



T R A B A L H O 2

A REDUÇÃO DE EMISSÕES DE CARBONO, PELA RETIRADA DO LIXO EM ZONAS COSTEIRAS E O SEU ENVIO PARA O SISTEMA DE RECICLAGEM

Clarice Silva Lima

Michelle Passos Araújo

RESUMO: O estudo avalia as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) geradas pela coleta e destinação de resíduos sólidos em zonas costeiras de Angra dos Reis (RJ), no contexto do Projeto OPAOMA, do Instituto Neuen. Aborda a poluição costeira, a importância do carbono azul e estima as emissões líquidas de GEE com base em metodologias reconhecidas. Considera emissões diretas das operações, emissões evitadas pela reciclagem e a área de manguezal necessária para compensação. A emissão bruta anual foi de 11.080 tCO₂e, com 1.592,78 tCO₂e evitados pela reciclagem, resultando em um saldo líquido de 9.487,22 tCO₂e. A compensação seria possível com o reflorestamento de 0,08 ha de manguezal em um ano. Os dados foram obtidos com a Calculadora de Emissões adaptada do governo alemão. O trabalho oferece subsídios técnicos para políticas públicas e ações climáticas alinhadas a compromissos internacionais e à Política Nacional sobre Mudança do Clima.

PALAVRAS-CHAVE: Gases do Efeito Estufa; Resíduos Sólidos Urbanos; Carbono Azul; Análise Gravimétrica; Reciclagem.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas sempre fizeram parte da dinâmica natural do planeta ao longo do tempo geológico. No entanto, as atividades humanas, baseadas em um modelo de produção e consumo excessivos, têm desempenhado um papel central na intensificação dessa variabilidade climática. Essas alterações acarretam inúmeros impactos ambientais.

Diante dessas transformações, a própria sociedade passa a enfrentar os riscos gerados por seu modo de vida (VEILLARD-BARON, 2007). Entre esses riscos, destacam-se os efeitos regionais e globais da poluição atmosférica e do aquecimento global.

O efeito estufa, fenômeno natural essencial para a manutenção da vida na Terra, vem sendo potencializado pelas atividades produtivas humanas. O aumento na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera pode desestabilizar processos climáticos, oceanográficos e terrestres, provocando alterações no balanço radiativo global, na circulação atmosférica e oceânica, e afetando os padrões de umidade, nebulosidade e precipitação.

Nesse contexto, têm sido intensificados os estudos voltados à identificação das fontes emissoras, às causas e às projeções futuras das concentrações desses gases, com o objetivo de sensibilizar a sociedade e buscar alternativas que contribuam para reequilibrar os sistemas naturais.

Ao abordar a despoluição costeira, inserindo o campo das pesquisas sobre resíduos sólidos, contribuímos para a conservação de ecossistemas fundamentais à regulação do clima global e à proteção das zonas litorâneas contra processos erosivos. A implementação de ações para despoluição e conservação dessas áreas é crucial para mitigar os impactos ambientais, reduzir a poluição e preservar os recursos naturais.

A Zona Costeira Brasileira, segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2008), constitui uma unidade territorial com mais de 8.500 km de extensão, abrangendo 17 estados e se estendendo por 12 milhas náuticas mar adentro. Essa zona é dividida em cinco compartimentos: Norte (do Amapá ao Golfão Maranhense), Nordeste (até a Baía de Todos os Santos), Leste (até Cabo Frio, RJ), Sudeste (de Cabo Frio ao Cabo de Santa Marta, SC) e Sul (até o Chuí, RS).

Essa extensa faixa litorânea abriga diversos ecossistemas com grande biodiversidade, como manguezais, recifes de corais, dunas, restingas, praias arenosas, costões rochosos, lagoas e estuários. Cada ambiente apresenta fauna e flora específicas, influenciadas por fatores físicos e químicos regionais.

Entretanto, devido ao intenso processo de urbanização, essas áreas enfrentam crescente pressão antrópica. Por serem ecossistemas frágeis, a interferência humana afeta diretamente sua estabilidade. A zona costeira é, atualmente, uma das mais vulneráveis às mudanças climáticas, sofrendo com fenômenos como a redução do gelo marinho, retração costeira, branqueamento de corais e aumento da mortalidade desses organismos (TURRA, 2017).

O início das intervenções humanas no litoral brasileiro remonta ao período colonial, com a construção de portos e cais. O Rio de Janeiro é um dos exemplos mais emblemáticos de transformações costeiras. A partir da industrialização, especialmente na segunda metade do século XX, o crescimento desordenado e a falta de planejamento acentuaram os problemas geológicos e ambientais dessas regiões (FAIRCHILD et al., 2009).

Dentre os principais problemas ambientais costeiros, destaca-se a poluição oriunda de múltiplas fontes: dejetos, fármacos, herbicidas, fertilizantes e resíduos sólidos urbanos — foco principal deste artigo. A maior parte desses resíduos tem origem terrestre, porém, em menor escala, as fontes marinhas, como atividades pesqueiras, navegação e plataformas de petróleo, também contribuem para a poluição.

Esse acúmulo inadequado de resíduos sólidos provoca desequilíbrios no ecossistema marinho: contaminação por metais pesados; sufocamento, ferimentos e morte de animais; e introdução de espécies exóticas via resíduos plásticos, que representam ameaça à biodiversidade local.

Medidas de despoluição costeira trazem benefícios significativos, como: melhoria da qualidade da água, promoção da saúde humana e marinha, conservação da biodiversidade, estímulo ao ecoturismo, proteção contra eventos climáticos extremos (como tempestades e inundações), além de contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, uma vez que oceanos e zonas costeiras são importantes ecossistemas de “carbono azul”.

Ao tratar da mitigação climática, o dióxido de carbono (CO_2) destaca-se como principal responsável pelo aquecimento atmosférico atual, impulsionado pela queima de combustíveis fósseis e pelo desmatamento. A industrialização intensificou esse quadro ao somar as emissões de petróleo e gás do carvão.

A liberação desses gases vem degradando a camada de ozônio e intensificando a radiação ultravioleta, com impactos negativos no material genético de plantas e animais, afetando inclusive organismos essenciais como o plâncton marinho. Além disso, as mudanças climáticas vêm alterando padrões sazonais, provocando secas severas, enchentes e tempestades.

Frente a essa realidade, é preciso refletir: existe um caminho possível para reverter ou ao menos mitigar esses impactos?

Diversas estratégias podem ser adotadas, entre elas destaca-se a captura e a redução de emissões de CO_2 por meio de ecossistemas de carbono azul e do sistema de reciclagem. Esses ecossistemas são capazes de armazenar mais carbono por unidade de área do que muitos sistemas florestais terrestres (MCLEOD *et al.*, 2011).

O termo passou a ser utilizado há cerca de 15 anos, destacando os benefícios das vegetações costeiras na captação de carbono. Sua conservação é, portanto, fundamental para manter seu papel como grandes sumidouros de carbono (MACREADIE *et al.*, 2019).

OBJETIVOS

Geral –

Realizar a quantificação das emissões geradas quanto a proposição de soluções práticas para mitigar os impactos ambientais da gestão de resíduos, com um enfoque em sustentabilidade e preservação de ecossistemas costeiros.

Específicos –

- I. Avaliar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) geradas pela coleta e destinação de resíduos sólidos nas zonas costeiras de Angra dos Reis (RJ), no âmbito do Projeto OPAOMA, do Instituto Neuen.
- II. Analisar a poluição costeira e a importância do carbono azul, com foco no papel do manguezal na compensação das emissões de GEE.
- III. Estimar as emissões líquidas de GEE associadas às operações de gestão de resíduos, considerando:
 - | Emissões diretas das operações de coleta e destinação.
 - | Emissões evitadas pela reciclagem de resíduos.
 - | A área de manguezal necessária para compensação das emissões geradas.
- IV. Calcular o impacto ambiental da gestão de resíduos em termos de emissão bruta anual e o saldo líquido de emissões, levando em conta as emissões evitadas pela reciclagem.
- V. Propor estratégias de compensação das emissões através do reflorestamento de manguezais; e
- VI. Fornecer subsídios técnicos para a formulação de políticas públicas e ações climáticas, em consonância com compromissos internacionais, como o Acordo de Paris, e a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).

METODOLOGIA

Esta pesquisa teve início com o levantamento da quantidade de materiais coletados em zonas costeiras da região de Angra dos Reis ao longo do ano de 2022. Os dados referem-se às ações diárias realizadas pelo Projeto Opaoma, vinculado ao Instituto Neuen, que atua tanto na destinação adequada dos resíduos recicláveis para o sistema de reciclagem quanto no encaminhamento dos rejeitos ao aterro sanitário.

Após a quantificação do lixo recolhido, foi realizada uma caracterização gravimétrica dos resíduos durante um período de dois meses. Essa etapa teve como objetivo identificar os tipos e quantidades de materiais coletados por meio de triagens minuciosas (Figura 1), possibilitando, assim, o cálculo da quantidade de CO₂ que deixa de ser emitida na atmosfera graças à atuação do projeto.

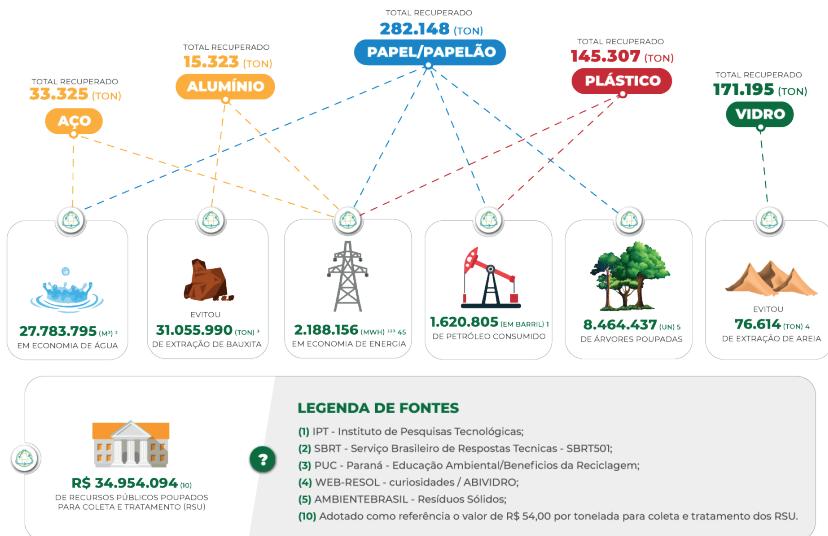
Figura 1 – Registro dos materiais triados



Fonte: Projeto Opaoma, 2023.

De acordo com a NBR 10.007/2004, a gravimetria é a “determinação dos constituintes e de suas respectivas percentagens em peso e volume, em uma amostra de resíduos sólidos, podendo ser físico, químico e biológico”. A caracterização dos RSU auxilia a determinar a quantidade desse tipo de resíduo por área, concebendo dados que auxiliam na definição de metas e modelos de gestão (Instituto Estadual do Ambiente, 2021).

O bloqueio da emissão de carbono pela reciclagem acontece com a reintrodução de uma matéria prima já extraída ao ciclo produtivo, no processo de reposição na cadeia produtiva variadas etapas são suprimidas, etapas que causariam diferentes níveis de poluição. Os ganhos ambientais e econômicos, com o processo de reciclagem, podem ser observados na figura a seguir.

Figura 2 – Infográfico ecológico da reciclagem

Fonte: Associação Nacional dos Catadores (ANCAT), 2022/2023.

Para o cálculo das emissões evitadas por tipo de resíduo coletado, utilizou-se a Calculadora de Emissões de Gases de Efeito Estufa para Resíduos. Essa ferramenta possibilitou a estimativa dos potenciais reduções de CO₂ decorrentes das opções de reciclagem, baseando-se em valores padrão que permitem aproximações confiáveis dos resultados. O método da calculadora “analisa as emissões de todos os fluxos dos resíduos para reciclagem, tratamento e disposição final, respectivamente, e calcula as emissões totais de GEE de todas as etapas do processo em CO₂ equivalente” (GIEGRICH, 2021, p.19).

Após o cálculo das emissões de CO₂ evitadas, segmentadas por tipo de resíduo, foi realizado o inventário de carbono do projeto, considerando um período temporal de um ano. Para a elaboração desse inventário, adotou-se a metodologia do Protocolo de Gases de Efeito Estufa, também conhecido como Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol). Essa metodologia permite a mensuração tanto das emissões diretas quanto das indiretas de gases de efeito estufa, com o objetivo de quantificar, reconhecer e reduzir essas emissões, promovendo uma cultura de inventários corporativos.

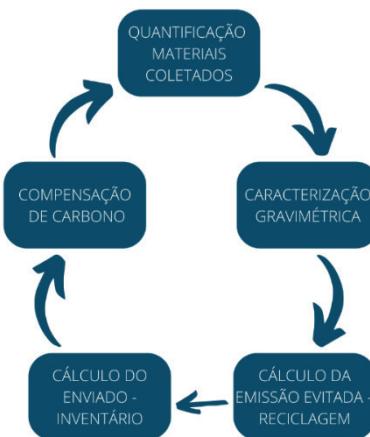
Lançado em 1998, o Greenhouse Gas Protocol (GHG, 2023) tem como missão desenvolver padrões e ferramentas internacionalmente aceitos para a contabilidade e o reporte de emissões de GEE, incentivando sua adoção global para alcançar uma economia de baixas emissões.

Entre suas principais características, destacam-se a disponibilização de uma estrutura pública e transparente para a contabilização de GEE, sua modularidade e flexibilidade, além de ser fundamentado em um amplo processo de consulta pública. Em 2008, o método foi adaptado ao contexto brasileiro pelo GVces e pelo WRI, em parceria com outros atores, organizando grupos de trabalho para aprimorar a metodologia e desenvolver novas ferramentas para contabilizar as emissões de todos os gases reconhecidos internacionalmente como gases de efeito estufa e regulados pelo Protocolo de Kyoto.

Com base nos valores calculados das emissões de CO₂ evitadas pela reciclagem e das emissões geradas, levantadas no inventário do projeto, foi possível obter um saldo positivo de redução de emissões. Para compensar o valor residual de emissões remanescentes, foram propostas alternativas de compensação de carbono.

A seguir (Figura 3), apresenta-se o fluxograma com as etapas metodológicas da pesquisa, descritas nos parágrafos anteriores:

Figura 3 – Fluxograma das etapas metodológicas



Fonte: Os autores, 2023.

RESULTADOS

Em um ano de atuação, o Projeto Opaoma retirou 5.094,848 kg de resíduos — incluindo materiais recicláveis e rejeitos — das zonas costeiras de Angra dos Reis/RJ. Essa coleta foi realizada por meio de 109 operações com as embarcações *Velaa* e *Muraka*.

Do total recolhido, 1.028,705 kg foram destinados ao sistema de reciclagem. A parcela restante, classificada como rejeito, recebeu destinação final adequada no Aterro Sanitário de Ariró, também em Angra dos Reis.

É importante destacar que uma parte significativa do material considerado rejeito nem sempre o é de fato. Contudo, infelizmente, nem todo material tecnicamente reciclável possui reciclagem prática. Isso depende, em grande medida, da capacidade operacional das cooperativas locais e da viabilidade de comercialização nos mercados de reciclagem.

O mercado de reciclagem, por sua vez, realiza a seleção dos resíduos com base em sua rentabilidade. Assim, prioriza-se o valor econômico dos materiais, em vez do potencial de reaproveitamento em si, o que limita a quantidade de resíduos sólidos efetivamente reciclados.

A partir da triagem dos materiais recolhidos, foi possível realizar a análise gravimétrica dos resíduos e rejeitos presentes. Essa classificação, realizada ao longo de dois meses, está apresentada nas tabelas a seguir.

Tabela 1 – Composição gravimétrica dos resíduos destinados para reciclagem, primeiro mês de amostragem

Tipo Coletado	Destinação/classificação	Categoria	Peso (Kg)	%
Metais	Sistema de reciclagem – resíduo	Alumínio	21,6	3,86%
Sucata	Sistema de reciclagem – resíduo	Metais ferrosos	16,795	3,00%
Plástico duro	Sistema de reciclagem – resíduo	Plástico	118,6	21,20%
Plástico pet	Sistema de reciclagem – resíduo	Plástico	89	15,91%
Plástico fino	Sistema de reciclagem – resíduo	Plástico	26,65	4,76%
Isopor	Aterro sanitário – rejeito	Plástico	63,075	11,28%
Vidro	Aterro sanitário – rejeito	Vidro	61,05	10,91%
Borracha	Aterro sanitário – rejeito	Borracha, couro	42,15	7,53%
Plástico de uso único	Aterro sanitário – rejeito	Plástico	11,555	2,07%
Plástico laminado	Aterro sanitário – rejeito	Plástico	8,45	1,51%
Papelão + tetra pak	Aterro sanitário – rejeito	Papel, papelão	14,155	2,53%
Cordas + redes	Aterro sanitário – rejeito	Outros	49,65	8,88%

Fonte: Projeto Opaoma, 2022/2023.

Tabela 2 – Composição gravimétrica dos resíduos destinados para reciclagem, segundo mês de amostragem

Tipo Coletado	Destinação/classificação	Categoria	Peso (Kg)	%
Metais	Sistema de reciclagem – resíduo	Alumínio	9,915	2,25%
Sucata	Sistema de reciclagem – resíduo	Metais ferrosos	5,815	1,32%
Plástico duro	Sistema de reciclagem – resíduo	Plástico	30,605	6,93%
Plástico pet	Sistema de reciclagem – resíduo	Plástico	44,005	9,97%
Plástico fino	Sistema de reciclagem – resíduo	Plástico	32,895	7,45%
Isopor	Aterro sanitário – rejeito	Plástico	12,585	2,85%
Vidro	Aterro sanitário – rejeito	Vidro	124,6	28,22%
Borracha	Aterro sanitário – rejeito	Borracha, couro	21,145	4,79%
Plástico de uso único	Aterro sanitário – rejeito	Plástico	6,285	1,42%
Plástico laminado	Aterro sanitário – rejeito	Plástico	6,495	1,47%
Papelão + tetra pak	Aterro sanitário – rejeito	Papel, papelão	14,23	3,22%
Cordas + redes	Aterro sanitário – rejeito	Outros	4,1	0,93%

A reintrodução de materiais pós-consumo na cadeia de reciclagem, notoriamente, não é considerada nos inventários de Gases de Efeito Estufa (GEE). Isso se aplica tanto à redução das emissões associadas ao processo de reciclagem – geralmente inferiores àsquelas do processo de produção de matéria-prima virgem – quanto à diminuição das emissões resultantes da nova extração de recursos naturais. Como consequência, as contribuições reais das ações de coleta de resíduos e rejeitos para as metas de redução de emissões acabam não sendo identificadas.

Essa discrepância, quando analisada ao longo do ciclo de vida de cada material, é essencial para evidenciar a relevância da reciclagem para o meio ambiente. Não se trata apenas da redução local da poluição, mas também da diminuição da pressão sobre os recursos naturais e dos impactos no efeito estufa em uma escala global. Com essas informações em mãos, é possível comparar as emissões de cada material ao longo de seu ciclo de vida, considerando o processo produtivo tradicional em contraposição à rota produtiva por meio da reciclagem, calculando a diferença entre o uso de material reciclado e a matéria-prima nova.

Utilizando a Ferramenta de Cálculo de Emissões de GEE no Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) para o Brasil (GIEGRICH, 2021, com adaptações), baseada na Análise do Ciclo de Vida (ACV) dos resíduos, o objetivo foi identificar o saldo das emissões geradas pelas atividades do Projeto Opaoma, especialmente aquelas

decorrentes da reintegração das frações de resíduos coletados nas cadeias produtivas através da reciclagem. As emissões calculadas por essa metodologia também incluem as emissões futuras relacionadas à degradação dos resíduos, considerando o tratamento e a disposição final dos mesmos, incluindo os rejeitos enviados para aterros sanitários.

Foram utilizados dados de entrada como a quantidade de resíduos por tipologia, sua composição, características e a matriz energética específica da região, com base nas informações dos 12 meses de atividade do projeto e uma média gravimétrica de dois meses (30 coletas no total) para os diferentes tipos de material, organizados em sete categorias: Alumínio, Borracha/Couro, Metais ferrosos, Outros, Papel/Papelão, Plásticos e Vidros. Importante ressaltar que, após a gravimetria, estimou-se que cerca de 30% dos metais ferrosos coletados na região costeira são compostos por alumínio, dado relevante para os cálculos metodológicos.

Os resultados das emissões associadas à reciclagem dos materiais recolhidos pelo Projeto Opaoma estão apresentados na Tabela 3, com um total de emissões negativas de 1609,48 kg CO₂ eq. Ao se incluir as emissões relacionadas ao tratamento final desses materiais, em aterro sanitário, o saldo final é de um total negativo de 1592,78 kg CO₂ eq em emissões. Essa consideração do tratamento final é importante, pois, eventualmente, a vida útil dos materiais reintroduzidos no ciclo produtivo será encerrada.

Tabela 3 – Saldo de emissões decorrentes da reciclagem dos resíduos coletados pelo Projeto Opaoma, no período de junho de 2022 a maio de 2023

Resíduos recicláveis	Peso Reciclado total (kg)	Emissões (kg CO ₂ eq)	Emissões evitadas (kg CO ₂ eq)	Resultados líquidos (kg CO ₂ eq)
Papel, papelão	63,6	79,882	- 98,453	- 18,571
Plásticos	777,635	318,830	- 1.485,127	- 1.166,297
Vidros	208,15	100,578	- 125,723	- 25,145
Metais ferrosos	71,97	4,606	- 123,214	- 118,608
Alumínio	30,58	21,317	- 302,174	- 280,857
Total	1.151,94	525,213	- 2.134,691	- 1.609,478
			Tratamento Aterro	16,69
			Total final	- 1.592,78

Fonte: Projeto Opaoma, 2022/2023.

Além da redução das emissões de CO₂ ao evitar seu lançamento no meio ambiente, devido ao retorno da matéria-prima ao sistema de reciclagem, também existem benefícios relacionados à retirada de rejeitos dispostos inadequadamente no ambiente, que são enviados para aterros sanitários — benefícios que não foram contemplados nos cálculos. Entre esses benefícios, destacam-se:

- a. Prevenção da contaminação do solo;
- b. Proteção da qualidade da água;
- c. Prevenção de doenças, ao evitar a proliferação de vetores como moscas, baratas, ratos, entre outros;
- d. Melhoria da qualidade do ar, uma vez que muitos materiais descartados de forma imprópria liberam gases tóxicos;
- e. Redução de impactos visuais e odores desagradáveis; e
- f. Conservação da fauna e da flora.

O gerenciamento adequado dos resíduos gerados nas áreas costeiras — como praias, costões rochosos, manguezais e estuários — tem um impacto positivo nos ecossistemas marinhos e nas comunidades humanas. Algumas das medidas de gerenciamento incluem:

- I. Ações de educação ambiental focadas na problemática do lixo costeiro e na importância do descarte adequado de resíduos e rejeitos;
- II. Disponibilização de coletores apropriados para resíduos secos, orgânicos e rejeitos, com coleta regular para evitar o acúmulo de lixo nas praias e áreas adjacentes;
- III. Incentivo à separação adequada dos resíduos, facilitando a reciclagem e reduzindo a quantidade de matéria-prima desperdiçada nos aterros;
- IV. Implementação de políticas públicas para eliminar o uso de plásticos descartáveis, contribuindo significativamente para a redução do lixo costeiro;
- V. Monitoramento regular e ações periódicas de limpeza das praias, essenciais para identificar áreas de acúmulo de lixo, fornecendo informações importantes para ações contínuas e de alerta aos atores sociais envolvidos; e
- VI. Parcerias para implementar ações conjuntas que promovam a redução e o manejo adequado dos resíduos sólidos e rejeitos.

Ao comparar as emissões diárias do Projeto Opaoma com a quantidade de CO₂ evitada pelo retorno da matéria-prima à cadeia produtiva, foi registrado um saldo positivo de 9.487,22 toneladas de CO₂ equivalente. Como alternativa para compensar esse excesso, sugere-se o reflorestamento de uma área de 0,08 hectares de manguezal.

CONCLUSÕES

A partir da pesquisa realizada, conclui-se que é essencial implementar ações eficazes para a remoção de resíduos sólidos urbanos inadequadamente dispostos em zonas costeiras, uma vez que os benefícios gerados por essas iniciativas são incalculáveis.

Entretanto, é fundamental que novas pesquisas sejam conduzidas para o avanço da literatura e o desenvolvimento de metodologias que proporcionem indicadores mais precisos sobre a presença ou ausência de resíduos em ambientes costeiros. Isso inclui a necessidade de monitoramento contínuo dos diversos compartimentos costeiros, com análises detalhadas de amostras do ar, da água, da fauna e da flora. Dessa forma, será possível obter dados mais robustos sobre os impactos ambientais causados por esses resíduos.

Outro ponto crucial é a urgência de incentivar cooperativas, associações e empresas familiares dedicadas à reciclagem de materiais, para que possam viabilizar a inclusão na cadeia produtiva de resíduos de baixo valor agregado. Além disso, é necessário ampliar o apoio às indústrias de reciclagem, especialmente no que se refere a materiais com pouca ou nenhuma demanda no mercado.

Portanto, estudos aprofundados, levantamento de dados e estímulos a iniciativas de reciclagem são ferramentas imprescindíveis para a gestão e preservação dos ecossistemas costeiros.

REFERÊNCIAS

Associação Nacional dos Catadores (ANCAT). **Atlas brasileiro da reciclagem**. Disponível em: <<https://atlasbrasileirodareciclagem.ancat.org.br/>>. Acessado em: 26 jul. 2023.

FAIRCHILD, T. R.; TEIXEIRA, W.; e BABINSKI, M. **Geologia e a Descoberta da Magnitude do tempo**. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD T. R.; TOLEDO, M. C. M.; e TAIOLI, F. (orgs.). **Decifrando a Terra**, São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. p. 280-305.

GHG. **O que é o GHG protocol?** Disponível em: <<https://ghgprotocol.org/about-us>>. Acessado em: 05 nov. 2023.

GIEGRICH, J. **Manual da calculadora de emissões de GEE para resíduos: Ferramenta de Cálculo de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Manejo de RSU para o Brasil – Metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)**. Brasil, 2021. 134 p.

Instituto Estadual do Ambiente (RJ). **Estudo da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos urbanos: conhecendo a composição dos resíduos para aplicação na gestão municipal / Instituto Estadual do Ambiente (RJ)**. Rio de Janeiro, 2021.

MACREADIE, P. I., ANTON, A., RAVEN, J. A., et al. The future of Blue Carbon science – doi: 10.1038/s41467-019-11693-w. **Nature Communications**, v.10, n. 3998, p. 1 a 13, 2019.

MCLEOD, E., CHMURA, G., BOUILLOU, S. SALM, R., BJÖRK, M., DUARTE, C., LOVELOCK, C., SCHLESINGER, W. e SILLIMAN, B. **A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role vegetated coastal habitats in sequestering CO₂**. Frontiers in Ecology and the Environment, Vol. 9: 552–560, 2011.

MMA. **Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil** – Brasília: MMA, 2008. 242 p.

TURRA, A. et al. Zonas Costeiras. In: NOBRES, C. A.; MARENKO, J. A (orgs). **Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar**. São José dos Campos, SP: INCT, 2017. 608p.

VIEILLARD-BARON, H. **Os Riscos sociais**. In: VEYRET, Y. (Org.) Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007. 319p.