

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 Almeida¹
Nadson Nacelio da Silva Santos²
Lucas Sebastião Barbosa Silva³
Arthur de Sousa Ramos⁴

Resumo:

Devido aos crescentes impactos ambientais das emissões de CO₂ 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 CO₂ 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: CO₂. 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: CO₂. 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 (CO₂), 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 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ por kWh (Brasil, 2025). O consumo de água, por sua vez, emite entre 0,143 kg de CO₂ eq e 0,19 kg de CO₂ eq por metro cúbico (m³) (Silva, 2018; Alves, 2018). Além disso, o uso de gás GLP tem uma equivalência de 2,932 kg de CO₂ por kg, fazendo com que um botijão de 13 kg emita 38,116 kg de CO₂ (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 CO₂ para gasolina, 0,56 kg para álcool e 3,2 kg para diesel. Para veículos, a emissão é de 1,75 kg de CO₂ 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 CO₂-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 CO₂, 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 CO₂, e a de 1 kg de papel, 5,22 kg (Massi; Luiz; Massi, 2019). A reciclagem de

alumínio evita 16,30 kg de CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ debitado ou creditado em relação a: kW de energia elétrica consumida, consumo de m³ 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/FUNCIÓNÁRIO 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.

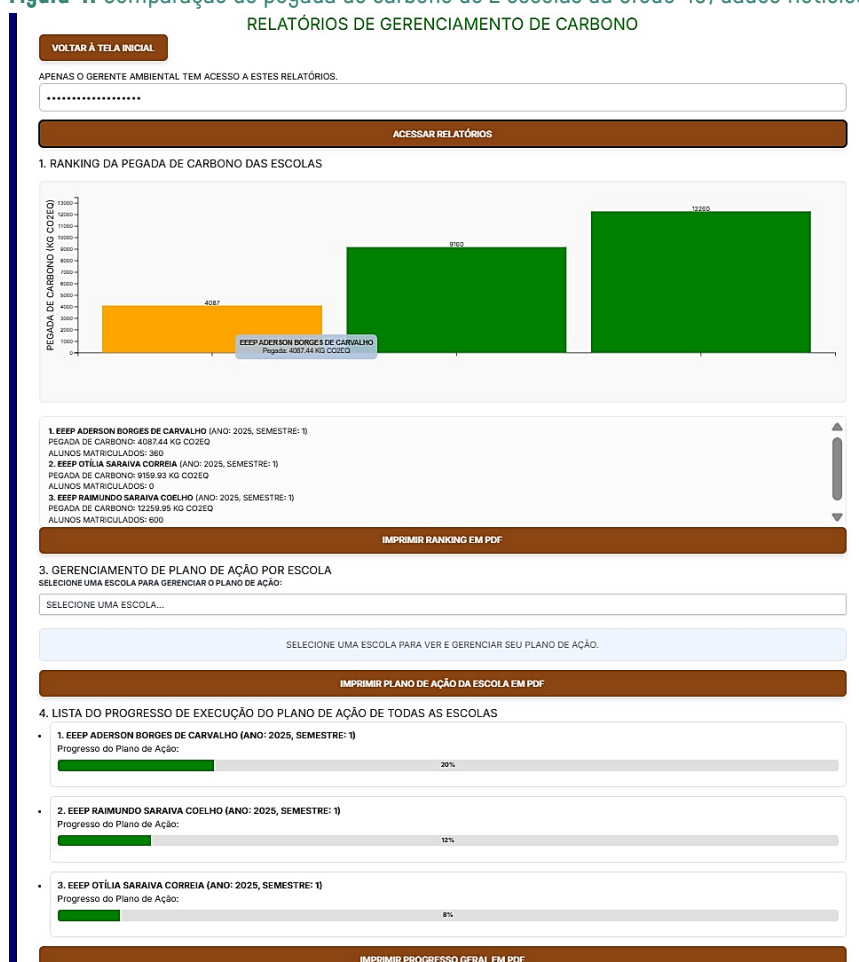
A seção "5. PLANO DE AÇÃO" é fundamental para o planejamento proativo, permitindo que a escola defina metas para reduzir suas emissões, sendo essas sugestões baseados nos referenciais utilizados na sessão

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 CO₂. **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. 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 CO₂ por resíduos gerados em parque urbano. **Connection Line**: Revista Eletrônica do Univag, [Várzea Grande, MT], n. 12, 2015. DOI: 10.18312/connectionline.v0i12.197.