

PANORAMA DA POLUIÇÃO POR BITUCAS DE CIGARRO E OUTROS RESÍDUOS SÓLIDOS NA PRAIA DO LIDO/CRUSH, FORTALEZA, CEARÁ

Overview of cigarette butt pollution and other solid waste on Lido/Crush beach, Fortaleza, Ceará

Guilherme de Melo Ribeiro ¹ 

Maria Tayane Martins Mota ² 

Sara Raiane Maia de Oliveira ³ 

Francisca Cintia Silva do Nascimento ⁴ 

Pedro Paulo Pinheiro Barbosa ⁵ 

Michael Barbosa Viana ⁶ 

¹ Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Brasil



guilherme10melo@gmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Prodema), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil



tayane.mota12@gmail.com

³ Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas e Geodinâmica (PPGGAG), Universidade de Brasília (UnB), Brasília, Brasil



sararaiane904@gmail.com

⁴ Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Brasil



cintiaufc2016@gmail.com

⁵ Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, Brasil



opedropaulo@alu.ufc.br

⁶ Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Brasil



vianamb@ufc.br

* corresponding author

How to cite this article:

RIBEIRO, G. M.; MOTA, M. T. M.; OLIVEIRA, S. R. M.; NASCIMENTO, F. C. S.; BARBOSA, P. P. P.; VIANA, M. B. Overview of cigarette butt pollution and other solid waste on Lido/Crush Beach, Fortaleza, Ceará. Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza, v.59, n.1, (2026). DOI: <https://doi.org/10.36517/acmar.v59i1.96467>



OPEN ACCESS

License: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited. 

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao Programa de extensão universitária da Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Instituto de Ciências do Mar (Labomar)/UFC.

Accepted in: 12/06/2026

Published in: 03/08/2026

ABSTRACT

This study assesses solid waste (SW) pollution on the sand strip of Praia do Lido, an urban beach located in Fortaleza, Ceará. Surveys were conducted to determine the weekly pattern of improper SW disposal, identify seasonal variations in SW abundance, evaluate the efficiency of public cleaning services, categorize cigarette butts (CBs) according to their degradation level, and capture beach users' environmental perceptions. Results showed that the amount of SW collected on weekends was 48% higher than on weekdays. SW abundance during the high tourist season was 1.59 ± 0.26 items/m², whereas in the low season it reached 2.27 ± 0.68 items/m². CBs were the most prevalent waste item (39%). Beach cleaning operations exhibited limited efficiency, with removal rates below 44%. Slightly degraded CBs (52%) were more abundant than those in intermediate (19%) or advanced (29%) degradation stages. Environmental perception responses indicated that the scarcity of trash bins and the lack of effective public awareness policies contribute to the persistence of pollution.

Keywords: Marine pollution. Solid waste. Qualitative-quantitative survey. Public cleaning. Environmental perception.

RESUMO

Este estudo avalia a poluição por resíduos sólidos (RS) na faixa de areia da Praia do Lido, uma praia urbana localizada em Fortaleza, Ceará. Foram realizados levantamentos para: determinar o perfil semanal do descarte inadequado de RS; identificar a abundância sazonal de RS; avaliar a eficiência da remoção de RS pelo serviço público de limpeza; categorizar as bitucas de cigarro (BCs) coletadas de acordo com o grau de degradação; e captar a percepção ambiental dos usuários. Os resultados indicaram que a quantidade de RS coletados nos finais de semana foi 48% maior que a quantidade referente aos dias úteis. A abundância de RS na alta baixa estação turística foi de 1.59 ± 0.26 itens/m², enquanto que a abundância na baixa estação foi de 2.27 ± 0.68 itens/m². A BC foi o resíduo mais prevalente (39%) dentre os demais. A limpeza pública da praia demonstrou eficiência limitada, com taxas de remoção menores que 44%. As BCs pouco degradadas (52%) prevaleceram sobre aquelas com níveis intermediários (19%) e avançados (29%) de degradação. As respostas dos banhistas demonstraram que a baixa quantidade de lixeiras e a falta de políticas públicas eficientes contribuem para a persistência da poluição.

Palavras-chave: Poluição marinha. Resíduos sólidos. Levantamento quali-quantitativo. Limpeza pública. Percepção ambiental

1 INTRODUÇÃO

A poluição marinha por resíduos sólidos (RS) em ambientes costeiros pode causar impactos ambientais e socioeconômicos bastante negativos, como a morte de animais, diminuição da pesca e do turismo (Beaumont et al., 2019; Rodríguez et al., 2020; Bettencourt, 2023). Esses resíduos podem chegar ao ambiente marinho por meio de descarte inadequado, despejo de efluentes, atividades marítimas, entre outros (Weis, 2015), onde a quantidade e variedade do lixo marinho variam com a atividade e a intensidade da fonte geradora.

Apesar do lixo marinho ser composto por uma ampla variedade de RS, os principais itens mais encontrados neste ambiente são plásticos (Filho et al., 2011; Pasternak et al. 2017; Silva et al., 2018) e bitucas de cigarro (BCs) (Simeonova et al., 2017; Hidalgo-Ruz et al., 2018; Loizidou et al., 2018). Ao alcançar o ambiente marinho, o plástico pode ser ingerido por organismos aquáticos (acidentalmente ou não) e causar obstrução do trato digestivo, falsa sensação de saciedade e danos internos, podendo levar o animal à morte (Wright et al., 2013). Ademais, os plásticos podem liberar cerca de 4200 substâncias nocivas que podem ser incorporadas aos organismos desses animais (bioacumulação) e biomagnificar na cadeia trófica (Mauad et al., 2025).

As BCs podem permanecer no ambiente marinho por cerca de cinco anos, e a ingestão desses resíduos por animais aquáticos possui impactos ecológicos semelhantes àqueles descritos anteriormente para o plástico (Novotny et al., 2011). Cabe destacar que cada BC pode conter cerca de 5000 substâncias tóxicas, mutagênicas e cancerígenas em sua composição (Rios & Oliveira, 2018; Qamar et al., 2020). As BCs também são uma fonte considerável de microplásticos, visto que uma única bituca pode liberar cerca de 15 mil fibras de acetato de celulose com aditivos químicos ao longo do tempo (Belzagui et al., 2021). Nesse contexto, categorizar as BCs quanto ao nível de degradação é essencial para inferir seu tempo de permanência no ambiente e seu potencial de impacto. Diferentes estágios de decomposição refletem mudanças físicas e químicas, influenciando a liberação de contaminantes, a geração de microfibras e a dificuldade de remoção, além de indicar processos de acúmulo e persistência no ambiente costeiro, já que a liberação de substâncias químicas pode continuar mesmo após alterações físicas marcantes (Araújo et al., 2022).

A forma mais eficiente de mensurar a quantidade e a variedade dos resíduos sólidos em praias é a realização de levantamentos quali-quantitativos. Porém, diversos

estudos que realizaram esses levantamentos de RS acabam se restringindo a campanhas pontuais (Hidalgo-Ruz et al., 2018; Silva-Cavalcante et al. 2013), tornando a análise menos representativa e, conseqüentemente, impedindo que os resultados se aproximem da realidade, além de não considerar os fatores e variáveis que podem influenciar a abundância de RS no local a médio e longo prazo.

A falta de conscientização ambiental e a baixa eficiência do sistema público de limpeza são fatores determinantes na quantidade de resíduos sólidos encontrados na areia das praias brasileiras (Araújo & Costa, 2019). Muitas das praias ao redor do mundo são contempladas com serviço público de limpeza urbana (Pasternak, 2017; Araújo & Costa, 2021), porém os métodos e tecnologias normalmente empregados para limpar essas praias (tais como garis e carro varredeira) só contemplam a retirada de resíduos de maiores dimensões (Loizidou et al., 2018; Andrades et al., 2020).

Ademais, compreender como os frequentadores entendem a poluição marinha e como se percebem em meio à poluição no local é crucial para estabelecer estratégias de acompanhamento das ações de sensibilização e educação ambiental. Isso, além de tornar mais eficientes os resultados desejados, auxilia na modelação da conscientização e educação ambiental para resolver possíveis deficiências do entendimento dos frequentadores sobre poluição marinha, ou seja, a percepção ambiental serve para direcionar os esforços da educação ambiental (Oliveira et al., 2018).

Com base no exposto, o presente estudo visa diagnosticar quali-quantitativamente os resíduos sólidos na praia do Lido, em Fortaleza/CE. Para isso, foram realizados levantamentos para: estimar a abundância de RS em diferentes períodos sazonais; determinar o perfil semanal do descarte inadequado de resíduos sólidos; avaliar a eficiência da limpeza pública de praia na retirada de RS; categorizar as bitucas de cigarro coletadas de acordo com o grau de degradação; e captar a percepção ambiental dos frequentadores sobre a poluição marinha por RS. Para garantir maior representatividade dos resultados quando comparados a outros estudos, as coletas de campo foram realizadas com frequência mensal.

Espera-se que os resultados obtidos no presente estudo permitam não apenas quantificar e caracterizar os resíduos presentes na Praia do Lido, mas também evidenciar limitações operacionais da limpeza pública, padrões temporais de geração de resíduos e o papel das bitucas de cigarro como contaminante persistente. Ao incorporar a análise do grau de degradação das BCs e a percepção ambiental dos usuários, o trabalho contribui

para o avanço do entendimento sobre a permanência, transformação e impacto desses resíduos no ambiente costeiro. Dessa forma, os achados oferecem subsídios técnicos e científicos para o aprimoramento de estratégias de gestão costeira, educação ambiental e políticas públicas voltadas à mitigação da poluição marinha em áreas urbanas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A Praia do Lido é uma praia urbana que faz parte da Orla da Praia de Iracema na cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil, e está localizada nas coordenadas 3°43,137S e 38°30,80 (Figura 1). A praia possui aproximadamente 20.000 m² de faixa de areia, sendo caracterizada por um grande fluxo não sazonal de banhistas. A escolha dessa praia ocorreu devido a ela ser a área de atuação do Projeto de Extensão Oceano sem Bituca (OsB), do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará (UFC). O OsB tem como objetivo desenvolver ações de educação e conscientização ambiental visando a redução da poluição por BCs e outros resíduos.

O clima de Fortaleza é caracterizado como Tropical Quente Sub-úmido, existindo dois períodos pluviométricos bem definidos. O período chuvoso ocorre no primeiro semestre do ano, com precipitação mais intensa entre os meses de fevereiro e maio. Já o período seco ocorre no segundo semestre, e os meses de menor precipitação vão de agosto a novembro (Moura, 2015). Segundo a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), a precipitação média anual observada na região foi de 1.501,8 mm entre os anos de 2011 e 2023.

A praia do Lido é contemplada por um sistema de limpeza pública e conta com mecanismos de limpeza manual e mecanizada. A limpeza manual é feita diariamente por garis a partir de 6h, enquanto a limpeza mecanizada é realizada por maquinário entre segunda-feira e sexta-feira a partir das 6h. A Figura S1 mostra o maquinário utilizado na limpeza da faixa de areia da Praia do Lido, constituído por um trator varredeira e um saneadora de praia. A malha de metal responsável por reter os resíduos é triangular com abertura de 3 cm, onde os resíduos são separados da areia e depositados em um compartimento localizado na parte traseira da saneadora de praia.

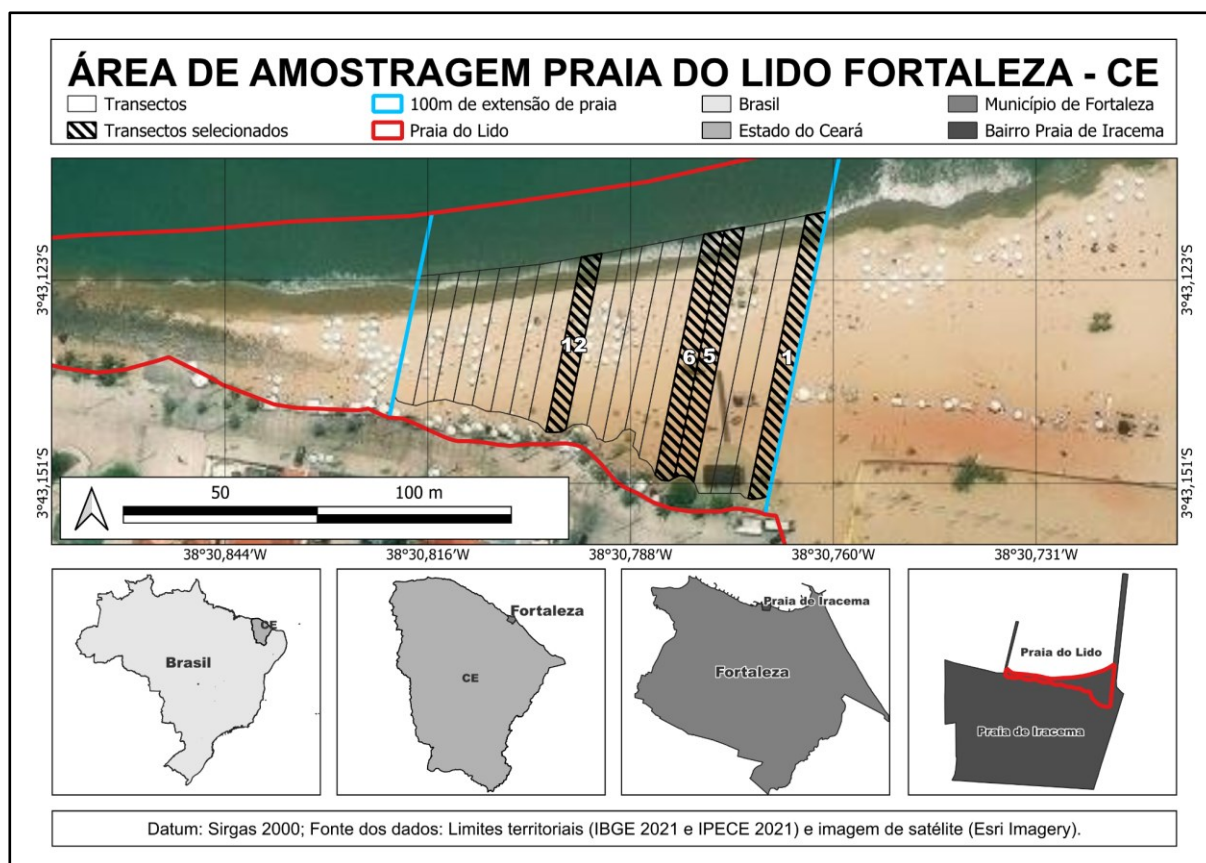


Figura 1. Mapa de localização da Praia do Lido, Fortaleza, Ceará, Brasil, com a disposição espacial dos transectos adotados para a realização das amostragens.

2.2 Amostragem de resíduos sólidos

A metodologia empregada para realizar os levantamentos quali-quantitativos de resíduos sólidos na praia do Lido foi baseada no *Marine Debris Shoreline Survey Field Guide* (MDSSFG) (NOAA, 2012), com adaptações para atender aos objetivos do estudo. Para a seleção da área amostral, inicialmente foram selecionados 100 metros contínuos de extensão de faixa de areia, paralela à linha de costa, que foi dividida em 20 transectos perpendiculares à linha de costa, cada um com 5 m de largura e comprimento variando de acordo com a distância entre o calçadão e o limite da área seca. Os limites dos transectos foram demarcados com uso de GPS e numerados de 1 a 20, sendo escolhidos quatro deles de forma aleatória, a saber: T1; T5; T6 e T12 (Figura 1). A área total da amostragem foi igual a 941 m².

Os levantamentos ocorreram de agosto de 2021 a janeiro de 2022, sendo a baixa estação turística definida como os meses de agosto a outubro de 2021, enquanto os meses de novembro de 2021 a janeiro de 2022 foram considerados alta estação turística. A amostragem se iniciou sempre às 5 horas e 30 minutos da manhã, pois este horário

permite que o levantamento seja feito antes da limpeza pública de praia, excluindo a influência desta variável na análise.

No estudo, foram coletados somente resíduos maiores que 2,5 cm, sendo posteriormente triados no Laboratório de Efluentes e Qualidade de Água (Equal), do Instituto de Ciências do Mar (Labomar) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Em seguida, os resíduos foram categorizados e contabilizados de acordo com o tipo de material, a saber: plástico, metal, papel, madeira processada, vidro, tecido, borracha, orgânicos, itens relacionados ao fumo e bitucas de cigarro (BCs). No presente trabalho, as BCs foram categorizadas em um grupo específico em decorrência de suas características específicas, tais como a prevalência em praias e seu potencial ecotóxico (Araújo, 2019).

2.3 Determinação da abundância mensal de resíduos sólidos versus estação turística

Para determinar a abundância mensal de resíduos na Praia do Lido, foi adotado o método *Accumulation* do MDSSFG (NOAA, 2012). Os itens também foram categorizados quanto ao seu uso predominante, com base em sua função original. Essa classificação teve como objetivo inferir as principais fontes geradoras dos resíduos. Para isso, os itens foram agrupados em uso recreacional (principalmente aqueles provenientes do consumo de bebidas, alimentos e cigarros) ou não recreacional (quando os resíduos não estão associados a atividades recreativas, a exemplo de resíduos de construção civil, máscaras, dentre outros). Os levantamentos ocorreram ao longo de seis meses de pesquisa, com a primeira campanha sendo realizada apenas para retirar os resíduos nos transectos e, assim, não influenciar no acumulado de RS do primeiro mês. As datas das amostragens, bem como o intervalo entre as mesmas, estão descritas na Tabela S1.

2.4 Determinação do perfil semanal do descarte inadequado de resíduos sólidos

O método de *Accumulation* (NOAA, 2012) foi utilizado para determinar o perfil semanal da abundância de RS na praia do Lido. Para determinar a abundância de RS nos dias úteis (DUs), foram quantificados os resíduos acumulados entre segunda e sexta-feira, enquanto que os RS despejados na areia nos finais de semana (FDS) eram mensurados a partir da quantidade de RS acumulados entre sábado e domingo. Logo, para determinar a quantidade semanal, somaram-se os valores obtidos nos DUs e FDS. Para determinar a taxa de incremento ou redução da quantidade de resíduos nos FDS em relação aos DUs,

dividiu-se a abundância de resíduos obtida no FDS pela densidade nos DUs em cada um dos meses estudados. Essa amostragem foi realizada uma vez por mês ao longo de cinco meses de pesquisa. Para garantir que os resíduos presentes na areia da praia antes do início da investigação superestimassem a quantidade acumulada na primeira amostragem, todos os RS presentes nos transectos estudados foram previamente removidos. As datas das amostragens estão descritas na Tabela S2.

2.5 Avaliação da eficiência da limpeza pública de praia quanto à retirada de resíduos sólidos

Para avaliação da eficiência da limpeza de praia foi utilizado o método *Standing-stoke* (NOAA, 2012). Para isso, foi feita a contabilização da quantidade de RS antes e depois da realização da limpeza pública da areia da praia (sem a coleta de RS, apenas contagem visual). Assim, a eficiência de retirada de resíduos pela limpeza pública de praia foi calculada por meio da razão entre a quantidade de resíduos após a limpeza urbana e a quantidade que havia antes da limpeza, multiplicado por 100 (para obter o valor em percentual). Essa avaliação foi feita uma vez por mês, nas datas descritas na Tabela S3.

2.6 Categorização das bitucas de cigarro coletadas de acordo com o grau de degradação

As BCs coletadas foram observadas e classificadas de acordo com seu grau de degradação, a partir de uma escala visual composta de três níveis distintos. O nível 1 são BCs pouco degradadas e o nível 3 são BCs muito degradadas, enquanto o nível 2 é o intermédio entre os dois níveis extremos, conforme ilustrado na Figura S2. A definição da escala de degradação baseou-se na metodologia descrita por Araújo et al. (2022). A categorização do nível de degradação das BCs foi realizada para ser obtido um panorama da degradação das BCs e, consequentemente, entender se as mesmas possuem uma tendência de ficarem acumuladas na areia da praia ou retiradas pela limpeza.

2.7 Captação da percepção ambiental dos usuários sobre a poluição marinha por resíduos sólidos

Para obter a percepção ambiental dos usuários da praia do Lido e auxiliar na análise dos resultados encontrados, foi aplicado um questionário para 100 pessoas, escolhidas aleatoriamente, sendo 50 pessoas abordadas no calçadão da praia e outras 50 abordadas na areia da praia do Lido. O formulário foi concebido com perguntas a serem respondidas de forma objetiva e subjetiva e foi elaborado pelos próprios pesquisadores deste estudo. Tomando como base que as BCs são os resíduos mais encontrados nas praias urbanas (Araujo, 2019), algumas das perguntas foram elaboradas especificamente com foco nesse tipo de resíduo. As questões abordaram o perfil social do entrevistado, poluição marinha, poluição marinha por bitucas de cigarro, formas de mitigação da problemática da poluição marinha por bitucas de cigarro. Todas as perguntas encontram-se no Material Suplementar do presente trabalho. Vale salientar que, para algumas perguntas, era possível escolher mais de uma opção e, por consequência, a somatória dos percentuais das respostas pode ultrapassar 100% nesses casos.

A aplicação do questionário ocorreu nos dias 23, 27 e 29 de janeiro de 2022, ocorrendo tanto em dias úteis quanto aos finais de semana, para contemplar frequentadores com perfis de frequência diferentes. O questionário foi enviado e aceito pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará, sob o número de parecer 5.058.949.

3 RESULTADOS

3.1 Determinação da abundância mensal de resíduos sólidos na faixa de areia da Praia do Lido na baixa e alta estação

A Figura 2 apresenta a abundância de resíduos sólidos relativa a cada mês pesquisado. Ao todo, foram coletados 10.889 itens, sendo obtida uma média de $1,81 \pm 64$ itens por mês e abundância média total de $1,93 \pm 0,59$ itens/m². A abundância de RS na alta estação turística foi de $1,59 \pm 0,26$ itens/m², enquanto a abundância na baixa estação foi de $2,27 \pm 0,68$ itens/m². Desconsiderando o mês de setembro, foram coletados um total de 8.067 itens durante a pesquisa, sendo apresentada uma média de $1,61 \pm 22$ itens por mês e abundância média total de $1,71 \pm 0,25$ itens/m². A abundância da baixa estação (sem setembro) reduziu para $1,88 \pm 0,06$ itens/m².

A Tabela S4 discrimina os 10 resíduos mais coletados durante os seis meses de pesquisa na Praia do Lido, sendo as bitucas de cigarro (39%), restos de comida (13%) e

tampinhas de metal (6%) os resíduos mais coletados. A Tabela S5 aponta as categorias de resíduos mais coletadas, no qual as bitucas de cigarro (39%), plásticos (22%) e resíduos orgânicos (13%) foram as categorias mais contabilizadas durante a pesquisa. Corroborando com os principais usos da Praia do Lido, 89% dos resíduos coletados estão relacionados com o uso recreacional.

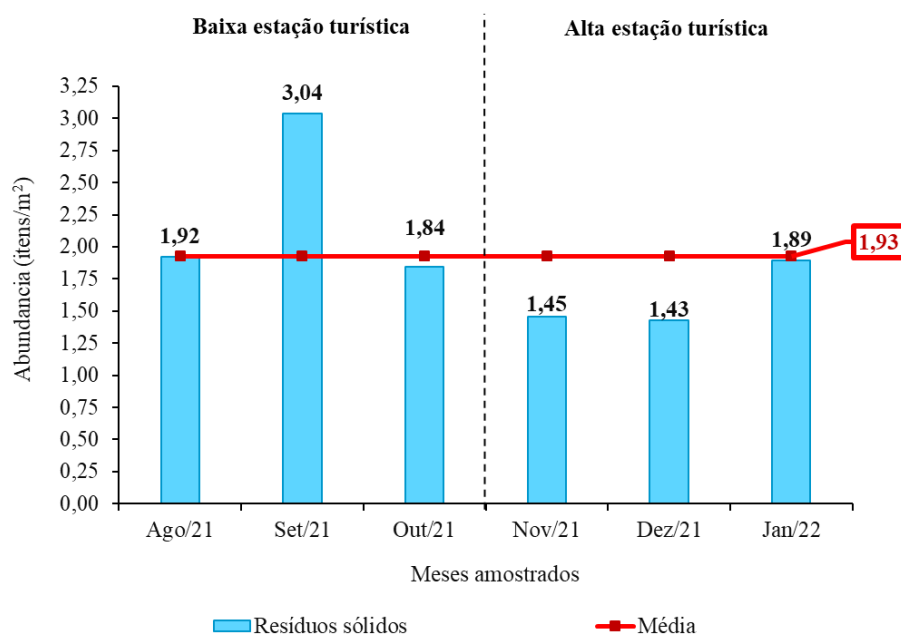


Figura 2. Abundância mensal de resíduos sólidos coletados na Praia do Lido, Fortaleza, Ceará durante a baixa e alta estação.

3.2 Determinação da flutuação da abundância de resíduos sólidos na faixa de areia da Praia do Lido ao longo da semana

A Tabela 1 aponta a abundância semanal de resíduos coletados durante cada mês de pesquisa, assim como as abundâncias referentes aos dias úteis e finais de semana de cada uma dessas semanas. Foram constatadas abundâncias médias de $0,52 \pm 0,12$, $0,80 \pm 0,47$ e $1,32 \pm 0,57$ itens/m², nos dias úteis, finais de semana e durante a semana, respectivamente. Cerca de 63% dos resíduos coletados foram acumulados durante os finais de semana.

A Figura 3 mostra as taxas de incremento ou redução da quantidade de resíduos coletados nos finais de semana em relação aos dias úteis, em cada um dos meses estudados. As quantidades de resíduos obtidas referentes aos finais de semana foram, em média, $48\% \pm 0,50$ maiores que as quantidades coletadas nos dias úteis, sendo que,

desconsiderando o mês de setembro (outlier) esse aumento na quantidade de resíduos nos finais de semana cai para 29%±0,25.

Tabela 1. Abundância de resíduos sólidos referentes aos dias úteis e finais de semana na Praia do Lido, Fortaleza, Ceará.

Mês de referência	Abundância de resíduos totais (itens/m²)		
	Dias úteis	Final de semana	Semana
Agosto (2021)	0,52	0,84	1,37
Setembro (2021)	0,72	1,72	2,44
Outubro (2021)	0,58	0,54	1,11
Novembro (2021)	0,39	0,48	0,87
Dezembro (2021)	0,41	0,58	0,99
Janeiro (2022)	0,50	0,64	1,14
MÉDIA	0,52±0,12	0,80±0,47	1,32±0,57

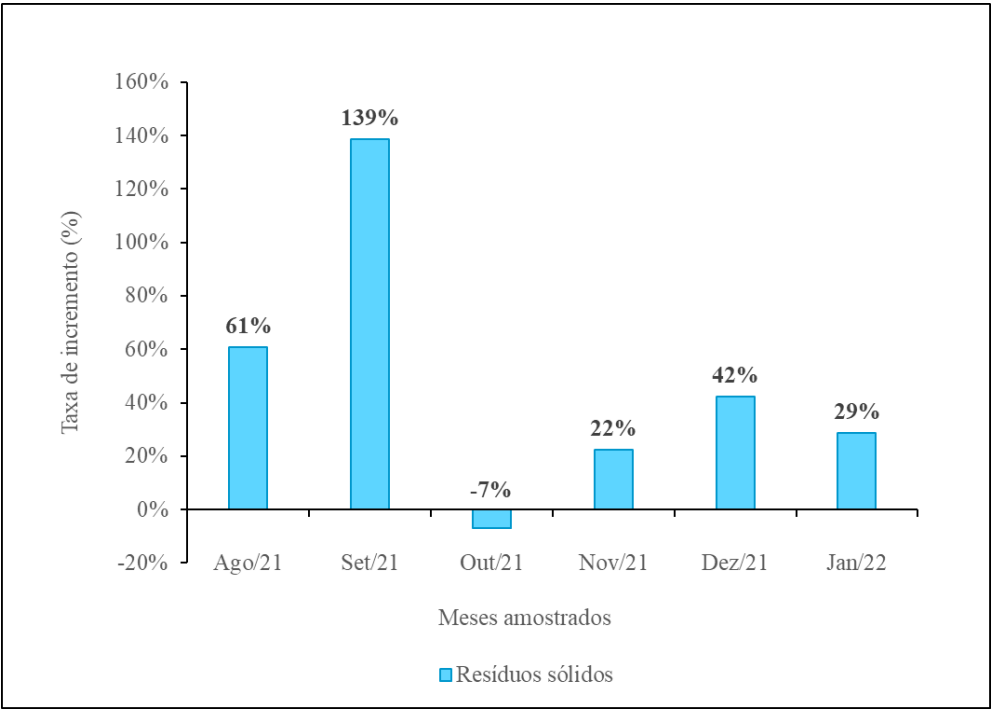


Figura 3. Taxa de incremento na abundância de resíduos sólidos nos finais de semana em relação aos dias úteis na Praia do Lido, Fortaleza, Ceará.

3.3 Avaliação da eficiência da limpeza pública da praia do Lido

A Tabela 2 mostra a abundância total de resíduos sólidos antes e depois da realização da limpeza de praia em cada mês de pesquisa. É possível observar que a limpeza de praia não é eficiente na retirada de resíduos na Praia do Lido, pois as maiores taxas de redução foram de 17% e 44%, em agosto e novembro de 2021, respectivamente. Nos demais meses, constatou-se que as taxas de redução foram negativas, o que indica que houve um aumento da abundância de resíduos após a passagem do trator com o maquinário de limpeza. Não foi possível realizar essa análise no mês de setembro devido a ocorrência de forte chuva no dia da análise.

Tabela 2. Abundância total de resíduos sólidos antes e depois da realização da limpeza pública na areia da Praia do Lido, Fortaleza, Ceará.

Mês de referência	Abundância antes da limpeza (resíduos/m ²)	Abundância depois da limpeza (resíduos/m ²)	Redução total
Agosto (2021)	0,55	0,45	17%
Outubro (2021)	0,48	0,54	-13%
Novembro (2021)	0,50	0,28	44%
Dezembro (2021)	0,35	0,38	-7%
Janeiro (2022)	0,47	0,61	-30%

A relação entre retirada ou aumento da quantidade de resíduos após a realização da limpeza é influenciada por diversos fatores, que podem ser referentes aos próprios resíduos (tais como suas dimensões e peso), ambiente (vento e sedimento da praia) e fatores técnicos sobre a limpeza de praia (especificações do maquinário e utensílios usados). A Tabela S6 aponta algumas das principais justificativas para o aumento ou redução dos resíduos após a realização da limpeza de praia.

A Tabela S7 aponta os dez resíduos com as maiores reduções na sua abundância após a realização da limpeza de praia, enquanto a Tabela S8 aponta os dez resíduos com as menores reduções na sua abundância após a realização da limpeza de praia, sendo na maioria dos casos observado um aumento (taxas negativas) na abundância.

3.4 Categorização das bitucas de cigarro coletadas de acordo com o grau de degradação

As bitucas de cigarro pouco degradadas (Nível 1) foram as mais encontradas, representando 52% do total de bitucas coletadas, seguidas pelas bitucas muito degradadas (Nível 3), que representaram 29% das bitucas e pelas bitucas com nível intermediário de degradação (Nível 2), com 19% do total. A Figura 4 aborda a distribuição dos graus de degradação de acordo com os transectos de amostragem, sendo observado que o transecto 12 obteve a maior fração de BCs pouco degradadas (60%) e a menor de BCs muito degradadas (22%), enquanto o transecto 01 obteve a maior fração de BCs muito degradadas (36%) e a menor de BCs pouco degradadas (43%).

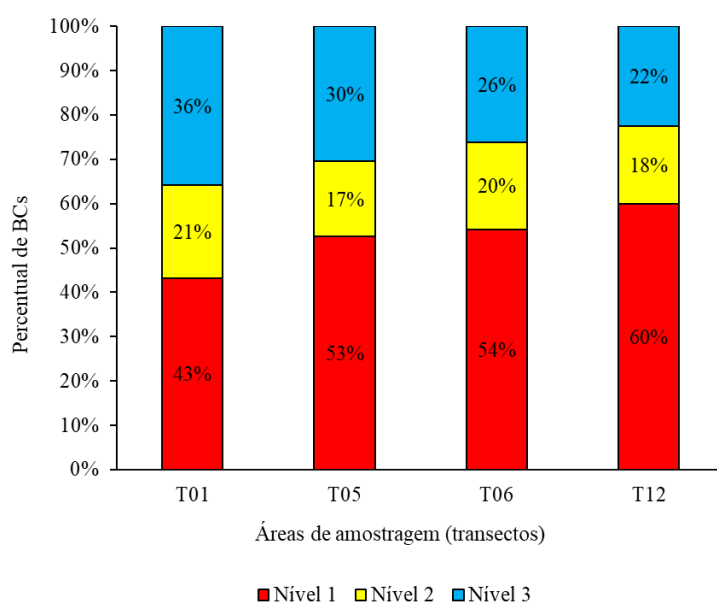


Figura 4. Categorização de bitucas de cigarro coletadas em cada transecto de acordo com o nível de degradação, onde as BCs de Nível 1 são aquelas pouco degradadas, as de Nível 2 possuem grau intermediário de degradação e as de Nível 3 são BCs muito degradadas.

3.5 Captação da percepção ambiental

As respostas dos frequentadores mostraram que 62% dos entrevistados residem em Fortaleza ou na Região Metropolitana, enquanto 38% eram de regiões mais distantes. Com relação à frequência de ida à praia do Lido, 38% dos entrevistados são frequentadores eventuais (anual, mensal ou quinzenal), 15% têm frequência razoável

(semanal ou até três vezes por semana) e 21% frequentadores assíduos. Além disso, 26% dos entrevistados afirmaram nunca ter frequentado anteriormente a praia. Quanto ao uso do espaço, a faixa de areia se destacou como principal área de permanência (52%), seguida pelo calçadão (22%), além de combinações entre diferentes ambientes. Em relação à escolaridade, verificou-se predominância de indivíduos com ensino médio (47%) e ensino superior (43%), sugerindo um público com nível educacional relativamente elevado.

A percepção do ambiente marinho mostrou-se fortemente associada ao lazer e ao bem-estar, com os termos “lazer”, “descanso” e “diversão” mencionados por 68% dos entrevistados, além de referências à “tranquilidade” (26%) e a sentimentos positivos, como “paz” (21%). Elementos naturais também foram amplamente citados, com 42% associando o ambiente marinho à “natureza”. A maioria dos respondentes (67%) afirmou perceber relação entre o ambiente marinho e seu cotidiano, principalmente vinculada ao lazer (34%), ao trabalho ou sustento (9%) e à saúde e bem-estar (9%). Além disso, 86% consideraram o ambiente marinho importante para a sociedade, destacando sua função recreacional (53%), econômica (19%) e ambiental (18%).

No que se refere à percepção da poluição, 85% dos entrevistados afirmaram conseguir identificar impactos ambientais negativos na praia, sendo a poluição por resíduos sólidos o impacto mais citado (41%), seguido por poluição em geral (29%) e despejo de esgoto (9%). 74% consideram a praia poluída, atribuindo essa condição, principalmente, aos próprios frequentadores (50%). A percepção direta da presença de resíduos também foi elevada, com 83% afirmando ter observado lixo na praia e 47% relatando ter presenciado o descarte inadequado por outros indivíduos. A avaliação da limpeza apresentou distribuição heterogênea. Em uma escala de 0 (péssima) a 10 (excelente), a nota de 60% dos entrevistados se concentrou entre 5 e 8, 29% atribuíram nota entre 0 e 3 e apenas 10% responderam notas 9 ou 10. Ainda nesse contexto, 55% dos entrevistados atribuíram nota máxima para fazer referência à intensidade do nível de incômodo com a presença de resíduos na praia do Lido.

A maioria dos respondentes (88%) reconheceu a existência de riscos associados à presença de resíduos sólidos, destacando-se impactos à saúde humana (53%), como doenças e contaminação, seguidos por impactos à fauna (24%), incluindo ingestão de resíduos e mortalidade de animais, e riscos ambientais (26%), como poluição da água e

contaminação do ambiente. No entanto, quando questionados sobre sua própria contribuição para a poluição, 71% dos entrevistados atribuíram valor igual a zero, indicando percepção de não participação direta no problema. Ainda assim, 81% afirmaram adotar alguma medida para reduzir a poluição, como descarte adequado de resíduos (26%), recolhimento do próprio lixo (27%) e coleta de resíduos encontrados na praia (26%). Em relação à responsabilidade pela limpeza, o poder público foi o mais citado (79%), seguido pelos frequentadores (68%) e pelos estabelecimentos comerciais (43%).

Especificamente sobre as bitucas de cigarro, 69% dos entrevistados afirmaram ter observado esse tipo de resíduo na praia. Quanto ao seu potencial poluidor, 69% reconheceram que as bitucas causam impactos ambientais, embora 28% não soubessem explicar quais seriam esses impactos. Entre os danos mencionados, destacaram-se aqueles relacionados ao meio ambiente (52%), especialmente devido à presença de substâncias tóxicas e ao longo tempo de degradação, seguidos por impactos à fauna (20%) e à saúde humana (3%). 65% dos entrevistados declararam não ser fumantes e, entre os fumantes, predominou a afirmação de descarte adequado das bitucas (65%). Por fim, as principais medidas apontadas para mitigação da poluição foram educação e conscientização ambiental (55%), implantação de lixeiras (42%), fiscalização e aplicação de multas (41%) e instalação de bituqueiras (33%). A percepção sobre a atuação do poder público mostrou-se moderada, com respostas distribuídas ao longo da escala, enquanto a existência de limpeza na praia foi reconhecida por 45% dos entrevistados, sendo os garis (28%) os principais agentes mencionados. A avaliação da eficiência da limpeza variou entre os respondentes, com parte significativa atribuindo notas elevadas tanto para resíduos sólidos quanto para bitucas de cigarro, embora sem consenso.

4 DISCUSSÃO

4.1 Determinação da abundância mensal de resíduos sólidos na faixa de areia da Praia do Lido na baixa e alta estação

A abundância média de resíduos sólidos encontrada na praia do Lido (1,93 itens/m²) é a mais elevada dentre todos os estudos realizados em praias arenosas ao redor do mundo, com exceção da praia de Boa Viagem, Pernambuco, Brasil (Filho et al.,

2011), onde foi quantificado 3,7 itens/m². A Tabela S9 apresenta um panorama quantitativo desses estudos. Um dos fatores que podem explicar a abundância elevada de RS na praia do Lido é a grande quantidade de pessoas que se aglomeravam na faixa de praia durante esse período (Figura S3). Cabe ressaltar que esta praia possui uma área relativamente pequena quando comparada às demais praias da Orla de Fortaleza.

Outro fator é o comércio de alimentos e bebidas no local, que, além de potencializar o fluxo de visitantes ao local, é uma fonte de embalagens, latinhas, tampas de garrafas e outros RS para a praia. Tais fatores acabam refletindo-se em grandes quantidades de RS por metro quadrado, fato também retratado por Filho et al. (2011).

Outros dois fatores influenciadores da alta abundância de RS na Praia do Lido são as poucas e ineficientes políticas de conscientização ambiental, somada à pequena quantidade de lixeiras disponibilizadas para o descarte adequado dos RS. Além do fato da quantidade de lixeiras presentes na areia da praia ser quase nula, as poucas existentes no calçadão da praia se encontram frequentemente lotadas de lixo.

A diferença na abundância de resíduos sólidos entre as estações pode estar relacionada à variação no uso da praia e na intensidade da limpeza pública. Durante a alta estação turística, a menor abundância ($1,59 \pm 0,26$ itens/m²) reflete a maior frequência e eficiência das ações de limpeza, realizadas para manter a praia atrativa aos visitantes. Já na baixa estação, o aumento da abundância ($2,27 \pm 0,68$ itens/m²) indica acúmulo de resíduos devido à redução das atividades de manutenção e à menor presença de equipes de limpeza.

Por fim, outro fator que pode ter influenciado na abundância elevada de RS na praia do Lido é a metodologia utilizada no presente estudo. Ao todo, foram realizados 4 levantamentos em cada mês, sempre antes da limpeza pública da praia. A maior frequência de amostragem durante o mês representa de forma mais fiel a quantidade mensal de RS na praia. A maioria dos estudos de levantamentos quali-quantitativos de resíduos sólidos optaram por realizar apenas estudos pontuais (Oliveira et al. 2016; Hidalgo-Ruz et al. 2018), nos quais são realizados apenas uma única amostragem em toda pesquisa ou apenas uma por cada estação do ano, que aumenta os riscos de subestimação do real panorama da dinâmica de resíduos sólidos no local, visto que a área de uma praia pode sofrer influência de diversas variáveis ao longo do tempo, tais como ações de limpeza por parte de organizações não governamentais, fenômenos climáticos (chuva, vento) e oscilações no fluxo de banhistas em decorrência de período de férias, feriados,

eventos públicos, dentre outras motivações. A influência dessas variáveis sobre a quantidade de RS de uma praia em um determinado espaço de tempo só pode ser determinada através de uma série de levantamentos realizados durante esse espaço de tempo.

Avaliando os valores registrados mês a mês (Figura 2), é possível declarar que o mês de setembro se trata de um *outlier*, devido à alta abundância média de resíduos sólidos constatadas neste mês (3,04 itens/m²) em comparação aos demais meses (entre 1,43 e 1,92 itens/m²). Existem duas possibilidades para explicar os elevados valores encontrados no mês de setembro. Uma das explicações são os fortes ventos que atingem Fortaleza, principalmente nos meses de agosto e setembro (Menezes, 2025), que intensificam o arraste de resíduos sólidos das ruas para a praia ou ressuspendem resíduos enterrados na areia. Outra possível razão foi a série de flexibilizações no Estado do Ceará quanto às restrições de uso das praias devido a pandemia do COVID-19, por meio dos decretos Nº 34.043, de 24 de abril de 2021 (CEARÁ, 2021a), Nº 34.128, de 26 de junho de 2021 (CEARÁ, 2021b) e Nº 34.199, de 21 de agosto de 2021 (CEARÁ, 2021c). Tais flexibilizações geraram um aumento da sensação de segurança da população, estimulando um retorno em massa das pessoas à praia do Lido e, conseqüentemente, um aumento gradual da quantidade de resíduos despejados inadequadamente na areia no mês de setembro. Após setembro, o fluxo de visitantes pode ter se normalizado, assim como a abundância de resíduos na praia.

Quanto à variedade dos tipos de resíduos coletados na Praia do Lido, foi possível notar a predominância da bituca de cigarro (BC), sendo prevaletes até mesmo quando consideradas como uma categoria independente de resíduos (Tabela S4). Essa predominância é explicada pela grande quantidade relativa de fumantes na Praia do Lido, (cerca de 35% dos entrevistados na análise de captação da percepção ambiental). Outros estudos também apontam as bitucas de cigarro como o grupo de resíduos mais coletado em praias arenosas (Simeonova et al., 2017; Hidalgo-Ruz et al., 2018; Loizidou et al., 2018). Tais informações são de grande importância sanitária e ecológica, devido ao potencial contaminante das BCs (Rios & Oliveira, 2018; Qamar et al., 2020), deixando evidente que o poder público municipal deve direcionar ações específicas para promover o descarte adequado de BCs na praia do Lido.

Do total de resíduos coletados, 89% dos itens puderam ser associados ao uso recreacional (principalmente associados ao consumo de bebidas, alimentos e cigarros).

Também foi possível observar que a maior parte dos resíduos tem origem local, reforçando a relevância do comportamento dos usuários, no que se refere ao descarte inadequado de resíduos na praia. Resultados semelhantes foram obtidos por outros estudos (Filho et al., 2011; Loizidou et al., 2018; Silva et al., 2018; Zamora et al., 2021). Resultados nos quais os resíduos mais encontrados não são relacionados a atividades comerciais e de lazer são escassos (Smith et al., 2014; Silva et al., 2019). Isso indica que a realização de ações de educação e conscientização ambiental acerca da poluição por resíduos sólidos da Praia do Lido deve ser intensificada.

4.2 Determinação da flutuação da abundância de resíduos sólidos na faixa de areia da Praia do Lido ao longo da semana

Como já era previsto, a maior abundância de resíduos foi coletada durante os finais de semana (Tabela 1), tendo em vista que a quantidade de pessoas que vão às praias nos finais de semana é maior que no restante da semana. Portanto, com o aumento da quantidade de pessoas na Praia do Lido, a geração de resíduos aumenta, assim como o descarte inadequado dos mesmos. Este tipo de levantamento é de grande importância para dimensionar o contingente da limpeza pública necessário nas praias, nos dias úteis e finais de semana.

Foi possível observar que, durante a semana escolhida no mês de outubro, ocorreu uma suave redução da abundância de resíduos coletados no final de semana em relação aos dias úteis (Tabela 1). Isso pode ser explicado, principalmente, por ações independentes de limpezas voluntárias de praias que aconteceram durante alguns finais de semana do mês de outubro, já que é sabido que campanhas voluntárias de limpeza de praia podem reduzir significativamente a quantidade de resíduos em praias (Kordella et al., 2013).

4.3 Eficiência da limpeza pública da praia do Lido

A limpeza pública da faixa de areia da Praia do Lido é realizada através da utilização de maquinário (trator varredeira e saneadora de praia) e pelo recolhimento manual pelos profissionais de limpeza. De acordo com a Tabela 2, a redução de resíduos após a limpeza só foi observada nos meses de agosto e novembro, não ultrapassando 44% de redução, indicando a ineficiência na retirada de resíduos pelas metodologias de limpeza de praia empregadas na praia do Lido. Grande parte dos resíduos presentes na

praia do Lido são pequenos, e acabam não ficando retidos na malha de 3 cm do maquinário. Além disso, alguns resíduos com tamanhos superiores à abertura da malha, como canudos, palitos de dente, de pirulitos e de churrasco, podem passar pela malha do maquinário, em decorrência do seu formato cilíndrico com maior dimensão de comprimento em relação à área da seção do resíduo.

Para nosso conhecimento, apenas um trabalho avaliou a eficiência da limpeza de praia realizada pelo poder público, e foi realizado exatamente no Brasil, especificamente na praia de Camboinhas, Niterói/RJ (Zamora et al., 2021). Diferentemente da praia do Lido, a remoção de resíduos na praia de Camboinhas é feita exclusivamente de forma manual por garis. Esses pesquisadores consideraram todos os resíduos macroscópios na análise, sem especificar o tamanho deles, e os resultados do estudo mostraram que não houve diferença significativa na abundância de resíduos entre antes e depois da realização da limpeza.

O aumento da quantidade de resíduos após a limpeza da praia do Lido observado a partir de dezembro (quando os percentuais de redução são negativos) pode ser explicado principalmente pelo revolvimento de sedimento provocado pela passagem da saneadora de praia na areia. Com esse revolvimento, os resíduos de menores dimensões depositadas nas camadas mais profundas do sedimento acabam sendo levados novamente à superfície, e quantificados após a passagem do maquinário. A Figura S4 evidencia o resultado desse processo de revolvimento, sendo possível observar BCs na sobre o rastro do trator varredeira e saneadora de praias na areia da Praia do Lido. Outro fator importante declarado pelos próprios profissionais de limpeza durante as entrevistas de campo é que os resíduos menores acabam passando despercebidos pelos olhares desses profissionais, devido ao fato de serem facilmente enterrados na área. Além disso, o equipamento disponibilizado para esses trabalhadores não é projetado para a retirada desses resíduos pequenos. Outro aspecto observado na praia do Lido é que apenas um garí faz a remoção manual do lixo, por meio do uso de ancinho e braço pegador de objetos. Portanto, pode ser necessário redimensionar a quantidade de trabalhadores da limpeza pública na praia do Lido ou também rever o mecanismo de remoção de resíduos, de forma a coletar também resíduos menores que 3 cm, a exemplo das BCs.

Além do que já foi exposto nesta seção, o maquinário fica impossibilitado de passar em algumas partes da faixa de areia da Praia do Lido, não retirando nenhum resíduo nessas áreas. Isso ocorre devido à presença de barreiras que impedem a realização da

limpeza em partes da praia. Foi possível observar que não havia marcas de pneu do trator ou rastro da saneadora de praias onde os guarda-sóis estavam fixados. Existiam algumas barreiras naturais que também impedem a realização da limpeza de praia, como uma vegetação rasteira, mudança da dureza do substrato, árvores e pedregulhos. Estruturas fixas artificiais, como lixeiras de concreto, estruturas da prefeitura e barracas de praia também atuavam como impedimento da limpeza. Na nossa pesquisa, o transecto 12 é a área amostral que possuía a maior área relativa coberta por obstáculos.

4.4 Categorização das bitucas de cigarro coletadas de acordo com o grau de degradação

Os resultados referentes à categorização das BCs estão relacionados com a ineficiência da limpeza pública realizada na Praia do Lido quanto a resíduos de dimensões menores que 3 cm. A predominância de BCs pouco degradadas (Nível 1) indica que a quantidade de BCs depositadas na areia da praia é bastante superior à quantidade retirada pelo maquinário e profissionais de limpeza. O segundo nível mais encontrado foi o de BCs muito degradadas (Nível 3), evidenciando que existe uma parcela que é submersa pela areia da praia e persiste no ambiente por um longo tempo, que só pode ser coletada pelos pesquisadores devido a revolvimento de areia promovido pela passagem da saneadora de praias. Caso houvesse uma retirada eficiente de BCs, o nível de degradação intermediário (Nível 2) seria predominante, tendo em vista que grande parte das BCs recém depositadas (Nível 1) seria retirada e as poucas BCs remanescentes não persistiriam no ambiente a ponto de atingirem o Nível 3 de degradação.

Considerando que, apesar de não ser satisfatória, a limpeza pública da Praia do Lido promove a retirada de uma quantidade baixa de BCs (muitas vezes devido ao fato de estarem dentro de copos, garrafas e outros recipientes) e que o maquinário de limpeza não passa pelo transecto 12 (T12), a porcentagem de BCs pouco degradadas no T12 foi a maior entre os outros transectos, já que a retirada de BCs pelo maquinário nesse transecto é zero. Em contrapartida, o transecto 01 (T01), no qual o maquinário passa pela maior parte do transecto, a porcentagem de BCs pouco degradadas foi a menor, já que a retirada de BCs nesse transecto é maior que nos transectos restantes.

Os transectos 05 e 06 tiveram valores próximos entre si devido ao fato dos transectos serem adjacentes, portanto, sua área possui características e obstáculos

semelhantes para a realização da limpeza de praia, de forma que a área coberta pelo maquinário de limpeza é semelhante em ambos os transectos.

Os resultados obtidos neste artigo, na Praia do Lido, divergem em alguns pontos quanto aos resultados obtidos por Araújo et al. (2022) na Praia de Boa Viagem, Recife. Esses pesquisadores observaram a predominância de BCs no nível mais avançado de degradação (Nível IV - equivalente ao Nível 3 do presente estudo), enquanto o presente estudo constatou o Nível 1 (BCs pouco degradadas) como o mais abundante. Apesar disso, em ambos os casos foi constatado a limitação da limpeza pública quanto à remoção de BCs com dimensões inferiores a 3 cm, as quais tendem a permanecer enterradas ou camufladas na areia, justificando o acúmulo de bitucas e consequentemente as frações mais degradadas. Em outras palavras, os resultados obtidos em ambos os estudos evidenciam a influência direta das práticas operacionais de limpeza na distribuição e nos níveis de degradação observados, reforçando a necessidade de ajustes técnicos e maior abrangência da limpeza pública para mitigar esse tipo de poluição costeira.

5 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo evidenciam que a Praia do Lido, Fortaleza/CE, apresenta elevada abundância de resíduos sólidos, com predominância de itens associados a atividades recreacionais, destacando-se as bitucas de cigarro como o principal item encontrado. A análise integrada revelou variações temporais na geração de resíduos, bem como limitações operacionais da limpeza pública, que se mostrou pouco eficiente na remoção de itens de pequenas dimensões (< 3 cm). A categorização das bitucas quanto ao grau de degradação indicou a coexistência de aportes recentes e de acúmulo prolongado no ambiente, reforçando seu caráter persistente. Adicionalmente, a percepção ambiental dos usuários demonstrou reconhecimento do problema, porém com baixa responsabilização individual.

Em conjunto, esses achados contribuem para a compreensão da dinâmica dos resíduos sólidos em praias urbanas tropicais, evidenciando a necessidade de aprimoramento das estratégias de gestão costeira e do gerenciamento de resíduos sólidos. Destaca-se também a importância e a necessidade da adoção de tecnologias de limpeza mais eficientes, do fortalecimento de políticas públicas de educação ambiental e da ampliação de ações voltadas ao descarte adequado, especialmente para resíduos de alta persistência. Dessa forma, o estudo oferece subsídios técnicos para a tomada de decisão e

para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes de mitigação da poluição marinha em ambientes urbanos.

REFERÊNCIAS

Andrades, R.; Pegado, T.; Godoy, B.S.; Reis-Filho, J.A.; Nunes, J.L.S.; Grillo, A.C.; Machado, R.C.; Santos, R.G.; Dalcin, R.H.; Freitas, M.O.; Kuhnén, V.V.; Barbosa, N.D.; Adelir-Alves, J.; Albuquerque, T.; Bentes, B. & Giarrizzo, T. Anthropogenic litter on Brazilian beaches: Baseline, trends and recommendations for future approaches. *Marine Pollution Bulletin*, v. 151, p. 110842, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110842>

Araújo, M.C.B.; Costa, M.F.; Silva-Cavalcanti, J.S.; Duarte, A.C.; Reis, V.; Rocha-Santos, T.A.; Pinto da Costa, J. & Girão, V. Different faces of cigarette butts, the most abundant beach litter worldwide. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 29, n. 32, p. 48926-48936, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19134-w>

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

Beaumont, N.J.; Aanesen, M.; Austen, M.C.; Börger, T.; Clark, J.R.; Cole, M.; Hooper, T.; Lindeque, P.K.; Pascoe, C. & Wyles, K.J. Global ecological, social and economic impacts of marine plastic. *Marine Pollution Bulletin*, v. 142, p. 189-195, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.022>

Belzagui, F.; Buscio, V.; Gutiérrez-Bouzán, C. & Vilaseca, M. Cigarette butts as a microfiber source with a microplastic level of concern. *Science of the Total Environment*, v. 762, p. 144165, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144165>

Bettencourt, S.; Freitas, D.N.; Lucas, C.; Costa, S. & Caeiro, S. Marine litter education: From awareness to action. *Marine Pollution Bulletin*, v. 192, p. 114963, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114963>

Ceará. Decreto nº 34.043, de 24 de abril de 2021. Mantém as medidas de isolamento social rígido contra a covid-19. Fortaleza, 2021a. Disponível em: <http://imagens.seplag.ce.gov.br/PDF/20210424/do20210424p01.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2022.

Ceará. Decreto nº 34.128, de 26 de junho de 2021. Mantém as medidas de isolamento social contra a covid-19. Fortaleza, 2021b. Disponível em: <http://imagens.seplag.ce.gov.br/PDF/20210626/do20210626p01.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2022.

Ceará. Decreto nº 34.199, de 21 de agosto de 2021. Mantém as medidas de isolamento social contra a covid-19. Fortaleza, 2021c. Disponível em: <http://imagens.seplag.ce.gov.br/PDF/20210821/do20210821p01.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2022.

Filho, M.J.O.; Araújo, M.C.B.; Silva-Cavalcanti, J.S. & Silva, A.C.M. Contaminação da praia de Boa Viagem (Pernambuco-Brasil) por lixo marinho: relação com o uso da praia. *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 44, n. 1, p. 33-39, 2011.

Hidalgo-Ruz, V.; Honorato-Zimmer, D.; Gatta-Rosemary, M.; Nuñez, P.; Hinojosa, I.A. & Thiel, M. Spatio-temporal variation of anthropogenic marine debris on Chilean beaches. *Marine Pollution Bulletin*, v. 126, p. 516-524, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.014>

Kordella, S.; Geraga, M.; Papatheodorou, G.; Fakiris, E. & Mitropoulou, I.M. Litter composition and source contribution for 80 beaches in Greece, Eastern Mediterranean: A nationwide voluntary clean-up campaign. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, v. 16, n. 1, p. 111-118, 2013. <https://doi.org/10.1080/14634988.2012.759503>

Loizidou, X.I.; Loizides, M.I. & Orthodoxou, D.L. Persistent marine litter: small plastics and cigarette butts remain on beaches after organized beach cleanups. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 190, n. 7, p. 1-10, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6798-9>

Mauad, T.; Carvalho-Oliveira, R. & Amato-Lourenço, L.F. Plastics and human health. *Diálogos Socioambientais*, v. 8, n. 21, p. 38-41, 2025. <https://doi.org/10.36942/dialogossocioambientais.v8i21.1185>

Menezes, P. Temporada de ventos fortes com até 60 km/h chega no Ceará. *O Povo Online*, 2025. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/ceara/2025/08/26/temporada-de-ventos-fortes-com-ate-60-km-h-chega-no-ceara.html>. Acesso em: 20 set. 2025.

Moura, I.J.M.; Santos, D.F.dos; Pinheiro, F.G.M.de & Oliveira, C.J.de. Caracterização dos períodos seco e chuvoso da cidade de Fortaleza (CE). *Ciência e Natura*, v. 37, ed. esp. SIC, p. 3-7, 2015. <https://doi.org/10.5902/2179460X16206>

NOAA. Marine Debris Shoreline Survey Field Guide. Silver Spring, MD: National Oceanic and Atmospheric Administration, 2012.

Novotny, T.E. & Slaughter, E. Tobacco product waste: an environmental approach to reduce tobacco consumption. *Current Environmental Health Reports*, v. 1, n. 3, p. 208-216, 2014. <https://doi.org/10.1007/s40572-014-0016-x>

Oliveira, M.M.N.; Pinheiro, L.S.de; Rocha, G.H.M.; Abreu Neto, J.C.de & Lima, R.S.de. Análise comparativa dos resíduos sólidos em praias urbanas de Fortaleza, Ceará. [S.l.: s.n.], v. 1, n. 1, p. 1-4, 2016.

Oliveira, N.R.; Santos, C.R. & Turra, A. Percepção ambiental como subsídio para a gestão costeira da Baía do Araújo, Litoral Norte de São Paulo. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 44, p. 140-163, 2018. <https://doi.org/10.5380/dma.v44i0.53825>

Pasternak, G.; Zviely, D.; Ribic, C.A.; Ariel, A. & Spanier, E. Sources, composition and spatial distribution of marine debris along the Mediterranean coast of Israel. *Marine Pollution Bulletin*, v. 114, n. 2, p. 1036-1045, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.11.023>

- Qamar, W.; Azmat, M.; Kiran, S.; Mahmood, T.; Khan, A.; Rehman, S.U.; Khan, M.U. & Khan, M.A. Cigarette waste: assessment of hazard to the environment and health in Riyadh city. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 27, n. 5, p. 1380-1383, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.12.002>
- Rios, D.A.M. & Oliveira, F.D.S. Resíduo de cigarro: uma proposta de manejo ambiental, p. 1-5. In: *Anais do Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade*, 2018.
- Rodríguez, Y.; Ressurreição, A. & Pham, C.K. Socio-economic impacts of marine litter for remote oceanic islands. *Marine Pollution Bulletin*, v. 160, p. 111631, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111631>
- Silva-Cavalcante, J.S.; Araújo, M.C.B. & Costa, M.F. Padrões e tendências a médio prazo da contaminação por resíduos sólidos na praia de Boa Viagem, Nordeste do Brasil. *Quaternary and Environmental Geosciences*, v. 4, n. 1-2, p. 17-24, 2013.
- Silva, E.J.; Silva, J.M.Q. & Silva, M.J.S. Poluição marinha por resíduos sólidos em unidade de conservação no Rio Grande do Norte. In: *Anais do Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade*, 2019.
- Silva, M.L.; Castro, R.O.; Sales, A.S. & Araújo, F.V.de. Marine debris on beaches of Arraial do Cabo, RJ, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 130, p. 153-158, 2018.
- Simeonova, A.; Chuturkova, R. & Yaneva, V. Seasonal dynamics of marine litter along the Bulgarian Black Sea coast. *Marine Pollution Bulletin*, v. 119, n. 1, p. 110-118, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.035>
- Smith, S.D.A.; Gillies, C.L. & Shortland-Jones, H. Patterns of marine debris distribution on the beaches of Rottnest Island, Western Australia. *Marine Pollution Bulletin*, v. 88, n. 1-2, p. 188-193, 2014.
- Weis, J. *Marine Pollution: what everyone needs to know*. Oxford University Press, 253 p., New York, 2015.
- Zamora, A.M.; da Gama, B.A.P.; de Oliveira, J.D.N. & Soares-Gomes, A. Cleaning efficiency in a Southwestern Atlantic sandy beach. *Regional Studies in Marine Science*, v. 45, p. 101865, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101865>