



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

MARIA CLÁUDIA QUINDERÉ LIMA VERDE MONTENEGRO

ANÁLISE DA POLUIÇÃO POR BITUCAS DE CIGARRO NA PRAIA DO LIDO
(FORTALEZA/CE) NO CONTEXTO PÓS-PANDEMIA

FORTALEZA-CE

2025

MARIA CLÁUDIA QUINDERÉ LIMA VERDE MONTENEGRO

ANÁLISE DA POLUIÇÃO POR BITUCAS DE CIGARRO NA PRAIA DO LIDO
(FORTALEZA/CE) NO CONTEXTO PÓS-PANDEMIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Ciências Ambientais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Michael Barbosa Viana

FORTALEZA-CE

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M784a Montenegro, Maria Cláudia Quinderé Lima Verde.

Análise da poluição por bitucas de cigarro na Praia do Lido (Fortaleza/CE) no contexto pós-pandemia /
Maria Cláudia Quinderé Lima Verde Montenegro. – 2025.
28 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do
Mar, Curso de Ciências Ambientais, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Michael Barbosa Viana.

1. Descarte inadequado. 2. Poluição costeira. 3. Degradação ambiental. 4. Resíduos sólidos. 5. Sensibilização
ambiental. I. Título.

CDD 333.7

MARIA CLÁUDIA QUINDERÉ LIMA VERDE MONTENEGRO

ANÁLISE DA POLUIÇÃO POR BITUCAS DE CIGARRO NA PRAIA DO LIDO
(FORTALEZA/CE) NO CONTEXTO PÓS-PANDEMIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Ciências Ambientais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Ciências Ambientais.

Aprovada em 17/03/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Michael Barbosa Viana (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Paulo Henrique Gomes de Oliveira Sousa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Francisco das Chagas Gomes da Silva Junior
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

À Maria Iêda, Maria Nereide e Maria da
Conceição, minhas três mães, que fizeram da
quarta Maria que sou a soma da coragem e
sabedoria que me sustentam.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à toda minha família, em especial às minhas três mães: Maria Iêda, Maria Nereide e Maria da Conceição, que, cada uma à sua maneira, contribuíram para a minha formação e me ensinaram o valor da dedicação e da força.

Ao meu avô José Eudócio, que ajudou a construir a base dessa caminhada ao me levar e me buscar todos os dias na escola, desde meu primeiro até meu último dia no ensino fundamental.

Ao meu avô Zequinha Brito, que nunca deixou e continua sem deixar faltar o senso de humor e alegria necessários para viver a vida.

À minha melhor amiga, Maria Clara Lima, com quem compartilho 13 anos de amizade, dividindo angústias e alegrias, e que se tornou um pilar essencial na minha vida.

À minha primeira e fiel dupla da faculdade, Maxwell Cruz, que trilhou comigo essa jornada acadêmica e sempre me incentivou a seguir em frente. Que nossa parceria continue também na vida.

Ao meu professor e orientador Michael Barbosa Viana, que durante os anos de graduação e de extensão no projeto Oceano sem Bituca me guiou com dedicação e paciência, transmitindo conhecimento e inspiração para a realização deste trabalho.

Aos extensionistas que passaram pelo Oceano sem Bituca em 2024, cuja colaboração e empenho foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Por último, e não menos importante, ao meu cachorro Chico, que nunca lerá estes agradecimentos ou qualquer outra coisa em sua vida, mas que é parte fundamental desta conquista, pois me deu e me dá amor incondicional todos os dias, incluindo sua companhia enquanto eu redigia este trabalho.

A todos, minha sincera gratidão.

RESUMO

O descarte inadequado de bitucas de cigarro (BCs) representa um problema ambiental global, com cerca de 6 trilhões de cigarros consumidos anualmente, dos quais aproximadamente 75% são descartados de forma incorreta, tornando as BCs o resíduo mais encontrado em ambientes urbanos e costeiros. Nesse contexto, este artigo analisa o descarte de BCs na Praia do Lido, em Fortaleza, Ceará, durante o período pós-pandemia, como parte do projeto "Oceano sem Bituca". O estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência e degradação das BCs, com foco em sua densidade e dinâmica de acúmulo. Para isso, foram realizados 14 levantamentos entre maio e outubro de 2024, analisando a densidade e o nível de degradação das BCs em transectos selecionados da praia. Os resultados revelaram uma densidade média de 0,77 BCs/m², valor semelhante ao registrado por Ribeiro (2022) no mesmo local, sugerindo estabilidade nos padrões de descarte ao longo do tempo. As variações observadas ao longo dos meses foram influenciadas por fatores como o período de férias e a temporada de ventos. A análise da degradação das BCs evidenciou a predominância de resíduos pouco degradados, indicando um descarte contínuo e a ineficiência dos métodos de limpeza adotados. A pesquisa destaca a necessidade de medidas de mitigação e estratégias de educação ambiental, visando à redução do descarte inadequado e à preservação do ecossistema costeiro.

Palavras-chaves: Descarte inadequado; Poluição costeira; Degradação ambiental; Resíduos sólidos; Sensibilização ambiental.

ABSTRACT

The improper disposal of cigarette butts (CBs) represents a global environmental problem, with around 6 trillion cigarettes consumed annually, of which approximately 75% are improperly discarded, making CBs the most common waste found in urban and coastal environments. In this context, this article analyzes the disposal of CBs at Lido Beach, in Fortaleza, Ceará, during the post-pandemic period, as part of the "Oceano sem Bituca" project. The study aimed to evaluate the occurrence and degradation of CBs, focusing on their density and accumulation dynamics. To this end, 14 surveys were conducted between May and October 2024, analyzing the density and degradation level of CBs in selected beach transects. The results revealed an average density of 0.77 CBs/m², similar to the value recorded by Ribeiro (2022) at the same location, suggesting stability in disposal patterns over time. The variations observed throughout the months were influenced by factors such as the holiday period and the wind season. The analysis of CB degradation showed a predominance of minimally degraded residues, indicating continuous disposal and the inefficiency of current cleaning methods. The research highlights the need for mitigation measures and environmental education strategies aimed at reducing improper disposal and preserving the coastal ecosystem.

Keywords: Inadequate disposal; Coastal pollution; Environmental degradation; Solid waste; Environmental awareness.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	15
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

O consumo do tabaco tem aumentado ao longo dos anos, com os cigarros se tornando o método preferido de fumar devido ao baixo custo e eficiência na absorção de nicotina (Bonnie; Stratton; Wallace, 2007). Anualmente, cerca de 6 trilhões de cigarros são fumados em todo o mundo, e aproximadamente 75% desse total são descartados de forma incorreta no meio ambiente, tornando a bituca de cigarro o resíduo mais encontrado em áreas urbanas e ambientes costeiros (Araújo e Costa, 2019a). Em 2020, estimava-se que 1,2 milhão de toneladas de bitucas de cigarro fossem descartadas incorretamente a cada ano, com projeções indicando um aumento de 50% até 2025, o que corresponderia a aproximadamente 1,8 milhão de toneladas anuais (Torkashvand *et al.*, 2020).

As bitucas de cigarro (BCs), também chamadas de guimba ou de pontas de cigarro, são os produtos finais gerados após o fumo do cigarro (Marinello *et al.*, 2020). A preocupação associada ao descarte desses resíduos na natureza está relacionada à sua lenta biodegradabilidade (Marinello *et al.*, 2020), pois são constituídas por um filtro feito de fibras de acetato de celulose, um polímero sintético de difícil decomposição, o que faz com que sejam consideradas resíduos predominantemente plásticos (Belzagui *et al.*, 2021). Além disso, uma única bituca de cigarro pode liberar mais de 7.000 produtos químicos potencialmente tóxicos no meio ambiente (Marinello *et al.*, 2020), sendo capaz de contaminar cerca de 1000 litros de água (Green; Putschew; Nehls, 2014).

Apesar de não serem biodegradáveis, a exposição prolongada aos raios ultravioleta (UV) pode fragmentar as bitucas de cigarro em partículas menores, tornando esses resíduos potenciais fontes de liberação de microplásticos no meio ambiente (Belzagui *et al.*, 2021). Outro fator relevante é que as BCs têm o potencial de contaminar o solo com metais pesados provenientes da queima do tabaco, os quais podem ser lixiviados para ambientes aquáticos e afetar a qualidade da água potável, bem como afetar a biota daquele ambiente. As micropartículas liberadas pelas BCs podem ser facilmente dispersas e ingeridas por animais marinhos, causando toxicidade (Watt *et al.*, 2021). Entre as substâncias perigosas passíveis de liberação, destacam-se o arsênio, o chumbo, a nicotina e o etilfenol (Novotny *et al.*, 2015).

De acordo com Rangé (2011, p. 426),

Uma classificação tradicional do cigarro os divide em nicotina e alcalóides semelhantes, monóxido de carbono, dióxido de carbono, vapor d'água, matéria orgânica e um grande número de substâncias conhecidas coletivamente como alcatrão.

A composição moderna do cigarro inclui basicamente filtro com fibras de acetato de celulose, papel de cigarro, tabaco e aditivos, como conservantes, umectantes, flavorizantes, intensificadores, açúcares e compostos de amônio (Paumgarten; Carneiro; Oliveira, 2017). Já a bituca descartada contém três componentes básicos: o remanescente do tabaco, o filtro e o embrulho de papel (Almeida, 2019).

A exposição da biota a esses resíduos provoca impactos significativos que se manifestam de diversas maneiras, englobando tanto efeitos letais (aumento da mortalidade) quanto efeitos subletais, que incluem danos ao desenvolvimento e à reprodução das espécies, sendo possível observá-los em uma variedade de organismos, abrangendo microrganismos, plantas, invertebrados, peixes, anfíbios, aves e camundongos (Green; Tongue; Boots, 2021). Além disso, uma vez no ambiente, os resíduos presentes nas BCs também passam a representar um risco em potencial para a saúde humana, pois as substâncias tóxicas podem se acumular dentro dos organismos vivos e serem passadas ao longo da cadeia alimentar através do processo de biomagnificação (Novotny *et al.*, 2015). O consumo de peixes contaminados exemplifica o deslocamento dessas substâncias tóxicas ao longo da cadeia alimentar (Qamar *et al.*, 2019).

No Brasil, não há uma legislação específica para o gerenciamento das BCs. Entretanto, iniciativas privadas e projetos vinculados a instituições acadêmicas têm buscado minimizar esse problema por meio de ações socioambientais, a exemplo do projeto de extensão universitária Oceano sem Bituca (OsB), do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR/UFC), do qual o presente estudo é parte integrante das ações desenvolvidas. Atuando com foco na Praia do Lido, localizada em Fortaleza, Ceará, o OsB promove o monitoramento ambiental e ações de sensibilização acerca do descarte inadequado de BCs, incluindo etapas de diagnóstico, implementação de medidas mitigadoras e avaliação dos impactos das ações adotadas, possibilitando uma abordagem prática e participativa na gestão dos resíduos costeiros.

A Praia do Lido é uma praia urbana de fluxo não sazonal que integra a Orla da Praia de Iracema, um dos cartões-postais da cidade de Fortaleza. O local atrai tanto turistas quanto moradores locais, que utilizam a praia para atividades recreativas, esportivas e de lazer, além de ser um ponto tradicional para eventos culturais. No entanto, sua intensa utilização também contribui para o grande aporte de resíduos sólidos na área, incluindo BCs.

Ribeiro (2022) analisou a presença e a distribuição de BCs na Praia do Lido, destacando a magnitude do problema e os desafios enfrentados para sua remoção. O estudo apontou que 35% dos frequentadores da praia são fumantes, o que agrava o problema do

descarte inadequado dessas bitucas no ambiente, sendo registrada uma densidade média de 0,76 BCs/m². Embora a praia conte com um sistema público de limpeza, o estudo constatou que esse serviço não é eficiente na remoção de BCs, pois essas bitucas são facilmente enterradas na areia e não são captadas pelos equipamentos convencionais de varrição nem pelo maquinário utilizado na limpeza da praia. A pesquisa também revelou que, após a passagem do trator de limpeza, BCs previamente soterradas emergiram novamente à superfície, aumentando a quantidade visível desses resíduos. Além disso, garis relataram dificuldades na remoção manual, seja por não conseguirem identificá-las facilmente, seja pela inadequação dos instrumentos de coleta.

Diante desse cenário, pesquisas sobre a ocorrência de BCs na Praia do Lido são essenciais para avaliar a dimensão do problema e embasar medidas de mitigação. Embora Ribeiro (2022) tenha analisado a densidade e a distribuição das bitucas na região, seu estudo foi realizado durante a pandemia de COVID-19, período em que as restrições de circulação podem ter subestimado a real magnitude do problema. Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar a ocorrência de BCs na Praia do Lido no período pós-pandemia, determinando sua densidade e nível de degradação, a fim de compreender possíveis mudanças na dinâmica do descarte desses resíduos.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo foi parte das ações do projeto de extensão Oceano sem Bituca, do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR/UFC), e contou com a participação de sete alunos dos cursos de Ciências Ambientais e Oceanografia. A pesquisa foi realizada na Praia do Lido, em Fortaleza, Ceará, a cada 14 dias, entre 29 de abril e 28 de outubro de 2024, totalizando 14 levantamentos ao longo de seis meses. Esse período abrangeu tanto o fim da estação chuvosa quanto o início da estação seca e início da temporada dos ventos, considerando que, em Fortaleza, o período chuvoso ocorre no primeiro semestre do ano (janeiro a junho), com maior concentração de chuvas entre fevereiro e maio, enquanto o período seco ocorre no segundo semestre (julho a dezembro), sendo mais intenso de agosto a novembro (Moura *et al.*, 2015). O cronograma dos levantamentos realizados está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Cronograma de coletas na Praia do Lido/Crush ao longo do estudo.

Mês	Levantamentos	Estação
Abril (2024)	29 de abril	Chuvosa
Maio (2024)	13 e 27 de maio	Chuvosa
Junho (2024)	10 e 24 de junho	Chuvosa
Julho (2024)	08 e 22 de julho	Seca
Agosto (2024)	05 e 19 de agosto	Seca
Setembro (2024)	02, 16 e 30 de setembro	Seca
Outubro (2024)	14 e 28 de outubro	Seca

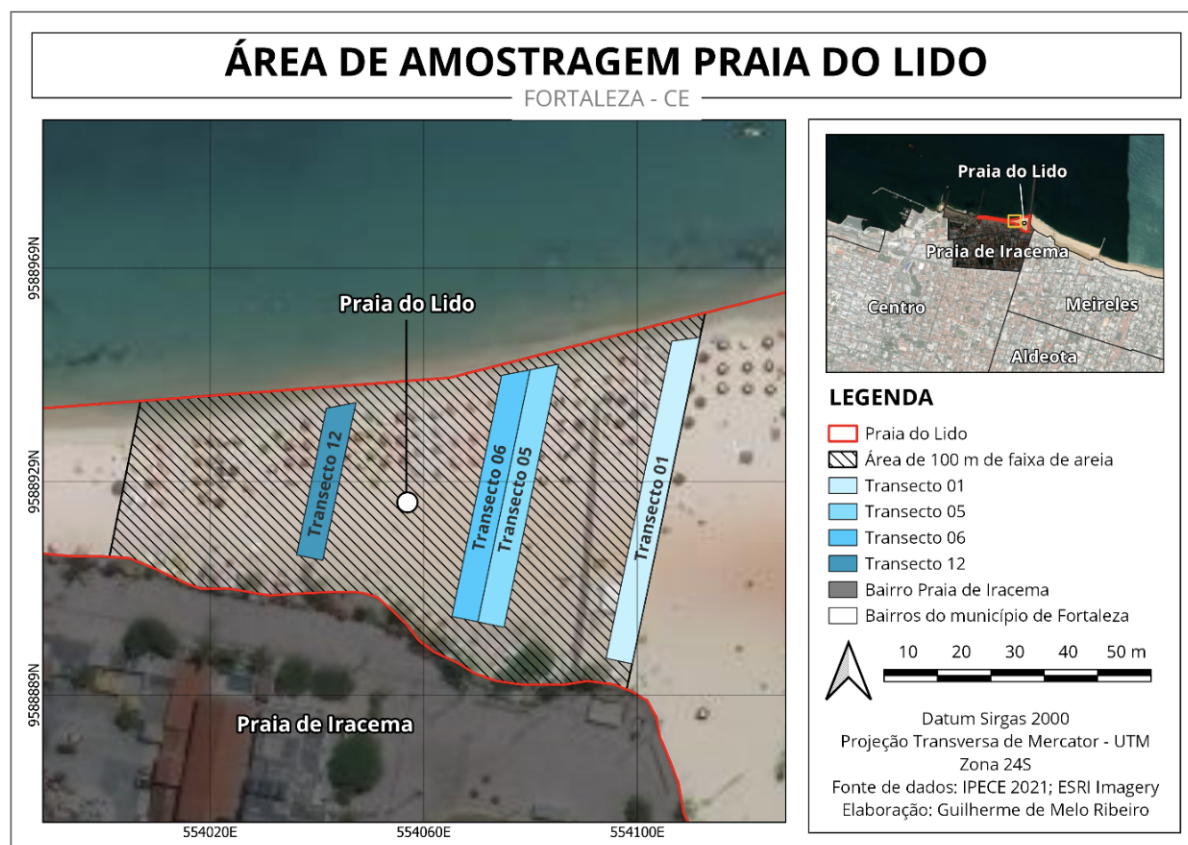
Fonte: Elaborado pelo autor.

A Praia do Lido possui aproximadamente 20.000 m² de faixa de areia, dos quais foi selecionado um trecho contínuo de 100 metros ao longo da linha de costa, levando em consideração fatores como acesso livre ao público, ausência de barreiras físicas que pudessem interferir na coleta e o elevado fluxo de visitantes. Essa delimitação da área de estudo é a mesma adotada por Ribeiro (2022).. Esse trecho foi subdividido em 20 transectos perpendiculares ao mar, cada um com 5 metros de largura e comprimento variável conforme a distância entre o calçadão e a linha d'água. Para a realização do levantamento, foram selecionados aleatoriamente quatro transectos (01, 05, 06 e 12), totalizando uma área amostral de 941 m². Todas as coletas foram realizadas nesses mesmos transectos ao longo do período de amostragem, garantindo a comparabilidade dos dados ao longo do tempo e permitindo observar variações sazonais e eventuais mudanças na densidade de bitucas nos pontos monitorados. A Figura 1 ilustra a distribuição espacial de cada transecto, enquanto a Tabela 2 detalha a área individual de cada um.

No dia 29 de abril, data do primeiro levantamento, todas as BCs encontradas nos transectos estudados foram retiradas com o objetivo de "zerar" a quantidade inicial desses resíduos na área amostral. Essa etapa foi adotada para garantir que os levantamentos subsequentes refletissem apenas o acúmulo de novas bitucas descartadas ao longo do tempo de estudo, sem interferência de resíduos preexistentes. Os levantamentos ocorreram a cada 14 dias, sempre às segundas-feiras, às 8 horas da manhã. Esse planejamento visou contemplar o acúmulo de bitucas descartadas durante o fim de semana, período de maior fluxo de visitantes

na praia, proporcionando uma análise mais precisa da dinâmica do descarte irregular desses resíduos.

Figura 1 – Mapa de localização da área de amostragem e distribuição espacial dos transectos na Praia do Lido, Fortaleza, Ceará.



Fonte: Ribeiro (2022).

Tabela 2 – Dimensões das áreas de amostragem (transectos) onde foram coletadas as bitucas de cigarro na Praia do Lido.

Transectos	Comprimento médio (m)	Área (m ²)
01	61	308
05	50	245
06	47	238
12	30	150

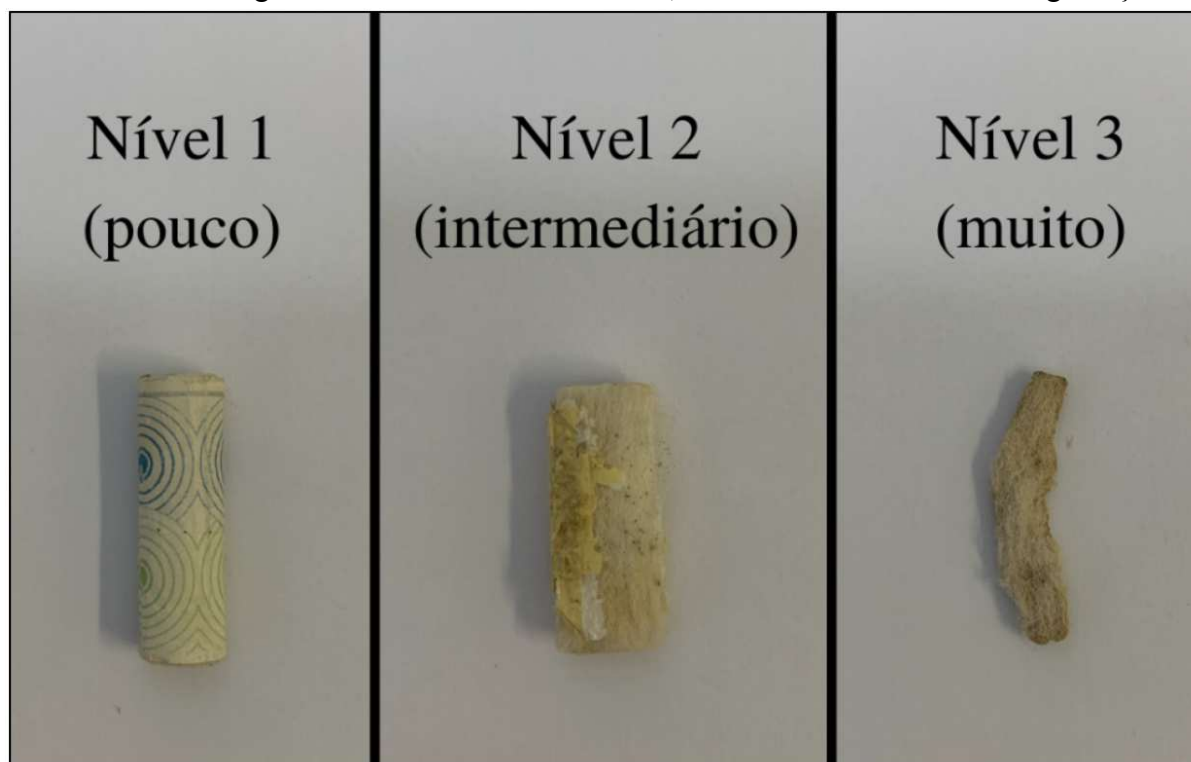
Fonte: Autor.

A metodologia adotada neste estudo segue as recomendações do *Marine Debris Shoreline Survey Field Guide* (MDSSFG), baseando-se no método *Accumulation*

(acumulação) (Opfer; Arthur; Lippiatt, 2012). O método *Accumulation* consiste na avaliação da taxa de deposição de detritos ao longo do tempo, sendo particularmente eficaz em áreas que recebem limpezas regulares. Em cada visita, todas as bitucas de cigarro (BCs) nos transectos previamente selecionados (01, 05, 06 e 12) foram removidas e quantificadas, possibilitando a mensuração do fluxo de resíduos em um período específico. Isso permite calcular a taxa de deposição em termos de número de itens encontrados por unidade de área. Esse método possibilita a comparação entre diferentes setores da praia, auxiliando na identificação de áreas com maior ou menor deposição de resíduos, ao mesmo tempo que fornece indicativos sobre a eficácia de políticas e programas de limpeza. Após a coleta, todas as BCs foram encaminhadas para laboratório, onde foram categorizadas e analisadas quanto ao grau de degradação por um mesmo pesquisador (Figura 2). Para essa análise, utilizou-se uma escala visual adaptada do estudo de Bonanomi *et al.* (2020). A degradação foi classificada em três níveis, levando em consideração as características estruturais das bitucas e seu grau de decomposição:

- **Nível 1 (Pouco degradada):** Bitucas que ainda mantêm suas características originais, com formato cilíndrico preservado e pouca alteração visível.
- **Nível 2 (Moderadamente degradada):** Bitucas que exibem desgaste na textura do papel, esfarelamento das fibras e deformações estruturais.
- **Nível 3 (Muito degradada):** Bitucas altamente deterioradas, fragmentadas e sem resquícios de papel, indicando longo tempo de exposição ao ambiente.

Figura 2 - Escala visual de degradação de bitucas de cigarro utilizada para a categorização, das bitucas de cigarro coletadas na Praia do Lido, de acordo com o nível de degradação.



Fonte: Ribeiro (2022).

Essa metodologia abrangente não apenas proporciona uma compreensão mais aprofundada da deposição e persistência de bitucas na Praia do Lido, mas também permite comparações diretas com o estudo de Ribeiro (2022), realizado durante a pandemia. Dessa forma, o presente estudo busca fornecer dados mais representativos da realidade atual da praia, contribuindo para a ampliação do conhecimento sobre a poluição por bitucas de cigarro e seus impactos ambientais a longo prazo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

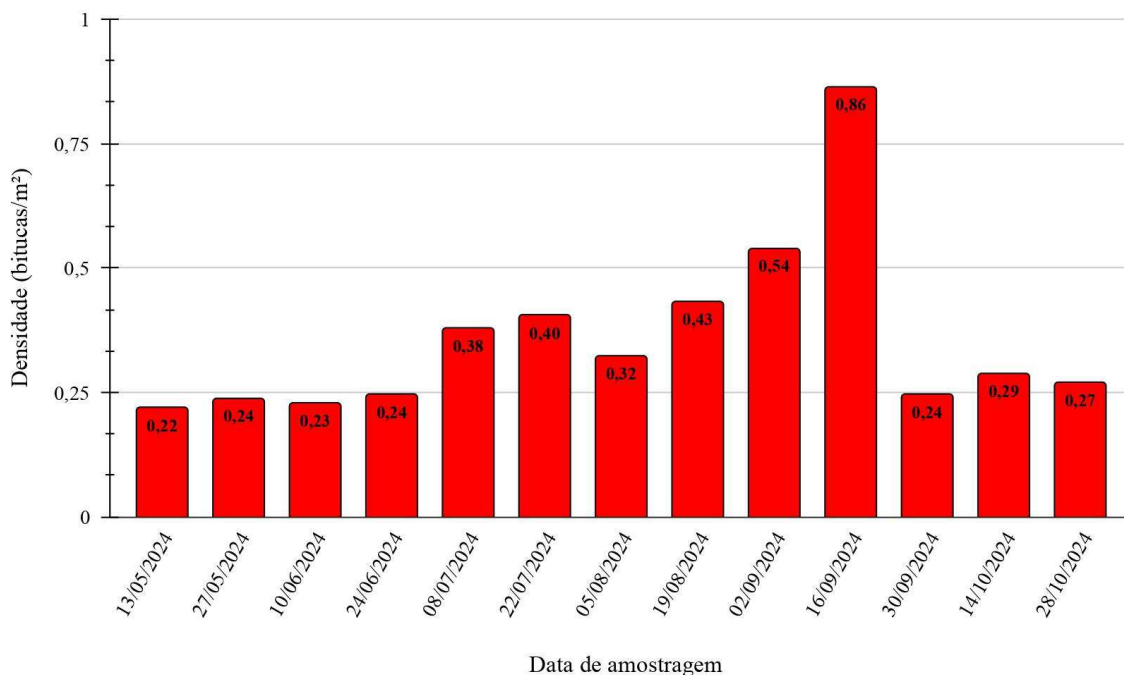
Por fim, ao longo dos seis meses de amostragem, foram coletadas 4.391 BCs na Praia do Lido, representando uma densidade média de 0,77 BCs/m². Esse valor foi praticamente igual ao registrado no mesmo local por Ribeiro (2022), que identificou 0,76 BCs/m². Esperava-se que a pesquisa conduzida durante a pandemia de COVID-19 revelasse uma densidade menor, uma vez que as limitações de deslocamento e o número reduzido de pessoas na praia poderiam ter reduzido a quantidade real de detritos encontrados. Isso indica que a prática de descartar bitucas manteve-se constante ao longo do tempo, sugerindo a

necessidade de estratégias de educação e ações contínuas de sensibilização ambiental para mitigar a questão.

Comparando os resultados desta pesquisa com estudos conduzidos em outras praias urbanas do Brasil, nota-se que a densidade média de BCs na Praia do Lido superou a registrada na Praia de Boa Viagem, em Recife, Pernambuco, que registrou 0,47 BCs/m² (Filho *et al.*, 2011) e na Praia do Pina, também em Recife, que registrou 0,73 BCs/m² (Silva, Araújo e Silva-Cavalcanti, 2023). Ambas as praias contam com infraestrutura consolidada, que inclui quiosques, vendedores ambulantes e serviços regulares de limpeza pública. A maior densidade de BCs na Praia do Lido pode estar relacionada à abordagem metodológica utilizada no presente estudo, que, devido à sua maior frequência de amostragens, possibilitou uma estimativa mais precisa da quantidade real de resíduos acumulados. Ademais, a área relativamente pequena da Praia do Lido, aliada ao grande fluxo de visitantes, favorece a acumulação destes resíduos, resultando em uma densidade superior de BCs em comparação com outras praias urbanas estudadas (Ribeiro, 2022). Esses dados sugerem que, em praias de menor extensão e com grande concentração de banhistas, ou seja, maior densidade de frequentadores, o efeito do descarte irregular tende a ser proporcionalmente mais elevado, mesmo na presença de serviços regulares de limpeza.

A variação da densidade de BCs na Praia do Lido ao longo dos meses revelou um crescimento após o período chuvoso, isto é, entre junho e julho, período em que a densidade de BCs aumentou de 0,24 para 0,40 BCs/m² (Figura 3). Esse mesmo período coincide com o início das férias, quando o fluxo de banhistas nas praias cresce e, naturalmente, o descarte irregular de resíduos sólidos também se intensifica (Silva, 2018). Após as férias, no mês de agosto, houve uma leve redução para 0,32 BCs/m² na primeira semana, seguida por um aumento acentuado em setembro, com destaque para a primeira quinzena do mês, quando a densidade atingiu 0,86 BCs/m². Ribeiro (2022) também identificou um aumento significativo de 0,73 para 1,41 BCs/m² nesse período e atribuiu o fenômeno às medidas de flexibilização da pandemia, que resultaram em um fluxo maior de frequentadores na Praia do Lido.

Figura 3 – Densidade de bitucas coletadas a cada levantamento realizado na Praia do Lido.



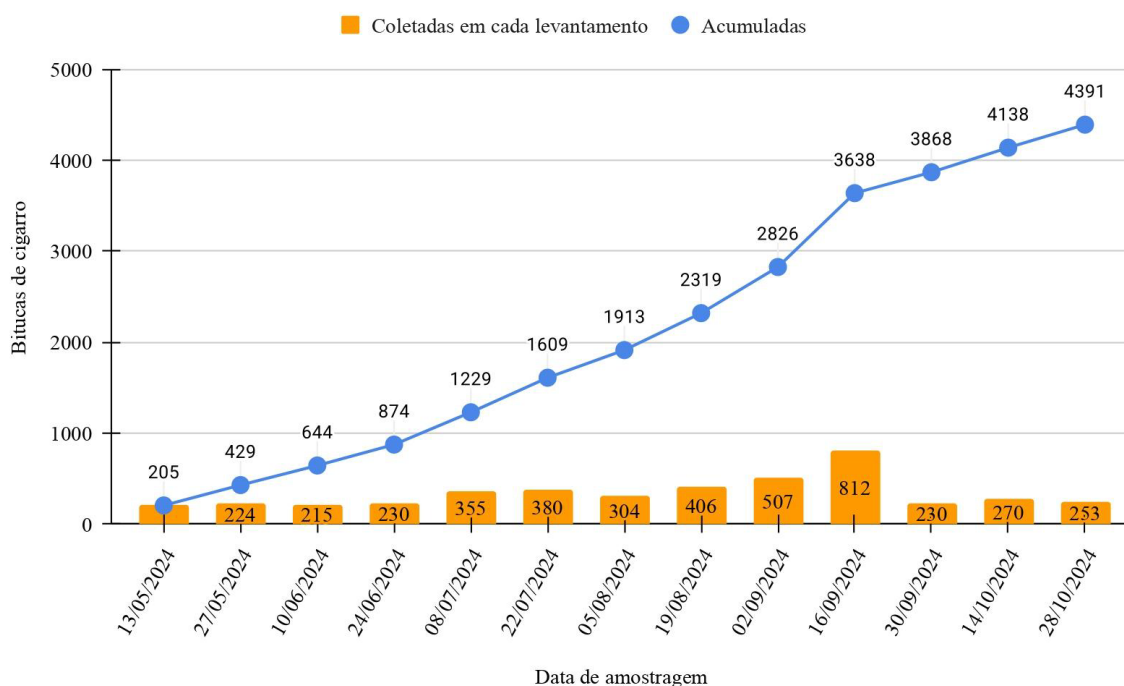
Fonte: Elaborado pelo autor.

O crescimento observado na primeira quinzena de setembro pode estar associado à temporada de ventos em Fortaleza, período em que as rajadas se tornam mais intensas. No mês de setembro, a velocidade média dos ventos atingiu 18 km/h (FUNCEME, 2024), em contraste com a média anterior de 13,7 km/h, o que evidencia um aumento significativo na intensidade dos ventos. Essa intensificação pode facilitar o transporte de BCs devido ao seu baixo peso, levando-as do calçadão e de praias vizinhas para a área estudada, além de expor resíduos previamente soterrados na areia, contribuindo para o aumento da concentração de bitucas na praia (Araújo e Costa, 2019b). No entanto, com a continuidade dos ventos, ocorre a dispersão dessas bitucas para o mar ou outras regiões da praia, o que explica a redução da densidade após setembro. Cabe ressaltar que a detecção desse pico só foi possível devido à frequência relativamente alta de amostragem adotada neste estudo; caso as coletas tivessem sido feitas com menos frequência, como em outros estudos que realizam amostragem uma vez por mês, o pico de BCs poderia ter passado despercebido, pois as bitucas poderiam ter sido transportadas para o oceano ou soterradas antes da coleta, resultando em uma possível subestimação da densidade de BCs.

A Figura 4 apresenta a quantidade acumulada de BCs ao longo dos seis meses de amostragem, bem como a quantidade coletada em cada levantamento. No total, foram

coletadas 4.391 BCs nos 941 m² amostrados, o que corresponde a uma média de 732 BCs coletadas apenas na área dos transectos. Essa quantidade expressiva enfatiza a necessidade de medidas de mitigação e de uma limpeza eficaz no local. Estudos anteriores já destacaram a ineficácia dos serviços convencionais de limpeza na remoção de BCs em praias, pois seu pequeno tamanho facilita seu soterramento na areia e dificulta a sua remoção, conforme observado por Pedrosa, Moschin e Giordano (2016) e Silva *et al.* (2018) nas praias de Santos e Arraial do Cabo, respectivamente. Ao analisarem a densidade de BCs na costa israelense, Pasternak *et al.* (2017) encontraram um valor médio de 0,12 BCs/m², significativamente inferior à média global de 1 BC/m² apontada pelo estudo. Esses pesquisadores sugerem que essa diferença pode estar relacionada à implementação do programa *Clean Coast*, um programa de limpeza e manutenção de praias israelenses que combina a remoção mecânica de resíduos com campanhas de sensibilização. Além disso, eles destacam que a limpeza por si só não é suficiente, sendo fundamental implementar estratégias educativas para prevenir a poluição e o acúmulo de lixo, especialmente em áreas com grande fluxo de visitantes. Dessa forma, essa abordagem integrada, que une remoção mecânica e educação ambiental, mostra-se fundamental para atenuar o problema a longo prazo.

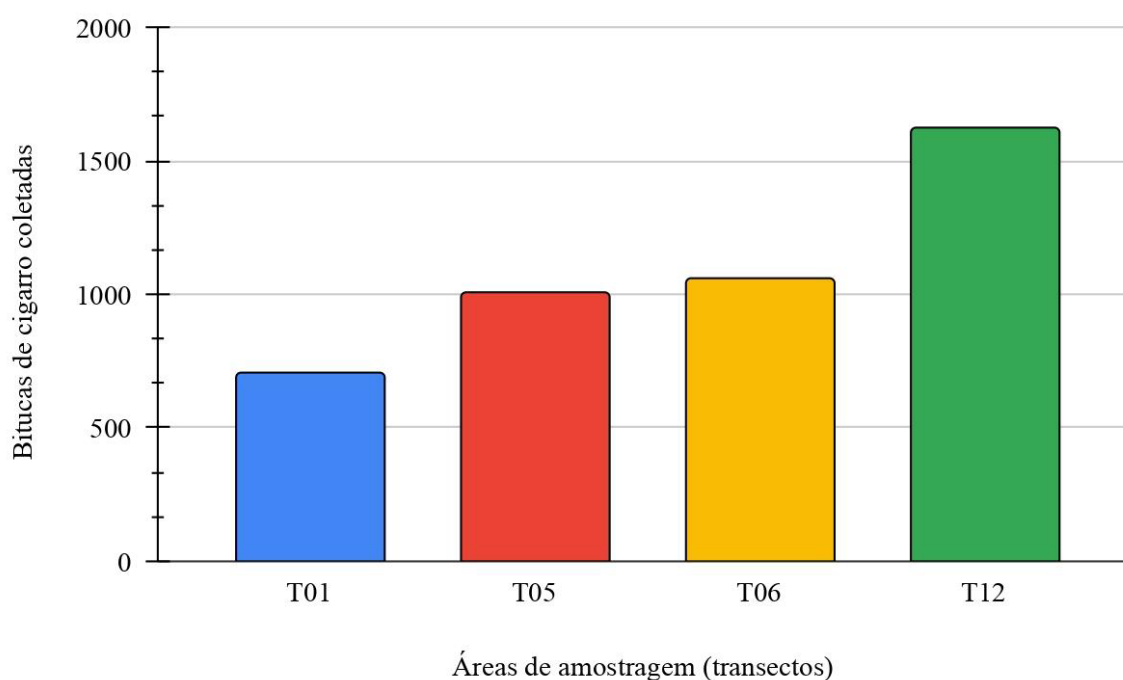
Figura 4 – Acúmulo de bitucas de cigarro coletadas a cada levantamento realizado na Praia do Lido.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar a densidade de BCs nos transectos amostrados, nota-se que o T12 foi o que apresentou a maior quantidade de BCs, totalizando 1.620 unidades (Figura 5), com uma densidade de 10,8 BCs/m². Essa densidade elevada pode ser explicada pela combinação da área reduzida desse transecto com um grande fluxo de visitantes, além da presença de diversas barracas e da ampla disposição de mesas e cadeiras na faixa de areia, criando uma condição que favorece o descarte inadequado e dificulta a remoção das bitucas pelo maquinário de limpeza. Araújo e Costa (2019b) destacam que os resíduos de cigarro são predominantemente descartados em ambientes naturais, resultando em sérios impactos socioeconômicos e ambientais. O T01, por sua vez, possui a maior área entre os transectos, sendo uma região onde os banhistas não costumam permanecer, e registrou a menor quantidade de BCs, com 704 unidades, e a menor densidade, de 2,28 BCs/m², o que pode ser atribuído à fácil passagem do maquinário de limpeza por toda a extensão. Os transectos T05 e T06 apresentaram valores semelhantes, com 1.007 e 1.060 BCs, e densidades de 4,11 e 4,45 BCs/m², respectivamente. Essa semelhança pode ser justificada pelas suas localizações adjacentes e características em comum, como o fluxo de visitantes e a utilização da faixa de areia.

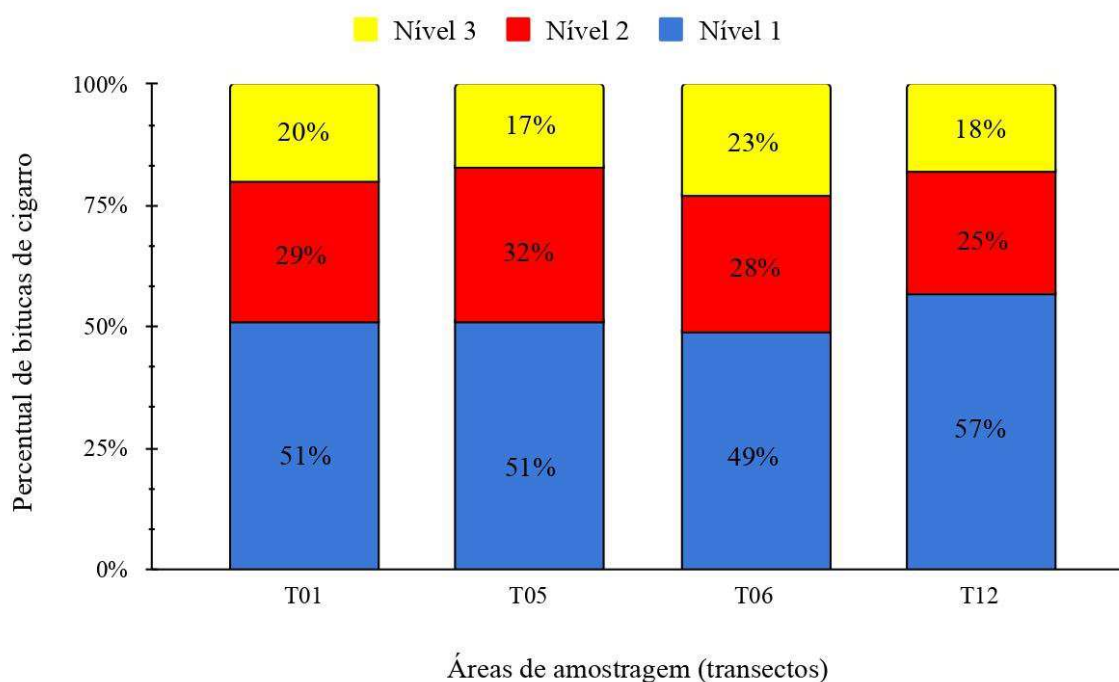
Figura 5 – Quantidade de bitucas de cigarro encontradas em cada um dos transectos estudados na Praia do Lido.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação aos níveis de degradação, as BCs de nível 1 (pouco degradadas) foram as mais encontradas em todos os transectos estudados, totalizando 2.099 unidades e representando 47,8% do total coletado, seguidas pelas BCs de nível 2, com 1.466 unidades (33,4%), e pelas de nível 3 (muito degradadas), com 826 unidades (18,8%). Ao extrapolar a proporção de BCs de nível 1 para a área total da Praia do Lido, estima-se um descarte mensal de aproximadamente 7.439 unidades. Quanto à distribuição desses níveis, o T12 apresentou a maior concentração de bitucas de nível 1 (Figura 6), provavelmente devido à maior concentração de barracas, fluxo de pessoas e à dificuldade de acesso do maquinário de limpeza neste local. Esse acúmulo de bitucas pouco degradadas sugere que o descarte recente supera a capacidade de remoção, resultado similar ao encontrado por Ribeiro (2022), que também observou predominância de BCs pouco degradadas (60%) no T12.

Figura 6 – Níveis de degradação das bitucas de cigarro encontradas na Praia do Lido entre os meses de maio a outubro de 2024 em cada um dos transectos estudados.

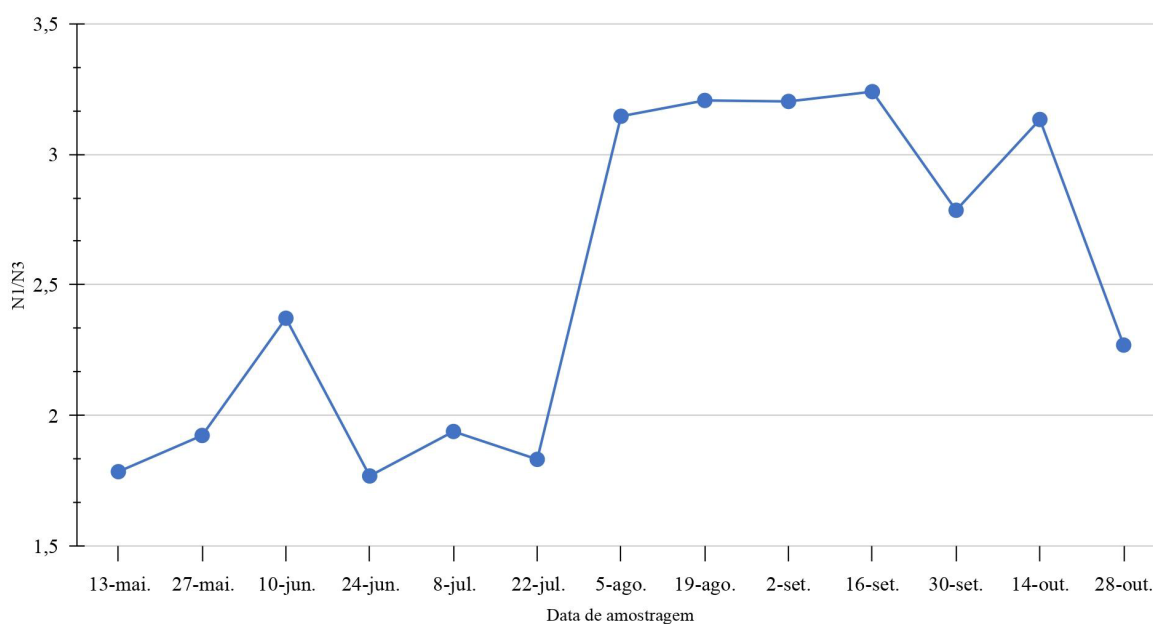


Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise da razão entre bitucas de nível 1 e nível 3 ($n1/n3$) ao longo do período amostral revelou variações significativas que indicam mudanças na dinâmica de entrada e saída desses resíduos (Figura 7). O aumento da razão $n1/n3$ reflete momentos em que há predominância de bitucas pouco degradadas em relação às altamente degradadas, o que pode

ser atribuído tanto à chegada de novas bitucas — seja pelo aumento do fluxo de visitantes ou pela ação do vento — quanto à redução das bitucas nível 3, possivelmente devido à remoção, soterramento ou dispersão para outras áreas. Observa-se um pico acentuado da razão $n1/n3$ em agosto, quando o valor aumentou de 1,8 a 3,2, coincidindo com o início da temporada de ventos, o que reforça a hipótese de que a intensificação dos ventos tenha trazido bitucas de áreas adjacentes ou soterrado BCs de nível 3 na areia, que se movimentou mais com a ação dos ventos. Após esse período, nota-se uma queda gradual da razão até valores próximos de 2,3 em meados de outubro, indicando que as novas BCs podem ter sido dispersas para o mar ou para regiões menos monitoradas da praia. Esses resultados evidenciam a influência das condições ambientais na dinâmica de acúmulo e dispersão de bitucas, ressaltando a importância de considerar fatores sazonais ao planejar estratégias de mitigação.

Figura 7 – Variação da razão entre bitucas de cigarro de nível 1 e nível 3 ($n1/n3$) ao longo dos levantamentos realizados na Praia do Lido.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A presença majoritária de bitucas pouco degradadas em todos os transectos indica a prática de fumar constante e o descarte inadequado, além da ineficiência do sistema de limpeza. Além disso, é importante considerar que apenas as bitucas visíveis na superfície da areia foram contabilizadas, o que pode ter influenciado na menor representatividade dos níveis 2 e 3. Estudos como o de Araujo *et al.* (2022) apontam que bitucas mais degradadas

são mais difíceis de detectar e remover, devido ao seu tamanho reduzido e à coloração que se camufla com a areia, o que pode explicar sua menor presença nos registros. Outro fator relevante é a ineficiência dos métodos de limpeza na remoção de resíduos pequenos. O estudo de Loizidou, Loizides e Orthodoxou (2018) concluiu que, embora as limpezas realizadas pelas autoridades locais sejam eficazes na remoção de itens maiores de lixo, resíduos menores, tais como bitucas de cigarro e microplásticos, frequentemente permanecem nas praias, acumulando-se ao longo do tempo. Esses resultados reforçam que a quantidade de resíduos depositados supera significativamente a quantidade removida, o que pode resultar em impactos negativos tanto para o meio ambiente quanto para o turismo.

Comparando com a escala de Bonanomi *et al.* (2020), bitucas classificadas como nível 2 indicam que estão no ambiente há aproximadamente dois anos, enquanto as de nível 3 permanecem por cerca de cinco anos, corroborando a análise de Araujo *et al.* (2022), que sugere que essa longa permanência está associada à ineficiência dos processos de remoção. Por fim, a presença abundante dos três níveis de degradação demonstra que há uma alta taxa de deposição contínua e que os esforços de limpeza não estão sendo suficientemente eficazes para reduzir esse acúmulo. Segundo Bonanomi *et al.* (2015), a lenta decomposição das bitucas de cigarro, evidenciada pela perda mínima de massa ao longo do tempo, está diretamente relacionada à persistência da sua toxicidade no meio ambiente, reforçando a necessidade de medidas mais eficazes de mitigação e gestão desses resíduos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi avaliar a ocorrência de bitucas de cigarro (BCs) na Praia do Lido no período pós-pandemia da COVID-19, com foco na densidade e no nível de degradação desses resíduos. A relevância dessa pesquisa se justifica pela necessidade de compreender melhor a dinâmica do descarte de BCs em um contexto de maior circulação e interação social, o que possibilita uma avaliação mais precisa e representativa da magnitude do problema, especialmente após as restrições impostas pela pandemia.

A densidade de bitucas manteve-se semelhante ao valor encontrado durante o período de pandemia, indicando que, apesar da retomada das atividades e do aumento do fluxo de pessoas na praia, o descarte inadequado de bitucas não aumentou substancialmente e permanece sendo um problema significativo e pouco modificado ao longo do tempo.

No que diz respeito ao nível de degradação, observou-se predominância de BCs pouco degradadas (nível 1), indicando uma deposição constante e a insuficiência das práticas

convencionais de remoção. Paralelamente, a presença de BCs altamente degradadas (nível 3), muitas delas enterradas na areia, revela a persistência desses resíduos ao longo do tempo, ressaltando o impacto ambiental e a necessidade de métodos de limpeza mais eficientes.

Presumindo que o número de BCs de nível 1 (pouco degradadas) representa um aporte mensal de aproximadamente 350 unidades e extrapolando esse quantitativo para toda a área da Praia do Lido, estima-se que a quantidade de BCs descartadas inadequadamente na praia seja de aproximadamente 7.439 unidades por mês, um valor extremamente elevado para uma faixa de praia relativamente pequena. Essa estimativa foi obtida a partir da relação entre a densidade média de BCs observada durante o monitoramento e a extensão da área de estudo, contemplando tanto os pontos de maior concentração quanto as áreas de menor acúmulo.

A análise espacial realizada identificou áreas críticas com maior concentração de BCs, ressaltando a necessidade de direcionar esforços específicos para esses locais. A gestão eficiente dos recursos e estratégias de mitigação nesses pontos críticos pode promover resultados mais eficazes na redução da poluição por BCs e na preservação ambiental da praia. Fatores como o fluxo de visitantes, a infraestrutura de coleta e as condições ambientais, como a ação do vento, mostraram-se determinantes na dispersão e no acúmulo de BCs. Com base nesses resultados, recomenda-se a instalação de bituqueiras fixas e a distribuição de bituqueiras portáteis entre os frequentadores fumantes, além da intensificação de campanhas educativas para promover a conscientização sobre os danos ambientais causados pelo descarte inadequado desses resíduos..

Para aprimorar os resultados obtidos, sugere-se a realização de estudos que cubram todo o ano, englobando diferentes metodologias de coleta e análise, incluindo levantamentos com maior frequência e cobertura geográfica ampliada. Além disso, estratégias de educação ambiental e ações integradas entre gestão pública, comerciantes e frequentadores devem ser incentivadas, visando a redução da poluição por BCs e a melhoria da qualidade ambiental da praia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Jefferson Mauricio. **TÉCNICAS PARA RECICLAGEM DE BITUCAS DE CIGARROS::** uma revisão bibliográfica. 2019. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2019. Disponível em:
<https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/4893/1/Jefferson%20Mauricio%20Almeida%20-%202019.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2025.

ARAÚJO, Maria Christina B.; COSTA, Monica F.. A critical review of the issue of cigarette butt pollution in coastal environments. **Environmental Research**, [s.l.], v. 172, p. 137-149, maio 2019a. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2019.02.005>. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935119300787>. Acesso em: 27 jan. 2025.

ARAÚJO, Maria Christina B.; COSTA, Monica F.. From Plant to Waste: the long and diverse impact chain caused by tobacco smoking. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 16, n. 15, p. 1-9, 28 jul. 2019b. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph16152690>. Disponível em:
<https://www.mdpi.com/1660-4601/16/15/2690>. Acesso em: 25 jan. 2025.

ARAÚJO, Maria Christina B. *et al.* Different faces of cigarette butts, the most abundant beach litter worldwide. **Environmental Science And Pollution Research**, [S.L.], v. 29, n. 32, p. 48926-48936, 24 fev. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-022-19134-w>. Disponível em:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-022-19134-w>. Acesso em: 29 jan. 2025.

BELZAGUI, Francisco *et al.* Cigarette butts as a microfiber source with a microplastic level of concern. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 762, p. 144165, mar. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144165>. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720376968?via%3Dihub>. Acesso em: 26 jan. 2025.

BONANOMI, Giuliano *et al.* Cigarette Butt Decomposition and Associated Chemical Changes Assessed by ¹³C CPMAS NMR. **Plos One**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 1-16, 27 jan. 2015.

Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0117393>.
Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0117393>.
Acesso em: 03 fev. 2025.

BONANOMI, Giuliano *et al.* The fate of cigarette butts in different environments: decay rate, chemical changes and ecotoxicity revealed by a 5-years decomposition experiment. **Environmental Pollution**, [S.l.], v. 261, p. 1-11, jun. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114108>. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749119364693?casa_token=tDv6FFqdF1MAAAAA:QeGdRUQ5kqr49w5PzLZAgVX_7q1COVGhMm3qq6xWEuRBxBQCtof aXF7MTEMckzTw22jQxiq4LrI. Acesso em: 26 jan. 2025.

BONNIE, Richard J.; STRATTON, Kathleen; WALLACE, Robert B. (ed.). **Ending the Tobacco Problem:: a blueprint for the nation**. [S.l.]: National Academies Press, 2007. 388 p. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=w8DoeM2uuBoC&oi=fnd&pg=PT13&ots=wA3Epi2lAk&sig=cGbYAX6jEFxRFV8f8lvqZgyx-LE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 26 jan. 2025.

DIAS FILHO, Marcelo José Oliveira *et al.* Contaminação da praia de Boa Viagem (Pernambuco-Brasil) por lixo marinho: Relação com o uso da praia. **Arquivo de Ciências do Mar**, Boa Viagem, PE, v. 44, n. 1, p. 33-39, 2011. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/arquivosdecienciadomar/article/view/282>. Acesso em: 25 jan. 2025.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Fortaleza, Ceará**. Disponível em: <http://www.funceme.br>. Acesso em: 25 jan. 2025.

GREEN, Amy L. Roder; PUTSCHEW, Anke; NEHLS, Thomas. Littered cigarette butts as a source of nicotine in urban waters. **Journal Of Hydrology**, [s.l.], v. 519, p. 3466-3474, nov. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.05.046>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169414004107?via%3Dihub>. Acesso em: 26 jan. 2025.

GREEN, Dannielle S.; TONGUE, Andrew D.W.; BOOTS, Bas. The ecological impacts of discarded cigarette butts. **Trends In Ecology & Evolution**, [s.l.], v. 37, n. 2, p. 183-192, fev. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2021.10.001>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534721002755>. Acesso em: 29 jan. 2025.

LOIZIDOU, Xenia I.; LOIZIDES, Michael I.; ORTHODOXOU, Demetra L.. Persistent marine litter: small plastics and cigarette butts remain on beaches after organized beach cleanups. **Environmental Monitoring And Assessment**, [S.L.], v. 190, n. 7, p. 1-10, 20 jun. 2018. Springer Science and Business Media LLC.

<http://dx.doi.org/10.1007/s10661-018-6798-9>. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-018-6798-9>. Acesso em: 03 fev. 2025.

MARINELLO, Samuele *et al.* A second life for cigarette butts? A review of recycling solutions. **Journal Of Hazardous Materials**, [S.L.], v. 384, p. 121245, fev. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121245>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389419311999>. Acesso em: 25 jan. 2025.

MOURA, Ícaro Jael Mendonça *et al.* CARACTERIZAÇÃO DOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO DA CIDADE DE FORTALEZA (CE). **Ciência e Natura**, [S.L.], v. 37, p. 3-7, 7 mar. 2015. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.5902/2179460x16206>. Acesso em: 27 jan. 2025.

NOVOTNY, Thomas e *et al.* The environmental and health impacts of tobacco agriculture, cigarette manufacture and consumption. **Bulletin Of The World Health Organization**, 28 [S.L.], v. 93, n. 12, p. 877-880, 22 out. 2015. WHO Press.

<http://dx.doi.org/10.2471/blt.15.152744>. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4669730/>. Acesso em: 26 jan. 2025.

PASTERNAK, Galia *et al.* Sources, composition and spatial distribution of marine debris along the Mediterranean coast of Israel. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 114, n. 2, p. 1036-1045, Jan. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.11.023>.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X16309195?via%3Dihub>.

Acesso em: 28 jan. 2025.

PAUMGARTTEN, Francisco José Roma; GOMES-CARNEIRO, Maria Regina; OLIVEIRA, Ana Cecilia Amado Xavier de. O impacto dos aditivos do tabaco na toxicidade da fumaça do

cigarro: uma avaliação crítica dos estudos patrocinados pela indústria do fumo. **Cadernos de Saúde Pública**, [s.l.], v. 33, n. 3, p. 2-24, 21 set. 2017. FapUNIFESP (SciELO).

<http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00132415>. Disponível em:

https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/csp/v33s3/1678-4464-csp-33-s3-e00132415.pdf. Acesso em: 28 jan. 2025.

PEDROSA, Rafael Alves; MOSCHIN, Aurélio; GIORDANO, Fabio. Lixo marinho- levantamento de resíduos sólidos nas praias de Santos – SP. **Unisanta Bioscience**, Santos, v. 5, n. 2, p. 176-185, 2016. Disponível em:

<https://periodicos.unisanta.br/index.php/bio/article/download/440/691>. Acesso em: 25 jan. 2025.

QAMAR, Wajhul *et al.* Cigarette waste: assessment of hazard to the environment and health in riyadh city. **Saudi Journal Of Biological Sciences**, [s.l.], v. 27, n. 5, p. 1380-1383, maio 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.12.002>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X19302888>. Acesso em: 29 jan. 2025.

RANGÉ, Bernard. Cols, Psicoterapias cognitivo-comportamentais: um diálogo com a psiquiatria. **Porto Alegre: Artmed, Ed**, v. 2, 2011. [S.L.], v. 31, n. 2, p. 317-322, ago. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-97022005000200012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/hn8HWBV6NQJJHmtMJrqTKBn/?lang=pt#>. Acesso em: 24 jan. 2025.

RIBEIRO, Guilherme de Melo. **PANORAMA DA POLUIÇÃO POR BITUCAS DE CIGARRO NA PRAIA DO LIDO/CRUSH, FORTALEZA/CEARÁ**. 2022. 86 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Ambientais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/69231>. Acesso em: 24 jan. 2025.

SILVA, Nirhvana Felipe da; ARAÚJO, Maria Christina Barbosa de; SILVA-CAVALCANTI, Jacqueline Santos. Spatio-temporal distribution of cigarette butt contamination in urban beaches with varying levels of use. **Waste Management**, [S.L.], v. 168, p. 179-188, ago. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2023.05.035>. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X23003835?fr=RR-2&ref=pdf_download&rr=9131e270fb2eae90. Acesso em: 25 jan. 2025.

SILVA, Melanie Lopes da *et al.* Marine debris on beaches of Arraial do Cabo, RJ, Brazil: an important coastal tourist destination. **Marine Pollution Bulletin**, [S.l.], v. 130, p. 153-158, Maio 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.03.026>. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X18301887?casa_token=zHkKVnLnOV8AAAAA:j-F5clTBDSI5zt9ceqHDu6dlS4smdJyu-rKx88o7wrACHJoXygoA6ZqBnDh2YZ7rvs_wRvRaNJk. Acesso em: 25 jan. 2025.

SILVA, N. de J. **Análise quali-quantitativa da dispersão dos resíduos sólidos na praia do Meireles, Fortaleza-CE**. 2018. 56 f. TCC- Trabalho de Conclusão de Curso- (Graduação em Oceanografia) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/40737>. Acesso em: 08 fev. 2025.

OPFER, Sarah; ARTHUR, Courtney; LIPPIATT, Sherry. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). **Marine Debris Shoreline Survey Field Guide. Marine Debris Program**, [S. l.], p. 1-14, 2012. Disponível em: <https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/publications-files/ShorelineFieldGuide2012.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2025.

TORKASHVAND, Javad *et al.* Littered cigarette butt as a well-known hazardous waste: a comprehensive systematic review. **Journal Of Hazardous Materials**, [S.L.], v. 383, p. 121242, fev. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121242>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389419311963?via%3Dihub>. Acesso em: 25 jan. 2025.

WATT, Ethan *et al.* Ocean plastics: environmental implications and potential routes for mitigation - a perspective. **Rsc Advances**, [S.L.], v. 11, n. 35, p. 21447-21462, 2021. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/d1ra00353d>. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/RA/D1RA00353D>. Acesso em: 27 jan. 2025.