Estereolitografia mascarada (mSLA): estudo bibliométrico das propriedades mecânicas e do método Taguchi

Larissa Vitória Gemelli |larissa.g14@aluno.ifsc.edu.br[1]
Emanueli Horbach Matte |2021007446@aluno.ibiruba.ifrs.edu.br[2]
Carlos Alfredo Gracioli Aita |carlos.aita@ifsc.edu.br[3]
Émerson dos Santos Passari | emerson.passari@ibiruba.ifrs.edu.br[4]
Marcelo André Toso | marcelo.toso@ifsc.edu.br[5]

Trabalho de Pesquisa
4 Mecânica

Resumo:
A estereolitografia mascarada (mSLA) tem ampliado suas aplicações na manufatura aditiva, especialmente na produção de componentes com elevado nível de detalhamento. Nesse contexto, estudos relacionados às propriedades mecânicas e à aplicação de métodos de otimização, como o Taguchi, têm sido desenvolvidos. Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise bibliométrica de estudos relacionados à mSLA, propriedades mecânicas e método Taguchi. O levantamento foi realizado na Coleção Principal da *Web of Science*, considerando todas as edições disponíveis e utilizando os termos *mSLA, mechanical properties e Taguchi method*. A combinação dos três termos resultou em sete documentos, analisados quanto ao ano de publicação e às palavras-chave. A distribuição temporal foi organizada no Microsoft Excel, enquanto a análise de coocorrência das palavras-chave foi realizada no *VOSviewer*. Foram identificados 47 termos, dos quais 33 constituíram a maior componente conectada da rede, distribuída em cinco *clusters*. Os resultados permitem visualizar a distribuição das publicações e a organização temática dos estudos relacionados aos termos analisados.

Palavras-chave: análise bibliométrica; mSLA; propriedades mecânicas; método Taguchi.

Introdução

A manufatura aditiva tem ampliado suas aplicações na engenharia por permitir a produção de componentes com geometrias complexas e maior flexibilidade de fabricação. Entre as tecnologias baseadas em fotopolimerização, a estereolitografia mascarada (mSLA) destaca-se pela

[1] Discente do curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Campus Xanxerê.
[2] Discente do curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Campus Ibirubá.
[3] Docente de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Campus Xanxerê.
[4] Docente de Engenharia Mecânica do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Campus Ibirubá.
[5] Docente de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Campus Xanxerê.

capacidade de produzir peças com elevado nível de detalhe e precisão, por meio da exposição seletiva de resinas fotossensíveis à radiação ultravioleta (Sebben *et al*., 2024).

As propriedades mecânicas das peças produzidas por mSLA estão relacionadas às condições de fabricação e pós-processamento. Nesse contexto, parâmetros como orientação de impressão, espessura de camada e tempo de pós-cura podem influenciar o comportamento dos componentes obtidos pela fotopolimerização (Štaffová *et al*., 2022). Paralelamente, o método Taguchi constitui uma abordagem experimental empregada para investigar diferentes fatores de forma sistemática, utilizando arranjos ortogonais para reduzir o número de combinações necessárias (Aita *et al*., 2020).

Diante da expansão das pesquisas relacionadas à mSLA, às propriedades mecânicas e à aplicação de métodos de otimização, a análise bibliométrica pode ser utilizada para caracterizar a produção científica e identificar a organização temática dos estudos produzidos. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo realizar uma análise bibliométrica de estudos relacionados à estereolitografia mascarada (mSLA), às propriedades mecânicas e ao método Taguchi, considerando a distribuição das publicações e a organização das palavras-chave.

Fundamentação teórica

A estereolitografia mascarada (mSLA) é uma tecnologia de fotopolimerização em cuba na qual uma tela LCD controla seletivamente a passagem da radiação ultravioleta, permitindo a polimerização da seção correspondente a cada camada. O processo utiliza resinas fotossensíveis que se transformam de um estado líquido para uma estrutura polimérica sólida pela ação da radiação, possibilitando a fabricação de componentes com elevado nível de detalhe (Milovanović *et al*., 2024; Sebben *et al*., 2024).

As propriedades mecânicas dos componentes produzidos por mSLA podem ser influenciadas pelas condições de fabricação e pós-processamento. Entre os aspectos estudados na literatura encontram-se parâmetros relacionados à formação das camadas e à pós-cura, que podem influenciar o comportamento mecânico de materiais fotopolimerizáveis (Štaffová *et al*., 2022; Sebben *et al*., 2024). Nesse contexto, o método Taguchi utiliza arranjos ortogonais para investigar diferentes fatores de forma sistemática, reduzindo o número de combinações experimentais necessárias para ensaios mecânicos (Aita *et al.*, 2020).

A análise bibliométrica é utilizada para caracterizar quantitativamente a produção científica de determinado tema, permitindo identificar tendências de publicação, crescimento da produção, recorrência de termos e relações entre os estudos analisados. Essa abordagem pode auxiliar na identificação da distribuição e da organização do conhecimento científico em uma área de interesse (Liz *et al*., 2023).

Entre as ferramentas empregadas em análises bibliométricas, o *VOSviewer* permite construir e visualizar redes com base em relações entre elementos bibliográficos, como as palavras-chave. Na análise de coocorrência, a frequência com que os termos aparecem conjuntamente nos documentos é utilizada para representar suas relações e agrupá-los em *clusters*, possibilitando a visualização da organização temática do conjunto analisado.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa caracteriza-se como bibliométrica e quantitativa, tendo como objetivo analisar a produção científica relacionada à estereolitografia mascarada (mSLA), às propriedades mecânicas e ao método Taguchi. O levantamento foi realizado na Coleção Principal da *Web of Science*, considerando todas as edições disponíveis, com coleta dos dados realizada em setembro de 2026. Foram utilizados os termos *mSLA, mechanical properties e Taguchi method*, pesquisados individualmente e, posteriormente, combinados pelo operador booleano "*AND*". A combinação dos três termos resultou em sete documentos, que constituíram o conjunto analisado.

Os dados referentes ao ano de publicação foram organizados no Microsoft Excel, sendo utilizada a frequência de artigos por ano para a elaboração da distribuição temporal das publicações. Em seguida, as palavras-chave dos documentos selecionados foram analisadas no software *VOSviewer*, por meio da análise de coocorrência, tendo como unidade de análise as palavras-chave e utilizando o método de contagem fracionada.

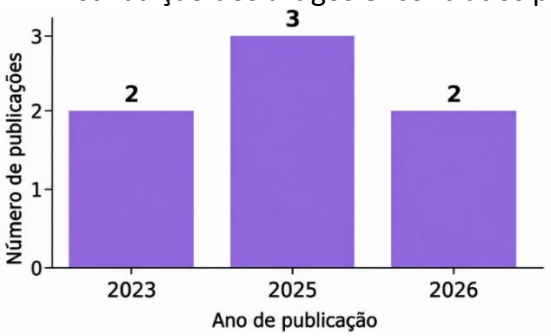
Foi adotado o mínimo de uma ocorrência por palavra-chave. Foram identificados 47 termos, e a rede foi analisada considerando a maior componente conectada. Para o agrupamento dos termos, utilizou-se resolução de 1,00, tamanho mínimo de cluster igual a 2 e a opção de mesclagem de pequenos clusters. A rede resultante foi utilizada para a construção do mapa de coocorrência e identificação dos agrupamentos temáticos.

Resultados e discussões

A análise da produção científica foi realizada na Coleção Principal da *Web of Science*, considerando todas as edições disponíveis. As buscas individuais retornaram 362 registros para *mSLA*, 1.434.853 para *mechanical properties* e 25.766 para *Taguchi method*. Quando os três termos foram combinados pelo operador booleano AND, foram identificados sete documentos, que constituíram o conjunto analisado.

Os sete documentos foram publicados nos anos de 2023, 2025 e 2026, com maior concentração em 2025, que apresentou três publicações, enquanto 2023 e 2026 apresentaram duas publicações cada (Figura 1).

Figura 1 – Distribuição dos artigos encontrados por ano



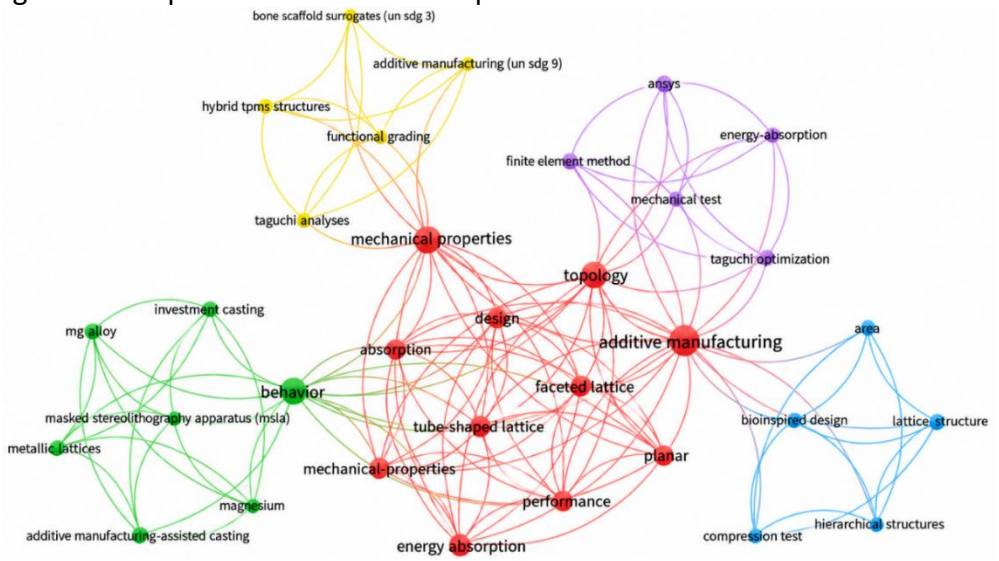
Fonte: Elaborado pela autora

A análise das palavras-chave dos documentos selecionados, realizada no *VOSviewer*, identificou 47 palavras-chave. Desses, 33 compuseram a maior componente conectada da rede, distribuída em cinco clusters. Entre os termos com maior ocorrência, destacou-se *additive manufacturing* (manufatura aditiva), com três ocorrências, seguido por *behavior* (comportamento), *mechanical properties* (propriedades mecânicas) e *topology* (topologia), com duas ocorrências cada. Observa-se ainda baixa ocorrência de termos relacionados ao método Taguchi, como *taguchi analyses* (análises Taguchi) e *taguchi optimization* (otimização Taguchi), com uma ocorrência cada, o que pode indicar uma possível lacuna de pesquisa no conjunto de estudos analisado.

A distribuição dos termos evidencia diferentes enfoques temáticos entre os estudos analisados. Observa-se a presença de termos relacionados à manufatura aditiva e às propriedades

mecânicas, além de abordagens envolvendo estruturas do tipo *lattice*, absorção de energia, análise por elementos finitos e otimização. Também se destacam termos associados a ligas metálicas e fundição, indicando a diversidade de aplicações e abordagens presentes no conjunto de documentos analisados. A distribuição dos termos e as relações de coocorrência entre os clusters são apresentadas na Figura 2.

Figura 2 – Mapa de coocorrência das palavras-chave dos estudos selecionados



Fonte: Elaborado pela autora com auxílio do software *VOSviewer*.

Considerações finais

A análise bibliométrica realizada permitiu identificar o panorama das publicações relacionadas à estereolitografia mascarada (mSLA), às propriedades mecânicas e ao método Taguchi. A busca combinada dos três termos na Coleção Principal da *Web of Science* resultou em sete documentos, publicados nos anos de 2023, 2025 e 2026, com maior concentração em 2025.

A análise das palavras-chave identificou 47 termos, dos quais 33 constituíram a maior componente conectada da rede, distribuída em cinco *clusters*. Dessa forma, o levantamento realizado possibilitou caracterizar a produção científica associada aos termos investigados e visualizar sua organização temática por meio do mapa de coocorrência.

Referências

AITA, C. A. G. *et al*. Shear strength optimization for FSSW AA6060-T5 joints by Taguchi and full factorial design**. Journal of Materials Research and Technology**, v. 9, n. 6, p. 16072-16079, 2020 DOI: 10.1016/j.jmrt.2020.11.062. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.11.062 . Acesso em: 30 set. 2026.

LIZ, J. V. *et al*. O uso da lei de propagação de incertezas e da estatística de Weibull no tratamento de dados experimentais de ensaios mecânicos: uma revisão sistemática da literatura. **Conexões – Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 17, p. 01–10, e022024, 2023. DOI: 10.21439/conexoes.v17i0.2898. Disponível em: https://doi.org/10.21439/conexoes.v17i0.2898. Acesso em: 30 set. 2026.

MILOVANOVIĆ, A. *et al*. Compressive and flexural mechanical responses of components obtained through mSLA vat photopolymerization technology**. Theoretical and Applied Fracture Mechanics**, v. 131, 104406, 2024. DOI: 10.1016/j.tafmec.2024.104406. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tafmec.2024.104406. Acesso em: 30 set. 2026.

SEBBEN, M. K. *et al.* Evaluation of graphene addition on 3D resin for MSLA vat polymerization. **Matéria**, v. 29, n. 3, 2024. DOI: 10.1590/1517-7076-RMAT-2024-0155. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1517-7076-RMAT-2024-0155. Acesso em: 30 set. 2026.

ŠTAFFOVÁ, M. *et al*. 3D printing and post-curing optimization of photopolymerized structures: basic concepts and effective tools for improved thermomechanical properties. **Polymer Testing**, v. 108, 107499, 2022. DOI: 10.1016/j.polymertesting.2022.107499. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2022.107499. Acesso em: 30 set. 2026.