

INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NA OCORRÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM PRAIAS ARENOSAS DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

Nayra Bento Côgo¹, Karoline Campi¹, Adriane Baudson do Nascimento², Igor David Costa³, Ilana Rosental Zalmon², Phillipe Mota Machado¹.

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde, Alto Universitário, S/N - Guararema, Alegre - ES, 29500-000 Brasil, nayracogo@gmail.com, karolcampi@gmail.com, phillipe.machado@ufes.br.

²Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Biociências e Biotecnologia, Laboratório de Ciências Ambientais, Av. Alberto Lamego, 2000 - Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes - RJ, 28013-602, Brasil, adrianebaudson@gmail.com, ilana@uenf.br.

³Universidade Federal Fluminense, Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior, Rua João Jasbick, Santo Antônio de Pádua - 28470-000 - Rio de Janeiro -RJ, Brasil, id_costa@id.uff.br.

Resumo

Os resíduos sólidos podem ser encontrados desde regiões costeiras até áreas profundas do oceano, gerando impactos diretos em praias, principalmente em áreas mais urbanizadas. Embora, os impactos sejam conhecidos, a distribuição de resíduos entre setores urbanizados (U) e não urbanizados (NU) ainda carece de investigação. Esse estudo categorizou e quantificou abundância, peso e a riqueza de resíduos sólidos em áreas urbanas e não urbanas de praias no Espírito Santo. Os resíduos encontrados foram classificados em plástico, papel, vidro, metal, madeira processada e material têxtil. As praias que apresentaram maior abundância de resíduos estão localizadas em Marataízes e São Mateus. O plástico foi a categoria mais abundante e com maior peso tanto nos setores U quanto nos setores NU. Os filtros de cigarros foram os itens mais frequentes nos setores U. Os setores U apresentaram maior abundância de resíduos sólidos, atribuída às atividades recreativas, enquanto os resíduos dos setores NU podem ter sido deslocados por influências físicas. Os resultados reforçam a necessidade de estratégias de gestão para resíduos em praias arenosas.

Palavras-chave: lixo marinho, poluição costeira, gestão costeira

Área do Conhecimento: Ecologia

Introdução

Qualquer resíduo sólido produzido pelo homem que acaba entrando no ambiente marinho, direta ou indiretamente, pode ser classificado como lixo marinho (Engler, 2012; UNEP, 2015). Devido à má gestão desses resíduos, boa parte pode ser encontrada desde o litoral até o oceano mais profundo (Woodall et al., 2014). Como consequência, praias situadas nas proximidades de áreas urbanas podem sofrer uma perda da qualidade ambiental (Aragónés, 2016), uma vez que, são utilizadas para atividades recreativas e turísticas, e enfrentam problemas devido o uso irracional dos recursos hídricos e energéticos, além da quantidade de resíduos sólidos gerados, principalmente durante o verão (De Araújo e Costa, 2006; Zorpas, Voukkali e Loiza, 2014; Caminada, 2021).

A maior parte do lixo marinho observado nas praias é composto por plástico, papel, vidro, metal, madeira processada e material têxtil (Asensio-Montesinos et. al., 2020), com o plástico sendo um dos resíduos mais encontrados (Ivar do Sul e Costa, 2007). Devido a sua versatilidade, os plásticos são amplamente utilizados em boa parte dos setores industriais, como embalagens de alimentos e bebidas, construção civil e peças de veículos (ABIPLAST, 2022).

Muitos materiais plásticos, como os filtros de cigarro, são mundialmente consumidos e, se descartados incorretamente, representam um risco potencial de poluição, ameaçando tanto a saúde humana quanto o meio ambiente (Novotny e Slaughter, 2014; De Araújo e Costa, 2019). Assim, os resíduos plásticos se transformaram em um grande desafio para a gestão ambiental, afetando tanto a terra como os oceanos (Letcher, 2020), trazendo consequências para os organismos terrestres e aquáticos (Endo, 2005; Gall e Thompson, 2015).

Esse estudo categorizou e quantificou a abundância, o peso e a riqueza de resíduos sólidos em áreas urbanas e não urbanas de praias no Espírito Santo, gerando informações para compreender a poluição nas praias e apoiar estratégias de gestão costeira, fornecendo dados para uma compreensão mais profunda da relação entre urbanização e o acúmulo de resíduos. A categorização dos resíduos é essencial para a formulação de políticas públicas e estratégias de mitigação para a redução dos impactos ambientais.

Metodologia

A coleta dos resíduos sólidos foi realizada durante o primeiro semestre de 2024 em praias localizadas em sete municípios litorâneos do Espírito Santo: Marataízes, Anchieta, Itapemirim, Guarapari, Aracruz, São Mateus e Conceição da Barra. Em cada praia, um setor urbanizado (U) e um setor não urbanizado (NU) foram amostrados (González et al. (2014). Os resíduos sólidos foram coletados manualmente no fim da tarde, durante a semana. Cada setor foi dividido em cinco transectos com dois metros de largura, da linha d'água ao final do supralitoral (Abude et al., 2021) e todos os resíduos encontrados dentro dos transectos foram recolhidos. Ao final da coleta, os resíduos foram levados para o laboratório, contados, pesados e classificados em seis categorias, sendo elas: plástico, papel, vidro, metal, madeira processada e produto têxtil.

A frequência relativa foi calculada para todos os itens encontrados nos setores urbanizados e não urbanizados das praias. O teste T para duas amostras independentes foi empregado para determinar a variabilidade na abundância, peso e riqueza de resíduos sólidos entre os setores U e NU. Além disso, a Anova, seguida pelo teste de Tukey, foi utilizada para analisar a variabilidade na abundância, peso e riqueza de resíduos sólidos tanto nas diferentes praias quanto nas categorias de resíduos.

Resultados

Um total de 1203 itens foi coletado nas praias, com um peso acumulado de 2184,16 g. De modo geral, nos setores U (136,4 itens $\pm 28,96$) e NU (35,4 itens $\pm 4,52$), tanto a abundância quanto o peso (U = 197,8g $\pm 41,4$; NU = 114,2g $\pm 19,6$) não apresentaram diferenças significativas (Figura 1). No entanto, diferenças estatísticas foram observadas na riqueza dos resíduos sólidos entre os setores U (38,7 $\pm 4,31$) e NU (20,14 ± 2).

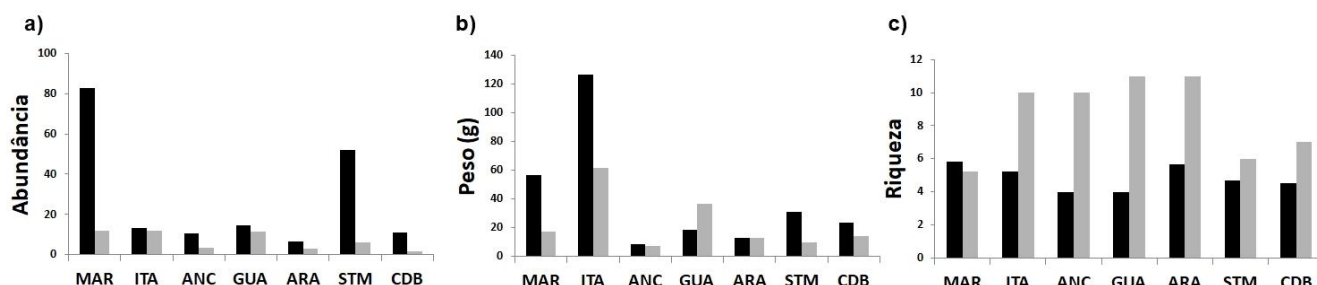
Figura 1. Abundância (a), peso (b) e riqueza (c) dos resíduos sólidos amostrados em setores urbanizados (barra preta) e não urbanizados (barra cinza) de sete praias no Espírito Santo. Descrição: U - Urbanizado; NU - Não urbanizado.



Fonte: Os autores

No setor U das praias, as maiores abundâncias de resíduos foram encontradas em Marataízes (82,20 itens $\pm 1,4$) e a menor abundância em Aracruz (6,6 itens $\pm 0,27$). Quanto ao peso, os maiores valores foram na praia de Itapemirim (U = 126,30g $\pm 12,8$) e os menores em Anchieta (U = 8,5g $\pm 0,9$). Comparando a abundância entre os setores U e NU de cada praia, houve diferença significativa ($p < 0,05$) apenas em Marataízes (U = 88,8 itens $\pm 1,4$; NU = 17,39 itens $\pm 2,1$) e em São Mateus (U = 52,2 itens $\pm 1,1$; NU = 31,2 itens $\pm 2,30$). Por outro lado, quando comparada à abundância entre praias, Marataízes (U) e São Mateus (U) se diferiram ($p < 0,05$) tanto entre si quanto em relação às outras praias. Em termos de riqueza de itens, Marataízes apresentou maior riqueza (U = 14 itens $\pm 2,7$), seguido de São Mateus (U = 11,6 itens $\pm 4,8$) e Itapemirim (U = 8,2 itens $\pm 3,3$) (Figura 2).

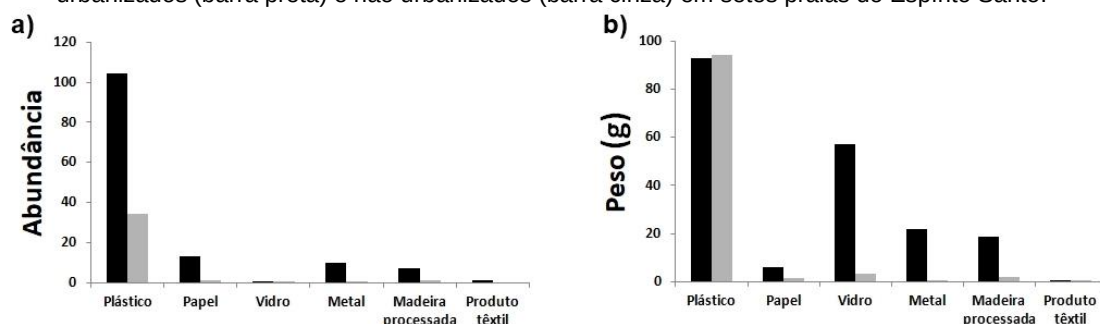
Figura 2. Abundância (a), peso (b) e a riqueza (c) dos resíduos sólidos amostrados em setores urbanizados (barra preta) e não urbanizados (barra cinza) de setes praias no Espírito Santo. Descrição: MAR - Marataízes; ITA - Itapemirim; ANC - Anchieta; GUA - Guarapari; ARA - Aracruz; STM - São Mateus; CBD - Conceição da Barra.



Fonte: Os autores

Os resíduos plásticos foram os mais abundantes e com maior peso tanto nos setores U (104,14 itens $\pm$ 26,68; 92,99 g $\pm$ 41,37) quanto nos setores NU (34,57 itens $\pm$ 4,36; 109,93g $\pm$ 19,63) (Figura 3). Diferenças significativas ($p < 0,05$) foram observadas na abundância e no peso dos resíduos plásticos quando comparados com as outras categorias de resíduos entre os setores U e NU.

Figura 3. Abundância (a) e peso (b) em gramas das categorias de resíduos sólidos amostrados nos setores urbanizados (barra preta) e não urbanizados (barra cinza) em setes praias do Espírito Santo.



Fonte: Os autores

O filtro de cigarro (34,2%), seguido de fragmento plástico (19%) e embalagens (15,8%) apresentaram maior frequência relativa no setor U, enquanto fragmentos plásticos (49,6%) e embalagens (29,4%) obtiveram maior frequência no setor NU (Tabela 1).

Tabela 1. Frequências relativas (%) de resíduos sólidos encontrados nos setores urbanizados (U) e não urbanizados (NU) em sete praias do Espírito Santo.

Resíduos Sólidos		Sector Urbanizado	Sector Não Urbanizado
Categoria	Subcategoria	Frequência Relativa %	Frequência Relativa %
Plástico	Embalagens	15,83	29,44
	Filtro de cigarro	34,17	2,80
	Fragmento plástico	18,97	49,60
	Outros itens	7,33	15,72
Papel	Fragmento de papel	8,50	0,81
	Outros itens	1,36	0,00
Metal	Tampinha de metal	5,56	0,41
	Outros itens	1,88	0,41
Madeira Processada	Palitos de madeira	4,30	0,00
	Outros itens	0,84	0,00
Vidro e Produto têxtil	Itens variados	1,26	0,81
Total		100	100

Fonte: Os autores.

Discussão

Os resultados mostraram que a quantidade de resíduos sólidos nos setores urbanizados foi significativamente maior em comparação com os setores não urbanizados, com destaque para a predominância de plásticos e bitucas de cigarros. Há diversos fatores interdependentes que podem contribuir para o depósito de resíduos sólidos nas praias, como o vento, maré, vazão do rio e a morfologia da praia. Além disso, deve-se considerar também variáveis socioeconômicas como a infraestrutura municipal e a densidade populacional humana, que está intrinsecamente interligado ao comportamento social, e o nível de educação ambiental dos moradores locais e dos visitantes (De Araújo e Costa, 2006).

Em um estudo feito por Caminada (2021) em algumas praias do Espírito Santo, foi possível observar que a maior recorrência de resíduos sólidos ocorre no verão, devido ao aumento esperado de banhistas para esse período do ano, mas também pode ser atribuído ao aporte fluvial. A maior parte dos objetos coletados nos setores urbanizados correspondem aos itens utilizados pelos frequentadores das praias, como colheres e copos descartáveis, canudos, filtros de cigarros, embalagens e latas de cervejas.

Os setores urbanizados com menos resíduos sólidos possivelmente têm serviços de limpeza mais efetivos, como ocorre em Itapemirim, Anchieta e Guarapari. Além disso, a proximidade de unidades de conservação, como é o caso dos municípios de Conceição da Barra e Aracruz, contribui para a redução de resíduos sólidos, uma vez que, essas áreas promovem a preservação ambiental e implementam diretrizes rigorosas para a gestão de resíduos (De Araújo e Costa, 2007; Caminada, 2011). O Parque Estadual de Itaúnas, localizado neste município, frequentemente conta com o auxílio de mutirões de limpeza que acontecem tanto no parque quanto em suas proximidades (GOVES, 2023; IEMA, 2024).

Mesmo sob menor intensidade, a poluição por resíduos em áreas não urbanizadas também pode ser resultado de atividades humanas. Os resíduos sólidos encontrados nesses setores, possivelmente, são transportados por meio da maré, correntes e ventos (De Araújo e Costa, 2007; UNEP, 2015).

Um aspecto observado foi a presença de fragmentos plásticos nas praias, que tiveram uma frequência relativa elevada em todos os setores. A fragmentação do plástico pode ser resultado de resíduos antigos que foram fragmentados devido à ação das ondas e dos ventos, além da exposição ao sol e ao tempo (Eriksen et al., 2014; Caminada, 2021).

Os filtros de cigarro, comumente conhecidos como bituca, tiveram a maior frequência relativa nos setores urbanizados. Segundo o relatório da Ocean Conservancy (2020), eles ocuparam o segundo lugar no índice internacional de itens coletados nas praias, com quatro milhões de bitucas de cigarro coletadas mundialmente. Considerando que os cigarros são compostos por acetato de celulose fotodegradável, a degradação deste resíduo é lenta. Mesmo em condições ideais, o material de origem pode não desaparecer completamente, podendo se diluir na água (uma única bituca pode contaminar 1000 L de água com nicotina) e no solo, contaminando o ambiente (Roder Green, Putschew, Nehls, 2014; Bonamo et al., 2015).

Certos tipos de plásticos podem variar entre tipo e tamanho, conter menor ou maior carga de contaminantes, devido às suas propriedades físicas (Rochman, 2015), como visto nos filtros de cigarro. Por essa razão, é crucial avaliar os riscos associados aos resíduos plásticos, considerando a mistura complexa de produtos químicos que eles podem conter e a sua influência nos níveis tróficos.

Organismos marinhos que ingerem plásticos podem correr maior risco de efeitos tóxicos e acumulação do plástico, os quais podem ser transferidos ao longo da cadeia alimentar, chegando até a alimentação humana (Gouin, 2011). Um exemplo é a ingestão de bivalves, onde se estima que a ingestão anual de microplásticos por adultos seja inferior a 0,1 itens/Kg (Abd-Elkader et. al., 2023).

Conclusão

O setor urbanizado teve a maior quantidade de resíduos sólidos, devido ao maior uso das praias para atividades recreativas e a proximidade com áreas mais urbanas. Este estudo fornece dados importantes para a mitigação dos impactos de resíduos sólidos em praias capixabas, pois identifica os tipos de resíduos mais frequentes, permitindo que medidas específicas sejam adotadas, contribuindo para a preservação dos ecossistemas costeiros e para a qualidade de vida local.

Referências

ABIPLAST . Perfil 2022: As indústrias de Transformação e Reciclagem de Plástico no Brasil.
Disponível em: <<https://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil-2022abiplast/>> Acesso em : 14 de
Julho de 2024.

Abude, R.R.S.; Augusto, M.; Cardoso, R.S.; Cabrini T.M.B. Spatiotemporal variability of solid waste on sandy beaches with different access restrictions. Mar. Pollut. Bull.;171, 2021. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2021.112743.

Aragonés, L., López, I., Palazón, A., López-Úbeda, R., García, C.. Avaliação da qualidade das águas balneares costeiras em Espanha através das bactérias fecais *Escherichia coli* e *Enterococcus*. Sci. Total Environ, 2016. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.05.106

Asensio-Montesinos, F.; Anfuso, G.; Ramírez, M. O.; Smolka, R.; Sanabria, J. G.; Enríquez, A. F.; Arenas, P.; Bedoya, A. M. Beach litter composition and distribution on the Atlantic coast of Cádiz (SW Spain). Regional Studies in Marine Science 34, 2020.DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101050>

Bonanomi, G.; Incerti, G.; Cesarano, G.; Gaglione, S. A.; Lanzotti. Cigarette butt decomposition and associated chemical changes assessed by ¹³CCPMAS NMR. PLoS One, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117393>.

Caminada, L. B. Variabilidade espaço-temporal de lixo marinho em praias do Espírito Santo. Dissertação (Mestre em Oceanografia Ambiental), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2021.

De Araújo, M.C.B. And Costa, M.F. Municipal services on tourist beaches: costs and benefits of solid waste collection. Journal of Coastal Research, 22(5), 1070–1075. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.2112/03-0069.1>

De Araújo, M. C. B.; Costa, M. F. da. Visual diagnosis of solid waste contamination of a tourist beach: Pernambuco, Brazil. Waste Management 27:833–839, 2007. DOI: 10.1016/j.wasman.2006.04.018

De Araújo, M. C. B. De & Costa, M. F. da. A critical review of the issue of cigarette butt pollution in coastal environments. Environmental Research 172:137-149, 2019. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.02.005>

Engler, R. E. The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. Environmental Science and Technology 46 (22):12302–12315, 2012.DOI: <https://doi.org/10.1021/es3027105>

Endo, S., Takizawa, R., Okuda, K., Takada, H., Chiba, K., Kanehiro, H., et al. Concentration of polychlorinated biphenyls (PCBs) in beached resin pellets: variability among individual particles and regional differences. Marine Pollution Bulletin, 50, 1103–1114, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3129-z>

Eriksen M, Lebreton LCM, Carson HS, Thiel M, Moore CJ, et al. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. PLoS ONE 9(12): e111913, 2014. DOI:10.1371/journal.pone.0111913

Gall, S.C., Thompson, R.C. The impact of debris on marine life. Mar. Pollut. Bull. 92, 170–179, 2015. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2014.12.041

GOVES - Parque Estadual de Itaúnas realiza mutirão de limpeza na praia. Disponível em: <<https://www.es.gov.br/Noticia/parque-estadual-de-itaunas-realiza-mutirao-de-limpeza-na-praia>> Acesso em: 28 de Julho de 2024.

González, S.A., Yáñez-Navea, K., Muñoz, M. Effect of coastal urbanization on Sandy beach coleoptera *Phaleria maculata* (Kulzer, 1959) in northern Chile. *Marine Pollution Bulletin*, 83, 265–274, 2014.

MMA - Sobre a Unidade de Conservação (UC) Federal | Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas. Disponível em: <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/marinho/lista-de-ucs/apa-costa-das-algas/area-protegida-2013-saiba-mais-sobre-a-apa/sobre-a-unidade-de-conservacao-uc-federal-area-de-protecao-ambiental-apa-costa-das-algas>> Acesso em: 05 de Agosto de 2024.

IEMA - Parque Estadual de Itaúnas. Disponível em: <<https://iema.es.gov.br/PEI>> Acesso em: 28 de Julho de 2024.

Rangel-Buitrago, N.; Williams, A.; Anfuso, G.; Arias, M.; Gracia C. A. Magnitudes, sources, and management of beach litter along the Atlantico department coastline, Caribbean coast of Colombia. *Ocean & Coastal Management* 138: 142-157, 2017. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2017.01.021

Rochman, C. M. In: M. Bergmann et al., *Marine Anthropogenic Litter*. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London. ISBN 978-3-319-16510-3, 2015. DOI 10.1007/978-3-319-16510-3_5

Roder Green, A.L., Putschew, A., Nehls, T., Littered cigarette butts as a source of nicotine in urban waters, *Journal of Hydrology*, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.05.046>

Letcher, T. M. Cap 1. Introduction to plastic waste and recycling. In *Plastic Waste and Recycling: Environmental Impact, Societal Issues, Prevention, and Solutions*. Ed. Academic Press, 2020, p. 3-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817880-5.00001-3>

Novotny, T. E. & Slaughter, E. Tobacco product waste: an environmental approach to reduce tobacco consumption. *Curr. Environ. Health Rpt* 1: 208–216, 2014. DOI:10.1007/s40572-014-0016-x

Ocean Conservancy Report 2020. Disponível em: <<https://oceanconservancy.org/>> Acesso em: 25 de Julho de 2024.

UNEP(United Nations Environment Programme). *Marine litter: An analytical overview*. Ed. UNEP. Disponível em: <<https://www.unep.org/resources/report/marine-litter-analytical-overview>> Acesso em: 28 de Julho de 2024.

Woodall, L.C. et al. The deep sea is a major sink for microplastic debris. *R. Soc. open sci.* 1: 140317, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.140317>

Zorpas A. A., Voukkali, I. & Loizia P.. The impact of tourist sector in the waste management plans, *Desalination and Water Treatment*, 56:5, 1141-1149, 2015. DOI: 10.1080/19443994.2014.934721

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) – Termo de Outorga Nº 942/2023 - Processo Nº 2023-1445H) e com o suporte da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).