

## ***PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS E POLUIÇÃO POR LIXO MARINHO NO LITORAL SUL DE ARACAJU: COMPORTAMENTO SOCIAL E AÇÕES PÚBLICAS COMO FATORES DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL***

Anthropic disturbances and pollution by marine debris on the south coast of Aracaju: social behavior and public actions as environment degradation factors

**Elaine Knupp de Brito<sup>1</sup>, Jorge Alberto Manso Raimundo da Rocha<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil. E-mail: [elaine.knupp@hotmail.com](mailto:elaine.knupp@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Fisiologia, São Cristóvão, SE, Brasil.

### **RESUMO**

O descarte irregular de lixo em ambientes marinhos ou terrestres, a contaminação ambiental, a urbanização desenfreada e o trânsito de veículos automotores na faixa de areia representam riscos à vida e à saúde de seres humanos e animais marinhos. Este estudo teve como objetivo quantificar e classificar os resíduos marinhos antropogênicos encalhados na praia, além de identificar qualitativamente outras fontes de perturbações antrópicas no litoral sul de Aracaju (Sergipe, Brasil). Os resultados apontam para o aumento de 229,8% no volume de resíduos sólidos antropogênicos na faixa de areia em período sem restrições de acesso relacionados à pandemia de covid-19, quando comparado a um período com acesso restrito à praia. Os resíduos plásticos representaram 88,6% do volume total de lixo marinho e as atividades de turismo e recreação nas praias foram as principais fontes de descarte. Outros impactos antrópicos relacionados a comportamentos sociais foram identificados, como o tráfego de veículos automotores nas praias e as ações ineficientes de serviços públicos que colaboraram para o acúmulo de resíduos sólidos na área costeira. Todos os registros mapeados têm em comum atos de desordem que geram a percepção de deterioração e de ausência de leis, normalizando comportamentos nocivos de grande impacto na degradação do ecossistema marinho.

**Palavras-chave:** resíduos antropogênicos, poluição marinha, lixo marinho, região Nordeste do Brasil, poluição por plásticos.

## ABSTRACT

*Irregular waste dumping in marine or terrestrial environment, environmental contamination, rampant urbanization and vehicles traffic on the sand strip represent risk to human beings and marine animals' life and health. This study aimed to quantify and classify anthropic marine debris stranded on the beach, also identify, qualitatively, other anthropic disturbances sources on the south coast of Aracaju (Sergipe, Brazil). Results point to an increase of 229.8% in the volume of anthropic solid waste in the sand strip in periods without restrictions on access to the beach related to the pandemic of covid-19, compared to restricted access period; Plastic waste represents 88,6% of all marine garbage and tourism and recreation activities on the beaches are the main dumping source. Other anthropic impacts related to social behavior could be identified, such as vehicles traffic on the beaches and Inefficient public service actions that contributed to the accumulation of solid waste in the coastal area. All of the mapped records have in common acts of disorder that generated the perception of deterioration and absence of laws, normalizing harmful behaviors of great impact on the degradation of the marine ecosystem.*

**Keywords:** *anthropic waste, marine pollution, marine debris, Northeast of Brazil, plastic pollution.*

## INTRODUÇÃO

Ações antrópicas geram um grande impacto à biodiversidade marinha em todo o mundo. Descarte irregular de lixo em ambientes marinhos ou **terrestres**, contaminação ambiental, urbanização desenfreada das faixas litorâneas e trânsito de veículos automotores em áreas de dunas, restinga e na faixa de areia representam riscos à vida e à saúde de seres humanos e animais marinhos (Andrades et al., 2016; Derraik, 2002; França & Rezende, 2010; Schlacher & Thompson, 2008).

Entre tantas ameaças, o lixo marinho ganha destaque pela sua ampla disseminação em todas as regiões do mundo, até mesmo em regiões polares remotas. Do ponto de vista de impactos ambientais, o plástico geralmente é a parte mais importante do lixo marinho, representando até 95% dos resíduos (Galgani; Hanke & Maes, 2015). A versatilidade desse material gerou uma produção crescente, mas as suas propriedades, tão úteis para o estilo de vida moderno, transformaram o plástico em uma ameaça ambiental significativa (Ryan, 2015).

Os resíduos plásticos podem permanecer no meio ambiente por séculos devido à sua resistência à degradação e podem ser transportados por longas distâncias de suas fontes (Li; Tse & Fok, 2016). O número de espécies marinhas afetadas por emaranhamento ou ingestão de plástico atinge 100% das espécies de tartarugas marinhas (7 de 7 espécies), 66% das espécies de mamíferos marinhos (81 de 123 espécies) e 50% (203 de 406) das espécies de aves marinhas (Kühn; Rebolledo & Franeker, 2015). Além disso, o número de indivíduos afetados é crescente, e em algumas espécies de tartarugas marinhas 70,3% dos indivíduos analisados ingeriram plástico (Santos et al., 2016).

As principais fontes de entrada do plástico no meio ambiente são as marinhas e terrestres (Li; Tse & Fok, 2016) e as fontes de descarte muitas vezes estão relacionadas às

atividades recreativas em áreas costeiras (Zhou et al., 2016). Já em períodos chuvosos, há um aumento dos resíduos de fontes terrestres devido ao escoamento que carrega lixo para os rios e, subsequentemente, para as praias (Santos; Friedrich & Ivar do Sul, 2009), afetando, dessa forma, praias com diferentes graus de urbanização (Andrades et al., 2016). A poluição por plásticos já atinge os rios desde suas nascentes, com a identificação de resíduos plásticos no organismo de 98% dos peixes coletados em nascentes e riachos da Amazônia (Ribeiro-Brasil et al., 2020).

No estado de Sergipe, na região Nordeste do Brasil, banhado por oito bacias hidrográficas que desaguam em sua costa (Conerh, 2015), o lixo marinho é onipresente, com relatos da representatividade de lixo plástico acima de 70%, chegando a 93,8% em algumas praias (Nobre; Santos & Nilin, 2021a, 2021b; Souza, 2016). Em estudo comparativo com praias mais densamente urbanizadas de outros estados brasileiros da região Sudeste e Nordeste, a Praia do Viral, localizada em Aracaju, apresentou a maior quantidade de partículas de microplásticos, com 30,4 itens/m<sup>2</sup>, seguida pela Ponta dos Mangues, localizada em uma unidade de conservação do estado, com 17,4 itens/m<sup>2</sup> (Maynard et al., 2021). No entanto, faltam informações sobre lixo no litoral sul de Sergipe, que é considerado ambientalmente vulnerável (Nobre; Santos & Nilin, 2021a), com áreas de mangues e estuários de grande importância para inúmeras espécies terrestres e marinhas ameaçadas pelo adensamento populacional e rápida expansão urbana na região.

A sobrevivência dessas espécies está em risco, já que muitas estão ameaçadas também por outras formas de ações antrópicas (Derraik, 2002), como a circulação de veículos automotores sobre as dunas, vegetação de restinga e faixa de areia, prática comum em todo o litoral de Sergipe, incluindo uma unidade de conservação, a Reserva Biológica de Santa Isabel, no litoral norte do estado (Santos et al., 2020), não obstante, portarias federais e decretos estaduais e municipais proíbam tal prática. Como destaque tem-se a Portaria nº 10, de 30 de janeiro de 1995, do Ibama, que proíbe o trânsito de qualquer veículo na faixa de praia e proximidades de áreas prioritárias de reprodução de tartarugas marinhas, como o litoral de Sergipe, ao considerar que causam a compactação de ninhos, atropelamento de filhotes recém-nascidos, perturbação das fêmeas matrizes durante a desova, além de impactos irreversíveis sobre o êxito da nidificação (Ibama, 1995).

Apesar do entendimento social que relaciona a degradação ambiental com comportamentos humanos, há uma percepção de soberania do homem sobre a natureza, uma vez que os seres humanos são considerados proprietários do direito de uso e alteração dos ambientes e seus interesses pessoais são percebidos como mais relevantes (Beck & Pereira, 2012). A crescente degradação ambiental dos ecossistemas marinhos por causas antropogênicas relacionada aos comportamentos sociais pode ser melhor compreendida pela teoria das janelas quebradas, quando, em um experimento social, um carro abandonado em um bairro de classe alta dos Estados Unidos manteve-se intacto até que a primeira janela fosse quebrada, o que desencadeou a depredação total do veículo em pouco tempo. Ação justificada pela redução do senso de consideração mútua e obrigações de civilidade ao serem observadas ações que parecem sinalizar que “ninguém se importa” com aquela propriedade ou ambiente (Kelling & Wilson, 1982). Apesar de essa teoria ter sido originalmente analisada sob o ponto de vista de segurança pública e ações policiais, uma análise sob a ótica da ordem pública e comportamentos coletivos pode ser utilizada como referencial para atitudes depredatórias em relação ao meio ambiente.

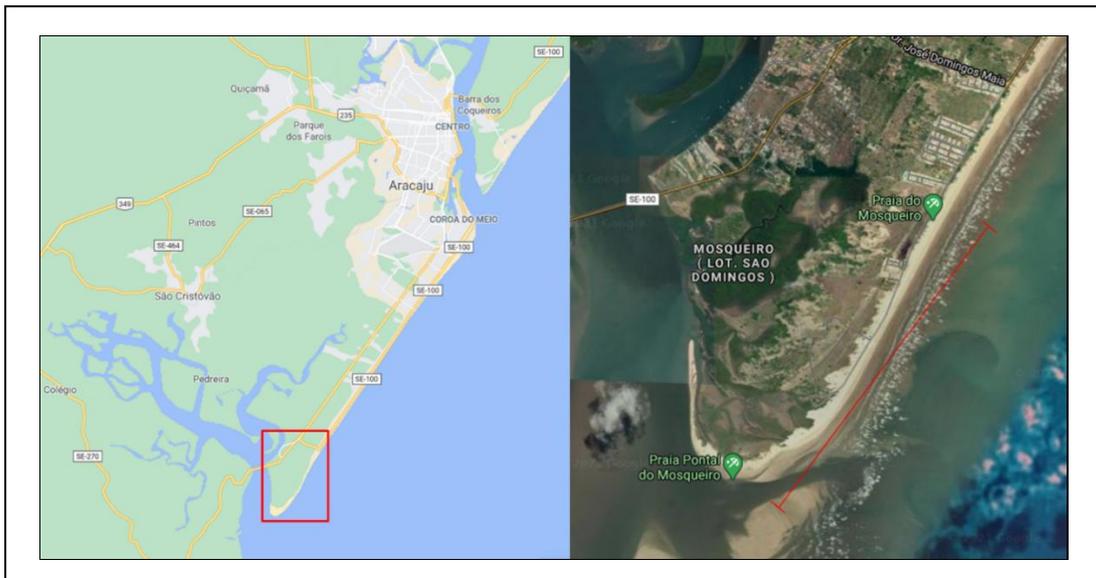
## Relevância Ecológica e Urbana da Zona de Expansão de Aracaju

A capital do estado de Sergipe, Aracaju, está localizada à margem estuarina do rio Sergipe, delimitada na região sul pelo rio Vaza-Barris e a leste pelo oceano Atlântico. A cidade apresenta crescimento urbano desordenado, gerando graves impactos devido às ocupações irregulares, à falta de saneamento básico e ao despejo irregular de lixo, juntamente com a implantação de indústrias às margens do estuário, que têm gerado uma grande carga poluidora, tanto de efluentes industriais quanto domésticos (Sforza; Marcondes & Pizetta, 2017).

Sua área costeira é importante para inúmeras espécies, algumas ameaçadas de extinção, com destaque para as tartarugas marinhas das espécies *Lepidochelys olivacea* e *Caretta caretta* – o litoral de Sergipe é considerado área prioritária de reprodução de tartarugas marinhas (Almeida & Barbieri, 2008) –, e para as aves migratórias oriundas principalmente do hemisfério norte, como *Calidris alba*, *Arenaria interpres* e *Charadrius semipalmatus* (França & Rezende, 2010). O litoral sul de Sergipe, incluindo o estuário do rio Vaza-Barris localizado em Aracaju, é considerado uma área de vida do primeiro peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*) reintroduzido no Brasil (Santos et al., 2022).

Atualmente, a zona sul de Aracaju está sendo rapidamente urbanizada, dado o adensamento populacional da capital e dada a conseqüente necessidade de expansão, com a implantação de conjuntos populares, condomínios horizontais e verticais, bem como a criação da cadeia de serviços necessária para atender a nova demanda, o que tem agravado a degradação ambiental da região (França & Rezende, 2010). Diante desse cenário, a Praia do Mosqueiro, a Praia Pontal do Mosqueiro e a Praia do Viral, localizadas no extremo sul da capital sergipana, área que abriga dunas, mangues e a região estuarina do rio Vaza-Barris (Figura 1), foram escolhidas para a análise de degradação ambiental neste estudo, já que é considerada uma área prioritária de expansão da capital, com o objetivo de quantificar e classificar os resíduos marinhos antropogênicos encalhados na praia, além de identificar qualitativamente outras fontes de perturbações antrópicas relacionadas a comportamentos sociais na região.

Figura 1 – Localização do litoral sul de Aracaju e identificação da área de estudo



Fonte: adaptado do Google Maps.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Durante o mapeamento de perturbações antrópicas com impacto nas faixas de areia das praias do extremo sul de Aracaju, em Sergipe, no período de agosto de 2020 a março de 2021, foram realizadas: (a) coletas de resíduos sólidos antropogênicos na linha de vegetação da Praia do Mosqueiro; (b) levantamento de acumulados de resíduos sólidos orgânicos e não orgânicos criados pelo serviço de limpeza pública local; (c) registros fotográficos do acesso e da movimentação de veículos automotores nas áreas de restinga, faixa de areia e dunas das praias do Mosqueiro, Pontal do Mosqueiro e Praia do Viral; (d) registros fotográficos de bloqueios criados na área de restinga na tentativa de limitar o acesso desses veículos.

### Levantamento de Lixo Marinho na Praia do Mosqueiro

As coletas de resíduos sólidos antropogênicos foram realizadas na Praia do Mosqueiro, em uma área de coleta de 5 metros de largura na linha de vegetação, por um trecho de 1.000 metros (Figura 2), delimitados por pontos fixos de edificações da Avenida Inácio Barbosa para permitir que a coleta posterior fosse realizada no mesmo trecho de praia. O levantamento por transectos em pequenas áreas de praia pode influenciar os resultados. Dessa forma, o uso da metodologia com a faixa larga permite avaliar uma grande área de praia onde os itens podem acumular quando a maré recua e, se a praia tiver uma acumulação desigual de lixo, há uma chance melhor de pesquisar tanto áreas limpas quanto sujas (Storrier, 2004). Além disso, a coleta apenas na linha de vegetação permite registrar o maior volume de lixo por m<sup>2</sup>, entre outros métodos analisados (Velandier & Mocogni, 1999). A coleta nessa faixa possibilita a análise dos detritos marinhos encalhados, ou seja, detritos marinhos que se depositam na praia (Zhou *et al.*, 2016). Detritos marinhos flutuantes e detritos marinhos submersos não foram avaliados.

Foram realizadas duas coletas: uma em 27 de agosto de 2020, no período de restrição de acesso às praias devido ao risco imposto pela pandemia do coronavírus, iniciado pelo Decreto nº 6.111, de 6 de abril de 2020 (Aracaju, 2020a), e finalizado pelo Decreto nº 6.230, de 28 de agosto de 2020 (Aracaju, 2020b); e outra coleta em 18 de março de 2021, após um período de aproximadamente seis meses sem restrições no acesso de banhistas à faixa de areia. Ambas as coletas foram realizadas em horários de maré baixa e todos os resíduos sólidos antropogênicos visíveis na área delimitada foram recolhidos, priorizando, dessa forma, macrodetritos (20 a 100 mm) e megadetritos (> 100 mm) (Ramos & Pessoa, 2019). Não foi realizada a análise de microdetritos (< 20 mm).

Os resíduos sólidos coletados foram classificados seguindo uma adaptação da metodologia utilizada por Willoughby (1986) nas seguintes categorias: (a) sacos plásticos, sem distinção entre embalagens de polietileno e polipropileno; (b) calçados; (c) poliestireno, popularmente conhecido pela marca Isopor; (d) garrafas plásticas ou de vidro; (e) latas de metal; (f) cordas ou fragmentos de redes de pesca; e com o acréscimo das seguintes categorias de acordo com a relevância atual: (g) tampas plásticas – prioritariamente tampas de garrafas PET; (h) copos descartáveis; (i) máscaras de proteção facial – cirúrgicas e artesanais; e (j) outros materiais não plásticos, como embalagens de papel, velas, roupas, materiais de construção, entre outros. Houve também categorização quanto à fragmentação ou não de resíduos plásticos, baseada na integridade da embalagem coletada.

Foi realizada a identificação das possíveis fontes de descarte desses resíduos, estabelecida com base na classificação descrita por Nobre, Santos e Nilin (2021a): (a) turismo/recreação; (b) pesca/atividades marítimas; (c) doméstico; (d) perigosos; (e) não identificados.

O levantamento de acumulados de resíduos orgânicos e não orgânicos criados pelo serviço de limpeza pública local foi registrado em agosto de 2020 e monitorado mensalmente ao longo das praias do Mosqueiro, Pontal do Mosqueiro e Viral até o mês de março de 2021.

Figura 2 – Identificação da área de coleta de resíduos antropogênicos (faixa vermelha)



Fonte: adaptado do Google Maps.

### Identificação de Outras Ações Antrópicas com Impacto na Faixa de Areia

Foi realizado monitoramento qualitativo de outras ações antrópicas relacionadas a comportamentos sociais com potencial impacto para o ambiente marinho das praias do Mosqueiro, Pontal do Mosqueiro e Viral, sendo o acesso de veículos automotores identificado como o de maior impacto visível. Foram realizados registros fotográficos relacionados ao acesso desses veículos à praia uma vez por mês em finais de semana entre os meses de agosto de 2020 e março de 2021, durante a maré baixa – horário que possibilita o trânsito de veículos na faixa de areia –, bem como registros de impactos gerados pela tentativa de bloqueios de acesso criados pelas autoridades locais nos meses de agosto de 2020 e março de 2021.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto à coleta de resíduos sólidos antropogênicos, os volumes coletados evidenciam a poluição relacionada ao descarte irregular de lixo na região (Tabela I). Em agosto de 2020 foram coletadas 104 amostras, sendo 89,4% referentes a resíduos plásticos; desses, 31% já se encontravam fragmentados, evidenciando que a ação de intemperismos torna a praia o local mais provável para geração de microplásticos no meio marinho (Andrady, 2011).

Já em março de 2021, aproximadamente seis meses após a liberação do acesso de pessoas à faixa de areia, foram coletadas 343 amostras, ou seja, o volume de resíduos coletados aumentou 229,8%, sendo provável a relação desse aumento à maior frequência de banhistas na praia, que foi consideravelmente mais baixa no período de restrição de acesso – apesar da restrição, o local ainda recebia alguns visitantes, já que a Praia do Mosqueiro localiza-se em área menos fiscalizada, distante 17 km da orla do Atalaia, região de praia mais famosa e visitada da cidade. O acúmulo de lixo é influenciado pelo aumento do número de visitantes nas praias (Grillo & Mello, 2021), variando de acordo com as atividades turísticas realizadas nesses locais, evidenciando que a distribuição de itens está diretamente relacionada à distribuição de

banhistas (Nobre; Santos & Nilin, 2021b). A falta de atenção dos usuários pode ser o motivo da alta presença de resíduos sólidos, bem como falhas no sistema de coleta da cidade (Miranda *et al.*, 2021).

Os resíduos plásticos representaram 88,6% do volume total coletado em março de 2021 e, desses, 49% já se encontravam fragmentados, favorecendo a geração de microplásticos, fato evidenciado pelo maior volume de microplásticos relatado em duas praias de Sergipe em comparação realizada entre seis praias de diferentes regiões do Brasil (Maynard *et al.*, 2021). Os itens que mais contribuíram para o aumento do volume de amostras coletadas em março 2021 comparativamente ao mês de agosto de 2020 foram: sacos plásticos, com aumento de 61 para 196 amostras coletadas; garrafas, de 9 para 40 amostras; e tampas plásticas, que passaram de 13 para 49 coletadas. Outro fator que merece triste destaque foi o surgimento de um novo contaminante, máscaras faciais de proteção contra o coronavírus tanto cirúrgicas quanto artesanais, que não tinham sido identificadas na faixa de areia em agosto de 2020 e já representavam 2,04% de todo o lixo coletado em março de 2021.

Tabela I – Classificação de resíduos sólidos antropogênicos coletados na Praia do Mosqueiro em Aracaju, SE

Categoria	Agosto/2020		Março/2021	
	Quantidade	%	Quantidade	%
(a) Sacos plásticos	61	58,7	196	57,1
(b) Calçados	2	1,9	2	0,6
(c) Poliestireno	2	1,9	8	2,3
(d) Garrafas plásticas ou de vidro	9	8,7	40	11,7
(e) Latas de metal	4	3,8	12	3,5
(f) Cordas ou redes de pesca	2	1,9	8	2,3
(g) Tampas plásticas	13	12,5	49	14,3
(h) Copos descartáveis	9	8,7	15	4,4
(i) Máscaras de proteção facial	0	0,0	7	2,0
(j) Outros resíduos não plásticos	2	1,9	6	1,7
<b>Total de amostras coletadas</b>	<b>104</b>	<b>100</b>	<b>343</b>	<b>100</b>

Do total de lixo marinho coletado, os resíduos plásticos representaram 88,8%. Resultado corroborado por estudos realizados anteriormente no estado, como na análise de quatro praias localizadas no litoral sul de Sergipe, em que o plástico foi o item mais abundante, variando de 76,8% a 93,8% (Nobre; Santos & Nilin, 2021a), e em duas praias urbanas de Aracaju, nas quais foi relatada a presença de 80% de resíduos plásticos, com maior abundância de copos, embalagens e fragmentos de embalagens (Souza, 2016). O mesmo ocorre em outras regiões do Brasil, com representatividade de 92% de plástico descrito no complexo estuarino de Paranaguá, no Paraná (Possatto *et al.*, 2015). Os demais detritos registrados (não plásticos) foram latas de metal (3,6%), poliestireno (2,2%), máscaras de proteção facial (1,6%), garrafas de vidro (1,2%) e outros itens como roupas, fios de metal etc., que totalizaram 2,6%.

Quanto à possível fonte de descarte dos resíduos antropogênicos coletados, as atividades de turismo e recreação na praia foram responsáveis por 52,9% em agosto de 2020 e 36,4% em março de 2021 (Tabela II). No entanto, em volume absoluto, março apresentou 44% mais resíduos relacionados a essas atividades quando comparado ao mês com interdição de banhistas na praia, prevalecendo embalagens de alimentos de consumo rápido como salgadinhos, sorvetes e bebidas. O aumento em cinco vezes do número de itens não identificados pode justificar essa queda na representatividade das atividades de turismo em março de 2021. Os resíduos de uso doméstico tiveram um aumento de 30% e representaram pouco mais de 15% da fonte de lixo marinho, indicando o provável escoamento de lixo pelos

rios próximos e a necessidade de ações concentradas na prevenção de descarte irregular de lixo terrestre. Os materiais com fonte não identificada, principalmente devido à fragmentação, representaram 28,8% em agosto e 43,7% em março.

Tabela II – Fontes potenciais de descarte dos resíduos sólidos antropogênicos coletados na Praia do Mosqueiro

Fontes	Agosto/2020		Março/2021	
	Quantidade	%	Quantidade	%
(a) Turismo/recreação	55	52,9	125	36,4
(b) Pesca/atividades marítimas	2	1,9	8	2,3
(c) Doméstico	16	15,4	53	15,5
(d) Perigosos	1	1,0	7	2,0
(e) Não identificados	30	28,8	150	43,7
<b>Total de amostras coletadas</b>	<b>104</b>	<b>100</b>	<b>343</b>	<b>100</b>

Em todo o trecho de praia analisado neste estudo (Praias do Mosqueiro, Pontal do Mosqueiro e Viral), nenhuma lixeira instalada por serviços públicos foi registrada, e o serviço de limpeza realizado pelos órgãos responsáveis limita-se a amontoar os resíduos orgânicos (principalmente algas) e não orgânicos (resíduos antropogênicos) na faixa de areia ao longo das praias (Figura 3), que não são recolhidos posteriormente. O acúmulo estimula os visitantes a depositarem lixo e resíduos plásticos nessas áreas, agravando o problema.

Figura 3 – Resíduos de lixo marinho (orgânico e antropogênico) retirados da faixa de areia e acumulados na área de restinga em agosto de 2020



Foto: o autor.

Nos registros realizados em agosto de 2020 foram identificados em média 12 amontoados de lixo orgânico e não orgânico a cada 1.000 metros de praia, alguns já parcialmente encobertos pela formação vegetal da restinga. No monitoramento realizado entre agosto de 2020 e março de 2021 foi constatado que os amontoados de resíduos estavam pouco a pouco sendo encobertos pela areia movimentada pelos ventos (Figura 4), para, finalmente,

nos registros de 18 de março de 2021, já não serem mais visíveis. Esses resíduos incorporados ao ambiente natural poderão ser degradados liberando fragmentos plásticos no ecossistema local.

Em janeiro de 2021, foi identificada a criação de novos amontoados de resíduos orgânicos e não orgânicos pelo serviço de limpeza pública, que também não foram recolhidos até o monitoramento realizado no mês de março, evidenciando a normalidade da realização desse processo na região.

Figura 4 – Amontoados de lixo marinho quase totalmente encobertos pela areia em área de dunas e restinga registrados em janeiro de 2021

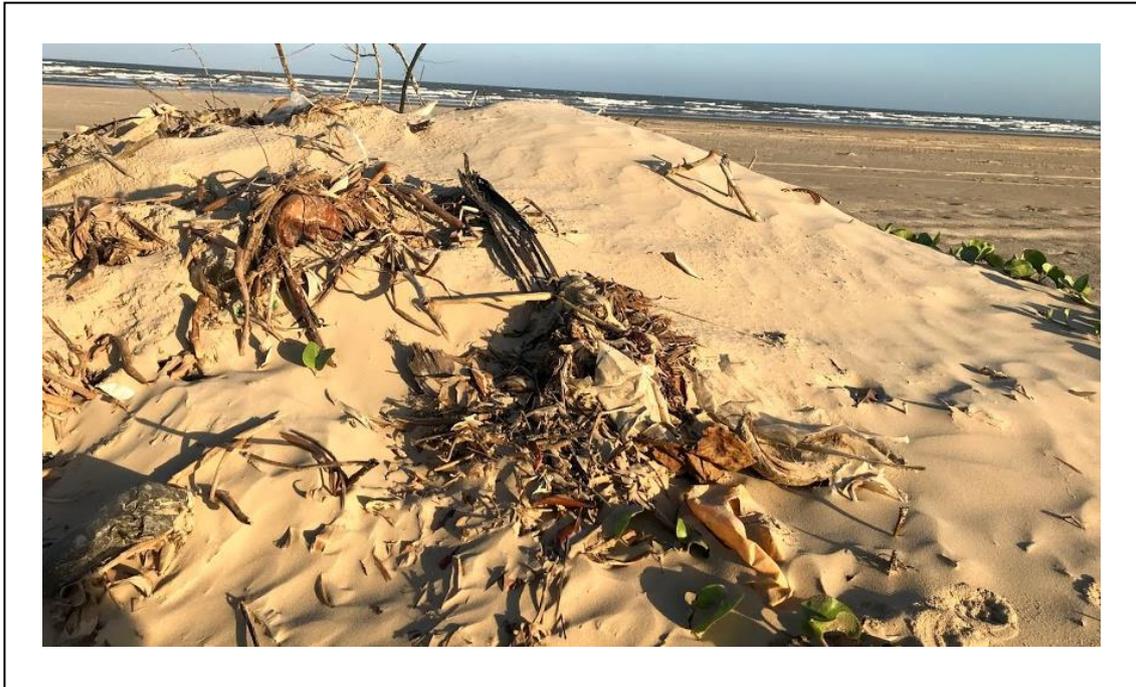
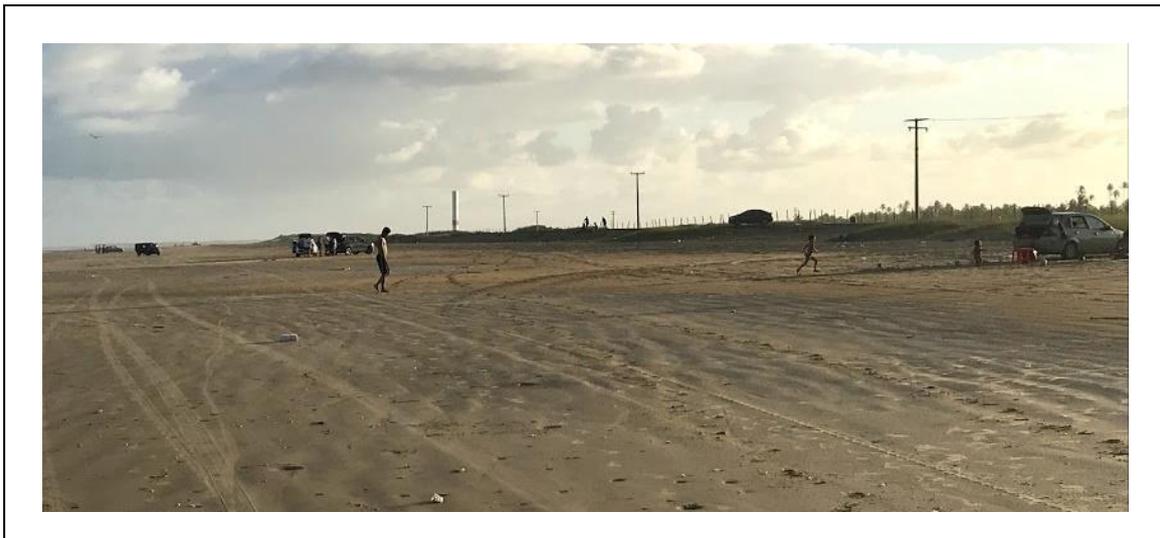


Foto: o autor.

Outra interferência antrópica registrada foi o acesso de veículos automotores à área de restinga e às faixas de areia das praias do extremo sul de Aracaju (Figura 5 e 6), bem como o uso de som automotivo durante as atividades de lazer na praia, prática reconhecidamente comum na região. Em todos os dias de monitoramento, um ou mais veículos foram registrados estacionados ou transitando em faixa de areia.

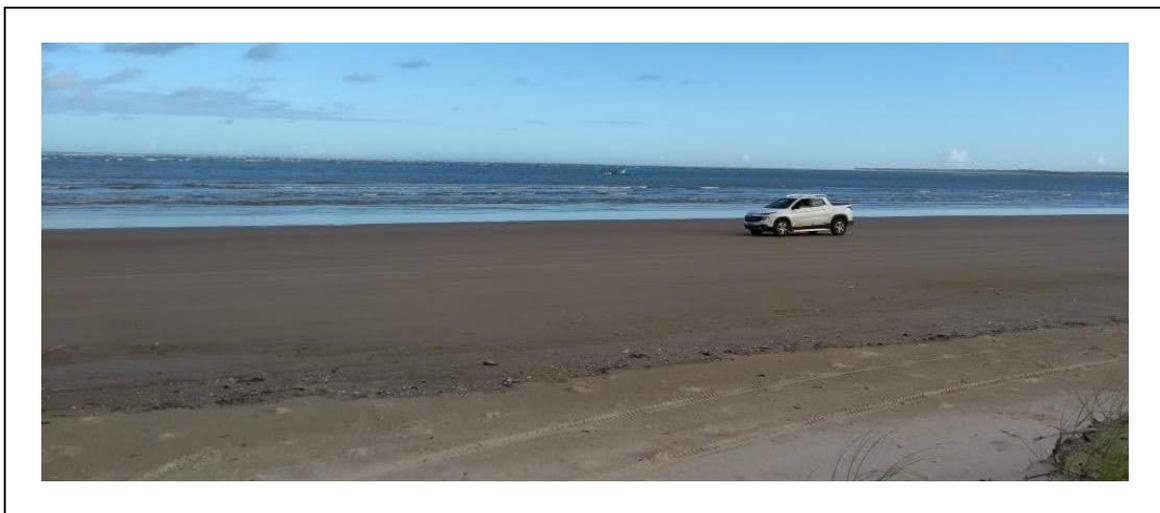
O tráfego de veículos na área costeira causa perturbação ao *habitat* e danos físicos substanciais em praias arenosas, tais como: atropelamento ou afugentamento de fauna; compactação de ninhos de tartaruga, impedindo a saída de filhotes após a eclosão; degradação da cobertura vegetal, bem como o deslocamento físico do sedimento e da criação de sulcos na areia (Figura 7) que impactam diretamente invertebrados macrobentônicos com a alteração considerável do seu *habitat*, tornando os filhotes de tartarugas marinhas mais suscetíveis à predação, já que têm seu deslocamento até o mar retardado (Schlacher & Morrison, 2008; Schlacher & Thompson, 2008).

Figura 5 – Carros na faixa de areia da Praia do Mosqueiro



Fotos: o autor.

Figura 6 – Trânsito de veículos na faixa de areia da Praia do Mosqueiro



Fotos: o autor.

Na tentativa de coibir o tráfego de veículos, apenas ações inefetivas, como a colocação de manilhas nos trechos de acesso às praias, foram realizadas pelo poder público local. Com uma fiscalização insuficiente, veículos traçaram novas rotas ao longo do trecho de restinga (Figura 8), destruindo ainda mais a vegetação e colocando em risco a vida de animais marinhos (Figura 9) e também de seres humanos, devido ao risco da estreita convivência entre carros e banhistas (Cooper & McKenna, 2009), como, por exemplo, os dois casos de atropelamento registrados e amplamente noticiados nas praias do estado, incluindo o acidente fatal envolvendo um bebê de 9 meses na Praia de Pirambu em 2016 (Fontenele, 2016) e a internação com diversas fraturas de uma jovem atropelada por uma camionete na Praia do Mosqueiro em 2020 (Estácio, 2020).

Todos os registros efetuados, seja o descarte incorreto de lixo, seja o tráfego de veículos em locais proibidos, têm em comum a desordem inicial causada por comportamentos tolerados socialmente e a ausência de medidas públicas para corrigi-los, sendo essa afirmação embasada na teoria das janelas quebradas (Kelling & Wilson, 1982). A teoria defende que, se um ato de desordem é tolerado e não é imediatamente corrigido, “essa pequena desordem gera a ideia de deterioração, desinteresse e despreocupação nas pessoas, a percepção da ausência de lei, normas e regras tende a levar à quebra dos códigos de convivência” (Odon, 2016, p. 2). Baseado

nesse entendimento, percebe-se a normalização de comportamentos nocivos ao ecossistema marinho, dados os altos registros de acúmulo de lixo marinho nas praias, tanto pelo descarte local como pelo escoamento pelos grandes rios que cercam a região. Além disso, os resíduos não são recolhidos de maneira adequada, reforçando o conceito de desordem e despreocupação nos habitantes quanto à manutenção desse comportamento com efeito direto no aumento do risco de emaranhamento e ingestão de resíduos antrópicos pelos seres marinhos ali residentes. O acesso de veículos automotores à faixa de areia é frequente, e são poucas as ações de fiscalização ou punições aos infratores, ampliando a percepção de ausência de leis e normas que regulem o tráfego na área, que destrói faixas remanescentes de restinga, além de ocasionar o risco de atropelamentos tanto de animais quanto de seres humanos.

Figura 7 – Sulcos na areia causados pelo trânsito de veículos



Foto: o autor.

Figura 8 – Novos caminhos traçados por veículos automotores na área de restinga após a colocação de manilhas para bloqueio dos caminhos que existiam anteriormente. Exemplo capturado na altura do número 15166 da Avenida Inácio Barbosa em agosto de 2020



Foto: o autor.

Figura 9 – Rastros de tartaruga marinha cruzados pelos rastros de veículos automotores na faixa de areia da Praia do Mosqueiro



Foto: o autor.

Não é percebida também a intenção de mudança de comportamento, seja por acomodação, apatia, negação, descaso com as consequências adversas, seja pela percepção de que apenas atitudes individuais não irão contribuir para mudanças reais (Beck & Pereira, 2012).

## CONCLUSÃO

Com comportamentos nocivos, como o descarte inapropriado de lixo e o acesso de veículos à praia normalizado, os frequentadores já não percebem o grande impacto ambiental desses atos e reproduzem-nos constantemente. Não há dúvidas também quanto à ação ineficiente de poderes públicos, em todas as esferas, na proteção do ecossistema marinho que, apesar de extremamente alterado e destruído, ainda é essencial para a sobrevivência de diversas espécies que habitam a zona costeira de Aracaju. Pode-se observar que todos esses agentes, aliados a uma educação ambiental deficiente e políticas públicas ineficientes, têm em comum a contribuição para a poluição por lixo e aumento das perturbações antrópicas nos ecossistemas marinhos.

Para mitigar esses efeitos, pesquisas mais amplas e sistemáticas precisam ser realizadas a fim de monitorar o acúmulo de resíduos marinhos antropogênicos, suas possíveis fontes e o impacto na vida marinha na zona costeira de Sergipe, além de avaliar a eficácia de políticas públicas que visam coibir essas práticas. A implementação e o fortalecimento de ações de educação ambiental, instalações de infraestrutura adequada para o despejo dos resíduos nas praias e aplicação da legislação vigente são essenciais para combater o lixo marinho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, B.J.M. & Barbieri, E. Biodiversidade das aves do manguezal da 13 de julho em Aracaju, Sergipe. *O Mundo da Saúde*, v. 32, n. 3, p. 317-328, 2008.

Andrades, R. et al. Origin of marine debris is related to disposable packs of ultra-processed food. *Marine Pollution Bulletin*, v. 109, n. 1, p. 192-195, 2016.

Andrady, A.L. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, n. 8, p. 1596-1605, 2011.

Aracaju. Decreto nº 6.111, de 6 de abril de 2020. *Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional, decorrente da infecção humana pelo novo coronavírus (COVID-19)*. 2020a. Disponível em: [http://sga.aracaju.se.gov.br:5011/legislacao/faces/diario\\_form\\_pesq.jsp;jsessionid=B8D3694C8EE952D5ABBB10D7B0F6FF63](http://sga.aracaju.se.gov.br:5011/legislacao/faces/diario_form_pesq.jsp;jsessionid=B8D3694C8EE952D5ABBB10D7B0F6FF63). Acesso em: 25 out. 2020.

Aracaju. Decreto nº 6.230, de 28 de agosto de 2020. *Dispõe sobre medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional, decorrente da infecção humana pelo novo coronavírus (COVID-19)*. 2020b. Disponível em: [http://sga.aracaju.se.gov.br:5011/legislacao/faces/diario\\_form\\_pesq.jsp;jsessionid=B8D3694C8EE952D5ABBB10D7B0F6FF63](http://sga.aracaju.se.gov.br:5011/legislacao/faces/diario_form_pesq.jsp;jsessionid=B8D3694C8EE952D5ABBB10D7B0F6FF63). Acesso em: 25 out. 2020.

Beck, C.G. & Pereira, R.C.F. Preocupação ambiental e consumo consciente: os meus, os seus e os nossos interesses. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 1, n. 2, p. 51-78, 2012.

Conerh. Resolução no 25, de 13 de março de 2015. Aracaju, Brasil. *Conselho Estadual de Recursos Hídricos*, 2015. Disponível em: <https://www.se.gov.br/noticias/desenvolvimento/sergipe-tem-nova-divisao-hidrografica>. Acesso em: 15 jan. 2021.

Cooper, J.A.G. & McKenna, J. Managing cars on beaches: a case study from Ireland. In Williams, A.T. & Micallef, A. (ed.). *Beach management: principles and practice*. London: Routledge, p. 235-246, 2009.

Derraik, J.G.B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, v. 44, n. 9, p. 842-852, 2002.

Estácio, V. *Quadro de saúde de jovem atropelada em praia é estável*. Disponível em: <http://www.diariose.com.br/conteudo/capital/jovem-e-atropelada-enquanto-tomava-sol-na-praia-do-mosqueiro-em-aracaju>. Acesso em: 14 out. 2020.

Fontenele, M. *Acidente com quadriciclo mata bebê que estava em rede com a mãe*. 2016. Disponível em: <https://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/2016/07/acidente-com-quadriciclo-mata-bebe-que-estava-em-rede-com-mae.html>. Acesso em: 14 out. 2020.

França, S.L.A. & Rezende, V.F. *Conflitos ambientais e ocupação da zona de expansão urbana de Aracaju: distanciamento de uma prática sustentável*. In V Encontro Nacional da Anppas. Anais. Florianópolis: 2010. Disponível em: <http://www.academia.edu/download/30196229/gt3-470-419-20100903191545.pdf>. Acesso em: 28 out. 2020.

Galgani, F.; Hanke, G. & Maes, T. Global distribution, composition and abundance of marine litter. In Bergmann, M.; Gutow, L. & Klages, M. (ed.). *Marine anthropogenic litter*. Berlin: Springer, p. 29-56, 2015.

Grillo, A.C. & Mello, T.J. Marine debris in the Fernando de Noronha Archipelago, a remote oceanic marine protected area in tropical SW Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, v. 164, p. 1-7, 2021.

Ibama. Portaria no 10, de 30 de janeiro de 1995. DOU, de 31/1/95. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1995/p\\_ibama\\_10\\_19\\_95\\_protecaotartarugas\\_com\\_proibicaoatransitonafaixapraia\\_rj\\_es\\_ba\\_se\\_al\\_rn.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1995/p_ibama_10_19_95_protecaotartarugas_com_proibicaoatransitonafaixapraia_rj_es_ba_se_al_rn.pdf). Acesso em: 20

out. 2020.

Kelling, G.L. & Wilson, J.Q. Broken windows: the police and neighborhood safety. *Journal Atlantic Monthly*, v. 249, n. 3, p. 29-38, 1982.

Kühn, S.; Rebolledo, E.L.B. & Franeker, J.A.V. Deleterious effects of litter on marine life. In Bergmann, M.; Gutow, L. & Klages, M. (ed.). *Marine anthropogenic litter*. Berlin: Springer, p. 75-116, 2015.

Li, W.C.; Tse, H.F. & Fok, L. Plastic waste in the marine environment: a review of sources, occurrence and effects. *Science of the Total Environment*, v. 566-567, p. 333-349, 2016.

Maynard, I.F.N. et al. Analysis of the occurrence of microplastics in beach sand on the Brazilian coast. *Science of the Total Environment*, v. 771, 2021.

Miranda, D.R.C. et al. Evaluation of the environmental perception of the users over solid residues on the beach of Tamandaré/Brazil. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 13, p. 1-19, 2021.

Nobre, F.S.M.; Santos, A.A. & Nilin, J. Records of marine litter contamination in tropical beaches (Sergipe, Brazil) with different uses. *Marine Pollution Bulletin*, v. 170, p. 1-8, 2021a.

Nobre, F.S.M.; Santos, A.A. & Nilin, J. What remains on the beach after tourists leave? The case of Abaís beach (Sergipe, Brazil). *Marine Pollution Bulletin*, v. 171, p. 1-7, 2021b.

Odon, T.I. *Tolerância zero e janelas quebradas: sobre os riscos de se importar*. Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado Federal, v. 194, p. 1-18, 2016.

Possatto, F.E. et al. Marine debris in a World Heritage Listed Brazilian estuary. *Marine Pollution Bulletin*, v. 91, n. 2, p. 548-553, 2015.

Ramos, J.A.A. & Pessoa, W.V.N. Fishing marine debris in a northeast Brazilian beach: composition, abundance and tidal changes. *Marine Pollution Bulletin*, v. 142, p. 428-432, 2019.

Ribeiro-Brasil, D.R.G. et al. Contamination of stream fish by plastic waste in the Brazilian Amazon. *Environmental Pollution*, v. 266, p. 1-11, 2020.

Ryan, P.G.A. Brief history of marine litter research. In Bergmann, M.; Gutow, L. & Klages, M. (ed.). *Marine anthropogenic litter*. Berlin: Springer, p. 1-25, 2015.

Santos, A.A. et al. Initial beach litter survey in a conservation unit (Santa Isabel Biological Reserve, Sergipe) from northeast Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 153, p. 1-8, 2020.

Santos, I.R.; Friedrich, A.C. & Ivar do Sul, J. A. *Marine debris contamination along undeveloped tropical beaches from northeast Brazil*. Environmental Monitoring and Assessment. Anais. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0175-z>. Acesso em: 9 nov. 2020.

Santos, R.G. et al. Marine debris ingestion and Thayer's law - The importance of plastic color. *Environmental Pollution*, v. 214, p. 585-588, 2016.

Santos, S.S. et al. Home ranges of released West Indian manatees *Trichechus manatus* in Brazil. *Oryx*, p. 1-8, 2022.

Schlacher, T.A. & Morrison, J.M. Beach disturbance caused by off-road vehicles (ORVs) on sandy shores: relationship with traffic volumes and a new method to quantify impacts using image-

based data acquisition and analysis. *Marine Pollution Bulletin*, v. 56, p. 1646-1649, 2008.

Schlacher, T.A. & Thompson, L.M.C. Physical impacts caused by off-road vehicles to sandy beaches: Spatial quantification of car tracks on an Australian barrier island. *Journal of Coastal Research*, v. 24, n. 2, Suppl. B, p. 234-242, mar. 2008.

Sforza, R.; Marcondes, A.C.J. & Pizetta, G.T. *Guia de licenciamento tartarugas marinhas: diretrizes para avaliação e mitigação de impactos de empreendimentos costeiros e marinhos*. Brasília: ICMBio, 2017.

Souza, P.C. Poluição por lixo marinho em praias de Aracaju/Sergipe. Monografia (Bacharelado em Ecologia), Universidade Federal de Sergipe, 27 p., São Cristóvão, 2016.

Storrier, K.L. *The forth coastal litter campaign: working towards a litter-free forth*. Forth Estuary Forum. Anais. Rosyth, 2004.

Velander, K. & Mocogni, M. Beach litter sampling strategies: Is there a "best" method? *Marine Pollution Bulletin*, v. 38, n. 12, p. 1134-1140, 1999.

Willoughby, N.G. Man-made litter on the shores of the Thousand Island archipelago, Java. *Marine Pollution Bulletin*, v. 17, n. 5, p. 224-228, 1986.

Zhou, C. et al. Assessment of marine debris in beaches or seawaters around the China Seas and coastal provinces. *Waste Management*, v. 48, p. 652-660, 2016.