

OCEANMIND - A MENTE ARTIFICIAL QUE PROTEGE OS OCEANOS

Giovanna Sales Soledade

Lydia Qian Na Chen

Victor Augusto Santos Rodrigues

Lucas Pataro Fernandes

Colégio ENIAC

Resumo

A poluição marinha, causada principalmente pelo descarte inadequado de resíduos sólidos, representa uma séria ameaça à biodiversidade, ao equilíbrio climático e às comunidades costeiras. Estima-se que milhões de toneladas de lixo, em sua maioria plástico, sejam despejadas nos oceanos anualmente, comprometendo a saúde dos ecossistemas marinhos e a qualidade de vida humana. Diante desse cenário, este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema baseado em visão computacional, capaz de identificar, classificar e mapear automaticamente os resíduos sólidos presentes em áreas costeiras. A proposta visa apoiar ações de monitoramento ambiental, otimizar estratégias de limpeza e subsidiar políticas públicas voltadas à preservação dos oceanos. Por meio da análise automatizada de imagens, o sistema fornece dados sobre a concentração e os tipos de materiais descartados, contribuindo para decisões mais eficientes e sustentáveis. Conclui-se que a integração entre tecnologia e meio ambiente pode representar um avanço significativo no enfrentamento da poluição marinha, oferecendo soluções inovadoras para um problema de escala global.

Palavras-chave: Monitoramento. Poluição marinha. Visão computacional.

Introdução

Os oceanos, frequentemente chamados de "pulmões do mundo", desempenham um papel essencial na manutenção da vida no planeta, produzindo grande parte do oxigênio atmosférico e regulando o clima global. No entanto, ao longo das últimas décadas, esse ecossistema tem sido severamente impactado pela ação humana, sobretudo pela poluição. De acordo com dados divulgados por pesquisadores, aproximadamente 8 milhões de toneladas de resíduos plásticos são despejadas nos oceanos a cada ano (G1, 2015). O chamado lixo marinho constitui uma das principais ameaças à integridade dos ambientes costeiros e oceânicos, sendo composto por materiais manufaturados ou processados, descartados no meio aquático. Entre eles estão o plástico, o metal, o vidro, a borracha e a madeira, provenientes, em sua maioria, de atividades humanas e do descarte inadequado de resíduos.

De acordo com pesquisas realizadas pelo Instituto Tamar, é estimado que são descartados 6,4 milhões de toneladas de lixo marinho nos oceanos a cada ano. Dentre os diversos tipos de poluentes, o plástico é o mais prevalente, representando cerca de 85% dos resíduos que chegam aos oceanos (ONU, 2021). Essa predominância está diretamente relacionada à ampla utilização desse material na sociedade contemporânea, à sua durabilidade, leveza, fluidez e, principalmente, ao manejo ineficaz dos resíduos sólidos urbanos, enquanto materiais como papel, vidro e metal respondem por menos de 2% (APA, 2021). Os efeitos dessa poluição são diversos e preocupantes, incluindo danos significativos à vida marinha, degradação de ecossistemas, prejuízos socioeconômicos e riscos à saúde humana.

As ações humanas impactam significativamente a vida marinha, sendo estimado que cerca de 80% da poluição dos oceanos tem origem em terra firme, por meio de diversas fontes conhecidas como poluição difusa (National Geographic, 2025). Um exemplo evidente dessa realidade é o rio Tietê, um dos principais cursos d'água do estado de São Paulo. A poluição desse rio resulta de múltiplos fatores, como o descarte irregular de resíduos urbanos e industriais, além do uso inadequado e da ocupação desordenada do solo. Esses problemas geram sérias consequências sociais, econômicas e ambientais. A crescente mortalidade de peixes, por exemplo, compromete diretamente a subsistência de pescadores e desequilibra o ecossistema aquático. Além disso, o turismo, que antes era ativo em diversas regiões às margens do rio, sofre um declínio acentuado. Ranchos, loteamentos e áreas de lazer, outrora movimentados, enfrentam hoje um processo de esvaziamento, afetando negativamente a economia local.

Entre esses diversos impactos, as mudanças climáticas despontam como um dos principais problemas, essa poluição marítima afeta o clima ao comprometer a capacidade dos oceanos de absorver dióxido de carbono (CO_2), principal gás do efeito estufa. Resíduos como plásticos e esgoto reduzem a fotossíntese do fitoplâncton, organismo responsável por grande parte da captura de CO_2 , enquanto derramamentos de óleo e a acidificação dos mares prejudicam ecossistemas como os recifes de coral, essenciais para o equilíbrio do ciclo do carbono. Além disso, o aquecimento das águas oceânicas, intensificado pela poluição, contribui para eventos climáticos extremos, como furacões e chuvas intensas. Segundo estudos da Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA, 2024) e do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2019), a integridade dos oceanos é crucial para frear as mudanças climáticas, e a poluição representa uma ameaça direta a esse equilíbrio.

Visando mitigar os impactos causados pela poluição marinha, este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema utilizando visão computacional, capaz de identificar e classificar automaticamente resíduos sólidos presentes nos oceanos, sendo aplicado em áreas costeiras e emitindo relatórios, podendo ser enviadas para Prefeituras ou ONGs. Utilizando técnicas de inteligência artificial, o sistema analisa imagens capturadas do ambiente marinho para detectar objetos e verificar se estes se enquadram como lixo marinho, com base em características visuais e padrões previamente treinados. Além da detecção, a solução tecnológica gera relatórios quantitativos sobre a porcentagem de cada tipo de material identificado, como plástico, vidro, metal, entre outros, e realiza o mapeamento geoespacial das áreas com maior concentração de resíduos.

Essa tecnologia de visão computacional, já vem sendo aplicada em diferentes setores, como o acadêmico, jurídico, policial e da saúde. Atualmente, muitas empresas têm adotado a visão computacional por se tratar de uma ferramenta de Inteligência Artificial que proporciona agilidade e suporte nas atividades. Com a implementação dessa tecnologia, o projeto tem como objetivo integrar as inovações da Indústria 4.0 ao setor ambiental, promovendo soluções mais eficientes e sustentáveis.

Pensando nisso, a implementação dessa ferramenta pode auxiliar ações de monitoramento, políticas públicas e estratégias de limpeza mais eficientes e direcionadas, o sistema também fornece suporte à tomada de decisões operacionais, como a definição da quantidade ideal de pessoas necessárias para cada operação e o envio de equipes especializadas para locais com maior acúmulo de lixo e específicos, otimizando recursos e aumentando a eficácia das ações de limpeza e monitoramento ambiental.

Objetivo

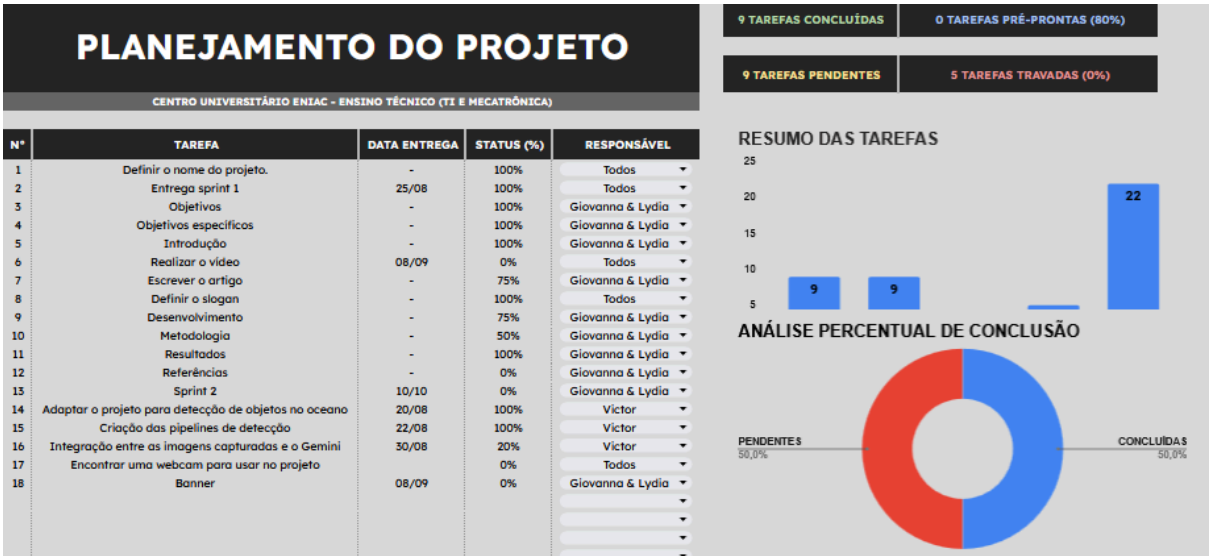
Empregar a tecnologia de visão computacional à área de tecnologia ambiental, com o intuito de otimizar recursos e aumentar a eficácia das ações de monitoramento, identificação e limpeza de resíduos sólidos nos ambientes marinhos.

Metodologia

Para a elaboração deste artigo, foi desenvolvida uma planilha de organização e gerenciamento das tarefas, conforme apresentado na Imagem 4.1. Essa ferramenta permite o acompanhamento do progresso de cada atividade, indicando a porcentagem de conclusão e

facilitando a identificação das etapas que ainda não foram iniciadas, das que estão em andamento e daquelas que já foram concluídas.

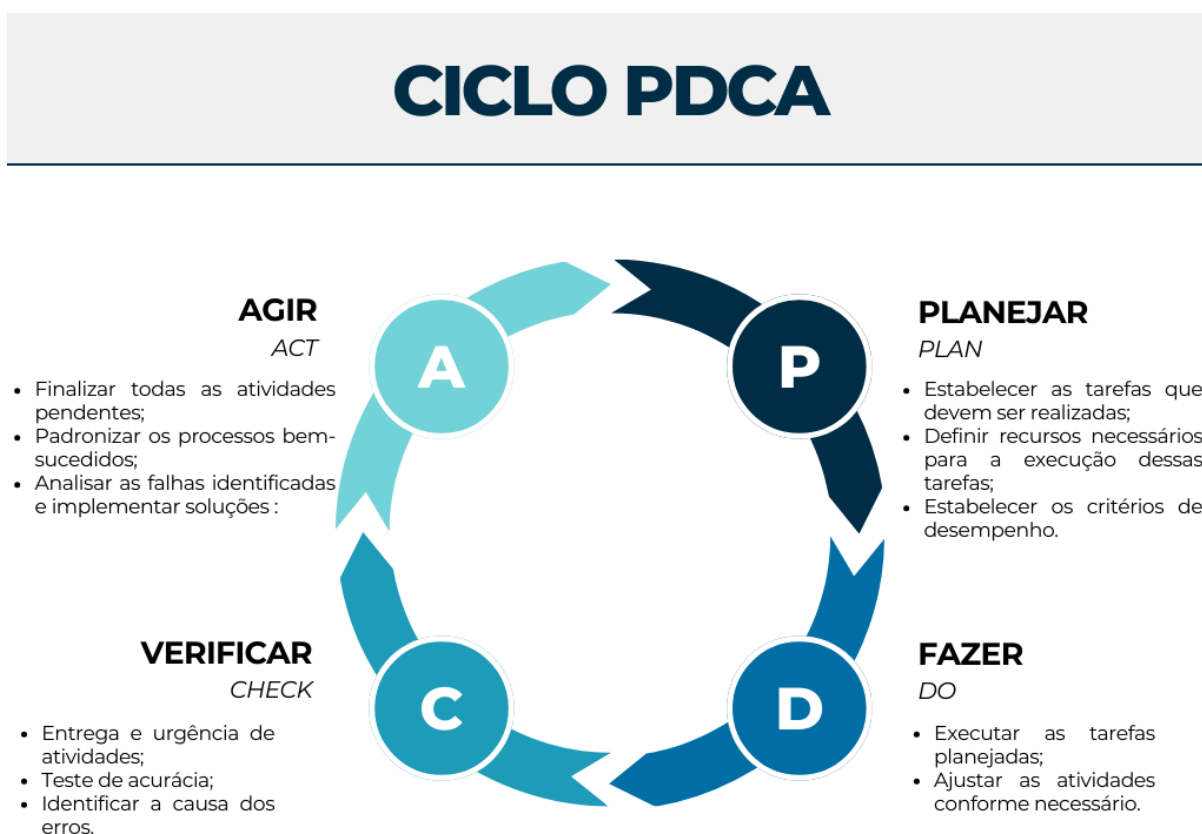
Tabela 4.1 Planilha de gestão



Fonte: Autor, 2025.

Além disso, foi adotada a metodologia PDCA, um modelo de gestão composto por quatro etapas fundamentais: Planejar (Plan), Executar (Do), Verificar (Check) e Agir (Act). Conforme ilustrado na Imagem 4.2, as atividades do projeto foram distribuídas estrategicamente entre essas fases, promovendo uma execução mais estruturada e orientada à melhoria contínua. Essa abordagem contribuiu para a redução de falhas ao longo do desenvolvimento da pesquisa e do protótipo, resultando em maior eficiência e qualidade nos processos.

Gráfico 4.2 PDCA



Fonte: Autor, 2025.

Outros métodos de organização e gerenciamento de tarefas foram utilizados, são eles o Kanban, ferramenta visual de gerenciamento de fluxo de trabalho, que ajuda a organizar e acompanhar as tarefas em andamento, pendentes ou concluídas, como demonstra a imagem 4.3; E o diário de bordo, que são atualizações contínuas sobre as tarefas realizadas na execução do projeto, permitindo uma melhor visualização do andamento do projeto.

Figura 4.3 - Kanban



Fonte: Autor, 2025.

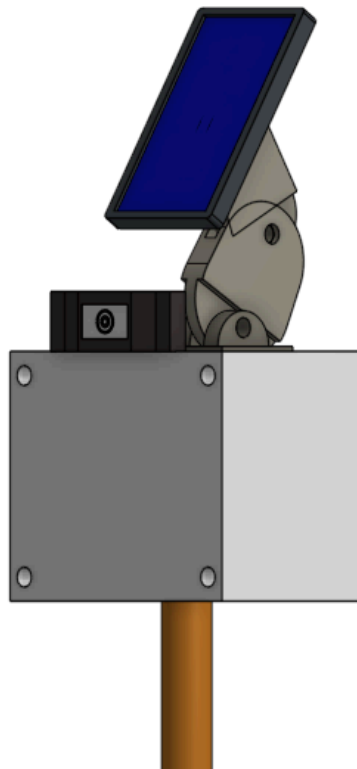
O desenvolvimento do protótipo seguiu a metodologia ágil FDD (*Feature-Driven Development*), a qual orienta a entrega contínua e gradual de funcionalidades. Esse modelo permitiu a evolução constante do sistema, bem como uma resposta rápida a ajustes e melhorias identificados ao longo do processo. A escolha por essa abordagem visou oferecer maior flexibilidade, incentivar a colaboração entre os participantes e tornar as entregas mais dinâmicas e eficazes.

A implementação foi realizada em *Python 3.9+*, utilizando bibliotecas específicas como *OpenCV*, *YOLOv8 (Ultralytics)* e *Google Generative AI (Gemini)*. As imagens foram captadas por uma *webcam* de alta resolução (modelo a ser especificado) e, em seguida, processadas por meio de uma arquitetura composta por pipelines modulares e independentes, cada uma responsável por uma etapa do fluxo de dados. O *VideoPipeline* realiza a captura dos vídeos e a extração sequencial dos frames; o *DetectionPipeline* utiliza o *YOLOv8* para detectar e localizar objetos nos frames; o *VisualizationPipeline* exibe as detecções em tempo real com marcações visuais; o *GeminiPipeline* interpreta as cenas, gerando descrições detalhadas com base nas imagens analisadas; e o *ReportPipeline* organiza os resultados em planilhas e representações visuais, como gráficos e mapas.

No que diz respeito à estrutura física do projeto, foi conduzida uma avaliação criteriosa dos componentes necessários, seguida de uma pesquisa voltada à obtenção do melhor custo-benefício. Os materiais selecionados incluem: caixa de passagem em PVC,

disjuntor com isolamento elétrico da marca Steck, *Raspberry Pi Note (Pinout)*, fonte de alimentação 5V 2A bivolt, mini placa solar de 3W 12V, carregador portátil Top! preto 12V e webcam *Logitech C920E*. Para facilitar a visualização da estrutura do sistema, foi desenvolvido um modelo tridimensional do protótipo na plataforma *AutoCAD Onshape*, conforme ilustrado na imagem 5.2.

Figura 5.2 - Prototipagem 3D do projeto



Fonte:Autor, 2025.

Desenvolvimento

Para o presente projeto, foram realizadas pesquisas científicas e bibliográficas em artigos acadêmicos, e-books e notícias, visando construir uma base teórica sólida. O desenvolvimento contou com métodos de organização e gestão, além da implementação de um protótipo utilizando a linguagem de programação *Python 3.9+*.

Inicialmente, foram realizadas pesquisas sobre o tema, com a orientação do professor responsável, o que permitiu uma compreensão mais aprofundada da problemática e das possíveis soluções. O objetivo principal era aplicar a tecnologia de visão computacional para

abordar a questão do lixo marinho, alinhando-se às ODS 13 (Combate às Alterações Climáticas) e 14 (Vida debaixo d'água). A escolha dessa tecnologia foi motivada por um projeto anterior, no qual utilizamos visão computacional na área de saúde mental, e percebemos o potencial de expandir sua aplicação para outras áreas de impacto.

Para a execução do relatório e do protótipo do projeto, elaboramos uma planilha de planejamento que nos permitiu acompanhar, de forma mais eficiente, o progresso das atividades, indicando claramente as tarefas concluídas, em andamento e pendentes, indicada na imagem. Utilizamos um diário de bordo como ferramenta de registro diário das atividades planejadas e realizadas, identificando os responsáveis por cada tarefa. Essa estratégia contribuiu para um controle mais preciso do andamento do projeto. Além disso, utilizamos dois métodos de organização, o Kanban e o PDCA. O Kanban é uma ferramenta visual de gerenciamento de fluxo de trabalho, que ajuda a organizar e acompanhar as tarefas à medida que passam por diferentes etapas. Já o PDCA é um ciclo de melhoria contínua que orienta a execução e a otimização de processos em quatro fases: Planejar, Executar, Verificar e Agir.

O protótipo foi desenvolvido com base na metodologia ágil FDD (*Feature-Driven Development*), que orienta a entrega contínua e progressiva de funcionalidades, permitindo a evolução constante do sistema e uma adaptação rápida a ajustes identificados ao longo do processo. A escolha dessa abordagem visou proporcionar maior flexibilidade, promover a colaboração entre os envolvidos e tornar as entregas mais ágeis e eficientes. A implementação foi realizada em *Python 3.9+*, utilizando bibliotecas específicas como *OpenCV*, *YOLOv8* (da *Ultralytics*) e *Google Generative AI (Gemini)*. As imagens foram capturadas por uma webcam de alta resolução (especificar modelo), sendo que a leitura e manipulação dos vídeos foi feita por meio da biblioteca *OpenCV*, a detecção de objetos foi realizada com o *YOLOv8* e a análise das imagens foram realizadas pelo Gemini. A arquitetura do sistema foi organizada em pipelines modulares e independentes, cada um com uma função bem definida no fluxo de processamento: o *VideoPipeline* é responsável pela aquisição dos vídeos e extração sequencial dos frames; o *DetectionPipeline* aplica o modelo *YOLOv8* sobre os frames para identificar e localizar objetos; o *VisualizationPipeline* processa os dados de detecção e exibe os resultados em tempo real com sobreposição gráfica; o *GeminiPipeline* interpreta as cenas capturadas, gerando descrições detalhadas com base nas detecções; e o *ReportPipeline* compila os dados analisados, estruturando-os em planilhas e representações visuais, como mapas e gráficos.

Em relação à parte física do projeto, foi realizada uma análise criteriosa dos materiais a serem utilizados, seguida de uma pesquisa para identificar opções com melhor custo-benefício. Os componentes selecionados incluem: caixa de passagem em PVC,

disjuntor com isolamento elétrico Steck, *Raspberry pi note (pinout)*, fonte de alimentação 5V 2A bivolt, mini placa solar de 3W 12V, carregador portátil Top! preto 12V e *webcam Logitech C920E*. Para facilitar a visualização do projeto, um modelo 3D do protótipo foi criado na plataforma *AutoCAD Onshape*.

Resultados e Discussões

Ao longo do desenvolvimento do projeto, a equipe obteve feedbacks valiosos por meio de testes, análises internas e trocas com orientadores e colegas. Essas contribuições permitiram identificar pontos de melhoria e realizar ajustes no protótipo, resultando em um sistema mais estável, funcional e alinhado aos objetivos propostos. Diante do avanço obtido e do potencial da solução, a equipe decidiu inscrever o projeto na Feira de Ciências e Engenharia de Guarulhos (FECEG), com o intuito de ampliar sua visibilidade e alcançar novos públicos. Essas ações demonstram o compromisso com a disseminação do conhecimento científico e tecnológico, bem como com a busca por soluções inovadoras e sustentáveis para o enfrentamento da poluição marinha.

Considerações Finais

Conclui-se que a poluição marinha representa um desafio ambiental significativo, impactando ecossistemas, a vida marinha e as comunidades humanas. A aplicação da visão computacional como ferramenta tecnológica oferece um potencial promissor para a identificação, classificação e monitoramento dos resíduos sólidos nos oceanos, contribuindo para a melhoria das ações de limpeza e gestão ambiental. Projetos como este, que unem inovação tecnológica e sustentabilidade, são fundamentais para enfrentar os problemas ambientais atuais e promover um futuro mais equilibrado para os oceanos e para a sociedade.

Na prática, o protótipo foi desenvolvido utilizando a linguagem Python 3.9+ e está em constante evolução, recebendo ajustes e melhorias contínuas para aprimorar sua funcionalidade e desempenho, visando alcançar seu máximo potencial.

Referências Bibliográficas

Aalto, E.A., et al., 2019: **Catastrophic mortality, allee effects, and marine protected areas**. *Am. Nat.* , 193 (3), 391–408, doi:10.1086/701781. Acesso em: 23 ago. 2025.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. **Quais são os impactos causados pelo lixo marinho?** Lisboa, 2021. Disponível em:

<https://apambiente.pt/residuos/quais-sao-os-impactos-causados-pelo-lixo-marinho>. Acesso em: 23 Ago. 2025.

AS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Os oceanos cobrem mais de 70 % da superfície do planeta.** *As Nações Unidas no Brasil*, 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/185272-os-oceanos-cobrem-mais-de-70-da-superf%C3%ADcie-do-planeta>. Acesso em: 23 ago. 2025.

CONHEÇA os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. Nações Unidas Brasil, 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org>. Acesso em: 23 de ago. de 2025.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO TIETÊ. **Rio Tietê: o desafio da conservação em meio ao crescimento urbano e agrícola.** 14 abr. 2025. Disponível em: <https://comitebaixotiete.org/materias/rio-tiete-o-desafio-da-conservacao-em-meio-ao-crescimento-urbano-e-agricola/>. Acesso em: 23 ago. 2025.

COOLEY, Sarah R.; SCHOEMAN, David S.; BOPP, Laurent; BOYD, Philip; DONNER, Simon; GHEBREHIWET, Dawit Yemane; ITO, Shin-Ichiro; KIESSLING, Wolfgang; MARTINETTO, Paulina; OJEA, Elena; RACAULT, Marie-Fanny; ROST, Björn; SKERN-MAURITZEN, Mette. **Oceans and Coastal Ecosystems and Their Services.** In: PÖRTNER, Hans-Otto; ROBERTS, David C.; TIGNOR, Martin; POLOCZANSKA, Elvira S.; MINTENBECK, Kerstin; ALEGRÍA, Andrea; CRAIG, Michael; LANGSDORF, Susanne; LÖSCHKE, Stefan; MÖLLER, Verena; OKEM, Abubakr; RAMA, Ben (eds.). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. p. 379–550. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/chapter-3/>. Acesso em: 23 ago. 2025.

G1. **Oceanos recebem 8 milhões de toneladas de plástico por ano.** São Paulo, 20 fev. 2015. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2015/02/oceanos-recebem-8-milhoes-de-toneladas-de-plastico-por-ano.html>. Acesso em: 23 Ago. 2025.

MARINHA DO BRASIL. **Combate ao lixo no mar.** Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/combate-ao-lixo-no-mar>. Acesso em: 23 Ago. 2025.

MOURA, Delminda; MENDES, Isabel; ANÍBAL, Jaime; GOMES, Ana (eds.). **Micro e nanoplásticos: um Macroproblema.** 1. ed. Faro: Universidade do Algarve; CIMA; ARNET, 2023. ISBN 978-989-9127-53-1. DOI: 10.34623/tz6d-k552. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.1/19968>. Acesso em: 23 Ago. 2025.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Relatório sobre poluição plástica alerta sobre falsas soluções e pede ação global urgente.** 21 out. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/152553-relat%C3%B3rio-sobre-polui%C3%A7%C3%A3o-pl%C3%A1stica-alerta-sobre-falsas-solu%C3%A7%C3%B5es-e-pede-a%C3%A7%C3%A3o-global-urgente>. Acesso em: 23 ago. 2025.

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY. **Marine Pollution.** Open Educational Resource. [S.l.], 23 abr. 2025. Disponível em: <https://education.nationalgeographic.org/resource/marine-pollution/>. Acesso em: 23 ago. 2025.

PEREIRA, Ana Luiza et al. **Lixo marinho e Educação Ambiental no contexto dos oceanos.** *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 19, n. 4, p. 123-132, 2024. Acesso em: 23 ago. 2025.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). ***Da poluição à solução: uma análise global sobre lixo marinho e poluição plástica.*** Nairobi, 21 out. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/resources/da-poluicao-solucao-uma-analise-global-sobre-lixo-marinho-e-poluicao-plastica>. Acesso em: 23 ago. 2025.

SEMIL. ***Lixo nos mares: o que é esse problema e o que podemos fazer para ajudar a combatê-lo.*** São Paulo, 2025. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/2025/01/lixo-nos-mares-o-que-e-esse-problema-e-o-que-podemos-fazer-para-ajudar-a-combate-lo/>. Acesso em: 23 Ago. 2025.

TAMAR. ***Lixo X Animais marinhos.*** Disponível em: <https://tamar.org.br/interna.php?cod=315>. Acesso em: 23 Ago. 2025.