

## **PROTOTIPAGEM DE ESTRUTURAS BIOINSPIRADAS: PROPRIEDADES ALIADAS À SUSTENTABILIDADE**

*Erika Natasha Nunes Ribeiro (Universidade Federal do Cariri – [natasha.erika@aluno.ufca.edu.br](mailto:natasha.erika@aluno.ufca.edu.br))*

*Breno Alves Duarte (Universidade Federal do Cariri – [duarte.breno@aluno.ufca.edu.br](mailto:duarte.breno@aluno.ufca.edu.br))*

*Wendell Bruno Almeida Bezerra (Universidade Federal do Cariri – [wendell.bezerra@ufca.edu.br](mailto:wendell.bezerra@ufca.edu.br))*

**RESUMO:** Estruturas bioinspiradas replicam padrões encontrados em sistemas biológicos a fim de aprimorar suas propriedades mecânicas. A partir dessas estruturas é possível replicar comportamentos observados na natureza em diversos materiais, visando a economia e redução de material sem perdas. A estrutura hexagonal, ou em favo de mel, produzida pela tecnologia de deposição de filamento fundido (FDM), possui alta capacidade de absorção de energia (EA) e apresenta desempenho mecânico balanceado, oferecendo vantagem significativa sobre os métodos de fabricação convencionais por não gerar muitos resíduos. Dentre os filamentos mais utilizados nessa técnica está o ácido polilático (PLA) que, apesar de ser um polímero, é um termoplástico semicristalino biodegradável e biocompatível, oriundo de recursos renováveis. A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a eficácia da prototipagem estratégica na redução de material em corpos de prova de PLA obtidos pela técnica FDM, bem como suas propriedades mecânicas. A metodologia seguiu com a produção de corpos de prova normalizados com a estrutura designada, variando-se a espessura da parede e quantidade de hexágonos. Após a produção, a redução do material foi avaliada. Foram realizados ensaios de impacto Charpy, segundo a norma, a fim de avaliar a absorção de energia durante impacto dinâmico. Os grupos foram separados e os resultados expostos em comparativo. Os resultados mostraram que os corpos de prova impressos com paredes de maior espessura e com três hexágonos por fileira apresentaram maior absorção de energia, mas também apresentaram fratura frágil, ou seja, quebradiça e com pouca dissipação de energia pelo corpo de prova. O grupo de corpos de prova com menor espessura e quatro hexágonos por fileira apresentaram absorção de energia levemente inferior, mas apresentaram fratura dúctil e propagação de trincas, significando que há uma maior dissipação de energia pela estrutura. Em relação a economia de material, houve uma redução de mais de 20% em peso nos corpos de prova, se comparado com o mesmo corpo totalmente preenchido. Com isso, pode-se concluir que a adesão dessas estruturas bioinspiradas, a princípio, não aparentam comprometer a absorção de energia e resistência ao impacto, mas sim promover melhorias, além de proporcionar uma redução de uso de matéria prima significativa e permitir a possibilidade de consumo consciente, por se tratar de um polímero biodegradável.

**Palavras-chave:** Bioinspiração; Manufatura Aditiva; PLA e Biodegradável.

## **PROTOTYPING BIO-INSPIRED STRUCTURES: PROPERTIES ALLIED WITH SUSTAINABILITY**

**ABSTRACT:** Bio-inspired structures replicate patterns found in biological systems to enhance their mechanical properties. By utilizing these structures, it is possible to replicate behaviors observed in nature across various materials, aiming for material economy and reduction without compromising performance. The hexagonal structure, or honeycomb, produced by Fused Deposition Modeling (FDM) technology, exhibits high Energy Absorption (EA) capacity and balanced mechanical performance, offering a significant advantage over conventional manufacturing methods due to minimal waste generation. Among the most commonly used filaments in this technique is polylactic acid (PLA), which, despite being a polymer, is a biodegradable and biocompatible semi-crystalline

thermoplastic derived from renewable resources. This research aimed to evaluate the effectiveness of strategic prototyping in material reduction in PLA test specimens obtained by the FDM technique, as well as their mechanical properties. The methodology involved the production of standardized test specimens with the designated structure, varying the wall thickness and the number of hexagons. After production, the material reduction was evaluated. Charpy impact tests, according to the standard, were performed to assess energy absorption during dynamic impact. The groups were separated and the results were presented comparatively. The results showed that the test specimens printed with greater wall thickness and three hexagons per row exhibited higher energy absorption, but also presented brittle fracture, meaning they were fragile with little energy dissipation by the specimen. The group of test specimens with smaller thickness and four hexagons per row showed slightly lower energy absorption, but presented ductile fracture and crack propagation, signifying greater energy dissipation by the structure. Regarding material economy, there was a reduction of over 20% in weight in the test specimens compared to the same fully filled body. Therefore, it can be concluded that the adoption of these bio-inspired structures, initially, does not appear to compromise energy absorption and impact resistance, but rather to promote improvements, in addition to providing a significant reduction in raw material usage and allowing for the possibility of conscious consumption, as it is a biodegradable polymer.

**Keywords:** Bioinspiration; Additive Manufacturing; PLA and Biodegradable.