

# Desenvolvimento de uma metodologia experimental utilizando Correlação de Imagens Digitais.

Gabriel Guimarães Pereira<sup>1</sup>, Julian Arnaldo Avila Diaz<sup>2</sup>, Leandra Isabel Abreu<sup>3</sup>  
Campus São João da Boa Vista (UNESP), Engenharia Aeronáutica  
Ricardo Afonso Angélico<sup>4</sup>  
Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP)

## 1 Introdução

A técnica de Correlação de Imagens Digitais (DIC, em inglês, Digital Image Correlation) se trata de uma técnica não invasiva a qual consiste na interpretação de sinais obtidos a partir das imagens de um corpo de prova. Os sinais são interpretados e transcritos em campos de deslocamentos (2D ou 3D). A técnica de DIC consiste em capturar imagens de uma peça, enquanto ocorre um ensaio de tração, compressão ou cisalhamento e a partir das imagens geradas aplicá-las a um software de correlação de imagens. Com a resposta do corpo de prova a este ensaio foi possível determinar propriedades mecânicas de interesse como, por exemplo, as propriedades elásticas do material. Dado que a análise de dados irá ser por meio de imagens, o conceito de imagem é primordial para tal. No âmbito de correlação de imagens é interessante que vejamos uma imagem como uma matriz de números inteiros, o qual 255 representa o branco e o 0 (zero) representa preto (isso para uma imagem em 8 bits, podemos trabalhar com uma imagem de 16 bits, por exemplo, teríamos uma imagem com 65536 variações do branco ao cinza) [1]. Assim teremos uma disposição de números que representam uma escala de cores. Quando ocorre um deslocamento ou deformação do corpo decorrente da tensão aplicada, um software interpretará a imagem primeiramente por meio de uma matriz e dado os valores de um pixel poderemos estimar esse deslocamento. A introdução e adoção de processos de fabricação novos, depende da sua robustez em entregar peças sempre com a mesma qualidade, da versatilidade na construção das diferentes peças e das vantagens técnicas e econômicas com relação aos processos já existentes. Um dos exemplos mais recentes é a manufatura aditiva (MA), que tem como principais vantagens o tempo curto de produção de peças únicas e capacidade de produzir peças com geometrias complexas [2]. Esta nova tecnologia fornece uma grande oportunidade para o desenho de diferentes estruturas, principalmente na indústria aeronáutica em que o peso e a resistência mecânica sempre serão considerados como fatores importantes. Estruturas fabricadas com topologia de superfícies mínimas triplamente periódicas (SMTP), permitem a diminuição do peso com relação a peças sólidas, alteração da rigidez das estruturas e alteração das propriedades mecânicas [3–5]. A fabricação de estrutura tipo sanduíche, onde suas faces são sólidas, mas o centro é composto por topografia SMTP ou outras estruturas periódicas, podem funcionar na diminuição de peso e até na absorção de energia por impacto [3–5], visando a aplicação de asas de avião [3], naves espaciais, satélites e demais dispositivos aeroespaciais. Neste trabalho o objetivo principal foi o de utilizar medidas experimentais de ensaios de compressão e flexão em estruturas do tipo

---

<sup>1</sup>gg.pereira@unesp.br

<sup>2</sup>julian.avila@unesp.br

<sup>3</sup>leandra.abreu@unesp.br

<sup>4</sup>raa@sc.usp.br

sanduíche com topologia SMTP, utilizando a técnica de correlação de imagens digitais (CID). As imagens foram adquiridas durante os ensaios mecânicos e o processamento de dados foi realizado utilizando ferramentas comerciais e códigos implementados no software MATLAB. As estruturas do tipo sanduíche, com topologia SMTP do tipo giroide, na região central, foram fabricadas por manufatura aditiva utilizando a fusão seletiva a laser em camada de pó de aço 18Ni Maraging 300, com composição química de 17,88Ni, 0,001C, 9,0Co, 4,8Mo, 1,1Ti, 0,1Al % em peso. Este material foi escolhido porque é um aço de altíssima resistência que pode ter as suas propriedades mecânicas e capacidade de absorver energia de deformação com aplicação de tratamentos térmicos [5]. A geometria que foi fabricada e que será medida dentro deste projeto se encontram na Figura 1, em que se destacam as amostras fabricadas para ensaios de compressão e flexão.

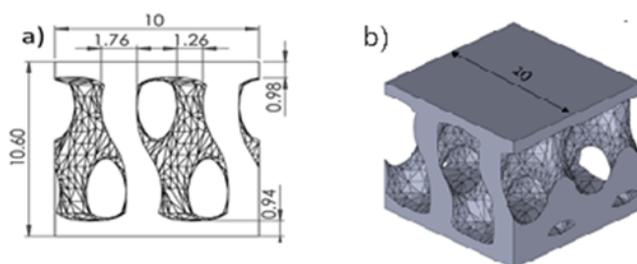


Figura 1: Estruturas triplamente periódicas do tipo giroide: (a) geometria da célula unitária, (b) corpo de prova. . Fonte: elaborada pelo autor.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, pela bolsa de iniciação, processo 3043, e à FAPESP, 20/09079-2 pelo fomento da presente pesquisa. Julian Avila agradece pela bolsa de produtividade ao CNPq.

## Referências

- [1] N. S. Widmer e G. L. Moss. R. J. Tocci. “SISTEMAS DIGITAIS: PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES (...)” por. Em: **Sistemas digitais: princípios e aplicações (10a. ed.)** Unknown: Pearson Educación, 2010. ISBN: 8576050951.
- [2] T. DebRoy, H. L. Wei, J.S. Zuback, T. Mukherjee, J.W. Elmer, J.O. Milewski, A.M. Beese, A. Wilson-Heid, A. De e W. Zhang. “Additive manufacturing of metallic components – Process, structure and properties”. eng. Em: **Progress in materials science** 92.C (2018), pp. 112–224. ISSN: 0079-6425.
- [3] J. Bühring; M. Nuño.; K.U. Schröder. **Additive manufactured sandwich structures: Mechanical characterization and usage potential in small aircraft**. Acessado em 15/08/2021, <https://doi.org/10.1016/j.ast.2021.106548>.. DOI: 2021;111:106548.
- [4] M.M. Sychov, L.A. Lebedev, S.V. Dyachenko e L.A. Nefedova. “Mechanical properties of energy-absorbing structures with triply periodic minimal surface topology”. eng. Em: **Acta astronautica** 150 (2018), pp. 81–84. ISSN: 0094-5765.
- [5] S. V. Dyachenko e L.A. Nefedova. M. M. Sychov L. A. Lebedev. **Mechanical performances of lightweight sandwich structures produced by material extrusion-based additive manufacturing**. Acessado em 23/07/2021, <https://doi.org/10.3390/POLYM12081740>.. DOI: 2020;12..