



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE



NIRHVANA FELIPE DA SILVA

**ASPECTOS DA CONTAMINAÇÃO DE PRAIAS URBANAS POR BITUCAS DE
CIGARRO**

RECIFE-PE

2023

NIRHVANA FELIPE DA SILVA

**ASPECTOS DA CONTAMINAÇÃO DE PRAIAS URBANAS POR BITUCAS DE
CIGARRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGBio-UFRPE), como requisito para obtenção do título de mestra em Biodiversidade

Orientadora: Jacqueline Santos Silva-Cavalcanti

Coorientadora: Maria Christina Barbosa de Araújo

RECIFE-PE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586a Silva, Nirhvana Felipe
ASPECTOS DA CONTAMINAÇÃO DE PRAIAS URBANAS POR BITUCAS DE CIGARRO / Nirhvana Felipe
Silva. - 2023.
96 f. : il.

Orientador: Jacqueline Santos Silva Silva-Cavalcanti.
Coorientador: Maria Christina Barbosa de Araujo.
Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Recife, 2024.

1. Poluição marinha. 2. Acetato de celulose. 3. Ambientes costeiros. 4. Bitucas de cigarro. I. Silva-Cavalcanti, Jacqueline Santos Silva, orient. II. Araujo, Maria Christina Barbosa de, coorient. III. Título

CDD 333.95

NIRHVANA FELIPE DA SILVA

ASPECTOS DA CONTAMINAÇÃO DE PRAIAS URBANAS POR BITUCAS DE CIGARRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGBio-UFRPE), como requisito para obtenção do título de mestra em Biodiversidade

Orientadora: Jacqueline Santos Silva-Cavalcanti

Coorientadora: Maria Christina Barbosa de Araújo

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Jacqueline Santos Silva-Cavalcanti (Orientadora - UFRPE)

Prof^a Dr^a Monica Ferreira da Costa (Titular I - UFPE)

Prof^a Dr^a Cláudia de Oliveira Cunha (Titular II - UFPB)

Prof^a Dr^a Monica Lucia Botter Carvalho (Suplente I - UFRPE)

Prof. Dr. Antônio Vicente Ferreira Junior (Suplente II – UFPE)

DEDICATÓRIA

Dedico a Marcelo Rocha (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e São Francisco de Assis pela paz e equilíbrio.

À minha maravilhosa orientadora, Dr^a Jacqueline Santos Silva-Cavalcanti que acolheu e sempre esteve ao meu lado, inclusive durante as coletas, sempre me apoiando e incentivando, além de me trazer calma através de suas palavras.

À minha querida coorientadora Dr^a Maria Christina Barbosa de Araújo, pela disposição durante as coletas, pelo apoio financeiro, por sempre me estimular e se colocar constantemente disponível para inserir suas considerações tão pertinentes e esclarecedoras.

Aos meu pais Irany e Manoel por moldar meu caráter e me oferecer todo suporte para o alcance de minhas realizações, além de servir como inspiração. Sem o apoio, o aconchego e o amor de vocês eu não seria nada!

À minha irmã Iolanda Deyse e meu irmão Onassis Felipe por todo amparo e momentos divertidos, pelo companheirismo, além de todo amor depositado em forma de gestos e palavras.

Aos agentes de campo e amigos: Carlos, Iara, Ivo, Jessika, João, Marília Lacerda, Natalia e Rebeca, que se disponibilizaram a acordar cedo para coletar as bitucas por horas e horas. Sem vocês nada disso seria possível.

Aos meus amigos: Marcelo Rocha (*in memoriam*) por mais de 16 anos sendo o melhor amigo que eu poderia ter; à Emyly, Ana, Marília Vanessa, Guilherme e Eduarda, por serem as pessoas mais adoráveis do mundo e sempre tão companheiros.

À Cynara Leleu que me auxiliou com os procedimentos do programa, sempre com um excelente profissionalismo e doce humor.

À professora Dr^a Monica Ferreira da Costa por sempre se colocar disponível em me auxiliar, além do empréstimo do seu laboratório, onde através da Stephanie Leticia (na qual também sou muito grata) eu pude melhorar a qualidade das fotos.

À banca pelo aceite do convite. Tenho certeza que as considerações irão auxiliar bastante na melhoria do presente estudo.

Aos que de alguma forma colaboraram para execução do presente estudo.

Muito obrigada!!

RESUMO

Boa parte da população mundial está concentrada em áreas costeiras, sendo o Brasil o país com metade de sua população próxima a linha da costa. Essa alta concentração contribui para uma elevada quantidade de lixo em regiões marinhas, principalmente em praias urbanas, sendo as bitucas/filtros de cigarro um dos materiais mais encontrados. Diante desse contexto os objetivos do presente estudo foram: (i) avaliar a variação espaço-temporal das bitucas, (ii) quantificar e categorizar as bitucas quanto ao grau de degradação, (iii) realizar auditoria de marcas das bitucas encontradas nas praias do Pina e de Boa Viagem, Recife-PE. A dissertação apresenta dois capítulos organizados na forma de manuscritos: O primeiro capítulo trata de uma revisão sistemática abrangente sobre a temática da contaminação ambiental por bitucas de cigarro. Através da utilização do software *IRaMuTeQ*, foi realizada a análise qualitativa do que vem sendo discutido nas publicações sobre a temática, na qual foram quantificados 116 artigos com diferentes perspectivas sobre impactos ambientais por bitucas de cigarro. Já o segundo manuscrito, foi identificada a variação espaço-temporal das bitucas de cigarro em duas regiões com diferentes padrões de uso, Pina (P1: muito utilizada) e praia de Boa Viagem (P2: pouco utilizada). Para isso, foram posicionados dez transectos em ambas as áreas, sendo ao todo doze coletas entre maio de 2021 e janeiro de 2022. Após coleta e triagem foi observado um número expressivo de 10.275 bitucas de cigarro e com densidade de 8,85 bitucas/m² em P1 e de 1,05 bitucas/m² em P2. Além da quantificação, as bitucas coletadas apresentaram 4 estágios de degradação e foram observados 18 tipos de marcas diferentes em 33,42% das bitucas coletadas.

Palavras-chave: poluição marinha, acetato de celulose, ambientes costeiros, bitucas de cigarro.

ABSTRACT

A large part of the world population is concentrated in coastal areas, and Brazil is the country with half of its population near the coastline. This high concentration contributes to a high amount of garbage in marine regions, especially on urban beaches, being cigarette butts/filters one of the most found materials. In this context, the objectives of the present study were: (i) to evaluate the spatial and temporal variation of cigarette butts, (ii) to quantify and categorize the cigarette butts as to the degree of degradation, and (iii) to perform an audit of the marks of the cigarette butts found on the beaches of Pina and Boa Viagem, Recife-PE. The dissertation presents two chapters organized in manuscript form: The first chapter deals with a comprehensive systematic review on the topic of environmental contamination by cigarette butts. Through the use of the IRaMuTeQ software, a qualitative analysis of what has been discussed in the publications on the theme was performed, in which 116 articles with different perspectives on environmental impacts from cigarette butts were quantified. The second manuscript identified the spatial and temporal variation of cigarette butts in two regions with different patterns of use, Pina (P1: much used) and Boa Viagem beach (P2: little used). For this purpose, ten transects were positioned in both areas, with a total of twelve collections between May 2021 and January 2022. After collection and sorting, an expressive number of 10,275 cigarette butts was observed, with a density of 8.85 liters/m² in P1 and 1.05 liters/m² in P2. Besides the quantification, the collected cigarette butts presented 4 stages of degradation and 18 different brand types were observed in 33.42% of the collected cigarette butts.

Key-words: marine pollution, cellulose acetate, coastal environments, cigarette butts.

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO

Figura 1. Bitucas em diferentes estágios de uso, com a representação da coloração característica na bituca fumada (a) em decorrência da adsorção das substâncias presentes no tabaco e bituca não fumada (b) sem a presença dos compostos.....15

CAPÍTULO 1

Figura 2. Flowchart of steps for selecting articles using the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses method.....24

Figura 3. Similarity analysis of the assessed abstracts.....28

Figura 4. Number of articles published addressing environmental impacts caused by cigarette butts between 2006 and 2022.....29

Figura 5. Worldwide distribution of studies published addressing environmental contamination from cigarette butts, between 2006 and 2022.....31

Figura 6. Descending hierarchical classification of abstracts.....33

Figura 7. Correspondence factor analysis of the selected studies.....34

CAPÍTULO 2

Figura 1. Local de coleta das bitucas de cigarro com a delimitação das áreas de acordo com o padrão de uso da praia estabelecido por Silva et al., 2008: praia do Pina (P1: muito utilizada) e praia de Boa Viagem (P2: pouco utilizada), Recife-PE. Dentro das áreas delimitadas foram traçados 10 transectos de 1,5m de largura no sentido sul-norte com intervalos de 10m, indo da área do Solarium (POLETTE & RAUCCI, 2003) até a linha do deixa. Fonte: Nirhvana Felipe, 2022.....65

Figura 2. Diferentes níveis de degradação de bitucas de acordo com os tipos encontrados em P1 e P2, sendo classificados da esquerda para direita os 4 tipos proposto por Araújo et al., (2022). Fonte: Nirhvana Felipe e Stephanie Leticia, 2022.....66

Figura 3. Média e desvio padrão de bituca/m² coletadas entre maio de 2021 e janeiro de 2022 nas praias de Boa Viagem, Recife-PE, com P1 em escala cinza e P2 em escala branca. (a) Média e desvio padrão de bitucas/m² em áreas com diferentes padrões de uso. (b) Média e desvio padrão de bitucas/m² de acordo com a sazonalidade. (c) Média e

desvio padrão de bitucas/m² ao longo dos dias de coleta e (d) Média e desvio padrão bitucas/m² de acordo com os transectos.....72

Figura 4. Médias e desvio padrão da morfometria de acordo com o estágio de degradação das bitucas de cigarro em diferentes níveis de degradação (tipo I, II, III e IV) coletados entre maio de 2021 a janeiro de 2022 em praias urbanas no Nordeste do Brasil. (a) Média e desvio padrão do comprimento das bitucas em diferentes níveis de degradação, com unidade em milímetro. (b) Média e desvio padrão da massa das bitucas em diferentes níveis de degradação, com unidade em gramas. Os valores acima e abaixo (pontos pretos) são os outliers ou pontos discrepantes.....75

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Expressions used as variations and synonyms for the term “cigarette butts” found in the screened abstracts, along with their values in percentage (%) and number (n) observed in abstracts of other articles in the databases assessed.....	26
Tabela 2. Main information extracted from ecotoxicology studies addressing lethal and sublethal effects of cigarette butts on biota.....	37
Tabela 3. Other studies that address public policy issues regarding the improper disposal of CBs.....	43
Tabela 4. Main studies on CBs contamination in public areas, with information in natural environments from other comprehensive systematic reviews.....	45
Tabela 5. Main information extracted from studies on physicochemical aspects of the CBs.....	47

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Valores de bitucas em praias mundiais e brasileiras, com indicação dos locais de coleta, densidade de bitucas e avaliação visual proposto para detritos plásticos elaborado por Alkalay, Pasternak & Zask (2007)*.....	68
Tabela 2. Média e desvio padrão de bitucas/m ² e seus níveis de degradação. Demonstração dos níveis de degradação a partir dos tipos (I, II, III e IV) estabelecidos por Araújo et al., (2022). Valores de bitucas/m ² dos itens coletados nas praias do Pina e de Boa Viagem (Recife-PE) em relação aos seus estágios de degradação. Fonte: Nirhvana Felipe e Stephanie Leticia, 2022.....	74
Tabela 3. Valores de média e desvio padrão das marcas de cigarro encontradas nas praias do Pina e Boa Viagem, com suas características e ingredientes presentes na embalagem dos produtos.....	77

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	19
2.1 Objetivo geral.....	19
2.2 Objetivos específicos.....	19
3. CAPÍTULO 1: CIGARETTE BUTTS IN THE ENVIRONMENT: A GROWING GLOBAL THREAT?.....	20
3.1 Environmental Contamination from Cigarette Butts: Scientometric Analysis.....	22
3.2 Approach.....	24
3.2.1 Bibliographic search.....	24
3.2.2 Exclusion and inclusion criteria.....	24
3.2.3 Analysis of the studies.....	25
3.3 Discussion.....	26
3.3.1 Lexicometric Analyses.....	32
3.3.2 Ecotoxicological studies.....	33
3.3.3 Public policies.....	41
3.3.4 Contamination of public areas.....	44
3.3.5 Physicochemical aspects.....	47
3.4 Conclusion.....	49
3.5 References.....	49
4 CAPÍTULO 2: DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA CONTAMINAÇÃO POR BITUCAS DE CIGARRO EM PRAIAS URBANAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE USO.....	61
4.1 Introdução.....	63
4.2 Materiais e Métodos.....	65
4.3 Resultados e discussão.....	68
4.3.1 Densidade de bitucas de cigarro.....	68
4.3.2 Degradação de bitucas.....	74
4.3.3 Auditoria de marcas.....	77
4.4 Conclusão.....	84
4.5 Referências.....	85
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93

6	REFERÊNCIAS	95
----------	--------------------------	-----------

1. INTRODUÇÃO

A popularização do consumo de cigarros ocorreu na segunda metade do século XIX, até certo ponto estimulado pela urbanização e pelo ritmo acelerado da vida na cidade. No entanto, desde a década de 1950, o consumo foi intensificado devido ao incentivo das grandes empresas de cigarros por meio da mídia de massa. Embora esse tipo de publicidade tenha sido quase totalmente abolido hoje em dia, o hábito de fumar permaneceu fortemente estabelecido. Em 2016, por exemplo, foram consumidos cerca de 5 trilhões de cigarros no mundo (SANTOS et al. 2017), provavelmente pelo fato do cigarro ser considerado uma droga lícita e, portanto, de fácil obtenção, inclusive por meio do contrabando.

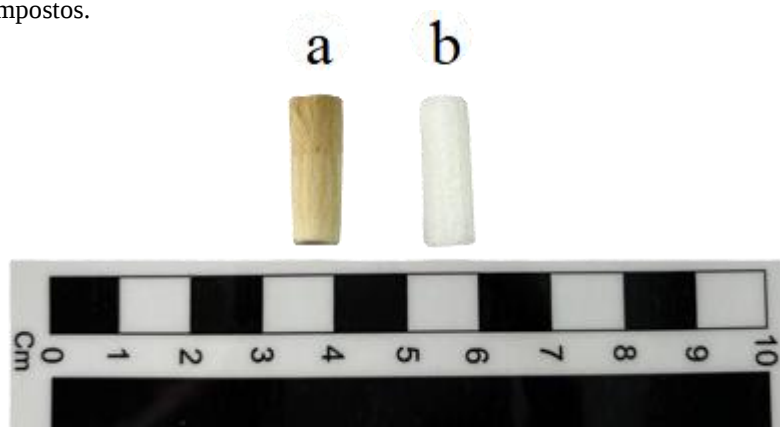
Durante a década de 1950 os filtros foram incorporados aos cigarros; a partir daí houve um incremento crescente em sua utilização e comercialização, passando de 1% para 90% no mercado global em apenas 50 anos (GREEN et al., 2022). Estes filtros foram incorporados como forma de reduzir a exposição dos fumantes às substâncias tóxicas, mas com isso também houve a redução de percepção dos verdadeiros riscos à saúde (EVANS-REEVES, LAUBER & HISCOCK, 2022). Cerca de 15% da população mundial fuma cigarros (DAI et al., 2022) e de acordo com The Tobacco Atlas (2022) o uso do tabaco é a principal causa de 1/5 das mortes entre homens em oitenta e seis países. Já no Brasil, o Instituto Nacional de Câncer alerta que o tabagismo pode ser responsável por 90% das mortes por câncer de pulmão (INCA, 2022).

Para Bettles & Belletti (2016) o cigarro é tido como risco global transtemporal, já que seus impactos se prolongam ao longo do tempo, podendo afetar gerações, e seus malefícios (tanto na saúde humana, quanto ambiental) não foram identificados no momento de sua criação. Discussões sobre impactos ambientais ocasionados pelo modo de consumo da população estão sendo utilizadas para proporcionar debates em relação ao excesso de lixo na natureza. E para que houvesse uma reflexão sobre os hábitos de consumo e as consequências no meio ambiente foram desenvolvidos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com meta para 2030 (ONU, 2022). Mais especificamente o ODS 12 pretende assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, uma vez que a população não consegue ver as consequências além do consumo (ONU, 2022; PEREIRA & HORN, 2009) e as empresas em muitos casos não se responsabilizam sobre a destinação de seus produtos. Como grande parte do consumo é descartado de forma inadequada em

regiões próximas ao mar, também inclui um outro objetivo da agenda, o ODS 14, que foi desenvolvido para conservação dos ambientes com prevenção e redução da poluição marinha. Além disso, a potencialização desses fatores associados com processo de urbanização pode acentuar ainda mais os números de descartes em locais com altas atividades humanas.

As bitucas de cigarro ocupam o primeiro lugar no número de itens encontrados de forma irregular no meio ambiente; somente em 2020 mais de 90 mil bitucas foram coletadas em regiões costeiras em todo mundo (OCEAN CONSERVANCY, 2022). Este material possui em sua estrutura um polímero sintético (acetato de celulose) obtido a partir da celulose, por meio da adição de anidrido acético e ácido acético. Essa composição dificulta sua desintegração a qual pode ocorrer em até 14 anos (ARAÚJO & COSTA, 2019; QAMAR et al., 2020; JOLY & COULIS, 2018). Além disso, os mais de 5.000 componentes (incluindo 70 produtos carcinógenos) que estão presentes no tabaco, podem permanecer adsorvidos nos filtros após serem fumados (Figura 1) podendo, através da lixiviação, ocasionar efeitos letais, subletais e acumulativos em diferentes organismos (GREEN, TONGUE & BOOTS, 2021; QAMAR et al., 2020; GREEN, KREGTING & BOOTS, 2020; MONTALVÃO et al., 2019).

Figura 1. Bitucas em diferentes estágios de uso, com a representação da coloração característica na bituca fumada (a) em decorrência da adsorção das substâncias presentes no tabaco e bituca não fumada (b) sem a presença dos compostos.



Fonte: Nirhvana Felipe e Stephanie Leticia, 2022.

Ao longo dos anos houve um aumento do interesse sobre os impactos da toxicidade de bitucas na biodiversidade, especialmente em virtude de seus efeitos nocivos principalmente em organismos aquáticos (GREEN, TONGUE & BOOTS, 2021). Independentemente do formato apresentado (tradicionais, com ou sem filtros, mentolados, aromatizados, etc.) os cigarros possuem o mesmo potencial para causar sérios impactos ambientais (SILVA, ARAÚJO & SILVA-CAVALCANTI, 2023; NOVOTNY et al., 2009). Além disso, em alguns estudos científicos a bituca de cigarro é enquadrada dentro de uma categoria própria ou classificada como plástico (ARAÚJO & COSTA, 2021; CURRIE & STACK, 2021; ARAÚJO & COSTA, 2019). Quando classificados como plástico, pode ocorrer uma subnotificação quanto aos valores reais desse contaminante em diferentes ambientes no mundo, revelando que esse problema pode ser ainda maior que o previsto. Além disso, parte desses estudos não possuem como foco o descarte irregular de bitucas e apesar do registro podendo também ocasionar em uma subnotificação, uma vez que este item parte como valor agregado e não como centro principal de algumas pesquisas.

O Plano de Combate ao Lixo no Mar em 2019 já alertava sobre os perigos e presença de bitucas no Brasil (MMA, 2022). A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (a partir de uma investigação pelo projeto Lixo Fora D'Água), registrou mais de 20 mil bitucas de cigarro em 2020, compreendendo aproximadamente 40% de todo material coletado pelo projeto (ABRELPE, 2022).

As regulamentações quanto ao uso do cigarro vêm sendo discutida no âmbito mundial, porém na grande maioria das vezes são classificadas em duas áreas: combate ao tabagismo e preservação ambiental. A luta antitabagista, com tendências para redução dos danos à saúde vem sendo amplamente divulgada e com regulamentações precursoras. Porém, as leis sobre a redução ambiental já são mais recentes e com número muito inferior. Entretanto, independente de seu enquadramento as legislações agem em sinergia no combate aos diversos males causados pelo cigarro. Sendo um dos exemplos sobre essas legislações a Espanha, que por meio da criação de uma lei que repassa o custo de limpeza de bitucas descartadas em locais públicos para as empresas que produzem o produto (BBC - <https://www.bbc.com/mundo/noticias-64196445>). No México onde já não é mais permitido o consumo de cigarro em alguns locais públicos (EL PAÍS - <https://elpais.com/mexico/2023-01-17/ley-antitabaco-en-que-lugares-no-se-puede-fumar-en-mexico.html>). Na Nova Zelândia onde foi aprovada uma lei com idade mínima para o

consumo de tabaco tendo como objetivo a proibição do fumo na próxima geração (THE GUARDIAN - <https://www.theguardian.com/world/2022/dec/13/new-zealand-passes-world-first-tobacco-law-to-ban-smoking-by-2025>). Já no Brasil, a destinação incorreta desse material poderia ser reduzida caso ocorresse o cumprimento da Lei 12.305 de 2010 do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que determina a proibição quanto a destinação de Resíduos Sólidos em praias, mar e corpos hídricos.

No geral, a taxa de lixo é superior a taxa de urbanização (MOREIRA et al., 2018), podendo isso também ocorrer com materiais derivados de produtos fumígenos, com exemplo das bitucas. As praias da Região Metropolitana do Recife como Pina e Boa Viagem sofrem exploração turística e urbanização desde a década de 1970 ocasionando em perdas das características ambientais (GREGÓRIO, ARAÚJO, & BEZERRA, 2017). As bitucas de cigarro além de serem um material de uso único, também possuem uma estreita relação com os usuários em locais turísticos como as praias, tendo o número de usuários refletido no acúmulo desses itens (SILVA et al., 2006). Com uma média de 1.590 pessoas/dia nas praias do Pina e Boa Viagem já foi possível observar 24.803 bitucas de cigarro, chegando a compor quase 15% do total de item coletado (ARAÚJO & COSTA, 2021; SILVA-CAVALCANTI, ARAUJO & COSTA, 2013; SILVA et al., 2006).

Diante desse contexto, o estudo teve por objetivo descrever e avaliar os impactos ambientais ocasionados pelas bitucas de cigarro por meio de análises cienciométricas e a distribuição espaço-temporal desses contaminantes nas praias do Pina e de Boa Viagem, Recife-PE. A dissertação apresenta dois capítulos organizados na forma de manuscritos.

Primeiro capítulo – *Cigarette butts in the environment: a growing global threat?*

O objetivo do capítulo foi obter informações relativas à contaminação ambiental das bitucas de cigarros através de uma revisão sistemática abrangente. Foi realizada uma revisão bibliográfica utilizando o método *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews e Meta-Analyses*, na qual as palavras-chave “*cigarette butt*” e “*cigarette filter*” foram utilizadas em cinco bases de dados. Os resumos foram separados, organizados, e analisados utilizando o software *IRaMuTeQ*, sendo observado 116 artigos publicados em 23 países.

Segundo capítulo – *Distribuição espaço-temporal da contaminação por bitucas de cigarro em praias urbanas com diferentes níveis de uso*

O objetivo do presente estudo foi avaliar os níveis de contaminação por bituca de cigarro em duas praias urbanas com diferentes níveis de uso, considerando os níveis de degradação e se as marcas variam em função do tempo, espaço e uso da praia. Para isso, foram delimitados dez transectos em duas praias (P1: muito utilizada e P2: pouco utilizada), sendo doze coletas entre maio de 2021 e janeiro de 2022.

2. OBJETIVOS

Objetivo Geral

Determinar os níveis de contaminação e distribuição espaço-temporal das bitucas de cigarro nas praias do Pina e de Boa Viagem (Recife-PE), além analisar os impactos ambientais do material em nível mundial.

Objetivos Específicos

- Avaliar através da cienciometria os danos ambientais ocasionados pelas bitucas de cigarro em nível mundial;
- Caracterizar a variação espaço-temporal do contaminante em duas áreas com diferentes padrões de uso nas praias do Pina e de Boa Viagem;
- Quali-quantificar as bitucas de cigarro quanto ao seu estágio de degradação;
- Identificar através de auditoria de marcas as principais marcas responsáveis pela contaminação nos locais de estudo.

3. CAPÍTULO 1



Review

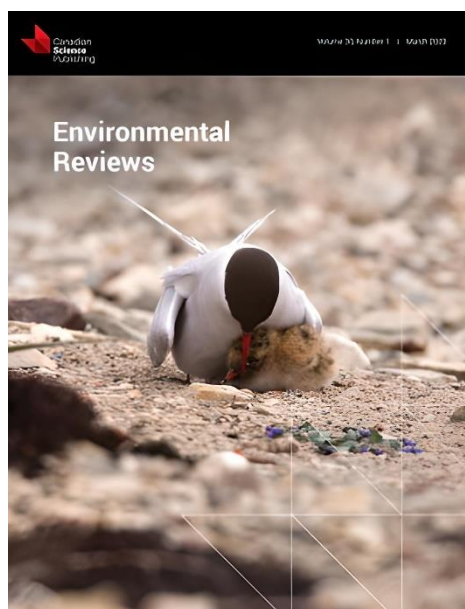
Cigarette butts in the environment: a growing global threat?

Nirhvana Felipe da Silva^a, Maria Christina Barbosa de Araújo^b, and Jacqueline Santos Silva-Cavalcanti ^{a,c}

^aGraduate Program in Biodiversity, Federal Rural University of Pernambuco, Manuel de Medeiros, 97 - Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brazil; ^bDepartment of Oceanography and Limnology, Federal University of Rio Grande do Norte, Governador Silveiro Pedroza, 1 - Areia Preta, Natal, Rio Grande do Norte, Brazil; ^cDepartment of Biology, Federal Rural University of Pernambuco, Manuel de Medeiros, 97 - Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brazil

Corresponding author: Jacqueline Santos Silva-Cavalcanti (email: jacque_ss@hotmail.com)

Submetido e aceito pelo periódico:



CIGARETTE BUTTS IN THE ENVIRONMENT: A GROWING GLOBAL THREAT?

Nirhvana Felipe da Silva¹, Maria Christina Barbosa de Araújo², Jacqueline Santos Silva-Cavalcanti¹³

¹ Graduate Program in Biodiversity, Federal Rural University of Pernambuco, Recife, Brazil.

² Department of Oceanography and Limnology, Federal University of Rio Grande do Norte, Natal, Brazil.

³ Department of Biology, Federal Rural University of Pernambuco, Recife, Brazil.

Abstract

Cigarette butts (CBs) are composed of cellulose acetate and are a significant source of anthropogenic waste. More than 4 trillion CBs are improperly discarded in natural and urban environments, resulting in the contamination of a variety of ecosystems. The goal of the present study was to obtain information regarding environmental contamination of CBs through a comprehensive systematic review. A literature review was conducted using the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses method. “Cigarette butt” and “cigarette filter” were used as keywords in searches in Google Scholar, Scopus, PubMed, ScienceDirect, and SpringerLink databases, where the abstracts were separated, organized, and analysed using IRaMuTeQ software. The review identified 116 articles published in 23 countries, with publication growth observed over the years. Through descending hierarchical classification, two groups and four classes were recognized, whereby different terminologies were specified by factorial correspondence and similarity analyses. The four classes were categorized as follows: (1) ecotoxicological studies, with information about the lethal and sublethal effects of CBs on different organisms; (2) public policies, with discussion pertaining to the problem and possible measures and actions aimed at reducing CB contamination; (3) contamination of public areas, with studies addressing the potential dispersion of this material in the environment; and (4) physicochemical aspects, with evidence of the potential for contamination caused by the components contained in the cigarette filters. However, despite an increasing number of

publications over the years and a variety of studies regarding the environmental effects of CBs, there is still an absence of information within each class, requiring further research.

Keywords: scientometrics, solid waste, cellulose acetate, nanofibers

1. Environmental Contamination from Cigarette Butts: Scientometric Analysis

Natural environments are littered with garbage worldwide. This problem affects both inhabited places (populous or not) and remote, isolated regions (Asensio-Montesinos et al. 2020; Lozano-Rivas et al. 2020; Grillo and Mello 2021; Lima et al. 2021; Ramos et al. 2021). In marine environments, this problem has been identified as one of the main factors responsible for biodiversity degradation (Fauziah et al. 2021). Although garbage is composed of a wide variety of waste types, and there is a demonstrated prevalence of plastic items (Dobaradaran et al. 2017, 2018a; Akhbarizadeh et al. 2021a; De-la-Torre et al. 2022a, b), an item of synthetic composition, i.e., cigarette butts (CBs), has stood out for its global occurrence and quantitative magnitude. CBs are considered the most common form of personal waste worldwide (Novotny and Slaughter 2014; Dobaradaran et al. 2018b). For example, surveys performed between 2012 and 2019 by Ocean Conservancy indicated that this type of compound is the most abundant type of marine litter (Ocean Conservancy 2022).

It has been estimated that 5.5 trillion cigarettes are consumed each year worldwide, and 4.95 trillion CBs are improperly discarded into the environment (Novotny and Slaughter 2014). Places with greater human activity have a higher number of items. Tourist activity and proximity to urban centers are responsible for the majority of CBs in marine environments (Araújo and Costa 2007; Ribeiro et al. 2021). Approximately two-thirds of all CBs are discarded by smokers in public places (Novotny and Slaughter 2014). High concentrations of CBs can be observed around beaches (Araújo and Costa 2021) or in regions where cigarettes are sold (Marah and Novotny 2011). In addition, CBs remain for

long periods of time in these places, as they are not efficiently removed by cleaning services, causing greater damage to public health and the environment (Silva et al. 2008).

Cigarette filters are composed of cellulose acetate, a synthetic polymer derived from cellulose (Araújo and Costa 2019), characterized by high durability and slow decomposition rates. Polymer degradation can lead to the accumulation of nanoparticles in soils and the ocean (El Hadri et al. 2021; Oliva et al. 2021). This material contains compacted fibers and can absorb compounds such as nicotine, lead, copper, chromium, cadmium, additives, and pesticide residue that are present in tobacco. Consequently, soils and aquifers can become contaminated through leaching (Lee and Lee 2015).

Cigarettes and their waste generally have a physical structure composed of filters, tobacco, and paper. Studies on environmental contamination have included a broad classification of cigarette waste that varies from paper, plastic, mixed composition, or “others”, making it difficult to standardize the handling of cigarette residues and formulate management plans. Currently, the literature on the environmental damage caused by CBs disposal is still scarce and requires special attention. The goal of the present study was to better understand the environmental impacts of CBs by performing lexicometric analyses of contamination from CBs via comprehensive scientometric analysis.

2. Approach

2.1 Bibliographic search

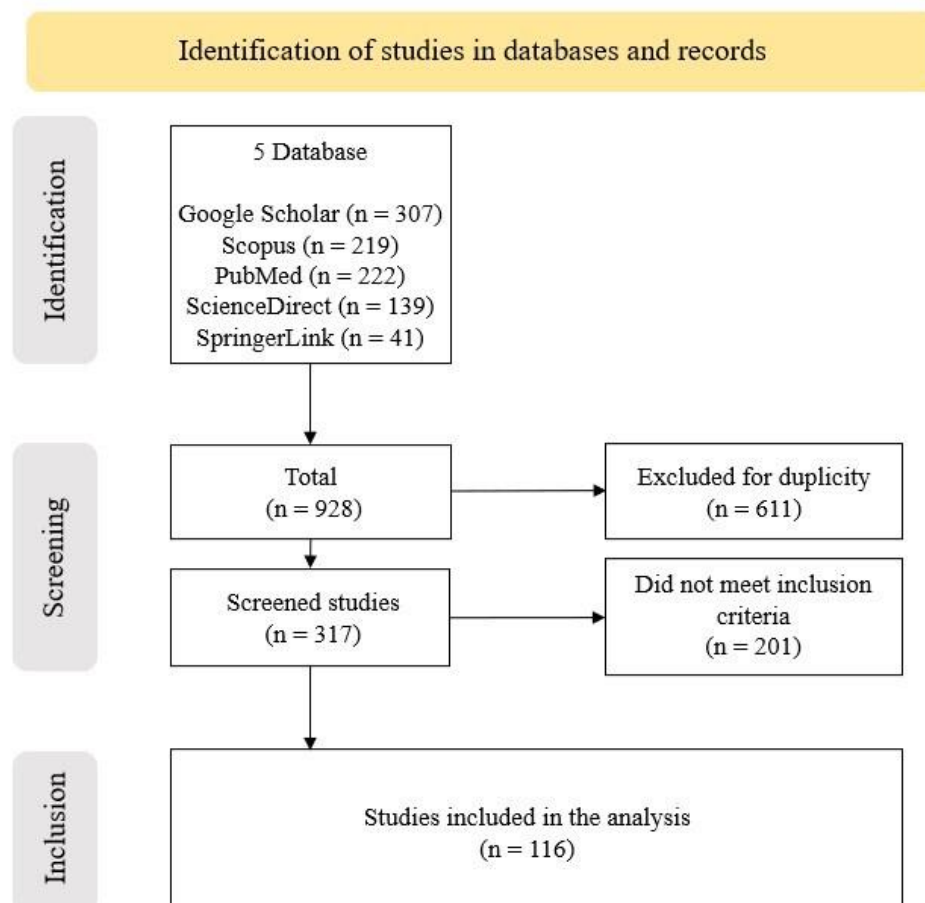
To assess the environmental impacts associated with CBs, a literature search was performed in June 2022 using the following platforms: Google Scholar, Scopus, PubMed, ScienceDirect, and SpringerLink. The keywords “cigarette butt” and “cigarette filter” were used, without any temporary intermittence. The review assessed publications in

English and their respective references for possible additional citations. Subsequently, publications were sorted based on the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta- Analyses pattern, outlining the stages using a flowchart as shown in Fig. 1.

2.2 Exclusion and inclusion criteria

Three procedures were used for exclusion and inclusion criteria: (1) removal of duplicate articles, (2) selection of publications that meet the objectives and purpose of the present study (CBs and their impacts on the environment), and (3) inclusion limited to articles, with the removal of proceedings, conference abstracts, editorials, and book chapters.

Figure 1. Flowchart of steps for selecting articles using the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses method.



Initially, 928 articles were found in the databases, of which 611 were duplicates and 201 were deemed not to meet the criteria and objectives of the present study (e.g., did not provide information on environmental perspectives). Ultimately, 116 articles that met all the inclusion criteria were selected for the study (Fig. 1).

After screening and selecting the studies, content analyses and a lexicometric study of the abstracts were performed, grouping them based on the years and countries of publication. Descending hierarchical classification (DHC), correspondence factor analysis (CFA), and similarity analysis were performed using IRaMuTeQ (version 0.7, alpha 2) software for multivariate textual ordering.

2.3 Analysis of the studies

In DHC (Reinert 1987), the formation of classes is performed from a dendrogram according to the arrangement of the most expressive (representative) words of each class. This procedure allows the description of each word, aiming at greater understanding and organisation of the information provided in the studies with respect to the environmental implications of CBs. CFA (Benzécri 1973) provides the disposition of classes in a factorial plan, where it is possible to determine the proximity and distance of the classes, revealing the connectivity of information and discussion regarding CBs and environmental damage. Meanwhile, similarity analysis (based on graph theory) establishes the relationship between words from a branching pattern. Furthermore, it assesses the existence of links and coexistence between words, allowing for the observation of the relationships between the different terms used in publications about CBs and the environmental damage they cause.

3. Discussion

Despite the variations and synonyms for the word “butt” found during the present review, it was possible to observe the predominance of the term “cigarette butt” in the 116 articles assessed (Table 1).

Table 1. Expressions used as variations and synonyms for the term “cigarette butts” found in the screened abstracts, along with their values in percentage (%) and number (n) observed in abstracts of other articles in the databases assessed.

WORDS/ EXPRESSIONS	CONCEPT	SCREENED STUDIES (%)	STUDIES IN THE DATABASES (n)
MATERIAL			
CB / CBs	Used as diminutive for ‘Cigarette butt’.	39.08%	134
Butt waste	Cigarette-derived waste, used to describe butt residues or butt fibers.	13.79%	4
Cigarette waste	Cigarette-derived waste, used to describe tobacco, paper, or butt residues.	3.44%	2
Filtered cigarette	‘Filtered cigarettes’ or ‘Cigarettes with filters’.	2.29%	10
CHEMICAL COMPOSITION			
Cellulose filter	Material from cigarette filters.	2.29%	50
Cellulose acetate filter	Fibers from cigarette butts composed of cellulose acetate.	2.29%	3

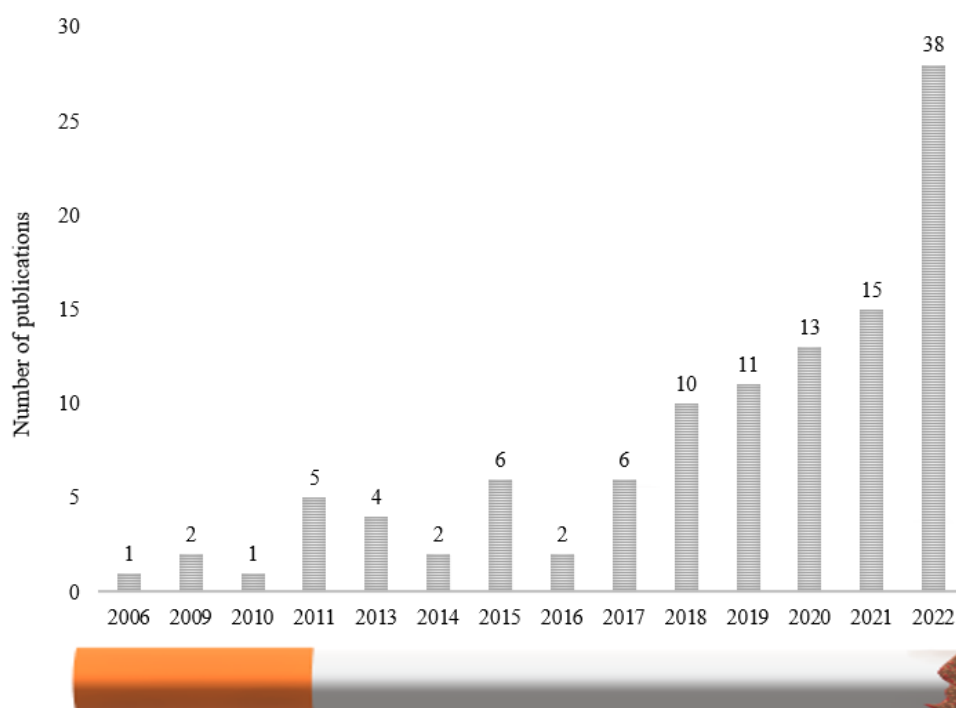
Cellulose fibers	Cellulose fibers resulting from cigarette butts.	1.14%	832
Cellulose microfibers/nanofibers	Cellulose microfibers or nanofibers from cigarette butts.	1.14%	629

In addition to the different terms and words used to describe CBs, the connections between them could also be observed. The words used as keywords in the literature search appeared interconnected in the similarity analysis (Fig. 2), making it possible to assess the emergence of 73 branches, with 45 (61.64%) for “cigarette” and 28 (38.36%) for “butt”. These values can be associated with the expressive number of synonyms and variations that were used in the texts, with the predominance of the word “cigarette”. According to the similarity analysis, it was also possible to determine the contribution of words in the formation of the tree (in which larger words had greater frequency and contribution), with uniformity between the terms. However, the ramifications were limited, reiterating the need for more studies on solving CB issues. Nevertheless, it was possible to observe that based on the vocabulary of the articles, there was concern regarding CBs composition. The emphasis was on its elements, categorisation as a toxic component, effects on the environment (with emphasis on marine environments), and human action related to the disposal of CBs.

The similarities and links of the content occurred over time, with a correlation between the studies that addressed CBs from an environmental perspective and the discussion on its impacts on biodiversity. The relationship between one of the keywords and environmental damage was first mentioned in the title of a 2006 publication (Fig. 3) that evaluated the toxicity of 19 cigarette filters in different aquatic organisms (Micevska et

Another review addressing environmental pollution from CBs indicated the low biodegradability of CBs, as well as its high dispersion and toxicity (Kadir and Sarani 2015). From 2015 to 2021, 63 articles were compiled, or 72.41% of all content evaluated in this study, providing evidence of the timeliness of the subject. This increase may be associated with the high worldwide recognition of similar topics such as microplastics, mesoplastics, and marine debris. These subjects include CBs, as studies assessing waste disposal have often highlighted the presence of the contaminant in alarming numbers (Becherucci et al. 2017; Marin et al. 2019; Thiel et al. 2021). Furthermore, according to Ocean Conservancy (2022), the global quantity of registered CBs increased from 1 910777 items in 2012 to 5716331 in 2019, which may influence the expansion of knowledge by explaining the high dispersion capacity of CBs registered over the years.

Figure 3. Number of articles published addressing environmental impacts caused by cigarette butts between 2006 and 2022.

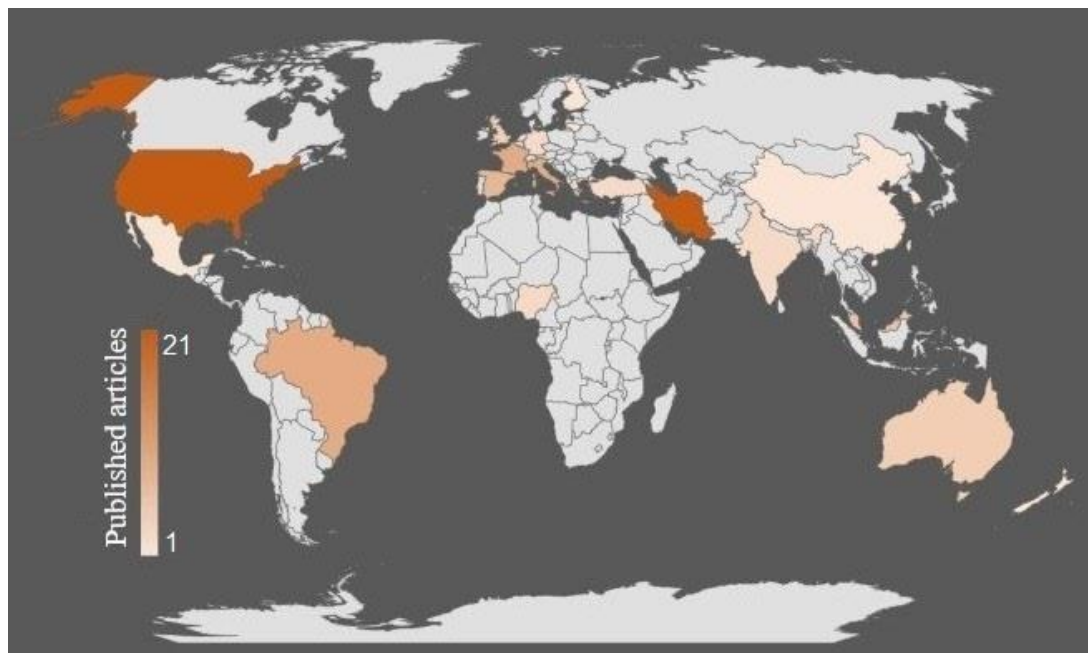


Between 2006 and 2022, publications reporting environmental impacts associated with the inappropriate disposal of CBs were recorded on five continents (Fig. 4). The country with the highest number of publications on the subject was the United States ($n = 21$), followed by Iran ($n = 18$), Brazil ($n = 16$), Italy ($n = 15$), France ($n = 10$), Spain and Malaysia ($n = 5$), Australia and the United Kingdom ($n = 3$), Greece, India, Germany, Nigeria, and Turkey ($n = 2$). Mexico, Taiwan, Cyprus, South Africa, Finland, Lithuania, China, South Korea, Russia, and New Zealand each had only one publication. These publications were based on different types of approaches; however, studies have discussed aspects related to the presence of CBs and the harm they cause in all these countries. One example is a study conducted by Barnes (2011), which highlighted the need for regulatory laws to consider CBs as a toxic waste in the United States, a country that has been a leading producer of tobacco and its derivatives for many years. In 2019, the production of tobacco and its by-products in the United States reached 212260 tons/year, however, it currently ranks fifth worldwide (FAO 2022). This production can lead to the accumulation of CBs and its permanence in public areas, with the potential of becoming a chronic problem, as their compounds can persist for years in the environment (King et al. 2021; Dobaradaran et al. 2022).

Sometimes, the accumulation of CBs results from the personal, social, and structural habits of smokers. For example, in Iran, such habits influence the practice of irregular disposal, even though public clean-up is reported on a monthly basis (Akhbarizadeh et al. 2021a; Dobaradaran et al. 2022). According to Dehdari (2022), the reasons stated by smokers were the following: (1) laziness, (2) behaviour passed through generations, (3) fun, playing games with friends, and (4) lack of receptacles and environmental education. In this country, 43% of urban waste is composed of cigarette waste, with most of its elements being illegal, which makes its control even more difficult (Golestan et al. 2021; Jafari et al. 2021). On the other hand, information

presented in reports based on data released by the Ministry of Industry, Mining, and Commerce of Iran indicate a significant increase in the manufacturing of national cigarettes. In 5 years, the number of companies in this industry increased by 228%, growing from 7 companies in 2015 to 23 in 2020 and increasing production from 29 billion cigarettes/year to 55 billion cigarettes/year (Financial Tribune 2022a; Italian Trade Agency 2022; Tehran Times 2022b). The lack of control over irregular disposal, significant amount of smuggling, and unbridled production may increasingly aggravate the socioenvironmental situation, becoming a complex motivator for the trivialisation of public health and environmental issues.

Figure 4. Worldwide distribution of studies published addressing environmental contamination from cigarette butts, between 2006 and 2022.



The magnitude of the production and consumption of cigarettes worldwide can influence the number of CBs discarded irregularly in the environment (Green et al. 2014). This fact can generate greater concern and monitoring of CB residues, which corresponds to an increase in the number of publications in those places. One example is in Italy where

24% of the population smoked (FAO 2022) while ranking fourth in the number of publications on environmental impacts caused by CBs. In other regions, such as Germany, CBs leached into rivers has also been analysed, where experiments using river water have highlighted a variety of compounds at different concentrations (Dobaradaran et al. 2019, 2021).

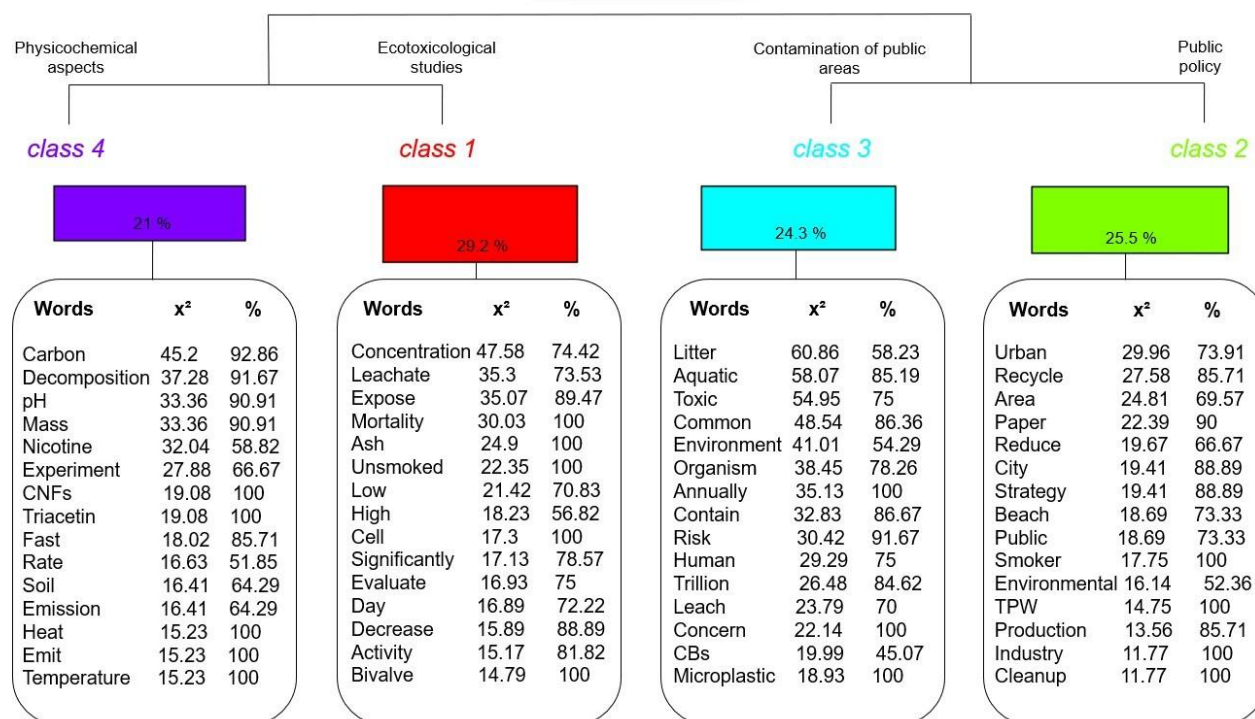
Brazil is the largest exporter and third largest producer of tobacco for cigarette production worldwide (FAO 2022), and coastal areas have been found to contain significant amounts of cigarette waste (Ribeiro et al. 2022). Scientists are concerned about the management of CBs and its collection on the Brazilian coast, as the vast majority of cleaning services are manual and inefficient for small items (Araújo and Costa 2019). The contributions provided by these countries can help promote the debate on the damage caused by CBs at a global level, given that these records can foster understanding with respect to the degree of the problem, as well as the local needs that can contribute to more connected and effective alternatives.

3.1 Lexicometric Analyses

Based on the information provided, lexicometric and DHC analyses identified 116 abstracts with textual materials similar to each other, with the textual corpus divided into 472 text segments containing an efficiency of 87.92%. Therefore, the review of contamination from CBs resulted in the discovery of explicit and implicit aspects of the topic, with the formation of two groups with four classes, according to the DHC (Fig. 5). The grouping of classes 2 and 3 on the right in Fig. 5 consists of elements whose information is more qualitative with in situ sampling procedures, whereas the grouping of

classes 1 and 4 depicted on the left has a predominance of quantitative data with ex situ analyses.

Figure 5. Descending hierarchical classification of abstracts.

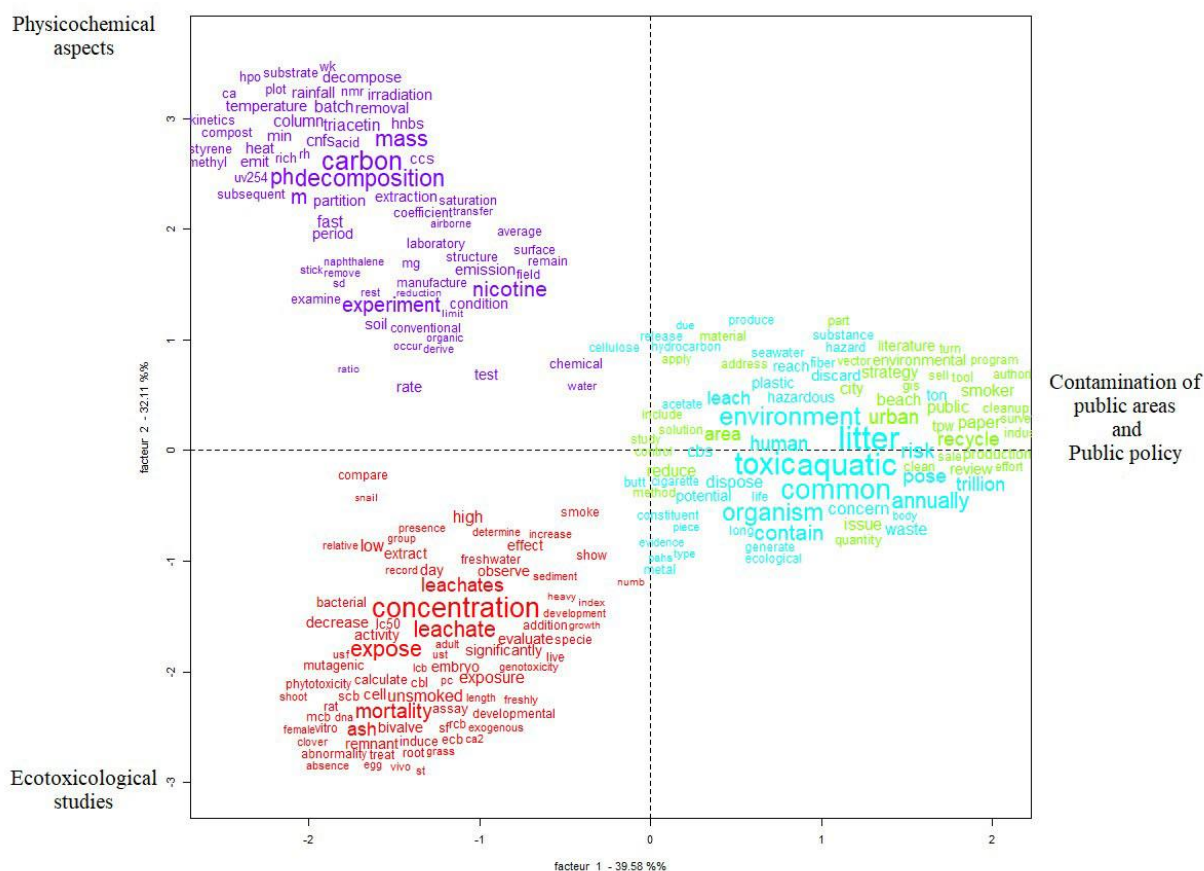


Class 1 vocabulary contextualized as “ecotoxicological studies” accounted for 29.2% of the analysed text segments, with content comprising information about the negative effects of CBs on the growth, reproduction, and survival of organisms. Class 2, described as “public policies”, was based on the management of the contaminant and possible actions that could help solve the problem, representing 25.5%. Class 3, entitled “contamination of public areas”, corresponding to 24.3%, highlighted the influence of human activity in open spaces. Finally, Class 4, called “physicochemical aspects”, represented 21% of the segments, with details of the elements present in CBs and the

environmental damage they cause. These nominations were based on the vocabulary in which the most representative words expressed the topics addressed in each class.

The ordering of classes could also be observed in the CFA where using a factorial plan and coordinates, it was possible to identify the connections and distances between the terms (Fig. 6).

Figure 6. Correspondence factor analysis of the selected studies.



For Factor 1, positioned on the horizontal axis, where 39.58% of the total variation was in elementary context units, with the occurrence of classes 1, 2, and 3. Factor 2, on the vertical axis, illustrates 32.11% of the text segments with the occurrence of classes 2, 3, and 4. This analysis allowed us to observe that, even though they corresponded to a single group in the CFA, the segments of classes 1 and 4 were distant, in terms with the same analytical profile, that is, with the

prevalence of quantitative data and methods in artificial environments; however, even with these similarities they still had opposite or very specific concepts, which may explain the positioning of these classes in the plan. However, the same fact was not observed in the other groups, since classes 2 and 3 represented related concepts and were also determined by the same scientific method, where most of the data were qualitative and the studies were conducted in habitats or natural environments. Having similar methodologies and intertwined subjects may explain the closeness of classes 2 and 3 in the plan.

According to the data obtained, it can be considered that, in addition to the variation between publications, there was also a co-occurrence of interconnected information throughout the studies, highlighting the importance of combining different methods and concepts in favour of expanding information on the subject.

3.1.1 Ecotoxicological studies

Class 1, corresponding to ecotoxicology studies, had the largest representation among all the classes. The vocabulary presented in this cluster highlights information about the methods used and the toxic effects of CBs on biodiversity. The word “concentration” ($\chi^2 = 47.28$) exhibited the highest significance value, whereas “mortality”, “ash”, “unsmoked”, “cell”, and “bivalve” were the most frequent (100%). The reviewed studies used organisms that were adapted to different environments. In addition, they used different methods based on the types, concentrations, and exposure times of the CB leachate (Table 2). This review compiled data on CBs that emphasized its high potential for environmental contamination, regardless of the degree of degradation of the material or level of dilution of the leachate. Contamination from CB leachate occurs through the displacement of contaminants into the environment through the action of water. Toxic compounds present

in filters and tobacco residues can release contaminants that cause damage to organisms (Micevska et al. 2006).

All publications addressing class 1 topics indicated some sublethal effects on fish, amphibians, plants, and invertebrates (of which bivalves were the most representative). Mortality caused by exposure to CB leachate has been recorded in studies conducted by Lawal and Ologundudu (2013), Booth et al. (2015), and Green et al. (2020). The bioaccumulation of metals (Cr, Ni, Pb, Mn, and Zn) from CBs is associated with changes in the behaviour of adult animals (Montalvão et al. 2019a). The same authors also assessed the mutagenic potential by observing mutations in mollusc cells caused by exposure to CB contaminants (Montalvão et al. 2019b), and reinforced that the severity of CBs disposal went beyond their physical representation. In addition, the selected studies from this review provided data related to the categories of CBs, such as traditional, biodegradable, menthol, smoked or nonsmoked electronic cigarettes, ability to cause harm to organisms, and dynamics of their populations. These studies have highlighted that similar alternative materials can also cause harm.

Table 2. Main information extracted from ecotoxicology studies addressing lethal and sublethal effects of cigarette butts on biota.

REFERENCE	TEST ORGANISM	METHOD	ENVIRONMENTAL IMPACT
Green, Kregting & Boots (2020)	<i>Dreissena polymorpha</i> , <i>Polycelis nigra</i> , <i>Planorbis planorbis</i> , and <i>Bithynia tentaculata</i>	Two types of butts were used: (1) cellulose filters and (2) cellulose acetate filters, all smoked, with three different concentrations: 0.2, 1, and 5 CB/L.	Leachate derived from 5 CB/L of any type of filter caused 60%–100% mortality in all species within 5 days. The leachate derived from 1 CB/L of any type exhibited less activity in adults compared to none or 0.2 CB/L.
Green et al. (2019)	<i>Lolium perenne</i> L., and <i>Trifolium repens</i> L.	The experiment was conducted with the exposure of traditional and menthol CBs, at three different levels: nonsmoked, smoked (without tobacco residue), and smoked with remaining tobacco, for 21 days.	For <i>Lolium perenne</i> , there was a decrease of approximately 10%, 13%, and 18% in germination, shoot growth, and chlorophyll b, respectively, for any type of CBs. Whereas for <i>Trifolium repens</i> , there was a reduction of approximately 27%, 28%, and 57% in germination, shoot length, and biomass, respectively.
Montalvão et al. (2019a)	<i>Anodontis trapesialis</i>	The study used 66 adult specimens, with smoked 20 CB/L and dilutions of 1.375 and 13.75 CBs for a 14 day exposure.	Sublethal effect was observed with atypical digging behaviours. High concentrations of metals were associated with behavioural changes observed in animals exposed to the two dilutions.

Montalvão et al. (2019b)	<i>Anodontitis trapesialis</i>	The study used 66 adult individuals, with smoked 20 CB/L and dilutions of 1.375 and 13.75 CBs for a 14 day exposure, with analysis in type I and II hyalinocytes.	Mutagenic potential of CB leachate as nuclear abnormalities were higher in type I hyalinocytes from bivalve individuals exposed to the contaminant than in those of individuals from the control group.
Osuala et al. (2017)	<i>Oreochromis niloticus</i>	Organisms were exposed to two different brands of CBs, using smoked and nonsmoked specimens, with a concentration of 1–5 CB/L.	After 96 h, the study indicated a difference in toxicity between the brands, being classified according to their LC ₅₀ value: (I) brand 1 smoked butts were considered the most toxic (1.346 CB/L), followed by (II) brand 2 smoked butts (2.271 CB/L), (III) brand 2 nonsmoked butts (7.313 CB/L), and (IV) brand 1 nonsmoked butts (5.559 CB/L).
Parker & Rayburn (2017)	<i>Xenopus laevis</i>	Embryos were exposed to butt leachate at concentrations of 0–4 CB/L for traditional and menthol CBs, and concentrations of 0–10 CB/L for e-cigarette butts, for a period of 96 h.	The study reported that traditional CB leachate was the most toxic compound, whereas the menthol CB leachate had the greatest teratogenicity. The highest value for LC ₅₀ was reported for traditional and menthol CB leachate, with LC ₅₀ of approximately 1 CB/L. Significant differences in malformation related to leachate from traditional CBs were also observed.
Lee & Lee (2015)	<i>Oryzias latipes</i>	The embryos were exposed with	From 1–3 days after fertilization, the embryos were observed,

the leachates having the and toxicity of the leachates was found with the following respective concentrations: classifications: (2) > (1) > (4) > (3). Low concentrations of leachates in (2), (1), and (4) increased heart rate, accelerated development, and changed behaviour, whereas high concentrations reduced heart rate, suppressed development, and increased mortality.

(1) nonsmoked tobacco,
 (2) smoked tobacco,
 (3) nonsmoked filter,
 (4) smoked filter;

(1) and (2) having 16 segments with 1 cm; whereas (3) and (4) had 16 cigarette filters. Each group was soaked in 800 mL of solution.

Booth et al. (2015)	<i>Austrocochlea porcata</i> , <i>Nerita atramentosa</i> , and <i>Bembicium nanum</i>	CB leachate with the following concentrations: 0.25, 0.50, 1.25, and 5 CB/L.	After 8 days of experiment, 100% mortality was recorded for the three species assessed in the highest concentration. Furthermore, <i>Austrocochlea porcata</i> exhibited greater mortality than the other two species at concentrations of 0.50 and 1.25 CB/L.
Lawal & Ologundudu (2013)	<i>Hymenochirus curtipes</i> , and <i>Clarias gariepinus</i>	Smoked and nonsmoked cigarette filters with concentrations of 0.625–10 g/L, and exposure time of 96 h.	Mortality rates increased in both organisms with a significant difference only after 72 and 96 h of exposure. The smoked CB leachate was approximately 2.5 times more toxic than the nonsmoked CB leachate. The lethality of <i>Hymenochirus</i>

			curtipes and <i>Clarias gariepinus</i> related to smoked CB leachate was six times greater than that caused by the nonsmoked filter leachate after 24 h exposure with an LC ₅₀ of 8.73 g/L.
Slaughter et al. (2011)	<i>Atherinops affinis</i> , and <i>Pimephales promelas</i>	Leachates from smoked and nonsmoked CBs were used at a concentration of 8 CB/L, for 4 days.	Leachate from smoked CBs was toxic to both species. The smoked CB leachate (no tobacco) was less toxic, with LC ₅₀ values of 1.8 and 4.3 CB/L for <i>Atherinops affinis</i> and <i>Pimephales promelas</i> , respectively. Nonsmoked CBs (nontobacco) and cigarette filters were also considered toxic, with LC ₅₀ values of 5.1 and 13.5 CB/L, respectively, for both fish species.

Note: Abbreviation: CB, cigarette butt.

Other studies have emphasized that compounds found associated with CBs, such as pesticides, herbicides, and insecticides, could release metals into tobacco leaves, further accentuating environmental degradation (Zoffoli et al. 2013). Furthermore, cigarette ash can cause DNA damage and, consequently, a decline in biological diversity (Mansouri et al. 2020). Given the information obtained through ecotoxicological studies, it is evident that CBs and its irregular disposal have high potential to contaminate the environment, which can lead to the mortality of various organisms, in addition to the breakdown of biological diversity in different environments.

3.1.2 Public policies

With the second largest representation, class 2 (public policies) had the word “urban” ($\chi^2 = 29.96$), with the highest significance. The words “tobacco product waste”, “industry”, and “clean-up” had the highest frequency (100). The studies that addressed this topic evaluated precaution to avoid environmental impacts and health risks from these wastes (Table 3). The starting point with respect to the theme and care for human health and the environment can be observed in publications showing data in urban and marine areas, which were generated via cleaning actions. This reveals the need for the involvement of several sectors, as indicated in studies conducted by Marah and Novotny (2011), Kataržytė et al. (2020), and Valiente et al. (2020). Policies for reducing the environmental impact caused by CBs, also observed in the present review, suggest a set of behaviours as an option to reduce the problem, such as those mentioned by Novotny et al. (2009):

(I) Proper labelling of products, denoting their composition and tips for regular disposal. This measure could encourage consumers to be more careful regarding this waste.

(II) Implementation of “deposit/recycling laws”, including a “butt deposit”, which requires consumers to pay a fee when purchasing specific items. These amounts are refunded when the packs are returned to the same location. This measure could reduce irregular disposal, and portable devices to store CBs could be sold at collection sites.

(III) Actualization of a consumer-financed recycling tax, encouraging shared responsibility. This measure could reduce consumption, in addition to reducing environmental damage, by using the funds obtained from those taxes in projects aimed at understanding the disposal of CBs as well as to finance cleaning campaigns.

(IV) Actions taken to associate tobacco companies/ industries with impacts related to product sales. Cigarette-producing companies would start paying through litigation to take responsibility for the environmental impacts associated with cigarette sales. Currently, most of these actions aim to defray the impact on health; however, it would be of interest to simultaneously charge taxes aimed at the environment.

(V) Fines and charges for violations of the smoking ban in inappropriate places or illegal disposal, focusing on individuals, companies, states, or municipalities.

(VI) Set of regulations for tobacco production aimed at better standardisation. This would yield greater control of the compounds and materials present in cigarettes.

(VII) Bans on the sale of cigarettes with filters made of cellulose acetate, requiring more research on the subject, since other types of filters such as biodegradable ones also raise doubts as to whether they could be used as an alternative material in place of traditional CBs.

(VIII) Environmental and social education campaigns addressing responsibility for the disposal of CBs in suitable places financed by the tobacco industry.

This type of understanding can support the creation of public policies related to the disposal of CBs and the environment and can positively influence both environmental and social perspectives. However, it is worth emphasising that different environments, urban areas, and regions tend to have local needs, where these actions would also be shaped according to each locality.

Likewise, there is a need to determine several implementations (or even simultaneous implementations) for greater efficiency in reducing irregular CBs disposal. An example was reported by Kataržytė et al. (2020), who assessed the installation of butt containers on beaches in Germany and Lithuania. These authors observed that the use of these devices alone was not as effective in reducing CBs in the areas, highlighting the need to strengthen measures and/or implement other measures for a more efficient reduction of this contaminant.

Table 3. Other studies that address public policy issues regarding the improper disposal of CBs.

REFERENCE	APPROACHES IN THE STUDIES
Dehdari (2022)	From 27 interviews we observed smokers' experiences with CBs disposal in public areas, where categories such as personal, social, and structural factors were the main information discussed by respondents for the behaviour
Smith & Novotny (2011)	Research conducted at the Legacy Tobacco Documents Library, identified that tobacco companies have studied smokers' beliefs, behaviours, and attitudes about smokers' ideas for new products. However, these proposals made to reduce contamination from CBs are not as effective.
Novotny et al. (2009)	Public policy approaches addressed in observed

studies brought two benefits to health and the environment. First: with the increased cost could reduce smoking. Second: government, voluntary groups, and outside agencies bear most of the costs of CBs clean-up.

A study conducted with members of the Framework Convention Alliance for Tobacco Control assessed knowledge, beliefs, awareness, and perceptions of CBs based on responses to questionnaires (Granados et al. 2019). With 65 individuals from 37 countries interviewed, the survey emphasized that the opinions of members of these types of organisations exerted greater influence on government agencies, decisionmaking, and contributions to the control of CBs waste.

The sum of activities and studies addressing environmental contamination by CBs should not be isolated or with very specific approaches and issues. On the contrary, they should be interconnected in several areas to maximize knowledge about this type of impact and consequently facilitate actions aimed at reducing contamination. Even in the presence of gaps, this objective was predominant in the studies that were evaluated.

3.1.3 Contamination of public areas

Class 3 (contamination of public areas) showed high significance for the word “litter” ($\chi^2 = 60.86$), whereas the words “annually”, “concern”, and “microplastic” exhibited the highest frequency (100%). Class 3 concepts were based on the social and environmental implications of the irregular disposal of CBs in public environments. Despite the values obtained in this class, the vocabulary related to “contamination in public areas” was characterized by documental bases and reviews as a large part of the structure of the texts (Table 4).

Table 4. Main studies on CBs contamination in public areas, with information in natural environments from other comprehensive systematic reviews.

REFERENCE	TYPE OF CONTAMINATION
Venugopal et al. 2021	It was found that one-third of the 98 chemical compounds present in cigarette butts collected from marine environments were highly toxic, with 10% being toxic to aquatic organisms.
Shen et al. (2021)	The ecological effects of microplastic fibers and pollutants released by CBs in natural environments have been observed.
Dobaradaran et al. (2021)	It analysed damage caused by CBs in aquatic environments, informing the need for regulation on the compounds present in the material.
Santos-Echeandía et al. (2021)	Accumulation of the metals present in tobacco products was verified under real-world ambient conditions, with copper being the compound with the highest percentage of desorption.

Spaces with large circulation of people, such as streets, squares, parks, gardens, commercial areas, and beaches, tend to have a large amount of CBs waste. According to Rahman et al. (2020), approximately 75% of smokers irregularly dispose CBs. High amounts of CBs have been recorded in studies from different regions, including approximately 36 757 CBs counted in the city of Qazvin, Iran (Torkashvand et al. 2021) and 4174 CBs along eight Brazilian beaches (Araújo and Costa 2021). In addition to being universal, it is worth noting that this problem is also associated with the movement of individuals. Another factor influencing the disposal of CBs in the environment is related to tourism, with a high abundance of this material observed mainly during the summer season, comprising 46% of the objects observed on the coast

of Spain (Martinez-Ribes et al. 2007) and 51.5% of items registered in Brazil during the same season (Lima et al. 2021). The accumulation of this contaminant in such high numbers can have numerous environmental effects.

Studies conducted in public spaces or analyses performed with materials collected in these regions were based on the premise of studying the damage caused by CB fragments in areas where the product was discarded. According to a study conducted by Venugopal et al. (2021), 109 CBs collected in areas intended for smokers, restaurants, and commercial enterprises in Pennsylvania (United States) identified 98 chemical products, of which 25 were determined to be harmful or potentially harmful according to the Food and Drug Administration list. Furthermore, Santos-Echeandía et al. (2021) evaluated smoked CBs in two areas (one on a beach and the other in a marina) in France, where they assessed that copper recorded the highest percentage of release ($L = 91\%$), warning about the cumulative potential of CBs and metal adsorption from the environment. Dobaradaran et al. (2017) and Soleimani et al. (2021) monitored the levels of compounds present in CBs in nine coastal areas of Bushehr, Persian Gulf and identified Cd, Fe, As, Ni, Cu, Zn, and Mn at considerable levels that could generate environmental degradation. These assessments are of great importance because they were conducted in public spaces where more realistic information can be obtained, as natural environments are not areas with conditions controlled by humans. They can also generate contributions from studies that analyse the consequences of CBs, in addition to assisting in projections of future damage.

3.1.4 Physicochemical aspects

Among the groups, class 4 (physicochemical aspects) had the smallest representation (21%) and the greatest significance for the word “carbon” ($x^2 = 45.2$). The words “cellulose nanofibers”, “triacetin”, “heat”, “emit”, and “temperature” were

observed with 100% frequency. The content analysed in this class made it possible to obtain information that indicated the structures, physicochemical modifications, and interactions of the properties of CBs in the environment, as shown in the studies in Table 5.

The adsorbed potentially toxic elements can become bioavailable through leaching from CBs, reaching water resources (Akhbarizadeh et al. 2021b). A single cigarette may contain PAHs (polycyclic aromatic hydrocarbon), benzene, toluene, ethylbenzene, o-xylene, p-xylene, and heavy metals, which can be harmful to humans and aquatic organisms (Dobaradaran et al. 2021). Naphthalene and fluorene have high concentrations among the PAHs analysed by Dobaradaran et al. (2020).

Table 5. Main information extracted from studies on physicochemical aspects of the CBs.

REFERENCE	EVALUATION TYPE	RESULTS
Gill, et al. (2018)	Effects of CB on terrestrial organism	In soil, the CBs showed a decline in toxicity directly proportional to the aging of the material.
Selmar et al. (2018)	CB nicotine adsorption in plants	Plant and soil contamination was observed even with the presence of only 1 CB/m ² .
Bonanomi et al. (2015)	CB Degradation	A reduction of almost 40% of the initial CBs mass after 2 years was observed, possessing a low degradation rate.
Green, Putschew, & Nehls (2014)	Effects of CB on urban water resources	According to these results observed in the study there was a rapid release of nicotine in rain simulation experiments, where one CB could contaminate 1000 L of

After the production, distribution, and delivery of cigarettes to points of sale, the product is ready for smoking. After the cigarette is smoked, its composition is converted into two categories: (1) nonvolatile or semivolatile chemicals and (2) volatile chemicals (Kurmus and Mohajerani 2020). When extinguished, cigarettes can still spread compounds that can be influenced by other factors. For example, temperature and relative humidity can affect chemical emissions from CBs, resulting in the faster release of nicotine, triacetin, and other chemicals (Poppendieck et al. 2020). Some CBs disposal sites may contain greater amounts of contaminants, owing to the environmental conditions.

According to Belzagui et al. (2021), each CB has 15 000 cellulose acetate threads and can release approximately 100 threads per day. Most of these threads are smaller than 0.2 mm and, consequently, are an important source of microplastics that directly affect aquatic and trophic chains. This degradation of CBs occurs very slowly because it has a reduced number of nutrients, mainly nitrogen. Nitrogen has a regulatory role during this process, as CB has a reduction rate of only 37.8% over 2 years (Bonanomi et al. 2015). In addition to traditional filters (composed of acetate), there are other types of biodegradable filters (composed of cellulose) that are considered less harmful to the environment. However, this only occurs when CB is under controlled conditions and not smoked, because after smoking, tar and other chemical products are adsorbed and significantly slow down decomposition rates (Joly and Coulis 2018). In an attempt to reduce health damage, cigarette filters were adapted to retain substances present in tobacco. Thus, studies that assess the dynamics and implications of CBs, by considering physical and chemical factors, can also make significant contributions to the subject.

4. Conclusion

Contamination by CBs is a global problem that significantly affects the environment and human health. Although the theme addresses different areas and studies, in general, there is an absence of improvement and proposals to combat the irregular disposal of CBs in the environment. Our systematic literature review highlights gaps in all four classes: (1) ecotoxicological studies, (2) public policy, (3) contamination of public areas, and (4) physicochemical aspects. In addition to the small number of studies on ecotoxicology with a limitation in the diversity of bioassays, there was also a lack of studies addressing large-scale public policy application and comparisons with similar issues that could help promote collective action. We also found that in studies with records of contaminants in public areas, no warnings were given regarding the problems caused by CBs. Furthermore, there is a lack of studies addressing the degradation of CBs in natural environments and the influence of its compounds under environmental conditions (e.g., weathering). This systematic review underscored the worldwide dispersion of CBs and their power of accumulation, degradation, and toxicity, which go beyond human health issues to directly impact the environment.

5. References

Akhbarizadeh, R., Dobaradaran, S., Nabipour, I., Tangestani, M., Abedi, D., Javanfekr, F., et al. 2021b. Abandoned Covid-19 personal protective equipment along the Bushehr shores, the Persian Gulf: an emerging source of secondary microplastics in coastlines. *Mar. Pollut. Bull.* 168: 112386. doi:10.1016/j.marpolbul.2021.112386. PMID: 33901902.

Akhbarizadeh, R., Dobaradaran, S., Parhizgar, G., Schmidt, T.C., and Mallaki, R. 2021a. Potentially toxic elements leachates from cigarette butts into different types of

water: a threat for aquatic environments and ecosystems? *Environ. Res.* 202: 111706. doi:10.1016/j.envres.2021.111706. PMID: 34284015.

Araújo, M.C.B., and Costa, M.F. 2007. Visual diagnosis of solid waste contamination of a tourist beach: Pernambuco, Brazil. *Waste Manag.* 27: 833–839. doi:10.1016/j.wasman.2006.04.018. PMID: 16842985.

Araújo, M.C.B., and Costa, M.F. 2019. A critical review of the issue of cigarette butt pollution in coastal environments. *Environ. Res.* 172: 137–149. doi:10.1016/j.envres.2019.02.005. PMID: 30782533.

Araújo, M.C.B., and Costa, M.F. 2021. Cigarette butts in beach litter: snapshot of a summer holiday. *Mar. Pollut. Bull.* 172: 112858. doi:10.1016/j.marpolbul.2021.112858.

Asensio-Montesinos, F., Ramírez, M.O., González-Leal, J.M., Carrizo, D., and Anfuso, G. 2020. Characterization of plastic beach litter by Raman spectroscopy in South-western Spain. *Sci. Total Environ.* 744: 140890.

Barnes, R.L. 2011. Regulating the disposal of cigarette butts as toxic hazardous waste. *Tob. Control*, 20: 45–48. doi:10.1136/tc.2010.041301.

Becherucci, M.E., Rosenthal, A.F., and Pon, J.P.S. 2017. Marine debris in beaches of the Southwestern Atlantic: an assessment of their abundance and mass at different spatial scales in northern coastal Argentina. *Mar. Pollut. Bull.* 119: 299–306. doi:10.1016/j.marpolbul.2017.04.030. PMID: 28434664.

Belzagui, F., Buscio, V., Gutiérrez-Bouzán, C., and Vilaseca, M. 2021. Cigarette butts as a microfiber source with a microplastic level of concern. *Sci. Total Environ.* 762: 144165. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.144165.

Benzécri, J.P. 1973. *L'analyse des données* (vol. 2, pp. 1). Dunod, Paris.

Bonanomi, G., Incerti, G., Cesarano, G., Gaglione, S.A., and Lanzotti, V. 2015. Cigarette butt decomposition and associated chemical changes assessed by ¹³C CPMAS NMR. *PLoS ONE*, 10: e0117393. doi:10.1371/ journal.pone.0117393.

Booth, D.J., Gribben, P., and Parkinson, K. 2015. Impact of cigarette butt leachate on tidepool snails. *Mar. Pollut. Bull.* 95: 362–364. doi:10.1016/j.marpolbul.2015.04.004. PMID: 25913792.

De-la-Torre, G.E., Dioses-Salinas, D.C., Dobaradaran, S., Spitz, J., Keshtkar, M., Akhbarizadeh, R., et al. 2022a. Physical and chemical degradation of littered personal protective equipment (PPE) under simulated environmental conditions. *Mar. Pollut. Bull.* 178: 113587. doi:10.1016/j. marpolbul.2022.113587. PMID: 35397345.

De-la-Torre, G.E., Dioses-Salinas, D.C., Pizarro-Ortega, C.I, Severini, M.D.F., López, A.D.F., Mansilla, R., et al. 2022b. Binational survey of personal protective equipment (PPE) pollution driven by the COVID- 19 pandemic in coastal environments: abundance, distribution, and analytical characterization. *J. Hazard. Mater.* 426: 128070. doi:10. 1016/j.jhazmat.2021.128070. PMID: 34922133.

Dehdari, T. 2022. A qualitative exploration of Iranian smokers' experiences in terms of cigarette butt littering behaviour. *Int. J. Environ. Health Res.* 32: 417–425. doi:10.1080/09603123.2020.1769040. PMID: 32436392.

Dobaradaran, S., Mutke, X.A., Schmidt, T.C., Swiderski, P., De-la-Torre, G.E., and Jochmann, M.A. 2022. Aromatic amines contents of cigarette butts: fresh and aged cigarette butts vs unsmoked cigarette. *Chemosphere*, 301: 134735. doi:10.1016/j.chemosphere.2022.134735. PMID: 35489462.

Dobaradaran, S., Nabipour, I., Saeedi, R., Ostovar, A., Khorsand, M., Khajeahmadi, N., et al. 2017. Association of metals (Cd, Fe, As, Ni, Cu, Zn and Mn) with cigarette butts in northern part of the Persian Gulf. *Tob. Control*, 26: 461–463. doi:10.1136/tobaccocontrol-2016-052931. PMID: 27384342.

Dobaradaran, S., Schmidt, T.C., Kaziur-Cegla, W., and Jochmann, M.A. 2021. BTEX compounds leachates from cigarette butts into water environment: a primary study. *Environ. Pollut.* 269, 116185. doi:10.1016/j.envpol.2020.116185.

Dobaradaran, S., Schmidt, T.C., Lorenzo-Parodi, N., Jochmann, M.A., Nabipour, I., Raeisi, A., et al. 2019. Cigarette butts: an overlooked source of PAHs in the environment? *Environ. Pollut.* 249: 932–939. doi:10.1016/j.envpol.2019.03.097. PMID: 30965545.

Dobaradaran, S., Schmidt, T.C., Lorenzo-Parodi, N., Kaziur-Cegla, W., Jochmann, M.A., Nabipour, I., et al. 2020. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) leachates from cigarette butts into water. *Environ. Pollut.* 259: 113916. doi:10.1016/j.envpol.2020.113916. PMID: 32023793.

Dobaradaran, S., Schmidt, T.C., Nabipour, I., Khajeahmadi, N., Tajbakhsh, S., Saeedi, R., et al. 2018a. Characterization of plastic debris and association of metals with microplastics in coastline sediment along the Persian Gulf. *Waste Manag.* 78: 649–658. doi:10.1016/j.wasman.2018.06.037. PMID: 32559956.

Dobaradaran, S., Schmidt, T.C., Nabipour, I., Ostovar, A., Raeisi, A., Saeedi, R., et al. 2018b. Cigarette butts abundance and association of mercury and lead along the Persian Gulf beach: an initial investigation. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 25(6): 5465–5473. doi:10.1007/s11356-017-0676-9. PMID: 29214478.

El Hadri, H., Lisa, J.M., Gigault, J., Reynaud, S., and Grassl, B. 2021. Fate of nanoplastics in the environment: implication of the cigarette butts. *Environ. Pollut.* 268: 115170. doi:10.1016/j.envpol.2020.115170.

Fauziah, S.H., Rizman-Idid, M., Cheah, W., Loh, K.H., Sharma, S. Noor- Maiza, M.R., et al. 2021. Marine debris in Malaysia: a review on the pollution intensity and mitigating measures. *Mar. Pollut. Bull.* 167: 112258. doi:10.1016/j.marpolbul.2021.112258.

Financial Tribune. 2022a. Cigarette prices to rise by 10–30%. Available from <https://financialtribune.com/articles/domestic-economy/108287/cigarette-prices-to-rise-by-10-30> [accessed 25 June 2022].

Financial Tribune. 2022b. Number of Iran's tobacco companies on the rise. Available from <https://financialtribune.com/articles/domestic-economy/105726/number-of-iran-s-tobacco-companies-on-the-rise> [accessed 25 June 2022].

Food and Agriculture Organization (FAO). 2022. Available from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> [accessed 25 June 2022].

Gill, H., Rogers, K., Rehman, B., Moynihan, J., and Bergey, E.A. 2018. Cigarette butts may have low toxicity to soil-dwelling invertebrates: evidence from a land snail. *Sci. Total Environ.* 628: 556–561. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.02.080. PMID: 29454197.

Golestan, Y.P., Ebrahimi Kalan, M., Ben Taleb, Z., Ward, K.D., Fazlzadeh, M., Bahelah, R., et al. 2021. The effect of price on cigarette consumption, distribution, and sale in Tehran: a qualitative study. *BMC Public Health*, 21: 1–9. doi:10.1186/s12889-021-11733-5. PMID: 33388037.

Granados, P.S., Fulton, L., Nunez Patlan, E., Terzyk, M., and Novotny, T.E. 2019. Global health perspectives on cigarette butts and the environment. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16: 1858. doi:10.3390/ijerph16101858. PMID: 31130709.

Green, A.L.R., Putschew, A., and Nehls, T. 2014. Littered cigarette butts as a source of nicotine in urban waters. *J. Hydrol.* 519: 3466–3474. doi:10.1016/j.jhydrol.2014.05.046.

Green, D.S., Boots, B., Carvalho, J.D.S., and Starkey, T. 2019. Cigarette butts have adverse effects on initial growth of perennial ryegrass (Gramineae: *Lolium*

perenne L.) and white clover (Leguminosae: *Trifolium repens* L.). *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 182:109418. doi:10.1016/j.ecoenv.2019.109418.

Green, D.S., Kregting, L., and Boots, B. 2020. Smoked cigarette butt leachate impacts survival and behaviour of freshwater invertebrates. *Environ. Pollut.* 266: 115286. doi:10.1016/j.envpol.2020.115286.

Grillo, A.C., and Mello, T.J. 2021. Marine debris in the Fernando de Noronha Archipelago, a remote oceanic marine protected area in tropical SW Atlantic. *Mar. Pollut. Bull.* 164: 112021. doi:10.1016/j.marpolbul.2021.112021. PMID: 33515831.

Italian Trade Agency. 2022. Number of Iran's tobacco companies on the rise. Available from <https://www.ice.it/it/news/notizie-dal-mondo/161254> [accessed 25 June 2022].

Jafari, A.J., Latifi, P., Kazemi, Z., Kazemi, Z., Morovati, M., Farzadkia, M., and Torkashvand, J. 2021. Development a new index for littered waste assessment in different environments: a study on coastal and urban areas of northern Iran (Caspian Sea). *Mar. Pollut. Bull.* 171: 112684. doi:10.1016/j.marpolbul.2021.112684.

Joly, F.X., and Coulis, M. 2018. Comparison of cellulose vs. plastic cigarette filter decomposition under distinct disposal environments. *Waste Manag.*, 72: 349–353. doi:10.1016/j.wasman.2017.11.023. PMID: 29153904.

Kadir, A.A., and Sarani, N.A. 2015. Cigarette butts pollution and environmental impact—a review. *Appl. Mech. Mater.* 773–774: 1106–1110. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.773-774.1106. Trans Tech Publications Ltd.

Katarżyte, M., Balc̃iu[−]nas, A., Haseler, M., Sabaliauskaite, V., Lauciū[−]te, L., Stepanova, K., et al. 2020. Cigarette butts on Baltic Sea beaches: monitoring, pollution and mitigation measures. *Mar. Pollut. Bull.* 156: 111248. doi:10.1016/j.marpolbul.2020.111248.

King, I.C., Lorenzi, V., Blasius, M.E., and Gossett, R. 2021. Leachates from cigarette butts can persist in marine sediment. *Water Air Soil Pollut.* 232: 1–13. doi:10.1007/s11270-021-04999-3.

Kurmus, H., and Mohajerani, A. 2020. The toxicity and valorization options of cigarette butts. *Waste Manag.* 104: 104–118. doi:10.1016/j.wasman.2020.01.011.

Lawal, M.S., and Ologundudu, S.O. 2013. Toxicity of cigarette filter leachates on *Hymenochirus curtipes* and *Clarias gariepinus* in Nigeria. *J. Environ. Ext.* 11: 7–14.

Lee, W., and Lee, C.C. 2015. Developmental toxicity of cigarette butts—an underdeveloped issue. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 113: 362–368. doi:10.1016/j.ecoenv.2014.12.018.

Lima, C.F., Santos, M.A.P., Choueri, R.B., Moreira, L.B., and Castro, Í.B. 2021. Occurrence, characterization, partition, and toxicity of cigarette butts in a highly urbanized coastal area. *Waste Manag.* 131: 10–19. doi:10.1016/j.wasman.2021.05.029.

Lozano-Rivas, W.A., Salinas, A., and Rommel Bonilla, C. 2020. Estimation of potential pollution of cigarette butts littered in nightlife areas in Bogota D.C. upon its river. *Int. J. Res. Stud. Sci. Eng. Technol.* 7: 22–28.

Mansouri, N., Etebari, M., Ebrahimi, A., Ebrahimpour, K., Rahimi, B., and Hassanzadeh, A. 2020. Genotoxicity and phytotoxicity comparison of cigarette butt with cigarette ash. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 27: 40383–40391. doi:10.1007/s11356-020-10080-z.

Marah, M., and Novotny, T.E. 2011. Geographic patterns of cigarette butt waste in the urban environment. *Tob. Control*, 20: 42–44. doi:10.1136/tc.2010.042424.

Marin, C.B., Niero, H., Zinnke, I., Pellizzetti, M.A., Santos, P.H., Rudolf, A.C., et al. 2019. Marine debris and pollution indexes on the beaches of Santa Catarina State, Brazil. *Reg. Stud. Mar. Sci.* 31: 100771. doi:10.1016/j.rsma.2019.100771.

Martinez-Ribes, L., Basterretxea, G., Palmer, M., and Tintoré, J. 2007. Origin and abundance of beach debris in the Balearic Islands. *Sci. Mar.* 71: 305–314.

Micevska, T., Warne, M.S.J., Pablo, F., and Patra, R. 2006. Variation in, and causes of, toxicity of cigarette butts to a cladoceran and microtox. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 50: 205–212. doi:10.1007/s00244-004-0132-y.

Montalvão, M.F., Chagas, T.Q., da Silva, T.G.A., Mesak, C., Costa, A.P.A., Gomes, A.R., et al. 2019b. How leachates from wasted cigarette butts influence aquatic life? A case study on freshwater mussel *Anodonta trapesialis*. *Sci. Total Environ.* 689: 381–389. doi:10.1016/j.scitotenv. 2019.06.385.

Montalvão, M.F., Chagas, T.Q., Silva, T.G.A., Mesak, C., Araújo, A.P.C., Gomes, A.R., et al. 2019a. Cigarette butt leachate as a risk factor to the health of freshwater bivalve. *Chemosphere*, 234: 379–387. doi:10.1016/j.chemosphere.2019.06.100.

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

Novotny, T.E., Lum, K., Smith, E., Wang, V., and Barnes, R. 2009. Cigarettes butts and the case for an environmental policy on hazardous cigarette waste. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 6: 1691– 1705. doi:10.3390/ijerph6051691.

Ocean Conservancy. 2022. International Coastal Cleanup, 2019 Report. Available from <https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/international-coastal-cleanup/annual-data-release/> [accessed 25 June 2022].

Oliva, M., Marchi, L., Cuccaro, A., and Pretti, C. 2021. Bioassay-based ecotoxicological investigation on marine and freshwater impact of cigarette butt littering. *Environ. Pollut.* 288: 117787. doi:10.1016/j.envpol.2021.117787.

Osuala, F.I., Abiodun, O.A., Igwo-Ezikpe, M.N., Kemabonta, K.A., and Otitoloju, A.A. 2017. Relative toxicity of cigarette butts leachate and usefulness of antioxidant

biomarker activity in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Trewavas, 1983). *Ethio. J. Environ. Stud. Manag.* 10: 75–88. doi:10.4314/ejesm.v10i1.8.

Parker, T.T., and Rayburn, J. 2017. A comparison of electronic and traditional cigarette butt leachate on the development of *Xenopus laevis* embryos. *Toxicol. Rep.* 4: 77–82. doi:10.1016/j.toxrep.2017.01.003.

Poppendieck, D., Gong, M., and Pham, V. 2020. Influence of temperature, relative humidity, and water saturation on airborne emissions from cigarette butts. *Sci. Total Environ.* 712: 136422. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.136422.

Rahman, M.T., Mohajerani, A., and Giustozzi, F. 2020. Possible recycling of cigarette butts as fiber modifier in bitumen for asphalt concrete. *Materials*, 13: 734. doi:10.3390/ma13030734.

Ramos, B., Alencar, M.V., Rodrigues, F.L., Lacerda, A.L.F., and Proietti, M.C. 2021. Spatio-temporal characterization of litter at a touristic sandy beach in South Brazil. *Environ. Pollut.* 280: 116927. doi:10.1016/j.envpol.2021.116927.

Reinert, M. 1987. Classification Descendante Hiérarchique et Analyse Lexicale par Contexte-Application Au Corpus des Poésies D'A. Rimbaud. *Bull. Sociol. Methodol.* 13: 53–90. doi:10.1177/075910638701300107.

Ribeiro, V.V., Lopes, T.C., dos Santos Pinto, M.A., Póvoa, A.A., Corrêa, V.R., De-la-Torre, G.E., et al. 2022. Cigarette butts in two urban areas from Brazil: links among environmental impacts, demography and market. *Environ. Res.* 213: 113730. doi:10.1016/j.envres.2022.113730.

Ribeiro, V.V., Pinto, M.A., Mesquita, R.K., Moreira, L.B., Costa, M.F., and Castro, Í.B. 2021. Marine litter on a highly urbanized beach at Southeast Brazil: a contribution to the development of litter monitoring programs. *Mar. Pollut. Bull.* 163: 111978. doi:10.1016/j.marpolbul.2021.111978.

Santos-Echeandía, J., Zéler, A., Gago, J., and Lacroix, C. 2021. The role of cigarette butts as vectors of metals in the marine environment: could it cause bioaccumulation in oysters? *J. Hazard. Mater.* 416: 125816. doi:10.1016/j.jhazmat.2021.125816.

Selmar, D., Radwan, A., Abdalla, N., Taha, H., Wittke, C., El-Henawy, A., et al. 2018. Uptake of nicotine from discarded cigarette butts— a so far unconsidered path of contamination of plant-derived commodities. *Environ. Pollut.* 238: 972–976. doi:10.1016/j.envpol.2018.01.113.

Shen, M., Li, Y., Song, B., Zhou, C., Gong, J., and Zeng, G. 2021. Smoked cigarette butts: Unignorable source for environmental microplastic fibers. *Science of the Total Environment* 791: 148384. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.148384.

Silva, J.S., Barbosa, S.C.T., and Costa, M. 2008. Flag items as a tool for monitoring solid wastes from users on urban beaches. *J. Coast. Res.* 24: 890–898. doi:10.2112/06-0695.1

Slaughter, E., Gersberg, R.M., Watanabe, K., Rudolph, J., Stransky, C., and Novotny, T.E. 2011. Toxicity of cigarette butts, and their chemical components, to marine and freshwater fish. *Tobacco Cont.* 20: 25– 29. doi:10.1136/tc.2010.040170.

Smith, E.A., and Novotny, T.E. 2011. Whose butt is it? Tobacco industry research about smokers and cigarette butt waste. *Tobacco Cont.* 20(Suppl 1): i2–i9. doi:10.1136/tc.2010.040105.

Soleimani, F., Dobaradaran, S., De-la-Torre, G.E., Schmidt, T.C., and Saeedi, R. 2021. Content of toxic components of cigarette, cigarette smoke vs cigarette butts: a comprehensive systematic review. *Sci. Total Environ.* 813:152667. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.152667.

Tehran Times. 2022b. Iran's 5-month tobacco exports rise 10 folds. Available from <https://www.tehrantimes.com/news/441274/Iran-s-5-month-tobacco-exports-rise-10-folds> [accessed 25 June 2022].

Thiel, M., Lorca, B.B., Bravo, L., Hinojosa, I.A., and Meneses, H.Z. 2021. Daily accumulation rates of marine litter on the shores of Rapa Nui (Easter Island) in the South Pacific Ocean. *Mar. Pollut. Bull.* 169: 112535. doi:10.1016/j.marpolbul.2021.112535.

Torkashvand, J., Godini, K., Jafari, A.J., Esrafil, A., and Farzadkia, M. 2021. Assessment of littered cigarette butt in urban environment, using of new cigarette butt pollution index (CBPI). *Sci. Total Environ.* 769: 144864. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.144864.

Valiente, R., Escobar, F., Pearce, J., Bilal, U., Franco, M., and Sureda, X. 2020. Estimating and mapping cigarette butt littering in urban environments: a GIS approach. *Environ. Res.* 183:109142. doi:10.1016/j.envres.2020.109142.

Venugopal, P.D., Hanna, S.K., Gagliano, G.G., and Chang, H.W. 2021. No butts on the beach: aquatic toxicity of cigarette butt leachate chemicals. *Tob. Regul. Sci.* 7: 17–30. doi:10.18001/TRS.7.1.2.

Zoffoli, H.J.O., do Amaral-Sobrinho, N.M.B., Zonta, E., Luisi, M.V., Marcon, G., and Tolón-Becerra, A. 2013. Inputs of heavy metals due to agrochemical use in tobacco fields in Brazil's Southern Region. *Environ. Monit. Assess.* 185: 2423–2437. doi:10.1007/s10661-012-2721-y.

4. CAPÍTULO 2

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA CONTAMINAÇÃO POR BITUCAS DE CIGARRO EM PRAIAS URBANAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE USO

SILVA, N.F.

ARAÚJO, M.C.B.

SILVA-CAVALCANTI, J.S.

Artigo será submetido em 2023

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA CONTAMINAÇÃO POR BITUCAS DE CIGARRO EM PRAIAS URBANAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE USO

Nirhvana Felipe da Silva¹, Maria Christina Barbosa de Araújo², Jacqueline
Santos Silva-Cavalcanti¹³

¹ Graduate Program in Biodiversity, Federal Rural University of Pernambuco, Recife, Brazil.

² Department of Oceanography and Limnology, Federal University Noth Rio Grande, Natal, Brazil.

³ Department of Biology, Federal Rural University of Pernambuco, Recife, Brazil.

Resumo

O estudo avaliou os níveis de contaminação por bituca de cigarro em duas praias urbanas com diferentes níveis de uso, considerando os níveis de degradação e avaliando se as marcas variam em função do tempo, espaço e uso da praia. Para isso, foram delimitados dez transectos com 1,5m de largura com intervalos de 10m entre eles nas duas praias (P1: muito utilizada e P2: pouco utilizada). Doze coletas foram realizadas entre maio de 2021 e janeiro de 2022. As bitucas coletadas foram avaliadas conforme nível de degradação, massa, tamanho e marca. Um total de 10.275 bitucas de cigarros foram coletadas nas duas praias. P1 apresentou 96,91% das bitucas encontradas. A densidade de bitucas nas praias foi diretamente proporcional ao nível de uso sendo 8,85 bitucas/m² em P1 e 1,05 bitucas/m² em P2. Todos os níveis de degradação foram encontrados em ambas as regiões, com predominância de bitucas com avançado estágio de degradação. Apenas 33,42% dos itens coletados tiveram suas marcas identificadas. Foram identificadas 18 marcas, sendo a marca **(A)** mais popular independente da área.

Diferenças significativas ($p \leq$ nas médias 0.05) foram encontradas quando avaliadas a quantidade de bitucas/m², entre as coletas com domingos com alta precipitação apresentando valores reduzidos de bitucas; entre transectos com maior presença do material em área mais ocupadas; entre a sazonalidade com abundância no verão; entre a morfometria com maiores valores registrados em bitucas recém descartadas; níveis de degradação com coletas de bitucas mais degradadas e entre a diversidade de marcas. Apesar da diferença do nº de bitucas/m² entre as áreas foi possível identificar que sua abundância é muito expressiva, e que as praias monitoradas apresentam uma alta exposição ao contaminante.

Palavras-chave: Acetato de celulose, microplásticos, degradação ambiental, poluição marinha

1. INTRODUÇÃO

Bitucas de cigarro são produtos derivados do tabaco, possuindo em sua estrutura mais de 150 compostos tóxicos, dentre os mais de 7.000 presentes; uma única unidade deste tipo de resíduo pode contaminar aproximadamente mil litros de água (TORKASHVAND et al., 2021; ARAÚJO & COSTA, 2019). Estudos que analisaram o impacto deste material em corpos hídricos foram capazes de identificar a presença de compostos como: nicotina, cádmio, cobre, chumbo, cromo, arsênico e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (GREEN et al., 2014; VALCARCEL et al., 2011; BUERGE et al., 2008; MORIWAKI et al., 2009).

Seu impacto na biodiversidade pode ocorrer de forma direta, através da ingestão de bitucas de cigarro pelos organismos marinhos ocasionando sua mortalidade por inanição (MACEDO et al., 2011); ou, por contato indireto, a partir da liberação dos compostos por meio da lixiviação o qual pode provocar diminuição da mobilidade, modificação da frequência cardíaca, modificação da estrutura do DNA, e mortalidade

(MANSOURI et al., 2020; RAWLS et al., 2011; LEE & LEE, 2015; BOOTH, GRIBBEN & PARKINSON, 2015). Outros compostos como: pesticidas, herbicidas e inseticidas, também podem potencializar os efeitos crônicos e agudos através da introdução de metais na folha do tabaco (ZOFFOLI et al., 2013).

Essa problemática se agrava quando relatórios elaborados a partir de mutirões de limpeza relatam o crescente número deste resíduo descartado de forma irregular, ocupando o primeiro lugar no número de itens coletados. Somente em 2020, mais de 900 mil bitucas foram coletadas em regiões costeiras em todo mundo (OCEAN CONSERVANCY, 2022). Dos 6 trilhões de cigarros consumidos, 4,5 trilhões são descartados de forma irregular no ambiente (NOVOTNY & SLAUGHTER, 2014). Além disso, há uma estimativa que é necessário 22 bilhões de toneladas de água para produção de tabaco em todo o mundo, com todo o seu processo de produção gerando mais de 80 milhões de toneladas de dióxido de carbono por ano (NAÇÕES UNIDAS, 2022).

De acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável-14 (ODS-14), foi proposta a conservação dos ambientes com prevenção e redução da poluição marinha, possuindo uma projeção para o cumprimento da agenda 2030 (NAÇÕES UNIDAS, 2022). O problema do lixo no mar ganha cada vez mais protagonismo, em nível ambiental, social e cultural (GRECHINSKI, 2020). Em diferentes países já é possível observar a presença das bitucas em ambientes marinhos. Em praias da Alemanha, as bitucas de cigarro chegam a compor até 85% do total de itens coletados, já nas praias de Chipre representaram 59,4%, enquanto em áreas marinhas do Chile apresentou entre 38% - 41% do total de itens coletados, e na costa mediterrânea de Israel indicou entre 1,4% - 30,6% do total coletado ao longo de oito praias (KATARŽYTĖ et al., 2020; LOIZIDOU, LOIZIDES & ORTHODOXOU, 2018; HIDALGO-RUZ et al., 2018; PASTERNAK *et al.* 2017).

No Brasil, mais especificamente na praia de Boa Viagem as bitucas chegam a compor cerca de 14,95% do lixo marinho (SILVA-CAVALCANTI, ARAUJO & COSTA, 2013). Estudos nessa praia identificaram que o elevado número de itens descartados de forma inadequada sofre influência do grande aporte turístico, alta ocupação e baixa eficiência do serviço de limpeza (ARAÚJO et al., 2022; SILVA-CAVALCANTI, ARAUJO & COSTA, 2013; DIAS-FILHO et al., 2011). Apesar de 20 toneladas de lixo serem retirados diariamente na praia de Boa Viagem (EMLURB, 2022), esse valor não reflete na limpeza de bitucas, já que os equipamentos utilizados não possuem capacidade de coletar itens do tamanho do material que possuem tamanhos médios entre 2,1 e 2,7 cm de comprimento.

Por esse motivo, o objetivo do presente estudo foi avaliar os níveis de contaminação por bitucas de cigarro e sua distribuição espaço-temporal, determinar os seus níveis de degradação e auditoria das marcas do material encontrado em praias com diferentes níveis de uso, podendo estas informações servir como subsídio para medidas e ações na redução da problemática.

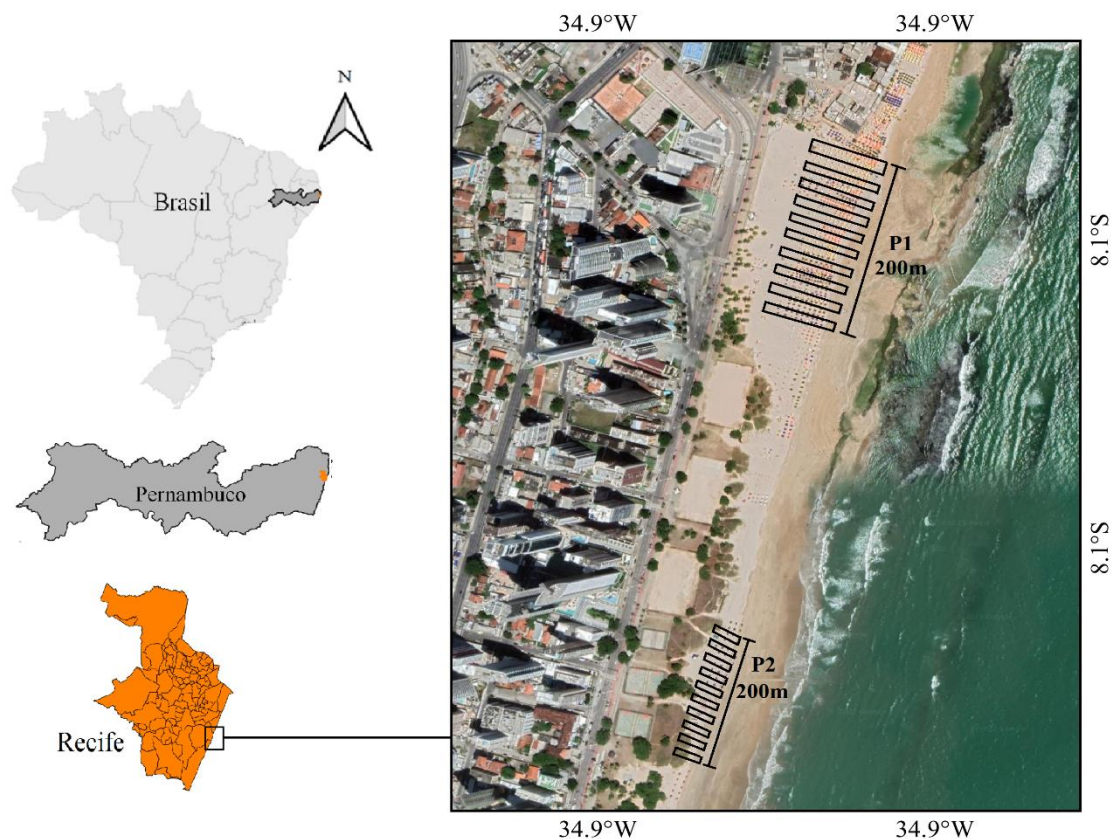
2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em duas praias urbanas com diferentes níveis de uso: praia do Pina (P1: 8°05'28.71"S 34°52'51.90"O) e praia de Boa Viagem (P2: 8°05'50.20"S 34°52'57.15"O). As duas áreas apresentam diferentes configurações de uso, ambas situadas em ambientes bem preservados e com melhores infraestruturas de lazer, onde a praia P1 (muito utilizada) com uma frequência de até 3.020 usuários em 100m de praia, e P2 (pouco utilizada) com uma frequência de 516 usuários em 100m de praia (SILVA et al., 2008). As coletas foram realizadas antes da chegada dos barraqueiros e banhistas sempre aos domingos às 5h, para que houvesse uma melhor padronização e por ser o dia em que as áreas estavam expostas ao maior nível de uso

(Silva et al., 2008). Foram realizadas nas duas estações do ano, durante o inverno foram realizadas 3 coletas em maio, 2 em julho e 1 em agosto de 2021. No verão foram realizadas 3 coletas em novembro de 2021 e 3 em janeiro de 2022 fechando o período amostral desse trabalho.

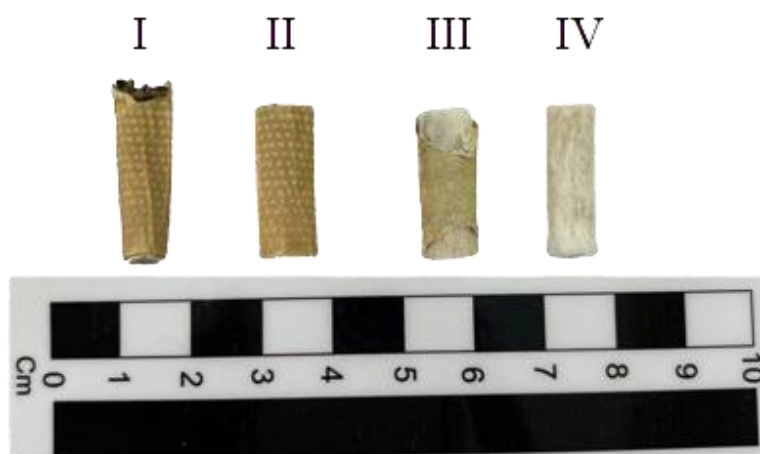
As marcações na faixa de areia ocorreram com a utilização de rastelos, sendo 10 marcações com 1,5m de largura (Figura 1), indo da área do Solarium (Polette & Raucci, 2003) até a linha do deixa em cada área. Todo material observado na superfície e com profundidade de até 2cm em relação a superfície foi coletado e encaminhado para tiragem.

Figura 1. Local de coleta das bitucas de cigarro com a delimitação das áreas de acordo com o padrão de uso da praia estabelecido por Silva et al., 2008: praia do Pina (P1: muito utilizada) e praia de Boa Viagem (P2: pouco utilizada), Recife-PE. Dentro das áreas delimitadas foram traçados 10 transectos de 1,5m de largura no sentido sul-norte com intervalos de 10m, indo da área do Solarium (Polette & Raucci, 2003) até a linha do deixa.



Durante a triagem foram realizadas análise de massa e comprimento, nível de degradação e classificação por marcas. Para isso, todo material foi submetido a secagem em estufa a 60°C até a estabilização da sua massa seca, reduzindo a retenção da água no material, e consequentemente reduzindo a influência sobre o resultado de sua massa. Além disso, todas as bitucas que ainda conservavam as marcas foram averiguadas para análise de auditoria de marcas (BAXTER, LUCAS, & WALKER, 2022), como meio de identificar os principais poluidores de bitucas no local de estudo. A partir da auditoria também foi possível avaliar por meio do relatório anual da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), as marcas com permissão de venda e consumo no país.

Figura 2. Diferentes níveis de degradação de bitucas de acordo com os tipos encontrados em P1 e P2, sendo classificados da esquerda para direita os 4 tipos proposto por Araújo et al., (2022). Fonte: Nirhvana Felipe e Stephanie Leticia, 2022



Em relação aos estágios de degradação, foi utilizada a metodologia descrita por Araújo et al. (2022), que determina 4 tipos de degradação de bitucas de cigarro, sendo eles tipo I: sendo a bituca com o filtro e seu revestimento de papel preservado e com presença de tabaco; tipo II: filtro e revestimento também preservados, porém sem a presença do tabaco; tipo III: com seu revestimento de papel desgastado (mas ainda se fazendo presente) e também não há a presença do tabaco; tipo IV: apenas o acetato de

celulose, sem tabaco e sem o revestimento de papel (Figura 2). Durante as triagens todo material foi manipulado com Equipamento de Proteção Individual (EPIs).

Para representação das áreas amostrais, a quantidade de bitucas de cigarro foi padronizada em nº de bitucas/m². Em relação aos tratamentos de dados sobre a diferença significativa ($p < 0,05$) das bitucas/m² entre as áreas com diferentes configurações de ocupação, coletas, transectos e estações do ano foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Em relação a análise de correlação existente entre duas variáveis, recorreu-se ao uso do coeficiente de correlação linear de Pearson. O software utilizado nas análises foi *BioEstat* 5.4.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Densidade de bitucas de cigarro

Como esperado, o número e densidade de bitucas foi diretamente proporcional ao nível de uso da praia. Foi registrado um total de 10.275 bitucas de cigarro nas duas áreas de coleta (Figura 3a). Na praia mais utilizada (P1) foram contabilizadas 9.958 bitucas (96,91% do total coletado) dentro de uma área de 1.125m², resultando numa densidade de 8,85 bitucas/m². Em P2, praia com menor intensidade de uso, o número de bitucas totalizou 317 em uma área de 300m², resultando em 1,05 bitucas/m². Em diferentes partes do mundo a densidade de bitucas em praias pode sofrer uma enorme variação, onde diversos índices podem acabar influenciando estes valores. Utilizamos como base um indicador de avaliação visual por detritos plásticos em praias elaborado por Alkalay, Pasternak & Zask (2007) para que fosse possível realizar uma comparação sobre a contaminação por bitucas em praias do NE do Brasil e áreas costeiras mundiais (tabela 1), tendo em vista que a medida utilizada se aproxima do tamanho das bitucas (> 2cm). Entretanto, mesmo com um indicativo 50% das praias do NE do Brasil e 33% de praias mundiais classificadas como extremamente poluída, ainda pode haver uma

subnotificação pelo fato de algumas bitucas apresentarem um tamanho menor ao usado no indicador, podendo o problema ser mais grave que o apontado. Esta medida foi pensada para uma comparação entre estudo científicos devido as limitações das informações, onde o mesmo utiliza somente a densidade de detritos plásticos como variável para sua definição podendo ser aplicado em vários estudos que apresentam densidade de bitucas. Entretanto, já é possível realizar aplicação do Cigarette Butt Pollution Index (CBPI) elaborado por Torkashvand et. al. (2021) para áreas públicas, com aplicação do cálculo CBPI:

$$\text{CBPI} = \text{Densidade de Bitucas} \times E$$

Onde o coeficiente E seria um somatório pré determinado das variáveis: (1) estado do solo, (2) tipo de vias urbanas, (3) precipitação anual (mm) e (4) distância para águas subterrâneas (m). Porém, não foi possível realizar sua aplicação no presente estudo uma vez que duas variáveis (2) e (4) não contemplam as informações das áreas de estudo e consequentemente não apresentaria um real valor do coeficiente E.

Tabela 1. Valores de bitucas em praias mundiais e brasileiras, com indicação dos locais de coleta, densidade de bitucas e avaliação visual proposto para detritos plásticos elaborado por Alkalay, Pasternak & Zask (2007)*.

REFERÊNCIA	LOCAL	BITUCAS/M ²	AValiação VISUAL
MUNDIAL			
ASENSIO-	ESPANHA		
MONTESINOS, et al. (2021)	Cádiz	0,040	Muito limpo
	Ceuta	0,071	Muito limpo
	Alacant	0,084	Muito limpo
NASAB et al. (2022)	IRÃ	0,103	
	Praia 1	0.05	Muito limpo
	Praia 2	0.17	Extremamente sujo
	Praia 3	0.09	Muito limpo

LOIZIDOU, LOIZIDES & ORTHODOXOU, (2018)	CHIPRE**	0,21	Limpo
LAGLBAUER et al. (2014)	ESLOVÊNIA		
	Debeli Rtič	3,24	Extremamente sujo
	Jadranska-ska	2,88	Extremamente sujo
	Simonov Zaliv	20,24	Extremamente sujo
	Bele Skale	0,16	Extremamente sujo
	Portorož	6,94	Extremamente sujo
	Seča	0,3	Moderado
MUNARI et al. (2016)	ITÁLIA		
	Rosolina	0,026	Muito limpo
	Bellocchio	0,020	Muito limpo
	Casalborsetti	0,029	Muito limpo
	Bevano	0,043	Muito limpo
	Volano	0,14	Limpo
BRASIL			
PERNAMBUCO			
Atual estudo	Pina	8,85	Extremamente sujo
Atual estudo	Boa Viagem	1,05	Extremamente sujo
DIAS-FILHO et al. (2011)	Boa Viagem	2,84	Extremamente sujo
SILVA-CAVALCANTI, ARAUJO & COSTA (2013)	Boa Viagem	3,10	Extremamente sujo
ARAÚJO & COSTA (2021)	Maria Farinha	0,67	Sujo
	Bairro Novo	0,93	Sujo
	Piedade	0,36	Moderado
	Porto de Galinhas	1,56	Extremamente sujo
RIO GRANDE DO			

NORTE	1,41	Extremamente sujo	
Jenipabu			
Artistas	0,93	Sujo	
Pirangi	0,63	Sujo	
Ponta Negra	0,42	Moderado	

(*) Valores de referência baseados avaliação visual de detritos plásticos em áreas costeiras por Alkalay, Pasternak & Zask (2007), que estabelece: 0 – 0,1 itens/m² - ■ muito limpo; 0,1 – 0,25 itens/m² - ■ limpo; 0,25 – 0,5 itens/m² - ■ moderado; 0,5 – 1 itens/m² - ■ sujo; mais de 1 itens/m² - ■ extremamente sujo.

(**) Os valores de bitucas/m² a partir do somatório das áreas de estudos e não com informações de bitucas/m² por praia, uma vez que essa informação não consta na referência.

Foi registrada uma diferença significativa ($p < 0,05$), na análise de dados, entre as médias de bitucas/m² em P1 e P2 ($P1 > P2$). Esses valores podem estar associados a hidrodinâmica dos locais de coleta, pois além de P2 possuir uma reduzida faixa de areia (com menor influência de ocupação) também pode ter mais efetividade na aplicação do serviço de limpeza em comparação a faixa de areia de P1.

Em algumas regiões marinhas a contaminação de bitucas ultrapassa os índices de áreas urbanas, a exemplo do estudo elaborado por Nasab et al. (2022) que observou uma densidade de 0,25 bitucas/m² em parques e de 0,31 bitucas/m² nas praias. Este valor pode ser ainda mais discrepante quando as zonas marinhas se encontram próximas da região central ou com maior fluxo de pessoas. Considerando os estudos científicos apresentados na Tabela 1, que registram a presença de bitucas na Região Metropolitana do Recife foi possível observar mais de 40.000 bitucas de cigarros descartadas de forma irregular em ambientes marinhos, onde somente a praia de Boa Viagem representou cerca de 66% do material coletado (Tabela 1). Esses valores enfatizam uma antiga problemática em praias urbanas do Recife, evidenciando o alto poder de contaminação por bitucas em regiões que possui sua ocupação influenciada pelo alto turismo (MAIA; PEREIRA & LESSA, 2014). A concentração de bitucas nestas regiões além de serem

influenciadas pela ocupação das pessoas e baixa eficiência do serviço de limpeza (MAGALHÃES & ARAÚJO, 2012), também pode estar associado a negligência através da falta de conhecimento sobre seu poder de contaminação.

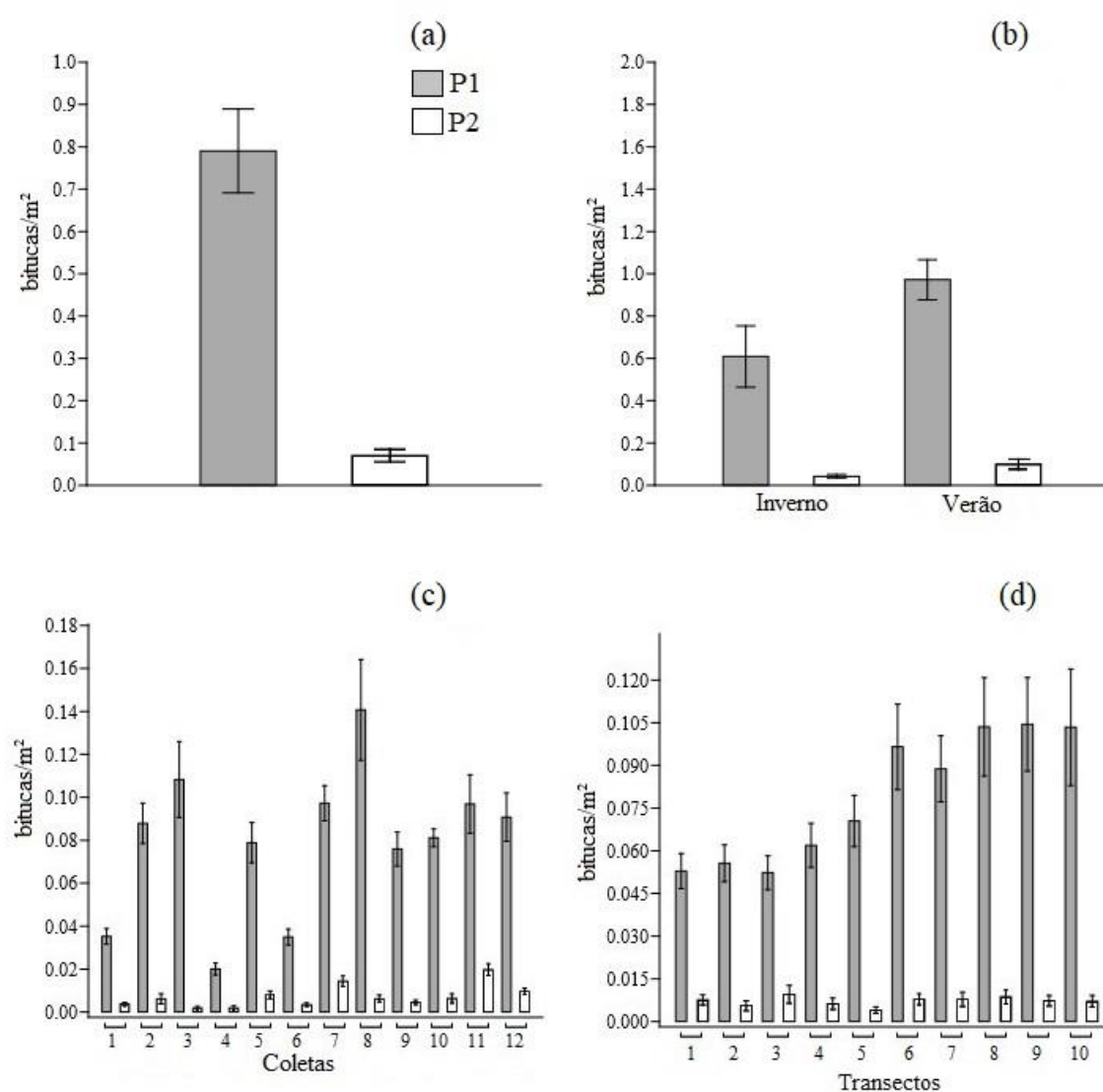
O número de bitucas/m² entre os transectos apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em P1, entretanto isso não ocorreu em P2 ($p > 0,05$). Durante os momentos de coleta foi possível observar pontos críticos em P1. Os transectos 6 até 10 apresentaram números mais elevados de densidade de bitucas/m² (Figura 3b), sendo locais com existência de bares, cadeiras, barraqueiros e ambulantes.

A partir dessa distribuição é possível determinar que as bitucas acompanham as atividades das pessoas, sendo um material com relação direta entre o número de usuários e o número de itens descartados. Essas informações podem auxiliar no cumprimento de plano de ações e uso sustentável de ambientes marinhos para aplicação de medidas na redução de pontos críticos principalmente quando se trata de um material tóxico. Além disso, a partir do atual estudo associado com os demais que abordam a alta densidade do material (SIMEONOVA, CHUTURKOVA, & YANEVA, 2017; SILVA-CAVALCANTI, ARAÚJO & COSTA, 2013), é possível classificar as bitucas como *flag items* (SILVA, BARBOSA, & COSTA, 2008) e validar como um importante elemento no monitoramento de mesolixo.

Em relação a sazonalidade, embora tenha ocorrido um maior valor entre as médias de densidade de bitucas durante o período de verão (Figura 3b), não foi registrado uma diferença significativa ($p > 0,05$) entre as estações do ano para P1. Este trecho abrange o maior índice de ocupação em ambas estações (SILVA et al., 2008). Entretanto, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as estações do ano em P2, com maior ocorrência no número de bitucas durante o período do verão. Esses valores também podem sugerir que as bitucas de cigarro em praias urbanas com diferentes níveis de uso seguem o mesmo padrão de distribuição de outros lixos, sendo um

material com alta influência da ocupação humana (BURLAT & THORSTEINSSON, 2022; SIMEONOVA, CHUTURKOVA, & YANEVA, 2017).

Figura 3. Média e desvio padrão de bituca/m² coletadas entre maio de 2021 e janeiro de 2022 nas praias de Boa Viagem, Recife-PE, com P1 em escala cinza e P2 em escala branca. (a) Média e desvio padrão de bitucas/m² em áreas com diferentes padrões de uso. (b) Média e desvio padrão de bitucas/m² de acordo com a sazonalidade. (c) Média e desvio padrão de bitucas/m² ao longo dos dias de coleta e (d) Média e desvio padrão bitucas/m² de acordo com os transectos.



Em relação aos dias de coletas foi possível registrar uma elevada quantidade de bitucas ao longo dos doze domingos, no entanto com uma diferença significativa ($p < 0,05$) sobre as datas. Durante as coletas na estação chuvosa, a presença ou ausência de

precipitação interferiu na maior percepção das bitucas. Por vezes, as bitucas aderem mais facilmente grãos em sua superfície, se camuflando na areia e dificultando seu reconhecimento, se fazendo necessário um maior cuidado nas buscas das bitucas com a faixa de areia molhada.

De acordo com a análise de correlação de Pearson, houve influência da precipitação sobre a densidade de bitucas. Uma correlação negativa moderada entre os dias de coleta foi observada em P1 ($r = -0,46$), onde as datas que registraram as maiores precipitações indicam os menores valores de bituca. Em P2 ocorreu uma correlação negativa fraca ($r = -0,31$), onde a pluviosidade não interferiu tanto na densidade do material na região. Áreas turísticas como as praias possuem uma tendência quanto ao número de usuários em relação a precipitação, onde os dias com alta incidência de pluviosidade costumam apresentar menos banhistas e consequentemente reduzir o número de item descartados. Foi possível observar esse comportamento durante as coletas, uma vez que os domingos com índice de precipitação elevado apresentou menos usuários nos locais de estudo.

As bitucas de cigarros, podem auxiliar na determinação dos níveis de contaminação de ambientes marinhos por meio de sua quantificação, entretanto, isso só é possível a partir de uma padronização de estudos que monitoram lixos nestas regiões. Informações como número de bitucas, total da área analisada e dias de coleta, podem influenciar na determinação do grau de contaminação das praias, porém entre os estudos científicos há uma diferenciação na divulgação destes resultados.

3.2 Degradação de bitucas

Todos os 4 estágios de degradação foram registrados ao longo das 12 coletas. Diferença significativa ($p < 0,05$) foi verificada em relação aos tipos de bitucas nas duas áreas estudadas, sendo o tipo IV predominante tanto em P1 quanto em P2 (Tabela 2).

Tabela 2. Média e desvio padrão de bitucas/m² e seus níveis de degradação. Demonstração dos níveis de degradação a partir dos tipos (I, II, III e IV) estabelecidos por Araújo et al., (2022) na Figura 2. Valores de bitucas/m² dos itens coletados nas praias do Pina e de Boa Viagem (Recife-PE) em relação aos seus estágios de degradação. Fonte: Nirhvana Felipe, 2022.

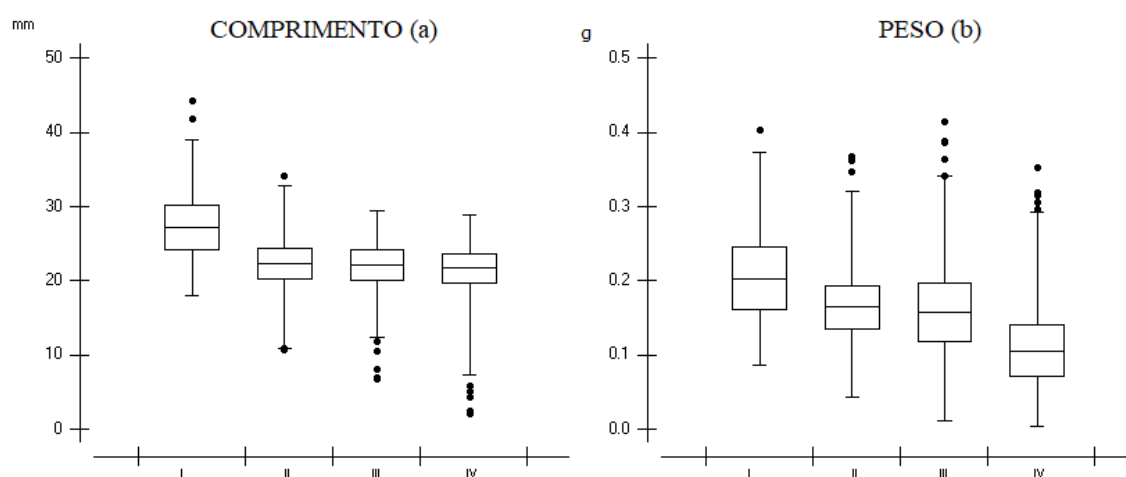
NÍVEL DE DEGRADAÇÃO	P1	P2	%
I	0.076 (± 0.078)	0.015 (± 0.013)	10.49
II	0.146 (± 0.113)	0.016 (± 0.021)	18.71
III	0.165 (± 0.087)	0.011 (± 0.012)	20.86
IV	0.397 (± 0.177)	0.027 (± 0.016)	49.94

As bitucas do tipo I possuem a presença de tabaco que pode se espalhar facilmente contaminando o ambiente (ARAÚJO et al., 2022). Além disso, apresentam uma colocação amarela por influência da filtração dos compostos durante o ato de fumar, já as bitucas tipo IV apresentaram uma colocação esbranquiçada por influências de processos ambientais. De acordo com Farzadkia, et al. (2022) 147,5 kg/ano de metais pesados são liberados das bitucas para o meio ambiente, sendo possível indicar que a biodiversidade local pode estar sofrendo com efeitos tóxicos do material por meio da lixiviação. Além disso, foi observado um outro processo de degradação do material, onde as bitucas do nível IV apresentaram um maior achatamento do material com as médias e desvios (mm) variando entre: tipo I: 8.25 (± 0.76), tipo II: 8.05 (± 0.84), tipo III: 7.67 (± 0.92) e tipo IV: 6.41 (± 1.07). Com o processo de achatamento, a penetração no solo e sua camuflagem são mais eficientes, podendo afetar durante a sua retirada no solo.

Já em relação a morfometria, também foi observado uma diferença significativa ($p < 0,05$), no comprimento e massa entre as bitucas. Os maiores valores foram registrados em bitucas recém descartadas ou do tipo I (Figura 4). Apesar de alguns itens terem atingido dimensões acima de 2,5cm se configurando como macrolixo, a predominância de seu comprimento está abaixo desse valor. O comprimento deste

material possui valores médios com variação entre os tipos (Figura 4), sendo Tipo I: 2,70cm ($\pm 0,32$); Tipo II: 2,22cm ($\pm 0,31$); Tipo III: 2,19cm ($\pm 0,23$) e Tipo IV: 2,21cm ($\pm 0,20$), com suas dimensões predominantemente restritas aos mesolixos (5mm até 2,5cm).

Figura 4. Médias e desvio padrão da morfometria de acordo com o estágio de degradação das bitucas de cigarro em diferentes níveis de degradação (tipo I, II, III e IV) coletados entre maio de 2021 a janeiro de 2022 em praias urbanas no Nordeste do Brasil. (a) Média e desvio padrão do comprimento das bitucas em diferentes níveis de degradação, com unidade em milímetro. (b) Média e desvio padrão da massa das bitucas em diferentes níveis de degradação, com unidade em gramas. Os valores acima e abaixo (pontos pretos) são os outliers ou pontos discrepantes.



A diferença em relação os tipos I e IV pode ocorrer como consequência do processo de desprendimento de fibras que provavelmente se dá pela ação do atrito com a areia da praia (ARAÚJO et al., 2022). De acordo com Puls et al. (2011), a degradação total de cigarros convencionais é dificultada pela alta compactação das fibras e adição dos plastificantes. Além disso, o tempo de permanência no ambiente é um fator extremamente relevante pois, quanto maior o tempo de exposição, mais grave será o dano.

Quando se considera que as bitucas não são biodegradáveis e possuem alta resistência aos processos de degradação física, é possível perceber a magnitude dos impactos devido à presença de centenas de compostos tóxicos que possuem (ARAÚJO et al., 2022). Após a perda do revestimento de papel, há uma clara modificação no filtro, com evidências de perda das fibras e gradativa redução do volume. No presente estudo foi possível identificar uma redução de aproximadamente 40% da massa total na comparação de bitucas entre o tipo I e IV. Bonanomi et al. (2015) investigou uma redução de 37,8% em comparação a sua massa inicial ao longo de dois anos, o que pode sugerir que as 5.132 bitucas tipo IV encontradas nas áreas de estudos estão contaminando o ambiente por cerca de 2 anos. Ainda se faz necessária a elaboração de estudos com o foco da degradação de bitucas a longo prazo, sendo possível estimar o tempo de seu desaparecimento no ambiente ou para os reais efeitos de suas fibras.

3.3 Auditoria de marcas

Foi registrado um total de 18 marcas de cigarro em 3.434 itens (33,42%). Cerca de 100% das marcas observadas foram encontradas em P1 e apenas 50% em P2 (Tabela 3), havendo uma diferença significativa ($p < 0,05$) na quantidade de marcas entre os locais de estudo. Também houve uma variedade entre a categoria das bitucas de cigarros, sendo encontrados bitucas de cigarro tradicionais, mentolados e com furos de ventilação. Dependendo de seu tipo, o cigarro pode variar em relação a quantidade de compostos, onde os cigarros mentolados possuem um teor mais elevado de nicotina em comparação aos tradicionais (PARKER & RAYBURN, 2017), o que pode potencializar a contaminação ambiental.

O cigarro predominante em ambas as áreas foi a marca **(A)** com 1,40 bitucas/m² (1.483 itens) no P1 e 0,13bitucas/m² (58 itens) no P2. Por meio do relatório anual da Anvisa (2022), foi possível verificar um total de 11 cigarros legais, 4 ilegais e 3 que passaram por mudança de nome ou não são mais fabricados, mas que ainda possuem

sua circulação permitida (Tabela 3). Lima et al., 2021 observou a ocorrência de 22 marcas de cigarros em 53,94% das bitucas coletadas em Santos - SP. Empresas que produzem produtos derivados do tabaco estão montando ações como medidas sustentáveis por meio de atividades educativas, distribuição de cinzeiros e parcerias com campanhas de limpeza, podendo todo esse esforço ser interpretado como estratégia de transferência de responsabilização para os consumidores (LIMA et al., 2021). Uma das alternativas para redução de impactos é através da gestão ambiental e logística reversa através do gerenciamento do produto pelos fabricantes mesmo após a utilização do material (SANTOS, 2012).

Tabela 3. Valores de média e desvio padrão das marcas de cigarro encontradas nas praias do Pina e Boa Viagem, com suas características e ingredientes presentes na embalagem dos produtos.

MARCA	P1	P2	CARACTERÍSTICAS			INGREDIENTES
(A)	0.25 (± 0.06)	0.025 (± 0.0036)	Cigarro	coloração		Mistura de tabacos, açúcares, adesivos, agentes aglutinantes, agentes de combustão, flavorizante, papel de cigarro, tintas e umectantes.
			branca, filtro com			
			variação entre branco e			
			amarelo com traço			
			marrons e selo vermelho.			
(B)	0.17 (± 0.04)	0.011 (± 0.0016)	Cigarro	coloração		Mistura de tabacos, açúcares, adesivos, agentes aglutinantes, agentes de combustão, flavorizante, papel de cigarro, tintas e umectantes.
			branca, filtro com			
			variação entre branco e			
			marrom com pequenas			
			esferas brancas.			

(C)	0.06 (± 0.01)	0.005 (± 0.0008)	Cigarro branca, filtro branco com duas linhas cinzas no topo do filtro.	coloração	Mistura de tabacos, açúcares, papel de cigarro, extratos vegetais, agentes de sabor.
(D)	0.03 (± 0.01)	0.002 (± 0.0004)	Cigarro branca, filtro branco com diversas listras diagonais na cor cinza ao longo do filtro.	coloração	Mistura de tabacos, açúcares, adesivos, agentes aglutinantes, agentes de combustão, flavorizante, papel de cigarro, tintas e umectantes.
(E)	0.013 (± 0.005)	0.003 (± 0.0005)	Cigarro branca, filtro branco com diversas listras sinuosas na cor cinza ao longo do filtro.	coloração	Mistura de tabacos, açúcares, adesivos, agentes aglutinantes, agentes de combustão, flavorizante, papel de cigarro, tintas e umectantes.
(F)	0.008 (± 0.002)	0.002 (± 0.00038)	Cigarro branca, filtro branco listra grossa azul no topo do filtro.	coloração	Mistura de tabacos, açúcares, papel de cigarro, extratos vegetais, agentes de sabor.
(G)	0.005 (± 0.001)	0.002 (± 0.0004)	Cigarro branca, filtro marrom com pequenos manchas brancas.	coloração	Mistura de tabacos, açúcares, papel de cigarro, extratos vegetais, agentes de sabor.

(H)	0.004 (± 0.002)	0.0004 (± 0.00001)	Cigarro	coloração	Mistura de tabacos, branca, com filtros que variam entre branco e marrom.	adesivos, agentes aglutinantes, agentes de combustão, papel de cigarro, tintas e umectantes.
(I)	0.0008 (± 0.0001)	0.0009 (± 0.00001)	Cigarro	coloração	Fumos, açúcares e branca, com filtros branco, apresentando desenho de ramos de tabaco na cor marrom.	papel de cigarro. Apresentando: 7mg de alcatrão, 0,6mg de nicotina e 8 mg de monóxido de carbono.
(J)	0.0017 (± 0.001)	-	Cigarro	coloração	Mistura de tabacos, branca, com filtros variando entre branco e marrom, com desenho de um animal.	açúcares, adesivos, agentes aglutinantes, agentes de combustão, papel de cigarro, flavorizantes, preservantes, tintas e umectantes.
(K)	0.00020 (± 0.0004)	-	Cigarro	coloração	Alcatrão: 8mg branca, com filtro branco, apresentando duas listas azuis finas no topo do filtro.	Nicotina: 0,5mg Monóxido de carbono: 10mg
(L)	0.00017 (± 0.0003)	-	Cigarro	coloração	Mistura de tabacos, branca, com filtro branco, apresentando duas listas azuis, uma	Mistura de tabacos, açúcares, papel de cigarro, extratos vegetais, agentes de

			fina e outra grossa no sabor. topo do filtro.
(M)	0.0003 (± 0.0001)	-	Cigarro coloração Mistura de tabacos, branca, com filtros açúcares, adesivos, variando entre marrom e agentes aglutinantes, branco. agentes de combustão, flavorizante, papel de cigarro, tintas e umectantes.
(N)	0.0012 (± 0.001)	-	Cigarro coloração preta, Cigarro sem filtro preto, com listra informações da prateada no topo do composição. filtro.
(O)	0.0002 (± 0.00001)	-	Cigarro coloração Cigarro sem branca, com filtros informações da variando entre branco e composição. vermelho.
(P)	0.0003 (± 0.00001)	-	Cigarro coloração Mistura de tabacos, branca, com filtro açúcares, papel de branco. cigarro, extratos vegetais, agentes de sabor.
(Q)	0.0002 (± 0.00001)	-	Cigarro coloração Misturas de tabacos, branca, filtro marrom papel de cigarros, com pequenos manchas agente de combustão, brancas. adesivo, conservantes e umectantes.
(R)	0.0003 (± 0.00001)	-	Cigarro coloração Cigarro sem branca, com filtro informações da

branco, com listra composição.
prateada no topo do
filtro.

De acordo com a Anvisa (2022), no Brasil, o registro de produto fumígeno possui o cadastro de 8 empresas. Destas empresas, 4 são responsáveis pela produção dos itens encontrados na praia do Pina e de Boa Viagem, onde a 1º produz cinco marcas, a 2º com a produção de duas marcas, a 3º produzindo duas marcas e a 4º também com a produção de duas marcas. A partir dessas informações foi possível observar que as empresas seguem um padrão sobre a divulgação de informações dos ingredientes, utilizando o mesmo texto para todos os tipos de cigarro/marca produzido pela mesma. Se o cigarro A, B, C e D são de tipos diferentes, com teores diferentes, irão apresentar as mesmas informações de ingredientes já que todos são produzidos pela empresa 1 (Tabela 3). Sendo assim, muitas informações, principalmente sobre as concentrações dos compostos são mascaradas, além de serem invisibilizadas pelo tamanho das palavras.

Mesmo sob a pressão da indústria tabagista, alguns países limitaram a utilização do cigarro em ambientes fechados (DAUBE & MADDOX, 2021). Além disso, na Nova Zelândia as futuras gerações não poderão mais adquirir este produto, pois com aplicação de medidas mais rigorosas o país pretende obter uma redução de fumantes, com a pretensão desse grupo representar menos de 5% até 2025 (AGRAWAL & BRITTON, 2022). Essas ações podem apresentar resultados promissores em relação a redução do impacto à saúde pública e contaminação ambiental, podendo servir como modelo para outros países.

As informações sobre preços de venda a varejo disponibilizadas pela Receita Federal (2022), a fabricante do cigarro **(A)** vende o maço do produto no valor de R\$ 6,25 para Pernambuco, enquanto o cigarro **(B)**, segunda marca mais encontrada, é

vendido por R\$ 9,00 no mesmo estado. Os usuários dessa região possuem um padrão de poder aquisitivo reduzido (ARAÚJO et al., 2012), podendo resultar na escolha de produtos de marcas mais baratas. No geral, o reduzido valor do produto pode facilitar sua compra, consumo e consequente descarte. Em 2020 foi registrado que 49% dos cigarros consumidos no Brasil eram ilegais, sendo estes mais baratos quando comparados ao cigarro do mercado formal (ETCO, 2022).

De acordo com o relatório anual da ANVISA (2022) que descreve o status de venda e consumo no país, a praia do Pina e de Boa Viagem apresentaram 61% de marcas possuem a venda permitida, 22% de marcas ilegais e 17% marcas que mudou de nome ou não é mais fabricado. Além disso, o valor reduzido de cigarro do mercado formal oferece estes produtos como alternativas caso não haja mais oferta dos produtos ilegais. Por outro lado, a eliminação de cigarros ilegais além de gerar controle de produtos tabagistas também poderiam ocasionar na redução da demanda (GOODCHILD et al., 2022), o que também pode influenciar no número de consumo e consequentemente de descartes do material no meio ambiente.

Essas informações associadas ao controle, regulamentação e destinação final adequada pode auxiliar a reduzir a problemática em praias urbanas. Apesar dos estudos científicos sobre bitucas de cigarros sinalizarem 29.2% de publicações sobre danos a biodiversidade; 25.5% com foco sobre políticas públicas; 24.3% sobre contaminação de bitucas em ambientes públicos e com 21% sobre as características físicas e químicas do material (SILVA, ARAÚJO & SILVA-CAVALCANTI, 2023), ainda é possível identificar uma carência quanto a soluções práticas e implementações para redução da contaminação nos ambientes.

Com isso, há a necessidade da aplicação da logística reversa sobre os fabricantes que elaboram o produto, mas não se empenham em cuidar de sua destinação. Até o atual

momento o governo municipal (das áreas de estudo analisadas) não apresentou nenhum tipo de esforço para reduzir ou erradicar a presença de bitucas em suas praias urbanas.

4. CONCLUSÃO

O descarte de lixo em ambientes marinhos pode variar de acordo com o local, ocupação da área, metodologia de coleta e sazonalidade. Entretanto, alguns pilares como: baixa eficiência do serviço de limpeza, tamanho do material, atividades exercidas pelas pessoas, falta de educação ambiental, falta de oferta de locais adequados para descartes e falta de comprometimento pelos fabricantes, intensificam a problemática de um material tóxico com tendência a se aglomerar.

Apesar do presente estudo ser elaborado ao longo de doze dias de coleta, já é possível identificar um mesmo padrão de descarte de bituca que ocorrem em regiões costeiras no mundo, sendo o Brasil um país que sofre com essa problemática ambiental há mais de dez anos. Na comparação do atual estudo com pesquisas anteriores realizadas na praia de Boa Viagem e Pina, não houve melhora sobre tratamento e descarte do material nas duas regiões.

Outro fator em relação a degradação indica seu tempo de permanência de dois anos ou mais já que as bitucas com maior índice foram as do tipo IV. As marcas **A** e **B** foram indicadas como poluidores prevaletentes nas praias do Pina e de Boa Viagem, sendo essencial todo um controle desde sua produção até destinação do material pós consumo.

É fundamental que os governantes locais reconheçam a problemática dos cigarros e seus derivados, para além dos problemas de saúde, com a elaboração de ações mais sustentáveis, já que as bitucas podem ser consideradas um relevante poluente emergente com efeitos de curto e longo prazo ainda pouco conhecido pela comunidade científica.

5. REFERÊNCIAS

AGRAWAL, S.; BRITTON, J. New Zealand's bold new tobacco control programme. *bmj*, v. 376, 2022. doi.org/10.1136/bmj.o62

ALKALAY, R.; PASTERNAK, G.; ZASK, A. Clean-coast index—a new approach for beach cleanliness assessment. *Ocean & Coastal Management*, v. 50, n. 5-6, p. 352-362, 2007. doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2006.10.002

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Relatório junho/2022. <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br>>. Acesso em: 17 jul 2022.

ARAÚJO, M. C. B.; COSTA, M. F.; SILVA-CAVALCANTI, J. S.; DUARTE, A. C.; REIS, V.; ROCHA-SANTOS, T. A.; COSTA, J. P.; GIRÃO, V. Different faces of cigarette butts, the most abundant beach litter worldwide. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-11, 2022. doi.org/10.1007/s11356-022-19134-w

ARAÚJO, M. C. B.; COSTA, M. F. Cigarette butts in beach litter: Snapshot of a summer holiday. *Marine Pollution Bulletin*, v. 172, 2021. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112858

ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J. S.; VICENTE-LEAL, M. M.; COSTA, M. F. Análise do comércio formal e informal na Praia de Boa Viagem, Recife, Pernambuco, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, v. 12, n. 3, p. 373-388, 2012. doi.org/10.5894/rgci329

ARAÚJO, M. C. B.; COSTA, M. F. A critical review of the issue of cigarette butt pollution in coastal environments. *Environmental research*, n. 172, p. 137-149, 2019. doi.org/10.1016/j.envres.2019.02.005

ASENSIO-MONTESINOS, F.; OLIVA RAMÍREZ, M.; AGUILAR-TORRELO, M. T.; ANFUSO, G. Abundance and distribution of cigarette butts on coastal environments: examples from southern Spain. *Journal of Marine Science and Engineering*, v. 9, n. 2, p. 129, 2021. doi.org/10.3390/jmse9020129

BAXTER, L.; LUCAS, Z.; WALKER, T. R. Evaluating Canada's single-use plastic mitigation policies via brand audit and beach cleanup data to reduce plastic pollution. *Marine Pollution Bulletin*, v. 176, 2022. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113460

BOOTH, D. J.; GRIBBEN, P.; PARKINSON, K. Impact of cigarette butt leachate on tidepool snails. *Marine pollution bulletin*, n. 95, p. 362-364, 2015. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.04.004.

BONANOMI, G.; INCERTI, G.; CESARANO, G.; GAGLIONE, S. A.; LANZOTTI V. Cigarette butt decomposition and associated chemical changes assessed by ^{13}C CPMAS NMR. *PLOS ONE* n. 10, p. 1-16, 2015. doi.org/10.1371/journal.pone.0117393

BURLAT, L.; THORSTEINSSON, T. Seasonal variation in the correlation between beach wrack and marine litter on a sandy beach in West Iceland. *Marine Pollution Bulletin*, v. 183, 2022. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114072

BUERGE, I.; HANS-RUDOLFBUSER, M.; MÜLLER, M.; POIGER, T. Nicotine Derivatives in Wastewater and Surface Waters: Application as Chemical Markers for Domestic Wastewater. *Environ. Sci. Technol.* n. 42, 2008. doi.org/6354-6360.doi:10.1021/es800455q

DAUBE, M.; MADDUX, R. Impossible until implemented: New Zealand shows the way. *Tobacco Control*, v. 30, n. 4, p. 361-362, 2021. doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2021-056776

DIAS-FILHO, M. J. O.; ARAÚJO, M. C. B. D.; SILVA-CAVALCANTI, J. S.; SILVA, A. C. M. D. 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.

EMLURB – Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana
 <<http://www.recife.pe.gov.br/pr/servicospublicos/emlurb/praiaviva.php>>. Acesso em:
 25 nov 2022.

ETCO - Instituto Brasileiro de Ética Concorrencial.
 <<https://www.etco.org.br/publicacoes/revista-etco/cigarro-ilegal-representa-49-do-mercado-brasileiro/>>. Acesso em: 25 nov 2022.

FARZADKIA, M.; SEDEH, M. S.; GHASEMI, A.; ALINEJAD, N.; KAZEMI, M. S.; JAFARZADEH, N.; TORKASHVAND, J. Estimation of the heavy metals released from cigarette butts to beaches and urban environments. *Journal of Hazardous Materials*, v. 425, p. 127969, 2022. doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127969

GOODCHILD, M.; PAUL, J.; IGLESIAS, R.; BOUW, A.; PERUCIC, A. M. Potential impact of eliminating illicit trade in cigarettes: a demand-side perspective. *Tobacco Control*, v. 31, n. 1, p. 57-64, 2022. doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2020-055980

GRECHINSKI, P. Lixo no mar. *Revista Mosaicos: Estudos em Governança, Sustentabilidade e Inovação*, v. 2, n. 1, p. 30-43, 2020. doi.org/10.37032/remos.v2i1.31

GREEN, A. L. R.; PUTSCHEW, A.; NEHLS, T. Littered cigarette butts as a source of nicotine in urban waters. *Journal of hydrology*, n. 519, p. 3466 – 3474, 2014. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.05.046.

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, Jan. 2018. dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.014

KATARŽYTĖ, M.; BALČIŪNAS, A.; HASELER, M.; SABALIAUSKAITĖ, V.; LAUCIŪTĖ, L.; STEPANOVA, K.; NAZZARI, C.; SCHERNEWSKIA, G.; SCHERNEWSKI, G. Cigarette butts on Baltic Sea beaches: Monitoring, pollution and

mitigation measures. *Marine Pollution Bulletin*, v. 156, p. 111248, 2020. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111248

LAGLBAUER, B. J.; FRANCO-SANTOS, R. M.; ANDREU-CAZENAVE, M.; BRUNELLI, L.; PAPADATOU, M.; PALATINUS, A.; MATEJA, G.; DEPREZ, T. Macrodebris and microplastics from beaches in Slovenia. *Marine pollution bulletin*, v. 89, n. 1-2, p. 356-366, 2014. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.09.036

LEE, W.; LEE, C. C. Developmental toxicity of cigarette butts—An underdeveloped issue. *Ecotoxicology and environmental safety*, v. 113, p. 362-368, 2015. doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.12.018

LIMA, C. F.; SANTOS, M. A. P.; CHOUERI, R. B.; MOREIRA, L. B.; CASTRO, Í. B. Occurrence, characterization, partition, and toxicity of cigarette butts in a highly urbanized coastal area. *Waste Management*, v. 131, p. 10-19, 2021. doi.org/10.1016/j.wasman.2021.05.029.

LOIZIDOU, X.; 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. doi.org/10.1007/s10661-018-6798-9

LOPES, T. C. Ocorrência de distribuição de bitucas de cigarro em áreas urbanas da cidade de Santos. Trabalho Conclusão de Curso. Universidade Federal de São Paulo, Brasil. 2022.

MACEDO, G. R.; PIRES, T. T.; ROSTÁN, G.; GOLDBERG, D.W.; LEAL, C.; NETO, A. F. G.; FRANKE, C. R. Ingestão de resíduos antropogênicos por tartarugas marinhas no litoral norte do estado da Bahia, Brasil. *Ciência Rural*, n. 41, p. 1938–1943, 2011. doi.org/10.1590/S0103-84782011001100015

MAGALHÃES, S.E.F.; ARAÚJO, M.C.B. Lixo marinho na praia de Tamandaré (PE–Brasil): caracterização, análise das fontes e percepção dos usuários da praia sobre o problema. *Tropical Oceanography*, Recife, v. 40, n. 2, p. 193-208, 2012

MAIA, J. C. B. G.; PEREIRA, P. S.; LESSA, R. P. T. Variação espaço-temporal das correntes de retorno em municípios da região metropolitana do Recife. *Quaternary and Environmental Geosciences*, v. 5, n. 2, 2014.

MANSOURI, N.; ETEBARI, M.; EBRAHIMI, A.; EBRAHIMPOUR, K.; RAHIMI, B.; HASSANZADEH, A. Genotoxicity and phytotoxicity comparison of cigarette butt with cigarette ash. *Environmental Science and Pollution Research*, 2020. doi.org/10.1007/s11356-020-10080-z.

MORIWAKI, H.; KITAJIMA, S.; KATAHIRA, K. Waste on the roadside, ‘poisute’ waste: its distribution and elution potential of pollutants into environment. *Waste Management*, n. 29, p. 1192–1197, 2009. doi.org/10.1016/j.wasman.2008.08.017.

MUNARI, C., CORBAU, C., SIMEONI, U., & MISTRI, M. Marine litter on Mediterranean shores: analysis of composition, spatial distribution and sources in north-western Adriatic beaches. *Waste management*, v. 49, p. 483-490, 2016. doi.org/10.1016/j.wasman.2015.12.010

NAÇÕES UNIDAS. <https://unfoundation.org/what-we-do/issues/sustainable-development-goals/u-s-leadership-on-the-sdgs/?gclid=CjwKCAiA2fmdBhBpEiwA4CcHzXcgZFX9lMj89iGxJhAUrU1AZ-17BhTtyZ-fU2UoNh3jLVtDGVTF5hoCMZsQAvD_BwE>. Acesso em: 20 jun. 2022.

NASAB, A. Y.; OSKOEI, V.; REZANASAB, M.; ALINEJAD, N; HOSSEINZADEH, A.; KASHI, G. Cigarette butt littering consequences: a study of pollution rate on beaches and urban environments. *Environmental Science and Pollution Research*, p. 1-8, 2022. doi.org/10.1007/s11356-022-19155-5

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. doi.org/10.1007/s40572-014-0016-x

OCEAN CONSERVANCY. International Coastal Cleanup, 2019 Report. < <https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/international-coastal-cleanup/annual-data-release/> >. Acesso em: 10 nov 2022.

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. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.11.023

PARKER, T. T.; RAYBURN, J. A comparison of electronic and traditional cigarette butt leachate on the development of *Xenopus laevis* embryos. *Toxicology reports*, v. 4, p. 77-82, 2017. doi.org/10.1016/j.toxrep.2017.01.003

POLETTE, M.; RAUCCI, G. Methodological Proposal for Carrying Capacity Analysis in Sandy Beaches: A Case Study at the Central Beach of Balneário Camboriú (Santa Catarina) Brazil. *Journal of Coastal Research*. 2003.

PULS, J.; WILSON, S. A.; HOLTER, D. Degradation of Cellulose Acetate-Based Materials: a Review. *Journal of Polymers and the Environment*, n. 19, p. 152–165, 2011. doi.org/10.1007/s10924-010-0258-0

RAWLS, S. M.; PATIL, T.; TALLARIDA, C. S.; BARON, S.; KIM, M.; SONG, K.; WARD, S.; RAFFA, R. B. Nicotine behavioral pharmacology: clues from planarians. *Drug and alcohol dependence*, v. 118, n. 2-3, p. 274-279, 2011. doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2011.04.001

RECEITA FEDERAL. <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos/orientacao-tributaria/regimes-e-controles-especiais/cigarros-marcas-e-precos-de-venda-a-varejo-de-cigarros>. Acesso em: 25 jul 2022.

RIBEIRO, V. V.; PINTO, M. A.; MESQUITA, R. K.; MOREIRA, L. B.; COSTA, M. F.; CASTRO, Í. B. Marine litter on a highly urbanized beach at Southeast Brazil: a contribution to the development of litter monitoring programs. *Marine Pollution Bulletin*, v. 163, 2021. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.111978

SANTOS, J. G. A logística reversa como ferramenta para a sustentabilidade: um estudo sobre a importância das cooperativas de reciclagem na gestão dos resíduos sólidos urbanos. *Revista Reuna*, v. 17, n. 2, p. 81-96, 2012.

SILVA, J. S.; BARBOSA, S. C. T.; COSTA, M. F. Flag items as a tool for monitoring solid wastes from users on urban beaches. *Journal of Coastal Research*, v. 24, n. 4, p. 890-898, 2008. doi.org/10.2112/06-0695.1

SILVA-CAVALCANTI, 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, 2013.

SILVA, J. S.; LEAL, M. M. V.; ARAÚJO, M. C. B.; BARBOSA, S. C. T.; COSTA, M. F. Spatial and temporal patterns of use of Boa Viagem Beach, northeast Brazil. *Journal of Coastal Research*, n. 24, p. 79-86, 2008.

SILVA, N. F.; ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J. S. Cigarette butts in the environment: a growing global threat? *Environmental Reviews*, 2023. doi.org/10.1139/er-2022-0080

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. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.035

TERZI, Y.; SEYHAN, K. Seasonal and spatial variations of marine litter on the south-eastern Black Sea coast. *Marine pollution bulletin*, v. 120, n. 1-2, p. 154-158, 2017. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.04.041

TORKASHVAND, J.; GODINI, K.; JAFARI, A. J.; ESRAFI, A.; FARZADKIA, M. Assessment of littered cigarette butt in urban environment, using of new cigarette butt pollution index (CBPI). *Science of the Total Environment*, v. 769, 2021. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144864

VALCARCEL, Y.; ALONSO, S.G.; RODRIGUEZ-GIL, J.L.; GIL, A.; CATALA, M. Detection of pharmaceutically active compounds in the rivers and tap water of the Madrid Region (Spain) and potential ecotoxicological risk. *Chemosphere*, n. 84, p. 1336–1348, 2011. doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.05.014

ZOFFOLI, H. J. O.; AMARAL-SOBRINHO, N. M. B.; ZONTA, E.; LUISI, M. V.; MARCON, G.; TOLÓN-BECERRA, A. Inputs of heavy metals due to agrochemical use in tobacco fields in Brazil's Southern Region. *Environmental monitoring and assessment*, v. 185, n. 3, p. 2423-2437, 2013. doi.org/10.1007/s10661-012-2721-y

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contaminação por bitucas de cigarro é uma problemática em nível global que abrange diferentes áreas costeiras. A análise cienciométrica realizada revelou alguns aspectos interessantes; apesar de um número crescente de publicações ao longo dos anos e de uma variedade de estudos sobre os efeitos ambientais das pontas de cigarro, existem lacunas com ausência de informações; em muitos casos a quantificação de bitucas e ecotoxicologia com utilização do lixiviado predominaram as análises textuais. Além disso, dentro da ecotoxicologia o foco maior ocorreu em espécies isoladas, e pouco se sabe sobre os impactos ambientais em nível populacional ou grupo de espécies, ocorrendo uma lacuna sobre o funcionamento dos compostos e interações ecossistêmicas. Além disso, a diversidade de metodologias adotadas para análise da contaminação por bitucas em diferentes locais também dificulta a obtenção de um panorama da situação em nível mais abrangente. A questão da classificação das bitucas como item plástico ou como uma categoria isolada é um exemplo do problema.

Seria importante uma repetição da análise de Classificação Hierárquica Decrescente, Análise Fatorial por Correspondência e Análise de similitude com focos pontuais, a exemplo da metodologia, resultados e discussão, e não apenas o resumo como foi feito no atual estudo. Com isso, seria possível observar as metodologias para que assim houvesse uma padronização do desenho amostral de acordo com o estudo e consequentemente desenvolver um índice de contaminação global por bitucas nas praias, que poderiam auxiliar na observação da qualidade do serviço de limpeza e ações de fiscalização.

Em relação à quantificação de bitucas em áreas com diferentes configurações de uso foi possível identificar que vários transectos, majoritariamente na área P1 foram classificados como pontos críticos, podendo necessitar de uma maior atenção durante os períodos de limpeza ou até intensificar os pontos de coleta com lixeiras mais funcionais nestes locais. Os dados do presente trabalho podem servir como base para melhoria da problemática em praias do Recife ou regiões adjacentes. Além disso, a implementação de ações com o objetivo de educação ambiental para os usuários e comerciantes com foco em materiais tóxicos, como no caso das bitucas, é extremamente aconselhável. A importância de uma abordagem mais direta com frequentadores, sobre os impactos das bitucas descartadas de forma incorreta se justifica pelo fato de que esses itens não são removidos através da limpeza regular da praia, por conta do tamanho muito reduzido, o

que faz com que se acumulem em grandes quantidades. Seria necessário que os usuários fossem constantemente alertados sobre essa questão.

A partir das informações observadas nos transectos dentro de cada praia foi possível identificar o acúmulo das bitucas nas partes internas e extremidades do solarium. Medidas com baixo custo de instalação e manutenção como a implantação de bituqueiras em diferentes pontos das praias (calçadão e faixa de areia) também são indicadas para auxiliar na redução de acúmulo do material na região.

Por meio do presente estudo foi possível identificar que as praias mais frequentadas de Recife sofrem ao longo dos anos com a contaminação de bitucas, principalmente em locais com maior concentração de pessoas. Mesmo com a implementação de projetos de limpeza como “Praia Limpa”, ainda não é possível prever uma melhoria quanto à redução destes itens nas regiões, uma vez que frequentemente são negligenciados pelo poder público municipal. Apesar do lixo ser composto por diversos materiais e cada um gerar uma consequência para o meio ambiente, se faz necessário minimizar os impactos dos mais danosos. A criação de projetos com o foco nas bitucas pode auxiliar na redução não só deste item, mas também de um outro agravante presente nestas regiões que seriam os materiais fragmentados, que possuem tamanhos semelhantes aos das bitucas e dificilmente são coletados durante a limpeza.

Atualmente no Brasil a maior preocupação sobre os problemas ambientais ocasionados pelas bitucas se concentra em projetos, Organizações Não Governamentais e cientistas ambientais que alertam sobre possíveis soluções e estratégias de combate a contaminação tóxica do material. A ligação entre o poder público municipal junto a grupos ambientais e projetos antitabagismo pode ser a chave para melhoria da saúde humana e ambiental em regiões com grandes concentrações de bitucas e fumantes. Esse discurso precisa estar atrelado a implementações e cumprimento de leis por parte de poderes capazes de agir localmente para que se tenha uma redução do problema.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS ABRELPE – ABRELPE
<<https://abrelpe.org.br/publicacoes/>>. Acesso em: 31 jul 2022.

ARAÚJO, M. C. B.; COSTA, M. F. Cigarette butts in beach litter: Snapshot of a summer holiday. *Marine Pollution Bulletin*, v. 172, 2021. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112858

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. doi.org/10.1016/j.envres.2019.02.005

BBC (BRITISH BROADCASTING CORPORATION)
<<https://www.bbc.com/mundo/noticias-64196445>>. Acesso em: 20 jan 2023.

BETTES, J. M.; BELLETTI, C. Sociedade de consumo e meio ambiente-as medidas internacionais para a promoção do consumo sustentável. *Revista de Direito, Globalização e Responsabilidade nas Relações de Consumo*, v. 2, n. 2, p. 168-183, 2016.

CURRIE, J. J.; STACK, S. H. Getting butts off the beach: Policy alone is not effective at reducing cigarette filter litter on beaches in Maui, Hawai'i. *Marine Pollution Bulletin*, 173, 112937, 2021. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112937

DAI, X.; GAKIDOU, E.; LOPEZ, A. D. Evolution of the global smoking epidemic over the past half century: strengthening the evidence base for policy action. *Tobacco Control*, v. 31, n. 2, p. 129-137, 2022. doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2021-056535

EL PAÍS. <<https://elpais.com/mexico/2023-01-17/ley-antitabaco-en-que-lugares-no-se-puede-fumar-en-mexico.html>>. Acesso em: 20 jan 2023.

EVANS-REEVES, K.; LAUBER, K.; HISCOCK, R. The 'filter fraud' persists: the tobacco industry is still using filters to suggest lower health risks while destroying the environment. *Tobacco Control*, n. 31, p. 80-82, 2022. <https://dx.doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2020-056245>

GREEN, D. S.; ALMROTH, B. C.; ALTMAN, R.; BERGMANN, M.; GÜNDOĞDU, S.; WARRIER, A. K.; BAIXAS, B.; WALKER, T. R.; KRIEGER, A.; SYBERG, K. Time to kick the butt of the most common litter item in the world: Ban cigarette filters. *Science of The Total Environment*, 2022. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161256

GREEN, D. S.; KREGTING, L.; BOOTS, B. Smoked cigarette butt leachate impacts survival and behaviour of freshwater invertebrates. *Environmental Pollution*, v. 266, 2020. doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115286

GREEN, D. S.; TONGUE, A.; BOOTS, B. The ecological impacts of discarded cigarette butts. *Trends in Ecology & Evolution*, 2021. doi.org/10.1016/j.tree.2021.10.001

GREGÓRIO, M. N.; ARAÚJO, T. C. M.; BEZERRA, F. J. Mudanças Posicionais da Linha de Costa nas Praias do Pina e de Boa Viagem, Recife, Pe, Brasil. *Tropical Oceanography*, Recife, v. 45, n. 1, p. 44-61, 2017.

INCA - Instituto Nacional de Câncer. <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/tabagismo>. Acesso: 20 jul 2022.

JOLY, F. X.; COULIS, M. Comparison of cellulose vs. plastic cigarette filter decomposition under distinct disposal environments. *Waste Management*, v. 72, p. 349-353, 2018. doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.023

LEI Nº 12.305 de 2 DE AGOSTO DE 2010. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 17 jul 2022.

PEREIRA, A. O. K.; HORN, L. F. D. R. Relações de consumo: meio ambiente. Caxias do Sul, RS. EDUCS, p. 18, 2009

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/combate-ao-lixo-no-mar>>. Acesso 20 jul. 2022.

MONTALVÃO, M. F.; CHAGAS, T. Q.; SILVA, T. G. A.; MESAK, C.; COSTA, A. P. A.; GOMES, A. R.; VIEIRA, J. E. A.; MALAFAIA, G. How leachates from wasted cigarette butts influence aquatic life? A case study on freshwater mussel *Anodontites trapesiali*. *Science of The Total Environment*, n. 689, p. 381-389, 2019. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.385

MOREIRA, R. N., MARINHO, L. D. L., BARBOSA, F. L. S.; BIZARRIA, F. P. A. O Modelo de Produção Sustentável Upcycling: o caso da empresa TerraCycle. *Ambiência Guarapuava - PR*, v.14 n.1 p. 72, 2018. doi:10.5935/ambiencia.2018.06.01

NOVOTNY, T. E.; LUM, K.; SMITH, E.; WANG, V.; BARNES, R. Cigarettes butts and the case for an environmental policy on hazardous cigarette waste. *International journal of environmental research and public health*, 2009. doi.org/10.3390/ijerph6051691

OCEAN CONSERVANCY. International Coastal Cleanup, 2019 Report. <<https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/international-coastal-cleanup/annual-data-release/>>. Acesso em: 15 jun 2022.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS <https://www.piscodeluz.org/desenvolvimento-sustentavel?gclid=Cj0KCQiA8aOeBhCWARIsANRFrQEUQu9fptiV66kW86ilBbB03BPal2E1N0hGz9qctjFS0zjPt8YLT08aAsK-EALw_wcB> Acesso em: 15 jan 2022.

QAMAR, W.; ABDEL GALIL, A. A.; ALJARBOA, S.; ALHUZANI, M.; ALTAMIMI, M. A. Cigarette waste: Assessment of hazard to the environment and health in Riyadh city. Saudi journal of biological sciences, n. 27, p. 1380-1383, 2020. doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.12.002

SANTOS, C.E.; KIST, B. B.; FILTER, C. F.; CARVALHO, C.; TREICHEL, M. 2017. Anuário Brasileiro do Tabaco. Editora Gazeta Santa Cruz. 128p:il. ISSN1808-7485

SILVA, A. J. S.; BARBOSA, S. C. T.; LEAL, M. V.; LINS, A. R.; COSTA, M.F. Ocupação da praia da Boa Viagem Recife/PE) ao longo de dois dias de verão: um estudo preliminar, Pan-American Journal of Aquatic Sciences, v. 1, n. 2, p. 91- 98, 2006.

SILVA-CAVALCANTI, 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, 2013.

SILVA, N. F.; ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J. S. Cigarette butts in the environment: a growing global threat? Environmental Reviews, 2023. doi.org/10.1139/er-2022-0080

THE GUARDIAN. <<https://www.theguardian.com/world/2022/dec/13/new-zealand-passes-world-first-tobacco-law-to-ban-smoking-by-2025>>. Acesso em: 20 jan 2023.

THE TOBACCO ATLAS. <<https://tobaccoatlas.org/>>. Acesso: 20 jul 2022.