uso dos recursos naturais e a produção de resíduos, muitos dos quais retornam à natureza como lixo. Com a industrialização e o aumento do desemprego, emergiu uma nova forma de subsistência: a coleta de materiais recicláveis. Nesse contexto, a pesquisa tem como objetivo compreender os conhecimentos matemáticos presentes nas práticas dos catadores de materiais recicláveis, propondo estratégias educativas e socioambientais que ampliem seus saberes, promovam o reconhecimento e a valorização de seu trabalho. O referencial teórico baseia-se principalmente em D'Ambrosio (2005) e em seu conceito de etnomatemática. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de abordagem descritiva, realizada com 26 catadores de materiais recicláveis participantes de uma associação no município de Canindé-CE. Como produto, foi desenvolvido o aplicativo RECICLA+, que busca valorizar e facilitar o trabalho desses profissionais uma vez que a maioria dos catadores não concluiu a educação

## Abstract:

*Mathematics arose from human needs and developed when humans abandoned nomadic lifestyles and began living in society, engaging in activities such as animal husbandry, land surveying, and trade. With group living, the use of natural resources and the production of waste intensified, much of which returns to nature as trash. With industrialization and rising unemployment, a new form of subsistence emerged: the collection of recyclable materials. In this context, this research aims to understand the mathematical knowledge present in the practices of recyclable material collectors, in order to propose educational and socio-environmental strategies that expand their knowledge and promote recognition and appreciation of their work. The theoretical framework is based primarily on D'Ambrosio (2005) and his concept of ethnomathematics. This is a qualitative, descriptive study conducted with 26 recyclable material collectors participating in an association in the municipality of Canindé, Ceará. As a product, a RECICLA+ application was developed that seeks to value and facilitate the work of these professionals since the majority of collectors have not completed basic education and*

1. Estante do 3º ano do Centro de Educação de Jovens e Adultos Frei José Ademir de Almeida;

2. Estante do 3º ano do Centro de Educação de Jovens e Adultos Frei José Ademir de Almeida;

3. Especialista. Professora SEDUC – CE. (daniela.mauricio@prof.ce.gov.br);

4. Metrando ENCIMA - UFC. Professor SEDUC – CE. (maurilio.moreira@prof.ce.gov.br).

básica e não domina as quatro operações, embora afirmem utilizá-las em seu cotidiano.

*do not master the four operations, although they claim to use them in their daily lives.*

**Palavras-chave:** Etnomatemática. Catadores. Sustentabilidade ambiental.

**Keywords:** Ethnomathematics. Collectors. Environmental sustainability

## 1 INTRODUÇÃO

A matemática surgiu das necessidades humanas e foi se aperfeiçoando à medida que o homem passou a viver em sociedade, tornando-se essencial para contar, medir, comparar e organizar atividades como o comércio, criação de animais e medição de terras. Com o desenvolvimento das comunidades e a industrialização, intensificaram-se o uso dos recursos naturais e a produção de resíduos, o que trouxe impactos ambientais e sociais, como o aumento do desemprego e da desigualdade.

Nesse cenário, a coleta de materiais recicláveis surgiu como uma alternativa de subsistência, representando uma importante fonte de renda e contribuição para a preservação do meio ambiente. Em Canindé, no interior do Ceará, essa atividade garante o sustento de muitas famílias e promove práticas sustentáveis, associando geração de renda e consciência ecológica.

No cotidiano dos catadores, a Matemática está presente em diversas situações, como nas contagens, nas bases de volume e peso e no controle financeiro, fundamentais para o equilíbrio do orçamento familiar. Diante desse cenário, o presente estudo se propõe a responder a seguinte questão central: De que maneira a compreensão dos conhecimentos matemáticos presentes nas práticas dos catadores de materiais recicláveis pode fundamentar estratégias educativas e socioambientais que ampliem seus saberes, promovendo o reconhecimento e a valorização de seu trabalho?

Para tal, definimos como objetivo principal compreender os conhecimentos matemáticos presentes nas práticas dos catadores de materiais recicláveis, propondo estratégias educativas e socioambientais que ampliem seus saberes, promovam o reconhecimento e a valorização de seu trabalho e evidenciem a importância de suas ações na construção de uma sociedade mais justa e sustentável.

Nas pesquisas acadêmicas, a fundamentação teórica é um item obrigatório porque objetiva trazer o constante diálogo conceitual com a comunidade investigativa envolvida em torno do tema, da problemática e do problema. É preciso correlacionar “[...] a pesquisa com o universo teórico, optando-se por um modelo teórico que serve de embasamento à interpretação do significado dos dados e fatos colhidos ou levantados” (Lakatos; Marconi, 2003, p. 225).

Lembra-se ainda ao pesquisador que o embasamento teórico deve provir de uma fonte confiável; mais, toda fundamentação teórica deve ser devidamente referenciada objetivando evitar o plágio nas produções textuais e científicas. Por fim, recomenda-se que a fundamentação teórica esteja bem alinhada e contextualizada com as outras partes do artigo científico, isto é, com o tema, com o objetivo, com a metodologia e com a discussão/análise dos resultados.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A matemática está presente em muitos aspectos do cotidiano, muitas vezes de forma imperceptível, mas sempre organizando nossas ações. Entre catadores e catadoras de materiais recicláveis, ela se manifesta ao contar, pesar, separar produtos e negociar preços. Embora tais práticas possam parecer simples ou "incorretas", revelam uma matemática viva, ligada às necessidades reais da vida, distinta da abstração escolar. Nesse contexto, a etnomatemática, conforme D'Ambrosio (2005), busca compreender como diferentes culturas constroem e aplicam seus saberes matemáticos. Reconhecer essas práticas é valorizar a matemática que nasce da experiência e da cultura, conferindo-lhe respeito e relevância.

Estudos recentes reforçam essa ideia ao mostrar como os conhecimentos dos catadores de materiais recicláveis se relacionam com a etnomatemática. Oliveira *et al.* (2019), em pesquisa com professores de Matemática na região do Vale do Mamanguape (PB), destacam que a matemática está presente em muitas atividades sociais, inclusive no trabalho dos catadores, e que a escola deveria reconhecer e conversar com esses saberes. Eles propuseram atividades pedagógicas que envolviam entrevistas com catadores e a construção de gráficos a partir dos dados coletados, aproximando o que se aprende na escola da realidade dessas pessoas. Da mesma forma, Santos, Rodrigues e Ribeiro (2020) apontam que, no PROEJA, ainda existe uma distância grande entre o que se ensina na escola e os saberes do cotidiano dos trabalhadores, pois o que eles usam todos os dias raramente é valorizado no ensino formal.

Outro ponto importante é a forma como a matemática pode ajudar na conscientização. Na tese de Chagas (2023), ele usou uma ferramenta chamada regressão linear para mostrar a relação entre o tempo de trabalho e o dinheiro que os catadores de materiais recicláveis ganham no interior de São Paulo. Eles, por meio dos gráficos, puderam visualizar de maneira clara que quanto mais esforço eles fizessem, mais renda recebiam; esse fato os levou a uma autocrítica de sua própria situação econômica. Nesse sentido, essa experiência tem relações estreitas com a proposta do educador Paulo Freire, explicando que educar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção.

Esses grupos são responsáveis, a partir de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/IPEA, por pouco menos de 90% do material reciclado no país. No entanto, o cenário da veiculação antecipada revela a relativização entre a contradição, já que eles se tornaram os mais vulneráveis da cadeia independente dos estados e municípios que os regulamentam. Pereira (2019) reforça que, embora seu trabalho seja fundamental para as políticas de resíduos sólidos, eles ainda não têm o reconhecimento nem a participação nas decisões que os envolvem.

Na visão da Educação Ambiental crítica, Gohn (2015) lembra que processos educativos baseados no diálogo e na valorização da experiência coletiva podem fortalecer a identidade e a cidadania dessas pessoas. Para ela, educação é também participar da sociedade e construir uma consciência crítica. Assim, reconhecer a matemática presente no dia a dia dos catadores não é só analisar seus cálculos, mas também dar visibilidade a pessoas que, por muito tempo, foram invisíveis.

Entender os saberes matemáticos dos catadores é, portanto, reconhecer o valor das práticas que estruturam seu cotidiano e, acima de tudo, respeitar o trabalho humano que existe ali. Ao unir etnomatemática, inclusão social e sustentabilidade, podemos criar estratégias educativas que fortalecem a autonomia


desses trabalhadores e ampliam seu reconhecimento. Mais do que ensinar, é um compromisso ético e político com a dignidade e a construção de uma sociedade mais justa e sustentável para todos.

### 3 METODOLOGIA

Esta pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, seguindo o conceito de Bogdan e Biblen (2003) buscamos a obtenção de dados descritivos que são obtidos diretamente entre o pesquisador e o ambiente estudado, o que está em foco é o processo e não necessariamente o produto, tendo como principal método de análise a indução. Apresenta ainda uma abordagem descritiva que, de acordo com Vergara (2000), existe uma exposição de características de uma determinada população ou fenômeno estabelecendo relações entre variáveis e define sua natureza não tendo necessariamente a obrigação de explicar os fenômenos descritos, mesmo eles servindo de base para formarem a explicação do objeto estudado.

Os sujeitos da pesquisa foram 26 (vinte e seis) catadores de materiais recicláveis atuantes no município, que estão registrados e atuantes na associação da categoria do município de Canindé. Para a coleta de dados, foi aplicado um questionário contendo 4 (quatro) perguntas, conforme a imagem abaixo:

**Figura 1** - Instrumento de Pesquisa Para coleta de dados



**Reciclando Conhecimentos: a  
Importância da Matemática para o  
Sustento e Reconhecimento dos  
Catadores de Materiais Recicláveis**

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

1. Nível de escolaridade ?

Nunca estudou

Fundamental incompleto

Fundamental completo

Ensino Médio incompleto

Ensino Médio completo

2. Quais das operações básicas da matemática abaixo você tem domínio?

Nenhuma

Adição

Subtração

Multiplicação

Divisão

Todas

3. Quais das operações básicas da matemática abaixo você usa no seu dia a dia?

Nenhuma

Adição

Subtração

Multiplicação

Divisão

Todas

4. Você já refletiu sobre a importância ambiental do trabalho que realiza?

sim       não

Fonte: Elaborado pelos autores.

As respostas foram tabuladas e organizadas em categorias referentes ao nível de escolarização, domínio e uso das quatro operações, bem como à percepção sobre a sustentabilidade ambiental em função do trabalho de coleta realizado pelos catadores. A análise buscou relacionar esses dados com a presença da matemática no cotidiano dos catadores, que enfatiza o entendimento, a tomada de decisões e resolução de problemas em contextos reais, o que D'Ambrosio (2005) caracteriza como etnomatemática.

Além do formulário, outras ações foram realizadas ao longo da pesquisa, com caráter formativo, dialógico, que promovem a valorização e reconhecimento da importância desses profissionais para a construção de uma sociedade sustentável:

- Aula de campo: atividade reflexiva sobre a preservação ambiental do rio Canindé e o uso consciente dos recursos naturais, promovendo discussões sobre a relação entre sustentabilidade e matemática prática;
- Projeto "Mãos que Multiplicam": construção de materiais pedagógicos com garrafas PET recicláveis, voltados ao ensino da matemática, reforçando a importância da reutilização e da criatividade no processo educativo;
- Parceria com a associação de catadores de materiais recicláveis de Canindé;
- Participação em reunião com associados: espaço de diálogo com catadores organizados em associação, possibilitando compreender de forma coletiva os desafios, negociações e estratégias que envolvem o trabalho.
- Ações que objetivaram desbertar o sentimento de sensibilidade ambiental de toda comunidade escolar: palestra com ambientalista e a criação de um Podcast intitulado PodCEJA para debater questões ambientais;
- Momento formativo-reflexivo com os catadores associados para fortalecer o entendimento das quatro operações básicas da Matemática;
- Desenvolvimento de um aplicativo denominado RECILCA+, um canal direto entre os catadores e a população em geral como facilitador do trabalho desses profissionais.

A metodologia adotada permitiu levantar informações claras sobre o perfil dos catadores, suas práticas matemáticas e sua consciência ambiental, reforçando a importância da valorização dos saberes prévios e incorporá-los ao conhecimento sistematizado da disciplina.

#### **4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

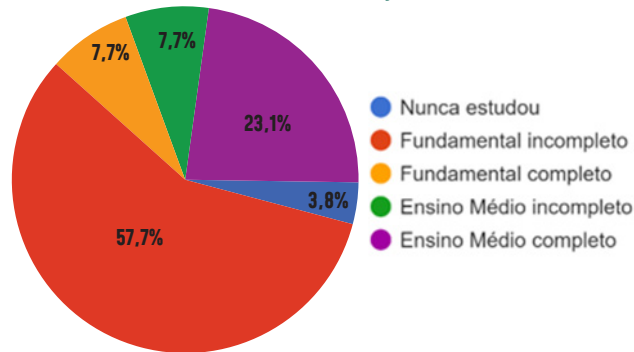
As respostas permitiram identificar como esses trabalhadores, mesmo diante de um percurso escolar muitas vezes interrompido, utilizam a Matemática em suas práticas cotidianas para organizar o trabalho, calcular rendimentos, negociar preços e refletir sobre a importância ambiental da atividade que exercem.

O primeiro gráfico (Gráfico 1), referente ao nível de escolaridade, mostra um cenário de baixa escolarização entre os participantes. Mais da metade dos catadores (57,7%) declarou possuir apenas o Ensino

Fundamental incompleto, enquanto 23,1% concluíram o Ensino Médio, 7,7% possuem Ensino Fundamental completo, outros 7,7% chegaram até o Ensino Médio incompleto e apenas 3,8% afirmaram nunca ter estudado.

Esses dados indicam que, embora a maioria tenha algum contato com a escola, o percurso escolar foi marcado por interrupções e evasão, realidade comum em grupos em situação de vulnerabilidade social. Esse resultado reforça a importância de reconhecer que, mesmo diante de lacunas no ensino formal, os catadores constroem saberes matemáticos de forma prática, conforme propõe a etnomatemática de D'Ambrosio, valorizando conhecimentos adquiridos em contextos informais.

**Gráfico 1 - Nível de escolarização dos Catadores**

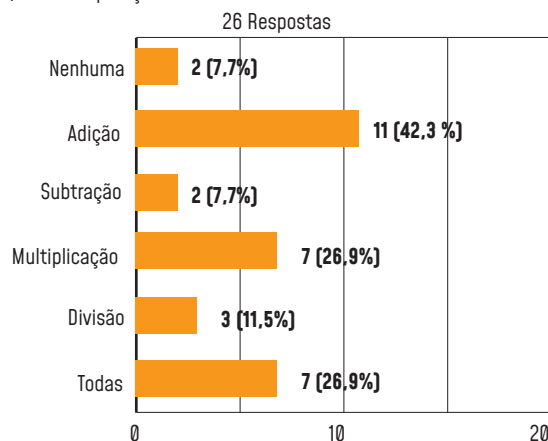


Fonte: Elaborado pelos autores.

No segundo gráfico [Gráfico 2], que investiga o domínio das quatro operações básicas, percebe-se que a adição é a mais dominada pelos catadores (42,3%), seguida pela multiplicação e pela totalidade das operações, ambas com 26,9%. Apenas 11,5% declararam dominar a divisão e 7,7% a subtração, enquanto outros 7,7% afirmaram não dominar nenhuma operação.

**Gráfico 2 – Operações que os catadores mais dominam com base na sua percepção**

2. Quais das operações básicas da Matemática abaixo você tem domínio?

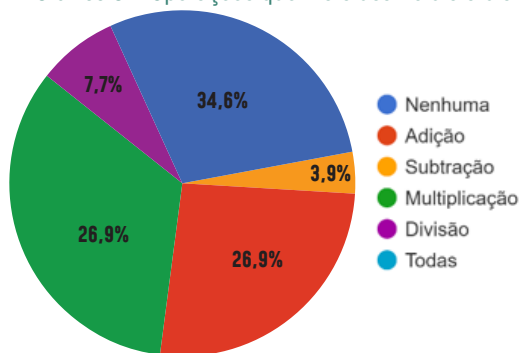


Fonte: Elaborado pelos autores.

Essa distribuição revela que os trabalhadores se apropriam de operações mais presentes no cotidiano imediato, como a adição (somar pesos, calcular ganhos) e a multiplicação (quantificar materiais em lotes, estimar valores). Já a divisão e a subtração aparecem em menor escala, o que pode estar associado tanto à menor frequência de uso quanto a dificuldades oriundas do processo de escolarização interrompido. Essa constatação reforça a relevância de práticas educativas contextualizadas que auxiliem os catadores a ampliar suas estratégias de cálculo, fortalecendo sua autonomia nas negociações comerciais.

No terceiro gráfico [Gráfico 3], que relaciona as operações matemáticas ao uso no dia a dia, nota-se uma diferença interessante: 34,6% declararam não utilizar nenhuma das operações em suas atividades, o que contrasta com o fato de realizarem, mesmo que de forma intuitiva, diversos cálculos em sua rotina. Outros 26,9% apontaram utilizar a adição, e o mesmo percentual indicou a multiplicação. Apenas 7,7% relataram usar a divisão.

**Gráfico 3 – Operações que mais usa no dia a dia**

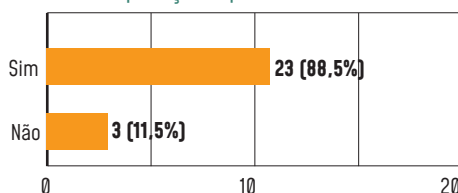


Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse dado pode ser interpretado como reflexo da falta de consciência sobre a aplicação prática da matemática: muitos catadores não reconhecem suas próprias estratégias de cálculo como parte de um conhecimento formal, ainda que elas estejam presentes em atividades como pesar materiais, estimar preços ou negociar lucros. Essa invisibilidade dos saberes reforça a necessidade de valorização pedagógica do conhecimento popular, tal como defendem Oliveira *et al.* (2019) e Santos, Rodrigues e Ribeiro (2020), que destacam a importância de aproximar a escola das práticas sociais concretas.

Por fim, o quarto gráfico [Gráfico 4], que questiona sobre a reflexão a respeito da importância ambiental do trabalho, revela um dado bastante positivo: 88,5% dos catadores afirmaram já ter refletido sobre a relevância ecológica de sua atividade, contra apenas 11,5% que responderam negativamente.

**Gráfico 4 – Operações que mais usa no dia a dia**



Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse resultado demonstra que os trabalhadores possuem consciência crítica acerca do impacto positivo que exercem na sociedade, ao contribuir para a redução de resíduos, a preservação ambiental e a sustentabilidade. Tal percepção dialoga diretamente com a perspectiva freireana de educação, que busca não apenas a leitura da palavra, mas também a leitura do mundo, estimulando o protagonismo dos sujeitos em seu contexto social.

De forma geral, os dados evidenciam que, embora haja limitações no percurso escolar e no domínio das operações matemáticas básicas, os catadores demonstram inteligência prática e consciência ambiental significativa. Essa combinação revela um campo fértil para práticas pedagógicas que valorizem a matemática presente no cotidiano, promovendo, ao mesmo tempo o aprendizado formal e o reconhecimento social dos catadores.

Além disso, os resultados reafirmam a importância de construir propostas educativas que dialoguem com a realidade desses trabalhadores, potencializando sua autonomia, fortalecendo sua identidade profissional e contribuindo para uma sociedade mais justa e sustentável. Assim, o estudo confirma que a etnomatemática é um caminho pertinente para integrar saberes populares e escolares, ampliando o horizonte de formação e cidadania dos catadores de materiais recicláveis em Canindé.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse resultado demonstra que os trabalhadores possuem consciência crítica acerca do impacto positivo que exercem na sociedade, ao contribuir para a redução de resíduos, a preservação ambiental e a sustentabilidade. Tal percepção dialoga diretamente com a perspectiva freireana de educação, que busca não apenas a leitura da palavra, mas também a leitura do mundo, estimulando o protagonismo dos sujeitos em seu contexto social.

De forma geral, os dados evidenciam que, embora haja limitações no percurso escolar e no domínio das operações matemáticas básicas, os catadores demonstram inteligência prática e consciência ambiental significativa. Essa combinação revela um campo fértil para práticas pedagógicas que valorizem a matemática presente no cotidiano, promovendo, ao mesmo tempo o aprendizado formal e o reconhecimento social dos catadores.

Além disso, os resultados reafirmam a importância de construir propostas educativas que dialoguem com a realidade desses trabalhadores, potencializando sua autonomia, fortalecendo sua identidade profissional e contribuindo para uma sociedade mais justa e sustentável. Assim, o estudo confirma que a etnomatemática é um caminho pertinente para integrar saberes populares e escolares, ampliando o horizonte de formação e cidadania dos catadores de materiais recicláveis em Canindé.

---

## REFERÊNCIAS

- BOGDAN, R. S.; BIKEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. 12. ed. Porto: Porto, 2003.
- CHAGAS, M. A. N. **Conhecimento informal e regressão linear: reflexões socioeconômicas com catadores de recicláveis**. 2023. Tese [Doutorado em Educação Matemática] – Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2023.
- D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GOHN, M. G. **Educação não formal e o educador social**. São Paulo: Cortez, 2015.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Diagnóstico sobre os catadores de materiais recicláveis**. Brasília: IPEA, 2017.
- OLIVEIRA, R. B. *et al.* Etnomatemática no contexto dos catadores de materiais recicláveis. **Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 13, n. 45, p. 763-772, 2019.
- PEREIRA, M. S. Catadores e políticas públicas de resíduos sólidos no Brasil: limites e desafios. **Revista Desenvolvimento em Questão**, v. 17, n. 47, p. 39-58, 2019.
- SANTOS, J. C.; RODRIGUES, F. A.; RIBEIRO, A. C. A percepção inicial da etnomatemática no ensino PROEJA em dois contextos profissionais. **Revemat**, Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 1-22, 2020.
- VERGARA, Sylvia C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.
- \_\_\_\_\_. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2003.





# CEARÁ

GOVERNO DO ESTADO

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO

w w w . s e d u c . c e . g o v . b r



[instagram.com/seduc\\_ceara](https://www.instagram.com/seduc_ceara)



[www.youtube.com/seducceara](https://www.youtube.com/seducceara)