



## CAPÍTULO 15

# **Economia Circular Aplicada à Reciclagem de Bitucas de cigarro: Da coleta à obtenção de celulose e seus Derivados**

Alessandro Almeida de Souza,  
Maria Betânia D ´Henri Teixeira,  
Thérèse Hofmann Gatti,  
Rômulo Davi Albuquerque Andrade,  
Paulo Anselmo Ziani Suarez

## **Resumo**

Nesta nota técnica, apresenta-se uma tecnologia de reciclagem de bitucas de cigarro desenvolvida na Universidade de Brasília e transferida, em 2015, para a empresa Poiato Recicla (Votorantim, SP), contrato renovado consecutivamente e ainda vigente. Nesse processo, esse resíduo sólido poluente é transformado em polpa de celulose e em derivados, como o xantato de celulose (Rayon). O estudo discute essa tecnologia aplicada à economia circular na cadeia produtiva da celulose, indicando que esse modelo de produção sustentável pode reduzir os impactos ambientais e gerar benefícios sociais e econômicos. Os resultados foram expressivos, com um aumento gradual da quantidade de resíduo processado, alcançando 20 mil kg em 2025, o que representa 500 milhões de bitucas recicladas e com a celulose retornando ao ciclo produtivo. Por outro lado, o contrato de licenciamento permite à universidade auferir anualmente royalties, os quais são revertidos nas atividades de ensino, pesquisa e extensão da UnB.

Palavras-chave: Economia circular. Reciclagem. Bitucas de cigarro. Celulose. Sustentabilidade.

## **1. Introdução**

A urbanização acelerada e o consumo massivo de produtos industrializados têm provocado um aumento contínuo na geração de resíduos sólidos, entre os quais as bitucas

de cigarro se destacam por sua abundância em praias, vias públicas e áreas urbanas e por sua persistência ambiental [1,2]. Estudos recentes e levantamentos de campo indicam que cerca de 4,5 trilhões de unidades de filtros são descartadas anualmente, gerando um estoque significativo de material predominantemente composto por acetato de celulose, papel, tabaco não queimado e cinzas. Além disso, a bituca de cigarro apresenta uma matriz química diversa gerada pela pirólise do tabaco, tais como nicotina e hidrocarbonetos policíclicos [3,4]. Esses constituintes podem lixiviar para o solo e para as águas superficiais, com impactos ecotoxicológicos detectáveis em organismos aquáticos (bioindicadores) e vegetais sensíveis [5,6].

Apesar da existência de legislações gerais de gestão de resíduos sólidos, a tipificação legal e a regulamentação específicas para filtros e outros resíduos de tabaco continuam fragmentadas em muitos países, o que dificulta ações coordenadas de coleta e reaproveitamento [7,8]. Estima-se que apenas no Brasil sejam descartadas cerca de 9 mil toneladas anuais desse resíduo [9,10]. O filtro apresenta tempo de degradação que pode chegar a cinco anos [11,12,13].

Nos últimos anos, observa-se uma evolução significativa na conscientização sobre a reciclagem de bitucas. Iniciativas de empresas, universidades e organizações não governamentais têm promovido programas de coleta e transformação desses resíduos, como os projetos da Poiato Recicla, TerraCycle e Ecocit [14]. Essa conscientização vem acompanhada de regulamentações ambientais mais rigorosas e da crescente pressão social por soluções sustentáveis [15,16]. Além disso, essa prática contempla vários (8, 9, 11, 12, 14 e 15) Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), conforme a Figura 1.

Diante desse cenário, a economia circular surge como estratégia fundamental. Diferente do modelo linear de “extrair-produzir-descartar”, a economia circular propõe um ciclo fechado de produção e consumo, valorizando a reutilização, a reciclagem e a regeneração de recursos, que vai ao encontro da política dos 5Rs [17,18]. Aplicada ao contexto das bitucas de cigarro, a economia circular transforma um passivo ambiental em ativo produtivo: o acetato de celulose presente nos filtros é convertido em celulose regenerada. Então, a polpa obtida pode ser reinserida no ciclo produtivo [19,20], como mostrado na Figura 2, podendo ser usada para produção de papel ou outro produto de celulose, ou para a obtenção de derivados, como o acetato de celulose, xantato de celulose (rayon) ou nitrocelulose. Com esse modelo, além de reduzir a pressão sobre aterros e recursos naturais, promove maior eficiência na cadeia produtiva: diminui a demanda por matérias-primas virgens, gera novos nichos de mercado para produtos sustentáveis e incentiva a criação de empregos verdes [6, 21,22].



**Figura 1** Objetivos do Desenvolvimento Sustentável contemplados na prática do processo de reciclagem das bitucas.

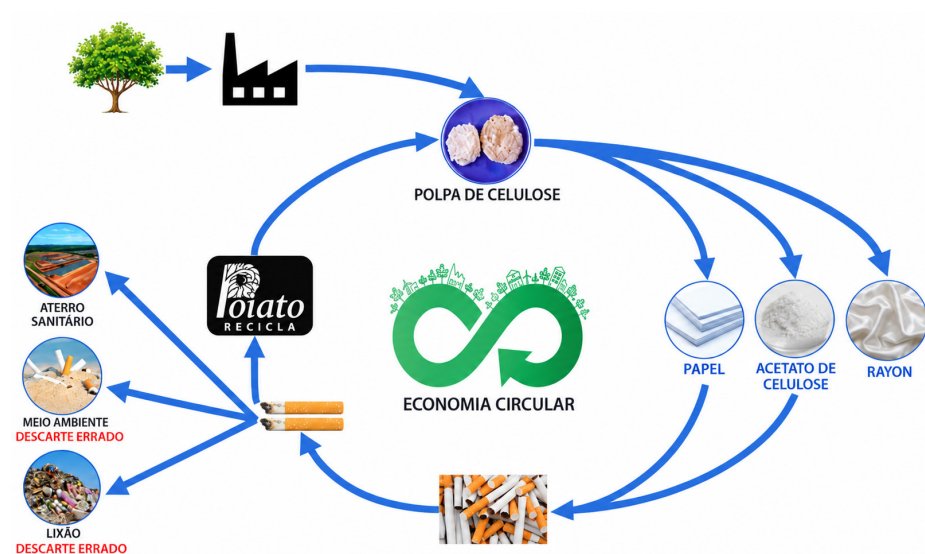


**Figura 2** Processo de reciclagem de bitucas de cigarro com foco na economia circular.

Ou seja, a reciclagem de bitucas pode integrar princípios de design regenerativo, onde cada etapa busca maximizar valor e minimizar perdas, transformando um fluxo de resíduos problemático em recurso útil e comercialmente viável [23], conforme Tabela 1. No entanto, assim como para diversos outros resíduos sólidos, não havia tecnologia disponível para a sua

reciclagem visando reintegrar o resíduo ao seu ciclo produtivo por meio da recuperação da celulose presente em sua estrutura. De fato, as poucas abordagens existentes envolviam o seu aproveitamento energético (queima) e compostagem. Então, nosso grupo de trabalho decidiu dedicar esforços para desenvolver uma tecnologia capaz de reciclar bitucas de cigarro de forma a reinserir a celulose presente em seu próprio ciclo produtivo. Neste trabalho, descrevemos a tecnologia de reciclagem, bem como a sua transferência para o mercado.

Tabela 1 Vantagens da Economia Circular na Reciclagem de Bitucas.

| Método de Destinação    | Impacto Ambiental                       | Valor Econômico               | Sustentabilidade                                       |
|-------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Aterro Sanitário        | Alto (ocupação e risco de contaminação) | Nulo                          | Baixo                                                  |
| Incineração             | Emissões e geração de cinzas tóxicas    | Baixo                         | Baixo                                                  |
| Economia Circular (TCC) | Baixo (reduz poluição e resíduos)       | Alto (gera insumo industrial) | Alto (integra cadeia produtiva e gera empregos verdes) |

## 2. A Celulose e os Seus Derivados

A celulose, que é a principal matéria-prima para a produção de papel, é a substância orgânica mais abundante na natureza, sendo muito encontrada na madeira e em fibras vegetais. É um polímero de cadeia longa, formado por unidades monoméricas da  $\beta$ -D-glicose, com fórmula geral  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , sendo n o grau de polimerização da celulose. Na Figura 3, a estrutura da celulose (A) aparece na forma de dímero, para exemplificar a ligação glicosídica formada na união das moléculas de glicose.

A primeira modificação da celulose de que se têm registros consistentes, ocorreu em 1845, com o químico Christian Friedrich Schönbein, que trabalhava nesta época com uma mistura de ácidos nítrico ( $HNO_3$ ) e sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) com o objetivo de fabricar algum explosivo (Liebert, T). Durante os seus estudos Schönbein acabou derramando uma parte desta solução em sua mesa, e para secá-la, utilizou um pedaço de algodão. Momentos depois o algodão já seco acabou explodindo. Desta maneira, Schönbein descobriu acidentalmente a síntese do nitrato de celulose (Figura 3, estrutura B), um material amplamente usado no início da indústria cinematográfica em carretéis de filmes e em puxadores de gaveta. Além de seu uso ter ajudado a preservar a vida de elefantes, pois substituiu o marfim em muitas aplicações. Porém, o seu uso veio diminuindo ao longo dos anos devido a sua inflamabilidade, pois dependendo do grau de nitração pode ser obtido um explosivo ou plástico, mesmo com o grau de nitração sendo baixo, o plástico obtido apresenta grande

inflamabilidade e instabilidade química ao longo do tempo, exigindo cuidados especiais em seu manuseio e armazenamento.

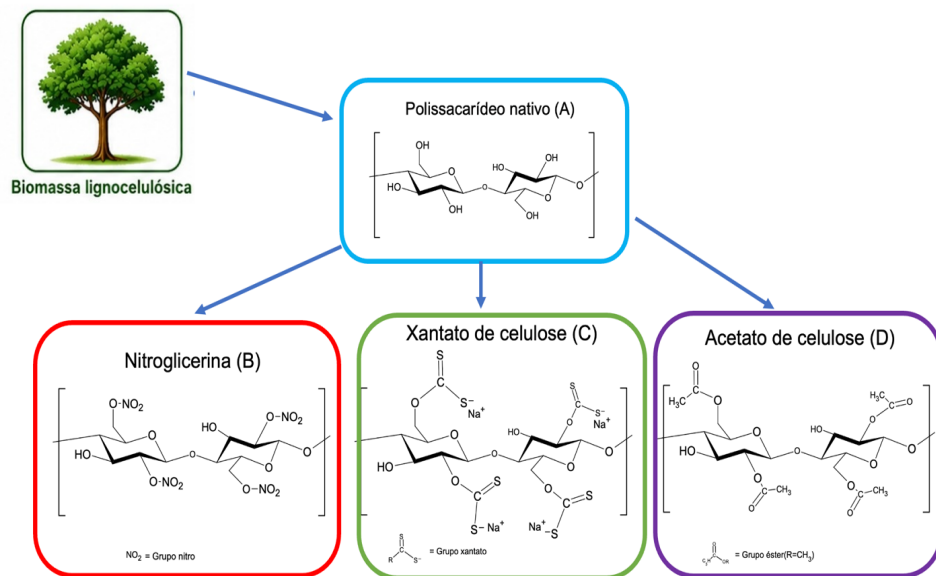


**Figura 3** A Celulose e seus principais derivados.

Logo após a descoberta acidental do nitrato de celulose, outra classe de derivados foi desenvolvida: os xantatos de celulose, que deram origem, entre outros produtos, ao rayon e ao celofane. O xantato de celulose ou também chamado de viscose (Figura 3, estrutura C), é utilizado na fabricação de fibras têxteis e embalagens de celofane. A fabricação de viscose começa por umedecer a celulose com hidróxido de sódio. 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 (etapa final do processo de extrusão) em um banho ácido para formar fibras ou folhas, dependendo da forma do orifício da extrusora. O banho ácido decompõe os grupos de xantato e regenera a celulose, agora denominada rayon de viscose, para diferenciá-la de outros tipos de rayon (Hassan S.El Khadema).

Outra modificação na celulose é o acetato de celulose, que pode ser visualizado na Figura 3, estrutura D, o qual foi sintetizado pela primeira vez em 1865 por Paulo Schutzenberger. Este polímero pode ser obtido pela reação dos grupos hidroxila da celulose

com anidrido acético na presença de um catalisador ácido, normalmente ácido sulfúrico. Desde a sua invenção o acetato de celulose se tornou o derivado com maior importância comercial devido à sua elevada resistência, flexibilidade e transparência. Essas propriedades permitem que ele seja usado em diversos campos de aplicação, tais como: (i) na indústria médica, onde é usado para fabricar instrumentos médicos, próteses e implantes; (ii) na indústria de embalagens, onde é comum o uso de películas transparentes e flexíveis como embalagens de alimentos e medicamentos; (iii) na indústria de filmes fotográficos, onde é usado para fazer filme fotográfico e papel fotográfico; e (iv) na indústria cosmética, o acetato de celulose é utilizado para produzir esponjas e aplicadores para maquiagem. Dentre essa variedade de usos, o acetato de celulose também é utilizado na fabricação de filtros de cigarro, que é responsável por reter componentes tóxicos e poluentes 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, o mercado global de acetato de celulose tem um valor aproximado de US\$ 5,0 bilhões. 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. 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.

### **3. A Tecnologia de Reciclagem de Bitucas de Cigarro**

A estrutura física das bitucas de cigarro é complexa, formada por múltiplos elementos: o filtro (feito de fibras de acetato de celulose), o papel e o resíduo de tabaco parcialmente queimado, cinzas e outros elementos, como saliva e batom [32], como pode ser visto na Figura 4. O acetato de celulose, derivado da reação entre a celulose e o anidrido acético, é um polímero resistente à biodegradação, sendo amplamente utilizado em filtros pela sua capacidade de reter substâncias químicas [27,28,29]. Durante o consumo, o filtro absorve uma variedade de compostos orgânicos derivados da pirólise do tabaco [32], porém não foram detectados metais pesados como observado na fumaça [28].

Na Universidade de Brasília, foi desenvolvida uma tecnologia para transformar as bitucas de cigarro, sem nenhum tratamento prévio, em polpa de celulose [32]. Durante o processo de polpação ácida ou alcalina, o acetato de celulose é hidrolisado em celulose, conforme pode ser visto na Figura 5, a lignina do tabaco é removida, liberando sua celulo-

se, e o papel é desagregado. Por outro lado, são dissolvidas as cinzas e os compostos químicos adsorvidos no filtro. Como resultado, obtém-se uma suspensão, que, ao ser filtrada, forma uma polpa de celulose e um licor escuro. A polpa de celulose, após ser lavada, está pronta para ser utilizada. Já o licor escuro, único subproduto obtido, é acidificado com ácido clorídrico, ocorrendo a sua coagulação. Dessa forma, separa-se a água, que pode retornar ao processo de polpação, e um sólido marrom que representa aproximadamente 10% da massa original da bituca, o qual é formado essencialmente por fragmentos de lignina.

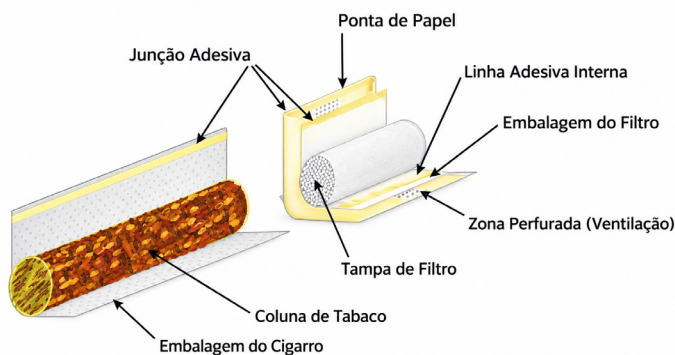


**Figura 4** Estrutura física constituinte do cigarro [34]

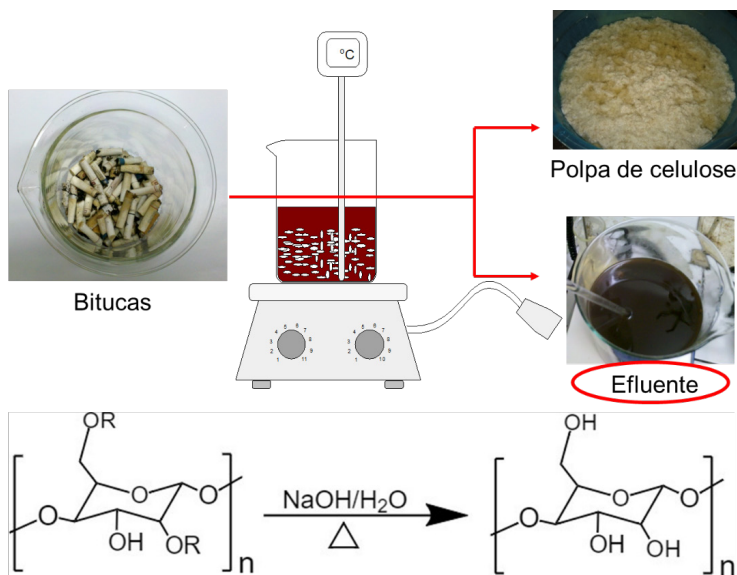


**Figura 5** Transformação das bitucas de cigarro em polpa de celulose e licor escuro, onde R pode ser (H-) ou (CH<sub>3</sub>CO-).

Para avaliar a qualidade da polpa obtida foi usada uma amostra de bitucas de cigarro cozidas durante 3 h em solução de NaOH 1 M (B), filtro de acetato de celulose sem cozimento (C1) e filtro de acetato de celulose cozido durante 3 h em solução de NaOH 1 M (C2), foram refinadas e os produtos obtidos foram submetidos a testes de resistência e os resultados obtidos nessas análises encontram-se listados na Tabela 2 [32]. Nota-se que para todos os papéis preparados a partir de filtros de cigarro foram verificadas baixas resistências, sugerindo que estas fibras somente poderiam ser usadas na forma de misturas com outras fibras. No entanto, o papel obtido a partir da bituca de cigarro (amostra B) foi o que apresentou o melhor resultado, provavelmente devido à presença de fibras novas de celulose oriundas do tabaco residual e da desagregação do papel mais longas que as presentes no acetato de celulose. Como já esperado, para o filtro usado observou-se um grau de alvura mais baixo quando comparado com os resultados obtidos para os filtros não usados.

**Tabela 2** Propriedades físicas determinadas para os papéis preparados com as amostras B e C..

| Ensaio                        | Amostras      |               |               |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|
|                               | B             | C1            | C2            |
| graus Shopper (°SR)           | 46            | 14            | 15            |
| Gramatura (g/m <sup>2</sup> ) | 71,14 (1,98)  | 67,2 (2,14)   | 77,3 (1,7)    |
| Espessura (mm)                | 0,173 (0,004) | 0,147 (0,004) | 0,239 (0,020) |
| Alvura (%)                    | 54,16 (0,20)  | 84,8 (0,51)   | 84,61 (0,24)  |
| Resistência à tração (kN/m)   | 0,80 (0,08)   | 0,07(0,01)    | 0,40 (0,04)   |
| Índice de tração (kNm/kg)     | 11,22 (1,83)  | 1,09 (0,15)   | 4,95 (0,87)   |
| Alongamento (%)               | 1,91(0,23)    | 0,67 (0,08)   | 1,42 (0,31)   |

Nota: os números entre parênteses referem-se ao desvio padrão.

Além da produção de papel, também foi utilizada a polpa de celulose obtida a partir da reciclagem de bitucas de cigarro para a obtenção de xantato de celulose. Para tal, a solução obtida pela reação da polpa de celulose de bituca com o reagente de Schweitzer foi injetada vagarosamente, usando uma seringa descartável, em ácido sulfúrico diluído, ocorrendo a formação de filamentos de Rayon, conforme pode ser visualizado na Figura 6.



**Figura 6** Retirada das fibras de Rayon preparadas a partir de polpa de celulose obtida pela reciclagem de bitucas de cigarro.

As fibras de Rayon foram, então, lavadas com água destilada, secas e analisadas por espectroscopia de infravermelho, evidenciando a transformação da celulose em xantato de celulose.

## 4. Desenvolvimento de Processo para a Reciclagem de Bitucas de Cigarro e Transferência da Tecnologia para o Mercado

O processo de reciclagem de bitucas de cigarro, cujo fluxograma pode ser visto na Figura 7, foi desenvolvido pela equipe da UnB utilizando polpação alcalina [31].]

Inicialmente, as bitucas coletadas, e sem tratamento prévio, são tratadas em solução de hidróxido de sódio (NaOH) sob aquecimento. Nesta etapa ocorrem a hidrólise do acetato de celulose e a regeneração da celulose, desagregação do papel, quebra da lignina do tabaco residual e dissolução da cinza. Como resultado, obtém-se uma suspensão de celulose em um licor escuro. Após a filtragem e lavagem, obtém-se polpa de celulose pronta para ser inserida no mercado de celulose, seja para a fabricação de papel ou para a obtenção de derivados, como o Rayon. O licor é acidificado com ácido clorídrico, ocorrendo a sua coagulação, sendo separadas a água, que retorna ao reator de polpação e um resíduo orgânico que pode ser queimado ou enviado para aterro sanitário.

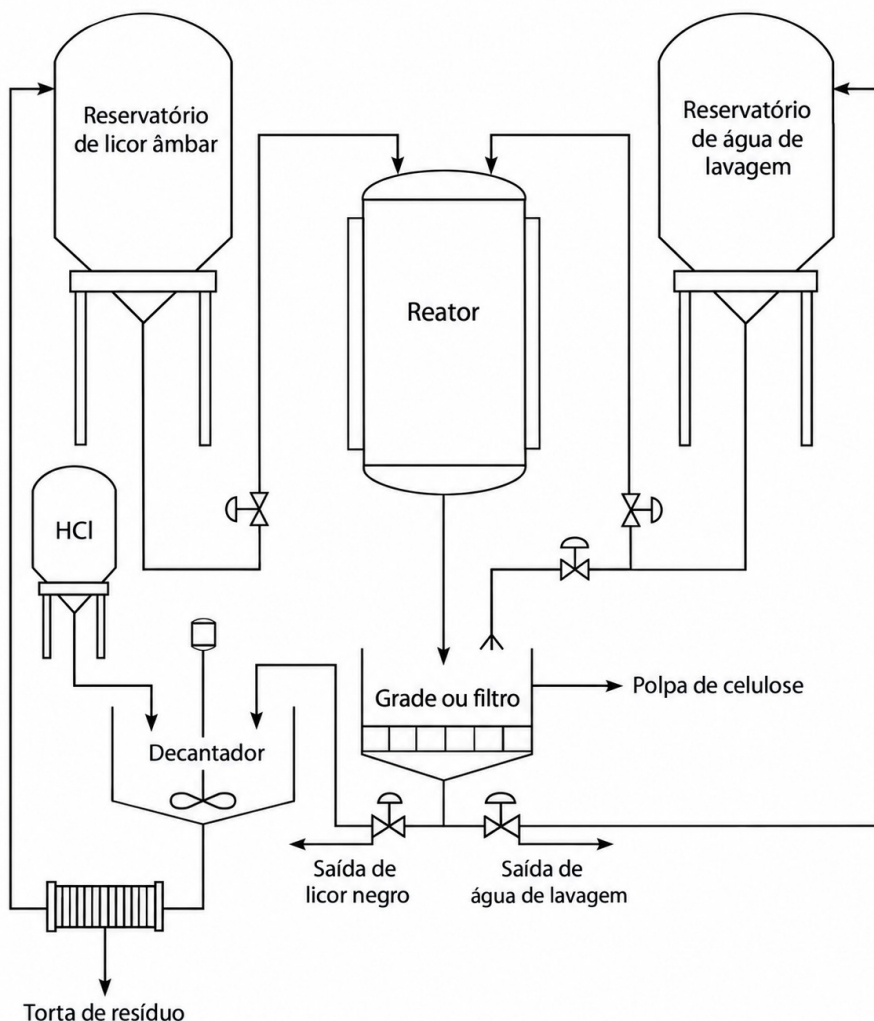


**Figura 7** Fluxograma do processo de polpação de bitucas de cigarro desenvolvido pela equipe da UnB [31].

A tecnologia resultante foi transferida para a empresa Poiato Recicla, que instalou em 2017 uma unidade na cidade de Votorantim, SP (Figura 8). Em comunicação primária com a Poiato Recicla, verifica-se que os dados são promissores desde a implementação da tecnologia. Em 2017 foram coletadas e processadas aproximadamente 5 mil kg de resíduos, o que representa cerca de 20 milhões de bitucas. Com uma massiva campanha de conscientização ambiental e um programa de instalação de coletores, somados à logística de coleta, em 2025 os resultados de processamento passaram para 20 mil kg de resí-

duos, representando 500 milhões de bitucas recicladas. Deve-se destacar que o contrato de transferência da tecnologia assinado entre a Universidade de Brasília e a Poiato Recicla foi renovado e encontra-se vigente. Entre as obrigações, o contrato prevê o pagamento de royalties anuais sobre o faturamento líquido da operação de reciclagem de bitucas de cigarro, após relatório de faturamento entregue pela empresa. Os recursos auferidos são distribuídos entre os inventores (1/3 do total) e a administração central da universidade e os Institutos de Artes e de Química (2/3).



Figura 8 Unidade de processamento de bitucas de cigarro da Empresa Poiato Recicla, em Votorantim/SP, que utiliza o processo desenvolvido pela equipe da UnB.

## 5. conclusão

A reciclagem de bitucas de cigarro em polpa de celulose que pode retornar ao ciclo produtivo e ser usada como matéria-prima para a produção de papel e derivados, como o Rayon, consolida-se como um exemplo notável de aplicação prática da economia circular. A principal vantagem desse processo é a reinserção de materiais no ciclo produtivo, reduzindo o consumo de recursos naturais e evitando a deposição inadequada de resíduos [31]. Além disso, a abordagem tecnológica proposta pela UnB evidencia o papel estratégico das

universidades no desenvolvimento de soluções sustentáveis de baixo custo e alto impacto ambiental positivo. Do ponto de vista da cadeia produtiva, a implementação desse modelo pode gerar oportunidades de trabalho e renda, principalmente para cooperativas de coleta e reciclagem das bitucas. Dessa forma, a reciclagem de bitucas se configura como uma solução tecnicamente viável e socialmente relevante para a gestão sustentável de resíduos sólidos. Finalmente, deve-se destacar que os royalties oriundos do licenciamento da tecnologia para o setor produtivo permitem a arrecadação de recursos para a universidade reinvestir em suas ações de ensino, pesquisa e extensão.

## Referências Bibliográficas

1. Kirchherr J, Reike D, Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resour Conserv Recycl.** 2017;127:221–32.
2. Geissdoerfer M, Savaget P, Bocken NMP, Hultink EJ. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? **J Clean Prod.** 2017;143:757–68.
3. Kaur R, Kaur A, Sharma R, Kumari S, Kumar V. Chemical characterization and bioactivity of cigarette butt extract as oviposition deterrent and larvicide against *Aedes aegypti*. **Parasitol Res.** 2025;124(7):1–12. doi:10.1007/s00436-025-08502-3.
4. Ellen MacArthur Foundation. **Towards the Circular Economy.** London: EMF; 2021.
5. Korhonen J, Honkasalo A, Seppälä J. Circular Economy: The Concept and its Limitations. **Ecol Econ.** 2018;143:37–46.
6. Ghisellini P, Cialani C, Ulgiati S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **J Clean Prod.** 2016;114:11–32.
7. Rosa P, Sassanelli C, Terzi S. Towards circular business models: A systematic literature review on classification frameworks and archetypes. **J Clean Prod.** 2019;236:117–96.
8. Suárez-Eiroa B, Fernández E, Méndez-Martínez G, Soto-Oñate D. Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. **J Clean Prod.** 2019;214:952–61.
9. Bocken NMP, de Pauw IC, Bakker C, van der Grinten B. Product design and business model strategies for a circular economy. **J Ind Prod Eng.** 2016;33(5):308–20.
10. European Commission. **Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe.** Brussels; 2020.
11. Murray A, Skene K, Haynes K. The circular economy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. **J Bus Ethics.** 2017;140:369–80.
12. Kalmykova Y, Sadagopan M, Rosado L. Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. **Resour Conserv Recycl.** 2018;135:190–201.
13. Pauliuk S. Critical appraisal of the circular economy standard BS 8001:2017 and a dashboard of quantitative system indicators for its implementation in organizations. **Resour Conserv Recycl.** 2018;129:81–92.
14. Chertow MR, Park J. Institutional diversity in complex industrial symbiosis networks. **J Ind Ecol.** 2016;20(2):293–306.

15. Mathews JA, Tan H. Progress toward a circular economy in China. **J Ind Ecol.** 2016;20(3):515–27.
16. Saidani M, Yannou B, Leroy Y, Cluzel F, Kendall A. A taxonomy of circular economy indicators. **J Clean Prod.** 2019;207:542–59.
17. Rahla KM, Mateus R, Bragança L. Implementing circular economy strategies in buildings: An overview. **Environ Dev Sustain.** 2021;23:14551–73.
18. Winans K, Kendall A, Deng H. The history and current applications of the circular economy concept. **Renew Sustain Energy Rev.** 2017;68:825–33.
19. Sassanelli C, Rosa P, Rocca R, Terzi S. Circular economy performance assessment methods: A systematic literature review. **J Clean Prod.** 2019;229:440–53.
20. Haupt M, Vadenbo C, Hellweg S. Do we have the right performance indicators for the circular economy? **J Ind Ecol.** 2017;21(3):615–27.
21. Niero M, Kalbar P. Coupling material circularity indicators and life cycle assessment: A proposal to advance the assessment of circular economy strategies at the product level. **Resour Conserv Recycl.** 2019;140:305–12.
22. Tseng ML, Chiu ASF, Lim MK. Application of big data in circular economy: Framework and case study of service-oriented smart waste management. **J Clean Prod.** 2021;322:129–46.
23. Reike D, Vermeulen WJ, Witjes S. The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? **Resour Conserv Recycl.** 2018;135:246–64.
24. Homrich AS, Galvão G, Abadia LG, Carvalho MM. The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways. **J Clean Prod.** 2018;175:525–43.
25. Batista L, Gong Y, Pereira S, Jia F, Bittar A. Circular business models: Current state and future directions. **J Clean Prod.** 2018;213:147–56.
26. Pagotto M, Halog A. Towards a circular economy in Australian agri-food industry: An integrated framework. **J Clean Prod.** 2016;135:936–50.
27. Dantas T, de-Souza BC, Destro IR, Lima GBA, Quelhas OLG. How the combination of Circular Economy and Industry 4.0 can contribute towards achieving the Sustainable Development Goals (SDGs): A systematic literature review. **J Clean Prod.** 2021;281:125–29.
28. Barnes RL. Regulating the disposal of cigarette butts as toxic hazardous waste. **Tob Control.** 2011;20:45–8.
29. Moerman JW, Potts GE. Analysis of metals leached from smoked cigarette litter. **Tob Control.** 2011;20:30–5.
30. Poll C. **Anuário Brasileiro do Tabaco.** Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta; 2013.
31. Souza AA. **Reciclagem de bituca de cigarro para obtenção de celulose e seu derivado xantato** [dissertação]. Brasília (DF): Universidade de Brasília; 2022.
32. Teixeira MB d'H, Duarte MAB, Garcez LR, Rubim JC, Gatti TH, Suarez PAZ. Process development for cigarette butts recycling into cellulose pulp. **Waste Manag.** 2017;60:140–50.
33. Martins GBC, Montenegro MA, Suarez PAZ. Kit colorimétrico para detecção de metanol em etanol combustível. **Quím Nova.** 2015;38(2):280–4.
34. Podraza, K. (2001). "Basic principles of cigarette design and function," Retrieved Jan. 12, 2013. URL: [http://www.lsr.org/presentation\\_files/air/m\\_011029/podraza\\_102901.pdf](http://www.lsr.org/presentation_files/air/m_011029/podraza_102901.pdf)

