

ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DE MICROPLÁSTICO PRESENTES EM AMOSTRAS MARINHAS DA BAÍA DE SANTOS, SP.

Kevelyn Lorrany Lopes de Lara ¹; Fernanda de Souza Alves Feitosa ¹;
Greiciane de Carvalho Santos ¹; Msc. Maria Fernanda Palanch ²; Erica Elias
Baron ² (Dr^a)

¹ Discente do Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário São Judas – Santos, SP.

² Docente do Centro Universitário São Judas – Santos, SP.

RESUMO

A poluição por plástico no ambiente marinho se tornou um problema de grandes proporções e magnitude global. Os microplásticos, considerados contaminantes emergentes, representam uma preocupação econômica e ambiental em escala mundial. No presente projeto objetivou-se quantificar o microplástico presente na água da Baía de Santos e desenvolver, no laboratório, a técnica de separação e quantificação do microplástico. Foram realizadas 4 coletas de água do mar, em 8 pontos distintos na Baía de Santos. Em laboratório, as amostras foram tratadas com peróxido de hidrogênio 30% e catalisador sulfato ferroso (FeSO₄) em solução, sob aquecimento a 75° C, a fim de degradar a matéria orgânica (MO) presente. Como esse procedimento não foi suficiente para a retirada total da MO foi utilizado ácido sulfúrico P.A. para a completa degradação da MO. Após, as amostras foram submetidas a uma solução supersaturada de NaCl, capaz de fazer o microplástico ser separado por diferença de densidade. Foram analisadas 64 amostras de água do mar e o microplástico contado e qualificado quanto ao seu formato e cor. Os dados quali-quantitativos ainda estão sendo processados.

Palavras chave: Microplástico; Baía de Santos; Poluição Marinha

INTRODUÇÃO

O lixo global é um problema que afeta o meio ambiente e ameaça a biota aquática em todo o mundo. Há quase 20 anos, Mascarenhas et al. (2004) já apontava que um grande número de espécies, incluindo 86% de tartarugas marinhas, 44% de aves marinhas, 43% de mamíferos marinhos e uma grande variedade de peixes e invertebrados são de alguma forma influenciada pela presença de resíduos sólidos nos oceanos e praias. Os resíduos sólidos no ambiente marinho foram reconhecidos como um problema ambiental apenas recentemente (Cesar-Ribeiro et al., 2017) e durante décadas, a eliminação de resíduos não era mais que uma política municipal, pois, aparentemente, os restos dispostos no ambiente marinho simplesmente desapareceriam. Porém, não se sabia que os plásticos (e outros produtos como nylon, poliestireno, borracha, etc.) seriam um dos mais importantes poluentes ambientais do século

XXI (Chassignet et al, 2021). Duas das principais características que tornam os plásticos bastante utilizados pelo ser humano são o seu peso leve e sua alta durabilidade. Este material, quando não descartado de forma adequada, apresenta uma grande ameaça ambiental, podendo ser facilmente transportados a longas distâncias das áreas de origem e se acumularem nos oceanos, onde causam uma variedade de impactos ambientais e econômicos (UNEP, 2005; Thompson et al., 2009; Morales-Caselles et al, 2021).

Os detritos antropogênicos se tornaram onipresentes em todos os ambientes marinhos, sendo o plástico o maior componente do lixo marinho (Auta *et al.*, 2017; Bergmann *et al.*, 2015), acumulando-se na superfície dos oceanos, ao longo da coluna d'água e no fundo do mar (Thompson *et al.*, 2004; Barnes *et al.*, 2009). Ecossistemas costeiros marinhos são especialmente suscetíveis à poluição por plástico, uma vez que as linhas costeiras que recebem insumos marinhos e terrestres, tornam-se regiões de acúmulo de detritos. Os microplásticos são contaminantes emergentes, de preocupação econômica global. Por conta do seu pequeno tamanho, uma grande variedade de espécies marinhas pode ingeri-los (Auta *et al.*, 2017), com impactos negativos associados nos processos biológicos (Botterell *et al.*, 2019). Microplásticos podem ter várias fontes no ambiente marinho, sendo classificados em primários, quando são produzidos e utilizados já no tamanho menor que 5mm, ou secundários, quando atingem esse tamanho devido a interferências do ambiente. Por estarem presentes no dia a dia da população humana, pedaços maiores de plástico podem chegar ao oceano por vias terrestres, provenientes do descarte inadequado, bem como por vias hídricas, carreando o plástico de locais distantes. As atividades econômicas relacionadas ao mar, como a pesca, a navegação e o turismo marinho, também são fontes de plástico nos oceanos (Montagner, 2021). Outra fonte de microplástico de origem primária no oceano são os emissários submarinos e o lançamento inadequado de efluentes domésticos. O microplástico é usado na indústria de cosméticos como microesferas (por exemplo, em esfoliantes faciais) e, através do derramamento de microfibras de roupas sintéticas durante a lavagem, também pode entrar no ambiente marinho diretamente através de efluentes residuais de obras de tratamento de esgoto (Thompson, 2015; Napper e Thompson, 2016). No ambiente marinho, o plástico passa por processos de desgaste e são fragmentados pela ação das ondas, degradação UV e abrasão física, eventualmente se tornando microplásticos (Barnes *et al.*, 2009). Dessa forma, a própria dinâmica oceanográfica, incluindo a circulação e a exposição nas camadas superficiais, acaba funcionando como uma potencializadora na ampla distribuição desses detritos pelo ecossistema.

Um dos ecossistemas mais complexos da costa brasileira é o Estuário de Santos, localizado na Região Metropolitana da Baixada Santista, no litoral sul do estado de São Paulo, formado pela Baía de Santos e um complexo de rios e

canais margeados por uma extensa área de mangue. Inserido entre o mar e o mangue, nessa região, está o maior porto da América Latina, o Porto de Santos. A dragagem frequente e o tráfego permanente de embarcações são responsáveis pela ressuspensão do material de fundo, e com isso, a região apresenta uma situação crítica de degradação ambiental, sofrendo interferência antrópica, por meio da emissão de poluentes efetuada por um grande número de indústrias, pelo terminal portuário e por aglomerados urbanos, constituídos principalmente pelas cidades de Santos, São Vicente, Guarujá e Cubatão. A emissão de poluentes sobre o mesmo ambiente por décadas tem efeito cumulativo, influenciando as características físicas e químicas do local (Tommasi, 1979; Abessa et al, 2005; Gimiliani et al, 2020).

A preocupação com a qualidade do ambiente marinho faz parte das políticas públicas implementadas pela prefeitura de Santos. Recentemente, foi implementado no município o Plano Municipal de Mudanças Climáticas, apresentando a visão de futuro que pode ser resumida em “Santos como Cidade Inclusiva, Sustentável, Resiliente e Adaptada aos Riscos Climáticos e Carbono Neutra em 2050” (PACS, 2021). Em vista dessa preocupação, estudos relacionados à dinâmica de dispersão de poluentes, bem como análises de risco e vulnerabilidade do ecossistema são necessários para auxiliar o poder público nas tomadas de decisões.

MÉTODO

O objetivo principal deste projeto é analisar a presença de microplástico na Baía de Santos, em especial, aqueles provenientes da pluma do efluente do Emissário Submarino, gerando dados para a identificação de possíveis ações de mitigação. Para isso, foram realizadas análises quantitativas, com separação e contagem do microplástico presente nas amostras de água do mar e, análises qualitativas, com a identificação do formato e cor do microplástico encontrado.

As amostras de água do mar foram coletadas em 8 pontos distintos de coleta distribuídos na Baía de Santos, como pode ser verificado na Figura 1.

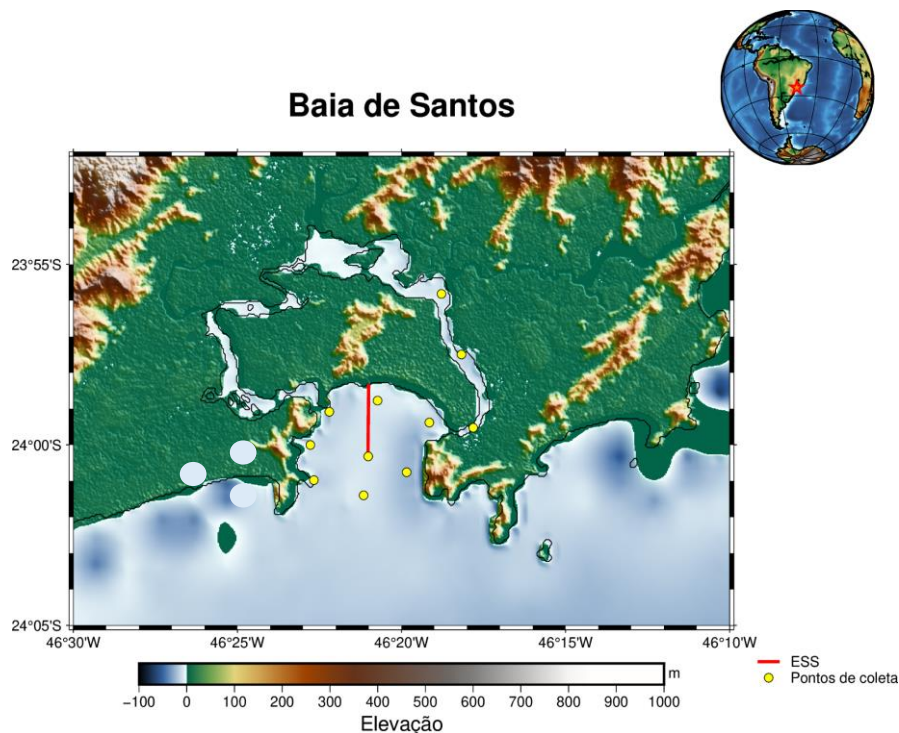


Figura 1. Distribuição dos pontos de coleta no complexo estuarino de Santos.

As amostras de microplástico foram obtidas por meio de arrastos horizontais na água realizados em duplicata, utilizando uma rede de plâncton com abertura de malha de 0,18 mm, diâmetro de 0,65 m e 1 m de comprimento. O volume de água filtrado pela rede foi obtido com o uso de um fluxômetro acoplado à boca da rede. Após a realização dos arrastos, o material retido na malha da rede de plâncton foi armazenado em frascos apropriados e refrigerado para posterior análise em laboratório.

No laboratório, as amostras foram processadas segundo Masura et al., (2015), passando o volume filtrado pela rede de plâncton, em peneira com malha de 5 mm para a retirada de sólidos maiores que 5 mm. Após, as amostras colocadas em béqueres e levadas à estufa a 90° C para evaporação da água. Posteriormente, as amostras foram submetidas à digestão utilizando peróxido de hidrogênio 30% e catalisador sulfato ferroso (FeSO_4) em solução, sob aquecimento a 75° C, a fim de degradar a matéria orgânica presente. As amostras secas foram levadas a um decantador para a separação do microplástico de sólidos sedimentáveis que poderiam estar presentes. Os sólidos sedimentáveis foram retirados e as amostras foram filtradas em filtro de 0,45 μm . Após secos, os filtros foram observados no microscópio estereoscópio, contados e classificados quanto ao seu formato e cor.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A realização do trabalho permitiu a avaliação do método escolhido para a separação das partículas plásticas e foi necessária a adaptação do processo de degradação da matéria orgânica com uso de ácido sulfúrico P.A.. A Baía de

Santos apresenta uma riqueza muito grande de matéria orgânica e sólidos em suspensão, o que dificultou, em princípio, a separação do microplástico. Após o ajuste da metodologia, o procedimento de degradação ácida foi incluído no protocolo e realizado com as amostras de todas as outras coletas.

A figura 2 mostra a sequência simplificada do processamento das amostras.

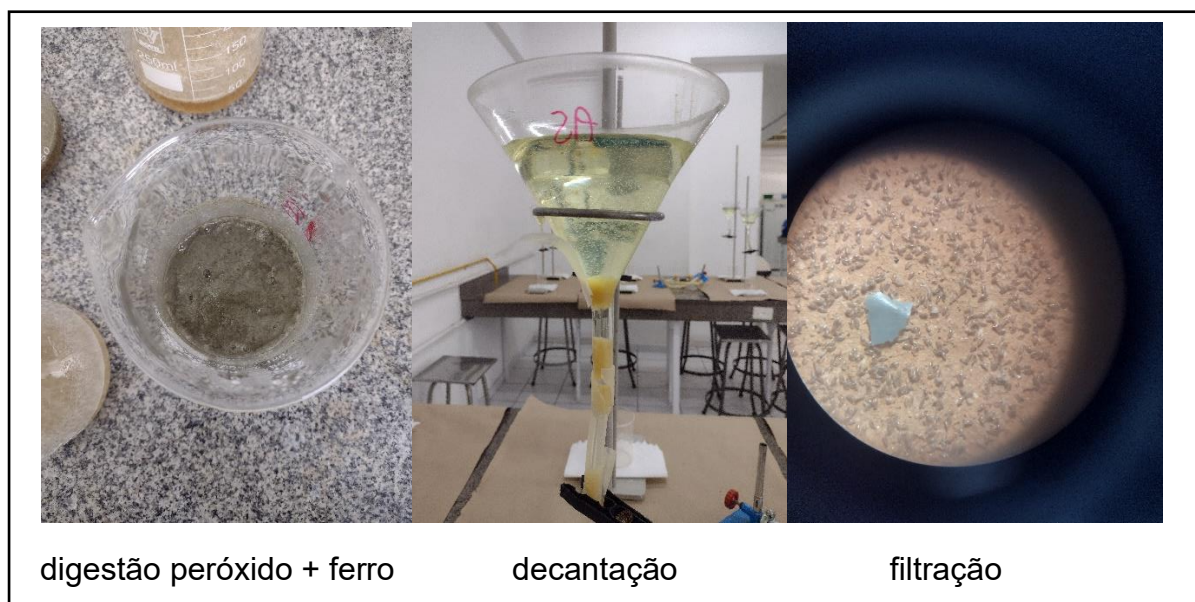


Figura 2: Sequência simplificada do processamento das amostras

O microplástico foi classificado visualmente seguindo os critérios estabelecidos por Lusher et al. (2014). Para que as partículas sejam classificadas como detritos antropogênicos, elas devem (1) ser homogeneamente coloridas, (2) ser brilhantes e não opacas, (3) não ter estruturas orgânicas celulares visíveis, (4) ser igualmente espessas em todo o seu comprimento, e (5) ter flexão tridimensional. As partículas foram separadas por categoria, formato e cor.

Foram utilizadas quatro categorias de tipos de partículas: fragmento (por exemplo, pedaços quebrados de plástico separados), pelotas (microesferas), filme (tais como sacos de plástico), e microfibras. Para a cor, utilizou-se seis categorias: amarela, azul, verde, vermelha, branca e preta. Em relação ao formato da partícula, separou-se em quatro tipos: redondo, quadrado, irregular e filamentoso. Os resultados obtidos em diferentes pontos podem ser observados na figura 3. A figura 4 (a e b) apresenta os filtros analisados em detalhes.



Figura 3: Resultado das filtrações, por ponto de coleta, prontas para separação, contagem e identificação.



Figura 4: Imagens detalhadas dos filtros após diferentes processos e produtos observados.

As informações foram anotadas em planilhas e os dados estão ainda sendo processados para posterior discussão.

CONCLUSÃO

Por meio deste trabalho observou-se que a grande quantidade de matéria orgânica na amostra de água do mar pode ser um fator que interfere na separação do microplástico presente. O procedimento inicial proposto precisou ser adaptado para as condições físico-químicas das amostras analisadas.

O processo de classificação das partículas plásticas mostrou-se bastante trabalhoso e ainda não foi possível concluir o processamento total dos dados. Após essa etapa, o microplástico coletado será analisado em equipamento de classificação do tipo de polímero (Espectroscopia de infravermelho com transformador de Fourier/refletância total atenuada e espectroscopia Raman ressonante de UV. Espectros ATR-FTIR).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abessa, D. M., Carr, R. S., Rachid, B. R., Sousa, E. C., Hortelani, M. A., & Sarkis, J. E. (2005). **Influence of a Brazilian sewage outfall on the toxicity and contamination of adjacent sediments.** Marine Pollution Bulletin, 50(8), 875-885.

APHA (2012) American Public Health Association – APHA. American Water Works Association – AWWA. Water Environmental Federation – WEF. (2012). **Standard methods for the examination of water and wastewater.** Washington, D.C.: APHA

Auta, H. S., Emenike, C. U., & Fauziah, S. H. (2017). **Distribution and importance of microplastics in the marine environment: a review of the sources, fate, effects, and potential solutions.** Environment international, 102, 165-176.

Barnes, D. K., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). **Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences,** 364(1526), 1985-1998.

Bergmann, M., Gutow, L., & Klages, M. (2015). **Marine anthropogenic litter** (p. 447). Springer Nature.

Botterell, Z. L., Beaumont, N., Dorrington, T., Steinke, M., Thompson, R. C., & Lindeque, P. K. (2019). **Bioavailability and effects of microplastics on marine zooplankton: A review.** Environmental Pollution, 245, 98-110.

Cesar-Ribeiro, C., Rosa, H. C., Rocha, D. O., Dos Reis, C. G. B., Prado, T. S., Muniz, D. H. C., & Palanch-Hans, M. F. (2017). **Light-stick: A problem of marine pollution in Brazil.** Marine pollution bulletin, 117(1-2), 118-123.

Chassignet, E. P., Xu, X., & Zavala-Romero, O. (2021). **Tracking Marine Litter With a Global Ocean Model: Where Does It Go? Where Does It Come From?** Frontiers in Marine Science, 8, 414.

Cordeiro, T. C., Barrella, W., Butturi-Gomes, D., & Júnior, M. P. (2018). **A modeling approach for reposition dynamics of litter composition in coastal areas of the city of Santos, Sao Paulo, Brazil.** Marine pollution bulletin, 128, 333-339.

da Silva, R. M., & Vieira, G. B. B. (2017). **Análise propositiva da utilização do vessel traffic management information system (VTMIS) no Brasil: um estudo no porto de Santos.** Análise, 38(16).

Gimiliani, G.T., Fornari, M., Redígolo, M.M., Bustillos, J.O.W.V., Abessa, D.M.S., Pires, M.A.F., (2020). **Simple and cost-effective method for microplastic**

quantification in estuarine sediment: A case study of the Santos and São Vicente Estuarine System. Case Stud. Chem. Environ. Eng. 2, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100020>

Harari, J. & R. Camargo (1998). **Modelagem numérica da região costeira de Santos (SP): circulação de maré.** Revista Brasileira de Oceanografia, vol 46 (2), p 135-159

Harper, A. and K, Nickels. (2008). **Identifying Polymers.** Queensland University of Technology.

Holsman, K., J. Samhour, G. Cook, E. Hazen, E. Olsen, M. Dillard, S. Kasperski, S. Gaichas, C. R. Kelble, M. Fogarty & K. Andrews (2017) **An ecosystem-based approach to marine risk assessment.** Ecosystem Health and Sustainability, 3:1, e01256, DOI: 10.1002/ehs2.1256

Iliff, S. M., Wilczek, E. R., Harris, R. J., Bouldin, R., & Stoner, E. W. (2020). **Evidence of microplastics from benthic jellyfish (*Cassiopea xamachana*) in Florida estuaries.** Marine Pollution Bulletin, 159, 111521.

Lippiatt, S., Opfer, S., & Arthur, C. (2013). **Marine Debris monitoring and assessment (NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46).** Silver Spring. Disponível em: <https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/Lippiatt%20et%20al%202013.pdf>. Acessado em 14/05/2022.

Lusher, A. L., Burke, A., O'Connor, I., & Officer, R. (2014). **Microplastic pollution in the Northeast Atlantic Ocean: validated and opportunistic sampling.** Marine pollution bulletin, 88(1-2), 325-333.

Lusher, A. L., O'Donnell, C., Officer, R., & O'Connor, I. (2016). **Microplastic interactions with North Atlantic mesopelagic fish.** ICES Journal of marine science, 73(4), 1214-1225.

Macali, A., Semenov, A., Venuti, V., Crupi, V., D'Amico, F., Rossi, B., ...& Bergami, E. (2018). **Episodic records of jellyfish ingestion of plastic items reveal a novel pathway for trophic transference of marine litter.** Scientific reports, 8(1), 1-5.

Mascarenhas, R., Santos, R., & Zeppelini, D. (2004). **Plastic debris ingestion by sea turtle in Paraíba, Brazil.** Marine pollution bulletin, 49(4), 354-355.

Masura, J., Baker, J., Foster, G., & Arthur, C. (2015). **Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments (NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48).** Silver Spring. Disponível

em: https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/publicationsfiles/noaa_microplastics_methods_manual.pdf . Acessado em 14/05/2022

Montagner, C.C., Dias, M.A., Paiva, E.M. & Vidal, C. (2021) **Microplásticos: Ocorrência Ambiental e Desafios Analíticos**. Química Nova [online]. 2021, v. 44, n. 10, pp. 1328-1352. Epub 20 Dez 2021. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170791>.

Morales-Caselles, C., Viejo, J., Martí, E., González-Fernández, D., Pragnell-Raasch, H., González-Gordillo, J. I., ... & Cózar, A. (2021). **An inshore-offshore sorting system revealed from global classification of ocean litter**. Nature Sustainability, 4(6), 484-493.

Napper, I. E., & Thompson, R. C. (2016). **Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions**. Marine pollution bulletin, 112(1-2), 39-45.

PACS (2022). **Plano de Ação Climática de Santos. Sumário Executivo**. Disponível em: https://www.santos.sp.gov.br/static/files_www/files/portal_files/hotsites/pacs/plano_de_acao_climatica_de_santos_pacs_sumario_executivo.pdf . Acessado em 14/05/2022.

Reid, J. (2019). **Evolução temporal da dinâmica do sistema estuarino de Santos (SP): efeitos das alterações morfológicas** (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Rosman, P. C. C. (Editor) (2009)- **Referência Técnica do SisBaHiA - Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental**. www.sisbahia.coppe.ufrj.br. COPPE/UFRJ, 2009.

Roversi, F. (2012). Estudo Hidrodinâmico e de renovação das águas do sistema estuarino de Santos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Oceânica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 154p.

Silva, R. A. G., Rosman, P. C. C., & Gallo, M. N. (2019). **Modelo numérico de processos hidrossedimentológicos em praias e próximo a obras hidráulicas marítimas**. Proceedings of the XXIII SBRH 2019.

Sun, Y., Wang, S., Li, J., Zhao, D., & Fan, J. (2017). **Understanding consumers' intention to use plastic bags: using an extended theory of planned behaviour model**. Natural Hazards, 89(3), 1327-1342.

Thompson, R.C., Ylva, O., Mitchell, R.P., Davis, A., Rowland, S.J., John W.G.A., McGonigle, D. AND Russell, A.E. (2004) **Lost at sea: where is all the plastic?** Science, Vol 304, Issue 5672 p. 838.

Thompson, R. C., Swan, S. H., Moore, C. J., & Vom Saal, F. S. (2009). **Our plastic age**. The Royal Society. Volume 364 Issue 1526.

Thompson, R. C. (2015). **Microplastics in the marine environment: sources, consequences and solutions**. In Marine anthropogenic litter (pp. 185-200). Springer, Cham.

TOMMASI, L.R. **Considerações ecológicas sobre o sistema estuarino de Santos (SP)**. Tese de Livre-Docência. USP, Inst. Oceanográfico. 2V. 489p. 1979.

UNEP (2005). Regional Seas Programme, UNEP. Mediterranean Action Plan, Secretariat of the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes, Their Disposal, UNEP/GPA Coordination Office, & Intergovernmental Oceanographic Commission. (2005). **Marine Litter: An Analytical Overview**.

Venancio, K. K., Garcia, P. D., Gireli, T. Z., & Corrêa, T. B. (2020). **Hydrodynamic modeling with scenario approach in the evaluation of dredging impacts on coastal erosion in Santos (Brazil)**. Ocean & Coastal Management, 195, 105227.