

Estudo do potencial de aproveitamento de cápsulas de café e seus resíduos

Study of the potential use of coffee capsules and their residues

RESUMO

Barbara Gonçalves dos Santos
barsan@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Luciana de Souza Moraes
lucianamoraes@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Este trabalho tem como objetivo identificar e caracterizar os polímeros presentes nas cápsulas de café, e por meio da reciclagem destes polímeros deseja-se produzir um filme polimérico contendo fotocatalisadores para aplicação no tratamento de efluentes. O polímero predominante na cápsula é o polipropileno (PP), sendo possível realizar a confecção do filme polimérico utilizando reciclagem mecânica. Além dos polímeros foram encontrados no interior da cápsula uma folha de alumínio utilizada como filtro, que pode ser empregada em outros estudos por suas excelentes propriedades físico-químicas, também foi encontrado a borra de café, esta borra possui uma alta disponibilidade no Brasil e possibilidade de estudo, pois o resíduo é composto em sua maioria por matéria orgânica, ambos os resíduos possuem potencial para estudos científicos com aplicação em diversas áreas.

PALAVRAS-CHAVE: Filmes plásticos. Polímeros. Produtos reciclados. Plásticos nas embalagens.

ABSTRACT

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



This work aims to identify and characterize the polymers present in coffee capsules, and by recycling these polymers, it is desired to produce a polymeric film containing photocatalysts for application in the treatment of effluents. The predominant polymer in the capsule is polypropylene (PP), making it possible to make the polymeric film using mechanical recycling. In addition to the polymers, an aluminum foil used as a filter was found inside the capsule, which can be used in other studies due to its excellent physico-chemical properties, coffee sludge was also found, this sludge has a high availability in Brazil and the possibility of study, since the residue is composed mostly of organic matter, both residues have potential for scientific studies with application in several areas.

KEYWORDS: Plastic films. Polymers. Recycled products. Plastics in packaging.



INTRODUÇÃO

O consumo de cápsulas de café no Brasil vem aumentando nos últimos anos, dada a praticidade e conveniência de consumo deste produto. As cápsulas têm como função fundamental fornecer além de praticidade, condições tais como nível de umidade, temperatura e nível de oxigênio, pois esses fatores podem alterar aroma, sabor e qualidade do café.

Há variados tipos de cápsulas no mercado, constituída de diversos materiais podendo ser apenas de alumínio, papel, plásticos ou a mistura desses materiais. Sendo as mais comuns de alumínio puro, mistura de plástico e alumínio ou somente mistura de plásticos. Em sua grande maioria apresentam filtros plásticos ou de papel em seu interior (BASF, 2020).

As atenções das indústrias de cápsulas estão voltadas para a viabilização de um mercado mais sustentável e ecológico, os plásticos são materiais que demorariam mais de 200 anos para se decompor na natureza segundo Dantas (2000), podendo ainda partir-se em micro pedaços poluindo solos e lençóis freáticos.

Com base nesse cenário, o Relatório Internacional de Tendências do Café (2016) mostra que se tornou cada vez mais necessária uma reciclagem desses materiais para minimizar o seu impacto ambiental.

Segundo Cunha *et al.* (2020), algumas empresas produtoras de cápsulas possuem logística reversa para a reciclagem, que consiste no retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao seu ciclo, através de pontos de distribuição reversa. Infelizmente, essa cadeia ainda não atende a todas as marcas, nem a totalidade da produção.

A partir do dimensionamento e propriedades das cápsulas o seguinte trabalho propõe a avaliação, emprego e potencial de aproveitamento desse resíduo das cápsulas de composição mista, com o propósito de identificar os tipos de polímeros e materiais presentes nas mesmas, avaliando a viabilidade de reciclagem do resíduo e verificando a possibilidade de destinação para utilização na produção de filmes poliméricos contendo fotocatalisadores para aplicação futura no tratamento de efluentes.

MATERIAL E MÉTODOS

A fim de restringir o escopo da pesquisa, será avaliada uma marca de cápsula de café de composição mista, denominada a partir daqui de Marca X. O motivo da escolha foi a abrangência e consumo da marca segundo Bomfim *et al.* (2019), e também a disponibilidade no campus de realização da pesquisa e, portanto, a quantidade de resíduo gerado desta cápsula, associada por um resíduo de composição mista.

A obtenção de todas as cápsulas pós-consumo foi realizada através de doações de consumidores frequentes da Marca X, abrangendo todas as cápsulas ofertadas no mercado por esta marca.

A estrutura interna da cápsula avaliada apresenta separações em camadas, podendo assim ser separado seus resíduos, como apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Embalagem e a estrutura interna de uma cápsula.



Fonte: encurtador.com.br/epBNT (2020).

Essa estrutura apresenta em sua primeira camada uma tampa plástica (1), logo abaixo há uma película transparente plástica (2) que compacta e protege o pó de café. Em contato com o pó, há um filtro de alumínio (3) seguido por um filtro de plástico (4) vazado e o copo plástico (5) como camada externa.

O processo de separação das camadas da cápsula visa separar uniforme e visualmente os materiais, para que os resíduos das mesmas sejam estudados de formas diferentes e analisado por composições mais unitárias.

Durante a separação emprega-se uma metodologia a fim de facilitar e otimizar a execução, essa metodologia divide-se em 8 etapas, como é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Metodologia de abertura.

Etapa	Metodologia
1	Abertura da cápsula
2	Separação da tampa
3	*Retirada da película protetora do pó de café
4	*Retirada e separação do pó de café
5	Limpeza do pó ou outros componentes excedentes
6	Retirada e separação do filtro de alumínio
7	Retirada e separação do filtro de plástico
8	Secagem a temperatura ambiente por 24 h.

Fonte: Autoria própria (2020).

Para a abertura da cápsula a tampa é perfurada com um objeto cortante afiado (faca) e raspada no bocal até que ela se solte do corpo da cápsula para a sua separação; em caso de presença de líquido dentro do copo, ele é descartado. Nos copos com café moído, o filme transparente (*presente somente em cápsula de café puro) distribuidor é perfurado e cortado ao longo das laterais até ser solto.

A borra do café (*presente somente em cápsula de café puro) é retirada e armazenada em uma forma de alumínio para secagem em estufa. O filtro de alumínio é cuidadosamente retirado com a ajuda de uma faca e pinça, e o filtro de

plástico (preto ou branco) é então solto do copo da cápsula, obtendo-se todos os resíduos separados.

Após a separação, o material é lavado em água corrente, com emprego de esponja e sem detergente, de modo delicado, até remoção de todo material orgânico (borra de café, resto de pós solúveis ou líquidos). Cada parte foi disposta sobre um recipiente de plástico ventilado para secar em local arejado em sombra por 24 horas em temperatura ambiente. As características visuais do interior da cápsula foram registradas após a abertura das mesmas.

Para a análise de composição após a separação foi constatado que apenas a borra de café e o filtro de folha de alumínio não são constituídos de materiais poliméricos; para a determinação da composição destes polímeros serão necessárias análises de caracterização desse tipo de material.

RESULTADO E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos no período de realização do trabalho.

AVALIAÇÃO DAS CÁPSULAS

Para avaliação da variação na estrutura da cápsula em função dos sabores da bebida, foram estabelecidos 4 grupos, apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Divisão das cápsulas por tipo de bebida.

Grupo	Tipo de bebida	Presença de borra pós-consumo
1	Café	Sim
2	Chocolate	Não
3	Café com Leite	Não
4	Chá	Não

Fonte: Autoria própria (2020).

A marca X comercializa não só cápsulas contendo pó de café para serem preparados na máquina, como também produtos que contêm em seu interior bebidas instantâneas em pó, como chocolate, chá e leite. Cada sabor apresenta uma cor diferente na embalagem da cápsula, ou seja, um polímero que recebeu corante, o que no processo de reciclagem dificulta a separação dos resíduos de plástico por cores diferentes.

A maioria das cápsulas contendo pós instantâneos possuíam o corpo da cápsula em cor branca, enquanto o restante apresentou colorações variadas para o corpo. As tampas apresentaram cores diferentes para cada sabor.

DETERMINAÇÃO DAS PARTES

No processo de determinação das partes utilizaram-se as camadas existentes para a separação, realizada através de análise visual, a parte primária a ser destacada da cápsula foi a tampa plástica, como mostrada na Figura 2.

Figura 2 – Tampa plástica.



Fonte: Autoria própria (2020).

Após a retirada da tampa plástica o grupo 1 apresenta características mostradas na Figura 3a, contendo a película plástica e a borra de café após o consumo. Os grupos 2, 3 e 4 não apresentam película protetora e pó instantâneo pós-consumo.

Figura 3 – Estruturas da capsula do grupo 1.

a) Cápsula do grupo 1 sem a tampa.

b) Película plástica.



Fonte: Autoria própria (2020).

Realizando a retirada da película plástica (Figura 3b) do grupo 1, foi removida também a borra de café de dentro das cápsulas e disposta em uma forma de alumínio (Figura 4) para secagem em estufa a 70°C por 24h.

Figura 4 – Borra de café.



Fonte: Autoria própria (2020).

No processo de limpeza, foram retirados todos os excessos de pó de café e de outros pós instantâneos do interior das cápsulas com água corrente e esponja, após este processo de limpeza da cápsula foi possível visualizar o filtro de alumínio (Figura 5a), quando retirado o filtro de alumínio visualizamos o filtro de plástico (Figura 5b).

Figura 5 – Cápsula limpa.

a) Cápsula com filtro de alumínio. b) Cápsula sem o filtro de alumínio.



Fonte: Autoria própria (2020).

As cápsulas com leite em pó solúvel possuem filtro branco (Figura 6a), enquanto todos os outros produtos possuem filtro preto (Figura 6b), apresentando somente o copo após a retirada do filtro de plástico conforme Figura 7.

Figura 6 – Filtros de plástico.

a) Filtro branco.

b) Filtro preto.



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 7 - Copo plástico.



Fonte: Autoria própria (2020).

DEMAIS PROCESSOS

Os demais processos, como a identificação e a confirmação dos polímeros utilizadas por Guimarães (2018), Mei e Oliveira (2017), a reciclagem mecânica exemplificada por Spinacé e De Paoli (2005) e a confecção sugerida por Santos (2011) do filme a partir dos polímeros presentes não puderam ser executados em função da pandemia de COVID-19, devido a suspensão das atividades presenciais e tendo a necessidade do uso do laboratório para sua execução.

CONCLUSÃO

Foi possível separar as partes poliméricas das capsulas em copo, tampa, película e filtro, dentro dos copos poliméricos também foram encontrados a borra do café e a folha de alumínio, todos os materiais encontrados apresentam um grande potencial para reaproveitamento e aplicações em várias áreas.

Devido a pandemia apenas parte das atividades propostas puderam ser realizadas, o que impossibilitou a análise do polímero presente na cápsula, assim também como a confecção de filmes poliméricos contendo fotocatalisadores para a aplicação futura no tratamento de efluentes. As atividades propostas serão retomadas tão logo seja possível o retorno às atividades presenciais.

REFERÊNCIAS

BASF. Inovação em cápsulas para café, 2020. Disponível em:

https://www.basf.com/br/pt/media/quimica_dia_a_dia/capsulas_cafe.html.

Acesso em: 3 jun. 2020.

BOMFIM, A. S. C.; MACIEL, M. M. A. D.; VOORWALD, H. J. C.; BENINI, K. C. C. C.; OLIVEIRA, D. M.; CIOFFI, M. O. H. Effect of different degradation types on properties of plastic waste obtained from espresso coffee capsules, **Waste Management**, v. 83, p. 123-130, jan. 2019. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X18306718>.

Acesso em: 10 set. 2019.

CUNHA, GIOVANNA GONÇALVES VILAÇA; FARIA, AMANDA; SANTANA, BEATRIZ; DA SILVA, EVELYN; SILVA, FERNANDA; ESPUNY, MAXIMILIAN. A logística reversa das cápsulas de café expresso. **CAP Accounting and Management**, v. 2020, n 13 (2019), p. 1-18, 2020. Disponível em:

<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/CAP/article/view/2614>. Acesso em: 25 abr. 2020.

DANTAS, Mara Lúcia Siqueira. **Degradabilidade de embalagens compostas de laminados de papel revestido, plástico e alumínio e sua interação com o meio ambiente**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Madeiras) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000. Disponível em:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11149/tde-20191218-151832/en.php>. Acesso em: 25 abr. 2020.

Estrutura interna de uma cápsula. Adaptado do website oficial da marca.

Disponível em: <https://www.nescafe-dolcegusto.com.br/sobre/maquinas>. Acesso em: 8 ago. 2020.

GUIMARÃES, A. P. P. **Caracterização do resíduo de capsula de café da marca a para análise de viabilidade de reciclagem**. 2018. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente Urbano e Industrial) - SENAI – PR, Universitat Stuttgart. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em:

<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/58480>. Acesso em: 2 out. 2019.

MEI, L. H.; OLIVEIRA, N. Caracterização de um compósito polimérico biodegradável utilizando poli (ϵ -caprolactona) e borra de café. **Polímeros**, São Carlos, v. 27, n. spe, p. 99-109, 2017. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282017000700099&script=sci_abstract&tlng=pt#:~:text=Este%20trabalho%20teve%20por%20objetivo,o%20com%20o%20pol%C3%ADmero%20puro. Acesso em: 19 ago. 2020.

RELATÓRIO INTERNACIONAL DE TENDÊNCIAS DO CAFÉ. Lavras: Bureau de Inteligência Competitiva do Café, v. 5, n. 7, 30 ago. 2016. p. 14 . Disponível em: http://www.consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/Relatorio_v5_n_07.pdf. Acesso em: 19 jun. 2020.

SANTOS, J. H. **Desenvolvimento de filme polimérico biodegradável para fraldas descartáveis.** 2011. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/210247>. Acesso em: 3 jun. 2020.

SOARES, L. S.; MORIS, V. A. S.; YAMAJI, F. M.; PAIVA, J. M. F. Utilização de resíduos de borra de café e serragem na moldagem de briquetes e avaliação de propriedades. **Matéria (Rio de Janeiro)**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 550-560, apr./jun. 2015 . Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-70762015000200550&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 10 ago. 2020.

SPINACÉ, M. A. S.; DE PAOLI, M. A. A tecnologia da reciclagem de polímeros. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 65-72, jan. /fev. 2005 . Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422005000100014&script=sci_arttext. Acesso em: 23 ago. 2020.