



V Simpósio de Ciências do Meio Ambiente



Resumos Expandidos e Simples
V Simpósio de Ciências do Meio Ambiente

**Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente
(org.)**

**Resumos Simples e Expandidos do
V Simpósio de Ciências do Meio Ambiente**

**Universidade Veiga de Almeida
Rio de Janeiro
2025**

Universidade Veiga de Almeida

Reitor

Jose Luiz Andrade Duizith

Pró-Reitora de Graduação

Danielle da Motta Ferreira Fialho

Diretor de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Inovação

Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha

Coordenador do Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente

Ricardo Soares

Comitê Organizador do V SICIMA

Anderson Amendoeira Namen; Cecília Bueno;
Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha; Cleyton Martins da Silva;
Cristiane da Silveira Fiori; David Vilas Boas de Campos;
Jefferson Pereira Caldas dos Santos; Ricardo Soares; Viviane Japiassu Viana.

Coordenador do Núcleo de Pesquisa e Iniciação Científica

Cleyton Martins da Silva

Editora-chefe do Núcleo de Publicações

Anne Caroline de Moraes Santos

Revisão

Isabella Martins de Amaral Pires

Bibliotecária, Sistema de Bibliotecas UVA

Adriana Ravizzini Carvalhal de Sá

D111r

Resumos Expandidos e Simples V Simpósio de Ciências do Meio Ambiente / Cleyton Martins da Silva (org.) – 2025.
160 p. ; 30 cm.

Caderno Científico (Exclusivo NUP) – Universidade Veiga de Almeida, Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Rio de Janeiro, RJ, 2025.

ISBN:978-65-01-65685-4

1. caderno científico. 2. ciência. 3. sustentabilidade. 4. ODS. I. Silva, Cleyton Martins da. II. Universidade Veiga de Almeida. III. Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente.

CDD - 574.5

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UVA
Com dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Universidade Veiga de Almeida

Rua Ibituruna, 108.

Tijuca – Rio de Janeiro www.uva.br

Os autores são responsáveis por todo o conteúdo expresso na obra e os organizadores pela revisão.

Apresentação

É com grande satisfação que apresento este Caderno de Resumos Simples e Expandidos do **V Simpósio de Ciências do Meio Ambiente**, realizado nos dias **13 e 14 de junho de 2025**, no campus Tijuca da Universidade Veiga de Almeida. O evento, conduzido pelos professores do **Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente (MPCMA)**, consolida-se como um espaço de excelência para o diálogo entre ciência, inovação e compromisso social.

Os trabalhos reunidos neste volume refletem a riqueza e a diversidade de temas que atravessam as Ciências Ambientais, desde investigações de base empírica e estudos de caso até reflexões interdisciplinares e proposições metodológicas inovadoras. A qualidade acadêmica dos resumos aqui apresentados, sejam eles simples ou expandidos, evidencia o rigor científico e a dedicação dos pesquisadores envolvidos, mas também revela a vitalidade de um campo de conhecimento que busca respostas para os desafios ambientais contemporâneos.

Este caderno é, portanto, mais do que um registro técnico. Ele é testemunho de um esforço coletivo em direção à produção e à disseminação do conhecimento, reafirmando o papel da universidade como agente transformador da sociedade. Cada resumo que compõe esta coletânea traduz não apenas a competência técnica de seus autores, mas também a esperança de que a ciência, quando comprometida com o futuro, pode ser fonte de soluções criativas, sustentáveis e inclusivas.

Que a leitura destas páginas inspire novos olhares, estimule colaborações e fortaleça nossa convicção de que a pesquisa em Ciências do Meio Ambiente é fundamental para enfrentar os dilemas do nosso tempo, contribuindo para a construção de um mundo mais justo, resiliente e sustentável.

Rio de Janeiro, 21 de agosto de 2025.

Prof. Dr. Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha

Diretor de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Inovação

Universidade Veiga de Almeida

SUMÁRIO

A RUPTURA DO CICLO DA ÁGUA NAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: DESAFIOS DE GOVERNANÇA E PRIORIDADES AMBIENTAIS	7
ANÁLISE DA COMUNIDADE BENTÔNICA DE SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS DA REGIÃO ENTREMARÉS DA PRAIA DO FORNO, ARRAIAL DO CABO, RJ	17
ARQUÉTIPOS, AMBIÊNCIA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: ARTICULAÇÕES ENTRE PSICOLOGIA JUNGUIANA, SUICIDOLOGIA E MEIO AMBIENTE.....	34
CARACTERIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA COMUNIDADE BENTÔNICA DO SEDIMENTO INCONSOLIDADO DA PRAIA DE ITACOATIARA	41
CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NO BRASIL: UM CAMINHO PARA O ÊXITO DA PNRS E ACORDOS CLIMÁTICOS	53
DISSOLUÇÃO DO LIGANTE ASFÁLTICO DO MATERIAL FRESADO PARA REUTILIZAÇÃO DA BRITA.....	64
ESTRATÉGIAS PARA IMPLEMENTAR ZONAS DE BAIXA E EMISSÃO ZERO: UMA REVISÃO DE BOAS PRÁTICAS E DIRETRIZES.....	76
LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DA AVIFAUNA, NO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DA PRAINHA, COMO FERRAMENTA PARA GESTÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	88
MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PECUÁRIA E SAÚDE ANIMAL: UMA BREVE REVISÃO DA LITERATURA.....	96
OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS REFUGIADOS AMBIENTAIS	109
REÚSO EM FAVELAS: UMA ANÁLISE INTERDISCIPLINAR DA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO RESILIENTE NA BAIXADA FLUMINENSE	120
ANÁLISE DAS INICIATIVAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DAS EMPRESAS DE SANEAMENTO BÁSICO LICENCIADAS PELA AGENERSA, RIO DE JANEIRO....	135
APP COLETA UVA: PROTOTIPAGEM DE UM APLICATIVO PARA GESTÃO DE UM PROJETO DE COLETA SELETIVA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	136
AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA A MITIGAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL MARINHO DA ÁGUA PRODUZIDA NA INDÚSTRIA PETROLÍFERA NO BRASIL.	137
COLETA SELETIVA EM CLÍNICAS VETERINÁRIAS: ARTICULAÇÃO ENTRE MARKETING E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	138
COLETA UVA: CONECTANDO UNIVERSIDADE E ESCOLA PELO ENGAJAMENTO ESTUDANTIL NO ODS 12.....	139
CONTROLE POPULACIONAL DE CAPIVARAS (HYDROCHOERUS HYDROCHAERIS): ESTUDO DE CASO EM CONDOMÍNIO RURAL EM ESMERALDAS, MG	141
DA REFLEXÃO À AÇÃO: PROTOTIPAGEM COMO ESTRATÉGIA DE EDUCAÇÃO CLIMÁTICA COM MENINAS DO FUNDAMENTAL II	142
EDUCAÇÃO PARA HABITAÇÃO RESILIENTE: UM PROTÓTIPO PARA REDUÇÃO DE RISCOS E DESASTRES	144

ESTUDO DE CASO DE ECONOMIA CIRCULAR EM UMA USINA SIDERÚRGICA	145
IMAGENS OUTRAS: RELAÇÃO ENTRE SUSTENTABILIDADE E PRODUÇÃO DE IMAGEM ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE IMPRESSÃO BOTÂNICA, GEOTINTA	146
INFRAESTRUTURA DE ELETROPOSTOS COMO CONDICIONANTE PARA A IMPLANTAÇÃO DA ZONA DE MOBILIDADE URBANA VERDE (ZMUV) NO CENTRO DO RIO DE JANEIRO.....	147
INTEGRAÇÃO SOCIOAMBIENTAL: INTERFACES ENTRE HABITAÇÃO, SAÚDE, EDUCAÇÃO E SUSTENTABILIDADE.....	148
JOGOS DIGITAIS NO SCRATCH PARA MOBILIZAÇÃO E ENGAJAMENTO SOBRE OS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	149
MAPEAMENTO DAS BASES DE DADOS GOVERNAMENTAIS PARA SUPORTE À DECISÃO NA GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES NOS MUNICÍPIOS FLUMINENSES.....	151
MEMÓRIAS SUBMERSAS: UM CURTA-METRAGEM PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL DO DESPEJO CORRETO DE RESÍDUOS.....	152
PERSPECTIVAS DA GESTÃO E DESTINAÇÃO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EM FIM DE VIDA NO BRASIL	153
PLÁSTICO NATURAL BIODEGRADÁVEL: TRANSFORMANDO RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS EM SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS	154
PROPOSTA DE ATIVIDADE DE OBSERVAÇÃO DE AVES NO PARQUE EDUARDO GUINLE, NA APA DE SÃO JOSÉ, RIO DE JANEIRO RJ	155
SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: A IMPORTÂNCIA DAS PEQUENAS ÁREAS VERDES PARA A REGULAÇÃO TÉRMICA E O FORTALECIMENTO COMUNITÁRIO EM ÁREAS URBANAS DE ALTA DENSIDADE DEMOGRÁFICA	156
STATUS DA PESCA DE ELASMOBRÂNQUIOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	157
STORYMAP COMO FERRAMENTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E PROMOÇÃO DA CULTURA DE PREVENÇÃO DE DESASTRES	158
TRANSIÇÃO ENERGÉTICA JUSTA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES.....	159



V Simpósio de Ciências do Meio Ambiente



Resumos Expandidos

A RUPTURA DO CICLO DA ÁGUA NAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: DESAFIOS DE GOVERNANÇA E PRIORIDADES AMBIENTAIS¹

Airton Gustavo Viana da Silva²

Resumo

O presente trabalho discute a urgência da crise hídrica no contexto das mudanças climáticas, destacando que a lógica predominante de enfrentamento — centrada na mitigação das emissões de carbono — negligencia a relevância imediata da alteração do ciclo hidrológico. Embora o Brasil possua ampla disponibilidade de recursos hídricos, sua gestão é deficiente, e políticas públicas, como a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), priorizam a mitigação dos gases de efeito estufa em detrimento da adaptação e da governança hídrica. Estudos indicam que o desmatamento, responsável por mais da metade das emissões brasileiras, compromete o regime de chuvas, agravando a escassez de água. A governança climática, mesmo em países desenvolvidos, ainda apresenta lacunas entre metas e instrumentos. No setor empresarial, predominam respostas reativas, motivadas por riscos regulatórios, e não por consciência ambiental. A água — elemento vital e interligado ao solo e ao clima — sofre os impactos imediatos das mudanças climáticas, especialmente em regiões áridas. Conflitos de interesse, como aqueles relacionados ao uso da água da chuva, evidenciam a resistência de setores econômicos a soluções sustentáveis. Assim, o trabalho propõe uma reorientação das estratégias climáticas, priorizando o ciclo hidrológico como eixo central das ações de adaptação e das políticas públicas eficazes.

Palavras-chave: Ciclo Hidrológico; Governança Ambiental; Mitigação e Adaptação; Mudanças Climáticas; Recursos Hídricos.

Introdução

Apesar de certo consenso científico sobre as mudanças climáticas e sua gravidade, países e regiões têm adotado estratégias distintas — muitas vezes implícitas — para enfrentá-las. Essas estratégias podem ser organizadas em três grandes lógicas de atuação: a do carbono, proposta pela Organização das Nações Unidas (ONU); a do ciclo da água,

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 6 – água potável e saneamento; 11 – cidades e comunidades sustentáveis e 13 – ação contra mudança global do clima (informado pela edição de texto), contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Engenheiro Agrícola e Ambiental. E-mail: airtongustavoeducacional@yahoo.com.

fundamentada na ocorrência de desastres relacionados ao excesso ou à escassez hídrica; e a da inércia ou desorientação.

Segundo Marengo (2008), o Brasil possui uma posição privilegiada em termos de disponibilidade de recursos hídricos, abrigando aproximadamente 12% da vazão média anual mundial — percentual que pode chegar a 18% ao se considerar a contribuição de rios transfronteiriços. No entanto, essa abundância contrasta com a ausência de cuidados adequados na gestão dos recursos hídricos.

A análise das estratégias federais brasileiras frente às mudanças climáticas revela uma ênfase nas ações de mitigação, em detrimento da adaptação, além da ausência de uma abordagem específica sobre os recursos hídricos nas principais políticas públicas analisadas até 2012. Segundo Neves, Chang e Pierri (2015), temas fundamentais como a conservação da água, seu uso sustentável e os impactos das mudanças climáticas sobre esse recurso essencial não foram devidamente contemplados nos planos setoriais estudados. A pesquisa evidencia que a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e os planos de desenvolvimento para os setores de desmatamento, energia, agropecuária e transporte permanecem subordinados a um modelo de crescimento econômico, em detrimento de um planejamento mais equilibrado e sustentável.

Segundo Blank (2015), as mudanças climáticas configuram uma crise múltipla, com impactos que extrapolam o meio ambiente e afetam diretamente os recursos naturais, a economia, a saúde pública, as relações sociais e o estoque alimentar, além de intensificarem os deslocamentos ambientais. Tais eventos, longe de serem classificados como “acasos naturais”, são consequência direta da ação humana sobre os ecossistemas, especialmente do desmatamento — responsável por cerca de 62% das emissões brasileiras de gases de efeito estufa. Em resposta a esse cenário, o autor destaca o papel fundamental do Direito como instrumento de regulação, teoricamente capaz de alinhar tanto as condutas estatais quanto as privadas a padrões sustentáveis de mitigação e adaptação.

Assim, fica evidente que, diante de uma crise climática que também atinge o ciclo hidrológico e os mananciais, torna-se essencial a responsabilização coletiva e a adoção de políticas socioambientais eficazes.

Segundo Abraham-Dukuma *et al.* (2022), a efetividade da governança climática depende da coerência entre as metas estabelecidas de redução de emissões e os instrumentos regulatórios e estratégicos empregados para atingi-las. Os autores destacam

que, embora países como África do Sul, China, Alemanha e Estados Unidos possuam estruturas de governança climática relativamente desenvolvidas, ainda existem lacunas importantes no alinhamento entre objetivos e ações. Para que as metas sejam realmente alcançáveis, é essencial que os países adotem estratégias proporcionais e abrangentes, contemplando os principais setores emissores e evitando fragmentações institucionais que dificultem a coordenação das políticas climáticas.

A experiência da Alemanha é citada como exemplo positivo de como a governança pode ser fortalecida por meio de legislações específicas e instituições especializadas que orientem a tomada de decisão com base em evidências.

Encerrando esta introdução, Kouloukoui (2021) aponta para uma maturidade ainda incipiente na gestão de riscos climáticos pelas empresas analisadas. Destaca-se que os riscos regulatórios são percebidos como mais relevantes do que os riscos físicos ou de mercado, sendo as empresas até 3,12 vezes mais expostas ao risco regulatório em comparação ao risco de mercado.

Portanto, mesmo com os avanços observáveis e os impactos concretos das mudanças climáticas, as práticas atuais ainda carecem de melhor gestão e coordenação, de modo a alinhar os resultados esperados com os métodos empregados. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é discutir a relevância imediata da alteração do ciclo da água no contexto das mudanças climáticas, frente à predominância da lógica do carbono, buscando destacar a importância da ruptura do ciclo hidrológico e a necessidade urgente de medidas. Tal urgência se evidencia nos efeitos destrutivos já observados em eventos recentes ocorridos no Rio Grande do Sul, Brasil (2024) e em Valência, Espanha (2024).

Material e Métodos

Este trabalho adota o método hipotético-dedutivo, conforme delineado por Lakatos (2003), partindo da hipótese de que a relevância de curto prazo da ruptura do ciclo da água é maior do que a das emissões de gases de efeito estufa. No entanto, os cuidados e medidas atualmente implementados para reduzir a ocorrência de sinistros climáticos permanecem aquém da necessidade, diante da gravidade dos impactos observados.

Kouloukoui (2021) destaca que, no que diz respeito às estratégias de adaptação e mitigação, há uma complementaridade essencial entre ambas. Enquanto a mitigação busca reduzir as causas do aquecimento global — sobretudo as emissões de gases de efeito estufa —, a adaptação tem como objetivo ajustar os sistemas sociais, econômicos e ambientais aos efeitos climáticos já em curso. Contudo, o autor observa que muitas empresas atuam apenas em resposta a pressões regulatórias, e não motivadas por uma real conscientização sobre os riscos climáticos, o que também é ressaltado por Okereke e Russel (2010).

A análise por país realizada por Kouloukoui (2021) revela diferenças relevantes na gestão dos riscos climáticos corporativos. No Brasil, 80% das empresas reconheceram exposição ao risco climático e, destas, 89% adotaram métodos de gestão, com foco quase exclusivo na redução de riscos. Na França, 96% das empresas que identificaram riscos desenvolveram respostas, voltadas principalmente a riscos regulatórios (42%), físicos (35%) e de mercado (24%). Já nos Estados Unidos, 82% das empresas reconheceram riscos, sendo que 93% adotaram estratégias para enfrentá-los, com destaque para ações voltadas à mitigação dos três tipos mencionados.

Apesar desses dados, o estudo conclui que a maioria das iniciativas empresariais ainda é reativa, limitada e insuficiente diante da magnitude dos desafios climáticos. A forte dependência de marcos regulatórios como principal motor das ações revela um cenário no qual a ação voluntária e proativa ainda constitui exceção.

Silva (2024) trata do conflito de interesses envolvendo o aproveitamento da água de chuva. Embora essa prática represente benefícios significativos para a sociedade e o meio ambiente, também implica potenciais perdas econômicas para concessionárias de saneamento. Tais perdas têm levado essas empresas a pressionar por medidas estatais que desestimulem o uso da água pluvial, impondo restrições, criando dificuldades e aplicando sanções que inviabilizam a implementação de soluções sustentáveis.

Referencial Teórico

Tanto o Brasil quanto a China enfrentam o desafio de equilibrar desenvolvimento econômico e mitigação das mudanças climáticas (Barbieri, da Costa Ferreira e Barbi, 2018). No Brasil, o desmatamento, sobretudo na Amazônia e no Cerrado, respondeu por

51% das emissões de gases de efeito estufa (GEE) em 2016. Essa prática compromete sumidouros de carbono, altera o ciclo hidrológico regional e afeta os chamados "rios voadores", impactando a distribuição de chuvas (Barbieri *et al.*, 2018). A China, por sua vez, como maior emissora global, enfrenta riscos severos, como inundações costeiras e ondas de calor.

As emissões de CO₂, CH₄ e N₂O estão no centro das metas climáticas da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Essas emissões, oriundas da queima de combustíveis fósseis e do uso da terra, são responsáveis por grande parte do aquecimento global desde o período pré-industrial. Jones *et al.* (2023) estimam que o aquecimento atribuído às atividades humanas gira em torno de 1,1 °C, com o CO₂ desempenhando papel dominante devido à sua longevidade na atmosfera. A rastreabilidade dessas emissões é essencial para a responsabilização histórica dos países e para revisões como o *Global Stocktake* de 2023.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), em seus relatórios de 2019 e 2024, reforça a lacuna crescente entre as metas de redução e as ações efetivamente implementadas. Embora muitos países tenham avançado em eficiência energética, a eficiência material ainda é negligenciada. Pauliuk e Heeren (2021) demonstram que estratégias como reutilização, reciclagem e prolongamento da vida útil dos produtos podem reduzir significativamente as emissões remanescentes, mesmo após a eletrificação da matriz energética, representando um ganho adicional de até 750 MtCO₂eq até 2050, em setores como transportes e edificações.

No eixo da governança, Abraham-Dukuma *et al.* (2022) destacam que o sucesso das políticas climáticas depende da coerência entre metas e instrumentos regulatórios. Mesmo países com estruturas avançadas, como Alemanha e Estados Unidos, ainda enfrentam desafios de implementação.

A água, fortemente interligada ao solo e ao clima, também sofre os impactos diretos das mudanças climáticas. Stringer *et al.* (2021) alertam que entre 1 e 2 bilhões de pessoas já vivem sob escassez hídrica, especialmente em regiões áridas e semiáridas. Esses efeitos tendem a se intensificar com a expansão das zonas áridas, exigindo melhorias na governança hídrica, na infraestrutura e na integração com políticas de uso da terra. Além disso, o aumento da vegetação lenhosa em certas regiões pode reduzir a disponibilidade de água no solo, devido à maior interceptação das chuvas e à

evapotranspiração, ainda que também contribua para o sequestro de carbono — revelando a complexidade da interação entre carbono, água e solo.

Denissen *et al.* (2022) reforçam essa transição nos ecossistemas, apontando uma mudança global no tipo de limitação funcional: de energia para água. Utilizando o *Ecosystem Limitation Index* (ELI), identificaram que a umidade do solo passou a ser um fator determinante para a evapotranspiração em muitos biomas, evidenciando que o equilíbrio hídrico se tornou mais crítico do que a disponibilidade de radiação.

Resultados e Discussão

A escassez de água constitui um dos principais desafios ambientais e sociais contemporâneos, especialmente em regiões afetadas por variabilidades climáticas e pela má gestão dos recursos hídricos. A finalidade da presente análise é demonstrar que as soluções não devem ser avaliadas sob uma dicotomia entre certo ou errado, mas sim sob a ótica das ações implementadas, seus resultados, o grau de penosidade envolvido e o tempo necessário para alcançar os efeitos desejados, considerando os desdobramentos econômicos, ambientais e sociais.

A problemática da água demanda ações imediatas, ao passo que o sequestro de carbono — embora igualmente relevante — manifesta seus benefícios em uma escala de tempo mais dilatada. Assim, é fundamental considerar a variável "tempo de impacto", especialmente no contexto das políticas públicas e dos manejos sustentáveis que envolvem o uso do solo, a conservação ambiental (incluindo a vegetação nativa), a regulação da temperatura por meio da presença de corpos d'água, a melhoria da qualidade do ar (favorecida, por exemplo, pela precipitação e pela limpeza atmosférica), e o tempo necessário para a concentração de esforços que possibilitem a consolidação desses impactos.

O artigo de Schembergue *et al.* (2017) reforça essa perspectiva ao destacar os Sistemas Agroflorestais (SAFs) como instrumentos eficazes na adaptação às mudanças climáticas. A adoção dos SAFs depende de fatores como a posse da terra, o acesso a financiamento e a assistência técnica, além de variáveis agronômicas e climáticas. Tais sistemas contribuem para a resiliência agrícola, a valorização da terra e a recuperação de áreas degradadas, além de mitigar as emissões de gases de efeito estufa. Nesse contexto,

programas governamentais como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) são fundamentais para fortalecer os mercados locais e fomentar práticas agrícolas sustentáveis.

Complementarmente, o estudo de Zhang *et al.* (2023) destaca o papel central das florestas na regulação dos ciclos do carbono e da água. A eficiência no uso da água (*Water Use Efficiency – WUE*) — entendida como a produtividade vegetal por unidade de água utilizada — surge como uma ferramenta relevante para equilibrar o sequestro de carbono e a disponibilidade hídrica. Os autores identificam que a WUE varia conforme a espécie, a idade, as condições ambientais e as práticas de manejo, sendo influenciada negativamente por eventos extremos, como secas e ondas de calor. Entretanto, estratégias como o desgaste florestal (desbaste) podem melhorar a eficiência instantânea no uso da água (WUEins), demonstrando que intervenções bem planejadas podem trazer benefícios de curto prazo sem comprometer os objetivos de longo prazo.

O cenário brasileiro evidencia tanto situações de escassez quanto de excesso hídrico, o que exige atenção redobrada à dinâmica da evapotranspiração, às alterações nos regimes hidrológicos e aos conflitos de interesse resultantes da alocação desigual dos recursos naturais. Políticas de manejo inadequadas podem agravar os desequilíbrios já existentes, comprometendo os serviços ecossistêmicos essenciais à sobrevivência humana e à estabilidade dos sistemas produtivos.

Por fim, a urgência da água no curto prazo deve ser compreendida em articulação com as metas de médio e longo prazo relacionadas ao carbono e à conservação florestal. A eficiência ecológica, social e econômica das práticas sustentáveis depende não apenas da implementação de tecnologias, mas também da construção de consensos políticos e da efetivação de políticas públicas que incentivem o uso racional dos recursos e o enfrentamento conjunto das múltiplas crises ambientais.

Conclusão

Observa-se a necessidade de ponderar os impactos de curto prazo, como a escassez de água e a degradação do solo, frente aos efeitos de longo prazo relacionados ao aumento das emissões de carbono e ao aquecimento global. Apesar de seu potencial estratégico e de certos privilégios em termos de recursos naturais, o Brasil ainda enfrenta

entraves estruturais e uma certa inércia na formulação e implementação de soluções eficazes.

A superação desses desafios exige organização institucional, alinhamento de políticas públicas e esforços coordenados em busca de resultados tangíveis. Torna-se essencial a observância dos sinais de alerta emitidos pela sociedade e a formulação de respostas preventivas, e não apenas reativas.

Além disso, persistem conflitos de interesse que dificultam a priorização de ações sustentáveis. Os problemas imediatos relacionados à água e ao solo coexistem com os riscos climáticos de longo prazo, exigindo uma abordagem integrada e sistêmica.

Dessa forma, recomenda-se o fomento a sistemas sinérgicos, como os que combinam produção de energia, conservação ambiental e segurança hídrica, com vistas à construção de um modelo de desenvolvimento resiliente, sustentável e socialmente razoável.

Referências Bibliográficas

ABRAHAM-DUKUMA, M. C. *et al.* Improving the climate change mitigation regime of major emitting countries: The case of South Africa, China, Germany and the United States of America. **Environmental Policy and Governance**, v. 32, n. 1, p. 43–55, 2022.

BARBIERI, M. D.; DA COSTA FERREIRA, L.; BARBI, F. Governando as mudanças climáticas: As estratégias políticas de Brasil e China. **Idéias**, v. 9, n. 2, p. 71–98, 2018.

BLANK, D. M. P. O contexto das mudanças climáticas e as suas vítimas. **Mercator** (Fortaleza), v. 14, n. 2, p. 157–172, maio 2015.

DENISSEN, J. M. C. *et al.* Widespread shift from ecosystem energy to water limitation with climate change. **Nature Climate Change**, v. 12, n. 7, p. 677–684, 2022.

JONES, M. W. *et al.* National contributions to climate change due to historical emissions of carbon dioxide, methane, and nitrous oxide since 1850. **Scientific Data**, v. 10, n. 1, p. 155, 2023.

KOULOUKOUI, D. **Modelagem de fatores que influenciam a implementação de estratégias às mudanças climáticas: uma abordagem empresarial internacional.** 2021.176 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Industrial) – Faculdade de Engenharia, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/34273/1/TeseDoutorado-DanielK-Final-20-09-2021-3-Final.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2025.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india/view>. Acesso em: 15 maio 2025.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 83–96, 2008.

NEVES, F. M.; CHANG, M.; PIERRI, N. As estratégias de enfrentamento das mudanças climáticas expressas nas políticas públicas federais do Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 34, n. 1, p. 5–23, 2015.

OKEREKE, C.; RUSSEL, D. Regulatory pressure and competitive dynamics: carbon management strategies of UK energy-intensive companies. **California Management Review**, v. 52, n. 4, p. 100–124, 01 ago. 2010.

ONU. **Relatório sobre a lacuna de emissões 2019**: informe sobre o progresso da ação climática global. Disponível em: <https://www.unep.org/interactive/emissions-gap-report/2019/report_pt.php>. Acesso em: 15 maio 2025.

PAULIUK, S.; HEEREN, N. Material efficiency and its contribution to climate change mitigation in Germany: A deep decarbonization scenario analysis until 2060. **Journal of Industrial Ecology**, v. 25, n. 2, p. 479–493, 2021.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (2024). **Relatório sobre a Lacuna de Emissões 2024**: Chega de conversa fiada... por favor! Com uma enorme lacuna entre a retórica e a realidade, os países elaboram novos compromissos climáticos. Disponível em: <<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/46404>>. Acesso em: 15 maio 2025.

RODRIGUES, C. I. D.; BRITO, L. M.; NUNES, L. J. R. Soil carbon sequestration in the context of climate change mitigation: A review. **Soil Systems**, v. 7, n. 3, p. 64, 2023.

SCHEMBERGUE, A. *et al.* Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil 2. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, p. 9–30, 2017.

SILVA, A. G. V. Aproveitamento de água de chuva e conflito de interesse entre concessionárias, consumidores e o Estado no contexto fluminense. In: **Anais eletrônico do VII Simpósio Nacional Sobre Pequenas Cidades – SINAPEQ VII. Desafios ambientais e socioespaciais contemporâneos para as pequenas cidades**. São José dos Campos (SP): Universidade do Vale do Paraíba, 2024. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/VIIISINAPEQ/872334-APROVEITAMENTO-DE-AGUA-DE-CHUVA-E-CONFLITO-DE-INTERESSE-ENTRE-CONCESSIONARIAS-CONSUMIDORES-E-O-ESTADO-NO-CONTEXT>>. Acesso em: 15 maio 2025.

SILVA, V. S. **O carbono azul e as mudanças climáticas**: proteção e gestão do manguezal na cidade de Santos. 2024. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo,

2024. Disponível em: <<https://adelpha-api.mackenzie.br/server/api/core/bitstreams/5885f934-f138-4bf8-b570-f5172d469b98/content>>. Acesso em: 15 maio 2025.

STRINGER, L. C. *et al.* Climate change impacts on water security in global drylands. **One Earth**, v. 4, n. 6, p. 851–864, 2021.

TORRES, P. H. C. *et al.* Justiça climática e as estratégias de adaptação às mudanças climáticas no Brasil e em Portugal. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 102, p. 159–176, maio 2021.

WIKIPÉDIA. Enchentes na Espanha em 2024. **Wikipédia: a enciclopédia livre**, 2024. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Enchentes_na_Espanha_em_2024>. Acesso em: 16 maio 2025.

WIKIPÉDIA. Enchentes no Rio Grande do Sul em 2024. **Wikipédia: a enciclopédia livre**, 2024. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Enchentes_no_Rio_Grande_do_Sul_em_2024>. Acesso em: 16 maio 2025.

ZHANG, Z. *et al.* Forest water-use efficiency: Effects of climate change and management on the coupling of carbon and water processes. **Forest Ecology and Management**, v. 534, p. 120853, 2023.

ANÁLISE DA COMUNIDADE BENTÔNICA DE SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS DA REGIÃO ENTREMARÉS DA PRAIA DO FORNO, ARRAIAL DO CABO, RJ¹

Lucas Soares D'Ornellas²;

Maria Luiza de Almeida Mattos³

Resumo

A comunidade bentônica de sedimento inconsolidado desempenha papel fundamental na estrutura e funcionamento dos ecossistemas costeiros, atuando na ciclagem de nutrientes e como bioindicador ambiental. Este estudo teve como objetivo caracterizar a composição e a distribuição espacial da fauna bentônica da Praia do Forno, Arraial do Cabo, RJ. Para isso, amostras de sedimento foram coletadas em diferentes pontos da praia, sendo posteriormente triadas, identificadas e quantificadas. A análise dos dados, realizada com base na abundância relativa, abundância absoluta, frequência de ocorrência, riqueza, diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou, evidenciou a influência de fatores ambientais, como granulometria do sedimento, teor de matéria orgânica e impacto antrópico. Diferenças significativas na composição faunística sugerem que as condições oceanográficas e a pressão antrópica podem estar modulando a distribuição e a diversidade das comunidades bentônicas. Os resultados obtidos contribuem para a compreensão da ecologia dos ambientes bentônicos da região e fornecem subsídios para estratégias de monitoramento e conservação, auxiliando na gestão ambiental de ecossistemas costeiros vulneráveis.

Palavras-chave: Biodiversidade; Bioindicadores; Macrofauna; Macroinfauna; Zoobentos.

Introdução

O ambiente marinho é o compartimento que compreende os ecossistemas aquáticos existentes entre as interfaces água-atmosfera e água-sedimento, abrangendo

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo do ODS 14 – vida na água, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

²Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: lucassoares.bio22@gmail.com.

³Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: marialuizaamattos08@gmail.com.

toda a extensão da coluna de água, independentemente de sua profundidade, podendo ser dividido em zonas pelágica e bentônica (LOPES, 2009).

O ambiente pelágico é caracterizado pela coluna d'água, abrangendo desde a superfície até áreas próximas ao fundo. É habitado por seres vivos que não dependem do fundo do mar, e parâmetros como temperatura da água, salinidade, oxigênio dissolvido e intensidade da luz atuam, direta ou indiretamente, sobre os organismos pelágicos (LOPES, 2009). Já o ambiente bentônico é caracterizado por toda a área do fundo do mar e é composto por dois tipos de sedimento: o sedimento inconsolidado, que pode possuir forma arenosa ou lamosa, e o sedimento consolidado, que apresenta forma rochosa (PEREIRA; SOARES-GOMES, 2009).

Os organismos nativos da zona bentônica podem ser sésseis (fixos) ou móveis, além de viverem enterrados no substrato (infauna) ou acima dele (epifauna). Esses organismos exercem papel fundamental na cadeia alimentar, ciclando nutrientes e servindo de alimento para inúmeros peixes (CASTRO; HUBER, 2012). Estão envolvidos no biorrevolvimento da superfície do sedimento, resultando na liberação de nutrientes para a água e na aeração dos sedimentos. Além disso, a região entre marés sofre variações de temperatura, salinidade, pH e umidade, fatores que refletem na distribuição dessas comunidades (CAMPOS, 2021).

As praias possuem zonações definidas principalmente pelo tempo de exposição ao ar e às temperaturas elevadas, com menor umidade (CARDOSO, 2018). A zona supralitoral é a região quase sempre exposta ao ar, podendo ser coberta apenas em marés de sizígia (época em que a maré alta fica maior e a maré baixa, menor), e apresenta fauna adaptada às altas temperaturas e à incidência solar. A zona mesolitoral é uma região que passa parte do dia exposta ao ar e parte do dia submersa, acompanhando a subida e descida da maré, e possui fauna mais diversa e rica, adaptada a períodos submersos e emersos. Já a zona infralitoral permanece submersa em tempo integral, estendendo-se até 15 m de profundidade, com grande riqueza de fauna e flora marinha (DIAS, 2019; SALVAT, 1964; NEVES; BEMVENUTI, 2006).

As praias arenosas exercem papel crucial na manutenção e equilíbrio dos ecossistemas costeiros, sendo responsáveis pela filtragem de grandes quantidades de água, oferta de habitats, proteção da linha costeira e suporte para produtores primários, além de influenciar toda a cadeia trófica da região (CARDOSO, 2018; CORREIA; SOVIERZOSKI, 2005).

Os macroinvertebrados bentônicos são importantes bioindicadores, amplamente utilizados em estudos de controle ambiental, pois são altamente sensíveis a mudanças na qualidade da água ou do sedimento, apresentam fácil amostragem e baixo custo, sendo possível a realização de avaliações de qualidade do ambiente *in situ*, sem necessidade de amostragem física. O estudo dos níveis taxonômicos desses organismos e suas características específicas ajuda a entender as peculiaridades de cada ambiente e diagnosticar com mais precisão a saúde local (AVELINO *et al.*, 2023; GOMES, 2024; SOLA; PAIVA, 2001; BONANNO, 2018).

Os estudos relacionados à macrofauna bentônica são fundamentais para a compreensão, monitoramento e conservação dos ecossistemas aquáticos, além de evidenciar os efeitos da atividade antrópica. A partir desses estudos, é possível obter informações importantes sobre a estrutura, o funcionamento e a saúde dos ecossistemas costeiros, permitindo a identificação de áreas prioritárias para conservação e subsidiando a elaboração de planos de manejo eficientes.

O presente estudo tem como objetivo principal analisar a distribuição da macrofauna bentônica de sedimento inconsolidado na região entremarés da Praia do Forno, Arraial do Cabo, RJ, sendo necessário: (1) analisar a composição da comunidade de macrofauna bentônica encontrada no mesolitoral e no infralitoral; (2) separar os organismos encontrados em grandes grupos taxonômicos; (3) realizar os cálculos de abundância relativa (AR), abundância (N), frequência de ocorrência (F), riqueza (S), diversidade de Shannon-Wiener (H') e equitabilidade de Pielou (J'); e (4) analisar os parâmetros ambientais granulometria e matéria orgânica depositada.

Material e Métodos

Área de estudo

O município de Arraial do Cabo ($22^{\circ}58'00''S$; $42^{\circ}01'39''W$) possui cerca de 152,106 km² de extensão territorial e está localizado na Costa do Sol, no Rio de Janeiro, com uma população aproximada de 30.900 habitantes (IBGE, 2022). Nessa região ocorre o fenômeno da ressurgência, que consiste no afloramento de águas profundas, frias e ricas em nutrientes, aumentando a biodiversidade e tornando as águas da região cristalinas (SANTOS *et al.*, 2021; ICMBIO, 2020; GONZALEZ-RODRIGUEZ, 1992). Além disso,

a cidade abriga a Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo (Resexmar – AC), uma unidade de conservação criada em 1997 com o objetivo de proteger a cultura tradicional da pesca artesanal e os ecossistemas costeiros da região (ICMBIO, 2020).

A economia da cidade está diretamente ligada às atividades marinhas, como turismo e pesca, com picos principalmente no verão, quando as altas temperaturas atraem turistas e o fenômeno da ressurgência ocasiona o aumento da quantidade de peixes (SILVA *et al.*, 2018). O município possui cerca de 30 km de praias, todas com grande valor turístico e muito frequentadas em épocas de alta temporada, o que acarreta a superlotação das areias, principalmente nas regiões supralitoral e mesolitoral (MATOS, 2019).

O estudo foi realizado na Praia do Forno (22°57'56"S 42°00'53"W), uma enseada localizada no município de Arraial do Cabo, RJ, com aproximadamente 600 m de extensão. A praia possui sedimento arenoso, baixa inclinação, ondas de baixa energia, águas calmas e baixa turbidez, características que indicam a classificação como praia dissipativa (CAGNIN & MEURER, 2015; ALBINO, 1999).

Delineamento amostral

O delineamento amostral consistiu em três transectos equidistantes, com 300 m entre si, divididos em duas profundidades: supralitoral (A) e infralitoral (B). Em cada estação, foram coletadas três réplicas, totalizando 18 amostras de sedimento provenientes das seis estações de coleta (Figura 1).

Figura 1: Delineamento amostral da Praia do Forno



A amostragem foi realizada durante o período de maré baixa, no dia 13 de novembro de 2023, com níveis variando entre 0,2 m e 1,2 m, de acordo com a tábua de marés para Porto do Forno, Rio de Janeiro (CHM, 2023).

As amostras foram coletadas com o auxílio de um corer de PVC com 25 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro, sendo processadas *in situ* em peneira com malha de 0,5 mm de abertura. Em seguida, foram armazenadas em recipientes plásticos, devidamente identificados e fixados em solução de formalina a 10%, contendo corante Rosa de Bengala.

Além disso, foram coletadas amostras de sedimento (não processadas) em cada estação de coleta, fixadas em formalina a 10%, para posterior análise de granulometria e de matéria orgânica.

Triagem e identificação dos organismos

Os potes contendo o material coletado foram armazenados no Laboratório de Biologia da Universidade Veiga de Almeida, onde o conteúdo foi lavado e transferido para recipientes devidamente identificados, preenchidos com álcool a 70%.

A triagem dos organismos foi realizada com o auxílio de um microscópio estereoscópico, por meio do qual se efetuou a separação dos organismos presentes no sedimento. Os indivíduos foram, então, preservados em microtubos tipo Eppendorf, também contendo álcool a 70%.

Análise de granulometria e matéria orgânica depositada

As amostras de sedimento foram transferidas para placas de Petri e deixadas por aproximadamente cinco dias para evaporação da formalina. Em seguida, foram secas em estufa a 90 °C por cinco horas, garantindo que estivessem completamente secas para as análises. As pesagens foram realizadas em balança analítica para maior precisão.

A análise granulométrica foi realizada segundo Suguio (1937), utilizando um conjunto de peneiras fixadas a um agitador, no qual foram inseridos 100 g de amostra de sedimento, submetidos à agitação por dez minutos. Em seguida, o conteúdo de cada peneira foi pesado e o sedimento classificado segundo a escala de Wentworth (WENTWORTH, 1922).

A determinação da matéria orgânica depositada em cada estação foi feita pelo método Loss-on-Ignition (LOI), que consiste na queima de 30 g de amostra seca em forno mufla a 600 °C durante seis horas. Após a queima, a massa residual é comparada à massa inicial para cálculo do percentual de matéria orgânica (GOLDIN, 1987).

Descritores biológicos da comunidade

Após tabulação dos dados na plataforma Excel, foram calculados abundância relativa (AR), abundância (N), frequência de ocorrência (F), riqueza (S), diversidade de Shannon-Wiener (H') e equitabilidade de Pielou (J'), para melhor compreensão da macrofauna bentônica local. Os cálculos foram realizados com auxílio do software PRIMER 7.

Os grupos taxonômicos encontrados foram quantificados e representados em porcentagem para estimar a abundância relativa (AR). O termo abundância (N) refere-se ao número total de indivíduos de determinado grupo taxonômico encontrados nas estações de coleta (CAIN; BOWMAN; HACKER, 2018). Para melhor interpretação dos resultados, os táxons foram classificados em classes de abundância: dominante ($> 50\%$), abundante (25–50%), pouco abundante (10–25%) e raro ($< 10\%$).

A frequência de ocorrência (F) evidencia o número de ocorrências de determinado grupo taxonômico em relação ao total de amostras, expressa em porcentagem (DAJOZ, 1983), e classificada em: constante ($> 80\%$), frequente (50–80%), presente (10–50%) e raro ($< 10\%$).

A riqueza de espécies (S) corresponde ao número de espécies encontradas em cada ponto amostral (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2010), sendo neste estudo avaliado o número de táxons em cada ponto de coleta.

A diversidade de Shannon-Wiener (H') é uma métrica que quantifica a diversidade da comunidade, considerando riqueza (número total de táxons) e equitabilidade (distribuição dos indivíduos entre os táxons). Valores maiores indicam maior diversidade, refletindo maior número de espécies e maior uniformidade na distribuição dos indivíduos (SHANNON; WEAVER, 1949; URRY; CAIN; WASSERMAN, 2022).

A equitabilidade de Pielou (J') mede o grau de uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies, variando de 0 a 1, com valores próximos a 1 indicando distribuição mais uniforme (PIELOU, 1975). Essa métrica complementa o índice de

Shannon, destacando se a diversidade observada é influenciada por uma distribuição equilibrada ou pela dominância de algumas espécies.

Resultados e Discussão

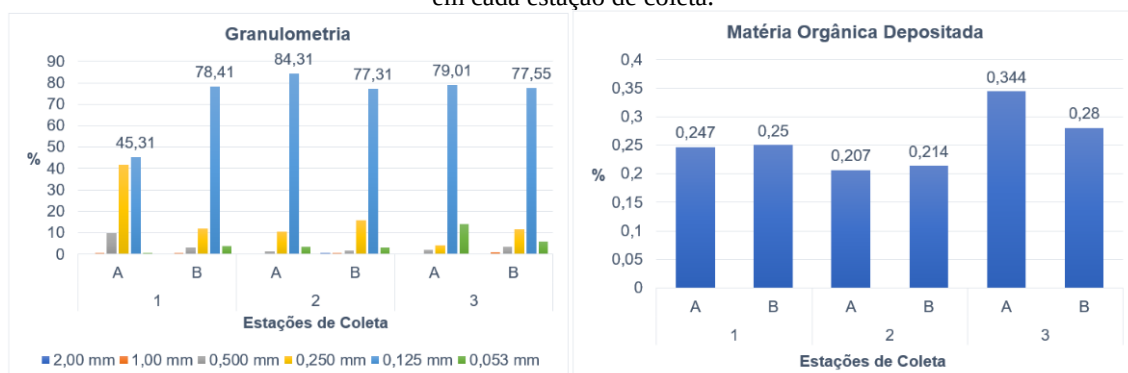
Granulometria e matéria orgânica

A peneira com abertura de 0,125 mm foi a que reteve a maior quantidade de sedimento em todas as amostras analisadas, indicando predominância desse tamanho de grão na Praia do Forno. Os percentuais de retenção para os pontos de coleta no mesolitoral (1A, 2A e 3A) foram, respectivamente, 45,31%, 84,31% e 79,01%. Já nos pontos de coleta no infralitoral (1B, 2B e 3B), os valores foram de 78,41%, 77,31% e 77,55% (Figura 2). Segundo a escala de Wentworth (1922), esses dados confirmam que o sedimento da Praia do Forno é composto predominantemente por areia fina.

O ponto 1A foi o único que apresentou um percentual significativo (41,88%) de retenção na peneira com abertura de 0,250 mm, indicando a presença expressiva de areia média, além da fina. Essa característica pode estar relacionada à proximidade com o costão rochoso, cuja erosão — provocada pela ação das ondas e das chuvas — contribui com biodetritos e sedimentos mais grossos, que acabam sendo depositados na praia (BRAGA *et al.*, 2007; MOTTA *et al.*, 2018; FILHO, 2006). A disposição irregular das couraças rochosas também influencia na hidrodinâmica local, expondo o costão sul a maior ação das ondas, enquanto o costão norte permanece mais protegido, o que favorece a deposição de sedimentos mais finos nos transectos 2 e 3 (ALBINO, 1999).

O transecto 3 apresentou os maiores níveis de matéria orgânica depositada. No mesolitoral, o ponto 3A registrou o valor mais elevado do estudo, com 0,344%, seguido pelo ponto 3B, no infralitoral, com 0,280% (Figura 2). O transecto 1 mostrou valores intermediários: 0,247% em 1A e 0,250% em 1B. Por sua vez, o transecto 2, localizado no centro da praia, apresentou os menores teores de matéria orgânica, com 0,207% em 2A e 0,214% em 2B.

Figura 2: Percentual de sedimento retido em cada peneira e percentual de matéria orgânica depositada em cada estação de coleta.

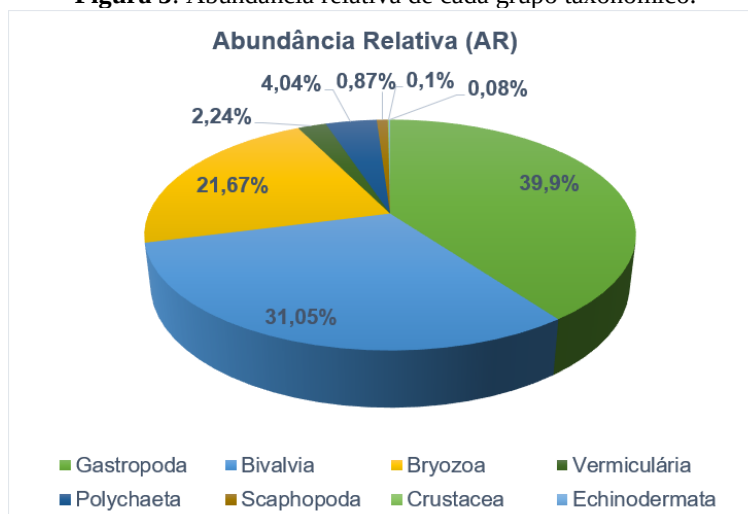


Por se tratar de uma enseada, a Praia do Forno apresenta costões rochosos que atuam como barreiras naturais, protegendo a área da ação direta das ondas e de correntes marinhas mais intensas. Essa configuração favorece o acúmulo de matéria orgânica e de sedimentos mais finos, especialmente nas extremidades da praia (ALBINO, 1999). Além disso, é comum a presença de correntes de retorno nesse tipo de ambiente, as quais transportam material orgânico das porções centrais da praia para as regiões laterais, onde se concentram as zonas de deposição (MOTTA *et al.*, 2018; TEIXEIRA, 2009).

Descritores biológicos da comunidade

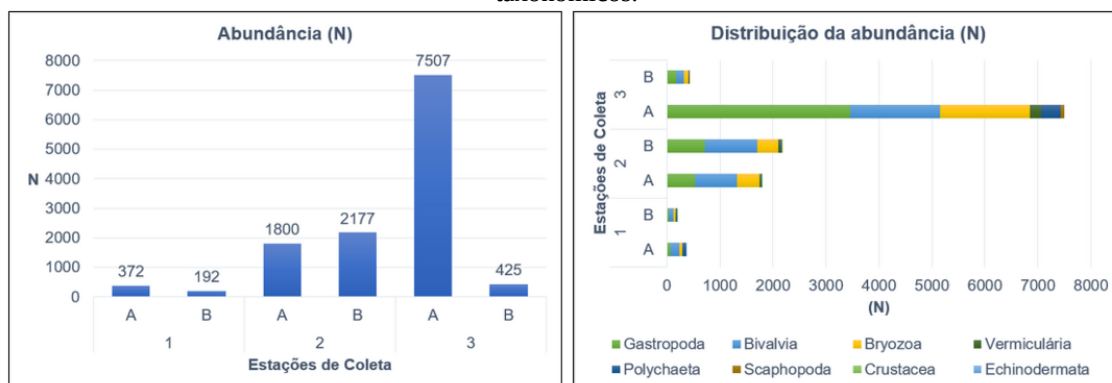
Os grupos *Gastropoda* e *Bivalvia* apresentaram os maiores valores de abundância relativa (AR), representando, respectivamente, 39,9% e 31,05% do total de organismos identificados, sendo, portanto, classificados como abundantes (Figura 3). O táxon *Bryozoa* foi classificado como pouco abundante, correspondendo a 21,67% dos indivíduos registrados. Já os grupos *Polychaeta* (4,04%), *Vermiculária* (2,24%), *Scaphopoda* (0,87%), *Crustacea* (0,1%) e *Echinodermata* (0,08%) foram classificados como raros, com menor representatividade na composição da macrofauna bentônica amostrada.

Figura 3: Abundância relativa de cada grupo taxonômico.



O número total de organismos (N) da macrofauna bentônica encontrados nas amostras foi de 12.473 indivíduos, distribuídos entre os grupos taxonômicos *Gastropoda*, *Bivalvia*, *Bryozoa*, *Polychaeta*, *Vermicularia*, *Scaphopoda*, *Crustacea* e *Echinodermata* (Figura 4). O ponto 3A apresentou a maior abundância registrada, com 7.507 organismos, seguido pelos pontos 2B, com 2.177 indivíduos, e 2A, com 1.800. Em contrapartida, os pontos 1A (372 organismos), 1B (192) e 3B (425) apresentaram as menores abundâncias, sendo o ponto 1B o menos abundante dentre todos.

Figura 4: Abundância em cada ponto de coleta e a distribuição da abundância em relação aos grupos taxonômicos.



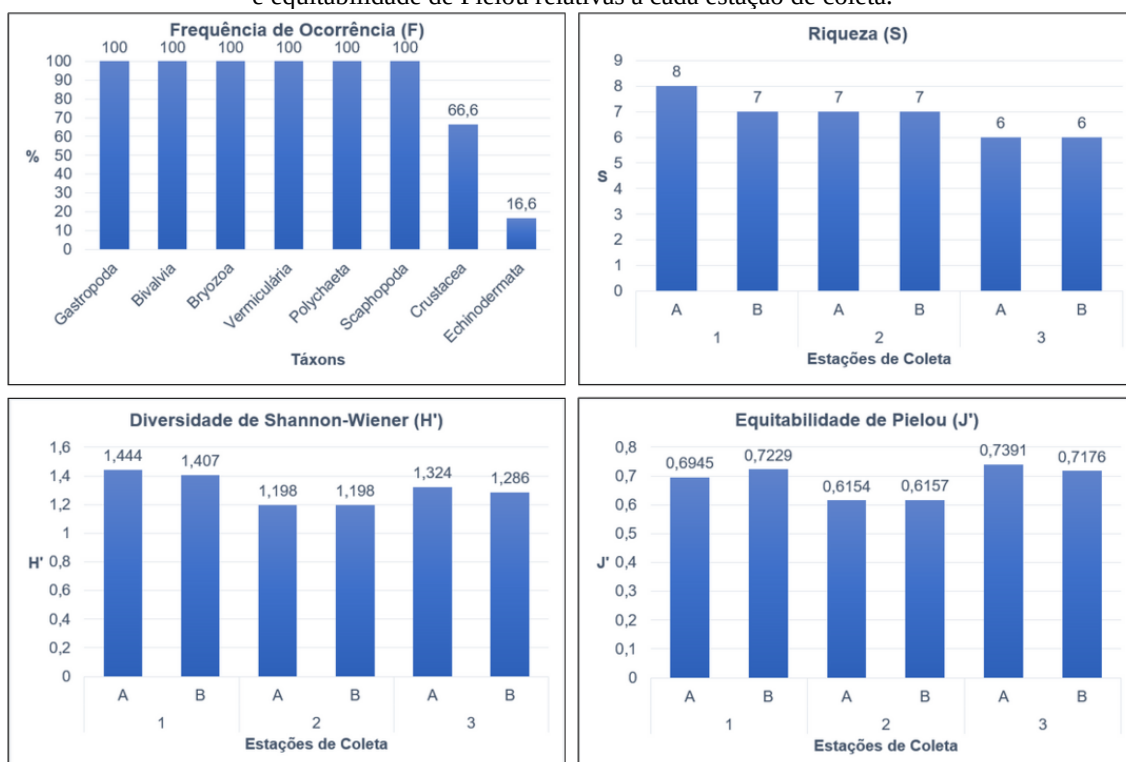
A maioria dos gastrópodes coletados pertence ao gênero *Caecum*, que foi observado em todas as amostras, com maior abundância no ponto 3A. Estudos indicam que organismos desse gênero apresentam preferência alimentar por microrganismos decompositores ou pela própria matéria orgânica depositada. Além disso, tendem a se agrupar em sedimentos de granulometria fina, o que sugere que as condições encontradas

no ponto 3A são especialmente favoráveis à sua ocorrência (ROCHA, 2018; COSTA, 2015; TUNNELL JR, 2010).

O ponto 3A também apresentou o maior número de poliquetas, o que pode estar relacionado ao elevado percentual de matéria orgânica observado nesta região da praia (PEARSON; ROSENBERG, 1978).

Os táxons *Gastropoda*, *Bivalvia*, *Bryozoa*, *Vermicularia*, *Polychaeta* e *Scaphopoda* apresentaram frequência de ocorrência (F) de 100%, sendo encontrados em todos os pontos de coleta (Figura 5). Apenas os grupos *Crustacea* (66,6%) e *Echinodermata* (16,6%) apresentaram frequências menores. Assim, os táxons com 100% de frequência foram classificados como constantes, enquanto *Crustacea* e *Echinodermata* foram classificados, respectivamente, como frequente e presente.

Figura 5: Frequência de ocorrência de cada grupo taxonômico; riqueza, diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou relativas a cada estação de coleta.



A abundância e a constância dos gastrópodes, bivalves e briozoários indicam um ambiente rico em matéria orgânica depositada, o que favorece os gastrópodes, e também em suspensão, criando condições propícias para a proliferação de bivalves e briozoários (BORGES, 2002; PEREIRA; SOARES-GOMES, 2009).

A estação de coleta 1A foi a única que apresentou riqueza (S) igual a 8, contendo todos os táxons observados. Os pontos 2A, 1B e 2B apresentaram riqueza 7, enquanto os pontos 3A e 3B apresentaram riqueza 6 (Figura 5).

Todos os grupos esperados, comumente encontrados em análises de organismos macrobentônicos costeiros, foram registrados neste estudo, corroborando os achados de Nascimento (2017), Costa (2018), Campos (2021) e Oliveira (2011).

A diversidade de Shannon-Wiener (H') foi mais alta na estação 1A, com valor de 1,444, enquanto os menores valores foram observados nas estações 2A e 2B, ambas com 1,198. Os valores de H' nos demais pontos foram: 3A (1,324), 1B (1,407) e 3B (1,286) (Figura 5).

A equitabilidade de Pielou (J') foi mais elevada no ponto 3A, com 0,7391, indicando maior uniformidade na distribuição dos organismos. Os menores valores de J' foram registrados nos pontos 2A (0,6154) e 2B (0,6157). Os demais valores foram intermediários: 1A (0,6945), 1B (0,7229) e 3B (0,7176) (Figura 5).

O fato de a equitabilidade ser mais alta no ponto 3A, o qual apresentou sedimento de granulometria fina e maior teor de matéria orgânica, demonstra que as condições locais favorecem a coexistência de diferentes organismos. Além disso, trata-se de um ponto mais protegido, com menor estresse hidrodinâmico. Embora o ponto 1A tenha apresentado a maior diversidade (H'), sua equitabilidade (J') foi intermediária, o que pode ser explicado pela maior riqueza (S) combinada à leve dominância de bivalves, reduzindo a uniformidade na distribuição dos indivíduos (GOMES, 2024; CARDOSO, 2018; COSTA, 2018).

Observou-se uma tendência de aumento nos índices H' e J' nas porções laterais da praia, o que pode estar associado à atuação das correntes de retorno. Essas correntes transportam matéria orgânica e sedimentos das áreas centrais para as laterais da enseada, contribuindo para condições mais estáveis e diversificadas nessas regiões (MOTTA *et al.*, 2018; TEIXEIRA, 2009; CARDOSO, 2018; PEREIRA; SOARES-GOMES, 2009).

Conclusão

A análise realizada evidenciou a complexidade dos ecossistemas costeiros da Praia do Forno, destacando as interações entre fatores ambientais e biológicos. A

predominância de sedimentos com granulometria fina e o acúmulo de matéria orgânica nas extremidades da praia indicam a influência das características geomorfológicas locais, bem como da atuação das correntes de retorno na distribuição dos sedimentos.

Os descritores biológicos revelaram uma macrofauna bentônica dominada por gastrópodes e bivalves, com elevada abundância e constância em pontos específicos, sugerindo condições ambientais favoráveis à sua permanência. Os maiores valores de riqueza e diversidade foram observados nas áreas mais protegidas da enseada, enquanto a equitabilidade apresentou valores mais altos nas regiões com menor estresse hidrodinâmico, refletindo maior uniformidade na distribuição dos organismos.

Esses resultados reforçam a relevância do monitoramento da macrofauna bentônica como ferramenta eficaz para compreender a dinâmica dos ecossistemas marinhos, subsidiando estratégias de conservação e manejo ambiental, especialmente em áreas de grande valor ecológico e turístico, como é o caso da Praia do Forno.

Para pesquisas futuras, recomenda-se a inclusão de coletas de parâmetros físico-químicos da água, como pH, salinidade, oxigênio dissolvido e temperatura, além da realização de análises complementares de granulometria e teor de matéria orgânica. A incorporação desses dados contribuirá para o aumento da precisão das análises e a reprodutibilidade dos experimentos, fortalecendo o embasamento científico para ações de gestão ambiental.

Agradecimentos

Agradecemos à nossa orientadora, Dra. Cristiane da Silveira Fiori, por sua orientação, dedicação e valiosas contribuições ao longo do desenvolvimento deste projeto. Estendemos nossos agradecimentos à Universidade Veiga de Almeida pela oportunidade e pelo suporte institucional prestado durante toda a pesquisa.

Agradecemos também a toda a equipe de colaboradores do Laboratório de Biologia Marinha da Universidade Veiga de Almeida, pelo apoio técnico e científico oferecido, fundamentais para a realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

ALBINO, J. **Processo de sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga a Povoações, ES.** 1999. 189 f. Dissertação (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/T.44.1999.tde-04112015-153554>>. Acesso em: 15 maio 2025.

AVELINO, D. F. G.; SILVA, A. M. C.; AVELINO, P. G.; SÁ, M. M. S.; SOARES, A. X. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade ambiental dos recifes de arenito da praia de Porto de Galinhas (Pernambuco). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 182-201, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.5281/zenodo.8023345>>. Acesso em: 15 maio 2025.

BONANNO, G.; ORLANDO-BONACA, M. Perspectives of using marine species as bioindicators of plastic pollution. **Marine Pollution Bulletin**, v. 137, p. 209-221, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.10.018>>. Acesso em: 15 maio 2025.

BORGES, M.; MONTEIRO, A. M. G.; AMARAL, A. C. Z. Taxonomy of Ophiuroidea (Echinodermata) from the continental shelf and slope of the southern and southeast earn Brazillian coast. **Biota Neotropica**, v. 2, n. 2, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1676-06032002000200010>>. Acesso em: 15 maio 2025.

BRAGA, F. P. S.; FILHO, P. W. M. S.; ALVES, M. A. M. S.; PEREIRA, L. C. C. Morfologia e sedimentologia da praia de Macromaré de Ajuruteua, Amazônia, Norte do Brasil. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 60, p. 11-30, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/geo.v60i0.5637>. Acesso em: 15 maio 2025.

CAGNIN, A. P. S.; MEURER, B. C. Densidade e hábito alimentar de *Oreaster reticulatus* (Linnaeus, 1758) (Echinodermata) em áreas rasas de recifes rochosos do Estado do Rio de Janeiro. **Revista BioUSU**, v. 1, n. 1, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/343821631_Densidade_e_habito_alimentar_de_Oreaster_reticulatus_Linnaeus_1758Echinodermata_em_areas_rasas_de_recifes_rochosos_do_Estado_do_Rio_de_Janeiro>. Acesso em: 15 maio 2025.

CAIN, M. L.; BOWMAN, W. D.; HACKER, S. D. **Ecologia**. 3. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2018. p. 205.

CAMPOS, Ana Carolina Lustosa Gomes de. **Avaliação da sustentabilidade ambiental do cultivo do peixe Bijupirá (*Rachycentron canadum*) e sua relação com a macrofauna bentônica de substrato inconsolidado.** 2021. 85 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <<https://www.bdt.d.uerj.br:8443/handle/1/20437>>. Acesso em: 15 maio 2025.

CARDOSO, E. M. P. **Canais de entremarés e seus efeitos na distribuição da macrofauna bentônica em uma praia arenosa amazônica.** 2018. 31 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018. Disponível em: <https://www.academia.edu/44502117/CANAIS_DE_ENTREMARES_E_SEUS EFEI>

TOS NA DISTRIBUICAO DA MACROFAUNA BENTONICA EM UMA PRAIA ARENOSA AMAZONIC>. Acesso em: 15 maio 2025.

CASTRO, P.; HUBER, M. E. **Biologia marinha**. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.

CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA. **Tábua de marés**. 60. ed. 2023. p. 128-130.

CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. **Ecosistemas marinhos**: recifes, praias e manguezais. Maceió: Edufal, 2005.

COSTA, F. M. P. **Macrofauna de sedimentos inconsolidados no Parcel de Abrolhos (Bahia, Brasil), com ênfase em Mollusca**. 2018. 25 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21134/tde-11022019-160836/publico/Dissertacao_Costa_Flavia_Corrigida_Simplificada.pdf>. Acesso em: 15 maio 2025.

COSTA, F. M. P.; FONSECA, T. R. F.; SILVA, C. C.; CASTRO, G. A. Análise comparativa dos gastrópodes e bivalvos dos bancos de *Perna perna* dos costões rochosos da Praia Quitiba, Anchieta, Baía de Benevente, ES. **Revista Ceciliana**, v. 7, n. 1, p. 8-14, 2015. Disponível em: <https://sites.unisanta.br/revistaceciliana/edicao_15/3.asp>. Acesso em: 15 maio 2025.

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1983.

DIAS, R. J. P.; ROSSI, M. F.; BARBOSA, B. C. **Avanços da zoologia no século XXI**. Juiz de Fora, MG: Edição dos Autores, 2019.

FILHO, N. O. H. Granulometria de praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, SC. **Gravel**, v. 4, n. 1, p. 1-21, 2006. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/gravel/portugues/publica.htm>>. Acesso em: 15 maio 2025.

GOLDIN, A. Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 18, n. 9, 1987. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00103628709367886>>. Acesso em: 15 maio 2025.

GOMES, A. M. **Padrões espaciais na diversidade das comunidades macrobentônicas e piscícolas da bacia hidrográfica do rio Mouro (Noroeste de Portugal)**. 2024. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2024. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10348/12831>>. Acesso em: 15 maio 2025.

GONZALEZ-RODRIGUES, E. G.; VALENTIN, J. L.; ANDRÉ, D. L.; JACOB, S. A. Upwelling and downwelling at Cabo Frio (Brazil): comparison of biomass and primary production responses. **Journal of Plankton Research**, v. 14, n. 2, p. 289-306, 1992. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/plankt/14.2.289>>. Acesso em: 15 maio 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados:** Arraial do Cabo, RJ. 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/arraial-do-cabo.html>>. Acesso em: 15 maio 2025.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Plano de Manejo da Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo.** 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/marinho/lista-de-ucs/resex-marinha-do-arraial-do-cabo>>. Acesso em: 15 maio 2025.

LOPES, R. M.; DIAS, J. F.; GAETA, S. A. Ambiente pelágio. In: HATJE, V.; ANDRADE, J. B. **Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos.** Salvador: EDUFBA, 2009. p. 122-155.

MATOS, T. S.; SILVA, T. T.; GOMES, F. A. C.; NALINI, G. Distribuição espacial do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Ocypodidae), na Praia do Forno (Arraial do Cabo, RJ). **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, a. 4, ed. 8, v. 7, p. 104-115, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/biologia/caranguejo>>. Acesso em: 15 maio 2025.

MOTTA, P.; NETTO, L.; BASTOS, E.; PEREIRA, T.; BULHÕES, E. Distribuição e transporte de sedimentos costeiros. Exemplos em Arraial do Cabo, RJ. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 2, p. 341-358, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.20502/rbg.v19i2.1277>>. Acesso em: 15 maio 2025.

NASCIMENTO, A. A. **Estrutura da macrofauna bentônica de fundo inconsolidado na plataforma continental de Sergipe, Nordeste do Brasil.** 2017. 109 f. Dissertação (Doutorado em Geologia Marinha) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/handle/ri/25828>>. Acesso em: 15 maio 2025.

NEVES, F. M.; BEMVENUTI, C. Spatial distribution of macrobenthic fauna on three sandy beaches from northern Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, n. 2, p. 135-145, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjoce/a/cVkQxkg5Vv97phQWBRF549t/#>. Acesso em: 15 maio 2025.

OLIVEIRA, A. B.; RIZZO, A. E.; CONCEIÇÃO, E. C. COUTO, G. Benthic macrofauna associated with decomposition of leaves in a mangrove forest in Ilhéus, State of Bahia, Brazil. **Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 92, n. 7, p. 1479-1487, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0025315411001482>>. Acesso em: 15 maio 2025.

PEARSON, T. H.; ROSEMBERG, R. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution in the marine environment. **Oceanography and Marine Biology Annual Review**, v. 16, n. 1, p. 229-311, 1978.

PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2009.

PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York: John Wiley & Sons, 1975.

ROCHA, L. R. **Distribuição horizontal da macrofauna bêntica na Praia do Mangue Seco, Raposa – Maranhão, Brasil**. 2018. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018. Disponível em: <<https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/2891/1/LAISROCHA.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2025.

SALVAT, B. Les conditions hydrodynamiques interstitielles des sediments meubles intertidaux et la répartition verticale de la faune endogée. **Cahiers de Recherches Scientifiques**, Paris, 1964. Disponível em: <<https://www.vliz.be/en/imis?module=ref&refid=239971>>. Acesso em: 15 maio 2025.

SANTOS, L. A.; SILVA, B. C. A.; SILVA, K. C. R.; SANTOS, R. C.; SOUSA, E. M.; MUNIZ, R. A.; BARBOSA, A. B. Branqueamento de corais e outros cnidários bentônicos no costão rochoso da Praia do Forno (Arraial do Cabo, RJ) durante as anomalias térmicas das águas superficiais do oceano ocorridas nos meses de fevereiro e maio de 2019. **Revista Vértices**, v. 23, n. 2, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.19180/1809-2667.v23n22021p560-579>>. Acesso em: 15 maio 2025.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

SILVA, M. L.; CASTRO, R. O.; SALES, A. S.; ARAÚJO, F. V. Marine debris on beaches of Arraial do Cabo, RJ, Brazil: an important coastal tourist destination. **Marine Pollution Bulletin**, v. 130, p. 153-158, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.03.026>>. Acesso em: 15 maio 2025.

SOLA, M. C. R.; PAIVA, P. C. Variação temporal da macrofauna bentônica sublitoral da praia da Urca (RJ) após a ocorrência de ressacas. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 49, n. 1-2, p. 137-142, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-77392001000100012>>. Acesso em: 15 maio 2025.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1937. p. 46.

TEIXEIRA, C. L. **Caracterização do sedimento superficial de enseadas da Baía da Ilha Grande – RJ, com ênfase na distribuição espacial de metais**. 2009. 157 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/handle/1/5749>>. Acesso em: 15 maio 2025.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. 3. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2011.

TUNNELL JR., John W.; ANDREWS, Jean; BARRERA, Noe C. **Encyclopedia of Texas seashells**: identification, ecology, distribution, and history. College Station: Texas A&M University Press, 2010.

URRY, L. A.; CAIN, M. L.; WASSERMAN, S. A.; *et al.* **Biologia de Campbell**. 12. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2022.

WENTWORTH, C. K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **The Journal of Geology**, v. 30, n. 5, p. 377-392, 1922. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/30063207>. Acesso em: 15 maio 2025.

ARQUÉTIPOS, AMBIÊNCIA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: ARTICULAÇÕES ENTRE PSICOLOGIA JUNGUIANA, SUICIDOLOGIA E MEIO AMBIENTE¹

Raphael do Amaral Vaz²

Resumo

A saúde mental e a crise ambiental são duas expressões do sofrimento contemporâneo que frequentemente são abordadas de forma isolada. Este trabalho propõe uma análise teórico-qualitativa interdisciplinar, integrando conceitos da Psicologia Analítica Junguiana, da Suicidologia e da Inteligência Artificial (IA) para desenvolver uma abordagem simbólica e sustentável da saúde mental. A pesquisa utiliza o método hermenêutico-simbólico, fundamentada em revisão de literatura especializada, e analisa a desconexão arquetípica do sujeito com a natureza, os impactos psíquicos da degradação ambiental e o potencial da mediação tecnológica por meio da IA. A partir desse estudo, são apresentados modelos conceituais e simbólicos que podem embasar futuras soluções tecnológicas sensíveis às dimensões ecológica e existencial. Conclui-se que a integração entre saberes simbólicos e tecnológicos pode abrir novos caminhos para a prevenção do suicídio e a promoção da saúde mental, vinculando o cuidado individual ao cuidado com o meio ambiente e promovendo inovações com significado humano.

Palavras-chave: Ecopsicologia; Inteligência Artificial; Psicologia Analítica; Saúde Mental; Suicidologia.

Introdução

A crise ambiental e o adoecimento psíquico da contemporaneidade têm se intensificado de maneira simultânea e correlacionada, exigindo abordagens interdisciplinares para sua compreensão e enfrentamento. A degradação do meio ambiente, o avanço tecnológico desprovido de sentido simbólico e o aumento de transtornos mentais, incluindo o suicídio, indicam que há uma ruptura significativa na forma como o ser humano se relaciona consigo mesmo, com o outro e com a natureza.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 3 – saúde e bem-estar e 13 – ação contra a mudança global do clima, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Mestrado em Psicologia Clínica, PUC/SP; Especialização em Teoria e Prática Junguiana, Universidade Veiga de Almeida, Especialização em Suicidologia, Faculdade Phorte/SP; MBA em Inteligência Artificial para Negócios, Faculdade Exame/SP; Graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Faculdade Multivix/ES. Graduação em Engenharia da Computação, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: raphaeldamaralvaz@gmail.com.

Neste cenário, é preciso retomar o diálogo entre subjetividade e mundo, unindo áreas tradicionalmente separadas, como a Psicologia, a Tecnologia e as Ciências Ambientais.

A Psicologia Analítica, de Carl Gustav Jung, contribui para esse debate ao afirmar que o ser humano, quando desconectado de seus arquétipos e símbolos, perde o sentido existencial e adocece. Hillman (1992), com sua Psicologia Arquetípica, reforça essa ideia ao propor uma “psicologia do fundo da alma”, em que a ecologia da psique está inevitavelmente ligada à ecologia do planeta. Edgar Morin (2005) também adverte sobre a necessidade de um pensamento complexo que supere a fragmentação do saber e a compartimentalização das crises humanas. A abordagem ecopsicológica surge, então, como um campo promissor, pois articula o cuidado da psique ao cuidado do ambiente natural.

No campo da Suicidologia, Edwin Shneidman (1996), pioneiro nos estudos sobre o suicídio, entende que o sofrimento psíquico extremo é frequentemente um apelo por sentido e alívio. No Brasil, autores como Neury Botega (2015) e Karina Okajima Fukumitsu (2020) destacam que o suicídio deve ser compreendido a partir de escutas sensíveis, que considerem o sofrimento, a vulnerabilidade e os vínculos sociais e simbólicos rompidos. A desconexão com a natureza e o esvaziamento dos significados simbólicos da existência são fatores muitas vezes ignorados nas abordagens tradicionais de prevenção.

Por sua vez, a Inteligência Artificial, embora geralmente associada a modelos preditivos e diagnósticos clínicos, pode ser ressignificada como uma ferramenta mediadora entre subjetividade, meio ambiente e tecnologia. Quando orientada por perspectivas simbólicas e éticas, a IA pode se tornar um instrumento de sensibilização, educação e cuidado, promovendo a reconexão entre o sujeito e os sentidos mais profundos da vida. Nesse sentido, a presente pesquisa propõe uma reflexão interdisciplinar e qualitativa sobre a articulação entre Psicologia Junguiana, Suicidologia, Inteligência Artificial e Meio Ambiente, com base em um modelo teórico-hermenêutico.

Objetivo: Investigar como os fundamentos da Psicologia Analítica e da Suicidologia podem ser integrados com propostas tecnológicas baseadas em Inteligência Artificial e consciência ecológica, a fim de propor uma abordagem simbólica e sustentável para a promoção da saúde mental e a prevenção do suicídio.

Material e Métodos

Este estudo adota uma abordagem qualitativa de natureza teórico-reflexiva, fundamentada na metodologia hermenêutica simbólica de inspiração junguiana. Essa metodologia, ao priorizar o sentido e a linguagem simbólica, permite compreender a experiência humana para além dos dados empíricos, enfatizando a subjetividade, os arquétipos e os mitos que estruturam o psiquismo e suas relações com o meio ambiente.

A pesquisa baseia-se em revisão de literatura especializada em quatro eixos:

1. Psicologia Analítica e pós-junguiana, com foco nas ideias de Carl Gustav Jung, James Hillman e autores contemporâneos da Psicologia Arquetípica;
2. Suicidologia, com ênfase nas abordagens compreensivas de Edwin Shneidman (1996), Neury Botega (2015) e Karina Okajima Fukumitsu (2020);
3. Ecopsicologia e pensamento complexo, conforme Edgar Morin (2005) e pesquisadores do campo ambiental;
4. Inteligência Artificial (IA), abordada tanto em sua fundação histórica quanto nas aplicações atuais à saúde mental e à mediação simbólica.

No campo da IA, a pesquisa considera as contribuições históricas de Alan Turing (1950), considerado o pai da computação teórica e precursor das ideias de máquinas inteligentes, e de John McCarthy (1956), responsável pela criação do termo “Inteligência Artificial” e pelo desenvolvimento da lógica simbólica computacional. Também são incorporadas as abordagens contemporâneas de Stuart J. Russell e Peter Norvig (2021), cujas obras estruturam os fundamentos teóricos da IA moderna, bem como autores que vêm aplicando essas tecnologias em contextos de saúde mental, educação simbólica e cuidado psicossocial, como nas propostas de IA empática, agentes de escuta ativa e assistentes virtuais orientados por modelos humanizados.

O material analisado inclui livros, artigos científicos e documentos institucionais, priorizando publicações dos últimos 20 anos, com exceção de autores clássicos. A análise dos dados foi realizada por meio de leitura intensiva e interpretação simbólica das ideias centrais de cada eixo, buscando convergências conceituais e articulações possíveis entre os campos de conhecimento. As interpretações foram organizadas por categorias temáticas emergentes, como: desconexão simbólica, sofrimento ecológico, mediação tecnológica e prevenção arquetípica.

O rigor metodológico foi mantido pela coerência epistemológica entre objeto, método e fundamentação teórica, assegurando que a proposta mantenha sua integridade interdisciplinar e validade científica dentro do escopo qualitativo.

Resultados e Discussão

A análise teórico-hermenêutica resultou em quatro grandes eixos interpretativos, os quais expressam categorias simbólicas e existenciais emergentes da articulação entre Psicologia Junguiana, Suicidologia, Meio Ambiente e Inteligência Artificial:

Desconexão simbólica e crise de sentido

A contemporaneidade revela uma ruptura simbólica que afeta tanto a relação do sujeito consigo mesmo quanto com o mundo ao seu redor. Jung (1976) advertia que a perda de contato com os símbolos do inconsciente coletivo promove estados de vazio e desorientação. Essa desconexão também se expressa ecologicamente: o ambiente natural, outrora habitado de sentido e presença arquetípica, tornou-se objeto de exploração técnica. A ausência de um imaginário simbólico que conecte o ser humano ao planeta colabora para o empobrecimento psíquico e para o surgimento de estados de sofrimento extremo, como observa Shneidman (1996), ao afirmar que o suicídio pode ser o desfecho de uma “dor psicológica insuportável” associada à falta de sentido.

Sofrimento ecológico como manifestação psíquica

A degradação ambiental pode ser compreendida não apenas como um problema externo, mas como uma expressão de um desequilíbrio interno coletivo. A ecopsicologia propõe que o sofrimento humano reflete a ferida infligida ao ambiente — uma ferida que também é psíquica. Hillman (1992) defende que o retorno ao imaginário e à alma do mundo é essencial para a cura do sujeito. Essa perspectiva alinha-se à observação de Fukumitsu (2020), que enfatiza a importância de escutas terapêuticas sensíveis ao contexto de vulnerabilidade, tanto social quanto existencial.

Mediação tecnológica com base simbólica

Apesar de frequentemente vista como ameaça à subjetividade, a Inteligência Artificial pode ser ressignificada como mediadora simbólica e educativa. Modelos de IA treinados para promover interações empáticas, facilitar processos reflexivos e mediar

conteúdos simbólicos podem contribuir para a prevenção do suicídio e para a educação emocional. Agentes virtuais, por exemplo, podem ser programados com base em arquétipos — como o cuidador, o sábio e o curador — atuando como pontes entre o usuário e narrativas de sentido.

Autores como Rosalind Picard (1997), criadora da “Computação Afetiva”, defendem que sistemas inteligentes podem e devem reconhecer emoções humanas, favorecendo interações mais humanas e responsivas. Fei-Fei Li (2018), ao tratar da “IA human-centered”, propõe que a tecnologia deve se orientar pela empatia, pela ética e pela consciência social, princípios que ressoam com a proposta de mediação simbólica deste estudo. Luciano Floridi (2013), filósofo da informação, aponta a necessidade de uma “IA responsável”, que vá além da lógica instrumental e compreenda o contexto ontológico e ético do ser humano.

No campo da IA aplicada à saúde mental, autores como Ben Goertzel (2020) vêm desenvolvendo agentes baseados em IA geral que simulam processos cognitivos complexos e podem ser direcionados para suporte psicológico, enquanto Fiske *et al.* (2019) analisam como assistentes digitais podem atuar no suporte a pacientes com sofrimento emocional, especialmente em situações de isolamento social.

Essas abordagens contemporâneas fortalecem a visão de que os sistemas inteligentes, quando orientados por princípios simbólicos, arquetípicos e existenciais, podem promover não apenas eficiência operacional, mas também reconexão afetiva e educativa com o mundo interior do sujeito. A proposta de Russell e Norvig (2021) de sistemas inteligentes orientados por objetivos pode ser ressignificada a partir dessas bases éticas e simbólicas, colocando a tecnologia a serviço da vida psíquica e da reconstrução do sentido existencial.

Prevenção arquetípica e sustentabilidade do existir

Ao integrar tecnologias simbólicas com abordagens ecopsicológicas, torna-se possível conceber uma prevenção do suicídio que transcenda o enfoque clínico tradicional. A prevenção arquetípica implica resgatar imagens universais (renascimento, travessia, comunhão) que favoreçam a reconstrução do sentido de viver. Botega (2015) já apontava para a importância de múltiplas estratégias de cuidado em rede, e aqui se propõe um complemento: um cuidado que também seja poético, ecológico e mediado por IA com propósito humanizador.

Esses resultados indicam que é possível conceber tecnologias de cuidado alinhadas a princípios simbólicos, capazes de sensibilizar e educar para uma nova ética de vida — uma ética que reconheça o planeta como espelho da alma e o sofrimento como expressão de um chamado à transformação.

Conclusão

Este estudo teve como objetivo investigar como os fundamentos da Psicologia Analítica e da Suicidologia podem ser integrados a propostas tecnológicas baseadas em Inteligência Artificial e consciência ecológica, visando uma abordagem simbólica e sustentável para a promoção da saúde mental e a prevenção do suicídio. A análise teórico-hermenêutica permitiu articular categorias emergentes, como desconexão simbólica, sofrimento ecológico, mediação tecnológica e prevenção arquetípica, revelando a urgência de modelos integradores entre subjetividade, tecnologia e meio ambiente.

Conclui-se que a Inteligência Artificial, quando orientada por princípios simbólicos e éticos, pode atuar como mediadora significativa entre os mundos interno e externo, favorecendo a reconstrução de sentidos existenciais em contextos de sofrimento psíquico. A reconexão com os arquétipos, o fortalecimento de vínculos com a natureza e a presença de narrativas simbólicas no ambiente digital podem compor estratégias inovadoras de cuidado e prevenção ao suicídio.

Além de sua relevância conceitual, o estudo abre caminhos para o desenvolvimento de soluções tecnológicas orientadas por modelos simbólicos, como agentes de IA inspirados em arquétipos terapêuticos, interfaces ecopsicológicas e assistentes virtuais que operem como espelhos simbólicos e educativos. Espera-se que tais iniciativas ampliem o alcance e a eficácia das ações de saúde mental, alinhando inovação tecnológica, consciência ecológica e escuta sensível do sofrimento humano.

Referências Bibliográficas

- BOTTEGA, Neury José. **Crise suicida: avaliação e manejo**. Porto Alegre: Artmed, 2015.
- FISKE, Alan P. *et al.* Ethical and social issues in the use of AI in mental health care. **Current Psychiatry Reports**, v. 21, n. 89, p. 1–11, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11920-019-1073-9>. Acesso em: 30 abr. 2025.

FLORIDI, Luciano. **The ethics of information**. Oxford: Oxford University Press, 2013. Disponível em: <<https://global.oup.com/academic/product/the-ethics-of-information-9780199641321>>. Acesso em: 30 abr. 2025.

FUKUMITSU, Karina Okajima. **Acolher o sofrimento humano: na prevenção do suicídio**. São Paulo: Vetor, 2020.

GOERTZEL, Ben. Artificial general intelligence: concept, state of the art, and future prospects. **Journal of Artificial General Intelligence**, v. 11, n. 1, p. 1–46, 2020. Disponível em: <<https://content.sciendo.com/view/journals/jagi/11/1/article-p1.xml>>. Acesso em: 30 abr. 2025.

HILLMAN, James. **O pensamento do coração e a alma do mundo**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

JUNG, Carl Gustav. **O homem e seus símbolos**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1976.

LI, Fei-Fei. **Human-centered AI**. Stanford University: Lecture Series, 2018. Disponível em: <<https://hai.stanford.edu/news/vision-human-centered-ai>>. Acesso em: 30 abr. 2025.

MCCARTHY, John. Programs with Common Sense. **Teddington Conference on the Mechanization of Thought Processes**, 1959. Disponível em: <<http://jmc.stanford.edu/articles/mcc59.html>>. Acesso em: 30 abr. 2025.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2005.

PICARD, Rosalind. **Affective Computing**. Cambridge: MIT Press, 1997. Disponível em: <<https://affect.media.mit.edu/pdfs/97.picard.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2025.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial**. São Paulo: Pearson, 2021.

SHNEIDMAN, Edwin S. **The suicidal mind**. Oxford: Oxford University Press, 1996. Disponível em: <<https://global.oup.com/academic/product/the-suicidal-mind-9780195118018>>. Acesso em: 30 abr. 2025.

TURING, Alan M. Computing Machinery and Intelligence. **Mind**, v. 59, n. 236, p. 433–460, 1950. Disponível em: <<https://www.csee.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2025.

CARACTERIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA COMUNIDADE BENTÔNICA DO SEDIMENTO INCONSOLIDADO DA PRAIA DE ITACOATIARA¹

Giovanna O. De Nigris²;

Maria Eduarda B. C. H. Carvalho³;

Gisela B. Silva⁴;

Cristiane S. Fiori⁵

Resumo

Os organismos bentônicos são fundamentais na reciclagem de matéria orgânica por meio da remineralização dos nutrientes depositados nos sedimentos de fundo. Diante da crescente perda de biodiversidade e da grande importância da conservação, é essencial continuar estudando a capacidade de suporte das comunidades bentônicas frente a esses impactos. Essas comunidades refletem as alterações ambientais, sejam elas naturais, antrópicas ou decorrentes de gradientes de poluição. Este trabalho objetiva analisar e caracterizar a comunidade bentônica do sedimento inconsolidado da Praia de Itacoatiara. O delineamento amostral foi realizado em duas estações, das quais foram coletadas três réplicas de dois litros, totalizando seis unidades amostrais. Foi realizada triagem e identificação dos organismos em grupos taxonômicos para identificação ao menor nível possível. A macrofauna apresentou um total de 23.174 indivíduos, distribuídos em Gastropoda, Bivalvia, Polychaeta, Crustacea, Bryozoa e Brachiopoda, sendo Bivalvia e Polychaeta os grupos mais predominantes, com 15.607 e 5.527 organismos, respectivamente; seguidos por Gastropoda (1.465), Bryozoa (535), Crustacea (32) e Brachiopoda (8). O estudo demonstrou que, embora condições naturais como o hidrodinamismo e a maré alta, limitem a presença de organismos em determinadas áreas, adaptações específicas podem favorecer a sobrevivência de espécies como os moluscos Bivalvia e Polychaeta, mesmo em ambientes considerados adversos.

Palavras-chave: Biodiversidade; Comunidade Bêntica; Distribuição Ecológica; Ecologia de Praias; Macroinfauna.

Introdução

¹ Nota de edição: Este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo do ODS 14 – vida na água, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Veiga de Almeida. Email: gianna.odn@hotmail.com.

³ Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Veiga de Almeida. Email: mariaeduardabrito.carvalho@hotmail.com.

⁴ Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Veiga de Almeida.

⁵ Doutorado em Geoquímica Ambiental, Universidade Federal Fluminense; Coordenadora do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: cristiane.fiori@uva.br.

O ambiente marinho ocupa cerca de 70% da superfície do planeta e desempenha papel crucial na regulação climática global, contribuindo significativamente para a modulação da temperatura atmosférica e para a manutenção do equilíbrio dos ciclos biogeoquímicos. Além disso, os ecossistemas marinhos são reconhecidos por sua extraordinária biodiversidade, abrigando uma vasta gama de organismos que exercem funções ecológicas essenciais (ODUM, 1988).

A ecologia, definida como o ramo da biologia que investiga as interações entre organismos e seus ambientes, é fundamental para compreender a dinâmica desses sistemas. Mais especificamente, a ecologia das praias, que se concentra no estudo dos organismos que habitam substratos inconsolidados, tem sido um campo de crescente interesse. Esse enfoque justifica-se pela importância desses organismos para a estabilidade e funcionalidade dos ecossistemas litorâneos, bem como pela necessidade de compreender os impactos de fatores externos — como mudanças climáticas, poluição e atividades humanas — sobre a qualidade e distribuição dessas comunidades biológicas (ODUM, 1988).

As praias arenosas são ambientes costeiros formados por sedimento inconsolidado, resultante de depósitos de areia acumulados por agentes de transporte marinho. Elas compreendem uma porção de supra e médio-litoral, além de uma porção submersa, que inclui a zona de arrebentação e se prolonga até a base das ondas (VELOSO; NEVES, 2009).

Essas praias desempenham uma variedade de funções socioecológicas, incluindo: proteção costeira natural de ecossistemas adjacentes ou mesmo de áreas urbanas contra ondas e tempestades; habitat para diversas espécies vegetais e animais; locais de recreação e lazer; prática de esportes; turismo; e atividades econômicas diretas e indiretas (SOUZA *et al.*, 2005).

Os animais intersticiais — meiofauna que habita os espaços entre os grãos de areia — desenvolveram adaptações específicas em comparação a organismos de outros ambientes marinhos, devido à instabilidade do sedimento, causada pelo hidrodinamismo, ou seja, o movimento das ondas sobre esses locais (MCLACHLAN; BROWN, 2006), além da constante exposição à variação do nível das marés e da temperatura. A movimentação das ondas, juntamente com o tamanho dos grãos presentes na praia, são fatores ecológicos determinantes no ecossistema das praias arenosas.

Por se tratar de um ambiente de transição entre os meios marinho e terrestre, as praias desempenham papel fundamental na biologia de diversas espécies, funcionando como berçário e área de desova para organismos como tartarugas e peixes. Além disso, espécies de grande relevância comercial utilizam a zona de arrebentação para alimentação, aproveitando a alta produtividade biológica dessa região.

Embora possam parecer ambientes desprovidos de vida à primeira vista, as praias abrigam uma biodiversidade considerável, especialmente no que se refere aos organismos bentônicos que habitam os substratos sedimentares. Esses organismos, incluindo anelídeos, poliquetas, moluscos e crustáceos, são amplamente diversos e desempenham papéis ecológicos cruciais para a estrutura e funcionalidade dos ecossistemas litorâneos (MCLACHLAN; BROWN, 2006). Conforme seu modo de vida, os animais analisados neste estudo fazem parte da infauna, pois estão enterrados no sedimento, e, de acordo com o tamanho, são considerados macrofauna (AMARAL, 2014).

Este trabalho visa analisar e caracterizar, no menor nível taxonômico possível, a comunidade bentônica do sedimento inconsolidado da Prainha de Itacoatiara, com foco na distribuição dessa comunidade em águas da prainha associadas a resíduos domésticos e de atividades recreativas — consideradas as formas mais comuns e generalizadas de poluição nas zonas costeiras, incluindo fontes como resíduos sólidos e esgotos municipais (SOUZA *et al.*, 2012).

Material e Métodos

Área de estudo

Este estudo foi realizado na Prainha de Itacoatiara (22° 974' 48,6" S; 43° 039' 01,8" W). A praia oceânica está localizada na costa de Itacoatiara (Figura 1), no município de Niterói/RJ, região sudeste do Brasil.

O bairro de Itacoatiara, que faz parte da sub-região de Itaipu, é banhado pelo Oceano Atlântico e apresenta uma paisagem muito bela, combinando o verde dos morros e das árvores com o azul do mar. Sua espacialização é bem demarcada, pois está situado entre dois maciços. A região oceânica é dividida em duas partes por uma formação rochosa denominada Pedra do Pampo: a Praia de Itacoatiara, à direita, e a Prainha, à esquerda (Figura 1) (BARROSO, 2003).

A Prainha é uma extensão da Praia de Itacoatiara e ganhou fama devido a um paredão de pedras que cria uma piscina natural segura para famílias e crianças. Além

disso, é reconhecida por abrigar uma grande diversidade bentônica (OLIVA; SILVA, 2018).

Metodologia em campo

A coleta foi realizada na Praia de Itacoatiara, Niterói, no dia 8 de setembro de 2023, das 12h00 às 15h00, em maré de sizígia, durante a preia-mar, com nível de maré entre 0,6 m e 0,8 m (Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil, 2023).

Segundo Dandolini (2000), maré de sizígia ocorre quando o Sol e a Lua se alinham em relação à Terra, como nas fases de Lua Cheia e Lua Nova, resultando em marés mais altas que o normal. Na data da coleta, a Lua estava em transição do quarto crescente para a fase nova, o que fez com que a maré aumentasse.

Os valores da maré foram obtidos por meio da tábua de marés do Porto do Rio de Janeiro, Ilha Fiscal (22° 53' 8,002" S e 43° 10' 0,001" W). A observação do local sob estas condições de maré alta possibilitou a seleção das rochas da região para o estudo (Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil, 2023).

O delineamento amostral consistiu no posicionamento de dois transectos na região infralitoral, ao longo dos quais foram definidas duas estações (A e B) (Figura 2). Em cada estação, foram coletadas três réplicas, totalizando seis unidades amostrais.

As amostras de sedimento foram coletadas por meio de mergulho leve, utilizando-se um corer de PVC (Figura 3), com 25 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro. Após a coleta, o material foi passado em uma peneira com malha de 0,5 mm para filtrar e separar objetos sólidos de maior porte (figuras 4 e 5).

Todo o sedimento retido na peneira foi colocado em bandejas e fixado em solução de formalina a 10%, corado com o corante Rosa de Bengala (Figura 6). Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos de 2 litros, identificados com caneta retroprojetora e etiquetas de papel vegetal contendo data da coleta, estação e réplica, envolvidas por saco plástico de sacolé.

Além disso, foi coletada uma amostra de água para análise de parâmetros hidrológicos, como pH, temperatura e condutividade.

Metodologia em laboratório

O material coletado foi levado ao Laboratório de Biologia da Universidade Veiga de Almeida. As amostras foram lavadas em peneira de aço inox com malha de 0,063 mm

para a remoção do formol (Figura 8), e o sedimento retido foi transferido para potes identificados contendo solução de álcool etílico a 70%.

No mesmo dia, iniciou-se a triagem e identificação dos organismos, realizada com auxílio de microscópio estereoscópico (Figura 9) para a separação dos organismos em grupos taxonômicos. Além do microscópio, foram utilizados pinça, pipeta, pincel, placa de Petri, tesoura, fita adesiva, lápis e borracha (Figura 10).

Após a triagem, os organismos foram identificados, acondicionados em tubos Eppendorf identificados (Figura 11) e conservados em álcool etílico a 70%.

Para a análise da matéria orgânica e granulometria, os sedimentos foram colocados em placas de Petri etiquetadas com fita crepe e lápis, e posteriormente pesados em balança de precisão (Figura 12). Após a primeira pesagem, as placas com as amostras foram submetidas à estufa (Figura 13) por quatro horas e pesadas novamente.

Em seguida, as amostras para análise da matéria orgânica foram transferidas para potes de porcelana contendo 25 g de material e levadas à mufla (figs. 14 e 15), onde permaneceram por cinco horas. Após esse período, foram retiradas e pesadas novamente para obtenção do teor de matéria orgânica presente.

As amostras destinadas à granulometria, após as duas pesagens, foram submetidas a um agitador de peneiras (Figuras 16 e 17) equipado com seis peneiras de abertura decrescente — 2,0 mm; 1,0 mm; 0,5 mm; 0,25 mm; 0,125 mm; e 0,054 mm — para posterior pesagem dos sedimentos retidos em cada peneira, com o objetivo de classificá-los conforme a escala de Wentworth (tabela 8).

Análise de dados

Os dados obtidos na triagem foram registrados em planilhas Excel, organizados por táxons e estações de coleta, para posterior análise. Utilizou-se o software PRIMER-E 7 para calcular índices ecológicos e parâmetros fitossociológicos, tais como: riqueza (S), frequência, abundância (N), abundância relativa (AR), equitabilidade (J') e diversidade de Shannon-Wiener.

Resultados e Discussão

Muitos estudos buscam identificar e compreender a estrutura das comunidades bentônicas em praias arenosas, porém não há consenso definitivo sobre quais variáveis físicas e químicas são mais determinantes. Contudo, a composição sedimentológica, a concentração de matéria orgânica e os padrões hidrológicos são, em geral, apontados

como os fatores de maior relevância para a estrutura das comunidades marinhas em sedimentos arenosos (SINISCALCH, 2018).

Matéria orgânica e granulometria

A matéria orgânica presente na água é necessária para a nutrição dos seres heterótrofos. Em grandes quantidades, entretanto, pode causar problemas como alteração da cor, odor, turbidez e consumo excessivo do oxigênio dissolvido. Analisando os resultados, foi possível identificar uma variação na estação B de 0,6 g (tab. 5). Essa variação pode estar relacionada ao grande número de visitantes que frequentam a área para lazer, ou seja, pela influência antrópica, o que explica a associação com resíduos domésticos, considerados uma forma comum de poluição nas zonas costeiras (AMARAL, 2014).

A granulometria do substrato consiste na análise do tamanho dos grãos da praia e sua posterior classificação. Essa análise fornece informações importantes, como a capacidade do sedimento em reter água e quais organismos podem habitar o local, além de explicar a baixa diversidade de organismos ou a ausência de determinados grupos taxonômicos.

Após a pesagem do material retido em cada peneira, foi utilizada a Escala de Wentworth (tab. 8) para classificar os grãos de areia e determinar o tipo de sedimento da praia.

A distribuição granulométrica consiste na determinação do tamanho das partículas do solo, como areia e pedregulho, obtida pelo peneiramento de amostras secas previamente secas em estufa. Além disso, é importante realizar a análise granulométrica conjunta para solos que apresentam partículas tanto grossas quanto finas (FSP, 2013).

A areia da praia de Itacoatiara é classificada como média a grossa. De acordo com a Faculdade Sudoeste Paulista, areia é um solo não coesivo e não plástico, formado por minerais ou partículas de rochas com diâmetros compreendidos entre 0,06 mm e 2,0 mm. As areias são classificadas segundo o diâmetro em: areia fina (0,06 mm a 0,2 mm), areia média (0,2 mm a 0,6 mm) e areia grossa (0,6 mm a 2,0 mm) (FSP, 2013).

Segundo Calliari *et al.* (2003), a Praia de Itacoatiara é classificada como praia reflexiva, caracterizada pelo desenvolvimento de um gradiente topográfico pronunciado em seu contorno e pela redução da largura da zona de arrebentação devido à dissipação

das ondas na orla marítima. Em termos granulométricos, a areia predominante é média, com diâmetro aproximado entre 0,25 mm e 0,50 mm.

Composição da comunidade analisada

A macrofauna da área de coleta apresentou um total de 23.174 indivíduos pertencentes aos grupos Gastropoda, Bivalvia, Polychaeta, Crustacea, Bryozoa e Brachiopoda (Figura 18).

- **Riqueza (S)**

A riqueza do estudo foi representada pelo número de grupos taxonômicos por estação de coleta e suas réplicas. O maior valor foi encontrado na réplica A1 (6), com presença de todos os grupos taxonômicos, seguida pelas réplicas A2, B1, B2 e B3 (5), e A3 (4) (Figura 19).

- **Frequência (F)**

Observou-se que a frequência de ocorrência dos grupos Gastropoda, Bivalvia, Polychaeta e Bryozoa foi de 100% nas estações de coleta, sendo classificados como constantes. O grupo Crustacea apresentou frequência de 50%, classificado como frequente, e o Brachiopoda, 33%, classificado como presente (Figura 20). Ao analisar as estações individualmente, os resultados foram semelhantes, mantendo as mesmas classificações da análise geral, com exceção do grupo Crustacea, cuja frequência passou para 67% (Figura 21 e tab. 10).

- **Abundância (N)**

Entre os indivíduos amostrados, Bivalvia e Polychaeta apresentaram maior predominância, com 15.607 e 5.527 organismos, respectivamente. Em seguida, Gastropoda com 1.465, Bryozoa com 535, Crustacea com 32 e Brachiopoda com 8 indivíduos (Figura 18).

Em relação à abundância por estação, as estações A1 (7.748) e B3 (7.175) apresentaram maior predominância de organismos, seguidas por A2 (2.809) e B2 (2.655), e por fim A3 (1.487) e B1 (1.300) (Figura 19).

- **Abundância relativa (AR)**

O grupo com maior abundância relativa foi o Bivalvia (67,3%), seguido de Polychaeta (23,9%), Gastropoda (6,3%) e Bryozoa (2,3%), com representatividade menor dos grupos Crustacea (0,1%) e Brachiopoda (0%) (Figura 22 e tab. 11).

- **Equitabilidade de Pielou (J')**

O índice varia de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima), atingindo valor máximo quando todas as espécies apresentam a mesma quantidade de indivíduos. Valores acima de 0,5 indicam equitabilidade alta (PIELOU, 1975). Foi observada equitabilidade alta nas estações A1 e B2, enquanto as demais apresentaram equitabilidade baixa (Figura 19).

- **Diversidade (H') (loge)**

A análise da diversidade teve como objetivo verificar se havia diferença significativa entre os valores de riqueza (S) e equitabilidade (J') (ODUM, 1988). A maioria das estações apresentou diversidade muito baixa, exceto a réplica B2, que apresentou diversidade baixa (Figura 19 e tab. 12).

- **Índices de parâmetros hidrológicos**

Os índices de qualidade da água apresentaram valores significativos para discussão da biodiversidade nas amostras. Observou-se pH corrosivo, temperatura elevada e condutividade indicando um ambiente pouco impactado (tab. 13).

- **Discussão**

Apesar da macrofauna bentônica ser pouco conhecida no litoral brasileiro, muitos desses organismos atuam como bioindicadores ambientais, respondendo a distúrbios naturais e antropogênicos (NEVES & VALENTIN, 2011).

Costões rochosos geralmente apresentam a maior diversidade biológica dentre os ambientes intertidais. Esperava-se, portanto, que as amostras da estação A, mais próxima ao costão, apresentassem maior diversidade, porém os resultados não confirmaram essa expectativa. Considerando que a região é turística, a interferência antrópica, como o pisoteio constante e a poluição gerada pelos visitantes, pode explicar essa baixa diversidade (LEGAIS, 2018).

Segundo Legais (2018), os costões possuem grande importância ecológica, servindo de abrigo para diversos organismos contra o hidrodinamismo e predadores, além de desempenharem papel fundamental na biodiversidade local.

Vieira (2015) relata que a diversidade biológica dos ambientes recifais tem sido afetada pela poluição doméstica e pela exploração humana excessiva, incluindo pesca e atividades recreativas. Outros fatores prejudiciais incluem vazamento de óleo, descarte de lixo, pisoteio e mergulhadores descuidados.

Ambientes urbanizados com alta presença de banhistas sofrem impactos negativos, reduzindo a riqueza e diversidade biológica local (SANTOS, 2020).

No inverno, a praia de Itacoatiara sofre intenso batimento de ondas devido às ressacas causadas por frentes frias, o que reduz a população de macroalgas e gera interferência mecânica na comunidade bentônica, tornando-a mais vulnerável às ações antrópicas (BAPTISTA *et al.*, 2013).

Esse hidrodinamismo intenso pode causar soterramento e abrasão por sedimento, provocando estresse e alterações nas comunidades bentônicas, como a redução de luz e oxigênio disponíveis. Isso pode resultar em seleção natural favorecendo espécies específicas (BAPTISTA *et al.*, 2013).

Tal fenômeno pode explicar o elevado número de bivalves e poliquetas na Prainha de Itacoatiara. Durante a evolução, os bivalves desenvolveram brânquias modificadas que aumentaram a área de filtração, permitindo que se alimentem principalmente da matéria orgânica suspensa, ocupando habitats como costões rochosos e recifes de coral (PIELOU, 1975).

As poliquetas possuem ampla distribuição e adaptabilidade, incluindo ambientes com baixo oxigênio. São fundamentais para a organização e dinâmica das comunidades aquáticas e atuam como bioindicadores de poluição orgânica (COUTINHO, 2013).

Estudos indicam dominância de poliquetas, representando cerca de 74% da densidade da macroinfauna em águas costeiras, especialmente em estágios iniciais de colonização de substratos recifais (HUTCHINGS *et al.*, 2008).

O pH influencia o metabolismo de várias espécies aquáticas. A Resolução CONAMA 357 estabelece que o pH deve variar entre 6 e 9 para proteção da vida aquática. Alterações podem aumentar a toxicidade de substâncias como metais pesados (ARAÚJO, 2018).

A acidificação oceânica, decorrente da absorção de CO₂ pelos oceanos, reduz o pH da água, prejudicando a formação das estruturas calcárias de animais marinhos e afetando sua reprodução e distribuição (MEDEIROS, 2022).

Segundo Araújo (2018), variações de temperatura são naturais, porém o aumento pode ser causado por resíduos industriais e sistemas termoeletricos, afetando o crescimento e reprodução dos organismos aquáticos (CIMINELLI, 2014).

A condutividade indica a concentração de sólidos dissolvidos, sendo útil para detectar mudanças na composição da água. Valores elevados podem indicar corrosividade (ARAÚJO, 2018).

Conclusão

Conclui-se que os objetivos da pesquisa foram atingidos. O estudo demonstrou que, embora fatores naturais, como o hidrodinamismo e a maré alta, limitem a presença de organismos em determinadas áreas, adaptações específicas permitem a sobrevivência de espécies, como os moluscos *Bivalvia* e *Polychaeta*, mesmo em ambientes considerados adversos.

Além disso, o impacto de ações antrópicas, como a poluição e o turismo, exerce papel decisivo na dinâmica local. Essas alterações podem favorecer algumas espécies, mas também provocam desequilíbrios que ameaçam a biodiversidade da região.

Para estudos futuros, recomenda-se a realização de coletas durante o verão, possibilitando a comparação entre diferentes estações do ano, bem como a ampliação do número de amostras em ambas as estações já estudadas.

Também seria relevante realizar coletas em dias de maré baixa, a fim de obter dados com menor interferência das ações associadas ao intenso turismo local.

Referências Bibliográficas

AMARAL, A. C. Z. Praias do litoral paulista, macrofauna e petróleo. In: **Sensibilidade do litoral paulista a derramamentos de petróleo: um atlas em escala de detalhe**. Rio Claro: UNESP, 2014.

ARAÚJO, V. **Análise de alguns parâmetros de qualidade da água na Baía do Guajará em Belém-PA e os efeitos do regime pluviométrico e de marés**. 2018. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, 2018. Disponível em:

<https://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/10761/1/Dissertacao_AnaliseAlgunsParametros.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2023.

BARROSO, J. O Bairro de Itacoatiara. **Revista Geo-paisagem**, 4. ed., 2003. ISSN 1677-650.

CALLIARI, L. J.; MUEHC, D.; HOEFEL, F. G.; TOLDO Jr, E. Morfodinâmica praial: uma breve revisão. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 51, p. 63-78, 2003.

Centro De Hidrografia Da Marinha Do Brasil (CHM). **Tábuas de maré 2025**. Marinha do Brasil, 2023. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>>. Acesso em: 22 out. 2023.

CIMINELLI, V. S.; BARBOSA, F. A.; TUNDISI, J. G.; DUARTE, H. A. Recursos minerais, água e biodiversidade. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 8, p. 39-45, 2014.

COUTINHO, M. S. **Diversidade da macrofauna bentônica de praias arenosas na APA Costa das Algas-ES, Brasil**. 2013. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Faculdade de Oceanografia e Ecologia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013. Disponível em: <<https://oceanografia.ufes.br/sites/oceanografia.ufes.br/files/field/anexo/MARIANE%20SILVA%20COUTINHO.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2024.

DANDOLINI, M. Marés. **Planetário UFSC**, 2000. Disponível em: <<https://planetario.ufsc.br/mares/>>. Acesso em: 10 nov. 2024.

FSP. **Granulometria dos solos**. Engenharia Civil, 2013.

HUTCHINGS, P. Role of polychaetes in bioerosion of coral substrates. In: **Current developments in bioerosion**, p. 249-264, 2008.

JESUS, P. B.; MACHADO, G. E. M.; MUNIZ, R. A. Macroalgas marinhas como indicadores de impactos ambientais em Itacoatiara, Niterói, RJ: subsídios para futuros programas de monitoramento ambiental. **CADEGEO**, 2013. Disponível em: <<http://www.cadegeo.uff.br/index.php/cadegeo/article/view/19/20>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

LEGAIS, M. Costões rochosos. **APAM Litoral Centro**, 2018. Disponível em: <[APAMLC_Costoes_Rochosos.pdf](#)>. Acesso em: 10 nov. 2024.

MCLACHLAN, A.; BROWN, A. C. **The ecology of sandy shores**. New York: Elsevier, 2006. 373 p.

MEDEIROS, R. Acidificação oceânica. **Secretaria do Meio Ambiente**, 2022. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleiraambiental/acidificacao-oceanica-3/>>. Acesso em: 15 set. 2023.

NEVES, R. A. F.; VALENTIN, J. L. Revisão bibliográfica sobre a macrofauna bentônica de fundos não-consolidados, em áreas costeiras prioritárias para conservação no Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 44, n. 3, 2011.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434 p.

OLIVA, F. G.; SILVA, M. A. M. Subsídios à gestão costeira integrada na região oceânica de Niterói/RJ: uma análise do comportamento morfodinâmico da praia de Itacoatiara. **Revista Continentes**, n. 12, dez. 2018.

SANTOS, K. da S. **Macrofauna em ambientes recifais de praias urbanas do Recife – PE, Brasil**. 2020. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020. Disponível em: <<https://arandu.ufrpe.br/server/api/core/bitstreams/94528cfa-2c94-4d0f-8264-68d4e97e1b67/content>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SOUSA, Nikaelly Conceição de. **Caracterização da estrutura da macrofauna bentônica de sedimentos inconsolidados da praia do Adão, Niterói - Rio de Janeiro**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Veiga de Almeida, 2017.

SOUZA, C. D. G. *et al.* Praias arenosas e erosão costeira. **Quaternário do Brasil**, p. 130-152, [S.l.], 2005.

SOUZA, D. M. A.; RACHID, B. R. F.; MOSER, G. A. O.; OLIVEIRA, A. J. F. C. Efeitos ambientais da disposição oceânica de esgotos por meio de emissários submarinos: uma revisão. **Mundo da Saúde**, p. 643-661, 2012.

VELOSO, V. G.; NEVES, G. Praias arenosas. In: PEREIRA, R. C.; GOMES, A. S. (Orgs.). **Biologia marinha**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2009.

VIEIRA, J. V. **Efeitos dos distúrbios antrópicos associados ao uso recreativo na fauna de praias: implicações para o manejo e conservação**. 2015. 156 f. Dissertação (Doutorado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

ANEXO DE FIGURAS E TABELAS. Material complementar ao trabalho. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1JOXjmwQj63FBNpILQ_qiFn0hKZLjUcEZ/view?usp=sharing>. Acesso em: 15 maio 2025.

CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NO BRASIL: UM CAMINHO PARA O ÊXITO DA PNRS E ACORDOS CLIMÁTICOS¹

Luis Felipe Silveira²;
Hudson Santos da Silva³

Resumo

Este resumo busca discutir a valorização dos catadores de materiais recicláveis no Brasil como elemento-chave para o sucesso da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e, consequentemente, para o cumprimento dos compromissos climáticos assumidos pelo país enquanto signatário. A gestão dos resíduos sólidos é considerada um desafio estrutural e estruturante, pois não se trata de uma questão exclusivamente contemporânea — ainda que tenha se agravado diante das dinâmicas de extração, produção, consumo e descarte, fortemente intensificadas no século XXI.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável; Empregos Verdes; Resíduos Sólidos.

Introdução

A gestão dos resíduos sólidos é uma questão que mobiliza as sociedades em diversos momentos da história (SILVA *et al.*, 2022), cada qual com sua complexidade e seus respectivos desafios. No século XXI, vivemos em um mundo com enorme diversidade e quantidade de resíduos, o que demanda a construção, elaboração e implementação de novas tecnologias capazes de suprir o volume de materiais descartados que sequer passam por etapas de reaproveitamento ou reciclagem antes de chegarem aos aterros sanitários ou, ainda, aos lixões.

O inciso V da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece metas para a eliminação e recuperação de lixões, integradas a políticas que visem à inclusão social e à emancipação econômica dos catadores de materiais recicláveis (BRASIL, 2010). Entretanto, desde sua criação, o Brasil tem prorrogado não apenas o prazo para extinção dos lixões e

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 1 – erradicação da pobreza; 8 – trabalho decente e crescimento econômico; 10 – redução das desigualdades; 12 – consumo e produção responsáveis e 13 – ação contra a mudança global do clima, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda.

² Graduação em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. E-mail: luis.silveira.19@outlook.com.

³ Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. E-mail: hudson.silva@ifrj.edu.br.

melhorias na gestão dos resíduos sólidos, mas, sobretudo, falhado em valorizar o principal agente para que tais políticas obtenham êxito: os catadores de materiais recicláveis. Ainda que regulamentados por lei, esses profissionais não têm acesso igualitário à aplicação das normas, o que dificulta a continuidade de suas atividades — fundamentais para o desenvolvimento sustentável —, além de comprometer a promoção de dignidade, sustento e inclusão para suas famílias, comunidades e territórios.

O objetivo deste trabalho é analisar e identificar se há efetividade nas políticas públicas voltadas à promoção e garantia de direitos básicos constitucionais aos catadores de materiais recicláveis, especialmente no que se refere ao acesso à educação, moradia, trabalho e previdência social. Embora sejam historicamente marginalizados, esses trabalhadores respondem por cerca de 90% do esforço de reciclagem no Brasil (IMPA, 2021). São, portanto, sujeitos essenciais para o êxito da Política Nacional de Resíduos Sólidos e dos compromissos climáticos dos quais o Brasil é signatário, como o Acordo de Paris e a Agenda 2030.

Material e Métodos

A pesquisa possui abordagem qualitativa, do tipo descritiva com foco analítico-interpretativo (GODOY, 1995; GIL, 2007). Constitui-se a partir dos seguintes passos:

1. revisão da literatura sobre as condições de trabalho e de vida dos catadores;
2. análise de alguns instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos quanto à valorização ou não dessa categoria profissional;
3. verificação da inclusão desses trabalhadores nos debates, metas e ações dos acordos climáticos vigentes, especialmente em relação a tópicos relacionados a resíduos sólidos, redução das desigualdades e boas condições de trabalho, vinculando tais aspectos aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 — ODS 1, 8, 10, 12 e 13 — que, por meio de suas metas, podem orientar um caminho de justiça social e climática para essa categoria tão marginalizada e invisibilizada.

Resultados e Discussão

Catadores de materiais recicláveis

A categoria profissional de catador de material reciclável, também reconhecida como agente de reciclagem de materiais, catador de ferro-velho, catador de papel e papelão, catador de sucata, catador de vasilhame, coletor de materiais recicláveis ou ainda enfardador de sucata (quando em cooperativa), é classificada pela Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) sob o código nº 5.192-05, que estabelece que são “os trabalhadores responsáveis por coletar material reciclável e reaproveitável, vender material coletado e fazer a seleção do material, para que este possa seguir para a etapa de expedição” (BRASIL, 2002).

De acordo com Sant’Ana e Maetello (2016, p. 26-27), com base em dados do Censo Demográfico de 2010 e da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2012, ambos produzidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), estimou-se que aproximadamente 387 mil pessoas tinham a catação como atividade remunerada principal.

Tabela 1: Síntese da situação social das catadoras e dos catadores de material reciclável, no Brasil.

Indicadores	Brasil	Sul	Sudeste	Nordeste	Centro-Oeste	Norte
Total de Catadores	387.910	58.928	161.417	116.528	29.359	21.678
Média de idade dos catadores	39,4	38,9	40,6	38,3	40,0	36,5
Mulheres (%)	31,1	34,1	30,9	29,3	34,1	29,5
Negros (pretos e pardos) (%)	66,1	41,6	63,0	78,5	71,3	82,0
Catadores residentes em áreas urbanas (%)	93,3	93,5	96,2	88,5	95,6	93,2
Rendimento médio do trabalho dos catadores (R\$)	571,56	596,90	629,89	459,34	619,00	607,25
Catadores com contribuição previdenciária (dados Pnad 2012) (%)	15,4	25,9	17,7	6,2	10,6	7,4
Taxa de analfabetismo entre os catadores (%)	20,5	15,5	13,4	34,0	17,6	17,2
Catadores com 25 anos	24,6	20,6	28,3	20,4	23,9	30,0

ou mais com ensino fundamental completo						
Catadores com 25 anos ou mais com ensino médio completo	11,4	7,9	13,5	9,7	10,8	14,0

Fonte: Adaptado de Diogo de Sant’Ana, Daniela Maetello (2016).

Historicamente, as pessoas que fazem da catação sua atividade principal são essenciais para a preservação do meio ambiente e para a circularidade de produtos e materiais, contribuindo para a implementação da Economia Circular — a qual engloba essa e outras soluções sistêmicas para o enfrentamento das mudanças climáticas e da perda de biodiversidade, tratando, neste caso, de questões relacionadas ao gerenciamento de resíduos e às dinâmicas de poluição (FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2025).

É fundamental aperfeiçoar e expandir políticas públicas que incluam catadoras e catadores como sujeitos ativos na sociedade, pois é contraditório — e uma infeliz realidade — que agentes que desempenham um papel que deveria caber a toda a coletividade — reciclar e manter produtos e materiais no ciclo produtivo, evitando seu descarte — sejam tão desvalorizados.

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

Instituída pela Lei nº 12.305/2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) reúne um conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações para o enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos (PEREIRA *et al.*, 2020). A PNRS traz definições e conceitos fundamentais para a gestão eficaz e inteligente dos resíduos sólidos, estabelecendo diretrizes para a prevenção, redução e geração de resíduos, assim como para a destinação ambientalmente adequada e a disposição final dos rejeitos (PEREIRA *et al.*, 2020).

Existem duas definições fundamentais no debate sobre gerenciamento de resíduos sólidos, conforme a PNRS:

- XV — rejeitos: resíduos sólidos que, após esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente

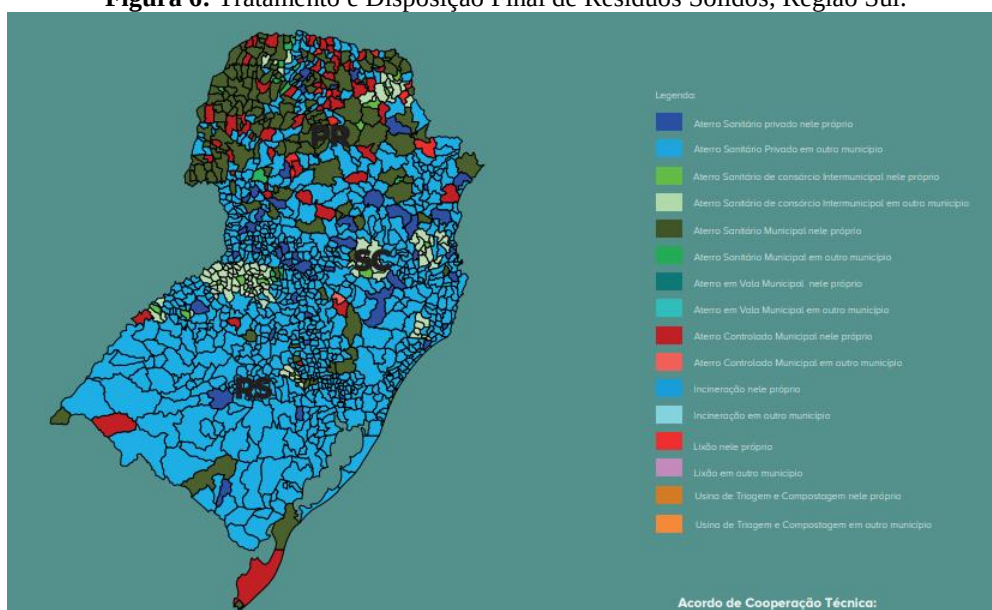
viáveis, não apresentam outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

- XVI — resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou que exigem soluções técnica ou economicamente inviáveis diante da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

No que tange aos catadores e catadoras de materiais recicláveis, o conceito de resíduos sólidos — pejorativamente chamado de lixo — é essencial para o desenvolvimento de uma destinação adequada dos resíduos, como a reciclagem e a compostagem em cooperativas e centros de triagem. Considerando que não se utiliza energia nem massa do resíduo, o caminho previsto é a disposição ambientalmente adequada em aterros sanitários.

Por exemplo, na região Sul do Brasil, observa-se uma grande diversidade de locais para disposição final, desde adequados, como aterros sanitários, até não adequados, como lixões. Essa diversidade pode, por um lado, facilitar a implementação de políticas de disposição ambientalmente adequada, mas também apresentar desafios diante da persistência, embora minoritária, dos lixões na região.

Figura 6: Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos, Região Sul.



Fonte: ABETRE; Ministério do Meio Ambiente, 2021.

Inclusão dos catadores nos debates ambientais e climáticos

Os catadores de material reciclável são um componente de suma importância para o desenvolvimento sustentável. Segundo o Relatório de Brundtland: Nosso Futuro Comum (1991), o desenvolvimento sustentável é “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades” (AGNELLI *et al.*, 1991).

Entretanto, de acordo com Centeno (2024), cerca de 2,5 mil catadores de material reciclável perderam seu trabalho na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), em razão das enchentes no Rio Grande do Sul. Somado a isso, 19 cooperativas ficaram debaixo d’água (CENTENO, 2024).

A reportagem destaca que a situação, já desfavorável, agravou-se devido à catástrofe climática: “A gente é invisibilizado, e a invisibilidade leva a outro temor: o que o governo estadual e a prefeitura de Porto Alegre vão apresentar de projetos para a reconstrução da cidade e do estado. Nossa preocupação é não estarmos incluídos. Os dois governos não nos procuraram” (CENTENO, 2024). Tal relato revela a não inclusão dessa categoria nas medidas de mitigação e adaptação climáticas para a região, o que, além de comprometer a indústria da reciclagem, conduz famílias inteiras a um cenário de extrema pobreza.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), especialmente os ODS 1 — Erradicação da Pobreza; ODS 8 — Trabalho Decente e Crescimento Econômico; ODS 10 — Redução das Desigualdades; ODS 12 — Consumo e Produção Responsáveis; e ODS 13 — Ação Contra a Mudança Global do Clima (IPEA, 2025) — trazem metas fundamentais para que o Brasil combata a desvalorização desses profissionais, aumente suas taxas de reciclagem e realize a transição de uma economia linear para uma economia circular.

Tabela 2: ODS 1, 8, 10, 12 e 13 da ONU e suas respectivas metas relacionadas à valorização dos catadores de materiais recicláveis.

ODS	Meta
-----	------

1 - Erradicação da Pobreza	1.1 - Até 2030, erradicar a pobreza extrema para todas as pessoas em todos os lugares, atualmente medida como pessoas vivendo com menos de US\$ 1,25 por dia. 1.5 - Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais.
8 - Trabalho Decente e Crescimento Econômico	8.8 - Proteger os direitos trabalhistas e promover ambientes de trabalho seguros e protegidos para todos os trabalhadores, incluindo os trabalhadores migrantes, em particular as mulheres migrantes, e pessoas em empregos precários.
10 - Redução das Desigualdades	10.1 - Até 2030, progressivamente alcançar e sustentar o crescimento da renda dos 40% da população mais pobre a uma taxa maior que a média nacional. 10.2 - Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra. 10.4 - Adotar políticas, especialmente fiscal, salarial e de proteção social, e alcançar progressivamente uma maior igualdade.
12 - Consumo e Produção Sustentáveis	12.5 - Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.
13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima	13.1 - Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países. 13.2 - Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamento nacionais.

Fonte: Adaptado do Ipea, (2025).

Somado a isso, o Acordo de Paris, adotado no final de 2015 pelos países signatários da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), no âmbito da 21ª Conferência das Partes (COP21), visa fortalecer a resposta global às mudanças climáticas, além de construir e reforçar a capacidade dos países para lidar com os impactos gerados por essas alterações (BRASIL, 2015).

Por sua vez, o governo brasileiro, por meio de sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), comprometeu-se a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa (GEE) em 37% até o ano de 2025 e, subsequentemente, reduzir 43% dessas emissões até 2030 (BRASIL, 2015). Para além desse compromisso, de forma geral, ao tornar-se signatário do

Acordo de Paris, o Brasil assumiu, junto a outros 194 países, o compromisso de investir progressivamente em uma economia mais descarbonizada — estocando mais carbono e emitindo menos — planejando, organizando, estimulando e desenvolvendo novas formas de produção, garantindo um crescimento econômico satisfatório, ao mesmo tempo em que preserva seus biomas e sua biodiversidade.

Tal decisão leva o país, em determinado momento, a encarar a reciclagem como um meio de extrair menos recursos da natureza, aumentando a vida útil dos materiais por meio da reciclagem (e demais métodos pertinentes e igualmente importantes), como expresso, por exemplo, no Art. 8º do Acordo de Paris:

É fundamental acelerar, incentivar e possibilitar a inovação para contribuir a uma resposta global eficaz de longo prazo à mudança do clima e para promover o crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável. Esse esforço será apoiado, conforme o caso, entre outros, pelo Mecanismo de Tecnologia e, por meios financeiros, pelo Mecanismo Financeiro da Convenção, de modo a promover abordagens colaborativas em pesquisa e desenvolvimento e facilitar às Partes países em desenvolvimento o acesso à tecnologia, em especial nas fases iniciais do ciclo tecnológico (BRASIL, 2015).

De acordo com o Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR, 2024), o então presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva, anunciou o retorno de investimentos para organizações de catadores durante reunião do Comitê Interministerial para Inclusão Socioeconômica de Catadores e Catadoras de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis (CIISC), destinando R\$ 425,5 milhões em apoio à categoria em todo o país, com destaque para as cidades do Rio Grande do Sul, em razão da calamidade climática ocorrida (MNCR, 2024).

Entre as iniciativas, houve a assinatura do Decreto de Regulamentação da Lei de Incentivo à Reciclagem, do Fundo de Apoio para Ações Voltadas à Reciclagem (Favorecicle), assim como dos Fundos de Investimento para Projetos de Reciclagem (ProRecicle), que visam investir em projetos privados de reciclagem a partir de renúncias fiscais, direcionando impostos de empresas a esses projetos, com potencial de captação em torno de R\$ 306 milhões. Organizações de catadores, empresas, ONGs e startups podem ser contempladas (MNCR, 2024).

Iniciativas importantes também têm surgido por meio de outros canais institucionais, como o Novo Programa Cataforte, do Ministério do Meio Ambiente e Clima (MMA), que busca fortalecer e estruturar cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis

pelo país, por meio da coleta seletiva e logística reversa multisetorial (envolvendo bancos públicos, fundações, ministérios e estatais). Destaca-se ainda o programa Conexão Cidadã, que visa facilitar o acesso a programas sociais para catadores não associados ou em situação de rua, prestando apoio jurídico, assistência à saúde e suporte psicológico, em parceria com a Associação Nacional dos Catadores (ANCAT) e o Sebrae Nacional (MNCR, 2024).

Conclusão

A partir das políticas públicas, dos instrumentos legais e das metas já estabelecidas pelo Brasil, é fundamental promover o diálogo e a inclusão dos profissionais catadores nos debates relacionados ao clima e ao desenvolvimento sustentável, bem como incentivar fiscalmente a criação e expansão de cooperativas, visando à inclusão socioprodutiva, a condições de trabalho dignas e a uma renda compatível com a importância que essa categoria desempenha para o êxito da execução da Política Nacional de Resíduos Sólidos e para o desenvolvimento sustentável.

Exemplo disso são as diretrizes de emprego produtivo e trabalho decente; direitos do trabalho; proteção social e trabalhista; e diálogo social e tripartismo, presentes no *Proyecto de directrices de política sobre la promoción del trabajo decente en la industria del reciclaje* da Organização Internacional do Trabalho (OIT).

Além disso, fazem-se necessárias pesquisas contínuas sobre a situação social dos catadores, para que suas necessidades e reivindicações enquanto cidadãos sejam ouvidas pelos tomadores de decisão e se traduzam em instrumentos que promovam maior dignidade à categoria e um desenvolvimento sustentável mais justo.

Referências Bibliográficas

AGNELLI, Susanna *et al.* **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. Disponível em: <<https://smastr16.blob.core.windows.net/portaleducacaoambiental/sites/11/2024/05/Nosso-Futuro-Comum.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 28 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC); Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (SEPED); Coordenação-Geral do Clima (CGCL). **Acordo de Paris**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt->

br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **Cadastro Brasileiro de Ocupações**. Disponível em: <<https://www.mtecbo.gov.br/cbsite/pages/pesquisas/BuscaPorCodigo.jsf>>. Acesso em: 20 mar. 2025.

CENTENO, Ayrton. 2,5 mil catadores perderam seu trabalho e 19 cooperativas estão debaixo d'água no RS. **Brasil de Fato**, Porto Alegre, 10 mai. 2024. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2024/05/10/2-5-mil-catadores-perderam-seu-trabalho-e-19-cooperativas-estao-debaixo-d-agua-no-rs/>>. Acesso em: 27 mar. 2025.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (DIEESE). **Anuário dos trabalhadores: 2010/2011**. 11. ed. São Paulo, 2011. Disponível em: <[https://www.dieese.org.br/anuario/2011/ANUARIO TRABALHADORES 2010 2011v/index.html](https://www.dieese.org.br/anuario/2011/ANUARIO_TRABALHADORES_2010_2011v/index.html)>. Acesso em: 21 mar. 2025.

FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR. **O que é a economia circular?** Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/temas/economia-circular-introducao/visao-geral>>. Acesso em: 25 mar. 2025.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas – RAE**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995.

INSTITUTO DE MATEMÁTICA PURA E APLICADA (IMPA). **Catadores recolhem 90% da reciclagem, diz Tião Santos**. 22 nov. 2021. Disponível em: <<https://impa.br/noticias/catadores-recolhem-90-da-reciclagem-diz-tiao-santos-no-impa>>. Acesso em: 29 jan. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ods/>>. Acesso em: 12 fev. 2025.

MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES E CATADORAS DE MATERIAIS RECICLÁVEIS (MNCR). **Após reivindicações do MNCR, Lula anuncia retorno de investimentos para organizações de catadores**, 11 jul. 2024. Disponível em: <<https://www.mnccr.org.br/noticias/atendendo-a-reivindicacoes-do-mnccr-lula-anuncia-retorno-de-investimentos-para-organizacoes-de-catadores>>. Acesso em: 28 mar. 2025.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO (OIT). Departamento de Políticas Sectoriales. **Proyecto de directrices de política sobre la promoción del trabajo decente en la industria del reciclaje**. Genebra, 19 mar. 2025. Disponível em: <<https://www.ilo.org/es/resource/otro/proyecto-de-directrices-de-politica-sobre-la-promocion-del-trabajo-decente>>. Acesso em: 27 mar. 2025.

PEREIRA, Samanta Vieira *et al.* A Política Nacional de Resíduos Sólidos e os desafios sociais na extinção dos lixões: o caso de Jardim Gramacho-RJ. In: **3º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**, Gramado/RS, 09-11 set. 2020. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2020/VIII-014.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2025.

SANT'ANA, Diogo de; MAETELLO, Daniela. Reciclagem e inclusão social no Brasil: balanços e desafios. In: PEREIRA, Bruna Cristina Jaquette; GOES, Fernanda Lira (orgs.). **Catadores de materiais recicláveis: um encontro nacional**. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160331_livro_catadores.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2025.

SILVA, Hudson Santos *et al.* Introdução – A logística reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: PEREIRA, G. S.; MARTINS, H. M.; SILVA, H. S. **A logística reversa: 10 anos da política nacional de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: Frapello Publishing, 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS (SINIR); ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS E EFLUENTES (ABETRE); MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Sul – Tratamento e disposição final de resíduos sólidos**. Disponível em: <<https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/09/SUL-Tratamento-e-Disposicao-Final-de-Residuos-Solidos-PE.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2025.

DISSOLUÇÃO DO LIGANTE ASFÁLTICO DO MATERIAL FRESADO PARA REUTILIZAÇÃO DA BRITA¹

Izabella dos Santos Souza²

Thiago Thielmann de Araújo³

Resumo

Para asfaltar uma rua que já possuía intervenção de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) anteriormente, é necessário remover o material anterior com fresadora antes de aplicar o novo asfalto. Esse procedimento gera resíduos sólidos, comumente chamados de fresagem, que se acumulam em unidades de conservação e outros locais, com poucas possibilidades de reaproveitamento. Este estudo define um meio de reutilizar a brita presente no material fresado, a partir da remoção química do ligante presente nele. Ao longo deste estudo, foram utilizadas amostras de material fresado sem origem definida, coletadas em gerências de conservação do município, oriundas das diversas obras de recapeamento da cidade do Rio de Janeiro. Essas amostras foram submetidas à imersão em gasolina tipo A e analisadas quanto à redução do peso, aparência e granulometria, gerando, assim, dados suficientes para concluir que a reutilização da brita como pó de pedra, após remoção do ligante por meio do método escolhido, é viável.

Palavras-chave: CBUQ; Fresagem a Frio; Resíduos Sólidos.

Introdução

O pavimento flexível, ou Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), é amplamente utilizado no Brasil e no mundo, sendo responsável por 99% dos pavimentos implantados no país (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2018). A implantação do CBUQ, assim como todos os projetos de engenharia, possui um período útil em que não apresenta variações significativas de qualidade (NBR 15575, 2013), sendo, no caso do pavimento flexível, de aproximadamente 10 anos (FERNANDES, 2019).

Sendo assim, ao final desse período, torna-se necessário implantar um novo revestimento asfáltico no local, realizando a demolição do material anterior por meio de um

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 9 – indústria, inovação e infraestrutura; 11 – cidades e comunidades sustentáveis e 12 – consumo e produção responsáveis, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Graduação em Engenharia Civil, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: souza.izabelladossantos@gmail.com.

³ Professor Orientador; Mestrado em Gestão do Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora; Especialização em Mídias e Tecnologias na Educação, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: thiagoaraujothg@gmail.com.

processo denominado fresagem (FERNANDES *et al.*, 2018). Esse processo gera resíduos, chamados de material fresado ou RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) (VOGELSANGER, 2021), que consistem em fragmentos do asfalto anterior, com variação de tamanho de acordo com o tambor utilizado no procedimento (CAVA, 2018).

Esse resíduo, quando proveniente do município do Rio de Janeiro, acumula-se, ao longo do tempo, nas gerências de conservação, muitas vezes sendo inutilizado após o descarregamento, ocupando dezenas de metros cúbicos que poderiam ser utilizados para outros fins.

Visto que toneladas de fresagem permanecem acumuladas nessas unidades (conforme imagens de 1 a 4 em anexo), é relevante considerar a possibilidade de destinação que promova a sustentabilidade e a proteção dos interesses ambientais. Para liberar a área ocupada e possibilitar que o material tenha aplicação futura além das formas convencionais já utilizadas, faz-se necessário desenvolver métodos para a reutilização de parte do material fresado.

Sendo desejável incorporar a brita presente nos resíduos de fresagem a métodos de construção distintos do propósito original, destaca-se que, devido à alta demanda, a extração de areia adequada para a construção civil poderá, em breve, não suprir o mercado internacional, além de provocar impactos ambientais significativos (BBC, 2018). Uma possível alternativa ao uso da areia é a substituição parcial dessa no concreto por pó de brita, o que, teoricamente, garante boa resistência à compressão (JORNAL USP, 2021; TADEU *et al.*, 2010).

A favor de um futuro no qual se reduza a mineração desnecessária em pedreiras e visando à sustentabilidade, propõe-se a reutilização do material fresado como pó de brita em diversos setores da construção civil.

Este artigo possui os seguintes objetivos:

- Verificar a eficácia do método escolhido para remoção química do ligante asfáltico da brita, a fim de torná-la utilizável para outros fins, desde a reutilização em CBUQ até sua aplicação em estruturas de concreto armado, utilizando gasolina tipo A;
- Organizar e apresentar a teoria química do ligante asfáltico;
- Definir candidatos a solventes para a remoção do ligante asfáltico da fresagem, descrevendo suas composições e efeitos;
- Testar e verificar a aplicação da gasolina tipo A (gasolina comum) para remoção química do ligante;

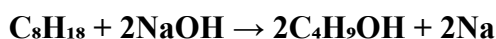
- Estabelecer relação entre o tamanho das partículas de fresagem e as dificuldades de aplicação do solvente.

Sendo o ligante asfáltico composto majoritariamente por moléculas de carbono, ele pode se apresentar em formas polares — através de ligações com heteroátomos — e apolares, por meio da estrutura de hidrocarbonetos (SOUZA; RUITER, 2023). Assim, sua solubilização exige a combinação de compostos solventes polares e apolares (FOGAÇA, 2020).

O primeiro candidato estudado foi o tricloroetileno (C_2HCl_3), com base na ABNT NBR 14855:2002, que indica que a solubilização do asfalto pode ser superior a 90%. No entanto, esse composto, além de extremamente poluente, apresenta grau 6 no rótulo de risco toxicológico (CETESB, 2023) e possui alto custo, chegando a mais de R\$160,00 por litro (MERCADO QUÍMICOS, 2023), sendo, portanto, descartado como principal solvente.

O segundo candidato foi a gasolina tipo A (C_8H_{18}), conforme a apostila de misturas asfálticas do IPR (MADUREIRA, 2023), que afirma que esse composto reduz a viscosidade do asfalto. A gasolina é considerada biodegradável, embora poluente, e possui grau 3 no rótulo de risco, sendo classificada como inflamável (CETESB, 2023). Em contraste com o tricloroetileno, seu custo é consideravelmente menor (CNN, 2023), sendo, assim, o principal solvente escolhido neste estudo.

O terceiro solvente estudado foi o álcool butílico (butanol - C_4H_9OH), utilizado na indústria de tintas e vernizes (QUÍMICA, 2023). Apesar de também apresentar grau de risco 3 e exigências de segurança semelhantes às da gasolina tipo A (CETESB, 2023), seu valor de mercado é relativamente alto, em torno de R\$76,00 por litro (LOJA QUÍMICA, 2024). Considerando seu custo, foi proposta a produção de butanol a partir da equação:



Essa reação permitiria produzir álcool butílico a partir da mistura de gasolina com soda cáustica — produto acessível, com custo inferior a R\$30,00 por quilo (CASA DO SACO DE LIXO, 2024). No entanto, devido aos riscos de segurança e à dificuldade no descarte adequado dos resíduos, essa abordagem foi descartada.

Dessa forma, entre as três opções estudadas, e diante da ausência de trabalhos semelhantes encontrados durante o desenvolvimento deste artigo, optou-se, por razões de segurança, viabilidade técnica e acessibilidade, pela utilização exclusiva da gasolina tipo A como solvente.

Materiais e Métodos

Este é um artigo de pesquisa quantitativa, com foco na interação entre solventes e ligantes asfálticos; de natureza básica e com objetivo descritivo. Os procedimentos adotados são de pesquisa experimental, com a relação entre a brita e o ligante asfáltico sendo examinada no Laboratório de Mecânica dos Solos e Materiais de Construção da Universidade Veiga de Almeida, com o auxílio do orientador Thiago Thielmann.

Materiais

O material fresado utilizado para análise foi coletado em uma obra e em quatro gerências de conservação do município do Rio de Janeiro: na obra de recapeamento da Estrada de Guaratiba; em Santa Cruz (22ª GC – R. Álvaro Alberto, 601 – Santa Cruz, Rio de Janeiro – RJ, 23550-000); em Realengo (19ª GC – Av. Brasil, 28.411 – Realengo, Rio de Janeiro); em Vargem Grande (18ª GC – Estr. Ver. Alceu de Carvalho, 1746 – Vargem Grande, Rio de Janeiro – RJ, 22785-620) e na Penha (11ª GC – Praça Vera Cruz, 2-30 – Penha, Rio de Janeiro).

A coleta foi realizada em dois pontos aleatórios de cada monte de fresagem, a fim de garantir amostragem variada. Esse material continha características de microfresagem, fresagem rasa e fresagem profunda (CAVA, 2028), sendo os resíduos classificados em recipientes de acordo com sua origem.

Não foi realizada distinção prévia quanto à composição do ligante ou ao método de fabricação, visto que os resíduos se encontravam acumulados conjuntamente, oriundos de diversas obras e localidades, podendo permanecer armazenados por anos sem remoção, o que favorece a mistura de diferentes tipos de material fresado.

O solvente utilizado para análise foi adquirido de fornecedor licenciado no município do Rio de Janeiro, sendo utilizados seis litros de gasolina tipo A, armazenada em galões conforme norma do INMETRO, em 28 de maio de 2024.

Métodos

A aplicação da experiência ocorreu no Laboratório de Mecânica dos Solos e Materiais de Construção da Universidade Veiga de Almeida, durante um período de 14 dias corridos, entre 28 de maio e 11 de junho de 2024.

Inicialmente, cada amostra foi submetida a ensaio de granulometria (Tabela 1). A partir dessas frações, coletou-se uma pequena quantidade de cada peneira, separando as amostras em dois grupos por granulometria:

- “Miúdo”: composto por partículas retidas desde a peneira de 9,52 mm até o fundo;
- “Graúdo”: composto por partículas retidas nas peneiras entre 58,1 mm e 19,1 mm.

As amostras foram, então, pesadas (Tabela 2) e submetidas à submersão em beakers de vidro contendo gasolina tipo A (C_8H_{18}), permanecendo tampadas e sem agitação por sete dias.

Após esse período, o líquido (composto por ligante dissolvido e gasolina) foi removido.

Em seguida, adicionaram-se 100 ml de gasolina nova em cada becker, com agitação manual por um minuto. O excesso de líquido foi novamente descartado, com o objetivo de remover mais resíduo de ligante. As amostras foram então pesadas novamente (Tabela 2) e deixadas para secar nos próprios beakers por uma semana, sem exposição direta ao ar.

Após esse período de secagem, os agregados foram removidos dos recipientes e pesados individualmente (Tabela 2), para cálculo da redução de massa. Em seguida, todos os agregados (independente da origem) foram misturados e submetidos a novo ensaio de granulometria (Tabela 3), para análise final da distribuição granulométrica.

Resultados e Discussão

No primeiro momento do estudo, já foi possível demonstrar que a gasolina atua como solvente do ligante asfáltico, uma vez que, ao entrar em contato com o material fresado, o líquido — inicialmente claro e alaranjado — tornou-se imediatamente escurecido e opaco. Além disso, os resíduos mais finos de fresagem, aderidos às laterais dos beakers, foram parcialmente dissolvidos, indicando a ação química do solvente sobre o ligante.

Figuras 1 e 2: Adição de Gasolina tipo A ao material fresado.



No segundo dia de estudo (sétimo dia corrido), ao remover o líquido dos beakers, foi possível observar que o agregado que compunha o concreto asfáltico já estava visível em todas as amostras. Após a nova lavagem com 100 mL de gasolina tipo A, notaram-se diferenças entre os beakers contendo as amostras dos grupos "Graúdo" e "Miúdo". Enquanto o grupo "Graúdo" apresentou pouca alteração em sua aparência, o grupo "Miúdo" evidenciou maior clareza na visualização dos agregados.

Curiosamente, ao serem removidas dos beakers para pesagem, uma das amostras do grupo "Graúdo" (proveniente da obra de Guaratiba) apresentou granulometria aparentemente menor que as amostras classificadas como "Miúdo", o que pode indicar fragilidade da estrutura do agregado ou desintegração parcial durante o processo. Todas as amostras ainda apresentavam resíduos de material viscoso, provavelmente derivados do ligante asfáltico original, aderido à superfície dos agregados.

Figuras 3 e 4: Agregados de Guaratiba Graúdo e Miúdo pré-lavagem.



Figuras 5 e 6: Agregados de Guaratiba Graúdo e Miúdo pós lavagem.



No terceiro dia de estudo (décimo quarto dia corrido), ao remover as amostras secas dos beakers, parte dos agregados liberou uma fina camada de poeira, possivelmente resíduo residual do ligante asfáltico. Foi possível, então, identificar visualmente o tipo de agregado presente — como granito, gnaiss, entre outros (KLABUNDE, 2023) — em parte da amostra que anteriormente não permitia essa identificação.

Dessa forma, observou-se que a utilização de material fresado com granulometria inicialmente menor favorece o processo de dissolução do ligante, devido à maior área de contato entre o agregado e o solvente.

Figuras 7 e 8: Ensaio de granulometria total após secagem.



Também foi observada uma redução de peso considerável na maioria das amostras classificadas como "Graúdo", o que indica uma maior concentração de ligante asfáltico em comparação às amostras classificadas como "Miúdo". Devido a essa maior proporção de ligante, os agregados das amostras "Graúdo" apresentaram-se visualmente menos evidentes do que os das amostras "Miúdo" em todas as etapas do estudo.

Conclusão

Com base no que foi apresentado, pode-se afirmar que o experimento atingiu seus objetivos, demonstrando que a gasolina tipo A é eficaz como solvente para o ligante asfáltico. Ressalta-se que a reutilização da brita contribui significativamente para a redução do impacto ambiental causado pela construção civil, sendo essa iniciativa alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 9, 11 e 12 da Organização das Nações Unidas (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2023).

Além disso, trata-se de um avanço relevante no estímulo à produção de novos trabalhos científicos voltados para a mitigação de resíduos provenientes da manutenção e expansão dos centros urbanos. Durante a elaboração deste artigo, não foram identificados estudos com foco semelhante na dissolução do ligante asfáltico como forma de reutilização de agregados provenientes de fresagem.

Tabelas

Tabela 1: Granulometria das amostras recolhidas.

Peneira	11 ^a		18 ^a	
58,1 mm	0,5090 Kg	22,30%	0,1714 Kg	6,85%
25,4 mm	0,3739 Kg	16,38%	0,0876 Kg	3,50%
19,1 mm	0,2715 Kg	11,90%	0,5105 Kg	20,41%
9,52 mm	0,5370 Kg	23,53%	0,6466 Kg	25,86%
4,76 mm	0,3621 Kg	15,87%	0,8781 Kg	35,11%
fundo mm	0,2286 Kg	10,02%	0,2066 Kg	8,26%
Total	2,2821 Kg		2,5008 Kg	

Peneira	19 ^a		22 ^a	
58,1 mm	0,0245 Kg	1,56%	0,0000 Kg	0,00%
25,4 mm	0,1982 Kg	12,65%	0,2459 Kg	9,22%

19,1 mm	0,1270 Kg	8,10%	0,1433 Kg	5,37%
9,52 mm	0,5576 Kg	35,58%	0,5503 Kg	20,62%
4,76 mm	0,3514 Kg	22,43%	0,5459 Kg	20,46%
fundo mm	0,3083 Kg	19,67%	1,1830 Kg	44,33%
Total	1,5670 Kg		2,6684 Kg	

Peneira	Guaratiba		Média total %	% AC total
58,1 mm	0,2616 Kg	11,96%	8,54%	8,63%
25,4 mm	0,2855 Kg	13,06%	10,96%	10,63%
19,1 mm	0,1581 Kg	7,23%	10,60%	10,80%
9,52 mm	0,6412 Kg	29,32%	26,98%	26,17%
4,76 mm	0,4785 Kg	21,88%	23,15%	23,35%
fundo mm	0,3620 Kg	16,55%	19,77%	20,42%
Total	2,1869 Kg			

Tabela 2: Comparação de peso das amostras.

	Pré experimentação		Úmida	
G.C.	Miúdo	Graúdo	Miúdo	Graúdo
11 ^a	0,2050 Kg	0,2631 Kg	0,2349 Kg	0,2644 Kg
18 ^a	0,1798 Kg	0,2941 Kg	0,1976 Kg	0,3224 Kg
19 ^a	0,2044 Kg	0,1500 Kg	0,2369 Kg	0,1723 Kg
22 ^a	0,1922 Kg	0,1190 Kg	0,1965 Kg	0,1216 Kg
Guaratiba	0,2179 Kg	0,2514 Kg	0,2367 Kg	0,2694 Kg

	Pós secagem		Redução pré/pós	
G.C.	Miúdo	Graúdo	Miúdo	Graúdo
11 ^a	0,2002 Kg	0,2505 Kg	2,34%	4,79%
18 ^a	0,1694 Kg	0,2876 Kg	5,78%	2,21%
19 ^a	0,1982 Kg	0,1460 Kg	3,03%	2,67%
22 ^a	0,1672 Kg	0,1056 Kg	13,01%	11,26%
Guaratiba	0,2098 Kg	0,2224 Kg	3,72%	11,54%

Tabela 3: Granulometria da soma das amostras após secagem.

Peneira	Peso	%
58,1	0,0000 Kg	0,00%
25,4	0,0000 Kg	0,00%
19,1	0,0269 Kg	1,37%
9,52	0,4501 Kg	23,00%
4,76	0,5343 Kg	27,30%
fundo	0,9457 Kg	48,32%
Total	1,9570 Kg	

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 14855:** Materiais betuminosos – Determinação da solubilidade em tricloroetileno, maio de 2002. Acesso em: 22 nov. 2023.

BBC. **Como exploração sem limites de areia põe em risco grão que 'transformou a civilização'**, 2028. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-45555528>>. Acesso em: 03 out. 2023.

CASA DO SACO DE LIXO. **Soda Cáustica SODABEL 99**, 2024. Disponível em: <<https://loja.casadosacodelixo.com.br/soda-caustica-sodabel-99>>. Acesso em: 15 mai. 2024.

CAVA, Felipe. **Conheça os 3 tipos de fresagem**. Além da Inércia, nov. 2018. Disponível em: <<https://alemdainercia.com/2018/11/28/conheca-os-3-tipos-de-fresagem/>>. Acesso em: 01 dez. 2023.

CETESB. **Ficha de informação de produto químico:** Álcool sec – Butílico, 2020. Disponível em: <https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=ÁLCOOL%20sec%20-%20BUTÍLICO>. Acesso em: 15 mai. 2024.

CETESB. **Ficha de informação de produto químico:** Octano, 2020. Disponível em: https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=OCTANO. Acesso em: 22 nov. 2023.

CETESB. **Ficha de informação de produto químico:** Tricloroetileno, 2020. Disponível em: <https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=TRICLOROETILENO>. Acesso em: 22 nov. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Transporte rodoviário:** Por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram? 2020. Disponível em: <<https://repositorio.itl.org.br/jspui/bitstream/123456789/191/2/Transporte%20Rodovi%C3%A1rio%20Por%20que%20os%20pavimentos%20das%20rodovias%20do%20Brasil%20n%C3%A3o%20duram%20-%20Principais%20Dados.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2023.

EDIFICAR Jr. **Vida útil do projeto:** tempo mínimo de uma edificação, 2020. Disponível em: <<https://edificarjr.com/vida-util/>>. Acesso em: 03 out. 2023.

ENSLEY, E. K.; SCOTT, M. **Heats of dissolution of tar sand bitumen in various solvents**. United States, 2009. Disponível em: <<https://www.osti.gov/servlets/purl/6239823>>. Acesso em: 03 out. 2023.

ENSLEY, E. Keith *et al.* **An investigation of Asphalt-Aggregate Adhesion by Measurements of Heats of Immersion**, United States, 2006. Disponível em: <<https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/hrr/1970/340/340-004.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2023.

FERNANDES, Aline. **Pavimento rígido x pavimento flexível:** alternativas se diferenciam, principalmente, em termos de vida útil, 2019. Mapa da Obra. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/capacidade/pavimento-rigido-flexivel/#:~:text=De%20acordo%20com%20a%20docente,%C3%ADndice%20de%20reflex%C3%A3o%20de%20luz>>. Acesso em: 03 out. 2023.

FERNANDES, Lucas Peduto *et al.* **Fresagem e reciclagem asfáltica em obras de reabilitação.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2018. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4312007/mod_resource/content/1/Trabalho%201%20-%20Fresagem%20e%20reciclagem%20asf%C3%A1ltica%20em%20obras%20de%20reabilita%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 03 out. 2023.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. Relação entre polaridade e solubilidade das substâncias; **Brasil Escola**, [s.d.]. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/relacao-entre-polaridade-solubilidade-das-substancias.htm>>. Acesso em: 24 nov. 2023.

JORNAL DA USP. **Alta demanda pode fazer da areia um recurso escasso**, jul. 2021. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/atualidades/alta-demanda-pode-fazer-da-areia-um-recurso-escasso/>>. Acesso em: 17 nov. 2023.

KLABUNDE, Carolina. **Tipos de Brita:** entenda o que significam as britas 0, 1, 2 e 3, 27 jun. 2023. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/tipos-de-brita-conheca/>>. Acesso em: 14 jun. 2024.

LOJA QUÍMICA. Álcool Butílico – 1 Litro, 2024. Disponível em: <<https://www.lojaquimica.com.br/materia-prima/nacional/alcool-butilico>>. Acesso em: 15 mai. 2024.

MADUREIRA, Letícia Alberto. **Misturas asfálticas:** Conceituação, Materiais e Dosagem; Instituto de Pesquisas em Transportes e DNIT, Brasília, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.enap.gov.br/jspui/bitstream/1/7689/2/M%C3%B3dulo%202%20-%20Tipos%20de%20ligantes%20asf%C3%A1lticos.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2023.

MENOSSE, Rômulo *et al.* **Pó de pedra:** Uma alternativa ou um complemento ao uso da areia na elaboração de misturas de concreto? HOLOS Environment, 2010. Disponível em: <<https://cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/4727/3756>>. Acesso em: 17 nov. 2023.

MERCADO QUÍMICOS. Tricloroetileno – 1L, 2023. Disponível em: <<https://www.mercadoquimicos.com/reagentes/tricloroetileno-1l>>. Acesso em: 22 nov. 2023.

MEREB, Marcia Pellegrini *et al.* **Guia para Arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575**, 2023. Disponível em: <https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf>. Acesso em: 03 out. 2023.

MICHELS, Maikel Paganini. **Análise de misturas asfálticas realizadas com ligante asfáltico convencional e com o modificado com borracha aplicando o método Marshall**, 2009. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/4041>>. Acesso em: 01 dez. 2023.

Nações Unidas Brasil. **Objetivos do desenvolvimento sustentável**, [s.d.]. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 14 jun. 2024.

QUÍMICA. **Butanol**, jun. 2023. Disponível em: <<https://www.quimica.com.br/butanol>>. Acesso em: 15 mai. 2024.

SOUZA, Ruitier da Silva. **Terraplanagem e pavimentação**, 2023. Disponível em: <<https://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosUpload/17735/material/Aula%206%20-%20Materiais%20-%20Asfalto.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2023.

VOGELSANGER BRITAGEM. **Reaproveitamento de material fresado: É possível?** fev. 2021. Disponível em: <<https://britagemvogelsanger.com.br/asfalto/reaproveitamento-de-material-fresado/>>. Acesso em: 03 out. 2023.

ESTRATÉGIAS PARA IMPLEMENTAR ZONAS DE BAIXA E EMISSÃO ZERO: UMA REVISÃO DE BOAS PRÁTICAS E DIRETRIZES¹

Dalton Domingues de Carvalho Neto²

Gabriela Maciel Wagner³

Lorena Mirela Ricci⁴

Juliana Gomes Martins⁵

Cleyton Martins⁶

Lino Marujo⁷

Márcio de Almeida D'Agosto⁸

Resumo

A crescente preocupação com a intensificação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e com a qualidade do ar nas áreas urbanas impulsionou os governos à adoção das Zonas de Baixa Emissão (ZBE) e Zonas de Emissão Zero (ZEZ) em diversas cidades ao redor do mundo. Este estudo apresenta uma revisão bibliográfica sobre métodos de implementação dessas zonas, analisando boas práticas internacionais e sua aplicação no contexto brasileiro. Ao destacar a importância de medidas como a restrição de acessos, o incentivo à eletrificação do transporte e a ampliação da infraestrutura para mobilidade sustentável, a pesquisa evidencia a experiência de cidades como Madrid, Amsterdã e Londres, que demonstraram a eficácia das zonas na redução de GEE e poluentes atmosféricos (PA). Os resultados indicam que a transição de ZBE para ZEZ requer regulamentações específicas, acessibilidade social e planejamento urbano integrado. O estudo oferece diretrizes essenciais para o desenvolvimento dessas zonas, ao comprovar que a implementação eficaz de ZBE e ZEZ pode transformar a realidade da mobilidade urbana, promovendo cidades sustentáveis e contribuindo para políticas públicas de transporte e redução de emissões.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 3 – saúde e bem-estar; 7 – energia limpa e acessível; 9 – indústria, inovação e infraestrutura; 11 – cidades e comunidades sustentáveis e 13 – ação contra a mudança global do clima, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Mestrado em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida.

³ Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

⁴ Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

⁵ Membro do Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (DRHIMA), Universidade Federal do Rio de Janeiro.

⁶ Doutorado em Química Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro; Professor do Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente e Coordenador do Núcleo de Pesquisa e Iniciação Científica (NUPeIC), Universidade Veiga de Almeida.

⁷ Pós-doutorado em Transportes e Logística, Massachusetts Institute of Technology; Doutorado em Engenharia Naval, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

⁸ Doutorado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Gestão de Tráfego Sustentável; Qualidade do Ar Urbano; Zona de Baixa Emissão (ZBE); Zona de Emissão Zero (ZEZ).

Introdução

Os gases do efeito estufa (GEE) são um dos principais causadores das mudanças climáticas, juntamente com o desmatamento e a urbanização não planejada. Embora esses gases sejam naturais e fundamentais para manter a temperatura do planeta estável, permitindo condições habitáveis, as atividades humanas têm intensificado sua emissão (CARVALHO NETO; SILVA, 2024). Isso amplia a retenção de calor na atmosfera e eleva a temperatura global — um fenômeno conhecido como aquecimento global.

O aumento contínuo da concentração de GEE provoca alterações climáticas significativas, como mudanças nos padrões de precipitação e maior frequência de eventos climáticos extremos (CARVALHO NETO; SILVA, 2024).

No contexto da urbanização crescente, a necessidade de deslocamentos intensifica o tráfego rodoviário, sendo este um dos principais fatores antrópicos que contribuem para o aquecimento global. Além disso, esse aumento também eleva a incidência de doenças respiratórias, especialmente nos centros urbanos. Isso ocorre porque os veículos emitem poluentes como óxidos de nitrogênio (NO_x), dióxido de carbono (CO₂), material particulado (MP) e material particulado suspenso (MPS), resultantes da queima incompleta de combustíveis fósseis nos motores a combustão interna (KANG, OTA; USHIJIMA, 2024).

Tanto o material particulado (MP) quanto o ozônio (O₃) figuram entre os principais poluentes atmosféricos (PA) em cenários urbanos. O MP está diretamente ligado a problemas respiratórios e cardiovasculares, enquanto o O₃, em níveis elevados, pode afetar a saúde e reduzir a capacidade física. Em grandes cidades, como o Rio de Janeiro, os veículos são os principais responsáveis pela poluição do ar, especialmente nas regiões centrais (VENTURA *et al.*, 2019).

Medidas de gerenciamento de tráfego podem reduzir as emissões, melhorar a fluidez do trânsito e minimizar a liberação de poluentes como CO₂, CH₄ (metano), CO (monóxido de carbono), NO_x, MP₁₀ e MP_{2,5}, promovendo maior bem-estar social. Para isso, é essencial a elaboração de um abrangente inventário de emissões de GEE (VENTURA *et al.*, 2019).

Em consonância com as políticas públicas e novas abordagens de mobilidade urbana, iniciativas como a eletrificação da frota de transportes e o uso de combustíveis menos poluentes

têm ganhado destaque. Uma das soluções eficazes nesse contexto é a implantação das Zonas de Baixa Emissão (ZBE), que visam reduzir os impactos da poluição gerada pelo transporte urbano (Holnicki, Kałuszkowski e Nahorski, 2023). A Suécia foi pioneira na adoção das ZBEs, em 1996, com o objetivo de controlar a emissão de MP e NOx. Atualmente, essa iniciativa está em vigor em diversas cidades europeias, como Madrid (GÓMES-LOSADA; PIRES, 2024) e Londres (TSOCHEVA *et al.*, 2023).

A implementação das ZBEs pode variar de acordo com o tipo de veículo, os padrões de emissão, a extensão da área e os horários de funcionamento. Na Alemanha, por exemplo, a medida aplica-se a veículos de passeio e de carga, enquanto, na Dinamarca, a restrição é voltada exclusivamente para caminhões (SAVADOGO, GARDRAT; KONING, 2023).

Uma versão mais rigorosa dessa medida é a Zona de Emissão Zero (ZEZ), que proíbe a circulação de veículos movidos a motores a combustão interna ou impõe taxas para seu acesso, incentivando o uso de veículos elétricos e bicicletas (CUI *et al.*, 2021).

O presente estudo visa, por meio de uma revisão bibliográfica, orientar as etapas de elaboração e implementação das ZBEs e sua evolução até a ZEZ em qualquer cidade, com base em boas práticas observadas em diferentes países. Busca-se, assim, contribuir para uma logística urbana sustentável aplicável à realidade brasileira.

Material e Métodos

Para a compreensão do tema, foi realizado um levantamento bibliográfico abrangente, incluindo livros e artigos em diversas bases de dados, como Scopus, Web of Science, Google Scholar e SciELO. Utilizaram-se os descritores “Zona de Baixa Emissão”, “energia sustentável”, “Zonas de Emissão Zero” e “boas práticas”, nas línguas portuguesa e inglesa, tanto isoladamente quanto em combinações.

Além da revisão bibliográfica, foram identificadas e levantadas todas as Zonas de Baixa Emissão e de Emissão Zero na Europa por meio da organização internacional Sadler Consultants Europe GmbH, que administra essas zonas pelo endereço eletrônico <https://urbanaccessregulations.eu/>. Também foi utilizada a plataforma C40, uma rede global de prefeitos de grandes cidades com o objetivo de reduzir os gases de efeito estufa (GEE), construir comunidades resilientes e diminuir a temperatura global, disponível em <https://www.c40.org/>.

Resultados e Discussão

No decorrer de aproximadamente 30 anos desde a implementação da primeira Zona de Baixa Emissão (ZBE) na Suécia, mais de duzentas cidades europeias idealizaram suas próprias zonas. Isso ocorreu porque, ao quantificar o efeito na qualidade do ar urbano, tornou-se essencial medir o impacto da implementação dessas zonas e definir as abordagens futuras para seu desenvolvimento (GÓMEZ-LOSADA; PIRES, 2024).

A criação da ZBE reduz significativamente a poluição do ar dentro dessas áreas e, em menor grau, nos arredores. No entanto, a eficácia dessas zonas varia entre cidades, especialmente quando comparadas às da Europa Ocidental, onde o tráfego rodoviário é a principal fonte de poluentes, como óxidos de nitrogênio e material particulado (HOLNICKI, KAŁUSZKO; NAHORSKI, 2023).

Atualmente, as ZBE estão sendo implementadas em diversas cidades ao redor do mundo. Na cidade de Haifa, em Israel, por exemplo, o projeto começou em 2018, restringindo a circulação de caminhões com mais de 3,5 toneladas, fabricados antes de 2005 e que não atendiam ao padrão de emissão Euro Diesel IV ou não possuíam filtro de partículas (TARTAKOVSKY *et al.*, 2020). Um modelo semelhante foi adotado em Nanchang, na China, onde há um rodízio de veículos e um sistema de etiquetagem que regula o acesso a determinadas áreas durante horários específicos do dia (YE, QIN; CHEN, 2021).

Segundo Gómez-Losada e Pires (2024), a implementação da ZBE na cidade de Madrid obteve resultados significativos na redução de NO₂ e NO_x. Entretanto, para os MP₁₀ e MP_{2,5}, o estudo não realizou observação na área abrangida. Além disso, o estudo identificou que as medidas adotadas podem ser consideradas insuficientes, sendo necessário implementar outras restrições além das já estabelecidas.

Para Holnicki, Kałuszko e Nahorski (2023), em Varsóvia, a implementação da ZBE considera diretrizes internacionais e recomendações de instituições que realizam testes de emissões no setor de transporte. O projeto prevê uma introdução gradual, consulta pública e restrições progressivas aos veículos a diesel mais poluentes. A estratégia europeia de mobilidade sustentável busca descarbonizar o transporte por meio do incentivo à eletromobilidade, micromobilidade e compartilhamento de veículos, com benefícios fiscais e estacionamento gratuito, promovendo como benefício indireto a modificação dos hábitos de compra dos motoristas.

A implementação das ZBE varia conforme as políticas públicas e regulamentações locais. As restrições podem incluir delimitação da área afetada, horários de funcionamento, tipos de veículos autorizados e seus combustíveis, cobrança de taxas de acesso, além da diferenciação entre transporte público e privado, entre outras medidas (BLANDIN, BOUSCASSE, MATHY, 2025).

O fator socioeconômico da população local também desempenha papel fundamental na definição das regras e etapas de implantação das ZBE. Isso ocorre porque a restrição ao uso de veículos mais modernos ou elétricos pode representar um desafio para muitos cidadãos, visto que esses veículos costumam ter custo de aquisição elevado. Tal fator pode dificultar tanto a adesão da população quanto o avanço das próximas fases do projeto (BOROWSKA-STEFAŃSKA *et al.*, 2024).

As cidades estão avançando na implementação das Zonas de Emissão Zero (ZEZ), com diversas metrópoles globais, especialmente na Europa, projetando essas áreas para a próxima década. Além disso, 35 cidades da rede C40 comprometeram-se a transformar grande parte de seus centros urbanos em áreas livres de emissões até 2030. O objetivo das ZEZ é acelerar a transição para veículos elétricos, melhorar significativamente a qualidade do ar e reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE), promovendo um ambiente mais saudável e sustentável para a população. Essas iniciativas fazem parte de um esforço global para combater as mudanças climáticas, mitigar impactos ambientais negativos e estimular inovações na mobilidade urbana. A adoção das ZEZ também incentiva investimentos em infraestrutura para veículos elétricos e soluções de transporte (CUI *et al.*, 2021).

De acordo com Cui *et al.* (2021), muitas cidades iniciam a implementação das ZEZ pelo transporte de carga, devido ao impacto ambiental significativo causado pelos veículos a diesel. Países como Holanda, China e Dinamarca já anunciaram planos para definir essas zonas nos próximos cinco anos. A criação das ZEZ pode ocorrer a partir da conversão das ZBE já existentes, como em Amsterdã e Paris, ou ser implementada do zero, como demonstrado no caso de Oxford. Geralmente, a adoção dessas zonas ocorre de forma gradual, começando com programas-piloto. Além disso, é fundamental que haja uma base legal que autorize as cidades a implementar essas políticas, assim como o engajamento da população e a adoção de medidas de suporte para garantir sua eficácia.

O quadro 1 estabelece as melhores práticas para a implementação e desenvolvimento das ZBE, de forma escalonada, até a formalização das ZEZ, que constituem a medida mais restrita e rígida, conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 1: Boas práticas visando implementação e desenvolvimento da Zona de Baixa Emissão.

Ações necessárias para implementação e desenvolvimento da Zona de Baixa Emissão
Alteração do sistema de propulsão do transporte público
Incentivo a alteração da frota de taxis e transporte por aplicativo para atender a região
Desenvolvimento de IA associada ao controle de câmeras de acesso
Limitação de velocidade no local
Restrição de horário de acesso
Restrição na área de embarque e desembarque dos ônibus de turismo
Implementação e desenvolvimento de ciclovias
Criação de uma nova linha de Veículo Leve sobre Trilhos (VLT)
Restrição de acesso de ônibus e caminhões de lixo com combustíveis fósseis
Utilização de pneus de baixa resistência ao rolamento e <i>retrofit</i> dos ônibus públicos
Rodízio de veículos por numeração final da placa
Limitação de acesso a veículos de carga quanto ao peso bruto ou horário de acesso
Rotulação de forma escalonada quanto ao acesso de veículos leves por ano de fabricação
Implementação de áreas de estacionamento de curta duração
Implementação de eletropostos nos estacionamentos de estabelecimentos públicos, turísticos e áreas de estacionamento
Estacionamentos regulado por nível de emissão nos adesivos limitando o tempo e custo escalonado
Proibição de acesso de veículos de combustão interna em determinadas estações do ano e estágios de alerta quanto a poluição

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 2: Boas práticas visando implementação e desenvolvimento da Zona de Emissão Zero.

Ações necessárias para implementação e desenvolvimento da Zona de Emissão Zero
Proibição de acesso quanto ao ano de fabricação de veículo e ao combustível utilizado
Proibição de acesso das motocicletas por ano de fabricação e combustível utilizado
Proibição de acesso de caminhões e ônibus utilizando combustível fóssil
Proibição de acesso de veículos leves de combustão interna

Fonte: Elaborado pelos autores.

A implementação da Zona de Baixa Emissão (ZBE) favorece a adequação e a modernização do sistema de propulsão do transporte público rodoviário, que atualmente opera com o padrão diesel PROCOVE P7 e P8. Essa mudança resulta em menor emissão de NOx, especialmente quando combinada com incentivos fiscais ou subsídios para a aquisição de veículos híbridos ou totalmente elétricos nas frotas de transporte particular, como táxis e serviços de demanda semelhante, a exemplo do modelo adotado na cidade de Londres (WAPPELHORST, BUI; MORRISON, 2023).

O controle de acesso por câmeras, que identificam as placas cadastradas pelo órgão público e incluem informações sobre o ano de fabricação e a classificação de emissão dos veículos, garante maior segurança na fiscalização. Esse sistema pode ser aprimorado com inteligência artificial, permitindo alertas automáticos aos usuários via mensagens de celular ou,

quando aplicável, a emissão de autos de infração, semelhante ao sistema de pedágio eletrônico utilizado nas rodovias da Noruega (URBAN ACCESS REGULATIONS, 2025).

Na cidade de Salzburg, na Áustria, visando à redução da emissão de gases poluentes provenientes de motores a combustão interna, foi implementada a limitação de velocidade na região da ZBE, medida que melhora a eficiência dos motores (Urban Access Regulations, 2025). Seguindo essa lógica de restrições em áreas específicas, a Cidade do México estabeleceu horários de acesso para veículos movidos a combustíveis fósseis (YE, QIN; CHEN, 2021).

Considerando a possibilidade de implementação da ZBE em uma área turística da cidade, uma prática bem-sucedida adotada em Amsterdã foi a restrição e delimitação de zonas exclusivas para embarque e desembarque de turistas nos principais pontos de visitação. Essa medida reduz deslocamentos desnecessários e diminui o tráfego na região. No entanto, exige-se que o motorista do transporte permaneça junto ao veículo (URBAN ACCESS REGULATIONS, 2025).

A adoção de transportes alternativos aos movidos a combustíveis fósseis, como bicicletas, aliada ao desenvolvimento de ciclovias, é considerada uma boa prática, pois aumenta a mobilidade urbana e reduz significativamente a emissão de gases de efeito estufa (GEE) nos deslocamentos, além de trazer benefícios à saúde. Da mesma forma, o desenvolvimento de meios de transporte sustentáveis, como o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), permite um deslocamento mais eficiente de muitas pessoas em curto espaço de tempo, contribuindo de maneira significativa para a mitigação dos GEE, especialmente quando operado com fontes de energia limpa. Além disso, a restrição ao transporte público movido a combustíveis fósseis e a substituição da frota de caminhões de lixo por veículos elétricos, como observado em Helsinque, são medidas essenciais para a implementação da Zona de Emissão Zero (ZEZ) (URBAN ACCESS REGULATIONS, 2025).

A utilização do Agente Redutor Líquido de Automóvel (ARLA), injetado no sistema de escape do veículo antes do catalisador SCR e após o motor, proporciona redução na emissão de poluentes ao transformar os gases em nitrogênio e vapor d'água. O emprego de pneus de baixa resistência ao rolamento e a realização de retrofit nos ônibus utilizados no transporte público, possibilitando a conversão para gás natural veicular (GNV) (Integridadeesg, 2025) ou eletrificação, também são medidas complementares.

A implementação do rodízio de veículos particulares, semelhante ao adotado na cidade de São Paulo (CETSP, 1997) e em Nanchang (YE, QIN; CHEN, 2021), na China, delimita a permanência e o acesso a determinadas regiões com base na numeração final da placa dos

veículos. Para que essa medida seja eficiente, é necessária a implantação de um sistema de câmeras com inteligência artificial, vinculado a uma base de dados, para identificar, por meio das placas, o modelo cadastrado do veículo e seu condutor. Assim, será possível aplicar sanções aos motoristas que desrespeitarem as regras do rodízio. Em fases mais avançadas, o controle poderá ser ampliado para incluir restrições de acesso com base na tecnologia do veículo, complementado pela atuação de agentes públicos.

Uma possível segunda etapa dessa estratégia seria a restrição de acesso para veículos com peso bruto total superior a 3,5 toneladas, seguindo o exemplo da cidade de Haifa (TARTAKOVSKY *et al.*, 2020). Alternativamente, pode-se adotar tecnologias mais sustentáveis para veículos comerciais leves e semileves, priorizando a eletrificação. Paralelamente à introdução de caminhões elétricos, uma boa prática observada em Bordeaux, na França, envolve a criação de áreas específicas de proximidade logística, nas quais a entrega de mercadorias ocorre dentro de um raio de ação reduzido, utilizando triciclos elétricos ou pequenos carrinhos elétricos, o que contribui para a redução da emissão de poluentes e melhora da mobilidade urbana (DABLANC *et al.*, 2011).

A cidade de Paris classifica os veículos conforme a norma Euro, diferenciando elétricos e híbridos dos movidos a diesel, seguindo um cronograma para renovação da frota na ZBE ou a cobrança de valores diferenciados para os veículos, com base nos adesivos que indicam o padrão de emissão (CERTIFICAT AIR, 2025). No Brasil, a frota de veículos elétricos leves tem crescido exponencialmente na última década, mas o alto custo ainda dificulta a modernização para grande parte da população (CARVALHO NETO *et al.*, 2024).

A oferta de estacionamentos de curta duração próximos à ZBE facilita o acesso quando há um sistema eficiente de transporte público. Em Madrid, por exemplo, esses estacionamentos são acessíveis a todos e combinam regulamentação com critérios de emissão para as taxas cobradas (URBAN ACCESS REGULATIONS, 2025). A expansão desse modelo incentiva a instalação de eletropostos, que podem ser disponibilizados em áreas estratégicas, como pontos turísticos e estabelecimentos públicos. A cidade dinamarquesa de Copenhague permite que veículos que não emitem GEE estacionem na área central da ZBE e da ZEZ, promovendo maior adesão à mobilidade urbana sustentável (URBAN ACCESS REGULATIONS, 2025).

Uma boa prática estabelecida pela cidade de Paris foi a adoção de restrições a veículos movidos a combustão interna em determinadas épocas do ano, comunicando seus usuários cadastrados por meio de mensagens de curta duração em dispositivos móveis, por exemplo, durante períodos de calor elevado e baixa umidade no ar, quando o ar torna-se mais pesado e

poluído. Para incentivar a redução do uso de veículos, a cidade estabeleceu a gratuidade no transporte público e nos estacionamentos (URBAN ACCESS REGULATIONS, 2025).

A implementação ocorrerá de forma escalonada, com prazos definidos para a adaptação das empresas logísticas e da população que acessa a ZBE. Para isso, é essencial um investimento inicial do setor público, focado na divulgação e no incentivo às fases seguintes. O quadro 2 demonstra que, para adotar restrições mais rígidas à emissão de GEE e implementar e desenvolver a ZEZ, é necessário um sistema de transporte público mais estruturado, além de ações para conscientizar a população e promover mudanças culturais.

Com isso, o monitoramento por câmeras se tornará mais eficiente no controle de acesso e na restrição de veículos movidos a combustão interna, podendo, futuramente, abranger também motocicletas, como já ocorre na França (URBAN ACCESS REGULATIONS, 2025).

As aplicações de proibições de acesso para veículos leves, ônibus ou caminhões que utilizem sistemas de propulsão por combustível fóssil constituem as medidas finais e mais rígidas na implementação e desenvolvimento dessas zonas, pois atingem o poder público e a sociedade de forma mais ampla. Entretanto, em todas as ZBE e ZEZ, existem exceções pontuais e acompanhadas (URBAN ACCESS REGULATIONS, 2025). Por exemplo, a cidade de Bochum, na Alemanha, flexibiliza o acesso para veículos militares e para transporte de pacientes acamados que necessitam acessar hospitais ou casas de saúde localizadas na área ou em seu percurso (URBAN ACCESS REGULATIONS, 2025).

Conclusão

A implementação da Zona de Baixa Emissão (ZBE) constitui uma estratégia eficaz para reduzir a poluição urbana e promover a modernização dos sistemas de transporte. Experiências em cidades como Londres, Salzburg e Amsterdã demonstram que medidas como a modernização da frota, restrição de circulação e incentivo a modos alternativos de transporte têm impacto positivo na mobilidade urbana e na qualidade ambiental.

A redução na emissão de poluentes pode ser potencializada por meio de incentivos para veículos híbridos e elétricos, assim como pela adoção de soluções técnicas, como o uso do Agente Redutor Líquido de Automóvel (ARLA) e a realização de retrofit em ônibus para conversão ao gás natural ou eletrificação. Estratégias complementares, como o rodízio de veículos e a restrição à circulação de caminhões pesados, já mostraram sua eficácia em cidades como São Paulo, Haifa e Bordeaux.

A infraestrutura de apoio, incluindo estacionamentos regulados e eletropostos, constitui um importante estímulo à adoção de transportes mais limpos, conforme observado em Madrid e Copenhague. Além disso, tecnologias avançadas de fiscalização, como sistemas de câmeras integrados à inteligência artificial, aumentam a eficiência no controle de acesso, seguindo exemplos da Noruega e da França.

A implementação da ZBE deve ocorrer de forma escalonada, possibilitando a adaptação gradual da população e das empresas, com investimentos públicos direcionados à infraestrutura e à conscientização. A combinação de políticas regulatórias, inovação tecnológica e incentivos adequados é fundamental para garantir o sucesso desse modelo, contribuindo para a sustentabilidade urbana, a melhoria da qualidade de vida e o engajamento da população em práticas de transporte sustentável.

Este estudo reforça a necessidade de um desenvolvimento responsável e progressivo da implementação da Zona de Baixa Emissão, até que seja possível estabelecer uma Zona de Emissão Zero (ZEZ). Para tanto, é indispensável um escalonamento gradual, com prazos adequados, a fim de assegurar que a população, que necessita ter acesso às áreas reguladas, confie no funcionamento e na efetividade do sistema.

Referências Bibliográficas

BLANDIN, L.; BOUSCASSE, H.; MATHY, S. Assessing the ex-ante impacts of a low-emission zone on transport poverty and vulnerability with the VulMob indicator. **Case Studies on Transport Policy**, v. 19, p. 101308, 2025.

BOROWSKA-STEFANİSKA, M.; DULEBENETS, M. A.; SAHEBGHARANI, A.; WISNIEWSKI, S.; KAZIEL, M. Evaluating low-emission-zone impacts on urban road transport system in large city. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 137, p. 104503, 2024.

CARVALHO NETO, D. D.; NAEGELE, R. A.; VIMERCATI, P.; AHN KA, A.; CANETO, C. E. S. P.; SOARES, R. Desafios e oportunidades na logística reversa das baterias de veículos elétricos leves no Brasil: impactos ambientais e a necessidade de regulação. In: 21º Rio de Transportes, 2024, Rio de Janeiro. **Anais do 21º Rio de Transportes**. Rio de Janeiro: RDT, 2024. Disponível em: <<https://www.riodetransportes.org.br/21rdt/trabalhos/trabalhos/AC-LO-020.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2025.

CARVALHO NETO, D. D.; SILVA, C. M. Mudanças climáticas na cidade do Rio de Janeiro: impactos locais e percepção ambiental da população. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 1-21, 2024.

CERTIFICAT-AIR. **Tableau de classement des véhicules utilitaires légers.** 2025. Disponível em: <<https://www.certificat-air.gouv.fr/foire-aux-questions?question=tableau-classification-vehicules-utilitaires-legers>>. Acesso em: 07 mar. 2025.

CUI, H.; GODE, P.; WAPPELHORST, S. **A global overview of zero-emission zones in cities and their development progress,** 2021.

FLANAGAN, E.; MALMQVIST, E.; GUSTAFSSON, S.; OUDIN, A. Estimated public health benefits of a low-emission zone in Malmö, Sweden. **Environmental Research**, v. 214, p. 114124, 2022.

GÓMEZ-LOSADA, Á.; PIRES, J. C. M. Air quality assessment during the low emission zone implementation in Madrid (Spain). **Urban Climate**, v. 55, p. 101995, 2024.

HOLNICKI, P.; KAŁUSZKO, A.; NAHORSKI, Z. A projection of environmental impact of a low emission zone planned in Warsaw, Poland. **Sustainability**, v. 15, n. 23, p. 16260, 2023.

INTEGRIDADEESG. **Especialistas apoiam mudança de diesel para GNV em ônibus com ressalvas.** 2025. Disponível em: <<https://integridadeesg.insightnet.com.br/especialistas-apoiam-mudanca-de-diesel-para-gnv-em-onibus-com-ressalvas/>>. Acesso em: 07 mar. 2025.

KANG, C.; OTA, M.; USHIJIMA, K. Benefits of diesel emission regulations: Evidence from the world's largest low emission zone. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 125, p. 102944, 2024.

SAVADOGO, I.; GARDRAT, M.; KONING, M. Environmental and economic evaluation of a low emission zone for urban freight transport. **Research in Transportation Economics**, v. 102, p. 101369, 2023.

TARTAKOVSKY, D.; KORDAVA-BIEZUNER, L.; BERLIN, E.; BRODAY, D. M. Air quality impacts of the low emission zone policy in Haifa. **Atmospheric Environment**, v. 232, p. 117472, 2020.

TSOCHEVA, I. *et al.* Investigating the impact of London's ultra low emission zone on children's health: children's health in London and Luton (CHILL) protocol for a prospective parallel cohort study. **BMC Pediatrics**, v. 23, n. 1, p. 556, 2023.

VENTURA, L. M.; RAMOS, M. B.; SANTOS, J. O.; GIODA, A. Monitoring of air quality before the Olympic Games Rio 2016. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, n. 01, p. e20170984, 2019.

WAPPELHORST, S.; BUI, A.; MORRISON, K. **Low-and zero-emission zones and social equity:** Supporting the urban transition to zero-emission vehicles and alternative transport modes, 2023.

YE, J.; QIN, Z.; CHEN, X. Adapt by adopting cleaner vehicles?—Evidence from a low-emission zone policy in Nanchang, China. **China Economic Review**, v. 66, p. 101598, 2021.

ZHAI, M.; WOLFF, H. Air pollution and urban road transport: evidence from the world's largest low-emission zone in London. **Environmental Economics and Policy Studies**, p. 1-28, 2021.

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DA AVIFAUNA, NO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DA PRAINHA, COMO FERRAMENTA PARA GESTÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL¹

Rodrigo Moura Mendes²

Cecília Bueno³

Resumo

As aves constituem o segundo grupo mais diverso entre os vertebrados, com cerca de 10.400 espécies descritas, das quais pouco mais de 1.900 ocorrem no Brasil. A observação de aves, além de ser uma prática recreativa, representa uma importante atividade de turismo ecológico, atraindo milhões de entusiastas ao redor do mundo. O Parque Natural Municipal da Prainha é uma unidade de conservação (UC) localizada no Maciço da Pedra Branca, na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro, uma das três maiores áreas contínuas de vegetação urbana do país. O município está totalmente inserido no bioma Mata Atlântica, reconhecido como um dos principais hotspots mundiais de biodiversidade, devido à sua elevada riqueza de espécies e alto grau de endemismo, embora tenha sido severamente degradado ao longo dos séculos. Este estudo teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico da avifauna presente no Parque da Prainha, com vistas a subsidiar ações de gestão ambiental e educação ecológica no local. A busca por dados foi realizada por meio de artigos disponíveis nas plataformas Google, Google Acadêmico, SciELO e PubMed. Foram identificados apenas quatro levantamentos relevantes relacionados à avifauna do parque ou de suas imediações: Maciel (2009), Batista (2018), Rocha *et al.* (2003) e registros disponíveis na base colaborativa WikiAves (2025). Diante da escassez de estudos específicos sobre a avifauna do Parque da Prainha, conclui-se que há necessidade de novos levantamentos científicos para ampliar o conhecimento sobre a biodiversidade local, fortalecendo as estratégias de conservação e manejo da unidade de conservação.

Palavras-chave: Levantamento; Aves; Prainha; Mata Atlântica.

Introdução

A Mata Atlântica é um bioma que foi severamente devastado ao longo dos anos, restando cerca de 7% de sua área total e causando a perda de boa parte de sua biodiversidade, que, hoje em dia, encontra-se ameaçada de extinção. Por este motivo, o bioma é considerado um dos principais *hotspots* de biodiversidade do mundo, isto é, uma área que possui prioridade

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo do ODS 15 – vida terrestre, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Mestrando em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: rodrigo.mendes.rio@gmail.com.

³ Doutorado em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro; Professora da Graduação e do Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: cecilia.bueno@uva.br

na conservação ambiental. O bioma também é conhecido por sua grande diversidade de espécies que ocorrem exclusivamente nele, que são as chamadas espécies endêmicas (TONELLO; TEIXEIRA FILHO, 2012, p. 86).

Além de possuir uma enorme biodiversidade, a Mata Atlântica é um bioma bastante diverso quando se fala em ecossistemas e formações florestais, que variam entre florestas ombrófilas densas e mistas, restingas, manguezais, capoeiras e matas de araucária (RIDGELY *et al.*, 2015, p. 6–14). Segundo Silva *et al.* (2017, p. 181–182), “o estado do Rio de Janeiro é inserido completamente na Mata Atlântica e é conhecido pela criação de várias unidades de conservação”. Segundo o monitoramento da Fundação SOS Mata Atlântica de 2015, o bioma representa, hoje, no estado, mais de 1 milhão de hectares em diversos estágios de sucessão ecológica, correspondendo a aproximadamente 30,7% da sua cobertura original (MACIEL, 2009, p. 23).

As aves constituem o segundo grupo mais diverso de animais vertebrados (atrás apenas dos peixes), com cerca de 10.400 espécies, sendo pouco mais de 1.900 ocorrentes no Brasil. As aves são importantes prestadoras de serviços ecossistêmicos, pois têm grande relevância na polinização de plantas e dispersão de sementes, bem como no controle de pragas, por exemplo. Por serem sensíveis às alterações do meio ambiente, as aves são excelentes bioindicadoras da qualidade ambiental.

As aves são animais bastante atraentes, que chamam a atenção da maioria das pessoas devido às suas cores chamativas, seu tamanho, seus comportamentos e, principalmente, devido aos seus cantos. Devido aos seus hábitos diurnos, que são facilmente detectáveis, bem como pela compreensão de suas funções importantes nos ecossistemas, as aves tornaram-se a classe de vertebrados preferida na avaliação e no monitoramento ambiental (BORGES *et al.*, 2023; ANTAS; ALMEIDA, 2002, p. 7).

O turismo de observação de aves (*birdwatching*), hoje em dia, já é uma importante fonte de renda para diversas cidades do Brasil e do mundo, atraindo milhares de visitantes e auxiliando em pesquisas, na educação e na interpretação ambiental. A conexão do ser humano com o ambiente natural promove uma importante atividade de lazer, podendo ser transformada em um hobby, como o realizado pelos Clubes de Observadores de Aves (COA) ao redor do mundo (LOPES; SANTOS, 2004, p. 103).

Conforme já mencionado anteriormente, a Mata Atlântica foi um dos biomas mais devastados do mundo, restando menos de 10% de toda a sua vegetação original. Por isso, caracterizar a biodiversidade em áreas remanescentes da Mata Atlântica, especialmente na

Prainha — uma área pouco conservada e manejada —, é indispensável para que se possa preservar o que restou do bioma e, assim, desacelerar a invasão urbana de áreas naturais (TONELLO; TEIXEIRA FILHO, 2012, p. 86; SOLDATELLI, 2012).

A biodiversidade do estado do Rio de Janeiro é pouco estudada, ou seja, ainda há uma carência de conhecimento em diversos ambientes menos explorados do domínio da Mata Atlântica, como o Maciço da Pedra Branca, onde está inserido o Parque Natural Municipal da Prainha. Assim como muitos outros fragmentos, o parque está sob ameaça de destruição, devido ao crescente movimento de visitantes que percorrem suas trilhas e por estar localizado próximo a grandes centros urbanos. Além disso, cabe ressaltar que o Maciço da Pedra Branca é um dos mais importantes refúgios da avifauna carioca (SILVA *et al.*, 2024, p. 245).

Material e Métodos

Área de estudo

O Parque Natural Municipal da Prainha (Figuras 1 e 2), inaugurado em 2001, está localizado no bairro do Recreio dos Bandeirantes, na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro. É caracterizado por possuir diversas formações vegetais típicas da Mata Atlântica e por ser uma das mais importantes unidades de conservação do estado, embora ainda demande maiores ações de proteção. Sua biodiversidade é pouco estudada.

O Parque proporciona aos visitantes a caminhada por três diferentes trilhas: a Trilha Circular, que circunda a Zona de Uso do Parque; a Trilha do Mirante do Caeté, com cerca de 800 metros, que permite o acesso a um mirante com vistas panorâmicas das praias do Recreio e da Barra, bem como da Pedra da Gávea; e a Trilha da Pedra dos Cabritos (SILVA *et al.*, 2024, p. 245).

O Parque faz parte do Maciço da Pedra Branca, localiza-se entre as coordenadas 23°01'52" – 23°02'30"S e 43°30'00" – 43°30'38"W, abrange uma área total de 126 hectares (Figura 3) e é formado por diversos micro-habitats diferentes, como alguns riachos, matas fechadas e uma pequena restinga, atualmente completamente descaracterizada (CUNHA; FORZZA, 2007).

Figura 1: Localização do Parque da Prainha no município.



Fonte: Parque Natural Municipal da Prainha, Google Maps. Disponível em:
https://www.google.com.br/maps/place/Parque+Natural+Municipal+da+Prainha/@-23.0366211,-43.5038356,15z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x9be84b5f3ab445:0x327aaa36cd59b673!8m2!3d-23.0355695!4d-43.5049908!16s%2Fg%2F1ymshxhd5?entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MDMzMzMC4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D

Figura 2: Vista panorâmica do Parque da Prainha.



Fonte: Parque Natural Municipal da Prainha, Trip Advisor. Disponível em:
https://www.tripadvisor.com.br/Attraction_Review-g303506-d8382042-Reviews-Parque_Natural_Municipal_da_Prainha-Rio_de_Janeiro_State_of_Rio_de_Janeiro.html.

Levantamento de dados

Foi realizado um levantamento bibliográfico da avifauna do Parque Natural Municipal da Prainha, por meio da leitura de artigos disponíveis nos portais Google, Google Acadêmico, SciELO e PubMed, além de livros físicos que tratam sobre o tema. As aves identificadas no levantamento foram organizadas em uma tabela na plataforma Excel. Este projeto será útil não apenas para a gestão do Parque, mas também para ações de educação ambiental, podendo servir como um guia de visita dedicado aos visitantes da unidade.

Resultados e Discussão

Em relação à avifauna do Parque da Prainha, ainda não há muitos levantamentos. Apenas a dissertação de Batista (2018) aponta a existência de 270 espécies no Parque Natural Municipal de Grumari, vizinho ao Parque da Prainha, incluindo espécies ameaçadas, como o tucano-de-bico-preto (*Ramphastos vitellinus*). Além disso, o catálogo da Prainha disponível na página da WikiAves registra 140 observações de aves pertencentes a 49 espécies diferentes, incluindo aves marinhas, como o gaivotão (*Larus dominicanus*), e espécies florestais, como o tiê-sangue (*Ramphocelus bresilius*) e a choca-de-Sooretama (*Thamnophilus ambiguus*), ambas espécies endêmicas do Brasil, pertencentes, respectivamente, às famílias Thamnophilidae e Thraupidae (ordem Passeriformes).

Sick (1997 apud Maciel, 2009, p. 37) afirma que, apesar de o Rio de Janeiro ser um dos municípios mais diversos em aves do país, algumas áreas ainda permanecem pouco estudadas, como é o caso do Parque Estadual da Pedra Branca — onde está situado o Parque Natural Municipal da Prainha —, considerado o maior remanescente florestal do estado e, provavelmente, o menos conhecido. O autor destaca que o parque é, possivelmente, o refúgio florestal mais importante para a avifauna do município, e que nele foram registradas algumas novas ocorrências, com destaque para o gavião-pombo-pequeno (*Leucopternis lacernulata*), uma espécie de gavião endêmica e ameaçada do Brasil, e o arapapá (*Cochlearius cochlearius*), uma ave da família Ardeidae (ordem Pelecaniformes), típica de áreas alagadas (MACIEL, 2004 apud MACIEL, 2009, p. 37).

Além disso, Rocha *et al.* (2003 apud Boffy; Pinheiro; Bergallo, s/d, p. 424) afirmam que o Parque Estadual da Pedra Branca abriga mais de 500 espécies raras da fauna, incluindo aves, mamíferos, répteis, peixes e invertebrados, sendo algumas delas ameaçadas de extinção.

Conclusão

Após a presente análise bibliográfica, conclui-se que o Parque Natural Municipal da Prainha, apesar de apresentar uma biodiversidade aparentemente significativa, ainda conta com poucos estudos sobre sua fauna, sendo necessários novos levantamentos de campo, especialmente no que diz respeito à diversidade de aves. Esses levantamentos podem contribuir para ações mais eficazes de conservação, uma vez que, por estar situado em um ambiente urbano, essa unidade é pouco conservada e manejada. Nesse sentido, faz-se necessário o

desenvolvimento de ferramentas que promovam a conscientização da população sobre a importância da preservação do parque, como, por exemplo, a elaboração de um guia de visitação específico para o local.

Referências Bibliográficas

ALVES, Melissa. **Observação de aves para iniciantes:** mitos, verdades e orientações preciosas. Fauna News, 18 mar. 2025. Disponível em: <<https://faunanews.com.br/observacao-de-aves-para-iniciantes-mitos-verdades-e-orientacoes-preciosas/>>. Acesso em: 19 mar. 2025.

ANTAS, Paulo de Tarso Zuquim; ALMEIDA, Auro C. **Aves como bioindicadoras de qualidade ambiental.** Aracruz, 2002. Disponível em: <<https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/L3D00045.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2025.

BATISTA, Aline de Oliveira. **Diagnóstico para o desenvolvimento da educação ambiental em Unidades de Conservação de Proteção Integral:** o caso dos Parques Natural Municipal da Prainha e Natural Municipal de Grumari, RJ. 2018. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://www.bdt.d.uerj.br:8443/handle/1/13261>>. Acesso em: 17 mar. 2025.

BOFFY, Ana Carolina Maciel; PINHEIRO, Shery Duque; BERGALLO, Helena de Godoy. **Bicho-preguiça (*Bradypus variegatus*) do Parque Natural da Prainha, Rio de Janeiro, RJ.** [s.d.]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Ana-Carolina-Maciel-Boffy-2/publication/346609466_Bicho_Preguica_Bradypus_Variegatus_do_Parque_Natural_da_Prainha_Rio_de_Janeiro_RJ/links/5fc93e8392851c00f84cc01b/Bicho-Preguica-Bradypus-Variegatus-do-Parque-Natural-da-Prainha-Rio-de-Janeiro-RJ.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2025.

BORGES, Ludimila; SCLIAR, Marília; ALMEIDA, Sidney. **Biodiversidade brasileira e produtos industriais.** Universidade Federal de Minas Gerais, 2003. Disponível em: <<http://labs.icb.ufmg.br/lbem/aulas/grad/tge/biodiv/2002/prodindust/>>. Acesso em: 18 mar. 2025.

BORGES, Rafael Cabral *et al.* **Fauna e suas funções.** Capital Natural das Florestas de Carajás. Belém: Instituto Tecnológico Vale, 2023.

CARDOSO, Reinaldo Corrêa Jr.; WITT, Nicole Geraldine de Paula Marques; BERTOTI, Julia Aparecida de Queiroz. Métodos de levantamento quantitativos e qualitativos da avifauna. **Caderno Inter Saberes**, Curitiba, v. 11, n. 35, 2022. Disponível em: <<file:///C:/.../M%C3%89TODOS+DE+LEVANTAMENTOS+QUANTITATIVOS.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2025.

CUNHA, Melissa Faust Bocayuva; FORZZA, Rafaela Campostrini. Orchidaceae no Parque Natural Municipal da Prainha, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 21, n. 2, jun. 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/abb/a/fXLmMtP6pNNmYDX8fh7RhCR/>>. Acesso em: 17 mar. 2025.

FERNANDEZ, Annelise Caetano Fraga. **Um rio de florestas:** uma reflexão sobre o sentido da criação dos parques na cidade do Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 29 dez. 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/eh/a/g8CG3mvXPCQcXbLssdx4BnJ/>>. Acesso em: 17 mar. 2025.

FERREIRA, Jéssica de Carvalho; DE SOUZA, Manuella Andrade. **Levantamento da avifauna das unidades de conservação federais do Brasil.** Cabedelo, PB: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, 2012. Disponível em: <<file:///C:/.../LEVANTAMENTO%20DA%20AVIFAUNA.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2025.

LOPES, Sérgio de Faria; SANTOS, Rosselvelt José. Observação de aves: do ecoturismo à educação ambiental. **Caminhos de Geografia**, out. 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/259591670_Observacao_de_Aves_do_Ecoturismo_o_a_Educacao_Ambiental>. Acesso em: 18 mar. 2025.

MACIEL, Eduardo. **Aves do Município do Rio de Janeiro.** 2. ed. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2009.

PARINI, Ricardo; PARDO, César Sampaio; PACHECO, José Fernando. Conhecendo as plantas cujos frutos e recursos florais são consumidos pelas aves na Mata Atlântica do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. **Atualidades Ornitológicas**, n. 199, set./out. 2017. Disponível em: <<https://biologiavegetal.com.br/guias-de-campos/conhecendo-as-plantas-cujos-frutos-e-recursos-orais-sa%CC%83o-consumidos-pelas-aves-na-mata-atla%CC%82ntica-do-parque-nacional-da-serra-dos-orga%CC%83os/>>. Acesso em: 19 mar. 2025.

RIDGELY, Robert S. *et al.* **Aves do Brasil:** Mata Atlântica do Sudeste. São Paulo: Editora Horizonte, 2015.

RINALDI, Rafaela Rodrigues Pereira. **Avaliação da efetividade de manejo em seis unidades de conservação do município do Rio de Janeiro, RJ.** 2005. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005. Disponível em: <<https://locus.ufv.br/items/db539f48-6bba-467e-a3e8-2d573a73cee5>>. Acesso em: 17 mar. 2025.

ROCHA, Carlos F. D. *et al.* **A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica.** São Carlos: RIMA, 2003. 160 p.

SILVA, Alessandra Barbosa Teixeira *et al.* Geoconservação em parques urbanos e análise dos processos erosivos em trilhas: o caso do Parque Natural Municipal da Prainha – Rio de Janeiro. **Ciência Geográfica**, Bauru – SP, jan.–dez. 2024. Disponível em: <<https://ppg.revistas.uema.br/index.php/cienciageografica/article/view/3639/2446>>. Acesso em: 03 abr. 2025.

SILVA, Carlos Eduardo Silveira da *et al.* Benefícios das unidades de conservação na bacia hidrográfica do Rio São João (RJ), para a preservação de espécies da Mata Atlântica. In: **6º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade**, Rio de Janeiro, 20 a 23 de jun. 2017. Disponível em: <https://itr.ufrj.br/sigabi/wp-content/uploads/6_sigabi/Sumarizado/SILVA_CARLOS_68.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2025.

SOLDATELLI, Andresa. **Levantamento do componente arbóreo no município de Imbé-RS, visando à conservação da biodiversidade e à arborização urbana**. 2012. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Imbé, Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/76595/000871199.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

TONELLO, Kelly Cristina; TEIXEIRA FILHO, José. Ecofisiologia de três espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica do Brasil em diferentes regimes de água. **Irriga**, Botucatu – SP, v. 17, n. 1, p. 86–97, jan./mar. 2012. Disponível em: <<https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/389/210>>. Acesso em: 17 mar. 2023.

WIKIAVES. **Parque Natural Municipal da Prainha**. Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/wiki/areas:pnm_da_prainha:inicio>. Acesso em: 15 maio 2025.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PECUÁRIA E SAÚDE ANIMAL: UMA BREVE REVISÃO DA LITERATURA¹

Juan Carlos da Silva Marques²

Cecília Bueno³

Resumo

A mudança do clima, com o aumento da temperatura global, já é uma realidade e afeta diversos setores da sociedade, além de impactar a biodiversidade. Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre os impactos das mudanças climáticas e da elevação da temperatura na criação de animais para o consumo humano. A produção animal é responsável por cerca de 14,5% das emissões globais de gases de efeito estufa, com destaque para o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), originados principalmente da digestão dos ruminantes e do manejo de dejetos. Práticas agropecuárias intensivas também contribuem para o desmatamento, limitando a capacidade dos ecossistemas de sequestrar carbono. As mudanças climáticas afetam diretamente a saúde e a produtividade dos animais, impactando recursos essenciais, como água e pastagens. O aumento da temperatura e eventos climáticos extremos intensificam o estresse térmico, prejudicando a ingestão alimentar, a reprodução e a produção de leite. Além disso, a escassez de pastagens e a degradação do solo diminuem a capacidade produtiva e ampliam os riscos de doenças. O estudo aponta para a necessidade de pesquisas aprofundadas sobre as consequências biológicas e sanitárias das mudanças climáticas para os animais e destaca a urgência do desenvolvimento de práticas sustentáveis na pecuária, além de evidenciar a necessidade de uma mudança no consumo de carne pela sociedade. Para mitigar o impacto ambiental e promover um sistema alimentar mais sustentável, é fundamental que produtores e consumidores compreendam a interdependência entre produção animal e preservação ambiental.

Palavras-chave: Aquecimento Global; Gases de Efeito Estufa (GEE); Rebanho; Consumo.

Introdução

Nos últimos anos, a relação entre a criação de animais e o aquecimento global tem sido um tema de crescente preocupação e debate. A produção pecuária é responsável por uma parcela significativa das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para o aquecimento global (SILVA; SILVA; SANTOS, 2020). Segundo relatório da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2021), a pecuária responde por cerca de 14,5%

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 3 – saúde e bem-estar; 12 – consumo e produção responsáveis e 15 – vida terrestre, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida. Email: juan.marques00@gmail.com.

³ Doutorado em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro; Professora da Graduação e do Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: cecilia.bueno@uva.br.

das emissões globais desses gases, principalmente devido à digestão dos ruminantes, ao manejo de dejetos e ao uso de fertilizantes. Somam-se a isso os gases emitidos pela abertura de novas pastagens, onde a vegetação é derrubada e queimada para esse fim.

Sebo (2022) avalia a relação entre mudanças climáticas, agropecuária intensiva e desmatamento, ressaltando seu papel no agravamento das crises ambientais globais. A pecuária industrial é apresentada como altamente ineficiente, sendo responsável por grande consumo de recursos naturais — 83% das terras agrícolas e 56% da água doce — em troca de uma produção calórica limitada, representando apenas 18%. Diante desse cenário, é fundamental que tanto produtores quanto consumidores estejam cientes do papel da criação de animais nas mudanças climáticas e busquem alternativas que promovam equilíbrio entre produção de alimentos e preservação ambiental. Sebo (2022) ainda destaca que as práticas agropecuárias impactam o clima tanto por meio de emissões diretas quanto pela indução ao desmatamento.

O aquecimento global é um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade e tem implicações significativas para a agricultura e a criação de animais. A produção animal é uma fonte importante de emissão de gases de efeito estufa (GEE), contribuindo diretamente para o aquecimento global. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2019), a pecuária é responsável por aproximadamente 14,5% das emissões globais de GEE, principalmente na forma de metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), liberados durante a digestão dos ruminantes e no manejo de dejetos.

As mudanças climáticas alteram a disponibilidade de recursos como água e pastagens, afetando a sustentabilidade da produção animal em toda a sua cadeia. A escassez de água e a degradação do solo são preocupações crescentes, que podem comprometer a capacidade produtiva em diversas regiões do mundo (FAO, 2018). À medida que a demanda global por produtos de origem animal aumenta, cresce também a competição por recursos cruciais, como terra e água, o que pode sobrecarregar os sistemas agrícolas e limitar a disponibilidade desses recursos para a produção de outros alimentos (KURAZ; TESFAYE; MEKONENN, 2021).

Além das emissões diretas, o aquecimento global exerce impactos significativos sobre a saúde e a produtividade dos animais de criação. A elevação da temperatura média, bem como a maior frequência e intensidade das ondas de calor, intensifica o estresse térmico nos animais, comprometendo seus parâmetros fisiológicos e produtivos (GAUGHAN *et al.*, 2009; REILLY *et al.*, 1996). Esse estresse reduz a ingestão de alimentos, afeta a reprodução e a produção de leite, conforme evidenciado por Forman *et al.* (2008), Oliveira *et al.* (2012) e Bulut e Özden (2023).

A maioria dos impactos diretos das mudanças climáticas sobre o bem-estar, a saúde e a produtividade animal — incluindo crescimento, reprodução e desempenho — está intrinsecamente associada ao aumento das temperaturas e às alterações nas trocas térmicas entre os animais e o ambiente. Dependendo da intensidade e duração, o estresse térmico pode comprometer seriamente a saúde do gado, provocando alterações metabólicas, estresse oxidativo, imunossupressão e até mesmo a morte. Esse estresse reduz a produtividade, afetando o desempenho reprodutivo de animais leiteiros e limitando a criação economicamente viável de gado de alto rendimento. Embora alguns animais possam se adaptar a condições variáveis, os mecanismos empregados para a sobrevivência podem impactar negativamente sua produção geral, incluindo a produção de leite e carne (BULUT; ÖZDEN, 2023).

Mesmo raças mais resistentes, como o gado zebuino (*Bos indicus*), apresentam limites de tolerância, podendo ter sua produtividade reduzida. Por exemplo, animais que evitam o sol para permanecer na sombra reduzem a ingestão de alimento, o que afeta o ganho de peso (ADAMS *et al.*, 1999; LACETERA, 2018; ROBERTSHAW; FINCH, 1976; RÖTTER; GEIJN, 1999). Assim, o uso de raças mais adaptadas ao calor não soluciona a baixa produtividade decorrente do estresse térmico, além de comprometer o desempenho zootécnico intrínseco do gado zebuino (FIALHO *et al.*, 2018).

Li *et al.* (2024) apontam que a quantidade e o tipo de alimentos consumidos, bem como os locais de produção, podem gerar grandes variações nas emissões de GEE. Com base em dados detalhados sobre os gastos familiares, esses autores avaliaram a distribuição desigual das emissões alimentares de 140 produtos em 139 países e modelaram os impactos das mudanças alimentares globais. Em geral, grupos com maior poder aquisitivo consomem mais carne vermelha e laticínios, elevando suas emissões. Essa desigualdade é ainda mais pronunciada em países de baixa renda. Segundo os autores, as emissões alimentares globais anuais poderiam ser reduzidas em 17% com a adoção mundial da dieta EAT-Lancet, atribuída principalmente à substituição da carne vermelha por leguminosas e oleaginosas como fontes de proteína. Mais da metade (56,9%) da população mundial — que atualmente consome em excesso — poderia reduzir 32,4% das emissões globais apenas com mudanças na dieta, compensando o aumento de 15,4% decorrente da transição para dietas mais saudáveis em populações subnutridas.

Por outro lado, iniciativas para tornar a pecuária mais sustentável já estão em andamento. Tecnologias inovadoras, como aditivos alimentares que reduzem a emissão de metano, bem como práticas de manejo que melhoram a eficiência produtiva, estão sendo exploradas com o objetivo de minimizar o impacto ambiental da criação de animais.

Este estudo realizou uma revisão da literatura sobre os impactos das mudanças climáticas e do aumento da temperatura global na criação de animais para o consumo humano e na produção de seus derivados.

Material e Métodos

Para a elaboração desta revisão de literatura, foi realizada uma busca sistemática e abrangente em bases de dados acadêmicas reconhecidas, incluindo Google Scholar, Scopus e Web of Science. Foram utilizados, em português e inglês, os seguintes descritores: “*mudanças climáticas*”, “*produção pecuária*”, “*bem-estar animal*”, “*emissões de gases de efeito estufa*”, “*estresse térmico*”, “*saúde animal*”, “*climate change*”, “*livestock production*”, “*animal welfare*”, “*greenhouse gas emissions*”, “*thermal stress*” e “*animal health*”.

Os critérios de inclusão priorizaram artigos revisados por pares (*peer-reviewed*), revisões sistemáticas e estudos empíricos que abordassem de forma direta os impactos das mudanças climáticas na produção pecuária, com foco em saúde, bem-estar animal e sustentabilidade. Foram excluídas publicações que não tratavam diretamente dos temas propostos, como estudos técnicos muito específicos ou desvinculados da temática da saúde animal e dos efeitos climáticos.

Após a seleção, os artigos foram analisados criticamente, considerando aspectos como objetivos, metodologia, amostragem, principais resultados e conclusões. A análise permitiu identificar tendências, lacunas na literatura existente e propostas de práticas sustentáveis aplicáveis à produção animal frente às mudanças climáticas. As informações coletadas foram organizadas e sintetizadas de forma temática, agrupando-se em categorias que refletem os principais impactos do aquecimento global sobre a saúde animal, a produtividade pecuária e os desafios para a sustentabilidade do setor.

Rebanhos de produção pecuária e as alterações climáticas

A criação de gado e seu impacto nas mudanças climáticas têm sido temas de intensos debates. Estima-se que a pecuária utilize uma parcela considerável da superfície terrestre global, abrangendo tanto áreas de pastagem direta quanto aquelas destinadas ao cultivo de forragens. Além disso, o setor é uma fonte relevante de poluição do solo e de emissões de gases de efeito estufa, como o metano (CH₄), o dióxido de carbono (CO₂) e o óxido nitroso (N₂O). A conversão de terras e o desmatamento para fins pecuários são amplamente documentados (STEINFELD *et al.*, 2006).

O desmatamento, frequentemente impulsionado por técnicas como o “corte e queima” para a expansão da agricultura e da pecuária, compromete a capacidade dos ecossistemas de sequestrar carbono, agravando a crise climática. A destruição das florestas ocorre em um ritmo significativamente mais acelerado do que sua regeneração natural, o que intensifica os danos ambientais (SEBO, 2022).

Nos sistemas de produção, predominam o pastoreio natural e o cultivo de forragens. As mudanças climáticas impactam negativamente tanto a produção quanto a qualidade dessas forragens, essenciais para a nutrição animal (KURAZ; TESFAYE; MEKONENN, 2021). A disponibilidade de pastagem está diretamente relacionada à precipitação e à temperatura. Estudos indicam que, diante da escassez de pastagem, aumentam os riscos de doenças, o consumo de plantas tóxicas, a perda de peso, a redução da produção, a fraqueza e até a mortalidade dos animais (PINTO *et al.*, 2008).

Paralelamente, há uma tendência crescente de maior uso da terra e de recursos naturais como forma de compensar a redução da produtividade, o que agrava os impactos já causados pelo sistema pecuário. Observa-se, ainda, a escassez de dados regionais sobre os efeitos do El Niño–Oscilação Sul (ENSO) — fenômeno climático que provoca alterações na circulação atmosférica e no clima global — sobre a incidência de doenças em animais e a produtividade. As mudanças de temperatura, associadas a deficiências nutricionais, afetam os índices reprodutivos e aumentam a suscetibilidade dos animais a enfermidades.

Em diversas regiões tropicais da América do Sul, foram registradas perdas econômicas associadas à baixa taxa reprodutiva. Tanto sistemas intensivos quanto extensivos enfrentam escassez de pastagem devido a secas e inundações relacionadas ao ENSO, como as ocorridas entre 1997 e 1998 em vários países da América Latina, que também resultaram em perdas agrícolas significativas (PINTO *et al.*, 2008; ROMERO; VILLAMIL; PINTO, 1999; SCHWERDTFEGGER, 1976).

Distúrbios metabólicos e qualidade de vida: efeitos diretos e indiretos

Os animais homeotérmicos respondem ao calor excessivo aumentando a perda de calor e reduzindo sua produção, com o intuito de evitar a hipertermia. Mudanças ambientais relacionadas à temperatura, luz solar, umidade e alterações metabólicas podem desencadear respostas fisiológicas disfuncionais, como o aumento da frequência respiratória e da sudorese, além da redução na ingestão alimentar e consequente perda de peso (LACETERA, 2018; MOHYUDDIN *et al.*, 2022; SILVA *et al.*, 2024).

O estresse térmico afeta diretamente a saúde geral, o sistema imunológico e a produtividade dos animais (KURAZ; TESFAYE; MEKONENN, 2021). Esse estresse induz a liberação de hormônios como o cortisol e a epinefrina, elevando ainda mais a temperatura corporal. Animais submetidos constantemente a esse tipo de estresse podem desenvolver doenças físicas, como crescimento retardado e problemas reprodutivos, e distúrbios comportamentais, como ansiedade e agressividade (ATAALLAHI; NEJAD; PARK, 2022; SILVA *et al.*, 2024; PINHEIRO; BRITO, 2009). Tais alterações fisiológicas estão fortemente associadas à manifestação de distúrbios metabólicos (LACETERA, 2018). Nesse contexto, as mudanças climáticas impactam não apenas o uso da terra, mas também a qualidade de vida dos animais de produção, promovendo uma dinâmica na qual a perda de produtividade intensifica a pressão sobre os recursos naturais.

Um dos desafios mais relevantes nesse cenário é a claudicação em ruminantes, caracterizada pela dificuldade ou dor ao caminhar, geralmente decorrente de problemas nos membros ou articulações. A acidose ruminal, causada pela queda do pH no rúmen devido à ingestão excessiva de carboidratos fermentáveis, resulta na produção elevada de ácidos. Essa condição pode provocar inflamações e alterações metabólicas que comprometem a saúde das extremidades, como os cascos. A claudicação pode ser uma consequência direta da acidose ruminal crônica, dado que a redução na absorção de nutrientes e o desequilíbrio ácido-base afetam negativamente os tecidos e articulações. O estresse térmico, ao reduzir a ingestão de alimentos durante o dia, concentra a alimentação nas horas mais frescas, o que contribui para a acidose ruminal e, conseqüentemente, para a claudicação (COOK; NORDLUND, 2009; LACETERA, 2018; SHEARER, 1999).

Em suínos, um aumento de apenas 1 °C acima da temperatura ideal de crescimento pode ocasionar uma redução de 5% na ingestão alimentar e de 7,5% na atividade física. Porcas lactantes submetidas ao estresse térmico consomem menos ração, comprometendo a produção de leite e o desenvolvimento dos leitões (FORMAN *et al.*, 2008). Assim, as mudanças climáticas impactam negativamente a reprodução animal, afetando de forma significativa a produtividade.

Em relação às búfalas, os folículos maduros podem ser prejudicados quando a temperatura corporal ultrapassa os 40 °C, o que compromete a fertilidade. Também se observa que, durante períodos de calor extremo, os níveis de estradiol em búfalas tendem a cair, afetando negativamente o desempenho reprodutivo. Em vacas leiteiras, as taxas de prenhez podem reduzir-se para 20–27% durante os meses mais quentes, devido ao aumento da

temperatura corporal (BULUT; ÖZDEN, 2023). O estresse térmico pode causar perdas embrionárias, anomalias fetais e déficit energético, redirecionando os recursos do organismo da reprodução para a manutenção vital (OLIVEIRA; TIBÚRCIO; FERREIRA, 2012; SILVA *et al.*, 2024; SHRIMALI; NAHA; MONDAL, 2021).

As alterações climáticas também afetam a disponibilidade e a qualidade dos recursos alimentares, podendo causar deficiências nutricionais que comprometem o sistema imunológico dos animais de criação (SHRIMALI; NAHA; MONDAL, 2021; BULUT; ÖZDEN, 2023). A imunossupressão, por sua vez, aumenta a incidência de infecções, prejudica a reprodução e pode levar ao uso indiscriminado de antimicrobianos, favorecendo o desenvolvimento da resistência microbiana (LACETERA, 2018). Estudos confirmam os efeitos deletérios do estresse térmico sobre a imunidade de aves, vacas adultas e bezerros (REGNIER; KELLEY, 1981; NARDONE *et al.*, 1997; LECCHI *et al.*, 2016). Para mitigar esses efeitos, recomenda-se a adoção de práticas como resfriamento ambiental, estratégias nutricionais, manejo hídrico, seleção genética e o uso de tecnologias de monitoramento (LACETERA, 2018; SHRIMALI; NAHA; MONDAL, 2021).

Os efeitos indiretos das mudanças climáticas na produção animal incluem ainda a alteração na qualidade e disponibilidade de água e alimentos, dos quais o gado depende diretamente (BOSSCHE; COETZER, 2008). Coe, Cumming e Phillipson (1976) identificaram correlação entre precipitação média anual e biomassa de herbívoros em áreas dependentes de recursos naturais. As mudanças climáticas também influenciam a distribuição de doenças, principalmente aquelas transmitidas por vetores, como mosquitos e carrapatos. Temperaturas mais elevadas favorecem a proliferação desses vetores, ampliando sua distribuição geográfica (LACETERA, 2018; BOSSCHE; COETZER, 2008).

Doenças zoonóticas como a febre do Vale do Rift e a febre de Wesselsbron, transmitidas por mosquitos, são impactadas pelas mudanças climáticas. A alteração da temperatura favorece a reprodução desses vetores e aumenta a ocorrência dessas enfermidades (SWAENEPOEL; COETZER, 2004). Mudanças na área de ocorrência do carrapato *Rhipicephalus appendiculatus* também alteram a incidência da febre da Costa Leste. Fandamu *et al.* (2005) observaram correlação entre eventos de El Niño e aumento da soroprevalência da doença devido à maior sobrevivência do vetor (BOSSCHE; COETZER, 2008). Carrapatos do gênero *Rhipicephalus* spp. são vetores de doenças como ehrlichiose, babesiose, anaplasmoses e febre maculosa, podendo também afetar cães pastores e equídeos que compartilham os mesmos

espaços (GIAMMANCO *et al.*, 2003; VASQUEZ-ESPINOZA; BECK, 2015; CAFRUNE *et al.*, 1995).

A estomatite vesicular, causada por vírus da família *Rhabdoviridae*, afeta equinos, ruminantes e suínos. Transmitida por insetos como *Lutzomyia* spp., *Culicoides* spp. e borrachudos (Simuliidae), sua incidência aumenta após períodos de seca, sugerindo forte correlação com eventos climáticos extremos (MCCLUSKEY; BEATY; SALMAN, 2003; RODRÍGUEZ; FITCH; NICHOL, 1996). Esses mesmos vetores também transmitem doenças humanas como leishmaniose, febre oropouche, dengue, febre amarela, malária, filariose, chikungunya, febre do Nilo Ocidental, entre outras, indicando a possibilidade de mudanças nos padrões dessas doenças diante das alterações climáticas.

Outro fator relevante é a ocorrência de micotoxinas, produzidas por fungos em ambientes com alta temperatura e umidade. Essas toxinas afetam órgãos como fígado, rins, cérebro e sistema reprodutivo, reduzindo o crescimento e comprometendo a resposta imune, mesmo em baixas concentrações (FRANK, 1991; BERNABUCCI *et al.*, 2011; LACETERA, 2018).

As alterações climáticas influenciam ainda a transmissão de doenças em zonas de transição ecológica, onde pequenas variações ambientais podem produzir efeitos significativos (BOSSCHE; COETZER, 2008). A febre do Nilo Ocidental, introduzida nas Américas em 1999, exemplifica essa dinâmica. Em 2006, casos da doença foram registrados em cavalos na Argentina, provavelmente associados à migração de aves e à presença de vetores favorecida pelas condições climáticas (PINTO *et al.*, 2008).

Embora diversos fatores econômicos, sociais, culturais, institucionais e ambientais influenciem a ocorrência e distribuição de doenças, há evidências robustas de que as mudanças climáticas são capazes de alterar significativamente seus padrões (MCMICHAEL, 2004; BOSSCHE; COETZER, 2008). Nesse sentido, torna-se essencial realizar estudos regionais e específicos, a fim de antecipar e mitigar os efeitos das mudanças climáticas sobre a produção e a saúde animal.

Compreender criticamente os impactos das mudanças climáticas na pecuária sob a perspectiva biológica — considerando os aspectos fisiológicos, epidemiológicos e sanitários — é essencial para avaliar os efeitos diretos e indiretos dessas alterações na vida dos animais. Tal compreensão evidencia, também, a complexidade do prejuízo ambiental gerado pela produção animal. Ao analisar fatores como estresse térmico, degradação dos recursos naturais e disseminação de doenças, esta discussão contribui para a sensibilização de produtores,

consumidores e formuladores de políticas públicas, visando à implementação de práticas agropecuárias sustentáveis. A sustentabilidade da pecuária está, portanto, intrinsecamente ligada à mitigação dos impactos climáticos e à garantia da segurança alimentar no futuro. Embora o bem-estar animal não seja o foco central desta análise, ele deve ser considerado de forma paralela e integrada às demais questões discutidas.

Conclusão

As mudanças climáticas afetam a vida dos animais de criação de maneira direta e indireta, promovendo uma série de consequências negativas que agravam os impactos ambientais gerados pela atividade pecuária. De forma direta, o aumento das temperaturas e a maior frequência de eventos climáticos extremos resultam em estresse térmico, comprometendo a saúde dos animais, reduzindo a ingestão alimentar e afetando a reprodução e a produtividade — especialmente na produção de leite e carne. Essas condições geram alterações metabólicas, estresse oxidativo e, em casos mais severos, levam à mortalidade dos animais.

Indiretamente, as mudanças climáticas impactam a disponibilidade de recursos essenciais, como água e pastagens, em decorrência de secas severas e da degradação do solo. A escassez desses recursos não apenas limita a capacidade produtiva da pecuária, mas também intensifica a competição por terra e água, agravando a pressão sobre os ecossistemas. Tais desequilíbrios comprometem a eficiência dos sistemas agropecuários e amplificam a emissão de gases de efeito estufa, oriundos tanto da produção animal quanto do desmatamento vinculado à expansão agropecuária intensiva — que destrói áreas florestais fundamentais para o sequestro de carbono.

Embora o bem-estar animal não tenha sido abordado como eixo central desta discussão, é imprescindível compreendê-lo de forma integrada às demais dimensões analisadas. A saúde e o bem-estar dos animais estão intimamente relacionados à sustentabilidade ambiental e à eficiência produtiva. O setor pecuário, portanto, simultaneamente contribui para e é impactado pelas mudanças climáticas, situando-se em um ciclo vicioso que perpetua e intensifica os danos ambientais.

Diante desse cenário, torna-se urgente a reavaliação das práticas pecuárias vigentes, com vistas à adoção de estratégias mais sustentáveis, capazes de promover um equilíbrio entre a produção de alimentos e a preservação dos recursos naturais. Além disso, é fundamental que o setor se alinhe aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), de forma a contribuir

para o desenvolvimento humano, econômico e ambientalmente sustentável. A pecuária brasileira pode e deve assumir um papel estratégico na promoção da segurança alimentar, desde que compatível com os limites ecológicos do planeta e os princípios da sustentabilidade.

Referências Bibliográficas

ADAMS, R. M. *et al.* Economic effects of climate change on US agriculture. In: MENDELSON, R.; NEUMANN, J. E. (ed.). **The impact of climate change on the United States economy**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. p. 18–54.

ANDRIOLI, A.; BRITO, I. F. **Bem-estar e produção animal**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2009. (Documentos, n. 93).

ASSIS, A. B. Microbiota, secreções e microclima: consequências para os anfíbios. **Revista da Biologia**, v. 8, p. 45–48, 2012.

ATAALLAHI, M.; NEJAD, J. G.; PARK, K.-H. Selection of appropriate biomatrices for studies of chronic stress in animals: a review. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 64, n. 4, p. 621–639, 2022.

BERNABUCCI, U. *et al.* Aflatoxin B1 and fumonisin B1 affect the oxidative status of bovine peripheral blood mononuclear cells. **Toxicology in Vitro**, v. 25, n. 3, p. 684–691, 2011.

BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. Mudanças climáticas globais: efeitos sobre as águas continentais superficiais. In: **Biologia e mudanças climáticas no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

BOSSCHE, P. VAN DEN; COETZER, J. A. W. Climate change and animal health in Africa. **Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)**, v. 27, n. 2, p. 551–562, 2008.

BULUT, M.; ÖZDEN, C. Effects of climate change on animal husbandry. **Black Sea Journal of Agriculture**, v. 6, n. 1, p. 87–94, 2023.

CAFRUNE, M. M. *et al.* Experimental studies of the rate of infection of *Boophilus microplus* eggs with *Babesia bovis*. **Research in Veterinary Science**, v. 58, n. 3, p. 284–285, 1995.

COE, M. J.; CUMMING, D. H.; PHILLIPSON, J. Biomass and production of large African herbivores in relation to rainfall and primary production. **Oecologia**, v. 22, n. 4, p. 341–354, 1976.

COLLINS, J. P.; CRUMP, M. L. **Extinction in our times: global amphibian decline**. New York: Oxford University Press, 2009.

COOK, N. B.; NORDLUND, K. V. The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. **Veterinary Journal**, v. 179, n. 3, p. 360–369, 2009.

COSTA, T. R. N.; CARNAVAL, A. C. O. Q.; TOLEDO, L. F. Mudanças climáticas e seus impactos sobre os anfíbios brasileiros. **Revista da Biologia**, v. 8, p. 33–37, 2012.

DE ASSIS, A. B. Microbiota, secreções cutâneas e microclima: consequências para os anfíbios. **Revista da Biologia**, v. 8, p. 45–48, 2012.

DOWNING, J. A. *et al.* The global abundance and size distribution of lakes, ponds, and impoundments. **Limnology and Oceanography**, v. 51, n. 5, p. 2388–2397, 2006.

FANDAMU, P. *et al.* *Theileria parva* seroprevalence in traditionally kept cattle in southern Zambia and El Niño. **International Journal for Parasitology**, v. 35, n. 4, p. 391–396, 2005.

FAO. **The state of food and agriculture 2018: migration, agriculture and rural development**. Rome: United Nations, 2018.

FIALHO, A. L. L. *et al.* Efeito do estresse térmico calórico agudo e crônico sobre a qualidade oocitária de bovinos de raças adaptadas. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 1, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-4162-9494>>. Acesso em: 13 jul. 2025.

FORMAN, M. Effects of heat stress on lactating sows. **Journal of Animal Science**, 2008.

FORMAN, S. Efectos del cambio climático y riesgos zoonosarios en Asia. **Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)**, v. 27, p. 581–597, 2008.

FRANK, H. K. Risk estimation for ochratoxin A in European countries. **IARC Scientific Publications**, n. 115, p. 321–325, 1991.

GAUGHAN, J. *et al.* Response of domestic animals to climate challenges. In: **Biometeorology for Adaptation to Climate Variability and Change**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009. p. 131–170.

GIAMMANCO, G. M. *et al.* Israeli spotted fever *Rickettsia* in Sicilian *Rhipicephalus sanguineus* ticks. **Emerging Infectious Diseases**, v. 9, n. 7, p. 892, 2003.

IPCC. **Climate change and land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems**. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/srccl/>>. Acesso em: 27 abr. 2025.

KURAZ, B.; TESFAYE, M.; MEKONENN, S. Climate change impacts on animal production and contribution of animal production sector to global climate change: a review. **Agricultural Science Digest – A Research Journal**, 2021.

LACETERA, N. Impact of climate change on animal health and welfare. **Animal Frontiers**, v. 9, n. 1, p. 26–31, 2019.

LECCHI, C. *et al.* In vitro assessment of the effects of temperature on phagocytosis, reactive oxygen species production and apoptosis in bovine polymorphonuclear cells. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 182, p. 89–94, 2016.

LI, Y. *et al.* Reducing climate change impacts from the global food system through diet shifts. **Nature Climate Change**, v. 14, n. 9, p. 943–953, 2024.

MCCLUSKEY, B. J.; BEATY, B. J.; SALMAN, M. D. Climatic factors and the occurrence of vesicular stomatitis in New Mexico, United States of America. **Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)**, v. 22, n. 3, p. 849–856, 2003.

MCMICHAEL, A. J. Environmental and social influences on emerging infectious diseases: past, present and future. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences**, v. 359, n. 1447, p. 1049–1058, 2004.

MOHYUDDIN, S. G. Influence of heat stress on intestinal epithelial barrier function, tight junction protein, and immune and reproductive physiology. **BioMed Research International**, 2022.

NARDONE, A. *et al.* Composition of colostrum from dairy heifers exposed to high air temperatures during late pregnancy and the early postpartum period. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 5, p. 838–844, 1997.

OLIVEIRA, M. da S.; TIBÚRCIO, M.; FERREIRA, S. G. C. Influência do estresse térmico sobre a reprodução de bovinos de corte. **VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica**, v. 6, p. 1–17, 2012.

OLIVEIRA, R. Impact of heat stress on reproductive performance of sows. **Animal Reproduction Science**, 2012.

PINTO, J. *et al.* Climate change and animal diseases in South America. **Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)**, v. 27, n. 2, p. 599–613, 2008.

POUNDS, A.; CARNAVAL, A. C. O. Q.; CORN, S. **Climate change, biodiversity loss, and amphibian declines**.

REGNIER, J. A.; KELLEY, K. W. Heat- and cold-stress suppresses *in vivo* and *in vitro* cellular immune responses of chickens. **American Journal of Veterinary Research**, v. 42, n. 2, p. 294–299, 1981.

REILLY, J. **Climate change 1995: impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific-technical analyses**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

ROBERTSHAW, D.; FINCH, V. A. The effects of climate on productivity of beef cattle. In: **Cattle Production in Developing Countries**. [S.l.: s.n.], [s.d.]. p. 89–103.

RODRÍGUEZ, L. L.; FITCH, W. M.; NICHOL, S. T. Ecological factors rather than temporal factors dominate the evolution of vesicular stomatitis virus. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 93, n. 23, p. 13030–13035, 1996.

ROMERO, J. R.; VILLAMIL, L. C.; PINTO, J. A. Economic impact of animal diseases on production systems in South America: case studies. **Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)**, v. 18, [s.n.], [s.d.].

RÖTTER, R.; VAN DE GEIJN, S. C. Climate change and its impacts on agriculture in Europe. **Climatic Change**, v. 43, n. 4, p. 651–681, 1999.

SCHWERDTFEGGER, W. **Climates of Central and South America**. Amsterdam: Elsevier, 1976. v. 12.

SHEARER, J. K. Foot health from a veterinarian's perspective. In: **Proceedings of Feed Nutritional Management Cow College**. Virginia Tech: Virginia Tech, [s.d.]. p. 33–43.

SHRIMALI, V.; NAHA, N.; MONDAL, S. Climate change and livestock fertility. In: **Climate Change and Its Impact on Fertility**. [S.l.]: IGI Global, 2021. p. 241–262.

SILVA, G. M. de L. *et al.* Impacto das mudanças climáticas na fisiologia de animais domésticos. In: **Bem-estar animal: práticas veterinárias, abordagens e cuidados**. [S.l.]: Atena Editora, 2024. p. 60–72.

SILVA, T. T. A.; SILVA, F. M.; SANTOS, F. A. G. Pecuária bovina de corte brasileira: sua contribuição para o aquecimento global nos últimos 20 anos e o desrespeito aos princípios ambientais constitucionais. **Revista Jurídica Luso Brasileira**, v.6, n.1, p.1285-1317, 2020.

STEINFELD, H. **Livestock's long shadow: environmental issues and options**. Rome: United Nations Food and Agriculture Organization, 2006.

SWAENEPOEL, R.; COETZER, J. A. W. Rift Valley fever. In: COETZER, J. A. W. *et al.* (ed.). **Infectious diseases of livestock**. 1. ed. Oxford: Oxford University Press, 2004. p. 1037–1070.

VASQUEZ-ESPINOZA, R.; BECK, D. L. Detection of *Borrelia* and *Ehrlichia* in *Rhipicephalus sanguineus*. **Fine Focus**, v. 1, n. 2, p. 109–120, 2015.

OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS REFUGIADOS AMBIENTAIS¹

Camila Rabelo de Matos Silva Arruda²

Diogo Oliveira Muniz Caldas³

Resumo

O aquecimento global desencadeou mudanças climáticas que impactaram diretamente a saúde da população, o plantio, a abundância e a escassez de chuvas. Em decorrência desses eventos climáticos, as cidades têm que demonstrar resiliência e reorganizar-se de forma a manter seus moradores no local. Quando há dificuldades para se reestruturarem, as pessoas são obrigadas a sair de suas casas, cidades, estados e até países, em busca de melhores condições de vida e dignidade para suas famílias. A busca por assegurar a dignidade humana após as mudanças climáticas foi necessária, pois essas alterações passaram a impactar diretamente a saúde das pessoas. As mudanças climáticas afetam o clima global. Por conta disso, a Agenda Pós-2015 delimitou o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 13, que trata das mudanças climáticas. O presente artigo tratou do ODS 11, concebido para abordar as cidades resilientes, ou seja, os impactos causados às cidades, buscando, por meio dessas transformações, a capacidade de se reconstruírem após as adversidades climáticas. A presente pesquisa busca responder à seguinte pergunta: De que forma as mudanças climáticas impactam a busca de refúgio por melhores condições de vida? Este tema faz-se relevante em razão dos extremos de temperatura que vêm atingindo o país.

Palavras-chave: Aquecimento Global; Cidades Resilientes; Impactos Globais; Mudanças Climáticas; Proteção aos Refugiados.

Introdução

O direito dos refugiados é convencionado internacionalmente e destina-se à proteção daqueles que precisam se ausentar de suas terras em razão de conflitos, guerras, violações aos direitos humanos e perseguições motivadas por raça, religião, nacionalidade, pertencimento a grupos sociais, opiniões políticas e mudanças climáticas.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 11 – cidades e comunidades sustentáveis e 13 – ação contra a mudança global do clima, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Doutorado em Direito, Universidade Veiga de Almeida; Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: profcamilaarruda@gmail.com.

³ Doutorado em Direito, Universidade Veiga de Almeida; Professor do Programa de Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: diocaldas@hotmail.com.

A Organização das Nações Unidas (ONU) tem papel fundamental na salvaguarda dos direitos dos refugiados e apátridas, buscando, por meio de tratados internacionais, estabelecer normas para assegurar esses direitos.

Enfatiza-se que a questão dos refugiados é responsabilidade conjunta de todos os países. Cabe à ONU, por meio do Alto Comissariado das Nações Unidas para os Refugiados (ACNUR), a gestão eficiente, ágil e inteligente dos recursos internacionais para planejar, coordenar e executar ações voltadas à causa dos refugiados, contribuindo para que os Estados encontrem soluções duradouras diante das dificuldades enfrentadas por deslocados e apátridas.

Nos últimos anos, observa-se o crescimento dos pedidos de refúgio e asilo por parte de indivíduos provenientes de diversos países, em busca de proteção e de uma vida com dignidade. Segundo dados da ACNUR, existem 68,5 milhões de deslocados no mundo, dos quais 25,4 milhões são refugiados, havendo 3,1 milhões de pedidos oficiais de refúgio. Ainda de acordo com o órgão, 85% dos deslocados provêm de países em desenvolvimento. A ACNUR atua em 128 países promovendo o reassentamento dessas populações.

Outra situação preocupante para o ACNUR é a condição dos apátridas. Segundo registros do próprio órgão, o número dessas pessoas ultrapassa 10 milhões. Por não terem sua nacionalidade reconhecida por nenhum país, os apátridas tornam-se vulneráveis à discriminação. A apatridia é considerada um problema invisível, pois muitas dessas pessoas permanecem desconhecidas, uma vez que, por serem indocumentadas, são excluídas de direitos sociais básicos como acesso à educação, saúde, trabalho formal e participação política.

A norma internacional contida na Declaração de Nova York para Refugiados e Migrantes de 2016 foi assinada por todos os 193 Estados-membros das Nações Unidas. Nela, concordou-se que a proteção das pessoas forçadas a fugir e o apoio aos países que as acolhem são responsabilidades internacionais compartilhadas, que devem ser sustentadas de forma igualitária e previsível.

Em resposta à referida Declaração, foi aprovada no Brasil a Lei nº 13.445/2017, que institui o Estatuto do Migrante, tratando dos direitos e deveres do migrante e do visitante, regulando sua entrada e permanência no país e estabelecendo princípios e diretrizes para as políticas públicas de imigração.

O Conselho Nacional dos Refugiados (CONARE) foi criado por essa mesma lei, nos termos dos artigos 11 e 12, com as seguintes atribuições:

Art. 11. Fica criado o Comitê Nacional para os Refugiados – CONARE, órgão de deliberação coletiva, no âmbito do Ministério da Justiça.

Art. 12. Compete ao CONARE, em consonância com a Convenção sobre o Estatuto dos Refugiados de 1951, com o Protocolo de 1967 e com as demais fontes do direito internacional dos refugiados:

1. Analisar os pedidos e declarar, em primeira instância, o reconhecimento da condição de refugiado;
2. Decidir sobre a cessação, em primeira instância, ex officio ou mediante requerimento das autoridades competentes, da condição de refugiado;
3. Determinar a perda, em primeira instância, da condição de refugiado;
4. Orientar e coordenar as ações necessárias à eficácia da proteção, assistência e apoio jurídico aos refugiados;
5. Aprovar instruções normativas esclarecedoras para a execução desta Lei.

O reconhecimento internacional da vulnerabilidade desse grupo impulsionou discussões e iniciativas voltadas à formulação de políticas públicas de recepção e inclusão de refugiados e apátridas, garantindo-lhes a proteção das normas internacionais de direitos humanos e os direitos fundamentais previstos na Constituição Federal.

Considerando as mudanças climáticas decorrentes de impactos ambientais, pode-se afirmar que tais transformações também constituem uma das causas do refúgio. Refugiados não deixam seus países, familiares e cultura, nem enfrentam barreiras linguísticas, senão por necessidade urgente de preservar sua dignidade e a de suas famílias.

A presente pesquisa busca responder à seguinte questão: De que forma as mudanças climáticas impactam a busca de refúgio por melhores condições de vida?

Para tanto, traçou-se o objetivo geral de analisar o impacto das condições climáticas na vida das pessoas e como objetivos específicos, definiram-se:

- Verificar o conceito de refúgio segundo a norma internacional;
- Analisar os dados atuais das metas do ODS 11;
- Estudar os fatores que contribuem para as mudanças climáticas;
- Avaliar quais alterações climáticas levam à busca de refúgio;
- Analisar os dados sobre refugiados climáticos.

Material e Métodos

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa, com foco na revisão bibliográfica como principal estratégia metodológica. A escolha por esse método justifica-se pela natureza exploratória e interpretativa do tema, que envolve aspectos sociais, jurídicos e ambientais relacionados às mudanças climáticas e seus impactos sobre populações vulneráveis.

A revisão bibliográfica foi conduzida a partir da análise de:

- Legislações nacionais e internacionais, como a Convenção de 1951 sobre o Estatuto dos Refugiados, o Protocolo de 1967, a Lei nº 9.474/1997 (Brasil) e o Estatuto dos Migrantes (Lei nº 13.445/2017);
- Documentos oficiais de organismos internacionais, como a Organização das Nações Unidas (ONU), o Alto Comissariado das Nações Unidas para os Refugiados (ACNUR) e o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC);
- Artigos científicos e livros especializados em direito internacional, meio ambiente e direitos humanos;
- Relatórios e dados estatísticos de instituições como o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e o Centro de Monitoramento de Deslocamento Interno (IDMC).

A análise dos dados foi realizada de forma interpretativa, buscando identificar padrões, conceitos e relações entre as mudanças climáticas e os deslocamentos forçados de pessoas. O estudo também considerou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), como eixos estruturantes da discussão, no contexto da área de estudo Tecnologia e Inovação na Gestão Socioambiental.

Resultados e Discussão

Conceito de refugiado

Inicialmente, para uma melhor compreensão do presente tema, devem ser investigados os instrumentos básicos que contribuíram para cunhar a definição jurídica do termo “refugiado”. Para atender a tal objetivo, serão compulsadas doutrinas e legislações que tratam diretamente do assunto.

Como ponto de partida, apresenta-se como principal referência internacional a Convenção Relativa ao Estatuto dos Refugiados, assinada em 1951. A Convenção define como refugiado a pessoa que, devido a fundados receios de ser perseguida por motivos de raça, religião, nacionalidade ou opiniões políticas, encontra-se fora do país de sua nacionalidade, não podendo ou não querendo, por esse temor, a ele retornar.

O Protocolo de 1967 ampliou o escopo da Convenção, permitindo que os países signatários ofereçam proteção a refugiados independentemente de restrições geográficas ou temporais, passando a abranger situações posteriores a 1951 e não previstas no texto original.

A legislação internacional, no entanto, apresenta limitações quanto à obrigatoriedade de implementação das normas. Cada país signatário possui soberania para decidir sobre a incorporação dessas normas ao seu ordenamento jurídico. Embora forneçam um padrão básico de proteção, sua aplicação concreta depende da adesão e internalização por parte dos Estados.

No Brasil, a definição de refugiado é estabelecida pela Lei nº 9.474, de 22 de julho de 1997, que regula a concessão do status de refugiado no país. O artigo 1º da referida lei estabelece os requisitos alinhados à definição da Convenção de 1951:

Art. 1º. Será reconhecido como refugiado todo indivíduo que:

1. devido a fundados temores de perseguição por motivos de raça, religião, nacionalidade, grupo social ou opiniões políticas, encontre-se fora de seu país de nacionalidade e não possa ou não queira acolher-se à proteção de tal país;
2. não tendo nacionalidade e estando fora do país onde antes teve sua residência habitual, não possa ou não queira regressar a ele, em função das circunstâncias descritas no inciso anterior;
3. devido a grave e generalizada violação de direitos humanos, é obrigado a deixar seu país de nacionalidade para buscar refúgio em outro país (ONU, 1951).

A lei também disciplina o processo de reconhecimento do status de refugiado, conduzido pela Comissão Nacional para os Refugiados (CONARE), vinculada ao Ministério da Justiça. A comissão realiza análise individualizada, considerando as evidências apresentadas e as condições do país de origem.

Ademais, a Lei nº 9.474/1997 estabelece mecanismos para garantir os direitos dos refugiados no Brasil, como o direito ao trabalho, à educação, à saúde e aos serviços sociais,

conferindo-lhes tratamento semelhante ao de nacionais, especialmente quanto aos direitos civis, sociais e econômicos.

Embora o Brasil disponha de uma legislação robusta e alinhada às normas internacionais, ainda enfrenta desafios significativos na implementação dos direitos dos refugiados. A integração social e econômica desse grupo exige ações concretas que facilitem o acesso a emprego e a convivência social.

Segundo a doutrina, o conceito de refugiado envolve a necessidade de proteção contra a perseguição e não se resume ao deslocamento forçado. Carlos Caldas de Almeida afirma que a condição de refugiado está relacionada à existência de risco real à vida ou à liberdade do indivíduo, sendo uma forma de proteção contra abusos estatais ou outras violências que desestabilizam a vida humana e social (ALMEIDA, 2009, p. 56).

ODS 11 – As mudanças climáticas na atualidade

Neste item, aborda-se como as mudanças climáticas, impulsionadas principalmente pelas atividades humanas, têm se intensificado ao longo das últimas décadas, impactando de forma significativa o meio ambiente e as condições de vida no planeta.

Esse fenômeno impõe uma série de desafios às sociedades modernas, especialmente nas áreas urbanas, que concentram a maior parte da população mundial. De acordo com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11, uma das prioridades é garantir que as cidades sejam mais seguras, resilientes e sustentáveis diante dos impactos das mudanças climáticas.

As cidades, que respondem por grande parte das emissões de gases de efeito estufa, devem buscar alternativas para mitigar e adaptar-se às transformações ambientais. O aquecimento global, causado sobretudo pela queima de combustíveis fósseis, desmatamento e outras ações humanas, resulta na elevação da temperatura média do planeta.

Esse aumento provoca diversos efeitos adversos, como o aumento do nível do mar, alterações nos padrões de precipitação, intensificação de eventos extremos (secas, enchentes, ondas de calor) e a degradação dos ecossistemas.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) tem alertado para a urgência em limitar o aquecimento global até o final do século XXI, a fim de evitar consequências mais graves. Contudo, os relatórios mais recentes indicam que, sem medidas urgentes, a elevação da temperatura pode ser ainda mais acentuada, comprometendo gravemente a sustentabilidade, sobretudo nas cidades.

O ODS 11 visa transformar os centros urbanos em ambientes sustentáveis e resilientes. A construção de cidades resilientes exige a implementação de soluções voltadas à mitigação das mudanças climáticas e à preparação da infraestrutura urbana, como o investimento em transporte público sustentável, construção de edifícios verdes e o uso de soluções baseadas na natureza, como as “cidades esponja” e áreas verdes urbanas.

Apesar de diversas cidades ao redor do mundo estarem adotando políticas climáticas, a falta de integração entre políticas públicas e a escassez de recursos ainda representam desafios significativos.

Portanto, o destino das cidades depende de ações coordenadas que promovam a proteção dos recursos naturais e o bem-estar das populações urbanas, assegurando a sustentabilidade diante das mudanças climáticas globais. Este cenário está diretamente relacionado à área de estudo: Tecnologia e Inovação na Gestão Socioambiental – ODS 11 e 13.

Os impactos das mudanças climáticas na saúde das pessoas

O aquecimento global tem gerado impactos severos à saúde humana. O ODS 13 estabelece metas para combater os efeitos das mudanças climáticas. Embora o corpo humano possua mecanismos de adaptação térmica, os extremos de temperatura afetam especialmente crianças e idosos.

A ONU e os ODS propõem soluções globais, cobrando atuação eficiente de agentes públicos e privados nos campos da saúde, erradicação da pobreza, bem-estar, educação e justiça. Segundo o Instituto do Terroá (2023), esses eixos estruturam as ações do desenvolvimento sustentável.

As variações extremas de temperatura vêm alterando os ciclos naturais, provocando prejuízos na produção de alimentos e aumento de doenças relacionadas ao clima. Dados da ONU (2023) indicam que a última década foi a mais quente da história, com os maiores níveis de concentração de gases de efeito estufa dos últimos dois milhões de anos.

Para a ciência, as mudanças climáticas são alterações prolongadas nos padrões meteorológicos, com causas naturais (atividade solar, órbita terrestre, El Niño, vulcanismo) e antrópicas (ações humanas). Ainda que naturais, muitas dessas causas são intensificadas por atividades humanas.

O ODS 13, em conjunto com o ODS 3 (saúde e bem-estar), promove o desenvolvimento de tecnologias, vacinas e políticas de prevenção a doenças infecciosas. As mudanças climáticas

afetam diretamente os hábitos diários e aumentam a vulnerabilidade a doenças como desidratação, queimaduras, doenças respiratórias e infecciosas.

Durante períodos frios, há maior permanência em locais fechados e mal ventilados, favorecendo a disseminação de doenças como rinite, asma, DPOC, bronquite, gripes e infecções respiratórias.

Os refugiados do clima: razões que levam a buscar uma nova vida

As mudanças climáticas extremas impactam sociedades, ecossistemas e a vida individual, levando pessoas a abandonar seus lares. Esses deslocados, muitas vezes, tornam-se refugiados climáticos. Segundo o Dicionário Online (2025), refugiado climático é a pessoa que deixa sua residência em razão de condições climáticas extremas.

A distinção entre migrante interno e refugiado depende do deslocamento transfronteiriço. Quando eventos recorrentes internos tornam a situação insustentável, busca-se o refúgio em outro país.

Em novembro de 2024, o ACNUR lançou a rede “Refugiados para Ação Climática”, formada por pessoas deslocadas de países como Brasil, Afeganistão e Haiti. A iniciativa busca amplificar as vozes de comunidades afetadas e promover ações de resiliência e inclusão.

Najeeba Wazefadost, membro da rede, destaca:

Para nós, a mudança climática não é uma ameaça abstrata. É uma luta diária pela sobrevivência, estabilidade e dignidade. Incentivamos os líderes a ouvirem nossas histórias e a tomarem ações decisivas que nos incluam, apoiem nossa resiliência e capacitem soluções lideradas por refugiados (ACNUR, 2024).

Dados do IDMC indicam que cerca de 98% dos deslocamentos forçados em 2024 foram causados por desastres climáticos como inundações, tempestades, incêndios e secas. A iniciativa do ACNUR busca integrar essas comunidades nas decisões climáticas globais.

Por fim, é essencial a implementação de políticas públicas eficazes para cumprir as metas do ODS 13, evitando deslocamentos forçados e garantindo proteção às populações vulneráveis. Embora certos eventos climáticos sejam inevitáveis, ações preventivas podem minimizar seus impactos e preservar vidas.

Conclusão

Os impactos das mudanças climáticas, causadas principalmente pelo aquecimento global, têm refletido diretamente na intensificação de fenômenos como o El Niño e a La Niña.

Esses eventos vêm contribuindo para o aumento expressivo das ondas de calor durante o verão, bem como para a ocorrência de invernos mais rigorosos, especialmente no hemisfério norte. A temperatura média global tem aumentado de forma contínua nas últimas décadas, o que tem provocado o degelo das calotas polares, o consequente aumento do nível dos oceanos e alterações nas correntes oceânicas, gerando desequilíbrios significativos no clima global.

Essas transformações têm impactos diretos nas dimensões social, econômica e na saúde da população. Nas áreas urbanas, os efeitos adversos das mudanças climáticas se manifestam com frequência por meio de desastres naturais, como enchentes, deslizamentos e secas severas, resultando em desabrigados, desalojados e, infelizmente, em vítimas fatais. Esses impactos são agravados pelo crescimento desordenado das cidades, pela ausência de infraestrutura básica adequada e pela presença de grandes contingentes populacionais vivendo em áreas de risco.

A falta de políticas públicas eficazes voltadas para a mitigação dos danos climáticos acentua ainda mais a vulnerabilidade das populações mais expostas, principalmente aquelas que vivem em comunidades periféricas e com menos acesso a recursos e serviços. Diante desse cenário, torna-se recorrente a necessidade de recomeçar a vida no mesmo local afetado ou, em casos mais extremos, buscar refúgio em outras regiões que ofereçam melhores condições de vida, segurança e estabilidade.

O refúgio, nesse contexto, é entendido como a busca por uma vida mais digna, em resposta aos impactos causados não apenas por guerras e perseguições, mas também por eventos climáticos extremos. A preocupação com as mudanças climáticas é tão relevante no cenário internacional que levou à criação do Acordo de Paris, também conhecido como “pacto do clima”, por meio do qual os governos se comprometeram a desenvolver e implementar políticas ambientais destinadas a reduzir o aquecimento global e seus impactos.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) também refletem essa preocupação, especialmente o ODS 11, que trata da sustentabilidade das cidades e comunidades frente aos desafios climáticos. Este objetivo busca promover a resiliência urbana e a reconstrução de cidades devastadas por desastres ambientais, garantindo que elas sejam mais preparadas e seguras diante de eventos futuros.

A Agenda 2030, por meio do ODS 13, reforça a necessidade de ações concretas no combate às mudanças climáticas, com metas voltadas tanto ao setor público quanto ao privado, além de incentivar o engajamento da sociedade civil por meio da mudança de comportamentos e hábitos cotidianos.

Para que as pessoas não sejam forçadas a deixar suas casas e se afastar de seus costumes, famílias e línguas, é imprescindível que os objetivos do ODS 11 e ODS 13 sejam aplicados de maneira efetiva no âmbito local, com políticas adaptadas à realidade de cada território.

Diferentemente dos demais refugiados, os refugiados do clima abandonam suas casas exclusivamente em função dos riscos provocados pelas mudanças climáticas, os quais comprometem a integridade física, mental e econômica de suas famílias. Por isso, as ações voltadas à proteção climática são essenciais para reduzir os impactos dessas mudanças sobre a população, evitando deslocamentos forçados e promovendo condições de vida mais justas, dignas e sustentáveis para todos.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Carlos Caldas de. **Direitos humanos e refugiados**. São Paulo: Atlas, 2009.

ALTO COMISSARIADO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA OS REFUGIADOS (ACNUR). **Dados estatísticos sobre deslocados e refugiados**. Disponível em: <<https://www.acnur.org/dados-estatisticos>>. Acesso em: 24 maio 2025.

ALTO COMISSARIADO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA OS REFUGIADOS (ACNUR). **Rede “Refugiados para Ação Climática”**, 14 nov. 2024. Disponível em: <<https://www.acnur.org/acao-climatica>>. Acesso em: 24 maio 2025.

BRASIL ESCOLA. **Mudanças climáticas**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/mudancas-climaticas.htm>>. Acesso em: 24 maio 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 30 dez. 2009.

BRASIL. **Lei nº 9.474, de 22 de julho de 1997**. Regula a concessão do status de refugiado e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 23 jul. 1997.

DICIONÁRIO ONLINE. **Definição de refugiados climáticos**. Disponível em: <<https://www.dicionarioonline.com.br/refugiados-climaticos>>. Acesso em: 24 maio 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Dados e análises sobre mudanças climáticas e políticas públicas**. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/mudancas-climaticas>>. Acesso em: 24 maio 2025.

INSTITUTO DO TERROÁ. **ODS e os impactos das mudanças climáticas na saúde**, 2023. Disponível em: <<https://www.institutodoterroa.org.br/ods-impactos-climaticos-saude>>. Acesso em: 24 maio 2025.

INTERNAL DISPLACEMENT MONITORING CENTRE (IDMC). **Dados sobre deslocamentos forçados por desastres climáticos**. Disponível em: <<https://www.internal-displacement.org>>. Acesso em: 24 maio 2025.

NATIONAL GEOGRAPHIC. **Migrantes do clima**, 2024. Disponível em: <<https://www.nationalgeographic.com/environment/article/climate-migrants>>. Acesso em: 24 maio 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Agenda pós-2015: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 15 mar. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Convenção relativa ao estatuto dos refugiados de 1951**. Disponível em: <<https://www.acnur.org/portugues/conteudo/convencao-de-1951/>>. Acesso em: 16 mar. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração de Nova York para Refugiados e Migrantes**, 2016. Disponível em: <<https://www.un.org/pt/declaration-nova-york-refugiados-migrantes>>. Acesso em: 24 maio 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Protocolo de 1967 da Organização das Nações Unidas**. Disponível em: <<https://www.acnur.org/portugues/conteudo/protocolo-de-1967/>>. Acesso em: 16 mar. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Relatórios sobre mudanças climáticas e aquecimento global**, 2023. Disponível em: <<https://www.un.org/pt/climate-reports>>. Acesso em: 24 maio 2025.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Relatório de mudanças climáticas: implicações e soluções**. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 16 mar. 2025.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Relatório 2023**. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/2023>>. Acesso em: 24 maio 2025.

REÚSO EM FAVELAS: UMA ANÁLISE INTERDISCIPLINAR DA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO RESILIENTE NA BAIXADA FLUMINENSE¹

Juliana Fernandes Farias²

Resumo

A Baixada Fluminense, região densamente povoada da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, enfrenta precariedade histórica nos serviços de saneamento, especialmente em suas favelas. Essa condição é agravada por eventos climáticos extremos e pela ausência de sistemas de drenagem eficientes, comprometendo a saúde pública e a infraestrutura habitacional. Este trabalho, com base em uma abordagem interdisciplinar, analisa a viabilidade do reúso de efluentes urbanos como solução complementar ao saneamento tradicional em áreas vulneráveis, integrando tecnologias descentralizadas, marcos regulatórios, aspectos socioeconômicos e instrumentos financeiros, como a Conta de Universalização de Acesso à Água e a Tarifa Social (Lei nº 14.898/2024), voltada às famílias de baixa renda. A partir da relação entre reúso, mitigação de inundações e contribuição para o ODS 6 da Agenda 2030 da ONU, destaca-se o papel estratégico de concessionárias, OSCIPs e universidades na implementação de projetos inovadores que promovam resiliência hídrica e acesso equitativo à água. Embora desafiador, o reúso em favelas representa uma alternativa promissora para ampliar a universalização do saneamento, fortalecer a adaptação climática e garantir justiça socioambiental na Baixada Fluminense. Para isso, é essencial a cooperação entre diferentes atores e o uso eficiente dos mecanismos regulatórios e financeiros disponíveis.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável; Tratamento de Esgoto Descentralizado; Gestão Socioambiental; Marco Regulatório; Economia Circular da Água.

Introdução

A universalização do saneamento básico, estabelecida como um direito fundamental pela Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), apresenta-se como um desafio socioambiental complexo na Baixada Fluminense. Os municípios que compõem essa região da Região Metropolitana do Rio de Janeiro são marcados por uma diversidade socioespacial e por um histórico de deficiências na infraestrutura sanitária, especialmente nas amplas áreas de favelas e comunidades de baixa renda (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2024). A crescente vulnerabilidade hídrica, intensificada pelas previsões de eventos climáticos extremos

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo do ODS 6 – água potável e saneamento, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental, PUC/RJ. Email: farias.juliana@gmail.com.

decorrentes das mudanças climáticas (IPCC, 2021), torna ainda mais urgente a busca e implementação de soluções inovadoras e sustentáveis para a gestão dos recursos hídricos na região.

Nesse cenário, o reúso planejado de água proveniente de efluentes urbanos surge como uma estratégia promissora para complementar as abordagens tradicionais de saneamento. A literatura especializada reforça que o reúso pode aliviar a pressão sobre as fontes convencionais de água, sobretudo em áreas afetadas por escassez hídrica e limitações de infraestrutura (METCALF & EDDY, 2014). Reconhecendo a relevância do tema, o Governo Federal lançou o “Projeto Reúso” (BRASIL, 2013a), com o objetivo de consolidar o reúso como política de Estado, estabelecendo padrões de qualidade, mapeando potencialidades e propondo modelos de financiamento. O resumo executivo da iniciativa (BRASIL, 2013b) ressalta a necessidade de integrar o reúso como ferramenta estratégica para assegurar a segurança hídrica e promover o desenvolvimento sustentável.

Paralelamente, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) tem avançado na formulação de uma norma abrangente para o reúso de efluentes sanitários tratados (ANA, 2025), sinalizando um esforço para padronizar práticas e diretrizes em nível nacional. Além disso, a promulgação da Lei nº 14.898/2024, que institui a Tarifa Social de Água e Esgoto, representa um avanço no marco regulatório, com o intuito de ampliar o acesso à água para famílias de baixa renda (BRASIL, 2024).

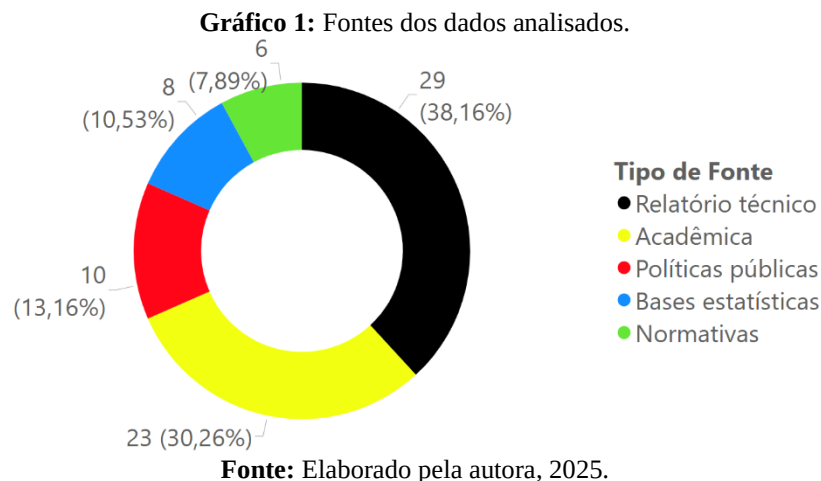
A questão central que orienta esta pesquisa é: como o reúso de água proveniente de efluentes urbanos pode colaborar para alcançar a universalização do saneamento nas favelas da Baixada Fluminense, considerando as múltiplas dimensões técnicas, legais, socioeconômicas e financeiras, bem como seu papel diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas e pelas metas estabelecidas pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (ONU, 2025)?

O objetivo principal deste artigo é realizar uma análise interdisciplinar sobre a viabilidade e o potencial do reúso de efluentes urbanos como uma estratégia inovadora para a universalização do saneamento nas favelas da Baixada Fluminense. A pesquisa considera os desafios e oportunidades emergentes em um contexto de vulnerabilidade socioambiental e climática, articulando o reúso ao fortalecimento da resiliência hídrica, à justiça social e ao cumprimento dos compromissos internacionais assumidos pelo Brasil na Agenda 2030.

Material e Métodos

Esta pesquisa adota uma abordagem metodológica que é tanto exploratória quanto descritiva.

Ela se baseia em uma revisão bibliográfica sistemática e abrangente da literatura científica especializada, além de documentos normativos e relatórios técnicos de órgãos oficiais.



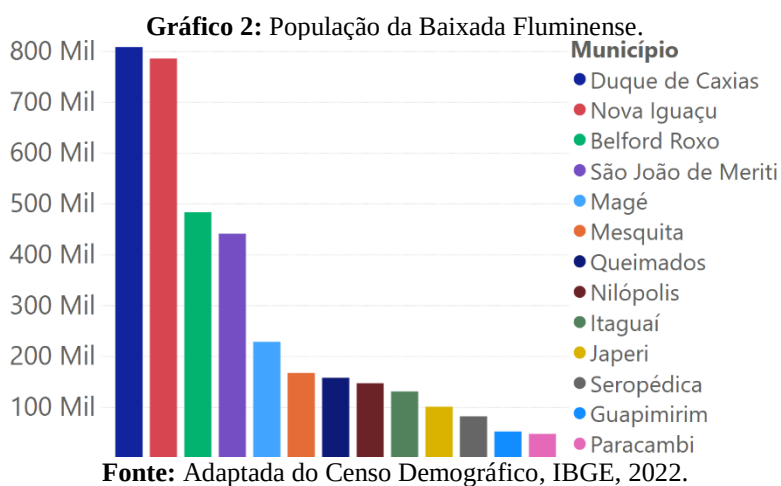
Para coletar dados para esta pesquisa, foram selecionadas e analisadas diversas fontes (Gráfico 1). As fontes acadêmicas incluem artigos, livros e trabalhos acadêmicos que são relevantes para os temas de reúso de água, saneamento básico, gestão de recursos hídricos, políticas públicas, mudanças climáticas e vulnerabilidade socioambiental.

As fontes normativas e de políticas públicas abrangem leis federais, como a Lei nº 11.445/2007, a Lei nº 14.898/2024 e a Lei nº 9.790/1999, além de normas de referência em desenvolvimento pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), diretrizes e relatórios do 'Projeto Reúso' do Governo Federal e documentos relacionados ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) da Organização das Nações Unidas (ONU).

As fontes técnicas e estatísticas incluem dados provenientes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro (AGENERSA), da base da ANA, da Secretaria do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS) do governo do estado do Rio de Janeiro, além do Mapa da Desigualdade produzido pela Casa Fluminense.

Área de estudo e análise de dados

Esta pesquisa tem como foco a Baixada Fluminense, região metropolitana do Rio de Janeiro composta por 13 municípios, cuja distribuição populacional está apresentada no Gráfico 2 (IBGE, 2022).



A análise integrada combinou a revisão da literatura, marcos normativos e dados do SNIS (2021) e da SEAS (2022), com o objetivo de mapear o tratamento de esgoto, destacando déficits e identificando áreas prioritárias. A investigação das políticas públicas e da produção acadêmica sobre saneamento em territórios vulneráveis permitiu avaliar a viabilidade do reúso de efluentes.

As dimensões técnica, jurídica, socioeconômica e financeira foram abordadas de forma sinérgica, de modo a analisar o potencial do reúso como estratégia para a universalização do saneamento na região, considerando sua contribuição à resiliência hídrica e ao cumprimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6).

A escolha da Baixada Fluminense justifica-se por sua alta densidade populacional, pelo déficit histórico em infraestrutura de saneamento e pela elevada vulnerabilidade a eventos climáticos extremos, com foco nas favelas e comunidades de baixa renda (Figura 1).

Figura 1: População residente em favelas.



Fonte: Adaptada do Censo Demográfico IBGE, 2022.

Resultados e Discussão

Saneamento na Baixada Fluminense

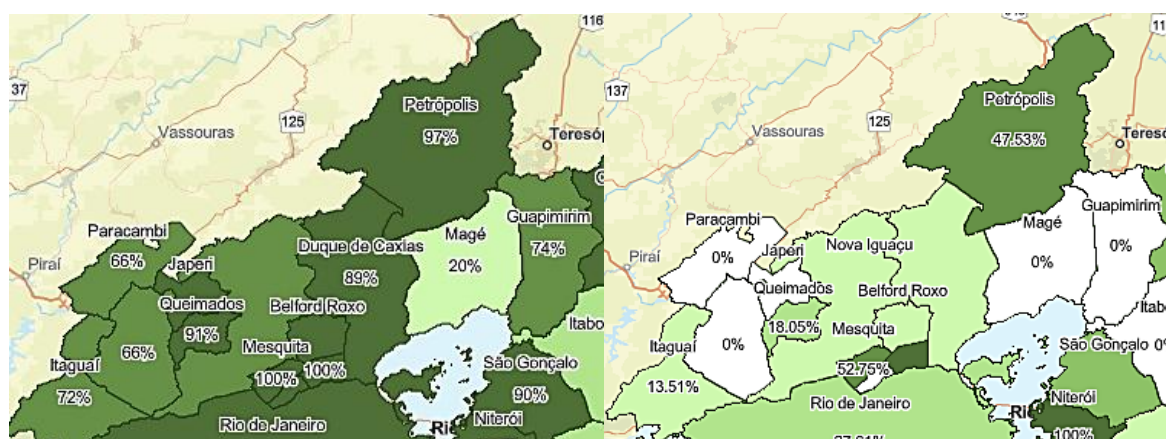
O acesso universal aos serviços de saneamento básico constitui um dos principais desafios para a promoção da saúde pública e da qualidade de vida em áreas urbanas brasileiras, especialmente em regiões marcadas por profundas desigualdades socioeconômicas. A Baixada Fluminense, uma das regiões metropolitanas do estado do Rio de Janeiro, apresenta um cenário preocupante, com disparidades significativas na oferta e na qualidade dos serviços de saneamento, o que se reflete diretamente nas condições ambientais e sociais das comunidades locais. Compreender essa realidade é fundamental para o desenvolvimento de políticas públicas eficazes e para a implementação de soluções sustentáveis que atendam às demandas específicas dessas populações.

As Figuras 2 e 3 evidenciam um quadro expressivo de desigualdade no acesso aos serviços de saneamento na Baixada Fluminense (CASA FLUMINENSE, 2023). Destacam-se os baixos índices de coleta e tratamento de esgoto, que se apresentam alarmantemente inferiores quando comparados à cobertura do abastecimento de água. Essa disparidade torna-se ainda mais crítica nas favelas e comunidades de baixa renda, onde a infraestrutura de saneamento é frequentemente precária, insuficiente ou mesmo inexistente.

A desigualdade no acesso aos serviços de saneamento básico reforça a urgência de intervenções específicas, que levem em consideração as particularidades sociais e econômicas da Baixada Fluminense. A ampliação e a qualificação da coleta e do tratamento de esgoto, especialmente em territórios mais vulneráveis, são fundamentais para reduzir os impactos

ambientais e promover a saúde pública. A superação desses desafios depende, necessariamente, da implementação de políticas públicas inclusivas e de investimentos consistentes em infraestrutura, com vistas à universalização do saneamento e ao cumprimento dos compromissos assumidos nos âmbitos nacional e internacional de desenvolvimento sustentável.

Figuras 2 e 3: Cobertura da rede de água e de esgotamento.

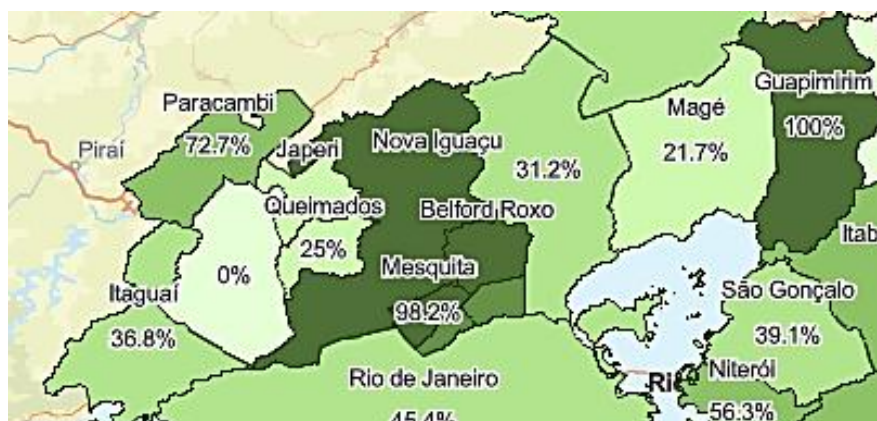


Fonte: Mapa da desigualdade, Casa Fluminense, 2023.

Potencial técnico e legal do reúso em contextos de vulnerabilidade

O reúso de água, definido como a utilização de águas residuárias tratadas para fins benéficos, apresenta-se como uma estratégia fundamental para o saneamento em contextos urbanos, especialmente em áreas de alta densidade populacional, como as favelas (METCALF; EDDY, 2014). É importante distinguir entre o reúso planejado, que envolve a implementação intencional de sistemas de tratamento e distribuição, e o reúso não planejado, que ocorre de forma indireta e não controlada. Em áreas densamente povoadas, o reúso planejado exige uma consideração cuidadosa da saúde pública (Figura 4) e das limitações de infraestrutura, diferenciando-se das práticas de reúso em ambientes naturais ou agrícolas. A proximidade das moradias e o potencial de contaminação tornam imprescindíveis sistemas robustos de tratamento, que possibilitem a distribuição segura para o reúso planejado em favelas.

Figura 4: Mapa do percentual de negros internados por doenças de veiculação hídrica.



Fonte: Mapa da Desigualdade, Casa Fluminense, 2023.

Para implementar sistemas de reúso nas favelas da Baixada Fluminense, é fundamental adotar soluções técnicas descentralizadas, que se ajustem às características topográficas e à alta densidade populacional dessas áreas (BRASIL, 2013b). Tecnologias como biofiltros de leito fixo, sistemas de tratamento por zonas de raízes (wetlands construídos) e unidades compactas de tratamento (VON SPERLING, 2014) surgem como opções promissoras, tanto em eficiência quanto em adaptabilidade.

O marco legal brasileiro, embora ainda esteja em desenvolvimento a nível federal — com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2025) trabalhando na criação de uma norma de referência —, já define diretrizes para o reúso de água para usos não potáveis (Resolução CNRH nº 54/2005, BRASIL, 2005; Lei nº 14.546/2023, BRASIL, 2023). Isso representa um passo importante para a criação de regulamentações específicas em níveis estadual e municipal, essenciais para garantir a segurança jurídica e a expansão dessas iniciativas.

Nesse cenário, a Lei nº 14.898/2024 (BRASIL, 2024a) estabelece que as famílias de baixa renda, registradas no Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico) e com renda familiar per capita de até meio salário-mínimo, são elegíveis para a Tarifa Social. Além disso, inclui famílias com membros beneficiários do Benefício de Prestação Continuada (BPC), incentivando assim o reúso nas favelas da Baixada.

Abordagem multidimensional de vantagens, desvantagens e desafios socioeconômicos

Diversos tipos de reúso de água podem ser aplicáveis em favelas, incluindo o reúso de águas cinzas, o reúso de esgoto tratado e a captação de água da chuva (METCALF; EDDY, 2014). As águas cinzas, provenientes de atividades domésticas como banho, lavagem de roupas e pias, podem ser tratadas em menor escala e utilizadas para fins não potáveis, como descarga de vasos sanitários, irrigação de hortas comunitárias e limpeza. O esgoto tratado pode passar por processos mais complexos para ser reutilizado em diversas aplicações, inclusive para fins urbanos não potáveis. A captação de água da chuva também representa uma fonte alternativa importante, especialmente em áreas com sistemas de abastecimento intermitentes.

O reúso de águas cinzas apresenta uma opção mais imediata e potencialmente menos complexa para aplicações de saneamento não potável em favelas, comparado ao tratamento e reúso de esgoto completo. As águas cinzas domésticas podem ser tratadas localmente e utilizadas para fins que não exigem alta qualidade, aliviando a pressão sobre os sistemas centralizados.

O reúso de água proveniente, porém, conforme indicado na Tabela 1, depende do investimento e promoção do tratamento de esgoto de efluentes urbanos. Tal investimento traz benefícios importantes para as favelas da Baixada Fluminense, incluindo a redução da pressão sobre as fontes tradicionais de água potável, a possibilidade de implementar modelos de saneamento descentralizados, a promoção da saúde pública por meio do tratamento adequado dos efluentes, e o fortalecimento da resiliência hídrica diante de eventos climáticos extremos (IPCC, 2021).

No entanto, a execução desses projetos enfrenta desafios significativos, tais como os altos custos iniciais de infraestrutura, a necessidade de promover a aceitação social e cultural da água de reúso, e a garantia da segurança sanitária por meio de sistemas eficazes de tratamento e monitoramento (VON SPERLING, 2014). A fragilidade da infraestrutura existente nas favelas da Baixada Fluminense demanda a criação e implementação de soluções de engenharia inovadoras, adaptadas às condições locais, com a participação ativa da comunidade em todas as fases do processo.

Tabela 1: Coleta x Tratamento de Esgoto x Potencial de Reúso Estimado

Município	Coleta de Esgoto (%)	Tratamento (%)	Potencial de Reúso Estimado (%)
Mesquita	13%	13%	1%
Belford Roxo	5%	5%	0%
Duque de Caxias	8%	8%	1%
Nova Iguaçu	29%	36%	4%
Queimados	55%	52%	5%

Japeri	55%	0%	0%
Magé	5%	0%	0%
Paracambi	93%	0%	0%
São João de Meriti	95%	0%	0%
Nilópolis	0%	0%	0%
Seropédica	1%	1%	0%
Guapimirim	0%	0%	0%
Itaguaí	45%	45%	4%

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

O reúso como estratégia de adaptação às mudanças climáticas

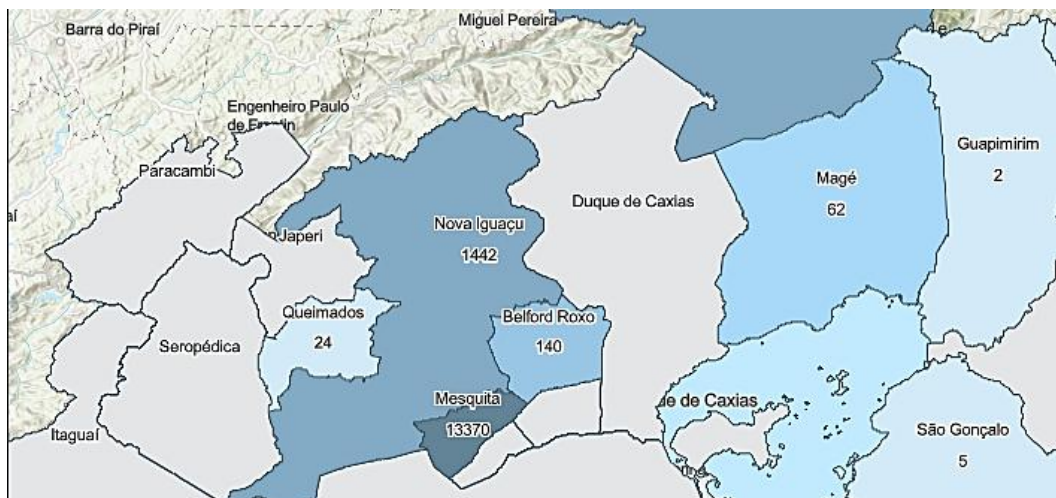
A implementação de sistemas de reúso de água nas favelas da Baixada Fluminense configura-se como uma abordagem proativa e estratégica para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas, particularmente no que tange à gestão dos recursos hídricos (Figura 5). Essa prática contribui significativamente para a redução da demanda por água potável — recurso cada vez mais escasso — ao possibilitar a reutilização de águas residuais tratadas em atividades que não requerem água potável, como irrigação, limpeza urbana e uso industrial.

Além disso, o reúso reduz a quantidade de poluentes lançados diretamente nos corpos d'água durante eventos de inundação frequentes, os quais são agravados pelo aumento da intensidade e da frequência das chuvas associadas às mudanças climáticas. Ao diminuir a vulnerabilidade hídrica das comunidades e aumentar a capacidade de autodepuração dos ecossistemas aquáticos, essa estratégia contribui para a melhoria da qualidade ambiental e para a promoção da saúde pública, reduzindo a incidência de doenças relacionadas à contaminação da água.

Tal abordagem está alinhada às recomendações do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2021), que enfatiza a importância da adaptação climática integrada à gestão sustentável dos recursos naturais.

A Figura 5 ilustra a quantidade de moradias afetadas por eventos climáticos extremos na região, dados provenientes do Mapa da Desigualdade da Casa Fluminense, evidenciando a urgência de soluções adaptativas e resilientes para proteger as populações vulneráveis e garantir a sustentabilidade hídrica da Baixada Fluminense.

Figura 5: Moradias afetadas por eventos climáticos.



Fonte: Mapa da Desigualdade, Casa Fluminense, 2023.

Articulação com o ODS 6: assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos

Os projetos de reúso de água nas favelas da Baixada Fluminense estabelecem uma relação direta com as metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) da ONU, que visa garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos. Essas iniciativas promovem o acesso universal e equitativo à água potável e ao saneamento, ao mesmo tempo em que contribuem para a melhoria da qualidade da água por meio da redução da poluição, conforme evidenciado na Figura 6. Além disso, aumentam a eficiência no uso dos recursos hídricos, aspecto fundamental para enfrentar os desafios impostos pela crescente demanda e pelas mudanças climáticas.

Figura 6: Qualidade das águas de Rios e Lagoas.



Fonte: Mapa da Desigualdade, Casa Fluminense, 2023.

O reúso de água atua como uma estratégia para fortalecer a segurança hídrica e a resiliência das comunidades frente à variabilidade climática, oferecendo uma fonte alternativa e confiável durante períodos de seca, além de aliviar a pressão sobre os recursos hídricos convencionais. Contudo, os potenciais riscos à saúde relacionados ao reúso devem ser rigorosamente gerenciados por meio da adoção de tecnologias de tratamento adequadas e protocolos contínuos de monitoramento e controle, conforme recomendado por Metcalf & Eddy (2014).

Mecanismos de financiamento inovadores

A viabilização dos projetos de reúso de água na Baixada Fluminense depende de mecanismos financeiros e parcerias institucionais. Esta seção apresenta os principais instrumentos legais, fontes de financiamento e colaborações entre poder público, sociedade civil e universidades, essenciais para garantir a sustentabilidade e a adaptação das soluções à realidade local. A Figura 7 ilustra a renda média das famílias cadastradas por CRAS, evidenciando o perfil socioeconômico das comunidades beneficiadas, o que reforça a importância da Tarifa Social para viabilizar esses projetos.

Figura 7: Renda média de famílias cadastradas por CRAS.



Fonte: Mapa da desigualdade, Casa Fluminense, 2023.

A Conta de Universalização do Acesso à Água e Esgotamento Sanitário (CUAES), criada pela Lei nº 14.898/2024 (Brasil, 2024a), é um mecanismo financeiro estratégico que facilita a implementação desses projetos, podendo financiar os investimentos iniciais e cobrir os custos operacionais. Assim, essa lei permite que o Poder Executivo subsidie a Tarifa Social de Água e Esgoto para famílias de baixa renda (Figura 7), utilizando recursos da CUAES. Isso

pode contribuir para garantir a sustentabilidade econômica dos projetos de reúso, reduzindo a dependência das tarifas tradicionais e promovendo uma utilização mais eficiente da água.

Além disso, o envolvimento das Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIPs), reconhecidas pela Lei nº 9.790/1999 (Brasil, 1999), bem como a participação ativa das instituições de ensino superior por meio de Termos de Execução Descentralizada – TED (Brasil, 2020) para universidades federais e Termos de Cooperação para universidades particulares, como a PUC e a UVA, que podem colaborar com a Coppetec/UFRJ, fortalece a implementação desses projetos.

De forma complementar, a destinação de emendas parlamentares (LCP 210/2024) para o estado do Rio de Janeiro e os municípios da Baixada Fluminense constitui uma fonte promissora de financiamento para desenvolver e implementar soluções de reúso adaptadas às complexas realidades das favelas dessa região.

Conclusão

O reúso planejado de água proveniente de efluentes urbanos surge como uma estratégia multifacetada e promissora para enfrentar os desafios do saneamento e aumentar a resiliência nas favelas da Baixada Fluminense, especialmente em um cenário marcado pelas crescentes pressões das mudanças climáticas e pela evolução dinâmica do marco regulatório federal, impulsionado por iniciativas como o ‘Projeto Reúso’ e a legislação sobre a Tarifa Social.

A implementação eficaz desses projetos, embora enfrente obstáculos técnicos, legais e socioeconômicos que exigem abordagens inovadoras e participativas, oferece um caminho concreto para a universalização do saneamento, a promoção da saúde pública, a proteção dos ecossistemas aquáticos e o fortalecimento da resiliência hídrica nas comunidades mais vulneráveis da região.

Para que esse potencial transformador se concretize, é necessário um esforço colaborativo e sinérgico entre o poder público, em suas diversas esferas, a comunidade acadêmica, as organizações da sociedade civil e, acima de tudo, o engajamento ativo e informado das próprias comunidades beneficiárias, sustentado por um marco regulatório robusto e por mecanismos de financiamento sustentáveis e equitativos.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13969**: Tanques sépticos — Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos — Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Tomada de subsídios para a elaboração da norma de referência sobre reúso dos efluentes sanitários tratados começa nesta segunda-feira (14)**. Brasília, 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/tomada-de-subsidios-para-a-elaboracao-da-norma-de-referencia-sobre-reuso-dos-efluentes-sanitarios-tratados-comeca-nesta-segunda-feira-14#:~:text=O%20objetivo%20da%20Tomada%20de,esgotos%20com%20tratamento%20segundo%20o>>. Acesso em: 13 abr. 2025.

BRASIL. **Lei Complementar nº 210, de 25 de novembro de 2024**. Dispõe sobre a proposição e a execução de emendas parlamentares na lei orçamentária anual; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 nov. 2024. Seção 1, p. 1. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp210.htm>. Acesso em: 15 abr. 2025.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, p. 9, 7 jan. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 13 abr. 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.898, de 13 de junho de 2024**. Institui diretrizes para a Tarifa Social de Água e Esgoto em âmbito nacional e altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 jun. 2024. Seção 1, p. 3. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=14/06/2024&jornal=515&pagina=13&totalArquivos=322>>. Acesso em: 13 abr. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.790, de 23 de março de 1999**. Dispõe sobre a qualificação de pessoas jurídicas de direito privado, sem fins lucrativos, como Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público – OSCIP, institui e disciplina o Termo de Parceria, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 24 mar. 1999. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9790.htm>. Acesso em: 13 abr. 2025.

BRASIL. **Elaboração de Proposta do Plano de Ações para Instituir uma Política de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil**. Resumo Executivo. Brasília, 2013a. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/principais-produtos-desenvolvidos-pelo-componente-3-2013-saneamento-basico/projeto-reuso>>. Acesso em: 17 abr. 2025.

BRASIL. **Elaboração de Proposta do Plano de Ações para Instituir uma Política de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil**. Resumo Executivo. Brasília, 2013b. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/programa-interaguas/resumo_executivo_ProjetoReuso.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/snis/>>. Acesso em: 13 abr. 2025.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 10.426, de 16 de julho de 2020**. Dispõe sobre a descentralização de créditos orçamentários para a execução de ações pelos órgãos e entidades da administração pública federal. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 158, n. 135, p. 3, 17 jul. 2020. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10426.htm>. Acesso em: 13 abr. 2025.

CASA FLUMINENSE. **Mapa da desigualdade da Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Casa Fluminense, 2023. Disponível em: <<https://mapa-da-desigualdade-casafluminense.hub.arcgis.com/>>. Acesso em: 14 abr. 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento 2024**. São Paulo, 2024. Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2024/>>. Acesso em: 15 abr. 2025.
MARA, D. D. **Domestic wastewater treatment in developing countries**. London: Earthscan, 2003.

METCALF & EDDY, INC. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016. E-book. p. Capa. ISBN 9788580555240. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788580555240/>>. Acesso em: 15 abr. 2025.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2025.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS-RJ). **Portal institucional**. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <<https://www.seas.rj.gov.br/>>. Acesso em: 16 abr. 2025.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2014.



V Simpósio de Ciências do Meio Ambiente



Resumos Simples

ANÁLISE DAS INICIATIVAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DAS EMPRESAS DE SANEAMENTO BÁSICO LICENCIADAS PELA AGENERSA, RIO DE JANEIRO¹

Isabela Moraes²

Viviane Japiassú Viana³

Resumo

A Lei nº 9.795, de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, também contempla a educação ambiental não formal. De acordo com o Art. 13, empresas públicas e privadas são incentivadas a desenvolver programas de educação ambiental em parceria com escolas, universidades e organizações não governamentais. Este estudo teve como objetivo avaliar como o tema da educação ambiental é tratado no estado do Rio de Janeiro, com foco nas concessionárias de coleta e tratamento de esgoto reguladas pela Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro (Agenera), em 2025. A metodologia utilizada baseou-se na análise de dados secundários, coletados em relatórios e websites institucionais. Foram analisadas dez empresas: Águas da Condessa, Águas de Juturnaíba, Águas de Paraty, Águas da Imperatriz, Águas do Rio, Águas de Pádua, Companhia Estadual de Águas e Esgotos (Cedae), Iguá Saneamento, Prolagos e Rio+Saneamento. Observou-se que nove das dez empresas realizam atividades socioambientais voltadas à educação ambiental, com abordagens lúdicas, interativas e tecnológicas, envolvendo tanto a comunidade quanto os colaboradores. As ações são adaptadas às diferentes faixas etárias e regiões atendidas. No entanto, identificou-se a ausência de dados que comprovem a eficácia e o alcance dessas iniciativas, sendo recomendada a adoção de indicadores que permitam avaliar o impacto das ações em relação ao público-alvo, ao período de realização e às metas institucionais.

Palavras-chave: Educação Ambiental Não Formal; Responsabilidade Socioambiental; Sustentabilidade Empresarial; Concessionárias de Saneamento.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 4 - educação de qualidade e 6 – água potável e saneamento, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: isabelamoraes.comunicacao@gmail.com.

³ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida; Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: vivijvambiental@gmail.com.

APP COLETA UVA: PROTOTIPAGEM DE UM APLICATIVO PARA GESTÃO DE UM PROJETO DE COLETA SELETIVA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL¹

Júlio Cesar Gil da Silva²,

Thiago Araújo Thielmann³

Viviane Japiassú Viana⁴

Resumo

A coleta seletiva de resíduos com potencial de reaproveitamento e reciclagem é fundamental para a promoção de padrões de consumo sustentáveis, de acordo com o ODS 12. Neste contexto, e buscando promover também a educação ambiental ativa, o Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica (NITEP), da Universidade Veiga de Almeida (UVA), iniciou, em 2025, a estruturação do projeto *Coleta UVA*, em parceria com escolas públicas. Nestes programas, deve-se monitorar os volumes e tipos de resíduos coletados para a adequada logística de destinação. Este trabalho apresenta um relato de experiência sobre os primeiros passos de desenvolvimento do aplicativo *Coleta UVA*, voltado ao registro e controle dos resíduos coletados no âmbito do projeto. O app está em fase de prototipagem e testes, sendo desenvolvido por um bolsista PIBITI do curso de Sistemas de Informação da UVA, com orientação técnica dos professores do núcleo. A solução utiliza o App Inventor, integrado ao Google Apps Script, garantindo praticidade e custo zero. Os dados inseridos pela equipe do projeto são automaticamente enviados ao Google Planilhas, viabilizando o controle em tempo real e a geração de dashboards analíticos. A interface do aplicativo é intuitiva: a tela inicial apresenta a logo do projeto e botões de acesso às funcionalidades. Na área de registro, o usuário informa nome, tipo e volume do resíduo, além da origem (escola parceira ou campus). A tela de relatórios exibe gráficos e listas com filtros por mês, origem e tipo de material. Há, ainda, uma tela de ranking para incentivar o engajamento por meio da gamificação. O desenvolvimento do app reforça o papel da tecnologia no apoio à gestão ambiental e na mobilização de comunidades escolares e universitárias. Os próximos passos envolvem ajustes com base na implementação prática da coleta e a possível expansão do app com novos módulos.

Palavras-chave: Coleta Seletiva; Educação Ambiental; Aplicativo; Tecnologia Social.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 4 - educação de qualidade e 12 - consumo e produção sustentável, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: juliocgil05062002@gmail.com.

³ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: thiago.araujo@uva.br.

⁴ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida; Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: vivijvambiental@gmail.com.

AValiação DE TECNOLOGIAS PARA A MITIGAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL MARINHO DA ÁGUA PRODUZIDA NA INDÚSTRIA PETROLÍFERA NO BRASIL¹

Carla Nunes Rivelto²

Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha³

Ricardo Soares⁴

Resumo

A água produzida, subproduto inevitável da extração de petróleo, contém elevadas concentrações de sais, hidrocarbonetos dissolvidos, metais pesados e outras substâncias potencialmente tóxicas; quando descartada diretamente no ambiente marinho, contribui para a degradação ambiental, impactando a biodiversidade aquática e a saúde humana. O objetivo desta pesquisa é avaliar o potencial de tecnologias inovadoras e sustentáveis para o tratamento da água produzida, com vistas à mitigação do impacto ambiental decorrente do descarte no mar. A metodologia adotada consistiu em uma revisão bibliográfica exploratória, com levantamento de dados em artigos científicos extraídos das bases Scopus, ScienceDirect e SciELO. Foram identificadas técnicas como osmose reversa, processos eletroquímicos, flotação, coagulação e tratamentos térmicos de baixo custo. Considera-se, como hipótese, que a osmose reversa, quando aplicada como etapa final do tratamento, possibilita a recirculação da água nos processos operacionais da plataforma, reduzindo seu descarte no oceano. Segundo o estado da arte no tratamento de água produzida, a osmose reversa tem se destacado como a tecnologia que torna as operações mais eficientes, mitigando impactos no ambiente marinho. O uso integrado de tecnologias de separação avançada, associado ao Programa de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT), pode contribuir para uma transformação comportamental positiva e necessária na indústria. Conclui-se que investir em soluções tecnológicas sustentáveis fortalece a economia circular e amplia o comprometimento da indústria petrolífera com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6, 12 e 14).

Palavras-chave: Osmose Reversa; Petróleo; Recirculação da Água Produzida; Tratamento Sustentável.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 6 – água potável; 12 - Consumo e produção sustentável e 14 – vida na água, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: rivelto.almeida@gmail.com

³ Doutorado em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Coordenador e Professor do Núcleo de Sustentabilidade da Pós-Graduação da UVA. E-mail: carlos.pinheiro@uva.br.

⁴ Professor e Coordenador do Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida.

COLETA SELETIVA EM CLÍNICAS VETERINÁRIAS: ARTICULAÇÃO ENTRE MARKETING E EDUCAÇÃO AMBIENTAL¹

Juan Carlos da Silva Marques²

Resumo

É frequente a visita de promotores técnicos de empresas do setor veterinário — como farmácias de manipulação, distribuidoras de medicamentos e revendedores de rações — que, além de apresentarem produtos e materiais promocionais, também entregam brindes e informativos com a logomarca de suas empresas. Este trabalho propõe aproveitar esse canal de contato para disseminar conhecimento sobre a coleta seletiva, por meio da distribuição de materiais técnicos informativos, como cartilhas, fluxogramas e cartazes, além de itens de apoio, como lixeiras, sacolas temáticas e adesivos explicativos, compondo um kit. Objetiva-se a implementação consolidada de um programa de coleta seletiva de resíduos em clínicas veterinárias, com foco na correta destinação dos resíduos gerados (resíduo comum, reciclável, infectante e perfurocortante). A metodologia aplicada consiste em uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório, para o levantamento das informações a serem incluídas no kit de materiais de educação ambiental. A iniciativa surge da constatação de que, embora exista legislação específica exigindo protocolos para o descarte adequado desses resíduos, muitos profissionais das clínicas, como médicos e auxiliares veterinários, ainda não aplicam corretamente essas diretrizes. Nesse cenário, os visitantes fornecerão explicações objetivas para a formação da equipe e, em seguida, entregarão os materiais, que trarão orientações claras sobre a separação e o descarte correto dos diferentes tipos de resíduos, sempre personalizados com a identidade visual das empresas apoiadoras. Assim, cria-se uma via de benefício mútuo: de um lado, clínicas veterinárias têm acesso à educação ambiental prática e aplicável; de outro, as empresas fortalecem sua imagem institucional e estreitam laços com os estabelecimentos. A proposta visa promover um descarte mais sustentável dos resíduos das clínicas e fomentar uma cultura de conscientização ambiental no setor veterinário.

Palavras-chave: Educação Veterinária; Resíduos Hospitalares; Marketing Veterinário; Educação Ambiental.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo do ODS 12 - consumo e produção sustentável, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Mestrando em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: juan.marques@uva.br.

COLETA UVA: CONECTANDO UNIVERSIDADE E ESCOLA PELO ENGAJAMENTO ESTUDANTIL NO ODS 12¹

Bruna Gomes da Silva Cabral²

Bárbara Carvalho Nicolau da Silva³

Martha Christina Lopes Pinho dos Anjos⁴

Anne Caroline de Moraes Santos⁵

Thiago Araújo Thielmann⁶

Viviane Japiassú Viana⁷

Resumo

O ODS 12 destaca a importância de padrões sustentáveis de produção e consumo, incentivando práticas conscientes nas empresas e estilos de vida em harmonia com a natureza. Alinhado a essa meta e ao compromisso da universidade com a extensão, este trabalho relata a experiência do Projeto *Coleta UVA*, que desenvolveu um modelo de ecoponto customizado no laboratório de fabricação digital, com o objetivo de promover a coleta seletiva na universidade e em escolas parceiras, fomentando a consciência socioambiental. A iniciativa, liderada pelo Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica (NITeP) da Universidade Veiga de Almeida (UVA), envolve bolsistas de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação (PIBITI) e de iniciação científica no ensino médio (IC-EM), além de estudantes de licenciatura participantes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Ao participarem do projeto, esses estudantes desenvolvem competências e habilidades relacionadas a uma postura crítica, inclusiva e sustentável. Na fase de ideação, o principal desafio foi selecionar resíduos que não gerassem custos de destinação e que pudessem ser reaproveitados ou encaminhados para programas parceiros. Foram escolhidos: instrumentos de escrita, tampinhas plásticas, lacres de alumínio, garrafas PET e filamentos de PLA. Na etapa de prototipagem, buscou-se uma estrutura leve, funcional e com identidade visual atrativa, facilitando a mobilidade e o uso no campus da UVA e nas escolas. Para o monitoramento da coleta, os bolsistas PIBITI estão desenvolvendo um aplicativo customizado que auxiliará no inventário e na logística dos resíduos. A articulação com as escolas exigiu planejamento cuidadoso, especialmente diante

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 4 - educação de qualidade e 12 - consumo e produção sustentável, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: brunagscabral@gmail.com.

³ Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: babinicolau14@gmail.com.

⁴ Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: marthachris@hotmail.com.

⁵ Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: anne.santos@uva.br.

⁶ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: thiago.araujo@uva.br.

⁷ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida; Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: vivijvambiental@gmail.com.

das agendas dos gestores, e as visitas às unidades permitiram identificar pontos estratégicos para a instalação dos ecopontos. Os próximos passos incluem o início efetivo da coleta e a realização de ações de educação ambiental com as comunidades escolares. A sugestão de premiação para as turmas mais engajadas está sendo considerada como incentivo adicional à participação.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Coleta Seletiva; Parceria Universidade-Escola; Protagonismo Estudantil; Aprendizagem Baseada em Projetos.

CONTROLE POPULACIONAL DE CAPIVARAS (HYDROCHOERUS HYDROCHAERIS): ESTUDO DE CASO EM CONDOMÍNIO RURAL EM ESMERALDAS, MG¹

Rayane de Jesus de Souza Medeiros Vilaça²

Pablo César Pezoa Poblete³

Natalia de Melo Moraes⁴

Cecília Bueno⁵

Resumo

O presente estudo de caso apresenta os resultados de 10 anos de execução de um plano de manejo reprodutivo da população de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) no Condomínio Nossa Fazenda, em Esmeraldas – MG. A crescente presença desses roedores em áreas urbanizadas pode resultar em diversos conflitos, como a transmissão da febre maculosa brasileira (FMB), atropelamentos em vias internas, danos a jardins e hortas, além de interações indesejadas com moradores e animais domésticos. A metodologia adotada baseou-se na vasectomia de machos alfa, satélites e juvenis, técnica que não altera o comportamento social dos grupos. Os levantamentos populacionais foram realizados por contagem direta e georreferenciamento de grupos e vestígios. As capturas ocorreram com uso de bretes de contenção e sedação química. Em 2012, a população era estimada em cerca de 147 indivíduos. Após a implementação do controle reprodutivo, esse número foi reduzido para 41 indivíduos em 2022. Foram realizadas 23 vasectomias e 49 indivíduos receberam marcação individual (brincos e/ou transponder). As ações foram executadas sob licenças ambientais: nº 298/2012 NUFAS/MG, 006/2015 NUFAS/MG, 13/2020-NUBIO-MG/DITEC-MG/SUPES-MG, 15/2020-NUBIO-MG/DITEC-MG/SUPES-MG e 3/2021-NUBIO-MG/DITEC-MG/SUPES-MG. Este estudo evidencia a eficácia do manejo reprodutivo como estratégia de controle populacional da fauna silvestre em ambientes antrópicos. Ressalta-se a importância de práticas éticas e sustentáveis, alinhadas ao conceito de saúde única, para promover o bem-estar animal e a prevenção de zoonoses.

Palavras-chave: Ecologia Urbana; Fauna Sinantrópica; Manejo Reprodutivo; Saúde Única; Zoonoses.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 3 – saúde e bem-estar; 11 – cidades e comunidades sustentáveis e 15 – vida terrestre, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Zoovet Clínica e Consultoria, Belo Horizonte/MG; Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: rayanemedeiros.bio@gmail.com.

³ Zoovet Clínica e Consultoria, Belo Horizonte/MG.

⁴ Zoovet Clínica e Consultoria, Belo Horizonte/MG.

⁵ Doutorado em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro; Professora da Graduação e do Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: cecilia.bueno@uva.br.

DA REFLEXÃO À AÇÃO: PROTOTIPAGEM COMO ESTRATÉGIA DE EDUCAÇÃO CLIMÁTICA COM MENINAS DO FUNDAMENTAL II¹

Esthefani Maciel Chaves²

Viviane Japiassú Viana³

Joice Rodrigues Manso Esteves⁴

Bárbara Luciana Duarte do Nascimento⁵

Mariana Albuquerque de Souza⁶

Márcia Magalhães Monteiro da Fonte⁷

Luciana Fernandes Dias⁸

Resumo

A emergência climática, resultante dos padrões de consumo e desenvolvimento adotados nas últimas décadas, exige ações educativas que contribuam para a formação de uma cidadania crítica e engajada. Este trabalho apresenta um relato de experiência do projeto *Meninas e Mulheres na Redução de Riscos de Desastres e Desigualdades* (MMRRD), que utiliza a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e estratégias de educação STEM para promover a educação climática com alunas do Ensino Fundamental II da rede pública carioca. Entre 2022 e 2024, o projeto foi desenvolvido em parceria com a Universidade Veiga de Almeida e o Instituto Federal do Rio de Janeiro, com bolsas e apoio concedidos pelo Edital Faperj nº 09/2021 – Programa Meninas e Mulheres nas Ciências Exatas e da Terra, Engenharia e Computação. Neste ciclo, as participantes foram envolvidas em debates sobre os efeitos das mudanças climáticas no Brasil e em seus territórios, sendo desafiadas a desenvolver protótipos interativos utilizando eletrônica básica e materiais de baixo custo. As oficinas abordaram temas como inundações, desertificação, queimadas e aumento do nível do mar, conectando o conteúdo científico às realidades locais. Cada escola desenvolveu maquetes que simularam os efeitos dos eventos climáticos extremos, integrando recursos como LEDs, *buzzers* e sensores simples para representar alertas e impactos ambientais. Os protótipos foram apresentados em feiras científicas e eventos públicos, como a Feira Maker UVA, a Feira do Leitor – LER e em exposições nas próprias escolas, reforçando o protagonismo das meninas e das professoras como multiplicadoras da educação climática. A proposta resultou na produção de conteúdos de

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 5 - igualdade de gênero; 10 - redução das desigualdades e 13 - ação contra a mudança global do clima, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² CST Gestão Ambiental, Instituto Federal do Rio de Janeiro. E-mail: esthefanic95@gmail.com.

³ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida; Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: vivijvambiental@gmail.com.

⁴ Secretaria Municipal de Educação - SME, Prefeitura do Rio de Janeiro. E-mail: joiceesteves@gmail.com.

⁵ Secretaria Municipal de Educação - SME, Prefeitura do Rio de Janeiro. E-mail: barbaradonascimento@yahoo.com.br.

⁶ Secretaria Municipal de Educação - SME, Prefeitura do Rio de Janeiro. E-mail: marianazuos@gmail.com.

⁷ Secretaria Municipal de Educação - SME, Prefeitura do Rio de Janeiro. E-mail: prof.marciabio@gmail.com.

⁸ Secretaria Municipal de Educação - SME, Prefeitura do Rio de Janeiro. E-mail: lucianaferdi@gmail.com.

divulgação científica acessíveis e na apropriação de competências técnicas e socioambientais pelas estudantes. O projeto se alinha aos ODS 4, 5, 10 e 13, demonstrando que a ABP associada à prototipagem é uma ferramenta potente para engajar jovens e educadoras na ação climática.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Projetos; Divulgação Científica; Educação STEM; Mudanças do Clima; Protótipos Interativos.

EDUCAÇÃO PARA HABITAÇÃO RESILIENTE: UM PROTÓTIPO PARA REDUÇÃO DE RISCOS E DESASTRES¹

Thiago Araújo Thielmann²

Viviane Japiassú Viana³

Resumo

A intensificação dos eventos extremos devido às mudanças climáticas ressalta a necessidade de estratégias educativas voltadas para a Redução de Riscos de Desastres (RRD), especialmente em contextos de vulnerabilidade urbana. A precariedade da infraestrutura em favelas e comunidades aumenta os riscos socioambientais, reforçando a importância de integrar políticas públicas de educação ambiental e segurança habitacional. Este trabalho apresenta o projeto *Que casa é essa?*, que propõe o desenvolvimento e a aplicação de um protótipo educativo de baixo custo para promover a educação em RRD entre estudantes de engenharia. O protótipo, confeccionado em MDF com corte a laser no laboratório de fabricação digital da Universidade Veiga de Almeida, permite a simulação de diferentes cenários de ocupação de encostas, abordando práticas inadequadas e soluções de habitação resiliente. Aplicado em oficinas durante eventos técnico-científicos, o recurso estimulou o debate sobre intervenções urbanas seguras e despertou o interesse de diversos públicos, incluindo agentes da defesa civil. Validado como ferramenta de educação para ERRD, o protótipo demonstra potencial para ser replicado e adaptado em diferentes contextos, atuando tanto na educação formal quanto informal. O projeto está alinhado às diretrizes atualizadas da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), conforme a Lei nº 14.926/2024, reforçando a importância da formação de profissionais comprometidos com a construção de cidades mais sustentáveis e resilientes.

Palavras-chave: Educação para Redução de Riscos e Desastres; Habitação Resiliente; Educação Ambiental; Oficinas Educativas; Prototipagem.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo do ODS 13 - ação contra a mudança global do clima, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: thiago.araujo@uva.br.

³ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida; Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: vivijvambiental@gmail.com.

ESTUDO DE CASO DE ECONOMIA CIRCULAR EM UMA USINA SIDERÚRGICA¹

Raíza Bento Barrozo Morete²

Viviane Japiassú Viana³

Resumo

A economia circular (EC) é vista como uma das soluções para os desafios globais enfrentados pela sociedade, como a escassez de recursos naturais, o crescimento da população mundial e a crise climática. O Brasil é o 9º maior produtor de aço no mundo, e o setor siderúrgico é o 4º maior gerador de resíduos no país, apresentando elevado potencial para a adoção de práticas circulares, especialmente no reaproveitamento de coprodutos. Somente entre 2017 e 2019, o setor gerou cerca de 0,47 bilhões de toneladas anuais de resíduos. Este estudo analisou a aplicação da EC em uma usina siderúrgica brasileira por meio de abordagem qualiquantitativa, incluindo pesquisa bibliográfica, análise de dados primários e elaboração de uma cartilha em linguagem acessível, voltada à sensibilização dos colaboradores sobre os princípios da economia circular. A usina avaliada aplica práticas circulares ao reutilizar escórias de aciaria, tratadas como agregados siderúrgicos para pavimentação, e escórias de alto-forno na fabricação de cimento. As práticas identificadas alinham-se a 10 dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, especialmente os ODS 9, 12 e 17. Para a usina X, é essencial avançar em pesquisas de viabilidade econômica das oportunidades identificadas para aumentar a circularidade da companhia. Embora nos últimos anos tenham sido observados avanços significativos no tema, recomenda-se ampliar as pesquisas sobre novas aplicações de coprodutos que ainda são destinados a aterros, principalmente pós e lamas de tratamento de gases, além de aumentar a amostra do estudo com dados primários de outras empresas do setor. Assim, poderá contribuir-se para o fortalecimento da circularidade do setor siderúrgico.

Palavras-chave: Economia Circular; Usina Siderúrgica; Coprodutos; Agregado Siderúrgico.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 9 - indústria, inovação e infraestrutura; 12 – consumo e produção responsáveis e 17 – parcerias e meios de implementação, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: raiza.barrozo@gmail.com.

³ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida; Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: vivijvambiental@gmail.com.

IMAGENS OUTRAS: RELAÇÃO ENTRE SUSTENTABILIDADE E PRODUÇÃO DE IMAGEM ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE IMPRESSÃO BOTÂNICA, GEOTINTA¹

Kamilly da Fonseca Nicomedes²

Carla Bilheiro Santi³

Sérgio Luiz Alves da Rocha⁴

E-mail: kfnicomedes@gmail.com

Resumo

Vivemos imersos em um ambiente de imagens, criadas e consumidas sem reflexão sobre a complexidade dos processos envolvidos. Com o ritmo acelerado das atividades cotidianas, impulsionado pelo intenso uso da tecnologia, muitos saberes locais, parte das tradições familiares, foram perdidos. Métodos alternativos de produção de imagens convidam a atenção aos sentidos, a debater sobre a Agenda 2030, distanciando-se das telas e aproximando-se da natureza, proporcionando outras formas de apreensão do mundo. O objetivo do projeto é relacionar sustentabilidade e produção de imagens por meio das técnicas de impressão botânica (tingimento natural que utiliza folhas, flores e cascas), desenvolvendo metodologias e protocolos para ofertar minicursos. No Herbário da Universidade Federal do Rio de Janeiro, participaram discentes e docentes de Biologia e áreas afins, discutindo o mundo imagético a partir da impressão botânica, detalhando as etapas teóricas e práticas do processo. No Festival do Leitor do Estado do Rio de Janeiro em 2023 (Santa Cruz da Serra e Praça Mauá), participaram estudantes da Educação Infantil ao Ensino Médio, pais e professores. Devido à rotatividade e diversidade dos grupos, as técnicas escolhidas foram o tatakizome — que imprime a planta no tecido pela pressão exercida por um martelo — e a geotinta, tinta natural feita com pigmento de solos. Com a apresentação desses métodos, buscou-se discutir os diferentes protocolos envolvidos, desnaturalizando a relação com os processos de produção e circulação de imagens, instigando a criatividade e integrando a agenda ambiental nessas metodologias. Afeitos à produção digital, os participantes conheceram outras técnicas, ampliando seu repertório de saberes, incluindo formas mais sustentáveis de produção, estimulando o debate sobre a agenda ambiental.

Palavras-chave: Processos Históricos; Impressão Botânica; Sustentabilidade; Imagens.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo do ODS 11 – cidades e comunidades sustentáveis, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Graduanda em Gestão Ambiental, Instituto Federal do Rio de Janeiro. E-mail: kfnicomedes@gmail.com.

³ Mestrado em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; Especialização em Políticas Territoriais do Estado do Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro; Professora do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.

⁴ Doutorado em Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro; Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.

INFRAESTRUTURA DE ELETROPOSTOS COMO CONDICIONANTE PARA A IMPLANTAÇÃO DA ZONA DE MOBILIDADE URBANA VERDE (ZMUV) NO CENTRO DO RIO DE JANEIRO¹

Flávio de Oliveira Santos²

Viviane Japiassú Viana³

Ricardo Soares⁴

Resumo

A implantação de zonas de baixa emissão em grandes centros urbanos requer infraestrutura mínima para garantir a viabilidade técnica da mobilidade elétrica. No caso da cidade do Rio de Janeiro, a proposta de criação da Zona de Mobilidade Urbana Verde (ZMUV), situada na região central da capital, depende criticamente da presença de eletropostos estrategicamente localizados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição espacial dos eletropostos existentes nos bairros que integram a proposta da ZMUV, analisando sua suficiência frente à frota veicular elétrica atual e às metas ambientais estabelecidas nos compromissos do Acordo de Paris e nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. A metodologia adotada consistiu no levantamento empírico, com base em dados georreferenciados coletados em março de 2025, integrando-os à análise da infraestrutura urbana existente na área de estudo. A análise revelou que, apesar de avanços recentes, a cobertura atual de eletropostos ainda é insuficiente para sustentar um fluxo contínuo e eficiente de veículos elétricos na área delimitada, especialmente considerando a baixa taxa de integração modal com o VLT, metrô e BRT. A partir da correlação entre os dados do DETRAN-RJ (2024), que indicam que apenas 0,29% da frota municipal é composta por veículos elétricos, e a densidade populacional da área proposta para a ZMUV (8,86 km²), evidencia-se um descompasso entre os instrumentos de planejamento urbano e a realidade operacional da cidade. Conclui-se que a ampliação da rede de eletropostos é elemento-chave para a materialização da ZMUV, devendo estar articulada a políticas públicas de incentivo à eletromobilidade e à reestruturação dos modais sustentáveis já implantados.

Palavras-chave: Eletropostos; Mobilidade Urbana Sustentável; Planejamento Urbano; Zona de Baixa Emissão; Transição Energética.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 7 – energia limpa e acessível; 11 – cidades e comunidades sustentáveis e 13 – ação contra a mudança global do clima, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: flavio.o.santos@gmail.com.

³ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida; Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: vivijvambiental@gmail.com.

⁴ Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida.

INTEGRAÇÃO SOCIOAMBIENTAL: INTERFACES ENTRE HABITAÇÃO, SAÚDE, EDUCAÇÃO E SUSTENTABILIDADE¹

Thiago Thielmann de Araújo²

Luiz Felipe Dutra Caldeira³

Tatiana Santos Saraiva⁴

Resumo

A integração entre habitação, saúde pública, educação e gestão territorial é essencial para a formulação de políticas socioambientais eficazes em contextos urbanos complexos. Este trabalho tem como objetivo levantar e documentar, de forma integrada, os fatores socioambientais relacionados a esses quatro eixos, considerando suas interações em territórios marcados por vulnerabilidades socioespaciais. Busca-se, com isso, contribuir para a construção de diretrizes intersetoriais que promovam a sustentabilidade e a melhoria da qualidade de vida em comunidades localizadas em encostas e áreas de risco. A metodologia baseia-se na experiência acumulada pelos autores em estudos técnicos e projetos de extensão universitária voltados ao fortalecimento de comunidades em situação de risco socioambiental. Por meio de observação participante, análise documental e articulação com agentes comunitários, o estudo adota uma abordagem interdisciplinar, valorizando o diálogo entre saberes acadêmicos e populares na busca por soluções contextualizadas e sustentáveis. Os resultados indicam que a habitação, quando articulada a políticas de saúde pública e educação ambiental, desempenha papel estruturante na promoção da qualidade de vida. Moradias seguras e salubres, inseridas em contextos de participação social, contribuem para a redução de riscos à saúde, ampliam a consciência ambiental e incentivam práticas sustentáveis no cotidiano. Conclui-se que a habitação deve ser compreendida como eixo central da gestão socioambiental, com impacto direto na saúde coletiva e como espaço estratégico para ações educativas voltadas à sustentabilidade e à resiliência comunitária.

Palavras-chave: Educação para Redução de Riscos e Desastres; Habitação Resiliente; Educação Ambiental; Saúde Pública; Territórios Vulneráveis.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo do ODS 11 – cidades e comunidades sustentáveis, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: thiago.araujo@uva.br.

³ Mestrado em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora.

⁴ Doutorado em Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais; Mestrado em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora.

JOGOS DIGITAIS NO SCRATCH PARA MOBILIZAÇÃO E ENGAJAMENTO SOBRE OS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL¹

Sulamita Vitória do Nascimento Moraes²

Maísa Grigorio de Souza³

Luiza Varela Sant' Anna da Costa⁴

Maria Eduarda da Silva Simplicio⁵

Ana Carolina de Souza⁶

Viviane Japiassú Viana⁷

Thiago Araújo Thielmann⁸

Resumo

As universidades exercem papel fundamental na promoção da sustentabilidade, em alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU. Neste contexto, este trabalho apresenta o relato de experiência sobre o desenvolvimento de 17 jogos digitais na plataforma Scratch como ferramenta de educação ambiental e popularização científica do Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica (NITeP) da Universidade Veiga de Almeida (UVA). Os jogos foram criados por bolsistas de Iniciação Científica do Ensino Médio, ambientados no campus da UVA Tijuca e em espaços como o Fab Lab e a Biblioteca, simulando quizzes interativos sobre cada ODS. Cada jogo apresenta perguntas temáticas e destaca projetos reais desenvolvidos por estudantes da universidade relacionados ao respectivo objetivo. Os temas abordados vão desde a erradicação da pobreza (ODS 1) até parcerias para a implementação dos objetivos (ODS 17), incluindo igualdade de gênero, saúde, educação, ação climática, vida marinha, vida terrestre, entre outros. Os principais desafios enfrentados durante o desenvolvimento incluíram a padronização de balões de fala, o tempo de exibição dos elementos, a lógica de programação e a clareza das mensagens. Após uma primeira rodada de testes, as versões dos jogos foram revisadas por bolsistas de graduação, que ajustaram fontes, cores, ortografia, interatividade e fluidez das perguntas. O processo permitiu que as estudantes desenvolvessem competências em pensamento

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo do ODS 4 - educação de qualidade, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: projetorssula22@gmail.com.

³ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: souzagriogoriodemaisa@gmail.com.

⁴ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: luizavarelas.c@gmail.com.

⁵ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: Jxdmari@gmail.com.

⁶ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: anacarolcomputer@gmail.com.

⁷ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida; Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: vivijvambiental@gmail.com.

⁸ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: thiago.araujo@uva.br.

computacional, comunicação científica e resiliência, ao mesmo tempo em que aprofundaram o entendimento sobre os ODS. Os jogos serão aplicados na Feira Maker da UVA, acompanhados de um questionário para avaliar a percepção dos participantes e o impacto no conhecimento sobre os ODS. A ação reforça a potência do uso de jogos digitais como estratégia educativa e de engajamento juvenil em prol da sustentabilidade.

Palavras-chave: ODS; Educação Ambiental; Jogos Digitais; Tecnologias na Educação; Scratch.

MAPEAMENTO DAS BASES DE DADOS GOVERNAMENTAIS PARA SUPORTE À DECISÃO NA GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES NOS MUNICÍPIOS FLUMINENSES¹

Jéssica da Conceição de Brito²

Viviane Japiassú Viana³

Resumo

Desastres hidrológicos, como inundações, alagamentos e movimentos de massa, representaram 84% dos 5.142 óbitos por desastres socionaturais no Brasil entre 1991 e 2023. O estado do Rio de Janeiro concentrou 34% dessas mortes, além de mais de 8 milhões de pessoas afetadas, R\$ 16 bilhões em danos materiais e mais de R\$ 8 bilhões em prejuízos públicos e privados. A escassez de estudos que apontem as necessidades específicas de cada município compromete a alocação de recursos e a formulação de políticas públicas integradas. Diante desse contexto, esta pesquisa teve como objetivo mapear bases de dados federais e estaduais com potencial para subsidiar a Gestão de Riscos de Desastres (GRD) em municípios fluminenses. A metodologia adotada foi exploratória e qualitativa, com análise documental e levantamento de dados secundários em portais oficiais de acesso público. As plataformas analisadas incluíram o S2iD, o Atlas Digital de Desastres (SEDEC), a HidroWeb (ANA), o AdaptaBrasil (MCTI), os alertas por SMS da Defesa Civil Nacional, o Alerta de Cheias (INEA), os painéis do CEMADEN-RJ, o PRODEC e a Rede Salvar da SEDEC-RJ, além dos portais do CEMADEN, do INMET, do SGB e do DRM. Identificaram-se dados meteorológicos, pluviométricos e fluviométricos; previsões; boletins; mapas; imagens de radar e satélite; modelos de planos e documentos; além de capacitações online e inscrições para treinamentos presenciais. A análise revelou lacunas importantes: cobertura incompleta dos municípios, estações desativadas ou em manutenção, instabilidade de sistemas e dificuldade de navegação em alguns portais. Tais limitações comprometem o uso efetivo dessas ferramentas como suporte à prevenção e resposta a desastres, evidenciando a necessidade de melhorias na integração, acessibilidade e atualização das plataformas, bem como no treinamento das defesas civis para a coleta, análise e aplicação dos dados disponíveis.

Palavras-chave: Defesa Civil; Desastres Socionaturais; Resiliência.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 11 - cidades e comunidades sustentáveis e 13 - ação contra a mudança global do clima, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² CST Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: jbrito.bio@gmail.com.

³ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida; Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: vivijvambiental@gmail.com.

MEMÓRIAS SUBMERSAS: UM CURTA-METRAGEM PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL DO DESPEJO CORRETO DE RESÍDUOS¹

Lucas Cardoso Martins Leonis²

Thiago Thielmann de Araújo³

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar o curta-metragem *Memórias Submersas*, que busca colaborar para a discussão sobre as mudanças climáticas e a importância do descarte correto de resíduos. O público-alvo inclui jovens em formação, que podem se tornar agentes de transformação em suas comunidades, pessoas diretamente afetadas por inundações e pela má gestão de resíduos, além de multiplicadores de conhecimento. A produção partiu do incômodo pessoal do primeiro autor, ao observar no cotidiano o despejo inadequado de resíduos em terrenos urbanos. O curta foi desenvolvido no software Autodesk Maya, com renderização realizada na própria plataforma. As texturas foram elaboradas no Photoshop, e foi aplicado o efeito de luz *caustic* para simular a iluminação subaquática. O efeito *atmosphere volume* foi utilizado para criar uma névoa que desfoca o fundo da cena. A narrativa visual retrata uma cidade que perdeu completamente sua identidade, restando apenas casas destruídas e memórias fragmentadas, remetendo à infância e à nostalgia de tempos felizes. Um submarino de design minimalista e futurista explora os escombros dessa cidade submersa, em busca de vestígios de vida, como uma tentativa de resgatar a essência do que um dia existiu ali. O roteiro inclui placas espalhadas pelo cenário, como símbolos do abandono e do descaso diante da tragédia. Um dos cenários mais marcantes é um parque de diversões submerso, que representa a infância como um tempo mágico e alegre — agora perdido. O vídeo demonstra que, nesse mundo afogado, até a magia desapareceu. Disponível em plataformas públicas de exibição online, o curta pode ser utilizado como material introdutório para debates sobre mudanças climáticas, especialmente no formato de cine-debates.

Palavras-chave: Educação para Redução de Riscos e Desastres; Animação; Educação Ambiental; Debate; Inundação.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo do ODS 13 - ação contra a mudança global do clima, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Universidade Veiga de Almeida. E-mail: lucasleonis36@gmail.com.

³ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: thiago.araujo@uva.br.

PERSPECTIVAS DA GESTÃO E DESTINAÇÃO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EM FIM DE VIDA NO BRASIL¹

Lara Gomes Grant²

Resumo

A pesquisa aborda os impactos ambientais do ciclo de vida dos sistemas fotovoltaicos, com ênfase no descomissionamento de módulos solares. O objetivo é analisar a destinação dos componentes das placas fotovoltaicas em plantas localizadas no Brasil, promovendo práticas de economia circular e a redução do passivo ambiental. A metodologia combina revisão bibliográfica, análise qualitativa e aplicação de questionários a gestores de usinas fotovoltaicas, investigando práticas atuais de descarte, conhecimento sobre a legislação vigente e a viabilidade da reciclagem. Pretende-se também mensurar os benefícios econômicos decorrentes do alinhamento às diretrizes da *Global Reporting Initiative* (GRI). A pesquisa utiliza, ainda, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) como ferramenta para mapear os principais impactos ambientais relacionados à fabricação, uso e descarte dos módulos. Os resultados esperados incluem a proposição de estratégias sustentáveis para o fim da vida útil dos painéis, com potencial de influenciar políticas públicas e práticas corporativas no setor de energia solar. O estudo contribui diretamente para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, especialmente no que se refere ao consumo e à produção responsáveis e à energia limpa e acessível (ODS 7).

Palavras-chave: Economia Circular; Gestão de Resíduos; Reciclagem Tecnológica; Sustentabilidade Industrial; Usinas Solares.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo do ODS 7 – energia limpa e acessível, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Doutorado em Gestão Ambiental, Universidade Positivo. E-mail: laraggrant@hotmail.com.

PLÁSTICO NATURAL BIODEGRADÁVEL: TRANSFORMANDO RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS EM SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS¹

Esthefani Maciel Chaves²

Luan Vieira Brito de Campos³

Lucas Correa Batista⁴

Resumo

O Brasil destaca-se como o 4º maior produtor de resíduo plástico do mundo, com pouco mais de 1% reciclado dos 11 milhões de toneladas produzidas anualmente. O alto consumo de plásticos petroquímicos contribui para a degradação dos recursos naturais e para o aumento na emissão de gases de efeito estufa, intensificando as mudanças climáticas e afetando o equilíbrio do planeta e a qualidade de vida dos seres vivos. Este trabalho apresenta o Plástico Natural Biodegradável (PNB), desenvolvido pela Polimex Bioplásticos, uma startup de base tecnológica, como alternativa sustentável aos plásticos convencionais, por não conter aditivos fósseis em sua composição. O PNB é produzido a partir de insumos agroindustriais, como o caroço de açaí, propondo um novo uso para resíduos que seriam descartados. Essa tecnologia se destaca por sua capacidade de biodegradação entre 70 e 154 dias, abaixo do limite de 180 dias estabelecido por normas nacionais e internacionais para que um material seja considerado biodegradável. Além disso, apresenta processabilidade compatível com a de plásticos tradicionais, podendo ser integrada à linha de produção sem a necessidade de alterações significativas. Isso permite o uso do PNB como matéria-prima para a fabricação de canudos, copos, talheres e outros itens de uso único, com a vantagem de serem compostáveis em ambientes naturais. Os bioprodutos elaborados com o pellet de PNB degradam-se em solo fértil sem gerar microplásticos ou resíduos nocivos ao meio ambiente, além de reduzirem a pegada de carbono em 76% em comparação ao uso de plásticos petroquímicos. A Polimex está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11, 12, 13 e 14 e, com a popularização do PNB, busca promover a economia circular, reduzir o impacto dos resíduos plásticos nos ecossistemas e organismos vivos e minimizar a concentração de resíduos tóxicos em aterros sanitários, ambientes aquáticos e no solo — contribuindo diretamente para a mitigação da crise climática.

Palavras-chave: Biodegradável; Bioprodutos; Compostável; Microplásticos; Mudanças Climáticas.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 11 - cidades e comunidades sustentáveis; 12 - consumo e produção responsáveis; 13 - ação contra a mudança global do clima e 14 - vida na água, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² CST Gestão Ambiental, Instituto Federal do Rio de Janeiro. E-mail: esthefanic95@gmail.com.

³ Polimex Bioplásticos. E-mail: luancampos@polimex.eco.br.

⁴ Polimex Bioplásticos. E-mail: lucasbatista@polimex.eco.br.

PROPOSTA DE ATIVIDADE DE OBSERVAÇÃO DE AVES NO PARQUE EDUARDO GUINLE, NA APA DE SÃO JOSÉ, RIO DE JANEIRO, RJ¹

Rodrigo Moura Mendes²

André Micaldas Corrêa³

Resumo

As aves são animais bastante atraentes, que despertam o interesse da maioria das pessoas devido às suas cores chamativas, tamanhos variados, comportamentos e, principalmente, aos seus cantos. A atividade de observação de aves é uma importante forma de turismo voltado à consciência ecológica, atraindo milhões de pessoas que a praticam como hobby. O Parque Eduardo Guinle, localizado no bairro das Laranjeiras, na Zona Sul do município do Rio de Janeiro, possui uma área de aproximadamente 24.750 metros quadrados, com acesso pela Rua Gago Coutinho, por meio de um portão. Está inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) de São José, cujo objetivo é preservar a biodiversidade e o relevo dos Morros Nova Cintra e São Judas Tadeu. Este trabalho tem como objetivo principal elaborar uma proposta de atividade de observação de aves no Parque Eduardo Guinle, com foco na educação e interpretação ambiental, visando conectar e conscientizar a população acerca do ambiente natural. A proposta baseia-se em um levantamento da avifauna do parque realizado pelos próprios autores, no qual foram identificadas 40 espécies diferentes de aves silvestres, pertencentes a 11 ordens e 18 famílias. Conclui-se que, apesar de o Parque Eduardo Guinle apresentar uma biodiversidade significativa, os levantamentos sobre sua fauna ainda são escassos, especialmente por ser um parque de pequeno porte em comparação a outros do município. Além da necessidade de mais pesquisas, há também carência de atividades voltadas à educação ambiental. Sugere-se, por exemplo, a instalação de sinalizações informativas sobre as espécies presentes e sua importância ecológica. O principal resultado deste trabalho é a proposição de um roteiro para trilha de observação de aves no parque citado.

Palavras-chave: Aves; Educação Ambiental; Natureza.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo do ODS 15 – vida terrestre, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Mestrando em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: rodrigo.mendes.rio@gmail.com.

³ Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde, FIOCRUZ; Professor da Universidade Veiga de Almeida.

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: A IMPORTÂNCIA DAS PEQUENAS ÁREAS VERDES PARA A REGULAÇÃO TÉRMICA E O FORTALECIMENTO COMUNITÁRIO EM ÁREAS URBANAS DE ALTA DENSIDADE DEMOGRÁFICA¹

Simone da Fonseca Teixeira²

Viviane Japiassú Viana³

Resumo

Este trabalho analisa a importância das pequenas áreas verdes em comunidades urbanas densamente povoadas para a regulação térmica, a conservação ambiental e a qualidade de vida. O estudo tem como exemplo o Recanto do Sabiá, localizado entre os bairros de Bangu e Padre Miguel, na Zona Oeste do Rio de Janeiro, uma região historicamente marcada pelo déficit de áreas verdes. Esses espaços exercem um papel essencial não apenas ambiental, mas também social e cultural, fortalecendo os vínculos comunitários e a identidade local. Com cerca de 2.025 m², o Recanto abriga espécies como Pau-Brasil, Mogno e Palmeiras Imperiais, além de aves nativas, funcionando como um “pulmão verde” em meio à urbanização intensa e à proximidade de uma pedreira. O objetivo foi avaliar os benefícios microclimáticos e socioambientais dessas áreas, destacando sua relevância para mitigar os efeitos das ilhas de calor e fortalecer o protagonismo comunitário. A metodologia incluiu medições de temperatura do ar e das superfícies durante o verão, em períodos da manhã e da tarde, utilizando termômetros digitais e infravermelhos certificados. Os resultados indicaram diferenças significativas entre áreas arborizadas e não arborizadas, com redução de até 4 °C e aumento da umidade relativa nas proximidades do Recanto, evidenciando seu papel como “ilha de frescor” no bairro. Os achados reforçam a necessidade de políticas públicas voltadas à preservação desses espaços, como o tombamento ou sua transformação em praças públicas, alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 11 e 13. Proteger essas áreas é investir em saúde coletiva, resiliência climática e memória afetiva comunitária, garantindo benefícios para as futuras gerações.

Palavras-chave: Áreas Verdes Urbanas; Ilhas de Calor; Participação Comunitária; Serviços Ecossistêmicos; Soluções Baseadas na Natureza.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 11 - cidades e comunidades sustentáveis e 13 - ação contra a mudança global do clima, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: simonefonseca@ymail.com.

³ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida; Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: vivijvambiental@gmail.com.

STATUS DA PESCA DE ELASMOBRÂNQUIOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO¹

Raissa Constantino Saboia²

Resumo

Este trabalho aborda a importância dos elasmobrânquios — grupo que inclui tubarões e raias — para o equilíbrio ecológico marinho, destacando as espécies mais ameaçadas de extinção no litoral do Rio de Janeiro e a comercialização ilegal e irregular desses animais. O objetivo foi compreender o papel ecológico dessas espécies, identificar aquelas em maior risco na região e analisar os impactos da pesca e do comércio não regulamentados. A metodologia utilizada consistiu em revisão de literatura científica, consulta a bancos de dados ambientais e observações em feiras e mercados de pescado no estado do Rio de Janeiro. Os resultados apontaram que os elasmobrânquios são fundamentais para a saúde dos ecossistemas, atuando como predadores de topo e regulando populações de outras espécies. No estado, as espécies mais ameaçadas incluem o tubarão-martelo (*Sphyrna lewini*), o tubarão-anjo (*Squatina guggenheim*), a raia-viola (*Pseudobatos horkelii*), a raia-manteiga (*Gymnura altavela*) e o tubarão-lixo (*Ginglymostoma cirratum*), todas classificadas entre vulneráveis e criticamente ameaçadas. A captura acidental, a pesca dirigida e a degradação de habitats costeiros figuram entre os principais fatores de ameaça. Além disso, constatou-se intensa comercialização irregular dessas espécies, geralmente vendidas como “cação”, sem identificação adequada, o que dificulta a fiscalização e compromete a conscientização dos consumidores. Conclui-se que a conservação dos elasmobrânquios exige ações urgentes, como o fortalecimento da fiscalização ambiental, a aplicação efetiva das legislações vigentes, o incentivo à educação ambiental nas comunidades pesqueiras e o investimento em pesquisa científica. A proteção dessas espécies vai além da preservação da biodiversidade marinha — trata-se da manutenção dos serviços ecossistêmicos essenciais e da sustentabilidade das cadeias produtivas que dependem da saúde dos oceanos. Sem medidas efetivas, o desaparecimento dos elasmobrânquios pode causar desequilíbrios irreversíveis nos ambientes costeiros fluminenses e comprometer a pesca artesanal e comercial a longo prazo.

Palavras-chave: Conscientização; Conservação; Ecossistema; Equilíbrio; Fiscalização.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo do ODS 14 - vida na água, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida. E-mail: rai.cons.ra@gmail.com.

STORYMAP COMO FERRAMENTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E PROMOÇÃO DA CULTURA DE PREVENÇÃO DE DESASTRES¹

Mel Christ Andre²

Viviane Japiassú Viana³

Resumo

Este trabalho apresenta o *StoryMap* intitulado “Gestão de Riscos e Desastres em Petrópolis: História, Iniciativas e Desafios”, desenvolvido na plataforma SIG ArcGIS, como ferramenta de divulgação científica e educação ambiental. O recurso integra mapas interativos, dados geográficos, imagens e narrativas para comunicar, de forma acessível, informações complexas relacionadas à gestão de riscos socioambientais. A metodologia baseou-se em levantamento e análise de dados secundários provenientes de órgãos públicos, documentos oficiais, legislações municipais e registros de eventos extremos ocorridos na cidade de Petrópolis, RJ. Os dados foram sistematizados e incorporados ao *StoryMap*, possibilitando a criação de um produto digital visual e interativo. Os resultados incluem a cronologia de eventos críticos desde 1842, o mapeamento de avanços institucionais, como a criação de órgãos e sistemas de alerta, e a identificação de lacunas nas políticas públicas locais. A proposta visa, além da divulgação técnica e histórica, sensibilizar gestores e a população quanto à importância da prevenção e da resiliência diante de desastres. Conclui-se que, ao aliar geotecnologias à comunicação acessível, o *StoryMap* se consolida como instrumento eficaz para a educação ambiental, a transparência pública e o engajamento social frente aos desafios climáticos e territoriais.

Palavras-chave: Gestão de Riscos e Desastres; Storymap; Divulgação Científica; Cultura de Prevenção; Petrópolis.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 4 – educação de qualidade e 11 – cidades e comunidades sustentáveis, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: melchrist14@gmail.com.

³ Núcleo de Inovação Tecnológica e Pedagógica, Universidade Veiga de Almeida; Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. E-mail: vivijvambiental@gmail.com.

TRANSIÇÃO ENERGÉTICA JUSTA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES¹

Gabriell da Silva Soares²

Resumo

A transição energética deve ser um tema central nos debates sobre sustentabilidade e justiça social no século XXI. A crescente demanda por energia e a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa impulsionam o uso de fontes renováveis, mas fatores econômicos, políticos e territoriais dificultam uma substituição real das matrizes fósseis. Além das questões técnicas e econômicas, conforme aponta Briggs, é premente a concepção de um pacto pela Transição Energética Justa (TEJ), a fim de impedir que as nações menos desenvolvidas e as famílias de baixa renda — sobretudo nas regiões dependentes de combustíveis fósseis — arquem com os custos dessa transição. Nesse sentido, em concordância com Moita Neto, destaca-se a emergência no Brasil do Movimento dos Atingidos pelas Renováveis (MAR), que problematiza as limitações e questiona o modelo de investimentos nas novas fontes de energia no país. Diante deste cenário, este trabalho visa identificar os principais obstáculos e casos de êxito na transição energética justa, analisando como a escassez energética afeta comunidades de baixa renda e de que forma a ampliação do acesso à energia renovável pode contribuir para a redução das desigualdades sociais. A hipótese é que entraves econômicos e políticos são os maiores desafios para uma transição efetiva e equitativa. Além disso, o estudo aponta que, no Brasil, apesar de iniciativas como o Plano Nacional de Transição Energética, na prática observa-se uma simples adição de novas fontes ao sistema, sem substituição real das matrizes fósseis. Também é discutida a origem dos recursos utilizados, como os metais da mineração, e seus impactos socioambientais. Conclui-se que uma transição energética justa requer políticas públicas práticas e inclusivas, que considerem os impactos sobre a população e evitem novas formas de exclusão.

Palavras-chave: Energia Renovável; Justiça Social; Políticas Públicas.

¹ Nota da edição: este trabalho está alinhado à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano de ação global adotado pela Organização das Nações Unidas, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com metas a serem alcançadas até 2030. As discussões e resultados apresentados neste estudo se inserem no escopo dos ODS 7 - energia acessível e limpa; 11 - cidades e comunidades sustentáveis; 12 - consumo e produção responsáveis e 13 - ação contra a mudança global do clima, contribuindo para o avanço das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

² CST Gestão Ambiental, Instituto Federal do Rio de Janeiro. E-mail: gabriellsilva0125@gmail.com.

Mensagem de Encerramento

Ao concluirmos este **V Simpósio de Ciências do Meio Ambiente**, realizado no campus Tijuca da Universidade Veiga de Almeida nos dias **13 e 14 de junho de 2025**, deixamos registrado não apenas o êxito de mais uma edição, mas sobretudo a consolidação de um espaço de diálogo científico que cresce e se fortalece a cada ano.

Os resumos simples e expandidos aqui reunidos revelam a dedicação de nossos pesquisadores, discentes e docentes em enfrentar, com rigor acadêmico e criatividade, os desafios ambientais que marcam o nosso tempo. A diversidade temática e a qualidade das contribuições confirmam que a ciência ambiental é, ao mesmo tempo, campo de investigação e instrumento de transformação social.

Este caderno é um marco da produção coletiva, mas também um convite ao futuro. Cada trabalho apresentado não se encerra em si, pois abre caminhos para novas pesquisas, debates e colaborações que certamente encontrarão continuidade nas próximas edições do **Simpósio de Ciências do Meio Ambiente**.

Agradeço a todos os participantes, autores, avaliadores, comissão organizadora e à comunidade acadêmica pelo empenho e pela confiança depositada neste evento. Que este registro inspire novas gerações de pesquisadores a manterem viva a chama da ciência crítica, inovadora e comprometida com a sustentabilidade.

Convido desde já toda a comunidade acadêmica e profissional a se preparar para os próximos encontros, certos de que o conhecimento aqui compartilhado será o alicerce para debates ainda mais profundos e avanços cada vez mais significativos.

Rio de Janeiro, 21 de agosto de 2025.

Prof. Dr. Ricardo Soares

Coordenador do Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente

Universidade Veiga de Almeida



V Simpósio de Ciências do Meio Ambiente

UVA ● | MEMBRO DA REDE
ILUMNO