

BITUCAS DE CIGARRO, UM PROBLEMA AMBIENTAL COM SOLUÇÃO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CIGARETTE BUTTS, AN ENVIRONMENTAL ISSUE WITH A SOLUTION: A BIBLIOGRAPHIC REVIEW

Emilly Giacobbo^a, Kely Viviane de Souza^a

^aUniversidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO

emillygiacobbo26@gmail.com, kelyvdesouza@gmail.com

Submissão: 14 de março de 2024 Aceitação: 29 de julho de 2024

Resumo

Assim como o ato de fumar acarreta problemas à saúde, o descarte incorreto do filtro do cigarro, prejudica o planeta. Esse pequeno resíduo denominado como ponta de cigarro, guimba ou bituca, tornou-se uma grande ameaça aos ciclos de vida, do início da produção até o pós-consumo. Encontrado nos mais diversos meios, o resíduo que com apenas 2,5 cm é capaz de lixiviar componentes químicos perigosos como cetonas, formaldeído, chumbo e cádmio, alterar ciclos, desencadear danos à fauna e flora, que ocorrem tanto no meio terrestre quanto no aquático, além dos riscos atribuídos na atmosfera. A atual realidade de muitos países ainda é marcada com essa poluição decorrente do descarte incorreto do filtro do cigarro, caracterizado como acetato de celulose, uma espécie de fibra sintética que tem uma vida útil de, no mínimo, 15 anos. Após a ação de fumar, esse material, fica contaminado por diversas substâncias, como o alcatrão, porém o fato de que essas bitucas não apresentam mais a pureza do material virgem, não impede o processo de reciclagem e reaproveitamento de tal resíduo. A partir dessas informações sobre poluição e o alto potencial para reciclagem que as bitucas apresentam, este trabalho, em forma de revisão bibliográfica, buscou informações mais aprofundadas sobre o acetato de celulose e diferentes técnicas de utilização das bitucas, selecionando publicações em diretórios delimitados por um intervalo de tempo específico, sendo a maior porção de trabalhos publicados no continente asiático para fins de inibição de corrosão e condutores de energia, por exemplo; porém todos com o mesmo intuito de diminuir a quantidade de bitucas de cigarros lançadas no meio, o qual ainda é passível de reuso ou reciclagem, tomando novamente um lugar na cadeia de consumo, visto que a gestão de resíduos está tomando grandes proporções no mundo atual, principalmente no assunto de sustentabilidade ambiental.

Palavras chaves: acetato de celulose; filtro de cigarro; reciclagem; reuso.

Abstract

Just as smoking causes health problems, the improper disposal of cigarette filters harms the planet. This small waste, known as cigarette butt, stub, or filter tip, has become a significant threat to life cycles, from production to post-consumption. Found in various environments, this 2.5 cm residue is capable of leaching dangerous chemical components such as ketones, formaldehyde, lead, and cadmium, altering cycles, and causing damage to both terrestrial and aquatic fauna and flora, in addition to risks posed to the atmosphere. In many countries, pollution from improper disposal of cigarette filters, made of cellulose acetate—a type of synthetic fiber with a minimum lifespan of 15 years—remains a pressing issue. After smoking, this material becomes contaminated with various substances, such as tar; however, the fact that these cigarette butts are no longer as pure as the virgin material does not prevent the recycling and reuse of this waste. Given the information about pollution and the high recycling potential of cigarette butts, this study, in the form of a literature review, sought to gather more in-depth knowledge about cellulose acetate and different techniques for utilizing cigarette butts, selecting publications from directories within a specific time frame. Most of the studies were conducted in Asia, focusing on corrosion inhibition and energy conductors, for example, but all with the same

goal of reducing the number of cigarette butts released into the environment—waste that is still capable of reuse or recycling, re-entering the consumption chain. This is particularly relevant as waste management is gaining significant attention in today's world, especially concerning environmental Sustainability.

Keywords: cellulose acetate; cigarette filter; recycling, reuse.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional desencadeou a elevação da procura de insumos, ocasionando um aumento na produção industrial e consequentemente um maior número na geração de resíduos. A grande questão nessa oferta e procura é que, em muitos casos, a ideia de “jogar fora” o que não é mais útil, passa a sensação de que a responsabilidade sobre o resíduo acaba nesse momento, sem muita preocupação com a destinação e disposição correta do resíduo. De acordo com o panorama da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA) de 2023, a geração *per capita*/ano no Brasil é de 380 kg, totalizando em 77.076.428 ton/ano; desse total, 38,9% ainda apresentam uma disposição final inadequada (ABREMA, 2023).

Os resíduos gerados das atividades humanas são os mais distintos, desde sua natureza até a quantidade e tamanho. Matéria orgânica, plástico, papel e papelão, são os três materiais com maiores taxas de descarte. Os produtos finais que envolvem a celulose apresentam um campo mais abrangente que apenas o papel e papelão, que é o caso das bitucas de cigarro, um resíduo gerado por 1,1 bilhão de fumantes no mundo todo (OMS, 2019).

Ao final da década de 1980 a porcentagem de fumantes, no Brasil, batia a marca de 34,8% e após a campanha da Lei 12.546/11 (Brasil, 2011), tal vício passou a atingir apenas 14,7% da população, com base na Pesquisa Nacional de Saúde de 2013, mostrando um ótimo indicativo tanto para a saúde brasileira quanto em relação à produção de resíduos proveniente do tabagismo, bem como os problemas ambientais relacionados. A mesma pesquisa foi realizada no ano de 2019, resultando em valores satisfatórios com um percentual de 2,1% mais baixo (INCA, 2022). Ainda de acordo com o instituto nacional do câncer, cada fumante brasileiro consome 385 cigarros anualmente (INCA, 2020); porém, segundo Mazzi (2020), a pandemia causada pelo Coronavírus em 2020, ocasionou um aumento de cigarros consumidos por 34% dos fumantes brasileiros, conforme a pesquisa da Fundação

Oswaldo Cruz (Fiocruz) desenvolvida por Mazzi (2020).

A atividade do tabagismo gera diversos resíduos desde a produção até o consumo final, e os danos oriundos da produção são pouco explorados, como as emissões de CO₂, os níveis de ecotoxicidade, o esgotamento de água e do combustível fóssil (Zafeiridou; Hopkinson; Voulvoulis, 2018). Durante o consumo final do cigarro se dá a origem da guimba, popularmente conhecida como bituca ou ponta de cigarro. Esse material de aproximadamente 2,5 cm, é considerado como o vilão do século, devido ao descarte incorreto nos mais distintos cenários, demorando no mínimo 5 anos para se decompor. Praias, matas, corpos hídricos e cidades passam a ser receptores desse resíduo e devido à destinação final inadequada, surgem diferentes problemas ambientais.

O descarte incorreto não é uma preocupação apenas com a estética local, mas o cuidado com esse resíduo é essencial para manter a qualidade ambiental e da vida aquática, visto que alguns animais acabam se alimentando das bitucas por confundir com o alimento, causando um dano à cadeia alimentar, assim como a possível morte de grupos de animais, desregulando o ciclo de vida, como foi apontado em 2009 por Novotny et al., em laboratório, o efeito tóxico da nicotina presente no cigarro e das bitucas, para organismos de água doce e, também, para bactérias marinhas.

O filtro do cigarro é constituído de acetato de celulose, que pode ser produzido a partir de diversas bases. Estudos apontam a madeira, o algodão, a cana de açúcar e o caroço de manga como matéria-prima do acetato. Em resumo, para a produção desse material é necessário que ocorra reação da celulose com uma mistura de ácido acético e anidrido acético juntamente com um ácido catalisador como, por exemplo, o ácido sulfúrico ou perclórico. Com essa mistura, ocorre a substituição do grupo hidroxila das unidades de glicose da celulose por grupos acetila, formando então o acetato de celulose (Meireles, 2007).

O acetato de celulose foi utilizado pela primeira vez pelo químico Paul Schützenberger, em 1865, mas o processo desenvolvido pelo francês foi patenteado em 1894 por Charles

Crosse e Edward Bevan (Freitas, 2016). O então conhecido material apresenta propriedades-chaves para o meio industrial, visto que sua permeação à água é elevada, assim como a temperatura de transição vítrea. A estabilidade e compatibilidade com uma série de reagentes, aumenta sua utilização no meio industrial e ainda é passível de passar pelo processo de produção de filmes resistentes e formação de micro e nanopartículas. Na sua forma natural, antes de ser utilizado em alguns processos, apresenta baixa toxicidade (Cruz *et al.*, 2011).

Formado um polímero, o acetato de celulose torna-se um elemento neutro, o tornando em um material atrativo para inúmeras utilizações no meio industrial, como nas atividades têxteis, bem com desenvolver papel absorvente de óleo e metais e ainda pode ser utilizado como membranas em sistemas de hemodiálise e nanofiltração, por exemplo (Silva, 2014). Além disso, essa utilização variada do acetato de celulose tem sido muito explorada em diversas pesquisas acadêmicas, desde a utilização mais usual, nos filtros de cigarro, até em sistemas mais diferenciados como purificador de água.

Diante das questões apresentadas, o presente trabalho tem como objetivo, em forma de revisão bibliográfica, buscar informações mais aprofundadas sobre os diferentes usos do acetato de celulose presente nos filtros de cigarro, sendo selecionadas publicações em diretórios delimitados por um intervalo de tempo específico, com a finalidade de diminuir a quantidade de resíduos lançados no meio ambiente e atribuir valor ao resíduo, que ainda pode ser reutilizado ou reciclado.

2 METODOLOGIA

Este estudo foi conduzido por meio de uma revisão bibliográfica integrativa, uma abordagem de pesquisa que sintetiza e avalia resultados de diversas fontes bibliográficas eletrônicas sobre um determinado assunto, assemelhando-se a uma investigação científica, sendo necessário que os estudos pesquisados sejam bem sintetizados, com introdução, objetivos, materiais e métodos e resultados explícitos. Para garantir a eficácia da revisão, foi necessário estabelecer uma pergunta-chave, tornando-a um guia para realizar as pesquisas (UNESP, 2015).

No presente trabalho foi procurado estabelecer quais são as técnicas de reciclagem e reúso das bitucas/pontas de cigarro, definida

então, como a pergunta-chave, considerando a sua matéria-prima, o acetato de celulose.

Após a definição da pergunta-chave foi importante delimitar as fontes de dados, as palavras-chave e o idioma. As bases de dados escolhidas para o desenvolvimento da pesquisa foram *Scientific Electronic Library* (SciELO), Google Acadêmico e *ScienceDirect*, além da consulta em sites relacionados com o assunto. As palavras-chave de busca ocorreram no português, no inglês e no espanhol, para aumentar o alcance da pesquisa, incluindo os termos como bituca/ponta de cigarro/*cigarette butt/colilla de cigarrillo*, reúso/*reuse/reutilizar*, acetato de celulose/*celulose acetate/acetato de celulosa*, tratamento/*treatment/tratamento*. Essa abordagem metódica permitiu uma busca mais detalhada e criteriosa de trabalhos relevantes para o tema em questão, devido à definição dos diretórios, uso das palavras-chave e idiomas.

Mesmo com a seleção criteriosa dos trabalhos, aqueles que não abordavam as questões buscadas ou apresentavam o tema de forma superficial, foram excluídos, resultando em 18 artigos estudados, dos 23 inicialmente pré-selecionados. Além disso, não foram estabelecidos critérios de seleção com base no ano de publicação, sendo considerado apenas o período de 14 anos para apresentar resultados mais abrangentes. Isso permitiu abordar não apenas a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), mas também patentes e iniciativas privadas relacionadas à inovação dentro do tema abordado. Para as buscas por patentes e iniciativas, não houve critério de seleção em relação ao ano da publicação/divulgação, sendo selecionadas aquelas que apresentaram potencial em replicação da inovação.

3 RESULTADOS

Antes da exposição dos resultados das buscas realizadas, é importante classificar a bituca de cigarro de acordo com a atual Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (Brasil, 2010), a qual traz questões sobre os resíduos sólidos, bem como sua definição no Artigo 3º:

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos

estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

E então, para que se tenha um padrão a ser seguido em todo território brasileiro, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) apresenta a classificação dos diversos resíduos gerados, com base na sua origem e na periculosidade apresentada, como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1- Classificação dos resíduos sólidos

Em relação à origem		
Classificação	Tipo de resíduo	Origem
A	Resíduos sólidos domiciliares	Gerados em residências
B	Resíduos de limpeza urbana	Provenientes de varrição e limpeza de vias públicas
C	Resíduos sólidos urbanos	Englobam os resíduos "A" e "B"
Outras categorias		
Em relação à periculosidade		
A	Perigosos	Aqueles que apresentam inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, gerando risco à saúde pública ou à qualidade ambiental
B	Não perigosos	Aqueles que não se enquadram em perigosos

Fonte: autora, adaptado de Brasil, 2010.

A partir da análise do Quadro 1 é possível caracterizar as bitucas de cigarro como resíduos sólidos urbanos perigosos, de acordo com sua origem e considerando os riscos de toxicidade e inflamabilidade que o material apresenta quando disposto de forma errônea.

Na mesma legislação também aborda a logística reversa e a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, estabelecendo a obrigatoriedade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes na gestão e destinação final adequada dos resíduos e questões de destinação final ambientalmente adequada, a qual prevê a reciclagem e o tratamento de resíduos, que são alguns dos pilares para evitar a poluição. A partir dessa breve apresentação da PNRS, foi possível determinar a classificação das bitucas e definir alguns termos importantes para a realização das buscas sobre o tema.

3.1 Publicações científicas no período de 2010 a 2024

Os resultados da pesquisa, que apontam estudos que tratam a bituca como material base em tratamentos químicos, estão listados no Quadro 2, bem como patentes de invenção que relacionam o acetato de celulose presente nas bitucas de cigarro com processos químicos, além de algumas iniciativas privadas de reciclagem dessas pontas de cigarros descartadas, em sua maioria de forma errônea.

Um nanocompósito derivado de nanopartículas de óxido de zinco e da bituca de cigarro foi desenvolvido por Mousa *et al.* (2024) a partir de uma mistura de soluções. Os nanocompósitos foram avaliados através da difração de raios X, espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier, espectroscopia de fotoelétrons de raios X e microscopia eletrônica de transmissão para o uso

como catalisadores na redução de corantes em água. Após os testes, foi notada uma remoção de 10% dos seguintes corantes em curto espaço de tempo: Rodamina B (RhB), Rodamina 6G (Rh6G), Azul de Metileno (MB) e Amarelo Sunset (SY).

Além da remoção efetiva dos corantes em baixo tempo, em até cinco ciclos de uso, os nanocompósitos gerados se mostram eficientes na atividade antibacteriana para as bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*.

Quadro 2- Relação dos artigos abordados

Ano de publicação	Título	Utilidade da bituca de cigarro	Impactos ambientais
2024	<i>Development of environmentally friendly catalyst Ag-ZnO@cellulose acetate derived from discarded cigarette butts for reduction of organic dyes and its antibacterial applications</i>	Nanocompósito como catalisadores na redução de corantes em água	P*: redução do resíduo da bituca N**: geração de nanocompósitos que podem gerar nova poluição
2023	<i>A novel micro-sphere activated carbon synthesized from waste cigarette butts for ammonia adsorption</i>	Preparação de carvão ativado	P: redução de amônia N: liberação de compostos químicos
2022	<i>An experimental study on the stability and flow characteristics of mastic asphalt mix using cigarette butt additive</i>	Adição em asfalto	P: melhoria do asfalto N: necessidade da etapa de purificação
2022	<i>Study of the effects of incorporating depolluted cellulose acetate in mortars, with and without superplasticizer, in view of recycling cigarette butt waste</i>	Adição na massa de concreto	P: melhoria na estrutura do concreto N: possível presença de componentes tóxicos remanescentes
2021	<i>Effect of cigarette butt on concentration of heavy metals in landfill leachate: health and ecological risk assessment</i>	Liberação de metais pesados em aterro	N: aumento da concentração de metais pesados no chorume
2020	<i>The toxicity and valorization options of cigarettes butts</i>	Toxicidade dos componentes	P: redução da poluição, sustentabilidade e desenvolvimento N: escalabilidade, complexidade de processos e conscientização
2020	<i>Possible use of cigarette butt fiber modified bitumen in stone mastic asphalt</i>	Adição na manta asfáltica	P: manutenção das propriedades do asfalto N: processamento das bitucas antes da adição
2020	<i>Estrategias para la degradacion de colillas de cigarrillo: revisión de la literatura</i>	Revisão sobre as estratégias de degradação dos elementos	P: possibilidades de reduzir as bitucas do meio N: alguns usos de produtos químicos gerando outros resíduos
2020	<i>Efectos tóxicos de los lixiviados de la mezcla de colillas de cigarro sobre Daphnia magna y Artemia franciscana</i>	Análise da toxicidade do lixiviado	N: taxa de mortalidade elevada indicando toxicidade
2019	<i>Waste cigarette filter as nanofibrous membranes for on-demand immiscible oil/water mixtures and emulsions separation</i>	Membranas nanofibrosas para a separação de emulsões de água e óleo.	P: eficiência na separação de água e óleo N: necessidade de lavagens durante o processo

2017	<i>Potential use of cigarette filter as sound porous absorber</i>	Isolante acústico	P: materiais de construção sustentáveis N: necessidade de tratar questões de odor
2017	<i>Treatment of recycled cigarette butts (man-made pollutants) to prepare electrically conducting material</i>	Possibilidade conduzir energia em materiais eletrônicos	P: criação de eletrônicos mais sustentáveis N: possíveis liberações de gases durante o processo
2017	<i>Preparation of creating active carbon from cigarette filter waste using microwave-induced KOH activation</i>	Transformação em carbono ativado	P: redução da poluição da bituca e de corantes N: processo de ativação química
2017	<i>Procesos de biorremediación en el tratamiento de residuos sólidos de cigarrillo.</i>	Biodegradação	P: redução dos resíduos tóxicos N: necessidade de estudos em larga escala
2013	<i>Indirect effects of cigarette butt waste on the dengue vector Aedes aegypti (Diptera: Culicidae)</i>	Analisar mudanças de comportamento ou biológicas em mosquitos	P: possibilidade de redução dos mosquitos transmissores de doenças N: contaminação da água
2012	<i>Performance evaluation of cigarette filter rods as a biofilm carrier in an anaerobic moving bed biofilm reactor</i>	Produção de biofilme	P: melhoria da eficiência dos processos anaeróbicos N: possível contaminação tóxicas pela bituca
2010	<i>Cigarette butts and their application in corrosion inhibition for N80 steel at 90°C in a hydrochloric acid solution</i>	Inibição da corrosão	P: maior durabilidade dos materiais N: uso de químicos que podem causar outro tipo de poluição

*positivo; **negativo

Fonte: autora, 2024.

O estudo de Wu e Yang (2023) avaliou o reúso das bitucas de cigarro para a preparação de carvão ativado, a partir de um processo de reação hidrotérmica dividido em duas partes e uma ativação química por ácido fosfórico. Após os testes foi notado que as bitucas de cigarro foram transformadas em fragmentos denominados como microesferas, as quais apresentaram uma área superficial elevada gerando uma boa absorção de amônia, o que relaciona com o grupo funcional da superfície do carvão ativado.

Ahlatwat, Bhardawaj e Bhardwaj (2022), além de expor um método de purificação das bitucas, os autores discutem sobre a adição das bitucas em asfalto. Para a purificação, os autores removeram o papel que envolvia as pontas de cigarro antes de realizar a etapa de lavagem com água a 50°C por uma hora, antes da lavagem com água fria; esse procedimento foi realizado 4 vezes. Seguindo disso, as bitucas foram lavadas com etanol 99%, para

remoção de impurezas, e secas em forno por 10 h em 60°C. Após os processos de lavagem, cerca de 400 g de bitucas foram agitadas em 20 L de 0,02% de ácido sulfúrico por 30 min e, em seguida, mais 30 min de agitação em 20 L de cloreto de sódio 5%. Depois disso, a amostra foi extraída com etanol 100% sendo agitada a cada 30 min, os autores realizaram extração com éter e hexano e para finalizar a etapa de purificação as bitucas foram suspensas em acetona e posteriormente em água destilada. Com o acetato de celulose purificado, os autores realizaram a adição do mesmo no betume para a confecção das peças de asfalto e após os testes de resistência, foi possível concluir que as bitucas incorporadas no betume podem melhorar a qualidade, além de resolver parte da poluição causada pelo descarte incorreto.

Tannous *et al.* (2022) trouxeram a incorporação do acetato de celulose proveniente da bituca de cigarro na mistura de areia para a

confeção de concreto. Utilizando uma mistura de bitucas já purificadas, os pesquisadores realizaram uma limpeza padrão com água destilada e em seguida foi realizada uma trituração da mistura para secar em estufa a 60°C. Após esses processos, para a realização do concreto foi realizada uma mistura parcial de areia com o acetato despoluído para então produzir a argamassa. Com os protótipos prontos, o concreto de reuso das bitucas e o padrão passaram por testes da engenharia civil e a peça com a mistura areia+bituca, apresentou bons resultados comparados com o padrão (Tannous *et al.*, 2022).

Torkashvand *et al.* (2021) estudaram sobre a liberação de metais pesados em aterro a partir das pontas de cigarro. O estudo ocorreu em triplicata sendo os aterros pilotos, o primeiro apenas com resíduos comuns, outro com a adição de cigarros recém-fumados e o último, com cigarros coletados após serem descartados na cidade onde se sucedeu a pesquisa. A porção de resíduos foi triturada e coberta por uma camada de solo e disposta sobre uma camada de cascalho para que o chorume escorresse. O chorume coletado passou pelo processo de centrifugação a 3000 rpm por 30 min e filtrado em seguida. As análises do chorume foram baseadas na metodologia 1311 USA EPA, sendo possível concluir que as bitucas podem aumentar a concentração dos metais pesados estudados (cádmio, cromo, níquel, chumbo e zinco).

A universidade conhecida por Instituto Real de Tecnologia de Melbourne (*RMIT University*), localizada na cidade de Melbourne na Austrália, desenvolve diversas pesquisas, sob a orientação do professor Ph.D. Abbas Mohajerani, nas quais a bituca de cigarro é vista como matéria-prima para fabricação de tijolos e mantas asfálticas. Dentre as diversas publicações sobre o assunto, algumas têm destaque, como o artigo publicado por Kurmus e Mohajerani (2020), que aborda sobre a toxicidade dos componentes do cigarro, sendo eles o papel, o filtro e o tabaco, e como solução para evitar tal poluição os autores trazem, em uma vasta listagem, uma revisão bibliográfica sobre as diversas formas de tratamento para as bitucas, algumas das quais são desenvolvidas pela própria universidade, como a mistura de bitucas em tijolos de argila cozidos, em manta asfáltica. Outros exemplos são a produção de papel, o uso como inibidor de corrosão, a preparação de carbono poroso, a transformação das bitucas em isolante acústico.

Como citado anteriormente, na universidade

australiana, Rahman, Mahajerani e Giustozzi (2020) avaliaram a possibilidade de adicionar as fibras da ponta do cigarro na mistura da manta asfáltica e realizaram testes físicos no betume gerado, de acordo com as diretrizes locais. As amostras testadas apresentaram grande semelhança com a amostra sem a adição das bitucas. Antes de serem adicionadas nas amostras, as bitucas foram processadas e trituradas. Dentre os testes foram avaliadas condições como viscosidade, ponto de amolecimento, cisalhamento dinâmico, variações de temperatura, fissuras por fadiga e as diferenças que foram notadas são insignificantes, segundo os autores.

Em estudo desenvolvido por Corredor, Guzmán e Torres (2020) notou-se a viabilidade de inserir as bitucas trituradas na mistura de argila para a fabricação de tijolos não estruturais. A pesquisa ocorreu com diversas porcentagens da massa de bituca incorporada, tendo como estudo de base outros fatores como granulometria, densidade, composição química e mineralógica, análises termogravimétrica e termodiferencial. Após o cozimento do tijolo, a peça passou por testes de compressão e flexibilidade, densidade volumétrica e taxa de absorção de água, além de cálculos sobre os custos energéticos da produção de cada tijolo. Por fim, os três pesquisadores constataram que a adição de 2,5% de pontas de cigarro foi viável, conforme os parâmetros avaliados.

Rubio (2020) apresenta em um trabalho de revisão literária, pesquisas sobre as estratégias de degradação dos elementos da bituca, sendo eles o acetato de celulose, a nicotina, os metais pesados e os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPAs). Para a degradação do acetato de celulose, o uso de enzimas e de métodos físico-químicos foram apontados em estudos. Já no processo de degradação da nicotina e dos metais pesados são apontadas as técnicas que se utilizam de micro-organismos para desempenhar tal tarefa, atingindo níveis entre 97,7% e 100% de degradação da nicotina. No caso dos HPAs, técnicas distintas foram apresentadas, como a utilização de cogumelos para o consumo de o consumo de naftaleno, fluoreno e fenantreno. Já para naftaleno, acenafteno, fluoreno, antraceno e pireno, a utilização de micro-organismos se fez mais favorável.

Em nível de análise de toxicidade do lixiviado produzido a partir das bitucas, Wong e Azañero (2020), avaliaram a taxa de mortalidade de

crustáceos na presença de tal lixiviado durante 24 h. Os crustáceos do estudo são conhecidos cientificamente por *Daphnia magna* e *Artemia franciscana*. Para a geração do lixiviado, foram utilizadas 4 marcas de cigarro, para evitar a divergência dos componentes e, então, quantidades pré-definidas de bitucas fumadas de forma artificial permaneceram em agitador magnético em contato com 1 L de água dura reconstituídas por 24 h, para a geração do lixiviado que posteriormente seria testado com as *Daphnia magna*. O crustáceo em questão foi exposto a 6 doses distintas do lixiviado com menos de 24 h do seu nascimento, sendo observadas durante 48 h, tendo controle de pH, temperatura e taxa de evaporação. No lixiviado para uso com as *Artemia franciscana*, também foram utilizadas bitucas fumadas artificialmente, submersas em 1 L de água do mar sem cloro, durante 24 h. As larvas dessa espécie estiveram em contato com 5 concentrações diferentes. Como resposta do nível de toxicidade, as *Daphnia magna*, acusaram um percentual de 50% de morte em 48 h de observação, em concentração de 31,9 mg/l; já as *Artemia franciscana* tiveram o mesmo percentual de morte em apenas 24 h de experimento, em uma concentração de 185, 28 mg/L, provando-se então a toxicidade do resíduo gerado pelo ato de fumar.

Um grupo de pesquisadores chineses, liderado por Liu (2019), estudou o uso do filtro do cigarro como membranas nanofibras para a separação de emulsões de água e óleo. Para tal tarefa, as bitucas foram higienizadas através de lavagem e secagem para que então entrassem em contato com solventes para a etapa posterior. Após o processo de preparação das bitucas, a massa gerada foi disposta em uma malha de aço inoxidável e, em seguida, foi realizada a separação das misturas. A tela foi instalada em um tubo entre a mistura de água com azul de metileno, e o óleo em mistura de vários produtos da indústria petroleira e, após uma série de testes, os autores puderam concluir que a técnica apresentou resultado positivo para a separação de água e óleos.

Desenvolvido na Espanha, o artigo publicado por Maderuelo-Sanz, Escobar e Meneses-Rodríguez (2018), que recebe o título *Potential use of cigarette filter as sound porous absorber*, explora o possível uso das bitucas como isolante acústico de forma a absorver o som. Para a realização dos experimentos, a equipe triturou todos os elementos da bituca a fim de formar uma mistura homogênea. O processo originou duas

misturas, visto que os autores utilizaram duas amostras, sendo uma de filtros usados e outra de filtros novos. Após os testes realizados, para averiguar a eficiência do material em reter o som, as misturas de bitucas mostraram eficiência para tal tarefa, sendo que a mistura proveniente de bitucas não utilizadas resultou em um melhor desempenho em frequências mais baixas devido à alta porosidade. Os autores finalizam afirmando que há a necessidade de estudos mais aprofundados, além de outros estudos para minimizar odor e tratamento de constituintes prejudiciais que podem estar presentes nas bitucas usadas.

O problema ambiental causado pelo descarte incorreto das bitucas chamou a atenção de um grupo de pesquisadores na Índia, que se sucedeu com a pesquisa da possibilidade de transformar o filtro do cigarro em um material que conduza energia e possa ser utilizado em materiais eletrônicos. Ghosh *et al.* (2017) realizaram diversos processos até chegar ao resultado esperado. Algumas dessas etapas foram: remoção do papel que envolve o filtro, processos térmicos em mufla (pirólise), processos de microscopia de varredura e espectroscopia, espalhamento de luz e medições do potencial zeta. O material pirolisado resultou em bons índices de condutividade elétrica, apresentando potencial para uso posterior em eletrônicos, que além da condutividade não é necessário tratamento prévio.

Outra técnica encontrada que utiliza a bituca como material base é a pesquisa de Hamzah e Umar (2017), na qual os filtros de cigarro foram transformados em carbono ativado, por meio de modificações químicas e térmicas. Para o desenvolvimento dessa linha de pesquisa, as bitucas foram lavadas com água quente e posteriormente com álcool e secas de forma natural para que então o tratamento térmico fosse concluído em forno. Após essa etapa, as bitucas foram trituradas a ponto de virar pó e para que ocorresse a ativação do produto gerado uma solução de hidróxido de potássio foi adicionada, em três concentrações distintas; e, então, a ativação se sucedeu em um vidro tubular exposto à irradiação e então, finalmente, as amostras foram limpas com água quente e secas a vácuo. Com os resultados parecidos com o carbono ativado comum, como condições estruturais e capacidade de absorver corantes, os autores afirmam ser uma técnica viável para reciclagem do resíduo gerado pelo ato de fumar cigarros.

González (2017) avaliou o poder de um

determinado fungo em realizar a biodegradação das pontas de cigarro, a partir da micorremediação, e o alto crescimento do fungo em estudo, o *Pleurotus ostreatus*, o qual é utilizado nos processos de biorremediação em solos contaminados. Com isso, o estudo realizado *in vitro*, em laboratório, mostrou que as bitucas podem ser utilizadas como substrato para o crescimento do fungo em estudo, devido à necessidade da presença de carboximetilcelulose para iniciar o seu desenvolvimento e com isso, as bitucas são vistas como potencializador da atividade de degradação de substâncias realizada pelo fungo. A autora admite que o estudo é preliminar, porém positivo, visto que é o primeiro a ser desenvolvido na Colômbia.

Outra vertente de estudo sobre as bitucas de cigarro, em conjunto com o comportamento dos animais, é dirigida por Dieng *et al.* (2013). Em artigo publicado por eles, as bitucas serviram de base para analisar se existem mudanças de comportamento ou biológicas em pais e progênie dos mosquitos transmissores de dengue, em exposição a três concentrações distintas de pontas de cigarro, visto que o *Aedes aegypti* ainda é resistente a diversos inseticidas. Para a obtenção dos mosquitos, os pesquisadores contaram com o auxílio de uma universidade, a qual forneceu ovos da espécie estudada, e então as larvas eclodidas foram mantidas em água sem cloro até atingir a vida adulta e então pudessem ser separadas em dois grupos, machos e fêmeas, respectivamente. Após o processo de alimentação dos animais adultos, os mesmos entraram em processo de reprodução. O ambiente para o depósito dos ovos foi preparado contendo a emersão de uma bituca, com porção não queimada de tabaco, em 100 ml de água, e após o processo de reprodução, os autores revelaram que as fêmeas preferiram as soluções onde a bituca estava presente. Dentre as características avaliadas, a longevidade dos adultos provenientes das larvas que estiveram em contato com as bitucas foi menor do que aquelas nascidas da água pura, além da taxa de fertilidade que também diminuiu, mas os ovos depositados nas águas adulteradas apresentaram mesma taxa de eclosão e, com isso, os autores classificaram o estudo e o uso de água contaminada como uma estratégia eficaz para o controle de mosquitos.

Em processo de investigação, Sabzali, Nikaeen e Bina (2012), buscaram um uso alternativo para o resíduo da indústria do tabaco, o conhecido filtro e, então, os autores dirigiram a pesquisa do possível uso do filtro de cigarro em

processos anaeróbios, atuando como biofilme. Na pesquisa, o efluente foi proveniente de um reator biológico de leito móvel (MBBR), sendo testado separadamente com a membrana padrão e com o filtro de cigarro em diferentes momentos. Após a sequência de teste, foi concluído que o material em prova apresenta alta área de superfície, alta porosidade e aspereza, em comparação com o biofilme utilizado anteriormente, podendo então aumentar as reações do sistema anaeróbico e ainda, a haste do filtro apresenta um custo mais baixo e boa durabilidade sem deformações.

Em estudo intitulado como *Cigarette butts and their application in corrosion inhibition for N80 steel at 90°C in a hydrochloric acid solution*, Zhao *et al.* (2010) avaliaram a inibição da corrosão de aço N80 a 90 °C em ácido clorídrico, utilizando água em contato com as pontas de cigarro. Como conclusão do trabalho, os autores apontaram que a mistura da água, que esteve em contato com as guimbas com HCl (ácido clorídrico; 10% de peso), resultou em uma eficácia de 94,6%, junto com inibidor de 5%.

De forma geral, os estudos apresentados são soluções viáveis para a redução da poluição gerada pelas bitucas de cigarro, desde que observados os processos a serem desenvolvidos, de forma a não gerar outros compostos poluentes, e se gerados devem ter o tratamento adequado. Outro ponto a ser cuidadosamente avaliado é a viabilidade de aplicação do método ao ambiente específico de estudo, bem como questões de geração e coleta também devem ser observados. E por fim, questões de escalabilidade dos processos devem ser avaliadas de acordo com a respostas dos fatores anteriormente citados.

3.2 Patentes de invenção

No Quadro 3 são apresentadas duas patentes desenvolvidas em universidades brasileiras.

A patente número 102019019637-8, foi depositada pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) e traz uma alternativa viável, econômica e com propósito ambiental. Com isso o processo de obtenção de carvão ativado através de bitucas de cigarro, pelo método hidrotérmico, passa a ser uma alternativa eficiente, sendo possível a aplicação do produto em diversos ramos, por exemplo, em processos de adsorção ou catálise e uso agrícola, além de apresentar usos alternativos das frações líquidas e gasosas que o processo da transformação gera, como combustível e auxiliar na geração de energia. No processo, as bitucas

são secas e trituradas e então introduzidas no método de hidrocarbonização em autoclave, junto com uma porção de água. Após esse processo, o carvão obtido é seco e preparado para a modificação em tratamento alcalino na presença de NaOH (hidróxido de sódio), para que então esteja pronto para o uso depois de uma última secagem. Em resumo, as faixas de temperatura

para o resultado positivo desse processo são entre 433 K a 493 K, com duração de no mínimo 12 horas e máximo de 72 horas. A patente, ainda, apresenta resultados positivos da ação de absorção de azul de metileno, utilizando-se o carvão modificado resultante dos experimentos apresentados (Rinaldi *et al.*, 2020).

Quadro 3 - Relação das patentes abordadas

Ano de publicação	Utilidade	Número	Impactos ambientais
2020	Obtenção de carvão ativado através de bitucas de cigarro	102019019637-8	P*: uso eficiente N**: consumo de energia
2005	processo de produção de papel com o uso de bitucas	0305004-1	P: uso integral N: consumo de água

*positivo; **negativo

Fonte: autora, 2024.

Já a Universidade de Brasília (UnB), registrou uma patente, número 0305004-1, sobre o processo de produção de papel apenas com o uso de bitucas, a partir de um processo de hidrólise, a 80 °C, das bitucas na presença ou não de catalisadores, sendo possível utilizar ácidos ou bases orgânicos ou inorgânicos, a fim de formar uma pasta de celulose, visto que as bitucas são fabricadas de acetato de celulose. Após a secagem da massa proveniente do cozimento é realizada a trituração do material em liquidificador com água e então se transforma em papel, utilizando-se telas para servir de molde e para escoar a água. O papel produzido no Laboratório Experimental de Materiais Expressivos do Instituto de Artes, sob coordenação da professora Thérèse Hofmann, é utilizado, dentre suas inúmeras funções, como material de troca com a Escola Nacional de Administração Pública, por exemplo, que mediante a entrega, o laboratório recebe água sanitária que pode ser utilizada em outros processos locais (Costa; Duarte; Suarez, 2005).

3.3 Iniciativas privadas

No Quadro 4 são apresentadas as iniciativas privadas desenvolvidas em diversos países.

Em um panorama mundial, a empresa que tem maior destaque com as questões de reciclagem, não só do resíduo gerado pelos fumantes, é a *TerraCycle*, que tem como *slogan* a seguinte frase: “Eliminando a ideia de resíduos”. Instalada em 21 países, a companhia apresenta programas em que pessoas físicas e jurídicas podem realizar um cadastro prévio na coleta do

resíduo escolhido e após um certo peso ser atingido, é possível enviar à *TerraCycle* de forma gratuita, onde a empresa transforma o resíduo em materiais plásticos, entre outros produtos. Além de realizar essa coleta, também é disponibilizado material de divulgação e dentro do próprio site existem concursos e ações sociais a fim de transformar o resíduo entregue em doações para instituições sem fins lucrativos ou escolas, de escolha pessoal (TerraCycle, 2021). O programa de coleta de bitucas ainda não chegou ao Brasil, mas já são desenvolvidas iniciativas nos Estados Unidos, por exemplo, a empresa transforma as guimbas em produtos plásticos, como bancos e *pallets*, além de transformar o fumo em composto (TerraCycle, 2021). Os materiais aceitos nessa categoria são os mais distintos dentro do ramo, os quais estão demonstrados na Figura 1.

Seguindo esse critério de transformação da bituca, um programa instalado na França, conhecido como *MéGO*, realiza a coleta da matéria-prima (bituca) para gerar uma espécie de plástico utilizado para produzir cinzeiros, coletores de bitucas, e placas no estilo MDF, entre outros produtos, além de promover a divulgação e a conscientização do descarte correto (*MéGO*, 2020).

No ramo empresarial, alguns estabelecimentos apresentam iniciativas a fim de atribuir valor às bitucas descartadas, que é o caso da *Poiato Recicla*, denominada como primeira usina de reciclagem desse material no Brasil. Localizada no estado de São Paulo, a empresa utiliza tecnologia nacional, desenvolvida pela

Universidade de Brasília, para a transformação da bituca em papel (Poiato Recicla, 2020).

Quadro 4 - Relação das iniciativas privadas abordados

Ano de publicação	Uso da bituca para	Local	Impactos ambientais
2021	Transformar o resíduo em materiais plásticos	21 países	P*: abordagem abrangente e transformação em produtos úteis N**: consumo de energia
2020	Produzir cinzeiros, coletores de bitucas, e placas no estilo MDF	França	P: transformação de resíduos e conscientização ambiental N: emissão de gases para realizar a gestão
2020	Transformar em papel	Brasil	P: valorização do resíduo N: emissão de gases e poluentes
2020	Fabricar pranchas de surf	Brasil	P: redução dos resíduos em praias N: Viabilidade escalabilidade
2017	Compor de adubos para grama	Brasil	P: conscientização N: eficiência da coleta e destino final
2017	Ninho para pássaros e confecção de gorros e cachecóis	Países Baixos	P: reutilização criativa N: higiene, segurança e resistência

*positivo; **negativo
Fonte: autora, 2024.

Figura 1 - Resíduos aceitos no programa TerraCycle



Fonte: adaptado de TerraCycle.

De forma mais sustentável em praias, onde o material é encontrado em maiores escalas e afeta de forma mais direta o meio ambiente, desde a poluição das areias e vegetação ao redor como a vida marinha, resultando em contaminação das águas e morte de animais, um projeto da cidade de Itapirubá, em Santa Catarina, chamou a atenção quando passou a produzir pranchas de surfe com o vilão das praias, as bitucas. Com bitucas coletadas em 30 bituqueiras dispostas ao longo da praia, o *designer* das pranchas, Andriago Porto Alegre, relatou que quando as pranchas são confeccionadas com bitucas, tanto na frente quanto atrás, e recebem o encerramento tradicional, o *designer* afirma que, essas pranchas acabam ficando mais resistentes do que aquelas fabricadas com fibra de vidro, criando-se assim, uma maneira sustentável para o reuso do material e cerca de 600 bitucas deixam de poluir o planeta. O projeto chamou a atenção da maior feira de pranchas do mundo, na Califórnia, que pretende expor a invenção em breve (Diário, 2020).

A capital do estado do Paraná conta com a empresa *Ecocity* e seu projeto bituca zero, que é desenvolvido em outras 14 empresas de forma a instalar lixeiras específicas para guimbas, as quais após o processo de coleta, complementam a composição de adubos para grama, muito utilizado em taludes de sustentação (Carvalho, 2017).

Um artista plástico de Roterdã, Países Baixos, em 2013 desenvolveu um ninho para pássaros utilizando as bitucas, após notar que os próprios animais estavam utilizando os resíduos para tal tarefa. No processo de montagem, os filtros são higienizados e pela presença do acetato de celulose, acabam imitando alguns tecidos sintéticos e aquecem os ovos, além de evitar que outras espécies se aproximem devido ao cheiro característico. Após o artista Isaac Monté ter notado a similaridade das bitucas com fibras sintéticas, ele desenvolveu outro processo de reciclagem das pontas de cigarros em 2017, denominado como *Filter Knitwear*, que consiste em um desfiamento do acetato a fim de formar fios que posteriormente foram utilizados para tecer um gorro e um cachecol, que hoje estão expostos na Holanda (Material Distic, 2017).

A partir da revisão bibliográfica realizada foi possível avaliar desde artigos até a comercialização de algumas formas de reuso e reciclagem da bituca de cigarro, em diversas escalas de produção, o que resulta em diversas soluções para o problema ambiental gerado pelo descarte incorreto. Por apresentar grande

variabilidade nas formas de reciclagem, as bitucas de cigarros passam a tornar materiais possíveis para a reciclagem como foi abordado durante a exposição dos artigos, patentes e iniciativas privadas. Com a vasta variedade é necessário avaliar viabilização de projetos de reciclagem das bitucas de cigarro conforme a geração e demanda a ser resolvida.

4 CONCLUSÕES

Com a busca realizada foi possível afirmar que as guimbas ou bitucas/pontas de cigarro, como são popularmente conhecidas, apresentam potencial de reciclagem para reinserção desse material nos ciclos produtivos, nos processos industriais para a geração de diversos tipos de produtos que podem ser comercializados, gerando a valorização desses resíduos, já que as bitucas de cigarro podem ser versáteis no processo de reutilização.

Por ser fonte de acetato de celulose, as alternativas de reciclagem são inúmeras, e além de favorecer a indústria, auxiliam o planeta quando o assunto é poluição, visto que esse pequeno resíduo está marcando presença nos mais distintos lugares e em grandes quantidades, afetando as manifestações de vida, diretamente ou não.

Os artigos expostos, em sua maioria, são oriundos de países do continente asiático, como China, Irã, Malásia e outros. Os filtros de cigarro foram base para diversos projetos como inibidores de corrosão, condutores de energia e utilizados como biofilme no tratamento de águas residuárias. Contudo, o Ocidente também publica sobre o tema, tendo destaque a Austrália e a Colômbia, com artigos que exploraram a toxicidade do lixiviado com crustáceos, a eficiência do material como isolante acústico, ou ainda a incorporação do filtro em argilas e asfaltos, entre outras pesquisas.

Já o Brasil, apesar das patentes registradas sobre a temática, apresenta um maior acervo nas questões de iniciativas privadas para transformações como pranchas de surfe, folhas de papel, adubo, além de um composto que auxilia na recuperação de áreas degradadas.

Com isso conclui-se que há tecnologias viáveis para a reciclagem das bitucas, tanto no meio industrial como no nosso cotidiano, tornando esse resíduo que antes era descartado sem valor algum, tornando-se um passivo ambiental, em um componente para geração de novos produtos. E por fim, para que a mudança ocorra em grande

escala, é necessário a conscientização da população para a mudança em seus hábitos de consumo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo: ABREMA. [S.l.], 2023. Disponível em:

https://www.abrema.org.br/wp-content/uploads/dlm_uploads/2024/03/Panorama_2023_P1.pdf. Acesso em: 22/02/2024

AHLAWAT, Yadvendra.; BHARDAWAJ, Avdesh.; BHARDWAJ, Raghav. An experimental study on the stability and flow characteristics of mastic asphalt mix using cigarette butt additive.

Materials Today Proceedings, Delhi, p. 651-661, 23 Mar. 2022. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/359416884_An_experimental_study_on_the_stability_and_flow_characteristics_of_mastic_asphalt_mix_using_cigarette_butt_additive. Acesso em:

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília, DF: Gabinete da Presidência da República, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 12/02/2024

BRASIL. **Lei nº 12.546**, de 14 de dezembro de 2011. Brasília, DF: Gabinete da Presidência da República, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12546.htm. Acesso em: 12/02/2024

CARVALHO, Vicente. Razões para acreditar. 2017. Disponível em: <https://razoesparaacreditar.com/bitucas-de-cigarro-adubo-grama/>. Acesso em: 31/10/2023

CORREDOR, K.; GUZMÁN, Á.; TORRES, N. Factibilidad en la fabricación de ladrillos no estructurales, a partir del reciclaje de las colillas de cigarrillo. **Revista Ingeniería de Construcción RIC**, Bogotá, v. 35, n. 3, p. 232-245, set. 2020.

COSTA, Thérèse Hofmann Gatti Rodrigues da; DUARTE, Marco Antonio Barbosa; SUAREZ, Paulo Anselmo Ziani. **Reaproveitamento de**

fibras de acetato de celulose e filtros de cigarros para obtenção de celulose e papel.

Depositante: Fundação Universidade de Brasília. PI 0305004-1 B1. Depósito: 6 out. 2003. Concessão: 11 nov. 2014.

CRUZ, Alisson Costa da; MEIRELES, Carla da Silva; RIBEIRO, Sabrina Dias; FILHO, Guimes Rodrigues; ASSUNÇÃO, Rosana Maria Nascimento de; CERQUEIRA, Daniel Alvez; ZENI, Mara; POLETTO, Patrícia. Utilization of cellulose acetate produced from mango seed cellulose as matrix for production of microparticles systems. **Química Nova**, Uberlândia, v. 34, n. 3, p. 385-389, jan. 2011.

DIENG, Hamady; RAJASAYGAR, Sudha; AHMAD, Abu Hassan; RAWI, Che Salamah Md.; AHAMD, Hamdan; SATHO, Tomomitsu; MIAKE, Fumio; ZUHARAH, Wan Fatma; FUKUMITSU, Yuki; SAAD, Ahman Ramli; HAMID, Suhaila Abdul; VARGAS, Ronald Enrique Morales; MAJID, Abdul Hhafiz Ab; FADZLY, Nik; KASSIM, Nur Faeza Abu; HASHIM, Nur Ainda; GHANI, Idris Abd; ABANG, Fatimah Bt; ABUBAKAR, Sazaly. Indirect effects of cigarette butt waste on the dengue vector *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Acta Tropica**, Penang, v. 130, p. 123-130, Nov. 2013.

DIÁRIO. **Em SC, bitucas de cigarro recolhidas da praia viram prancha de surfe**. Diário NSC Total, Florianópolis, 15 fev. 2020. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/noticias/em-sc-bitucas-de-cigarro-recolhidas-da-praia-viram-prancha-de-surfe>. Acesso em: 07/02/2024

FREITAS, Roberta Ranielle Matos de. **Estudo das propriedades dinâmico mecânicas e de biodegradação de acetatos de celulose com diferentes graus de substituição**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/8749>. Acesso em: 15/02/2024

GHOSH, Tapas Kumar; SADHUKHAN, Sourav; RANA, Dipak; SARKAR, Gunjan. Treatment of recycled cigarette butts (man-made pollutants) to prepare electrically conducting material. **Journal of the Indian Chemical Society**, West Bengal, v. 94, p. 863-870, Aug. 2017.

GONZÁLEZ, Peña; ROXANA, Jeimmy. **Procesos de biorremediación en el tratamiento de residuos sólidos de cigarrillo**. 2017. Tesis (Magister en Ciencias-Química) - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, p. 99, 2017.

HAMZAH, Yanuar; UMAR, Lazuardi. Preparation of creating active carbon from cigarette filter waste using microwave-induced KOH activation. **Journal of Physics Conference Series**, v. 853, p. 012027, May 2017.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. 2020. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/en/node/1421>. Acesso em: 22/11/2023

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. **Prevalência do tabagismo**. 19 out. 2022. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/observatorio-da-politica-nacional-de-controle-do-tabaco/dados-e-numeros-prevalencia-tabagismo>. Acesso em: 22/11/2023

KURMUS, Halenur; MOHAJERANI, Abbas. The toxicity and valorization options of cigarettes butts. **Waste Management**, Melbourne, v. 104, n. 2020, p. 104-118, Jan. 2020.

LIU, Weimin; CUI, Mengke; SHEN, Yonggjian; ZHU, Guorong; LUO, Lan; LI, Mouji; LI, Jian. Waste cigarette filter as nanofibrous membranes for on-demand immiscible oil/water mixtures and emulsions separation. **Journal of Colloid and Interface Science**, Lanzhou, v. 549, n. 2019, p. 114-122, Apr. 2019.

MADERUELO-SANZ, Rubén; ESCOBAR, Valentín Gómez; MENESES-RODRÍGUES, Juan Miguel. Potential use of cigarette filters as sound porous absorber. *Applied Acoustics*, Cáceres, v. 129, n. 2018, p. 86-91, Jan. 2018.

MATERIAL DISTRIC. Cigarette filters as raw material for birdhouses and knitwear. Amsterdam, 2 Aug. 2017. Disponível em: <https://materialdistrict.com/article/cigarette-filters-raw-material/>. Acesso em: 05/12/2023

MAZZI, Carolina. Consumo de cigarro aumentou para 34% dos fumantes brasileiros durante a pandemia, diz pesquisa da Fiocruz. **O Globo**, Rio de Janeiro, 14 ago. 2020. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/consumo-de->

[cigarro-aumentou-para-34-dos-fumantes-brasileiros-durante-pandemia-diz-pesquisa-da-fiocruz-1-24583015](https://oglobo.globo.com/sociedade/consumo-de-cigarro-aumentou-para-34-dos-fumantes-brasileiros-durante-pandemia-diz-pesquisa-da-fiocruz-1-24583015). Acesso em: 05/12/2023

MéGO!, 2020. Acessível em: <https://me-go.fr/> ou MÉGO. Cigarettes. 2020. Disponível em: <https://me-go.fr/>. Acesso em: 07/02/2024

MEIRELES, Carla da Silva. **Síntese e caracterização de membranas de acetato de celulose, obtido do bagaço da cana-de-açúcar, e blendas de acetato de celulose com poliestireno de copos plásticos descartados**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.p. 65.

MOUSA, Heba; EL-HAY, Soad S.Abd; SHEIKH, Ragaa El; GOUDA, Ayman A.; EI-GHAFFAR, Samar Abd; EL-AAL, Mohamed Abd. Development of environmentally friendly catalyst Ag-ZnO@cellulose acetate derived from discarded cigarette butts for reduction of organic dyes and its antibacterial applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 258, p. 128890–128890, 1 Feb. 2024.

NOVOTNY, Thomas E.; LUM, Kristen; SMITH, Elizabeth; WANG, Vivian; BARNES, Richard. Cigarettes Butts and the Case for an Environmental Policy on Hazardous Cigarette Waste. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, San Diego, v 6, n. 5, p. 1691–1705, May 2009. ISSN 1660-4601.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. 2019

POIATO RECICLA. 2020. Disponível em: <https://poiatorecicla.com.br/>. Acesso em:

RAHMAN, Md Tareq; MOHAJERANI, Abbas; GIUSTOZZI, Filippo. Possible use of cigarette butt fiber modified bitumen in stone mastic asphalt. **Construction and Building Materials**, Melbourne, v. 263C, n. 10, p. 120-134, Jul. 2020.

RINALDI, Andrelson Wellington; MANIEZZO, Rogério dos Santos; LIMA, Hugo Henrique Carline de; MOISÉS, Murilo Pereira; ARROYO, Pedro Augusto; GUILHERME, Marcos Rogério. Processo de obtenção de carvão ativado a partir da carbonização hidrotérmica de bitucas de cigarro e carvão ativado obtido. Depositante:

Universidade Tecnológica Federal do Paraná;
Universidade Estadual de Maringá. BR 10 2019
019637 8. Depósito: 20 set. 2019. Concessão: 18
out. 2022.

RUBIO, Laura Camila Hernández. **Estrategias para la degradacion de colillas de cigarrillo: revisión de la literatura.** 2020. Tesis (Trabajo de Grado en Microbiología Industrial) - Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2020.

SABZALI, Ahmad; NIKAEEN, Mahnaz; BINA, Bijan. Performance evaluation of cigarette filter rods as a biofilm carrier in an anaerobic moving bed biofilm reactor. **Environmental Technology**, Isfahan, v. 33, n. 13-15, p. 1803–1810, Jul./Aug. 2012. ISSN 10.1080.

SILVA, Valdic Luiz da. **Aproveitamento sustentável do bagaço de cana de açúcar para obtenção de acetato de celulose.** 2014. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

TANNOUS, Joe; SALEM, Thouraya; METALSSI, Othman Omikrine; MARCEAU, Sandrine; FENCHONG, Teddy. Study of the effects of incorporating depolluted cellulose acetate in mortars, with and without superplasticizer, in view of recycling cigarette butt waste. **Construction and Building Materials**, Arcueil, v. 346, n. 5, Sep. 2022.

TERRACYCLE. 2021. Disponível em: <https://www.terracycle.com/pt-BR/>. Acesso em: 19/02/2024

TERRACYCLE. **Cigarette Waste Free Recycling Program.** 2021. Disponível em: <https://www.terracycle.com/en->

US/brigades/cigarette-waste-recycling. Acesso em: 19/02/2024

TORKASHVAND, Javad; GODINI, Kazem; NOROUZI, Samira; GHOLAMI, Mitra; YEGANEH, Mojaba; FARZADKIA, Mahdi. Effect of cigarette butt on concentration of heavy metals in landfill leachate: health and ecological risk assessment. **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, Tehran, v. 19, n. 1, p. 483–490, 19 Feb. 2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Tipos de revisão de literatura.** Botucatu: UNESP, 2015.

WONG, Marco Antonio Liza; AZAÑERO, Armando Vélez. Efectos tóxicos de los lixiviados de la mezcla de colillas de cigarro sobre *Daphnia magna* y *Artemia franciscana*. Tesis (Trabajo de Grado Bachiller en Ingeniería Ambiental) - Universidad Científica del Sur, Lima, 2020.

WU, Liangyi; YANG, Liuchun. A novel micro-sphere activated carbon synthesized from waste cigarette butts for ammonia adsorption. **Waste Management**, v. 168, p. 396–405, 1 Aug. 2023.

ZAFEIRIDOU, Maria; HOPKINSON, Nicholas S.; VOULVOULIS, Nikolaos. Cigarette Smoking: An Assessment of Tobacco's Global Environmental Footprint Across Its Entire Supply Chain. **Environmental Science & Technology**, London, n. 52, n. 15, p. 8087-8094, Jul. 2018.

ZHAO, Jun; ZHANG, Ningsheng; QU, Chengtun.; WU, Xinmin; ZHANG, Juantao; ZHANG, Xiang. Cigarette Butts and Their Application in Corrosion Inhibition for N80 Steel at 90 °C in a Hydrochloric Acid Solution. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, Xi'an, v. 49, n. 8, p. 3986-3991, Mar. 2010. ISSN 10.1021.