



ECONOMIA CIRCULAR NA PRODUÇÃO DE OBJETOS IMPRESSOS EM IMPRESSORAS 3D

Palavras-Chave: ECONOMIA CIRCULAR, IMPRESSÃO 3D, FILAMENTO

Autores:

**JENNIFER SILVA SANTOS, E. E. ANTONIO CARLOS LEHMAN
NICOLAS LIMA SILVA, E. E. PREFEITO ANTONIO DA COSTA SANTOS
MATEUS VERAS PEREIRA, IQ - UNICAMP
ACACIA ADRIANA SALOMÃO, IQ - UNICAMP
Prof. Dr. JULIANO ALVES BONACIN (orientador), IQ - UNICAMP**

INTRODUÇÃO:

A economia circular representa uma abordagem inovadora que promove eficiência e sustentabilidade, permitindo o reaproveitamento de materiais e recursos. Ela surge como uma resposta eficaz à poluição, que permanece um grande desafio, mesmo com a crescente conscientização sobre a reciclagem. Esse modelo substitui o ciclo linear (produzir, consumir, descartar) e incentiva práticas como reciclagem e reaproveitamento (UNRUH, 2018).

Nesse contexto, a impressão 3D pode desempenhar um papel fundamental na implementação da economia circular, permitindo a produção de objetos tridimensionais a partir de materiais descartados ou considerados resíduos, como plásticos e resinas (UNRUH, 2018; KASSAB et al., 2023). Essa tecnologia não apenas minimiza desperdícios, mas também utiliza materiais reciclados, possibilitando a produção sob demanda da fabricação de peças de reposição, alinhando-se aos princípios de sustentabilidade.

Neste cenário, buscamos reutilizar garrafas PET e cápsulas de café, descartados no lixo, para produzir filamentos reciclados. A partir dos filamentos produzidos, observou-se a possibilidade de utilizá-los para impressão 3D de objetos.

METODOLOGIA:

Inicialmente, foram utilizadas garrafas PETs (Polietileno Tereftalato) comercializadas para a produção de filamentos. Foram testadas várias temperaturas e métodos para ser efetiva a produção de filamentos com o PET. Buscamos também realizar uma mistura do PET com o PET-G (Polietileno Tereftalato Glicol), a fim de melhorar o processo de extrusão e produção do filamento (temperaturas de

extrusão 200 – 220 °C). Para melhorar a processabilidade dos materiais na extrusora, eles foram cortados em pequenas partes com auxílio de uma tesoura.

Além disso, estendemos o processo de produção de filamentos utilizando cápsulas de café descartadas, constituídas pelo polímero PLA (poli-ácido láctico). Para isso, inicialmente, coletamos o material (Figura 1a), higienizamos e depois cortamos em pequenas partes com auxílio de uma tesoura (Figura 1b). Em seguida, iniciamos o processo de fusão do polímero na máquina extrusora (Figura 1c), onde usamos uma temperatura que varia de 200 – 215 °C. Na sequência, passamos para a máquina Tracionador & Resfriador (Figura 1d), que atua em resfriar e manter o diâmetro do filamento durante o processo. Logo após, o filamento foi direcionado para a máquina Enroladora (Figura 1e), que organiza os fios de plástico em seu carretel de forma automática. Por fim, o filamento produzido foi levado a impressora 3D do tipo FDM (Modelagem por Deposição Fundida) (Figura 1f) para seguir com a impressão do objeto desejado.

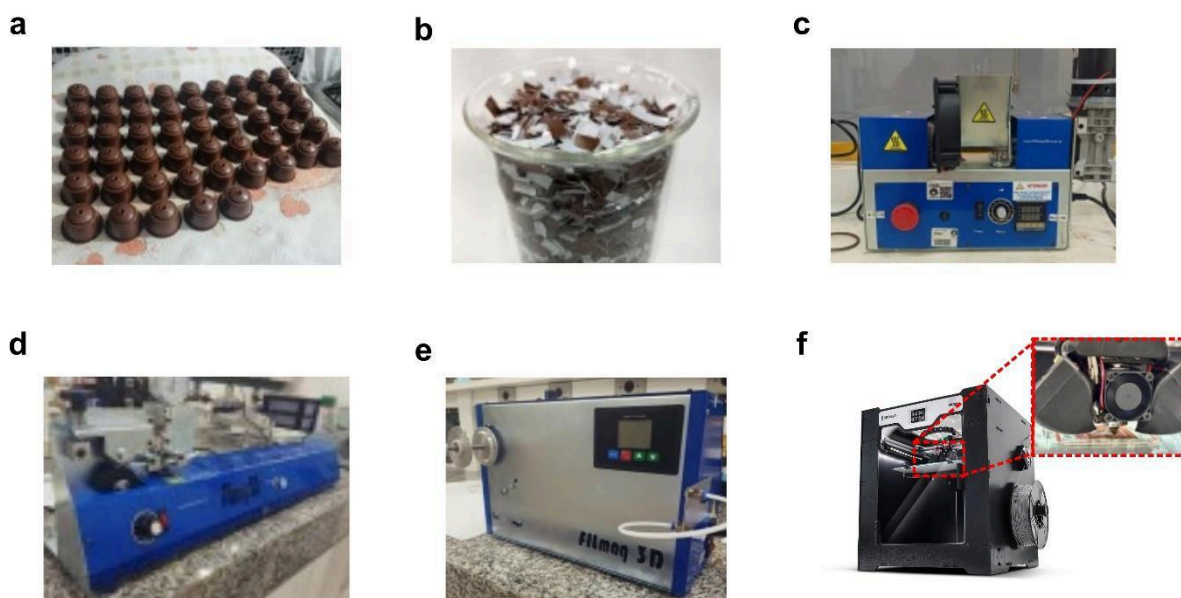


Figura 1. Etapas realizadas para a produção de filamento a partir de cápsulas de café. **a.** coleta das cápsulas de café. **b.** cápsulas de café cortadas em pequenas partes. **c.** extrusão do filamento a partir das cápsulas de café. **d.** filamento passa pelo resfriador e tracionador para ajustar o diâmetro. **e.** máquina enroladora para acomodar o filamento produzido. **f.** impressão 3D do objeto de interesse

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Durante os testes iniciais com o polímero PET (Figura 2a), observou-se que o material não apresentava as condições adequadas para a formação de um filamento, resultando em cortes irregulares e baixa qualidade do produto final. A tentativa da junção do PET-G, Figura 2b, também não obtivemos sucesso em sua preparação, pois o filamento manteve inconsistências estruturais.

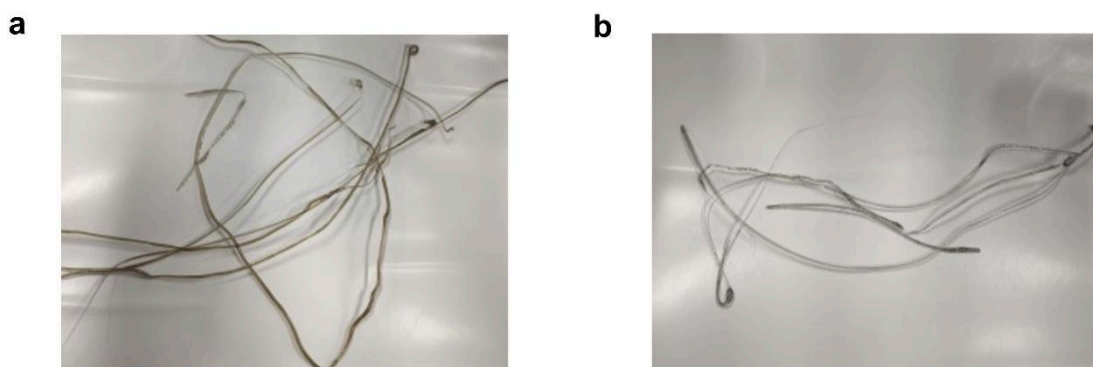


Figura 2. a. Filamento preparado com PET. b. Filamento preparado com PET e PET-G

Diante disso, optamos por utilizar cápsulas de café (Figura 1a) descartadas, compostas por PLA, um polímero biodegradável. Essa escolha resultou em filamentos com melhor uniformidade e qualidade, como apresentado na Figura 3a, além de representar uma alternativa mais viável, alinhada com os objetivos de reciclagem e reaproveitamento de resíduos.

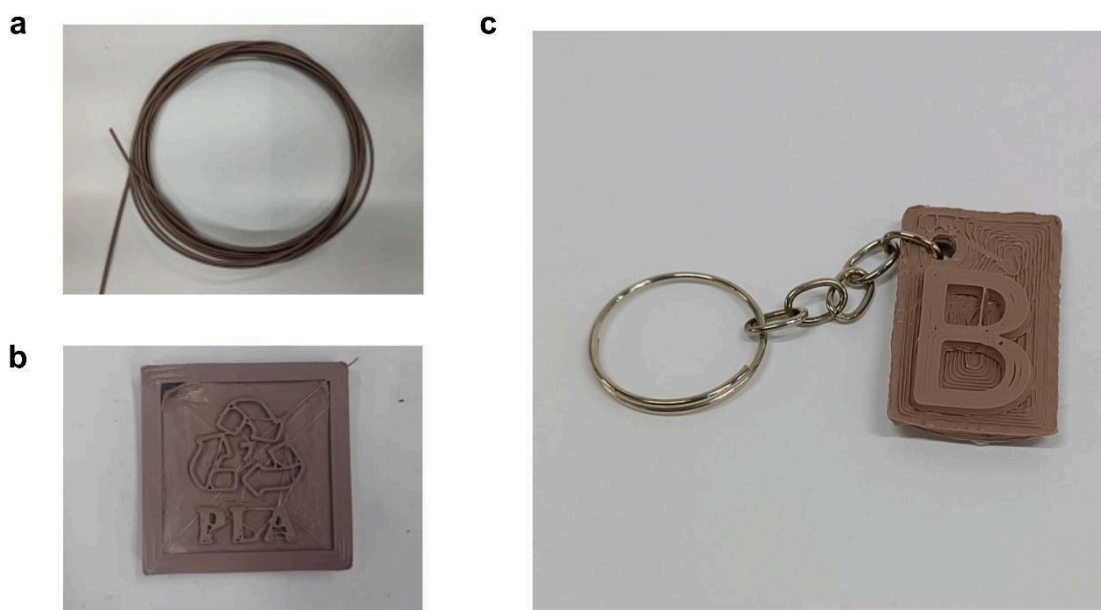


Figura 3. a. Filamento preparado a partir das cápsulas de café. b. Placa com o símbolo de reciclagem para o polímero PLA impressa em 3d. c. Chaveiro com a letra B impresso em 3d

Desse modo, implementamos o conceito de economia circular no contexto da impressão 3D, promovendo a sustentabilidade. Além disso, atribuímos valor agregado a um material que anteriormente seria descartado (cápsulas de café, por exemplo), para produzir novos objetos com diferentes finalidades. A exemplo disso, apresentamos nas Figuras 3b e 3c, respectivamente, uma placa com o símbolo de reciclagem para o polímero PLA e um chaveiro com a letra B, ambos impressos em 3D com o filamento preparado apresentado na Figura 3a.

CONCLUSÕES:

Este projeto impulsiona a reutilização de materiais, combinada com práticas sustentáveis, criando soluções concretas para combater a poluição plástica, incentivando o uso de resíduos para transformá-los em produtos. Por fim, concluímos que o polímero PET não é o único polímero que pode ser reutilizado. Existem opções mais viáveis, principalmente em relação à processabilidade para produção de filamentos. Ao utilizar as cápsulas de café (PLA) foi possível produzir filamento e, em seguida, utilizá-lo para imprimir objetos em 3D. Com isso, conseguimos não apenas imprimir um objeto em 3D, mas também inserir a sustentabilidade, por meio da economia circular, no processo de produção.

BIBLIOGRAFIA

KASSAB, Ali. et al. Advancing Plastic Recycling: Challenges and Opportunities in the Integration of 3D Printing and Distributed Recycling for a Circular Economy. **Polymers**, v. 15, p. 3881, 2023.

UNRUH, Gregório. Circular Economy, 3D Printing, and the Biosphere Rules. **California Management Review**, v. 60, p. 95–111, 2018.