



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**  
**LABORATÓRIO DE MATERIAIS E COMBUSTÍVEIS - LMC**



**ALESSANDRO ALMEIDA DE SOUZA**

**RECICLAGEM DE BITUCA DE CIGARRO PARA OBTENÇÃO DE CELULOSE E  
SEU DERIVADO XANTATO**

**BRASÍLIA – DF**

**2º/2022**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**  
**LABORATÓRIO DE MATERIAIS E COMBUSTÍVEIS - LMC**



**ALESSANDRO ALMEIDA DE SOUZA**

**RECICLAGEM DE BITUCA DE CIGARRO PARA OBTENÇÃO DE CELULOSE E  
SEU DERIVADO XANTATO**

Trabalho de Conclusão de Curso em Química Tecnológica apresentado ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Química Tecnológica.

Orientador(a): Prof. Dr. Paulo Anselmo Ziani Suarez

Coorientador: Profa. Dra. Thérèse Hofmann Gatti Rodrigues da Costa

**BRASÍLIA – DF**

2º/2022

Dedico este trabalho especialmente aos meus pais por todo o incentivo e apoio para que isso se tornasse possível, sem eles eu não chegaria até aqui e muitos dos meus sonhos não se realizariam.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades, que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas em todos os momentos.

Ao professor Paulo Anselmo, pela orientação, apoio e confiança, agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a me ensinar.

Agradeço a minha mãe Maria Divina, heroína que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

Ao meu pai Edmilson, que me fortaleceu e foi muito importante para a conclusão da minha graduação.

Aos meus amigos: Agatha Beatriz, Gabriel Fortuna, Gabriel Santos, João Pedro, Jeffrey Lyllion, Alisson Silva, Júlia de Moraes, Bruna Araújo, Eduardo Mendes, Gabriela Cavalcanti, Mariana Moura, Thayllan de Jesus, Vitor Santos, Oscar Pereira, Igor Malaquias, Athos Soares, e Matheus Alves, companheiros de trabalhos e de disciplinas que de alguma forma contribuiriam e fizeram parte da minha formação.

Sou grato a minha namorada Agatha Beatriz, que nunca me recusou amor, apoio e incentivo. Obrigado, por compartilhar os inúmeros momentos de ansiedade e estresse ao longo da graduação. Sem você ao meu lado o trabalho não seria concluído.

E por fim a Universidade de Brasília, seu corpo docente, e direção do Instituto de Química, por tornar minha graduação possível.

*“Mesmo desacreditado e ignorado por todos, não posso desistir, pois para mim, vencer é nunca desistir”.*

*(Albert Einstein)*

## RESUMO

Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), o cigarro é um dos principais causadores de doenças do sistema respiratório. O seu principal resíduo sólido, a bituca, também causa um grande impacto para o meio ambiente, principalmente pelo seu descarte irresponsável diariamente. Além dos diversos malefícios que o consumo da droga traz à saúde humana e da agressão ao solo causada pelo uso de agrotóxicos no cultivo do tabaco, há outro grave problema associado ao consumo de cigarros, a poluição originada a partir do descarte incorreto das bitucas, pois o tempo de decomposição de uma bituca de cigarro descartada incorretamente pode chegar até cinco anos. Basta caminhar pelas ruas de qualquer cidade brasileira para ver uma bituca de cigarro em cada canto, pois muitos fumantes ainda jogam suas bitucas em qualquer lugar depois que o cigarro acaba, ignorando os riscos ambientais que esse descarte incorreto representa. Este lixo com aparência insignificante pode poluir o solo, contaminar águas, entupir vias fluviais, além de ser considerado como o principal causador de incêndios nas margens das estradas em épocas de seca. É classificado como micro lixo tóxico e é o maior poluidor dos oceanos, mais do que as sacolas e canudos de plástico, sendo que pesquisadores já encontraram resíduos de bitucas em 30% das tartarugas e 70% das aves marinhas. Nesta era de colapso ambiental, torna-se essencial a adoção da economia circular, centrada na redução, reutilização, restauração e regeneração de materiais e energia em circuitos fechados. Nesse contexto, a economia circular surge como um novo valor para os recursos extraídos e produzidos em circularidade, que pode gerar oportunidades e benefícios socioambientais, sendo para a sociedade quanto para as organizações. Entretanto, existem formas de se tratar os resíduos gerados a partir do consumo de cigarros de maneira a diminuir o impacto danoso causado ao meio ambiente, transformando-os em substitutos a matérias-primas tradicionais para desenvolvimento de produtos feitos a partir da reciclagem. Nesse propósito, torna-se relevante agregar técnicas e processos os quais com finalidades distintas, assumem em conjunto um caráter de complementaridade; associar novas tecnologias a pressupostos da sustentabilidade, incorporar novos conceitos e responsabilidades aos processos já praticados no que diz respeito a esse assunto. O presente trabalho estudou a possível transformação de bitucas de cigarro em polpa de celulose e o uso desta para a obtenção de xantato de celulose (Rayon).

**Palavras-chaves:** Bituca de Cigarro; Reciclagem; Celulose; Rayon; Problema Ambiental.

## ABSTRACT

According to World Health Organization (WHO) data, cigarettes are one of the main causes of respiratory system diseases. Its main solid residue, the butt, also causes a great impact on the environment, mainly due to its irresponsible disposal every day. In addition to the various harms that the drug's consumption brings to human health and the aggression to the soil caused by the use of agrochemicals in the cultivation of tobacco, there is another serious problem associated with cigarette consumption, the pollution caused by the improper disposal of butts, as the decomposition time of an improperly discarded cigarette butt can reach up to five years. Just walk the streets of any Brazilian city to see a cigarette butt in every corner, as many smokers still throw their butts anywhere after the cigarette ends, ignoring the environmental risks that this improper disposal represents. This insignificant-looking trash can pollute the soil, contaminate waters, clog waterways, in addition to being considered the main cause of fires on the sides of roads in dry seasons. It is classified as toxic micro-waste and is the largest polluter of oceans, more than plastic bags and straws, and researchers have already found residues of butts in 30% of turtles and 70% of seabirds. In this era of environmental collapse, the adoption of the circular economy, centered on the reduction, reuse, restoration, and regeneration of materials and energy in closed circuits, becomes essential. In this context, the circular economy emerges as a new value for resources extracted and produced in circularity, which can generate opportunities and socio-environmental benefits, both for society and for organizations. However, there are ways to treat the waste generated from cigarette consumption in order to reduce the harmful impact caused to the environment, transforming them into substitutes for traditional raw materials for the development of products made from recycling. In this purpose, it becomes relevant to aggregate techniques and processes which with distinct purposes, assume in combination a character of complementarity; associate new technologies to sustainability assumptions, incorporate new concepts and responsibilities to the processes already practiced with regard to this matter. This work studied the possible transformation of cigarette butts into cellulose pulp and the use of this to obtain cellulose xanthate (Rayon).

**Keywords:** cigarettes butts, recycle, celulose, rayon, environmental problem

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Estrutura da celulose.....	13
Figura 2. Disposição da celulose.....	14
Figura 3. Nitrato de celulose.....	16
Figura 4. Xantato de celulose.....	17
Figura 5. Acetato de celulose.....	18
Figura 6. Ranking dos maiores produtores de celulose no mundo em 2020.....	20
Figura 7. Componentes de um cigarro.....	23
Figura 8. Quantidade de materiais encontrados no mar.....	26
Figura 9. Bituca provoca incêndio em propriedade agrícola.....	27
Figura 10. Caixa coletora de bituca localizada no centro acadêmico de química – Subsolo- ICC sul – UnB.....	32
Figura 11. Caixa coletora de bituca localizada na entrada do Instituto de Química – UnB.....	32
Figura 12. Hidrolise do acetato de celulose.....	33
Figura 13. Fabricação do Rayon.....	36
Figura 14. Infravermelho da celulose.....	37
Figura 15. Espectro de IV do Rayon de bituca.....	38
Figura 16. Espectro de IV do Rayon de bituca com ATR.....	38
Figura 17. Espectro de IV do Rayon de algodão bruto.....	39
Figura 18. Espectro de IV do Rayon de algodão industrial.....	39
Figura 19. Espectro de combinatório.....	40
Figura 20. Esquema para reutilização da celulose.....	41

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Ranking dos maiores produtores de celulose no mundo em 2020.....	21
---	----

# SUMÁRIO

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	10
2. OBJETIVOS .....	12
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
3.1 Celulose e seus derivados .....	12
3.1.1 Celulose e sua história.....	12
3.1.2 Meios de obtenção da celulose.....	15
3.1.3 Suas modificações .....	16
3.1.4 Mercado da celulose .....	20
3.2 Bituca de cigarro e seus problemas .....	21
3.2.1 Bituca e o mercado .....	21
3.2.2 Decomposição da bituca .....	23
3.2.3 Problemas ocasionados pelo descarte inapropriado.....	24
3.3 Métodos e tecnologias para reutilização de bitucas.....	28
3.3.1 Produção de papel reciclável .....	28
3.3.2 Uso de bitucas como inseticidas .....	29
3.3.3 Produção de tijolos.....	29
4. METODOLOGIA.....	30
4.1 Materiais .....	30
4.1.1 Reagentes.....	30
4.1.2 Equipamentos .....	31
4.3 Obtenção da celulose provinda da bituca.....	31
4.4 Produção e análise da fibra de Rayon .....	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
5.1 Produção de Rayon .....	34
5.2 Análise no infravermelho .....	36
5.3 Economia Circular .....	41
6. CONCLUSÃO .....	42
7. REFERÊNCIAS.....	43

## 1. INTRODUÇÃO

A população mundial ultrapassa hoje a incrível marca de 8,0 bilhões de habitantes e está cada vez mais ávida por consumo. Além disso os recursos naturais são finitos e associados a uma prática econômica não sustentável, onde a extração de recursos é bem mais rápida do que a reposição deles pela natureza, conseqüentemente gerando a incerteza que a longo prazo a disponibilidade de recursos venha a reduzir ou até mesmo acabar. Na sociedade na qual vivemos, quase tudo gira entorno do consumismo, muita das vezes desenfreado onde a necessidade, causada pela síndrome de ter algo novo, melhor e mais rápido acabaram se tornando referências, ou até mesmo um padrão a ser seguido, pois nos últimos anos.

A vida útil dos produtos está diminuindo cada vez mais, por um processo de obsolescência programada, o que acaba resultando em consumidores querendo novos produtos mais rapidamente e acabam utilizando seus produtos “antigos” por um prazo mais curto. Isso tudo resulta em uma menor necessidade de produtos de boa qualidade que possam ser usados a longo prazo, o que estimula mais ainda os consumidores a comprar novos produtos rapidamente.

A geração de resíduos sólidos é um desafio para muitos países em desenvolvimento, incluindo o Brasil. Com o aumento populacional e o crescimento econômico, a produção e o consumo de produtos também aumentam, resultando em um maior volume de resíduos sólidos gerados.

De acordo com ABRELPE em 2017, a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil totaliza 78,4 milhões de toneladas anualmente, sendo que apenas 71,6 milhões de toneladas são coletadas e 6,9 milhões são descartadas incorretamente. Dos resíduos coletados, cerca de 42,3 milhões de toneladas são destinados a aterros sanitários e mais de 29 milhões são despejados em lixões sem critérios sanitários. Esses números são preocupantes, pois o descarte inadequado desses resíduos pode causar impactos ambientais significativos, como a contaminação do solo e da água, além de prejudicar a saúde pública.

Para enfrentar esse problema, é necessário investir em políticas públicas que incentivem a gestão adequada dos resíduos sólidos. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei N. 12.305, de 2 de agosto de 2010 instituída no Brasil, é um exemplo de medida importante que busca dar diretrizes para o gerenciamento dos resíduos sólidos. Além da necessidade de investir

em infraestrutura adequada para o gerenciamento dos resíduos, incluindo a coleta seletiva, a reciclagem e a destinação final em aterros sanitários.

No Brasil, a indústria do cigarro descarta 25.000 toneladas de lixo por ano, sendo aproximadamente 16.000 toneladas de embalagens e 9.000 toneladas de pontas de cigarro. A bituca de cigarro é considerada o lixo mais comum do mundo e representa cerca de 30% do lixo de mão jogado nas ruas, bueiros e praias. Além disso, é um resíduo tóxico que pode causar poluição em solos e águas. As bitucas de cigarro, são uma das principais causas da poluição do ar, ambas as fontes de poluição podem ter impactos negativos na saúde humana, bem como no meio ambiente.

Diante desse cenário, é importante buscar formas de reutilizar ou reciclar as bitucas de cigarro, no Brasil, existem algumas iniciativas públicas e privadas que buscam dar uma finalidade sustentável e rentável para esses resíduos, assim como buscar a conscientização pública sobre o assunto. Isso pode ser feito aumentando a implementação de programas de reciclagem e criando sistemas de gerenciamento de resíduos mais eficazes.

## **2. OBJETIVOS**

O objetivo geral deste trabalho consiste na produção de uma fibra de Rayon a partir da celulose oriundas da bituca de cigarro, além de demonstrar o quão prejudicial a bituca de cigarro é, não só para a saúde humana como também para o meio ambiente. Desta forma, podem ser elencados os seguintes objetivos específicos:

1. Produção das fibras de Rayon a partir da celulose oriundas das bitucas de cigarro
2. Tratamento da bituca de cigarro, para a extração da celulose presente.
3. Conscientização e contextualização do problema
4. Possíveis meios de reutilização das bitucas

## **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

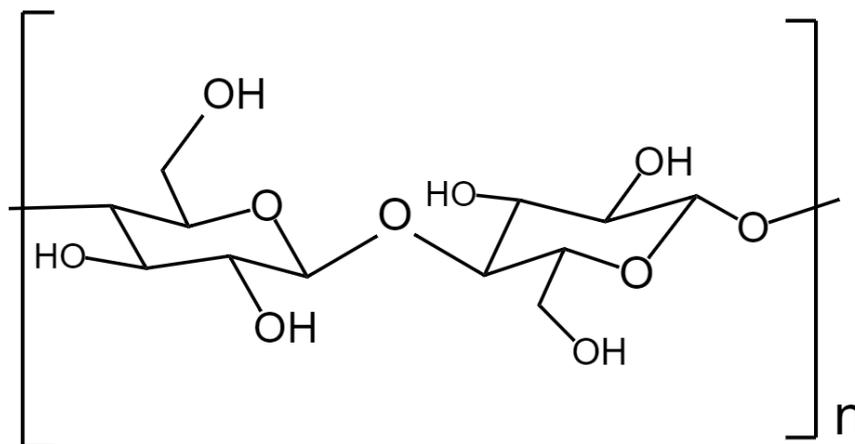
### **3.1 Celulose e seus derivados**

#### **3.1.1 Celulose e sua história**

A celulose é o material mais disponível de natureza orgânica na Terra. Organismos que realizam fotossíntese, como as plantas ou algas e alguns tipos de bactérias, produzem altas quantidades de matéria orgânica. Cerca da metade desta biomassa obtida é composta por celulose. Estima-se que aproximadamente  $10^{14}$  kg (100 bilhões de toneladas) de celulose são produzidas a cada ano por vegetais, fazendo com que esta fonte seja considerada inesgotável (CAMPBELL; REECE, 2010). A celulose é um carboidrato de cadeia linear, formado por um aglomerado de moléculas de glicose (açúcares), unidas por ligações covalentes. Devido à sua disponibilidade e características específicas, a celulose apresenta uma grande relevância que abrange desde sua função natural, até seu uso em distintas atividades econômicas.

Também é catalogada como polímero, e classifica-se como polissacarídeo ou carboidrato, cuja hidrólise completa resulta em glicose. Em termos de massa, a celulose é um dos principais constituintes da parede celular das plantas (aproximadamente um terço da massa total) e se encontra combinada, entre outros, com a hemicelulose substância que se intercala às microfibrilas de celulose e com a lignina, substância que une umas fibras às outras e confere à madeira a resistência característica a esforços mecânicos. Em outras palavras, as partículas de açúcar que compõem a celulose estão presentes em cerca de 33% de toda a matéria vegetal do planeta, em 90% do algodão e em 50% da madeira (GRANSTRÖM), proporcionando resistência e rigidez às paredes celulares das plantas, impedindo o inchamento celular e a ruptura da membrana plasmática delas. A estrutura polimérica da celulose pode ser vista na Figura 1.

**Figura 1.** Estrutura da celulose



Fonte. Autoral

A celulose apresenta diversas vantagens como sua abundância, pois todas as plantas a produzem, uma vez que sua origem é natural de toda planta no planeta, apresentando baixa toxicidade ao ser humano. No Brasil a sua produção divide-se basicamente em três principais produtos: fibras curtas, fibras longas e fluff. As fibras curtas obtidas principalmente do eucalipto dão origem aos papéis com funções de impressão, escrita e sanitários, sendo mais opacos e macias; as fibras longas originárias de espécies coníferas como o pinus, geram papéis para embalagens, papelão e papel cartão, uma vez que elas propiciam maior resistência mecânica ao produto final; e a celulose fluff extraída de fibras longas da celulose possui uma velocidade de absorção muito alta, bastante usada em produtos, como absorventes femininos. A celulose comercial é resultado de diversos processos como o cozimento, para separação e

remoção de lignina e lavagens seguidas de branqueamento para que se alcance a alvura desejada. Após esses processos, a polpa passa por uma secagem para ser estocada e vendida.

**Figura 2.** Disposição da celulose



Fonte. TECHMELT. As Diversas Aplicações da Celulose.

Disponível em: <https://techmelt.com/pt-br/blog/2018/09/14/as-diversas-aplicacoes-da-celulose>

Diferentemente do que se agrega ao uso tradicional e diário da celulose, a mesma já estava presente desde 105 d.C, quando o funcionário da corte chinesa T'sai Lun criou o papel, sem saber o que ela era realmente. Na época, o processo de extração era um método mecânico, no qual tinha a mistura de materiais que possuíam fibras vegetais em sua composição, como cânhamo e cascas de amoreira, (Shreve, R. N.; Brink Jr., J. A)

O processo de obtenção consistia em um cozimento das fibras, que logo em seguida eram esmagadas. A pasta obtida pela dispersão das fibras era colocada sobre uma peneira. Só então, as folhas eram prensadas para auxiliar na perda de água presente nas formas e logo depois, colocadas uma a uma em muros para a secagem. O resultado era uma camada fina de massa que seca e posteriormente cortadas se tornaria o papel. Depois de alguns séculos, em 1838, Payen conseguiu isolar a celulose da matéria vegetal, e ainda determinou a sua fórmula molecular  $C_6H_{10}O_5$ . Após essa revelação foi possível aprimorar a manipulação desse material e, a partir de então, surgiram inúmeras tecnologias e atualmente, diversos são os seus usos (CAMPANATTO, G. E).

### 3.1.2 Meios de obtenção da celulose

Os métodos mais utilizados para extração da celulose podem ser encontrados na indústria de papel e seus derivados. Processo no qual a madeira é reduzida e posteriormente transformada em uma pasta fibrosa, também é conhecido como polpação. Nesta técnica, o principal objetivo é o rompimento das ligações entre as estruturas da madeira e separando as fibras. De modo geral, existem muitas maneiras de romper as ligações e liberar as fibras: seja pela ação mecânica ou por ação de produtos químicos, assim como existem combinações desses dois métodos, como os métodos quimiomecânico, termomecânico e semiquímico (TATIANE DE SOUZA, 2015).

Para o método mecânico, é utilizado um moinho de pedra, instrumento antigo e mais usado para a conversão de madeira em polpa, de maneira que madeiras, descascadas são pressionadas contra às pedras de moagem em rotação, com adição de água na zona de moagem. O atrito gerado entre a madeira e as pedras na zona de moagem faz a temperatura chegar a 150-190 °C. O processo de moagem consegue separar a superfície da madeira, refinando as fibras e reduzindo o tamanho dos aglomerados de fibras. Com este método, consegue-se alto rendimento, entre 85 a 95%, porém o produto obtido é pouco resistente, sendo necessário misturar fibras longas produzidas por processos químicos (SHREVE, R, 1980.)

Já os processos químicos são dois, o processo Kraft também denominado de “processo sulfato”, e o segundo método, o processo de soda fria. Esses dois são os principais processos de polpação alcalinas. O hidróxido de sódio o principal produto de cozimento em ambos os processos, porém o sulfeto de sódio é o componente adicional no processo Kraft.

Com o método Kraft, é gerada uma pasta de celulose com alto rendimento e com propriedades superiores. A pasta possui as diversas vantagens como: baixa demanda em espécies de plantas, podendo ser utilizadas quaisquer madeiras sendo moles, duras, sendo apresenta um tempo de cozimento curto, além de possibilitar a recuperação dos reagentes, geração de calor no qual pode ser reaproveitado no processo (SENAI, Celulose e Papel\_VOL.01 Livro.)

Já o processo de soda fria, envolve o tratamento de pedaços do meio com solução de soda cáustica a temperatura ambiente e uma desfibrilação ao processo final. O processo é aplicado a madeiras duras, sendo o processo integrado ao moinho.

E o método de combinação físico-química, a polpação semiquímica, que combina ações mecânicas e químicas, é caracterizada pelo tratamento químico antes do refinamento mecânico.

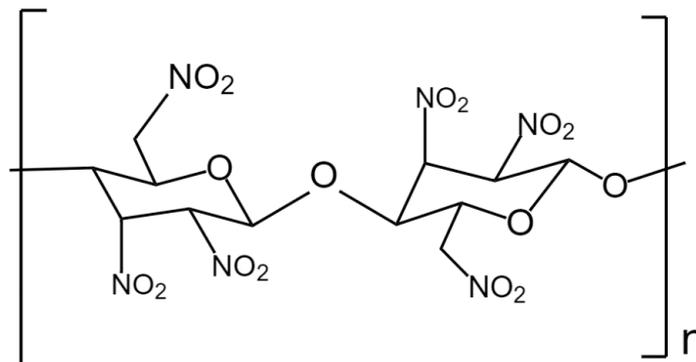
### 3.1.3 Suas modificações

Ao longo das eras inúmeras foram as descobertas e invenções, utilizando a celulose como material de partida, com o objetivo de ampliar os produtos que podem ser obtidos. Utilizando as datas de cada invenção/descoberta, iremos ver com uma simples substituição de um grupo funcional muda a molécula.

A primeira modificação ocorreu em 1845, com o químico Christian Friedrich, que trabalhava nesta época com uma mistura de ácido com o objetivo de fabricar algum explosivo (Liebert, T). Durante os seus estudos Christian acabou derramando uma parte desta solução em sua mesa, é para secar, havia ao lado um pedaço de algodão que sua mulher utilizava, de forma que ele utilizou o mesmo para secar a mesa. Momentos depois o algodão já seco acabou explodindo. Desta maneira Christian acabou realizando a síntese acidentalmente do nitrato de celulose, um material amplamente usado no início da indústria cinematográfica em carretéis de filmes, em puxadores de gaveta. Além de seu uso ter ajudado a preservar a vida de elefantes pois substitui o marfim em muitas aplicações. (Daniel Tietz.2018)

Porém o seu uso veio diminuindo aos longos dos anos devido a sua inflamabilidade, pois dependendo do grau de nitretração pode ser obtido um explosivo ou plástico, e mesmo com o grau de nitretração sendo baixo o plástico obtido apresenta uma grande instabilidade, impossibilitando a sua modelagem.

**Figura 3.** Nitrato de celulose

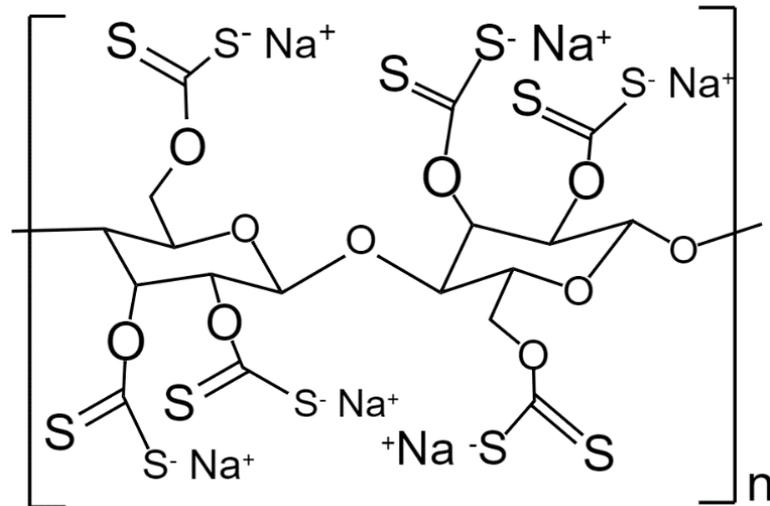


Fonte. Autoral

Logo após a descoberta acidental do nitrato de celulose, outra classe assim por se dizer foi inventada, os xantatos de celulose, que tem sua vez o Rayon e o celofane.

O xantato de celulose ou também chamado de viscose. Figura 4, é um intermediário na produção de Rayon de viscose, utilizado na fabricação de fibras têxteis e embalagens de celofane. A fabricação de viscose começa por humedecer a celulose com hidróxido de sódio. (TREIBER, 1985) A mistura é então tratada com dissulfeto de carbono para formar o xantato de sódio da celulose, conhecido como viscose. Recebeu esse nome porque sua viscosidade aumenta com o tempo do experimento. Quando a viscosidade é alcançada, a massa é extrudada em um banho ácido para formar fibras ou folhas, dependendo da forma do orifício de extrusão. O banho ácido decompõe os grupos de xantato e regenera a celulose agora chamada Rayon de viscose para diferenciá-los de outros Rayons (Hassan S.El Khadem<sup>a</sup>)

**Figura 4.** Xantato de celulose



Fonte. Autoral

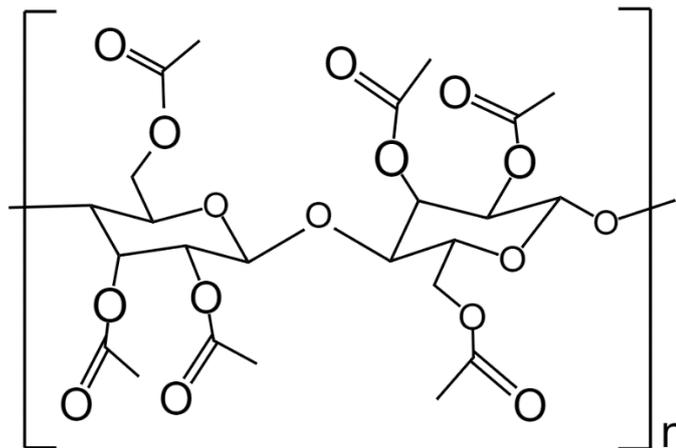
Ainda nesta mesma “classe”. O raiom ou Rayon é um tecido de fibra celulósica sendo um dos primeiros tecidos artificiais a ser fabricado, também conhecido como seda “artificial” com seu surgimento em 1885, porém o nome Rayon começou a ser usado a partir de 1900 (Udale, Jenny).

O nome viscose passou a ser utilizado para o líquido orgânico viscoso, usado para fazer tanto Rayon quanto o celofane. O Rayon uma fibra muito versátil e apresenta a mesma característica de conforto das fibras naturais. Já o celofane é um material totalmente biodegradável, quimicamente inerte, muito resistente e com diversas aplicações.

E o último material desta classe, o Celofane, é uma folha fina, transparente feita de celulose regenerada. Sua baixa permeabilidade ao ar, óleos, bactérias e água faz com que seja útil para embalagens de alimentos e produtos como velas, verduras, assados, flores, entre outros, produtos que necessitam de respirar. O Rayon e assim como o celofane, são produzidos a partir do xantato de celulose, é são exemplos de derivados de celulose com bastante estudados e utilizados industrialmente.

Outra modificação na celulose, é essa e de longe a mais usada, temos o acetato de celulose no qual é um poliéster, sintetizado pela primeira vez em 1865 por Paulo Schutzenberger (Wisniak.2015). Figura 5. Desde a sua invenção o acetato de celulose se tornou um derivado com uma grande importância mundial pois suas propriedades permitem que ele seja usado em diversos campos de aplicação.

**Figura 5.** Acetato de celulose



Fonte. Autoral

Possui uma ampla gama de propriedades, como alta resistência, flexibilidade e transparência, o que o torna útil em uma variedade de aplicações. É amplamente utilizado em diversas indústrias como: na indústria médica, é usado para fabricar instrumentos médicos, próteses e implantes, na indústria de embalagens, é comum o uso do acetato de celulose para produzir películas transparentes e flexíveis, utilizadas em embalagens de alimentos e medicamentos. Para a indústria de filmes fotográficos, é usado para fazer filme fotográfico e papel fotográfico, outra aplicação é na indústria cosmética, o acetato de celulose é utilizado

para produzir esponjas e aplicadores para maquiagem. O acetato de celulose é um material versátil que tem muitas aplicações e certamente continuará a ser usado em uma variedade de indústrias nos próximos anos.

O acetato de celulose também é utilizado na fabricação de filtros de cigarro, conhecidos popularmente como "bitucas". O material é utilizado para produzir a parte branca do filtro, que é responsável por tentar reter as partículas tóxicas presentes na fumaça do cigarro.

O mercado do acetato de celulose tem apresentado crescimento nos últimos anos, impulsionado principalmente pela demanda crescente por materiais sustentáveis e biodegradáveis. De acordo com um relatório de mercado publicado pela empresa Exactitude Consultancy em 2021, é que o mercado global de acetato de celulose tem um valor aproximado de US\$ 5,0 bilhões e que até 2027, com uma taxa de crescimento anual composta de 4,6 % chegue a incrível marca de US\$ 7,05 bilhões em 2027. O relatório também aponta que a região Ásia-Pacífico (APAC), é o maior mercado consumidor de acetato de celulose, seguida pela América do Norte e Europa. Isso se deve ao aumento da demanda por produtos derivados de acetato de celulose nessas regiões, impulsionado pelo crescimento econômico e populacional gerando um aumento da demanda por produtos sustentáveis.

No Brasil, o mercado de acetato de celulose também apresenta um bom desempenho. Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), a produção brasileira de acetato de celulose atingiu cerca de 26 mil toneladas em 2019. A indústria química é um dos setores que mais crescem no país, impulsionado pelo aumento da demanda por produtos químicos em diversos setores da economia, o mercado brasileiro de acetato de celulose é composto por diversas empresas nacionais e internacionais, como a Eastman Chemical Company, Celanese Corporation, Solvay SA e Rhodia.

### 3.1.4 Mercado da celulose

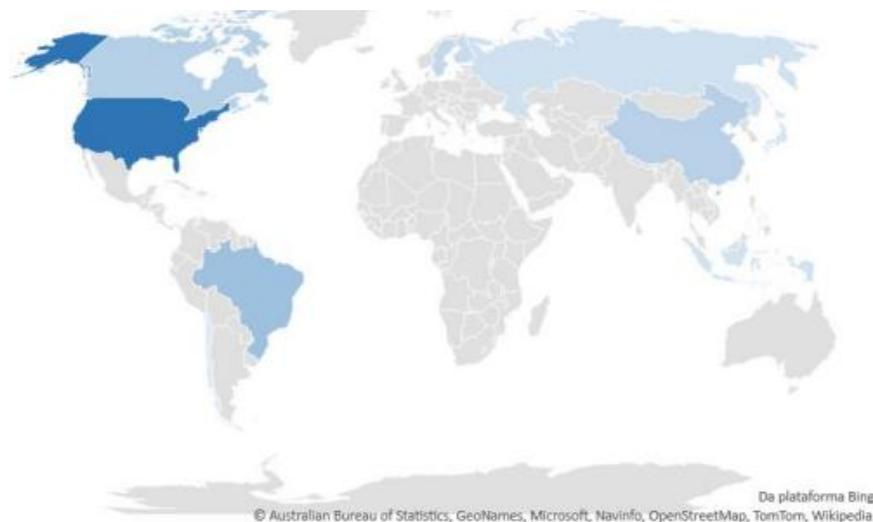
Por ser a matéria-prima mais disponível na terra, a celulose, assim como a sua indústria, acaba desempenhando uma função bastante importante, que por vezes é subjugada, porém apresenta índices diretos na economia nacional, assim como no cenário internacional. Isso se dá devido às receitas produzidas, pois o impacto deste setor sobre outros acaba gerando diversas mudanças, principalmente econômicas.

A indústria de celulose possui características diferentes dos demais mercados, devido ao fato de possuir um elevado nível de desenvolvimento tecnológico que utiliza instalações industriais com grande capacidade de produção, com uma ampla base de recursos florestais plantados e intenso capital aplicado em tecnologia (IBÁ. 2021).

O Brasil conseguiu se manter na segunda posição no *ranking* de produção de celulose, atingindo a marca de 21 milhões de toneladas produzidas ao ano, ficando apenas atrás dos Estados Unidos, Figura 6 e Tabela 1. Reconhecido pela alta qualidade da celulose produzida e de utilizar apenas fontes renováveis, fatores pelo qual a indústria nacional é utilizada como referência no cenário mundial.

E posteriormente o Brasil acabou se tornando referência mundial de plantios florestais, o que se deve às condições do clima e solo e à exposição ao sol, o que favorece o crescimento, além de investimentos em pesquisa ao longo dos anos, desenvolvimento e inovação; técnicas de manejo florestal; melhoramento genético e práticas sustentáveis (Embrapa. 2021).

**Figura 6** – Ranking dos maiores produtores de celulose no mundo em 2020



Fonte: IBÁ (2021) e FAO (2021)

**Tabela 1** - Ranking dos maiores produtores de celulose no mundo em 2020

<b>País</b>	<b>Produção (10<sup>6</sup> t)</b>	<b>% de produção mundial</b>
<b>EUA</b>	50,9	27,4%
<b>Brasil</b>	21,0	11,3%
<b>Canadá</b>	15,4	8,3%
<b>China</b>	14,9	8,0%
<b>Suécia</b>	12,0	6,5%
<b>Finlândia</b>	10,5	5,7%
<b>Rússia</b>	8,8	4,7%
<b>Indonésia</b>	8,4	4,5%
<b>Japão</b>	7,2	3,9%
<b>Chile</b>	5,2	2,8%

Fonte: IBÁ (2021) e FAO (2021), adaptada.

## 3.2 Bituca de cigarro e seus problemas

### 3.2.1 Bituca e o mercado

Desde muito tempo, a contaminação do meio ambiente é algo que vem sendo pensado, analisado e debatido em diversas esferas devido à sua relevância para a própria sobrevivência da espécie humana. As populações dependem da natureza para sobreviver e, para tanto, necessitam de seus recursos, os quais servem como matéria-prima para o modo de vida de cada sociedade e de cada ser vivo que dela faz parte. Dessa maneira, a defesa do meio ambiente e a restauração dos ecossistemas é uma pauta obrigatória na agenda de governos do mundo todo, ou ao menos deveria ser. (ZALAUF. 2000)

As bitucas de cigarro se inserem dentro da categoria dos chamados “micro lixos” (BECKER, BARCELLOS, DA VEIGA, 2013) e, como todo resíduo, precisam ter descarte e destinação adequados. A fumaça do cigarro contém cerca de 7.000 substâncias, dentre estas a nicotina, o monóxido de carbono e o alcatrão, além de metais pesados. A presença destes

produtos químicos traz sérios problemas não apenas à saúde do fumante, mas ao meio ambiente (MOREIRA. 2007).

Atualmente o mercado de cigarros produz no mundo cerca de 5,4 trilhões de unidades por ano, segundo a Souza Cruz (2019), atual grupo BAT Brasil. (British American Tobacco), uma das maiores produtoras de cigarros, o Brasil é o maior consumidor do mercado latino americano correspondente a 42% do total vendido na América Latina.

O País descarta anualmente cerca de 25.000 mil toneladas de lixo procedente da indústria do cigarro, sendo 16.000 mil toneladas de resíduos oriundas das embalagens e 9.000 mil toneladas de resíduos proveniente das pontas de cigarro, a famosa bituca (THE TOBACCO ATLAS. 2018). Mesmo com esses números de produção e descarte, resíduos de cigarro são diariamente jogados em todos os lugares.

O Instituto Nacional de Câncer - INCA (1996), afirma que a bituca de cigarro é considerada o lixo mais comum encontrado no mundo, assim representando aproximadamente 30% de lixo de mão jogado nas ruas, bueiros, em praias também, sendo um resíduo totalmente poluente. Por ser um “pequeno” lixo acaba não recebendo a sua devida atenção como outros resíduos que causam “maiores impactos”.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece que existam no mundo cerca de 1,6 bilhão de fumantes. De acordo com a Aliança de Controle ao Tabagismo (ACT), cada pessoa descarta, em média, 7,7 bitucas por dia. Sendo assim, diariamente, são descartadas cerca de 12,3 bilhões de bitucas (ECYCLE. 2016).

Atualmente há estudos que buscam minimizar os efeitos do uso de produtos poluentes, especialmente aqueles que apresentam um difícil reaproveitamento ou decomposição como é o caso das bitucas. O tabaco possui uma considerável importância econômica para centenas de países, constituindo a principal atividade agrícola não alimentícia além de representar a fonte de renda de milhares de trabalhadores ao redor do mundo (ALVES. 2016). O Instituto Nacional de Câncer – INCA, declara que o consumo do cigarro vem caindo pela metade nos últimos 20 anos graças às políticas antifumo, assim como o aumento da taxa de impostos sobre o produto, a proibição de fumar em locais fechados, após a regulamentação da Lei Antifumo pelo Decreto Federal no 8.262 (BRASIL, 2014). E imagens apelativas nos maços, mostrando um “futuro” para aqueles que fazem um elevado consumo diário.

Muitos cidadãos apoiam e querem mais ações do Estado contra o tabagismo, tendo quem defenda, inclusive fumantes, a proibição deste produto. “Estudos realizados no Brasil, tendo como referência o ano de 2011, os gastos com o tabagismo e as doenças relacionadas ao mesmo, chegaram ao montante de aproximadamente R\$ 21 bilhões.”(SILVANO. 2012, p. 15). Além de

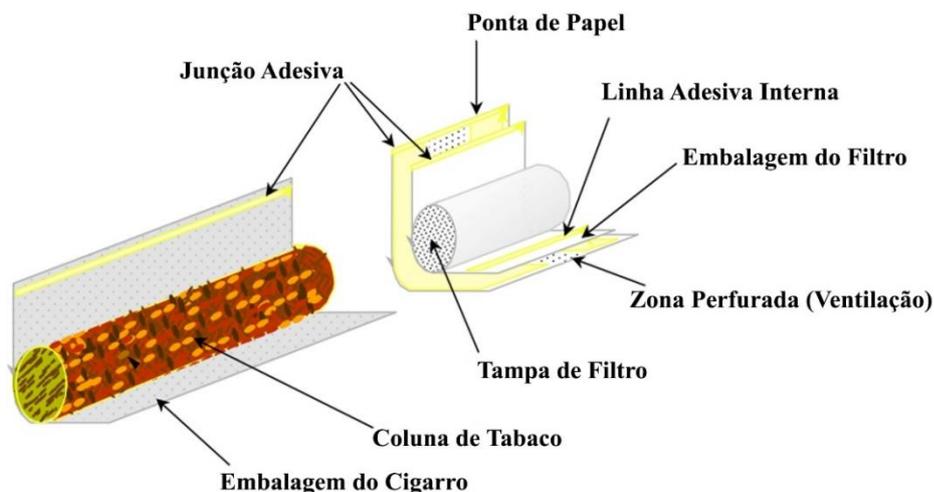
o tabagismo ser extremamente nocivo à saúde, na cadeia produtiva do tabaco há fatores que afetam o meio ambiente e toda a sociedade, quando do uso de agrotóxicos, do adoecimento dos fumicultores, dos desmatamentos, além de incêndios, e a presença de resíduos no meio urbano e marinhos.

### 3.2.2 Decomposição da bituca

Possuir o conhecimento do tempo de decomposição dos materiais é importante para fazer a escolha que possua a melhor forma de destinação final do resíduo, pois a degradação do mesmo varia conforme as características físico-químicas, além das condições do ambiente em que se encontra, em ambientes aquáticos sendo aproximadamente dois anos, diferente no solo principalmente no asfalto onde pode chegar até cinco anos para a decomposição total. Saber o tempo de decomposição de um resíduo é uma maneira eficaz para sensibilizar, fazendo com que não somente os fumantes reflitam, mas pessoas que estão no meio também, sobre sua responsabilidade acerca do lixo gerado (TOCCHETTO. 2014).

O cigarro, como representado na Figura 7, é composto basicamente por: papel, mistura de fumos e agentes de sabor que dão características sensoriais próprias, e fibras de acetato de celulose (USDHHS,1989.), sendo um plástico extremamente lento para se degradar no meio ambiente, estimando-se que o tempo para degradação seja mais de 48 meses (ACH. 1993). Já na bituca existem quatro componentes de uma bituca: o tabaco remanescente, o filtro, a cinza, e o embrulho de papel.

**Figura 7.** Componentes de um cigarro



Fonte: (PODRAZA. 2011.), adaptada.

Diversos são os produtos químicos que lixiviam dos filtros e resíduos, muita das vezes entrando em cursos de água e poluindo os ecossistemas aquáticos (BARNES, 2011). Tais substâncias incluem: ferro, chumbo, cobre, cromo, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, alumínio, manganês, etilfenol e nicotina. (LEE; LEE, 2015). Os componentes e a fabricação de um cigarro influenciam diretamente a toxicidade e seus obstáculos associados na reciclagem. O filtro acumula uma pequena parte das substâncias químicas adicionadas no processo de fabricação assim como as geradas após a queima (TOCCHETTO. 2014).

### 3.2.3 Problemas ocasionados pelo descarte inapropriado

Inúmeras são as adversidades geradas pelo descarte incorreto das bitucas de cigarro não só para a saúde humana como o ambiente, ironicamente sendo um pequeno lixo muitas vezes negligenciado. Esse resíduo contribui para a obstrução do sistema de escoamento de vias e para a contaminação dos corpos hídricos, do solo e dos lençóis freáticos, pois o tempo de decomposição de uma bituca de cigarro descartada incorretamente pode chegar a até cinco anos, principalmente se for arremessada no asfalto.

A bituca resultante pós-queima é composta pelo filtro, uma pequena parte de fumo não queimado, carbonização e cinzas. O problema do descarte incorreto atinge a todos, pois essa bituca que é descartada nas ruas traz consigo complicações ao meio ambiente. Um dos problemas é a contaminação do solo, a obstrução de bueiros, que como consequência, pode acarretar inundações nos dias de chuva.

Um dos problemas foi publicada no Jornal Gazeta do Povo (2010), uma pesquisa a qual foi realizada pelos professores da Universidade de São Paulo (USP) sobre a contaminação da água pelas bitucas, e está descrita abaixo:

“Vinte pontas de cigarro foram colocadas em um recipiente com 10 litros de água e submetidas a um processo de agitação. A mistura permaneceu em infusão por oito dias. Do líquido resultante, que apresentava coloração amarelo-escuro e forte odor de nicotina, foram retiradas amostras de 100 mililitros para análise da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), indicador que mede a poluição causada por matéria orgânica biodegradável[...]

[...]O esgoto doméstico, em geral, rouba o oxigênio da água em taxas que variam de 300 a 600 mg/L. Na experiência com as 20 guimbas dissolvidas em 10 litros de água, a DBO atingiu 317 mg/L. Considerando-se que o peso médio de uma bituca é de 0,5 grama e provoca uma DBO de 0,75 mg/L, torna-se possível concluir que 2

bitucas ou 1 grama promove uma demanda de oxigênio de 1,5 mg/L. Esse valor corresponde à poluição causada por um litro de esgoto doméstico.”

A quantidade de toxinas presentes nas bitucas de cigarro é tão grande que apenas duas são suficientes para causar contaminação da água, equivalente ao lançamento de um litro de esgoto. Ao entrar em contato com a água, as substâncias tóxicas presentes na bituca, podem percolar e atingir lençóis freáticos ou até mesmo permanecerem acumuladas nas plantas e nos animais, devido a sua ingestão. (VIEIRA BELLO. 2012)

Além do problema gerado pelo descarte inapropriado, levando à contaminação da água, outra substância presente no resto do cigarro também gera problemas, a nicotina, tem-se revelado uma ameaça ao meio ambiente. Estudos têm demonstrado a presença de nicotina em diversas amostras de águas como o desenvolvido por (FRANCO. 2014).

Ficou evidenciada a presença de nicotina em todas as amostras de água canalizada e fluviais na região de Madrid (Espanha). A mesma autora (SPOHR & LOPES. 2011) e seu grupo ainda citam que a presença de nicotina foi verificada por outros pesquisadores, porém, desta vez proveniente do processo de manufatura do tabaco, o que permite afirmar que este resíduo se converte em um sério problema ambiental.

Citando outros estudos, a autora afirma que a nicotina é altamente solúvel em água, portanto em áreas de armazenamento de resíduo há o risco da migração através da lixiviação para águas subterrâneas (Franco. 2014). A nicotina é um composto orgânico do grupo dos alcaloides, que são aminas heterocíclicas, isto é, que possuem cadeias fechadas (ciclos), contendo um nitrogênio. Além da solubilidade em água mencionada, é muito solúvel em solventes orgânicos como o éter e o álcool (FOGAÇA. 2016).

Conforme apresentado na Figura 8, outro problema gerado pelo descarte errado está associado a presença de bitucas no mar. De acordo com informações da ONG Conservancy's International Coastal Cleanups que realiza limpezas em quase todas as regiões costeiras dos Estados Unidos. Na lista dos dez itens mais encontrados nas praias em todo o mundo, os cigarros e filtros de cigarros foram os detritos mais encontrados durante a limpeza costeira dos oceanos desde 1990. O que demonstra que a bituca está mais presente na água quando comparado com itens como o plástico.

**Figura 8.** Quantidade de materiais encontrados no mar

<b>OS DEZ RESÍDUOS MAIS ENCONTRADOS NO MAR</b>			
<b>RANKING</b>	<b>RESÍDUOS</b>	<b>NÚMERO DE RESÍDUOS</b>	<b>PORCENTAGEM TOTAL DOS RESÍDUOS</b>
1	CIGARROS/FILTROS DE CIGARRO	2,189,252	21%
2	SACOLA (PLÁSTICO)	1,126,774	11%
3	EMBALAGEM DE ALIMENTO	943,233	9%
4	TAMPAS	912,246	9%
5	GARRAFAS DE BEBIDA (PLÁSTICO)	883,737	9%
6	COPOS, PRATOS, GARFOS, FACAS, COLHERES	512,517	5%
7	GARRAFAS DE BEBIDA (VIDRO)	459,531	4%
8	LATA DE BEBIDA	457,631	4%
9	CANUDOS	412,940	4%
10	SACOLA (PAPEL)	331,476	3%
<b>TOTAL DE ITENS</b>		<b>8,223,337</b>	<b>80%</b>
<b>TOTAL DE ITENS A NÍVEL MUNDIAL</b>		<b>10,239,538</b>	<b>100%</b>

Fonte. Ocean Conservancy, 2010, adaptada.

Outro trabalho promovido pela Organização Não Governamental (ONG) do Instituto Conservação Marinha do Brasil (Comar) na Prainha e na Praia Grande, em São Francisco do Sul (SC), realizado no ano de 2010, decorreu na coleta de aproximadamente 230 kg de lixo, desse total, 1 kg era constituído de 2 mil bitucas.

O filtro do cigarro possui a função de tentar reduzir a inalação das substâncias tóxicas presentes na fumaça e resultantes de sua queima. Além da contaminação química, filtros de cigarros podem ser encontrados no estômago de peixes, aves e até mesmo baleias que os confundiram com comida, ou seja além da possibilidade de os animais morrerem intoxicados pelas substâncias presentes na bituca, eles também podem se engasgar com o próprio filtro. (SLAUGHTER et al., 2011)

Com esse cenário onde milhares de pontas de cigarro são descartadas no meio ambiente e sua toxicidade vêm ameaçando cada vez mais as espécies marinhas, sendo comprovadas por estudos e reportagens, fica evidente a importância de se atentar em relação a esses pequenos resíduos que são jogados todos os dias nas ruas ou corpos d'água de forma irresponsável.

Além desses problemas citados anteriormente, o consumo de cigarros também corrobora para o desmatamento, pois para cada 300 cigarros uma árvore é derrubada, dessa maneira um fumante que faz uso de um maço, aproximadamente 20 cigarros por dia, ao final de um mês

acaba consumindo duas árvores. O cultivo do tabaco tem um expressivo destaque na exportação brasileira nos últimos anos, sobretudo na região sul do país, onde apresenta um alto índice de produção. A questão ganha destaque em virtude dos problemas ambientais, sociais e econômicos ocasionados pelo cultivo, em especial a degradação do solo, que se deve ao uso de agrotóxicos e outros, que também agravam os riscos à saúde e causam o adoecimento dos fumicultores que trabalham em todas as etapas dele. (TROIAN. 2012).

Através de pesquisas realizadas na Escola de Minas do Colorado (EUA), foi possível encontrar substâncias no tabaco que podem afetar a tireoide, sistema reprodutivo e seus metabólicos, dentre elas estão os herbicidas Pendimethalin e Trifluralina, que tem por sua função o controle de plantas daninhas, Flumetralina usada como antibrotante (ECYCLE, 2016). O contexto apresentado reafirma que o cigarro além de provocar inúmeros problemas à saúde de fumantes e não fumantes, as bitucas se descartadas diretamente no meio ambiente promovem inúmeros efeitos negativos à saúde dos seres vivos e ao meio ambiente.

Por esse ato mecânico e automático e a grotesca mania que o fumante tem de “arremessar” as bitucas, além dos impactos já citados, temos os danos aos seres vivos em geral, aos espaços públicos e à natureza, questões que têm levado diversas empresas a apostarem no gerenciamento adequado e na reciclagem das bitucas de cigarro para inverter esse panorama. Seja qual for a alternativa, a coleta é essencial para o gerenciamento delas.

Outra consequência atrelada pelo descarte inapropriado são os incêndios rurais, em beiras de estrada e urbanos provocados por bitucas (ACT, 2002).

**Figura 9.** Bituca provoca incêndio em propriedade agrícola

## **'Bituca' de cigarro provoca incêndio em 6 hectares de propriedade agrícola; dono do terreno é multado**

Proprietário da área conta que um funcionário atirou a 'bituca' em meio ao mato e, em seguida, surgiram as primeiras chamas. O caso aconteceu em Sete Barras, no Interior de São Paulo.

Fonte. G1

Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2022/05/18/bituca-de-cigarro-provoca-incendio-em-6-hectares-de-propriedade-agricola-dono-do-terreno-e-multado.ghtml>

Além desta reportagem, diversos estudos realizados na Austrália (Organização Australiana de Ciência e Pesquisa da Comunidade) e a Nova Zelândia (Instituto de Pesquisas Scion) (NSW, 2009). Os autores informam que a partir de estudos realizados em 1965, foi comprovado que bitucas de cigarro jogadas podem iniciar incêndios, mas que a probabilidade de ignição depende de vários fatores. Estes fatores incluem o clima, as características de combustão do tabaco (e do filtro), como as bitucas caem quando jogadas, e do ‘combustível’ aonde elas caem.

### 3.3 Métodos e tecnologias para reutilização de bitucas

#### 3.3.1 Produção de papel reciclável

O processo de produção de papel artesanal com a incorporação de bitucas de cigarro revelou-se simples, prático e de fácil execução. As bitucas passam por uma breve triagem onde são removidos outros materiais que podem ter vindos junto com a coleta. Em seguida, são fervidas em uma solução com água e hidróxido de sódio e logo após uma massa celulósica é formada.(TEIXEIRA., 2017) A alternativa também demonstra ser uma forma sustentável para a destinação das bitucas, tendo em vista que passam a ter valor como matéria-prima na fabricação de papel artesanal.

O reaproveitamento das bitucas de cigarro na fabricação de papel evita que estas fiquem ocupando espaço nas valas de aterros sanitários. A vida útil dos aterros é diretamente proporcional à quantidade de resíduo no mesmo, sendo também a forma mais simples e barata para o gerenciamento de resíduos, razão pela qual é a mais praticada e tem trazido como consequência o comprometimento de áreas que poderiam ter uso mais nobre. Em virtude disso, diminuem cada vez mais as áreas licenciáveis para instalação de aterros. Portanto, a busca de alternativas que evitem este tipo de destinação é muito importante.(Spohr & Lopes, 2011)

O cuidado também se estende aos efluentes gerados que devem ser tratados e não simplesmente descartados na rede de esgoto. A reciclagem em si das bitucas não é suficiente para denominar a alternativa sustentável. Ao falarmos em sustentabilidade, é fundamental um olhar circular sobre o processo como um todo, ou seja, desde o descarte das bitucas até a obtenção do papel-guimba, ou seja, é preciso considerar todas as etapas que compõem o mesmo.

Razões pelas quais têm motivado diversos seguimentos para o crescimento de estudos e tecnologias visando seu aprimoramento.

### 3.3.2 Uso de bitucas como inseticidas

Os resultados desta pesquisa mostram que larvas do mosquito *Aedes aegypti* na presença de lixiviados de bitucas apresentam uma alta taxa de mortalidade nos estágios iniciais do desenvolvimento do mosquito, os índices de mortalidade podiam ser mais observados em soluções que continham duas e três bitucas dissolvidas em 100 mL de água. A sobrevivência da larva foi reduzida gradualmente com o aumento da quantidade de bituca, assim como a mortalidade foi alta já nos estágios tardios do desenvolvimento. A pesquisa sugere que as larvas do mosquito são vulneráveis à presença dos contaminantes que há na bituca de cigarro.(DIENG., 2013)

### 3.3.3 Produção de tijolos

Outro método que está em estudo consiste na adição de bitucas de cigarro na fabricação de tijolos. A pesquisa que está sendo conduzida pela Universidade RMIT (USA) mostrou que tijolos de argila cozida com apenas 1% de conteúdo de bituca de cigarro são tão fortes quanto os tijolos normais e utilizam menos energia para serem produzidos.(MOHAJERANI., 2017)

Professor Abbas Mohajerani, líder da pesquisa, explica que as bitucas de cigarro contêm produtos químicos tóxicos, incluindo mais de 60 conhecidos que podem causar câncer.

“A queima de bitucas em tijolos é uma maneira confiável e prática de lidar com este terrível problema ambiental, ao mesmo tempo em que reduz os custos de produção de tijolos.”

Diversos métodos de incorporação são descritos usando pontas inteiras, pontas pré-trituradas ou uma pré-mistura. Ao realizar uma análise do valor energético das bitucas, a equipe conseguiu mostrar que adicionar 1% de bituca de cigarro reduziria em 10% a energia necessária

para queimar os tijolos. (MOHAJERANI et al., 2017), método no qual é similar e bastante utilizado ao adicionar cacos de vidros na produção de novos vidros.

“Leva até 30 horas para aquecer e queimar os tijolos, então essa é uma economia financeira significativa.”

Pode demorar muitos anos para que as pontas de cigarro se decomponham por completo, enquanto metais pesados presentes nos filtros se infiltram no solo e nos cursos d'água. Ao utilizar as bitucas durante a queima, esses metais e poluentes ficam presos e imobilizados nos tijolos.

O tijolo derivado de filtros é um material que apresenta um potencial de construção leve, e seu uso e propriedades podem variar da quantidade de bituca que é adicionado ao processo de fabricação. Algumas propriedades podem ser aprimoradas com a incorporação do material produzido a partir de bitucas, incluindo uma redução na condutividade térmica. Com isso, os pesquisadores concluíram que incorporar apenas 1% de conteúdo de bitucas em tijolos pode ser benéfico para o meio ambiente e fornecem melhor isolamento, o que significa custos reduzidos de aquecimento e refrigeração. (eCycle).

## **4. METODOLOGIA**

### 4.1 Materiais

#### 4.1.1 Reagentes

- Hidróxido de cobre (II) ( $\text{Cu}(\text{OH})_2$ );
- Hidróxido de amônio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), marca Dinâmica;
- Ácido Sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 10%, marca Dinâmica;
- Fontes de celulose: algodão comercial, algodão bruto, polpa celulósica de bituca de cigarro.

#### 4.1.2 Equipamentos

- Balança analítica, marca shimadzu, modelo ATX 224.
- Agitador magnético, marca IKA modelo C-MAG HS7;
- Forno Mufla digital
- Espectrofotômetro de infravermelho com Transformada de Fourier; modelo IRPrestige-21, marca Shimadzu.

#### 4.2 Técnica de caracterização

##### 4.2.1 Infravermelho (IV)

Os espectros foram obtidos a partir do espectrofotômetro de infravermelho com Transformada de Fourier, com uma taxa de 4000 a 400  $cm^{-1}$  de comprimento de onda.

#### 4.3 Obtenção da celulose provinda da bituca

Para obter a celulose oriunda da bituca, o primeiro passo é a distribuição de diversas caixas coletoras de bituca, espalhadas por todo o campus Darcy Ribeiro, desde o restaurante, a biblioteca, até mesmo no Centro Acadêmico de Química e em outros locais bastante movimentados, afim de incentivar o descarte correto deste resíduo e também facilitar a coleta do material. Após o recolhimento das caixas, é feita a separação das bitucas, pois normalmente há outros objetos misturados e o foco de reciclagem são apenas as bitucas. Todo o trabalho é feito no Laboratório Experimental de Materiais Expressivos (LEME) e no Laboratório de Papel Artesanal, ambos localizados na Oficina de Maquetes e Protótipos do IdA. (Instituto de Artes) da Universidade de Brasília (UnB).

**Figura 10.** Caixa coletora de bituca localizada no Centro Acadêmico de Química  
– Subsolo ICC sul – UnB



Fonte: Autoral

**Figura 11.** Caixa coletora de bituca localizada na entrada do Instituto de Química - UnB

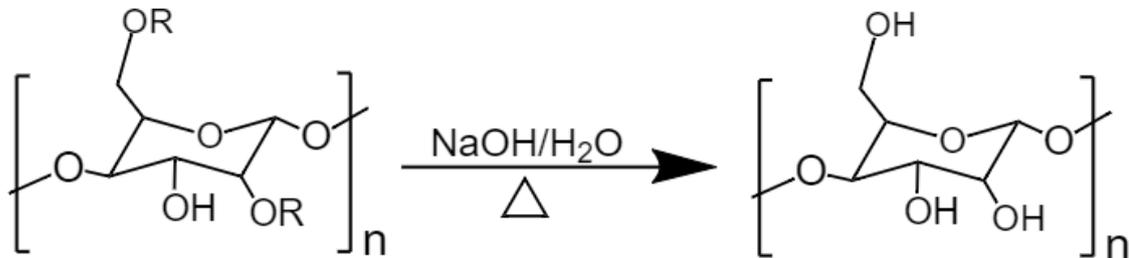


Fonte: Autoral

Logo após a coleta das bitucas, foram levadas para reator de aço inoxidável com capacidade de 50 L. O reator foi completado com água e uma mistura de NaOH a uma concentração de 1% com o objetivo de catalisar a reação, de forma a provocar uma reação de hidrólise do grupo acetato de celulose, que então foi transformado na celulose necessária para fabricar o papel. (TEIXEIRA. 2017)

O tratamento das bitucas com hidróxido de sódio, uma base forte, pode remover a lignina presente no tabaco não queimado especificamente na ponta do cigarro, e desta forma liberar a celulose desse resíduo, dissolver as cinzas, desagregar o papel restante e promovendo a descontaminação das mesmas. O processo de cozimento de cada fibra (pontas de cigarro e acetato de celulose) ocorreu em um período de aproximadamente 3 h, em temperatura de ebulição. O reator foi aquecido com uma chama de gás liquefeito de petróleo (GLP) e sua temperatura foi monitorada por um termopar digital. Ao final do processo, obteve-se a celulose na forma de fase sólida e também uma solução contendo todos os componentes não celulósicos da guimba de cigarro. Na Figura 12 é apresentado o mecanismo de hidrólise do acetato de celulose em celulose.

**Figura 12.** Hidrólise do acetato de celulose



Fonte: (TEIXEIRA.2017)

#### 4.4 Produção e análise da fibra de Rayon

O primeiro passo da produção das fibras de Rayon cúprico consiste na preparação da solução de íons de tetramino cobre (II).

Para isso, em um béquer de 250 mL foi pesado aproximadamente 3,0 g de Di- hidróxido de cobre  $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$ . Em seguida, foi medido 70 mL de hidróxido de amônio em uma proveta graduada e transferida para o béquer que contém o sólido. Esta etapa foi realizada dentro de uma capela, para evitar a inalação de vapores de amônia. Em seguida, com o auxílio de um agitador magnético, a solução foi homogeneizada por aproximadamente 15 min, com o intuito de dissolver todo o sólido presente, formando uma solução de cor azul.

Com o auxílio de um béquer foi pesado aproximadamente 0,50 g de algodão, sendo este a fonte de celulose para a realização do experimento. Em seguida, adicionou-se lentamente pequenos pedaços de algodão, com um intervalo de 5 min para cada adição, fazendo com que todos os pedaços fossem totalmente dissolvidos. Após 40 min todo o algodão foi adicionado à solução em constante agitação. Adicionou-se todo o algodão pesado, fazendo com que a solução ficasse cada vez mais viscosa com coloração azul.

A agitação foi mantida por mais 10 min após a última adição da fonte de celulose, com o intuito de evitar aprisionamento de bolhas de ar no líquido até que todos os pedaços de algodão estivessem totalmente dissolvidos.

Utilizando uma seringa de plástico, foi preenchido com aproximadamente 20 mL de solução viscosa. Encaixou-se a agulha hipodérmica e injetou-se o líquido dentro de um béquer de 250 mL contendo uma solução de 200 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (aq) 10%, de forma constante até esvaziar completamente a seringa. Após a injeção da solução, foi aguardado cerca de 10 min até a total descoloração da fibra formada.

Como resultado, um pequeno fio de Rayon foi formado dentro da solução ácida. Depois de ser coletado transferiu-se a fibra de Rayon para uma placa de petri. A fibra foi lavada com água destilada para remoção completa do ácido sulfúrico e transferido o produto final para outra placa de petri para a secagem dentro de um dessecador. (BAE; JANG; UM, 2022)

Este procedimento foi realizado com as três fontes de celulose, (celulose comercial, algodão bruto, e polpa da celulose oriundo da bituca de cigarro), a fim de poder evidenciar a possível regeneração da celulose.

Os espectros vibracionais na região do infravermelho foram obtidos a partir do uso de pastilhas de KBr, feitos com 150 mg de KBr e entre 1 a 2 mg de amostra. Foi utilizado o espectrofotômetro FT-IR Prestige-21 na região de 4000-400cm<sup>-1</sup>, com resolução 4.0 e com um total de 32 varreduras, assim também com o uso da célula de reflexão total atenuada (ATR). Os dados foram tratados no programa Microsoft Excel e posteriormente os gráficos foram gerados com o programa Origin 8.5.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

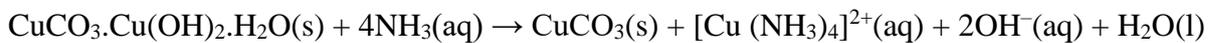
### 5.1 Produção de Rayon

A produção de fibras artificiais consiste na transformação química da matéria-prima natural, a partir do resultado da extração das fibras de celulose é obtida as fibras de viscose do tipo Rayon.

Também conhecida como a seda artificial, o Rayon é uma fibra semissintética obtida a partir de celulose. O algodão (fonte de celulose) é quimicamente convertido a um composto solúvel que depois é transformado em fibras sintéticas de celulose praticamente pura. Um método simples para a obtenção de Rayon, é o método do cupramônio, onde a celulose, na forma de algodão, é dissolvida numa solução aquosa de íons tetramino cobre (II), dando origem a um líquido viscoso azul. Este líquido é depois injetado numa solução aquosa de ácido

sulfúrico, com auxílio de uma seringa, originando as fibras desejadas. O “Rayon de cupramônio” é produzido em filamentos finos, sendo usado em blusas e em outras peças de vestuário. É também utilizado na produção de carpetes e em material cirúrgico.

O primeiro passo da síntese das fibras de Rayon consiste na preparação de um reagente de Schweitzer que irá ajudar a dissolver a celulose do algodão. Para isso é necessário a formação dos íons tetramino cobre (II). (MENDES; PRATES; EVTUGUIN, 2021) Para tal, dissolve-se hidróxido de cobre básico com a amônia aquoso, etapa na qual deve ser realizado dentro de uma capela ou em local ventilado, formando assim os íons tetramino cobre (II) conforme a equação a seguir:



Preparada a solução que contém o íon tetramino cobre, quando entra em contato com a celulose do algodão ocorre a dissolução dela. A celulose é insolúvel, porém quando adicionada a essa solução ela é convertida em um composto de complexo solúvel. Por sua vez, este composto é convertido a fibras insolúveis de Rayon quando o pH da solução é reduzido, logo o produto resultante dessa reação gera a formação do complexo Rayon cúprico, que é uma solução bastante viscosa, de tonalidade azul escura e solúvel em meio ácido. (BAE; JANG; UM, 2022)

Para a obtenção das fibras da Rayon viscosa, consiste na injeção através de uma seringa essa solução contendo o Rayon cúprico em um banho de ácido sulfúrico para a formação dos filamentos, como resultado, o pequeno fio de Rayon é formado dentro da solução ácida, o ácido passa a reagir com o Rayon cúprico neutralizando a solução alcalina e regenerando a celulose. Como resultado dos filamentos de Rayon na solução ácida, o complexo metálico vai sendo destruído e assim descolorindo a fibra e tornando a solução ácida azulada, após o período de descoloração das fibras, ocorre a transferência dos filamentos para as placas de petri onde ocorre a lavagem com água destilada para remover quaisquer produtos residuais, além de retirar o que restou de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  nas fibras. (MENDES; PRATES; EVTUGUIN, 2021)

Para além da experimentação de laboratório, a produção dos filamentos da fibra de viscosa pode ser observada através da técnica de moldagem de fiação úmida (*wet spinning*), onde as fibras de celulose regenerada partem-se de uma solução alcalina de um polímero e

solidifica em meio ácido, após passar por uma fieira. Na figura 13 são apresentados registros do processo de fabricação do Rayon.

**Figura 13.** Fabricação do Rayon



Fonte: autoral

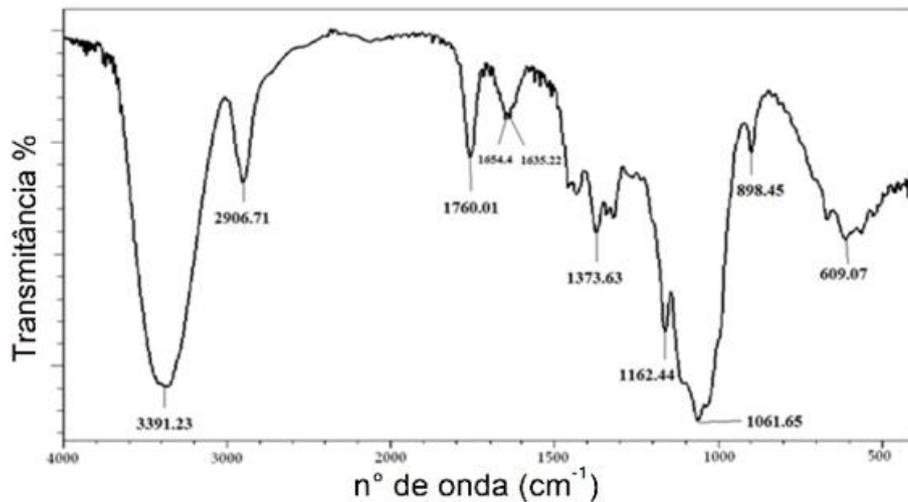
## 5.2 Análise no infravermelho

A espectroscopia de infravermelhos por transformação de Fourier (FTIR), é um método amplamente utilizado para a identificação de diferentes grupos funcionais que estão presentes e constituem um composto, se destaca por ser uma técnica rápida e não destrutiva. FTIR junto com a unidade de ATR permite a atenuação da radiação incidente e fornece espectros de IR sem a absorção de fundo de água.

A espectroscopia ATR, também conhecida como espectroscopia de reflexão interna, é uma técnica versátil e ideal para a investigação da IR de sólidos. Para realizar a análise, a amostra é colocada em contacto com a superfície de um cristal transmissor de IV. A luz IV é refletida da superfície interna do cristal, mas penetra uma pequena distância na amostra e é parcialmente absorvida. Por ser um método de contacto direto com a superfície do cristal, não é necessária qualquer preparação de amostra.

Com o intuito de evidenciar e comprovar a regeneração da celulose na produção do Rayon em diversas fontes da mesma, foi utilizado o espectro de infravermelho da celulose, figura 14. A título de comparação, assim como a utilização de pico, bandas e estiramentos em determinados números de onda.

**Figura 14.** Infravermelho da celulose



Fonte: (ABDERRAHIM. 2015), adaptado

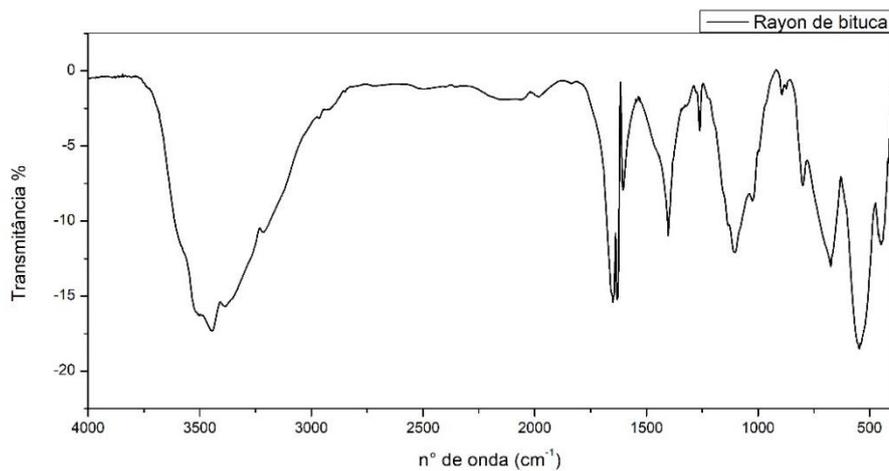
A partir do espectro FTIR da celulose da figura 14, pode-se observar e averiguar certas informações como as seguintes bandas observadas em 3660 - 2900  $\text{cm}^{-1}$  são características em estiramentos das ligações O-H e C-H presente em diversos polissacarídeos. A banda larga a 3391  $\text{cm}^{-1}$  é para o estiramento do grupo hidroxila também presente em polissacarídeos, este também inclui ligação de hidrogênio de caráter inter e intramolecular na celulose. A faixa de 2906  $\text{cm}^{-1}$  é atribuída à vibração de estiramento do C-H, assim como todos os componentes de hidrocarbonetos em polissacarídeos.

Foram observadas bandas típicas atribuídas à celulose na região de 1630 - 900  $\text{cm}^{-1}$ , bandas localizadas a 1633  $\text{cm}^{-1}$  correspondem à vibração das moléculas de água absorvidas na celulose. As bandas de absorção entre, 1373, 1162, 1061  $\text{cm}^{-1}$  e 896  $\text{cm}^{-1}$  pertencem às vibrações de estiramento das ligações, O-H, C-O e C-O-C na celulose. A faixa de cerca de 1420 - 1430  $\text{cm}^{-1}$  está associada à quantidade da estrutura cristalina da celulose, enquanto a faixa de 896  $\text{cm}^{-1}$  é atribuída à região amorfa em celulose, característica da ligação glicosídica entre a glicose e o  $\beta$  unidades. (ABDERRAHIM. 2015)

Para a realização da análise do Rayon de algodão comercial, Rayon de algodão bruto e Rayon de bituca foi utilizado o método com pastilhas de KBr, onde a amostra foi macerada e feito uma pastilha junto com o KBr e posteriormente analisada, já o Rayon de bituca foi realizada mais uma análise dessa vez com o ATR. Com isso foi possível obter os respectivos espectros das Figuras 15, 16, 17, 18 e 19.

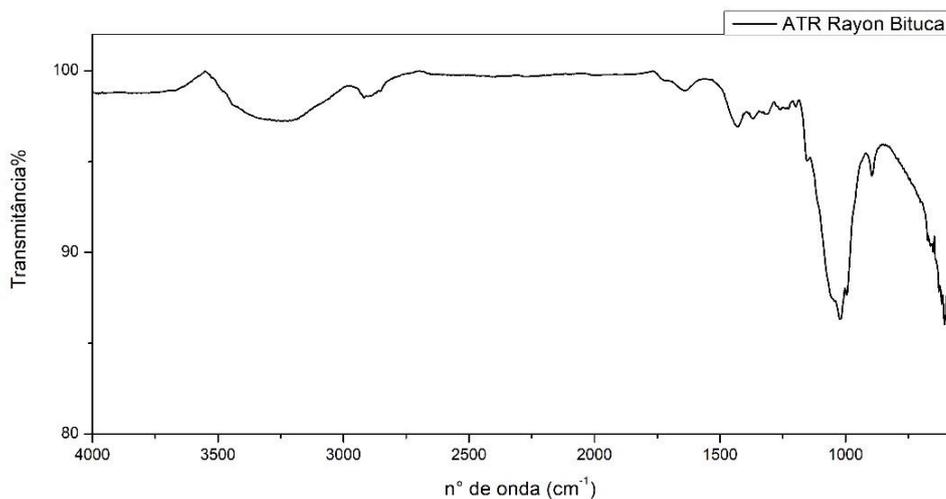
Os espectros FTIR das três amostras, foram obtidos num espectrofotômetro FT-IR Prestige-21 na faixa de  $4000\text{ cm}^{-1}$  a  $400\text{ cm}^{-1}$  com uma resolução de 4.0. Foram efetuadas 32 digitalizações para cada amostra. E os espectros de cada amostra foram comparados com os espectros da celulose, Figura 14.

**Figura 15.** Espectro de IV do Rayon de bituca



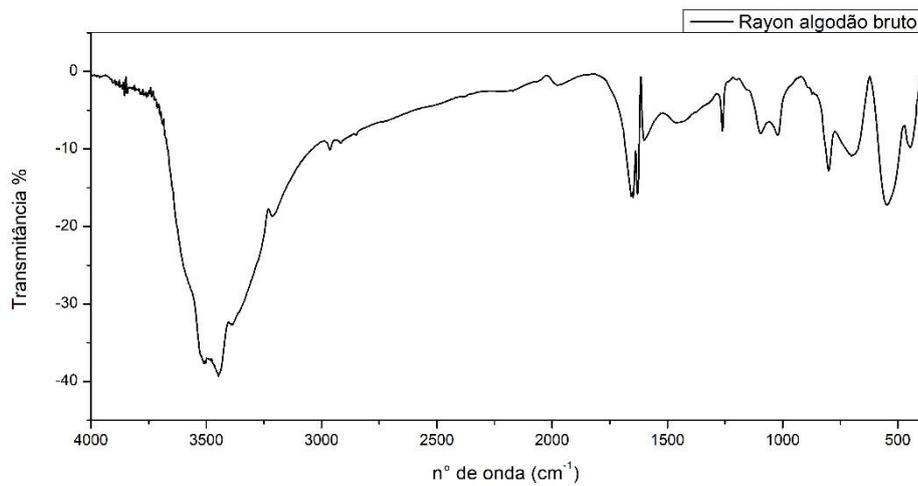
Fonte: autoral

**Figura 16.** Espectro de IV do Rayon de bituca com ATR



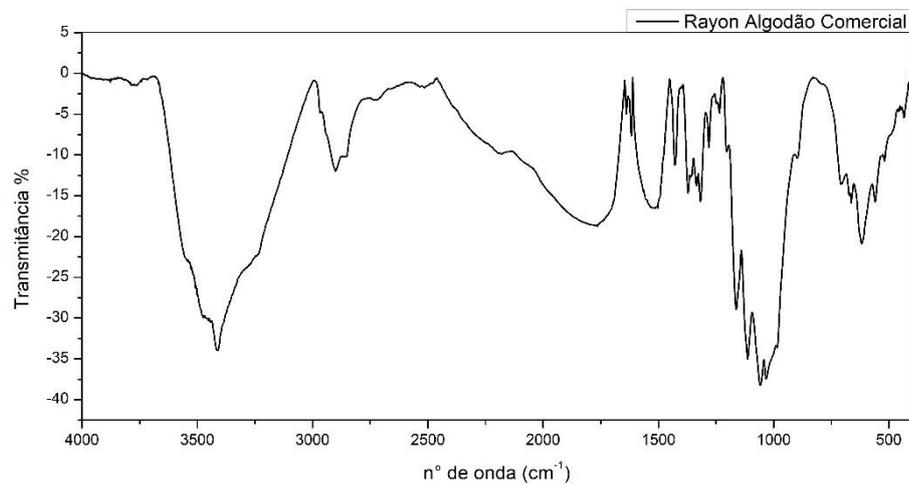
Fonte: autoral

**Figura 17.** Espectro de IV do Rayon de algodão bruto



Fonte: autoral

**Figura 18.** Espectro de IV do Rayon de algodão comercial



Fonte: autoral

Utilizando o espectro da figura 14 a título de comparação, em relação às bandas e estiramentos, pode-se verificar que nos três tipos de Rayon produzidos, foi possível observar bandas referentes a celulose, em todos os espectros foram observadas bandas parcialmente identificadas referente a grupos funcionais, sendo essas as bandas entre 3600 - 2800 cm⁻¹ e 1650 - 400 cm⁻¹.

Porém pode-se observar diferenças nas intensidades das faixas de absorção assim como o aparecimento de novas bandas nos espectros, motivo pelo qual está correlacionado a concentração dos analitos, assim como o aparecimento de outras bandas o que era esperado, pois para a obtenção da fibra, na qual é um biopolímero, é adicionado diversos componentes, além da fonte de celulose.

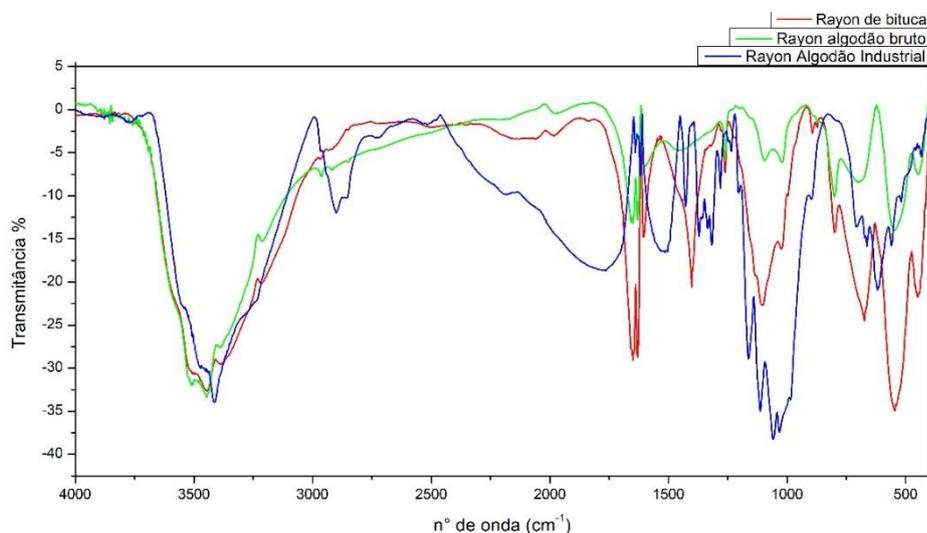
Outro fator o que pode estar conectado ao preparo das amostras, no Rayon industrial, Rayon de bituca e Rayon bruto foi utilizado as pastilhas de KBr, pois a principal desvantagem em utilizar o brometo de potássio está em ser higroscópico o que pode interferir no espectro, com um ruído muito aparente. Assim como maceração da amostra, pois apresentavam uma excessiva maleabilidade, dificultando o preparo das pastilhas, de modo que as pastilhas ficassem o mais homogêneo possível.

Os espectros 15 e 16 referente ao Rayon produzido com a bituca, suas análises foram realizadas utilizando dois métodos pastilhas de KBr e ATR, com o intuito de completar a análise no infravermelho.

Para as figuras 15, 17 e 18 foram realizadas a operação de “linha base” no programa Origin. 8.5, afim deixar o espectro mais linear e homogêneo para leitura. Sendo assim, as análises no infravermelho se mostraram extremamente efetivas, quando a identificação dos grupos funcionais que fazem parte da celulose. Para um maior detalhamento de amostras de celulose, métodos como, XRD, TG/DSC e SEM podem corroborar na caracterização dela.

Afim de comparar todas às bandas presentes em cada tipo de Rayon presentes nas figuras 15, 17 e 18, foi gerado um gráfico combinatório, que pode ser visto abaixo.

**Figura 19.** Espectro de combinatório



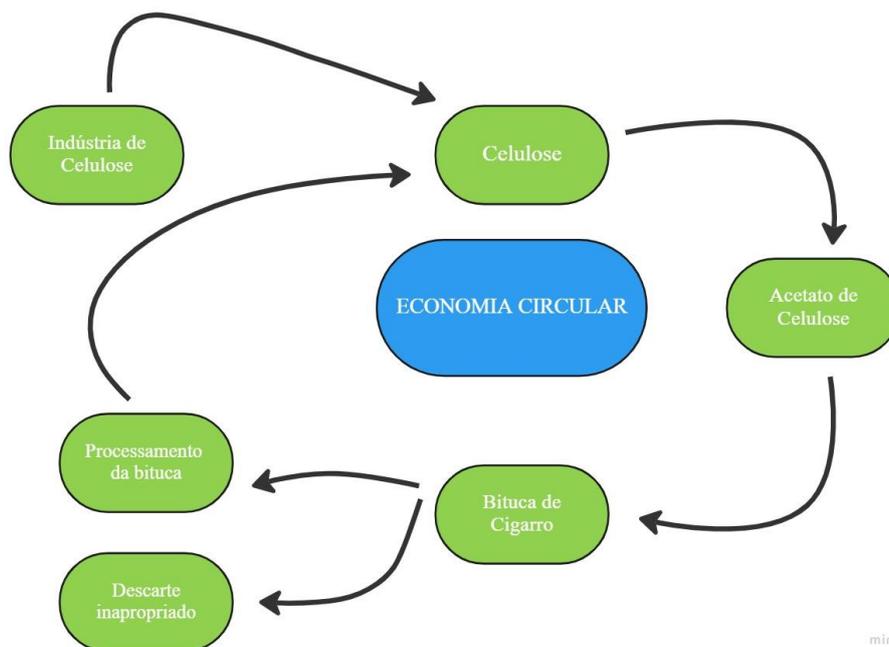
Fonte: autoral

### 5.3 Economia Circular

Após a realização do presente trabalho foi possível observar uma aplicação de economia circular sendo a reutilização da celulose e seus diversos usos como matéria prima, amplamente utilizada em: roupas, papel, estabilizantes de alimentos e biocombustível. Além de modificações em suas estruturas que possibilita a ampliação de produtos produzidos, como por exemplo o nitrato de celulose utilizado no início da indústria cinematográfica ou o acetato de celulose amplamente utilizado na fabricação de filtros de cigarro.

Ainda Podemos citar a empresa Poiato Recicla e o que a mesma faz com as bitucas de cigarro, utilizando tecnologia desenvolvida nos Institutos de Química e Artes da UnB. Nesse processo, as bitucas formadas essencialmente por um filtro de acetato de celulose envolto com papel, são transformados em polpa de celulose, a qual pode retornar diretamente ao seu ciclo produtivo. Este processo é interessante pois há um grande interesse tanto econômico para a reutilização da celulose presente no filtro, quanto ambiental em se encontrar um destino adequado para este resíduo, pois a bituca de cigarro é um dos maiores contaminantes em cidades. Na Figura 20 encontra-se um esquema que demonstra um possível meio de reutilização da celulose a partir da economia circular.

**Figura 20.** Esquema para reutilização de celulose.



Fonte: autoral

## 6. CONCLUSÃO

Com o aumento do número de habitantes no planeta mais o hábito de consumismo e descarte desenfreado é inevitável agregando com uma piora da qualidade de vida, logo é necessário a conscientização do problema nos tempos em que vivemos, os quais cada vez mais os desperdícios se tornam algo “normal”. A preocupação com o meio ambiente é algo que deveria estar sempre em pauta, a reciclagem de materiais que em primeiro momento não aparenta ter um reuso, se mostra uma alternativa para a conservação do planeta. Os resultados obtidos com este trabalho, indicam que as pesquisas para a reciclagem dos filtros de cigarros vêm tendo um aumento ao longo dos anos e sua aplicabilidade em setores como à produção de tecidos, construção civil, química laboratorial, assim como outros são potenciais beneficiários desse material reciclado.

Pesquisas sobre cigarro que correlacionam, bituca de cigarro, meio ambiente e reciclagem ainda são minoria. Porém existem estudos com crescente interesse na reutilização na reciclagem de pontas de cigarro. A coleta realizada de maneira correta dos resíduos de cigarros favorece a metodologia de reciclagem, e se torna viável sob o aspecto econômico e ambiental.

É necessária a mudança de atitude da população, principalmente dos seus consumidores principais, os fumantes, com relação aos riscos do descarte inadequado e aos benefícios do reaproveitamento, com o objetivo de reduzir os impactos relacionados aos resíduos deixados após o uso e a fabricação do cigarro, entretanto ainda falta um maior compartilhamento de informações bem como instrumentos que possibilitem a redução desse descarte incorreto. Como solução para problema, teve-se a sugestão de possíveis programas ambientais e implementação de lixeiras apropriadas, as famosas “bituqueiras” para descartes de resíduos específicos tais como a bituca e seus microcomponentes.

Os trabalhos realizados por empresas como: Poiato Recicla, TerraCycle, Ecocyti, corrobora na tentativa de introduzir bitucas como matéria-prima na confecção de outros materiais. A reciclagem em si das bitucas não é suficiente para denominar a alternativa de sustentável, ao falarmos em sustentabilidade é fundamental termos um olhar circular sobre o processo como um todo, ou seja, desde o descarte das bitucas até a obtenção do papel feito da mesma, ou seja, é preciso considerar todas as etapas que compõem o mesmo. Mas legitima a possibilidade de que em um futuro próximo cada vez, mas sejam encontrados ressignificados para esse lixo tão abundante no planeta.

Com a realização da síntese de Rayon viscosa a partir de diversas fontes de celulose foi possível observar a obtenção de uma fibra semissintética a partir de um biopolímero. Dessa forma também foi possível entender de onde vem o termo viscosa e perceber estruturalmente como se dá a regeneração da celulose. Além do mais, foi possível relacionar a atividade prática realizada com a teoria estudada sobre a técnica de moldagem de uma fibra do tipo Rayon.

Por decorrente neste trabalho foi possível abordar conceitos da economia circular e sua importância, sustentabilidade, o valor da saúde do meio ambiente em que vivemos e a necessidade de encontrar e comprovar que a reciclagem é uma alternativa viável quando se diz respeito a diminuição de lixo e prevenção da saúde do local que se denomina lar.

## 7. REFERÊNCIAS

ABDERRAHIM, B. et al. Characterization and Corrosion Protection Properties of Imidazole Derivatives on Mild Steel in 1.0 M HCl View project MASTER Chimie de formulation View project Kinetic Thermal Degradation of Cellulose, Polybutylene Succinate and a Green Composite: Comparative Study. **World Journal of Environmental Engineering**, v. 3, n. 4, p. 95–110, 2015.

ABIQUIM. **Panorama da Indústria Química Brasileira** - 2019. 2020. [s.l: s.n.]

ABRELPE. **PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL** 2017. São Paulo, Sp, 01 jan. 2017. Disponível em: <[https://belasites.com.br/clientes/abrelpe/site/wp-content/uploads/2018/09/SITE\\_gra\\_ppa\\_panoramaAbrelpe\\_ago\\_v4.pdf](https://belasites.com.br/clientes/abrelpe/site/wp-content/uploads/2018/09/SITE_gra_ppa_panoramaAbrelpe_ago_v4.pdf)>. Acesso em: 02/01/2023.

ACH, A. *Biodegradable plastics based on cellulose acetate*, 1993. Journal of Macromolecular Science, Part A Pure and Applied Chemistry, Volume 30. <https://doi.org/10.1080/10601329308021259>

ANACLETO JUNG, A.; REGINA LOPES TOCCHETTO, M.; ALMEIDA GONÇALVES -, J. **PAPA-BITUCAS: COLETOR PARA O DESCARTE CORRETO DE BITUCAS DE CIGARRO PAPA-BITUCAS: COLLECTOR FOR CORRECT DISPOSAL OF CIGARETTE BUTTS**. [s.l: s.n.].

ANDREA, M.; DE FRANCO, E. **UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL ESCOLA DE ENGENHARIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA DE NICOTINA EM SOLUÇÃO AQUOSA EMPREGANDO ZnO, TiO<sub>2</sub> E CATALISADORES NÃO CONVENCIONAIS EM SUSPENSÃO** **Dissertação de Mestrado**. [s.l: s.n.].

BAE, Y. J.; JANG, M. J.; UM, I. C. Silk/Rayon Webs and Nonwoven Fabrics: Fabrication, Structural Characteristics, and Properties. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, n. 14, 1 jul. 2022.

BARNES, R. L. Regulating the disposal of cigarette butts as toxic hazardous waste. **Tobacco Control**, v. 20, n. 1 SUPPL, p. 45–48, 2011.

BECKER, Deisi Viviani. BARCELLOS, Olinda. VEIGA, Valéria Dias da. **QUESTÃO DO MICRO LIXO NO DESENVOLVIMENTO DE EDUCAÇÃO PARA SUSTENTABILIDADE**. Universidade Do Rio do Grande do Sul, 2013.

BRASIL. Presidência da República, *Casa Civil*, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Lei N. 12.305, de 2 de agosto de 2010; subchefia para Assuntos Jurídicos, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.305%2C%20DE%202%20DE%20AGOSTO%20DE%202010.&text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,1998%3B%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.305%2C%20DE%202%20DE%20AGOSTO%20DE%202010.&text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,1998%3B%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs)>.

BRASIL. Decreto nº 8.262, de 31 de maio de 2014. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8262.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8262.htm)>. Acesso: 02/01/2023

CAMPANATTO, G. E. **A INDÚSTRIA DE CELULOSE E PAPEL NO BRASIL**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[www.guiacomprascelulosepapel.org.br](http://www.guiacomprascelulosepapel.org.br)>.

DE ENGENHARIA, E.; ALVES, V. B. **UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL A INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DO FILTRO DE CIGARROS NOS TEORES DA FUMAÇA** *Dissertação de Mestrado*. [s.l: s.n.].

CAMPBELL; REECE, 2010. **Biologia**. artmed.

Daniel Tietz. 2018. **Nitrato de Celulose**

Disponível em: < <https://www.tudosobreplasticos.com/materiais/nitratocelulose.asp> > acesso: 02/01/2023

DE MESTRADO, D.; CÉSAR, M.; DE ARAÚJO, U. **UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA DEPARTAMENTO DE QUÍMICA Classificação de Cigarros Usando Espectrometria NIRR e Métodos Quimiométricos de Análise** *Por Edilene Dantas Teles Moreira*. [s.l: s.n.].

D’HENI TEIXEIRA, M. B. et al. Process development for cigarette butts recycling into cellulose pulp. **Waste Management**, v. 60, p. 140–150, 1 fev. 2017.

DIENG, H. et al. Turning cigarette butt waste into an alternative control tool against an insecticide-resistant mosquito vector. **Acta Tropica**, v. 128, n. 3, p. 584–590, 1 dez. 2013.

ECYCLE. bituca de cigarro: uma grande vilã ambiental.

Disponível em: < <http://ecycle.com.br/component/content/article/35-atitude/1894-bituca-de-cigarro-um-grandevilaoambiental.html> > Acesso em 30/12/2022

eCycle. USAR BITUCAS DE CIGARRO PARA FABRICAR TIJOLOS É OPÇÃO ECONÔMICA E ECOLÓGICA Disponível em: < <https://www.ecycle.com.br/usar-bitucas-de-cigarro-para-fabricar-tijolos-e-opcao-economica-e-ecologica/> > acesso em 29/12/2022

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1131510/o-eucalipto-e-a-embrapa-quatro-decadas-de-pesquisa-e-desenvolvimento>. Acesso em 02/01/2023. Embrapa, 2021.

Exactitude Consultancy. **Mercado-de-acetato-de-celulose**.

Disponível em: <https://exactitudeconsultancy.com/pt/reports/7523/mercado-de-acetato-de-celulose/#report-details> > Acesso em 02/01/2023

FAO - *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Online data FAOSTAT.

Disponível em: < <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO> >. Acesso em 02/01/2023. FAO, 2021.

FOGAÇA, J. R. V. Nicotina. Brasil Escola.

Disponível em: < <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/nicotina.htm> > Acesso: 03/01/2023

G1. 'Bituca' de cigarro provoca incêndio em 6 hectares de propriedade agrícola; dono do terreno é multado

Disponível em: < <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2022/05/18/bituca-de-cigarro-provoca-incendio-em-6-hectares-de-propriedade-agricola-dono-do-terreno-e-multado.ghtml> > Acesso: 03/01/2023

GAZETA DO POVO. Bitucas causam dano ambiental, 2010

Disponível em: < <https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/bitucas-causam-dano-ambiental-cf6okxundbcwt12z7in1wh7bi/#:~:text=Nas%20praias%2C%20as%20bitucas%20de,de%20237%20kg%20de%20lixo.>> > acesso: 04/01/2023

GRANSTRÖM, M. **Cellulose Derivatives: Synthesis, Properties and Applications**. [s.l: s.n.].

LEE, W.; LEE, C. C. Developmental toxicity of cigarette butts - An underdeveloped issue.

**Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 113, p. 362–368, 1 mar. 2015.

Hassan S.El Khadem<sup>a</sup>. *Carbohydrates* - Encyclopedia of Physical Science and Technology (Third Edition). <https://doi.org/10.1016/B0-12-227410-5/00080-6>

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual IBÁ 2021.

Disponível em: < <https://www.iba.org/publicacoes/relatorios> >. Acesso em 02/01/2023. IBÁ, 2021.

INCA – INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER.

Disponível

em:

<

[http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/agencianoticias/site/home/noticias/2012/numero\\_fumantes\\_no\\_brasil\\_cai\\_pela\\_primeira\\_para\\_menos\\_de\\_15\\_por\\_cento\\_segundo\\_pesquisa\\_vigitel](http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/agencianoticias/site/home/noticias/2012/numero_fumantes_no_brasil_cai_pela_primeira_para_menos_de_15_por_cento_segundo_pesquisa_vigitel) > acesso em 03/01/2023

Indústrias de Processos Químico. **Shreve, R. N.; Brink Jr., J. A.**, v. 4, 1980

Liebert, T. *Cellulose Solvents - Remarkable History, Bright Future*. Cellul. Solvents Anal. Shap. Chem. Modif. 1033, 3–54 (2009).

MENDES, I. S. F.; PRATES, A.; EVTUGUIN, D. V. **Production of rayon fibres from cellulosic pulps: State of the art and current developments. Carbohydrate Polymers** Elsevier Ltd, , 1 dez. 2021.

MOHAJERANI, A. et al. Physico-mechanical properties of asphalt concrete incorporated with encapsulated cigarette butts. **Construction and Building Materials**, v. 153, p. 69–80, 30 out. 2017.

NSW, 2009. New South Wales Government, NSW Fire Brigades. *“Can cigarette butts start bushfires?”*

Disponível em: < <http://www.fire.nsw.gov.au/page.php?id=327> > Acesso: 03/01/2023

OCEAN CONSERVANCY. *Trash Travels. International coastal cleanup*, 2010.

Disponível em: < <https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2017/04/2010-Ocean-Conservancy-ICC-Report.pdf> > Acesso: 03/01/2023.

PODRAZA, K. **Basic Principles of Cigarette Design and Function**. [s.l.: s.n.].

R. NORRIS. SHREVE. **Indústria de processos químicos**. [s.l.: s.n.].

**Reducing the Health Consequences of Smoking 25 YEARS OF PROGRESS a report of the**. [s.l.: s.n.].

SILVANO, F. N. **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA-UFSC CENTRO SÓCIO ECONÔMICO-CSE CURSO DE GRADUAÇÃO EM ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS-CNM TABAGISMO: UM PROBLEMA À SAÚDE ECONÔMICA DA SOCIEDADE**. [s.l.: s.n.].

SLAUGHTER, E. et al. Toxicity of cigarette butts, and their chemical components, to marine and freshwater fish. **Tobacco Control**, v. 20, n. 1 SUPPL, p. 25–29, 2011.

SPOHR, J.; LOPES, M. R. **PRODUÇÃO DE PAPEL ARTESANAL COM A INCORPORAÇÃO DE BITUCAS DE CIGARRO: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL HANDMADE PAPER PRODUCTION WITH INCORPORATION OF CIGARETTE BUTTS: A SUSTAINABLE ALTERNATIVE**. [s.l.: s.n.].

SOUZA CRUZ.

Disponível em:< [http://www.souzacruz.com.br/group/sites/SOU\\_AG6LVH.nsf/vwPagesWebLive/DO9Y](http://www.souzacruz.com.br/group/sites/SOU_AG6LVH.nsf/vwPagesWebLive/DO9Y) DBC8? opendocument > Acesso:02/01/2023

TATIANE DE SOUZA LARISSA ANDREANI CARVALHO LEONARDO FONSECA VALADARES, D.; AGROENERGIA BRASÍLIA, E. Documentos 18 Celulose: pontos de vista *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Agroenergia Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*. 2015.

TECHMELT. As Diversas Aplicações da Celulose

Disponível em:< <https://techmelt.com/pt-br/blog/2018/09/14/as-diversas-aplicacoes-da-celulose/> > acesso: 02/01/2023

THE TOBACCO ATLAS. *Atlanta: American Cancer Society and Vital Strategies*

Disponível em: < <https://tobaccoatlas.org/> > acesso: 03/01/2023

TREIBER, E. E. *Formation of fibres from cellulose solutions*. In: NEVELL, T. P. and ZERONIAN, S. H. (Ed.). *Cellulose chemistry and its applications*. New York: John Wiley, 1985. Chapter 18, p. 455-479.

TROIAN, B. et al. Redes. *Revista do Desenvolvimento Regional*. v. 17, p. 26–49, 2012.

Udale, Jenny (1 de março de 2015). *Tecidos e Moda - 2.ed.: Coleção Fundamentos de Design de Moda*. [S.l.]: Bookman Editora. p. 53. ISBN 978-85-8260-242-3

UnB. RECICLAGEM NA UNB

Disponível em:< <https://unbciencia.unb.br/artes-e-letras/101-artes-visuais/605-reciclagem-na-unb>> acesso em 29/12/202

VIEIRA BELLO, A.; LIBANO, A. M. **Bitucas de cigarro, riscos ambientais, descarte correto e reciclagem**. [s.l: s.n.].

ZALAUF. O meio ambiente e o futuro. [s.d.].

Wisniak, J. Paul Schützenberger. *Educ. quím.*, 26, 57–65 (2015).