

## **REVISÃO BIBLIOMÉTRICA E DE REDE PARA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO LITORAL**

**José Eduardo Santana Macedo**  
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

**Isabelly Pereira da Silva**  
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

**Veruschka Vieira Franca**  
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

**Luciano Fernandes Monteiro**  
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

**Odelsia Leonor Sánchez de Alsina**  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

# RESUMO

O processo de urbanização, aliado ao uso massivo de máscaras descartáveis durante a pandemia de COVID-19 resultaram em um aumento significativo na geração de resíduos sólidos. Muitos desses resíduos foram descartados de forma inadequada em rios e mares, causando graves impactos ambientais. Para entender melhor essa questão, foi realizada uma revisão bibliométrica e de redes focada na gestão de resíduos sólidos no litoral, com o objetivo de fornecer uma visão abrangente do problema e das ações globais para mitigá-lo. A revisão identificou o número de documentos publicados nos últimos anos, destacando a importância das novas pesquisas, os países e as organizações mais ativos, além das palavras-chave mais utilizadas na busca por artigos. Os resultados indicam uma crescente preocupação global com a gestão de resíduos sólidos, especialmente no contexto de zonas costeiras vulneráveis. O Egito e o Brasil emergiram como líderes em publicações sobre o tema, refletindo um interesse crescente em soluções sustentáveis. O estudo destaca a necessidade de promover novas pesquisas e políticas que integrem empresas privadas e governos para desenvolver soluções inovadoras e sustentáveis, essenciais para a preservação dos ecossistemas marinhos. Essas iniciativas são fundamentais para enfrentar os desafios impostos pelo acúmulo de resíduos sólidos, proteger a biodiversidade e garantir a sustentabilidade ambiental.

**Palavras-chave:** gestão de resíduos sólidos; revisão bibliométrica; zonas costeiras; ecossistemas marinhos; soluções sustentáveis.

## INTRODUÇÃO

O processo de urbanização e o rápido surgimento de novas tecnologias intensificou a geração de resíduos sólidos, que são eliminados de forma inadequada em rios e no mar, desencadeando potenciais danos à natureza (ERSOY *et al.*, 2008). Os pesquisadores como Chowdhury, Chowdhury e Sait (2021) destacam o uso massivo de máscaras descartáveis durante a pandemia ocasionada pelo COVID-19, alarmando os países em todo o mundo. Eles também evidenciaram outro grave problema, como a geração de resíduos plásticos oriundos das máscaras faciais, sendo encontradas 2,37 milhões de toneladas de resíduos plásticos em zonas costeiras dos 46 países analisados. Isso se deve à não conformidade da comunidade internacional com a gestão de resíduos sólidos. Além disso, segundo Ivar *et al.* (2011) as atividades turísticas são um dos principais fatores para a acumulação de resíduos nas praias, sendo encontrados aproximadamente 3.000 resíduos km<sup>2</sup> em praias desenvolvidas. Esta constatação aponta para uma notável deficiência na gestão eficaz de resíduos sólidos, gerando preocupações significativas, visto que os plásticos são ingeridos por animais pertencente ao ecossistema local, bem como a extinção de barreiras de corais. Esse, primordialmente, no crescimento e formação de habitat natural, sendo um grande provedor de recursos e nutrientes capazes de estruturar um ecossistema marinho complexo (ZHANG *et al.*, 2023).

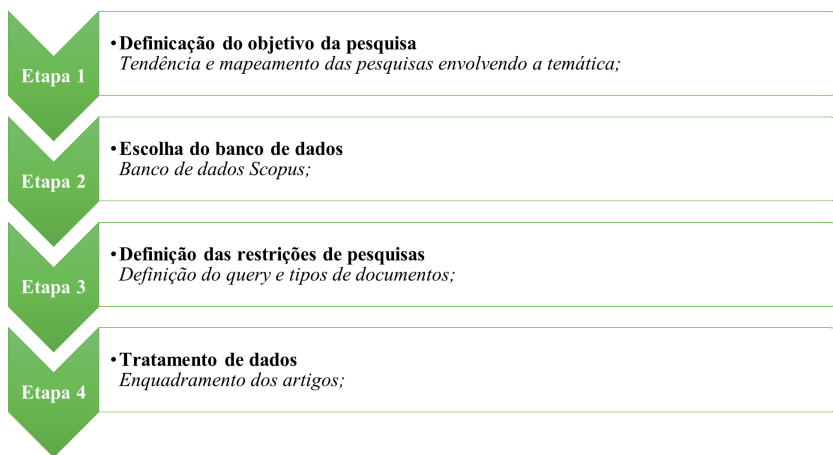
A preocupação com o descarte de resíduos sólidos no litoral estimulou Reichert *et al.* (2018) pesquisaram a exposição de microplásticos em barreiras de corais, onde observaram a necrose tecidual em *Pocillopora spp.* e também em *Pocillopora verrucosa*, causando um impacto negativo de 40% em toda a área de superfície. Tendo forte contribuição do aquecimento global e agravamento devido ao microplástico, que por sua vez impactam significativamente, quando sob stress térmico (REICHERT *et al.*, 2021). Além disso, Ghayebzadeh, Taghipour Alsani (2020), estimam que cerca de 1.634,9 kg toneladas (kt) e 204,6 kt de resíduos plásticos foram gerados pelos estados litorâneos do Golfo Pérsico e do Golfo de Omã em 2016, com a perspectiva de aumentar esses números em cerca de 29% e 38% até 2030. Isso se deve à ineficiência de políticas públicas e de estratégia para implementação da gestão de resíduos sólidos em zonas costeiras.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é investigar o impacto do acúmulo de resíduos sólidos no litoral e o número de documentos publicados nos últimos anos, sendo relatado a relevância das novas pesquisas realizadas, os países que estão contribuindo, organizações e palavras-chave mais citadas.

## MÉTODOS

O banco de dados *Scopus* foi escolhido para realizar a revisão bibliométrica, sendo concluída em 26 de setembro de 2023. O *Scopus* é um banco de dados com conteúdo abrangente e dados de pesquisa de alta qualidade, possibilitando o acesso rápido a publicações científicas, a verificação de tendências de pesquisa e a obtenção automática de resultados precisos de citações. Nesta base de dados, utilizou-se a secção de título, resumo e palavras-chave correspondendo a: (TITLE-ABS-KEY ("Solid waste management" OR "Waste solid" OR "Waste handling") AND ("Coastal áreas" OR "Seashore" OR "Sergipe coastline") AND ("Sustainability" OR "Environmental impact" OR "Environmental policies")) e operadores booleanos como OR e AND para ampliar a busca usando termos sinônimos e limitar a procura para a área de pesquisa (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma metodológico utilizado para a revisão bibliométrica.



Fonte: Autoria própria (2024).

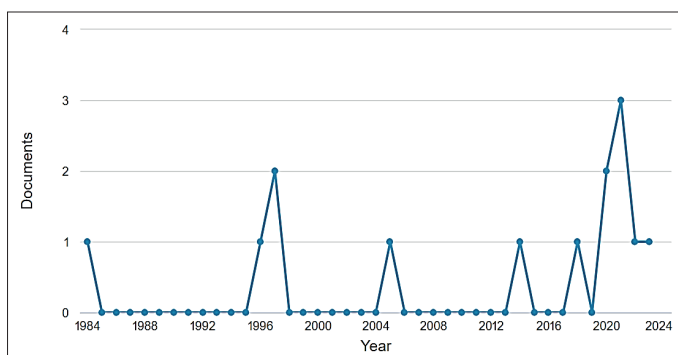
Inicialmente, a pesquisa foi limitada a artigos de pesquisa, onde foram encontrados 14 documentos. Nesse sentido, foi realizada uma avaliação dos documentos com base em critérios como título, resumo, ano de publicação, assim possibilitou eliminar os artigos que não fazem parte do tema da pesquisa, portanto sendo excluído da pesquisa. Além disso, foi escolhido o *software* VOSviewer para produção dos gráficos e mapeamento dos dados, como também o bibliometrix online utilizando a linguagem de programação R.

## DISCUSSÃO

Durante a verificação dos artigos pertencentes ao tema da pesquisa, foi eliminado somente um documento que tratou da emissão do dióxido de carbono em veículos, o que não está relacionado com resíduo sólido no litoral (Grassi; Brignole; Díaz, 2021).

A primeira publicação ocorreu em 1984 por Sivalingam (1984), quando estudou o impacto ambiental causado pelo acúmulo de resíduos sólidos em áreas costeiras de Penang. Os metais pesados são também resíduos sólidos, esse tem impactado fortemente a região, onde foi encontrado nos mexilhões de lábios verdes (*Perna viridis L.*). Posteriormente, a investigação e relatos do impacto de resíduos sólidos continuou como apresentado na Figura 2. Neste contexto, pode-se notar que, a partir de 2020, há uma maior quantidade de publicações, visto a preocupação com a vida na terra por parte das organizações mundiais, que tem exigido ações que promovam a preservação do meio ambiente e colaborando com a transição energética. Contudo, nota-se uma dificuldade em substituir por completo o uso do plástico, ou encontrar nova utilidade, após a reciclagem em grandes centros de reciclagem devido ao pouco incentivo de novas pesquisas inovadoras. Enquanto isso, o ecossistema deteriora com a alta quantidade de resíduos sólidos despejados nas praias e oceanos.

Figura 2 - Número de artigos publicados por ano.



Fonte: Scopus (2024).

## DISTRIBUIÇÃO DAS PUBLICAÇÕES POR PAÍS E POR INSTITUIÇÃO

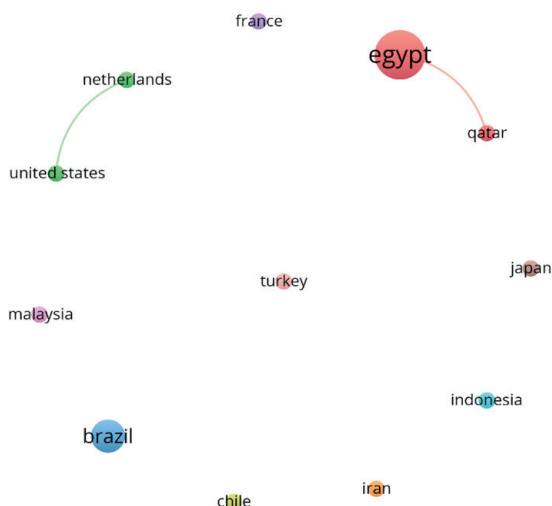
No ranking dos países que mais publicaram na base de dados *Scopus*, apresentou a concentração do número de publicações. O Egito se destaca em primeiro dos países mais produtivos com 3 publicações (20,0%) do total de publicações, como ilustrado na Tabela 1 e na Figura 3. Em seguida, do Brasil com 2 publicações (13,3%) e o Chile com 1 publicação (6,7%).

**Tabela 1 - Ranking dos 10 países mais produtivos na base de dados *Scopus*.**

	País	Número de publicações	Porcentagem (%)
1	Egito	3	20,0%
2	Brasil	2	13,3%
3	Chile	1	6,7%
4	França	1	6,7%
5	Indonésia	1	6,7%
6	Irão	1	6,7%
7	Japão	1	6,7%
8	Malásia	1	6,7%
9	Países de Baixo	1	6,7%
10	Qatar	1	6,7%

Fonte: Autoria própria (2024).

**Figura 3 - Mapa de redes por países envolvendo a temática.**

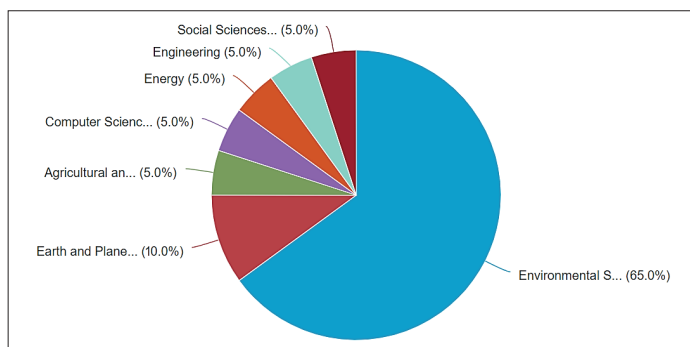


Fonte: VOSviewer (2024).





Figura 6 - Área temáticas envolvendo a temática.

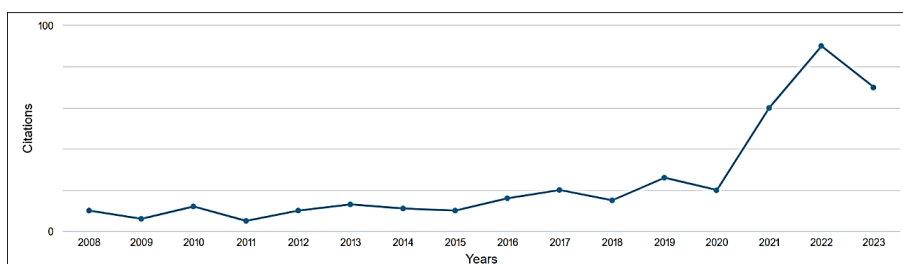


Fonte: Scopus (2024).

## ANÁLISE DE CITAÇÕES

Na Figura 7, tem-se o número de citações por ano durante o período de 2008-2023, no qual ocorreu um aumento expressivo em 2020 quando comparado aos anos anteriores. Isso se deve à importância do tema da pesquisa para os pesquisadores, que têm buscado implementar a gestão de resíduos sólidos no litoral, bem como investigar o quantitativo de resíduos encontrados no litoral ano após ano, dentre outras informações importantes.

Figura 7 - Série histórica do número de citações por ano.



Fonte: Scopus (2024).

Na Tabela 2, estão os artigos mais relevantes com base no banco de dados Scopus. Em destaque o de Mostafa, Gamal e Wafiq (2021) pela revista Journal of Environmental Management com fator de impacto de 8,7. Em seguida, Berkun, Aras e Nemlioglu (2005) pela revista Waste Management com 81 citações, tendo 8,1 de fator de impacto e, por último, o artigo publicado por Castilla (1996) com

75 citações da revista Environmental Monitoring and Assessment, que tem 3,0 de fator de impacto.

**Tabela 2 - Os principais artigos mais relevantes envolvendo a temática.**

	Título do artigo	Autor	Número de citações	Revista
1	The impact of COVID 19 on air pollution levels and other environmental indicators - A case study of Egito	Mostafa, Gamal, Wafiq (2021)	88	Journal of Environmental Management
2	Disposal of solid waste in Istanbul and along the Black Sea coast of Turkey	Berkun, Aras, Nemlioglu (2005)	81	Waste Management
3	Copper mine tailing disposal in northern Chile rocky shores: Enteromorpha compressa (Chlorophyta) as a sentinel species	Castilla (1996)	75	Environmental Monitoring and Assessment

Fonte: Autoria própria (2024).

**Tabela 3 - Distribuição de valores por países quanto a citação.**

Ranking	País	Total de citações	Média de citações
1	Egito	126	42,00
2	Turquia	81	81,00
3	Chile	75	75,00
4	Brasil	51	25,50
5	França	35	35,00
6	Irã	29	29,00
7	Japão	21	21,00
8	Estados Unidos	15	15,00
9	Malásia	7	7,00
10	Indonésia	0	0,00

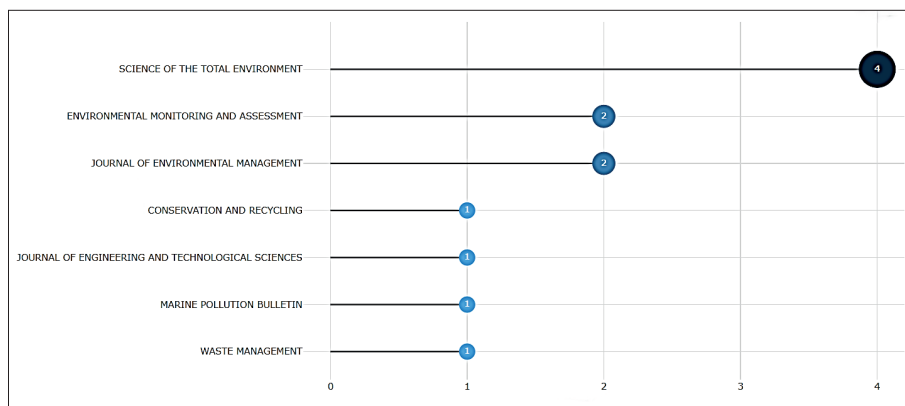
Fonte: Autoria própria (2024).

A Tabela 3 apresenta uma comparação das citações entre os países analisados. O Egito lidera com 126 citações, indicando um impacto substancial na área de pesquisa. Turquia e Chile também se destacam com valores de 81 e 75, respectivamente. Em contraste, países como Brasil (51) e França (35) têm valores intermediários, enquanto Irã (29), Japão (21) e Estados Unidos (15) apresentam números mais baixos. Malásia e Indonésia mostram os menores valores, com 7 e 0 citações, respectivamente. Essa distribuição sugere uma concentração de impacto em alguns países, refletindo possíveis diferenças na produção e impacto da pesquisa global.

## ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO ABORDADAS NA LITERATURA

A análise das revistas citadas neste estudo, com base em seus fatores de impacto, destaca as mais relevantes. O periódico *Science of the Total Environment* apresenta o maior índice H (4), indicando seu elevado impacto e importância na pesquisa ambiental. Os periódicos *Environmental Monitoring and Assessment* e *Journal of Environmental Management*, cada um com um índice H de 2, também se destacam por fornecer informações cruciais sobre monitoramento e gestão ambiental. O índice H considera tanto o número de conexões quanto a relevância dessas conexões (Lü *et al.*, 2016).

**Figura 8** - Fator de impacto nos principais periódicos envolvendo a temática.



Fonte: Bibliometrix adaptado (2024).

Outros periódicos, como *Conservation and Recycling*, *Journal of Engineering and Technological Sciences*, *Marine Pollution Bulletin* e *Waste Management*, obtiveram uma pontuação baixa (1) cada, indicando fatores de impacto menores, mas ainda relevantes. Essas fontes oferecem perspectivas diversificadas, o que é importante para mapear e compreender as tendências das pesquisas na temática, destacando o que tem sido mais atrativo para o mercado e para os pesquisadores em temas como reciclagem, inovação tecnológica e impactos ambientais.

## ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO ABORDADAS NA LITERATURA

Uma política e estratégia de controle e remoção de resíduos sólidos eficientes são imprescindíveis para mitigação de danos ao ecossistema marinho. De acordo com Haarr *et al.* (2024), destacam que o volume de resíduos sólidos nas praias de Lofoten, na Noruega, é de 10 itens por 100 m<sup>2</sup>. É recomendado realizar a limpeza das praias com maior frequência e em menor proporção, especialmente no outono, devido ao clima e ao aumento do lixo. Enquanto na zona costeira Vichoor, Tamil Nadu, na Índia, revelou-se que um sistema integrado de gestão de resíduos com a rede urbana separado em três etapas: segregação do resíduo primária e secundária, como também a coleta. Assim, sendo possível realizar a compostagem e a recuperação de resíduo. Os resultados de Thomas, Thayyil e Philip (2021), apresentam uma redução do gás metano na atmosfera quando comparado com o sistema de despejo do lixo a céu aberto em 316,29 kg CO<sub>2</sub> equivalente/toneladas. O impacto da circulação dos resíduos sólidos nas zonas costeiras é escalonado e não se restringe ao local de despejo. A avaliação da circulação de resíduos nos oceanos demonstrou que, embora os resíduos possam navegar a longas distâncias, um terço das partículas segue esse caminho, enquanto a maioria se acumula nas praias locais, representando dois terços (Chenillat *et al.*, 2021).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão bibliométrica busca incentivar a pesquisa científica sobre a gestão de resíduos sólidos no litoral, devido ao alto número de resíduos sólidos despejados e encontrados no litoral e oceanos. Esses ecossistemas têm sido destruídos com as mortes da espécie marinha na região. O desenvolvimento de estudos que exploram a gestão de resíduos sólidos é imprescindível para a manutenção do ecossistema marinho, impacto pelas ações do homem, sendo necessário realizar novas pesquisas, integrando empresas privadas e o governo, para obter soluções inovadoras e sustentáveis abordando a gestão de resíduos sólidos.

Neste contexto, a revisão bibliométrica e de rede permitiu encontrar 13 artigos de pesquisa, em um período de 1984 a 2023, tendo ocorrido um elevado número de publicações em 2012-2023, principalmente nos anos de 2020 a 2023. O idioma mais frequente em todos os artigos foi o inglês.

O Egito ocupou a primeira posição, quanto ao número de publicações e de citações, o que, portanto, demonstra a importância dada ao país em relação aos problemas enfrentados no mundo, quanto aos resíduos sólidos em zonas costeiras e sua relevância para as novas pesquisas realizadas, visto que também ocupou a primeira posição em número de citações. Esses resultados têm grande relevância no cenário internacional, com impacto significativo na participação de pesquisas. Ao analisar as organizações mais produtivas, foi a Universidade de Alexandria, no Egito, a Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas no Brasil e Universidade da Malásia, na Malásia. As revistas com maior relevância, *Journal of Environmental Management*, com 88 citações, a *Waste Management* com 81 citações e *Environmental Monitoring and Assessment* com 75 citações.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro de agências brasileiras de fomento à pesquisa, como CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) sob o Código Financeiro 001, CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), FAPITEC/SE (Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe), e a Universidade Federal de Sergipe.

## REFERÊNCIAS

CASTILLA, J. C. Copper mine tailing disposal in northern Chile rocky shores: *Enteromorpha compressa* (Chlorophyta) as a sentinel species. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 40, p. 171-184, 1996.

CHOWDHURY, H.; CHOWDHURY, T.; SAIT, S. M. Estimating marine plastic pollution from COVID-19 face masks in coastal regions. **Marine Pollution Bulletin**, v. 168, p. 112419, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112419>.

ERSOY, H. *et al.* Municipal solid waste management and practices in coastal cities of the Eastern Black Sea: a case study of Trabzon City, NE Turkey. **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, v. 67, p. 321-333, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10064-008-0129-2>.

GRASSI, Y. S.; BRIGNOLE, N. B.; DÍAZ, M. F. Vehicular fleet characterisation and assessment of the on-road mobile source emission inventory of a Latin American intermediate city. **Science of the Total Environment**, 148255, p. 792, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148255>.

HAARR, M. L. *et al.* Beach litter deposition and turnover, effects of tides and weather, and implications for cleanup strategies: A case study in the Lofoten archipelago, Norway. **Marine Pollution Bulletin**, v. 206, p. 116720, 2024.

HANSANI, K. U. D. N. *et al.* Contamination of microplastics in tropical coral reef ecosystems of Sri Lanka. **Marine Pollution Bulletin**, v.194, 115299, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115299>.

IVAR, J. A.; SANTOS, I. R.; FRIEDRICH, A. C.; MATTHIENSEN, A.; FILLMANN, G. Plastic Pollution at a Sea Turtle Conservation Area in NE Brasil: Contrasting Developed and Undeveloped Beaches. **Estuaries and Coasts**, v. 34, p. 814-823, 2011.

MOSTAFA, M. K.; GAMAL, G.; WAFIQ, A. The impact of COVID 19 on air pollution levels and other environmental indicators - A case study of Egito. **Journal of Environmental Management**, v.277, p. 111496, 2021.

LÜ, L. *et al.* The H-index of a network node and its relation to degree and coreness. **Nature communications**, v. 7, n. 1, p. 10168, 2016.

REICHERT, J. *et al.* Responses of reef building corals to microplastic exposure. **Environmental Pollution**, v. 237, p. 955-960, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.006>.

SIVALINGAM, P. M. Ocean disposal and land reclamation problems of Penang, Malaysia. **Conservation & Recycling**, v. 7, n. 2-4, p. 85-98, 1984.

THOMAS, A. R.; THAYYIL, M. I.; PHILIP, L. Strategies for Adaptation of Solid Waste Management Infrastructure in Coastal Areas to Climate Change. *In: International Conference on Hydraulics, Water Resources and Coastal Engineering*. Singapore: Springer Nature Singapore, p.413-428, 2021.

GHAYEBZADEH, M.; TAGHIPOUR, H.; ASLANI, H. Estimation of plastic waste inputs from land into the Persian Gulf and the Gulf of Oman: An environmental disaster, scientific and social concerns. **Science of the Total Environment**, v. 733, p. 138942, 2020.

ZHANG, Wei *et al.* Macro and microplastics as complex threats to coral reef ecosystems. **Environment International**, v.174, 107914, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.107914>.

CHENILLAT, F *et al.* Fate of floating plastic debris released along the coasts in a global ocean model. **Marine Pollution Bulletin**, v.165, p.112116, 2021.