Impactos Ambientais e Alternativas para a Destinação de Cápsulas de Café Pós-Consumo

Palavras-Chave: reciclagem; economia circular; sustentabilidade

Beatriz Bertoloto Trigo (ETEC Trajano Camargo – PIBIC EM)
Bianca Ferraz (ETEC Trajano Camargo – PIBIC EM)
Kauany Leite dos Santos (ETEC Trajano Camargo – PIBIC EM)
Profª Drª Carmenlucia S. G. Penteado (Orientadora, Faculdade de Tecnologia da Unicamp)
Dr. Rodrigo Luiz Ximenes (Co-orientador, Faculdade de Tecnologia da Unicamp)
Diego Leonardo Campos (Faculdade de Tecnologia da Unicamp)

INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC, 2024), o Brasil é um dos maiores consumidores de café, no período de novembro de 2023 até outubro de 2024 o consumo de café teve um aumento de 1,11%, além disso, o café é muito importante na economia brasileira, sendo considerado um dos maiores exportadores, auxiliando na valorização dos agricultores e desenvolvimento nacional. Com a evolução da sociedade e a busca pela praticidade, a criação de cápsulas de café foi essencial e muito aprovada, O instituto de pesquisa Mordor Intelligence estimou que o mercado global foi avaliado em mais de US$ 25 bilhões em 2020 (Perfect Daily Grind, 2023). Entretanto, o café tem seu lado negativo, já que com a alta demanda de consumo de café, isso gera o acúmulo de cápsulas nos aterros sanitários, com isso, quando não são descartados corretamente os componentes da cápsula como o alumínio e o plástico podem causar efeitos negativos no meio ambiente por conta da decomposição demorada. As cápsulas possuem em sua composição o plástico polipropileno (PP), que é um plástico mais versátil sendo aplicado em várias áreas por seu custo ser mais baixo. Portanto, a utilização do polipropileno (PP) no filamento de impressoras 3D é uma alternativa que contribui para a valorização do produto e meio ambiente (Gonçalves, 2024). Logo, neste projeto foi avaliada a viabilidade técnica de se produzir um de filamento para a impressora 3D através de cápsulas de café pós-consumo. O objetivo é praticar sustentabilidade, criar uma extrusora capaz de modelar o polipropileno triturado na forma de filamento, e analisar a diferença entre filamento feito com o polipropileno e filamentos comerciais de PLA, geralmente usados na impressora 3D. Ainda, a borra de café remanescente das cápsulas, foi destinada para compostagem.

METODOLOGIA

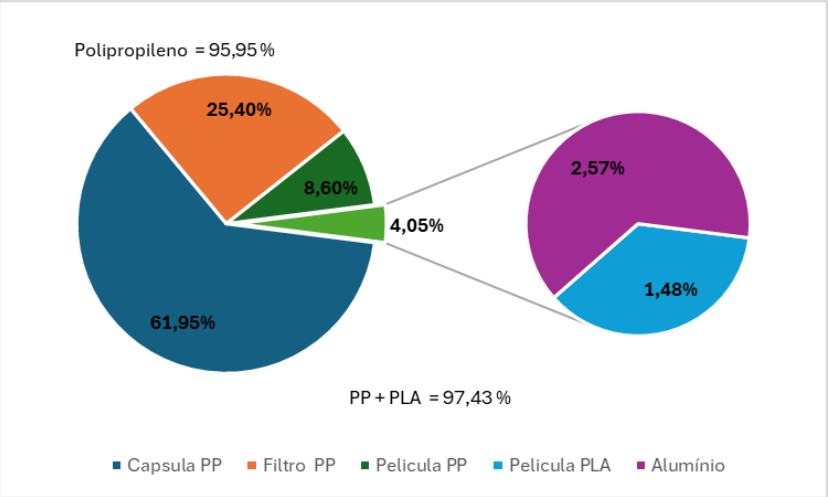
Para alcançar os objetivos propostos, foram realizadas 4 etapas: revisão da literatura para identificar os impactos ambientais das cápsulas ao serem descartadas; coleta e limpeza das cápsulas; acompanhamento da construção da extrusora e ajuste dos parâmetros; acompanhamento dos testes comparativos e avaliação do desempenho. As cápsulas coletadas na escola foram abertas manualmente no laboratório de monitoramento ambiental da Faculdade de Tecnologia, lavadas e secas ao sol. Nesta etapa foi possível identificar e pesaros diferentes materiais que compõe uma cápsula pós consumo (Figura 1). Foi realizado o balanço de massa (Tabela 1), onde pode-se verificar que após a remoção do resíduo de café (61,42% do peso), a fração plástica corresponde a 97,43% do material restante, validando seu alto potencial de reciclagem (Figura 2).

Figura 1. Componentes da cápsula após remoção do resíduo de café: (a) recipiente PP; (b) película de vedação PP; (c) película PLA; (d) filtro PP; (e) película de alumínio.

Tabela 1. Balanço de massa dos componentes de uma cápsula de café pós-consumo.

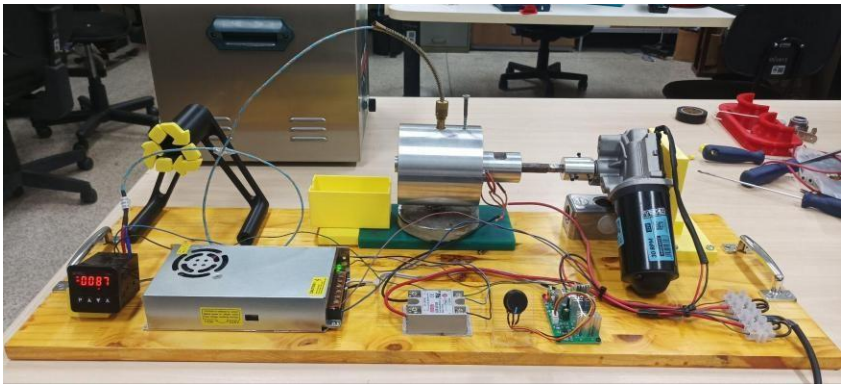
Amostra	Massa (g)						
	Capsula PP	Filtro PP	Pelicula PP	Pelicula PLA	Alumínio	Pó café	Total
1	1,7751	0,7369	0,2618	0,0617	0,0786	4,8222	7,7363
2	1,7902	0,7385	0,2606	0,0569	0,0754	4,2941	7,2157
3	1,7852	0,7295	0,2401	0,0276	0,0697	4,9840	7,8361
4	1,7968	0,7298	0,2214	0,0298	0,0733	4,5660	7,4171
5	1,8144	0,7402	0,2602	0,03775	0,0748	4,3675	7,29485
Média	1,79234	0,73498	0,24882	0,04275	0,07436	4,60676	7,50001
%	23,8978348	9,80%	3,32%	0,57%	0,99%	61,42%	100,00%

Figura 2. Composição (em massa) dos materiais componentes da cápsula após remoção do resíduo de café.



Durante a pesquisa, foi possível auxiliar e acompanhar o desenvolvimento de uma extrusora em escala de laboratório. Foi possível entender todo o processo envolvido no desenvolvimento do equipamento, que teve início com o desenho feito no AutoCAD, e partir dos desenhos, um tarugo de alumínio foi usinado, foi produzido o bloco de aquecimento e o sistema de alimentação. A montagem foi realizada em uma base de madeira, acoplando a broca extrusora ao motor e integrando os componentes elétricos (Figura 3).

Figura 3. Extrusora desenvolvida durante o projeto.

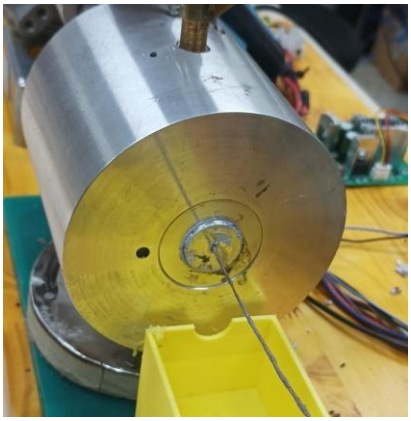


Com a extrusora pronta, iniciaram-se os testes para definir os parâmetros ideais para o filamento de PP reciclado. O principal parâmetro avaliado foi a temperatura, testada sistematicamente de 170°C a 215°C (com incrementos de 5°C). Durante todo o processo, a velocidade de extrusão foi mantida constante e baixa o PP atingir um ponto de derretimento bom para sua extrusão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes mostraram que é possível a produção de filamento a partir de PP reciclado, identificando a faixa de temperatura ótima entre 200°C e 215°C. O filamento resultante resfria rapidamente e demonstra boa flexibilidade e resistência (Figura 4).

Figura 4. Filamento PP produzido



A principal limitação observada foi a irregularidade no diâmetro quando comparado a um filamento comercial, possivelmente pela forma como o material foi triturado e às propriedades térmicas e mecânicas do polipropileno.

CONCLUSÕES:

Com o desenvolvimento deste projeto foi possível entender como os produtos pós-consumo, que no dia a dia são descartados e se tornam resíduos, podem impactar o meio ambiente, se não forem destinados corretamente e, principalmente, se não houve a recuperação dos materiais que os compõe. No caso específico, tratou-se aqui da reciclagem do plástico (polipropileno) das cápsulas de café, um produto cada vez mais utilizado, e que atualmente tem baixas taxas de reciclagem. Ao acompanhar a etapa experimental de um projeto de iniciação científica de um estudante de graduação, foi possível acompanhar todas as etapas do processo de reciclagem, incluindo a construção de uma extrusora, e a produção de um filamento de polipropileno reciclado, com boas propriedades de resistência e flexibilidade. Verificou-se que, embora a uniformidade do filamento possa ser aprimorada com futuros ajustes de processo, a metodologia desenvolvida representa uma alternativa sustentável e de grande potencial para aproveitar um resíduo plástico, sendo um projeto de economia circular. Com isso, demonstra na prática um ciclo de economia circular, onde um resíduo é reincorporado à cadeia produtiva, reduzindo a dependência de produzir novos materiais e ajudando a preservar os recursos do planeta.

BIBLIOGRAFIA

ABIC – Associação Brasileira de Indústria de Café. (2024). Indicadores da Indústria de Café 2024. Disponível em: https://www.abic.com.br/estatisticas/preco-no-varejo/ Acesso em 03 de agosto de 2025.

Gonçalves, P. A. S. (2024). Gerenciamento e destinação final para componentes automobilísticos em Polipropileno com aplicação em filamentos para impressora 3D. (Dissertação de Mestrado). Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental. Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.bdtd.uerj.br:8443/handle/1/23126 Acesso em 02 de fevereiro de 2025.

Perfect Daily Grind (2023). As cápsulas de café podem ser sustentáveis? Disponível em: https://perfectdailygrind.com/pt/2023/01/11/capsulas-de-cafe-sustentaveis/. Acesso em 18 de fevereiro de 2025.