

A Utilização Da Impressão 3d Nas Indústrias E Suas Implicações Para A Otimização De Processos Mecânicos E De Produção

Lucas Alves De Oliveira Lima
Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro

Francisco Roldineli Varela Marques
Universidade Federal Rural Do Semi-Arido

Allan Berthier Silva Ferreira
Universidade Federal Do Pará - Ufpa

Hudson Sérgio De Souza
Universidade Estadual Do Paraná (Unespar)

Kidner Angelino Próspero
Unisinos

Breno Eustáquio Da Silva
Universidade Do Estado De Minas Gerais - Uemg

Ana Paula Cota Moreira
Instituto Ensinar Brasil – Faculdade Doctum De João Monlevade

Gilvan Duarte Dos Santos
Uema - Universidade Estadual Do Maranhão E Fucape Business School

Resumo:

A presente pesquisa objetivou analisar as implicações da impressão 3D para a otimização de processos na mecânica e de produção. O método consistiu em uma revisão integrativa de literatura, a qual foi realizada nas plataformas Scopus, SciElo e Google Scholar. Foram utilizadas palavras-chave em associação com operadores booleanos AND e OR, com critérios de inclusão que englobaram somente artigos científicos disponíveis por completo na internet, em português e publicados entre os anos de 2020 e 2024. Como resultado, constatou-se que a aplicação da impressão 3D na indústria tem demonstrado um impacto significativo nos processos de produção, particularmente nas áreas de engenharia mecânica e de produção. A substituição gradual dos métodos tradicionais de fabricação por abordagens aditivas não só realça a eficiência econômica dessa tecnologia, mas também sua capacidade de fomentar inovação, flexibilidade e sustentabilidade ambiental. As vantagens econômicas, como a redução de custos de produção e a capacidade de produzir peças personalizadas e complexas, destacam sua importância estratégica para as empresas industriais. Além disso, a utilização de materiais recicláveis, como polímeros termoplásticos, não apenas contribui para a eficiência na produção, mas também para a sustentabilidade ambiental, em consonância com os princípios da Indústria 4.0. O contínuo avanço da tecnologia de impressão 3D, com o desenvolvimento de novos materiais e aprimoramento da qualidade dos produtos finais, oferece uma variedade de aplicações em diversos setores industriais. A abordagem híbrida, combinando manufatura subtrativa e aditiva, promete vantagens competitivas significativas, especialmente na fabricação de moldes e na redução de porosidade em produtos impressos. Portanto, é imperativo investir em pesquisa e desenvolvimento para otimizar os processos de produção, explorar novas aplicações e compreender melhor o impacto da impressão 3D em diferentes contextos industriais. A implementação de metodologias semelhantes para avaliar outras tecnologias da Indústria 4.0 é recomendada, visando uma compreensão mais abrangente dos benefícios e desafios associados à transformação digital do setor industrial. Assim, a impressão

3D emerge não apenas como uma ferramenta eficaz para melhorar a eficiência e competitividade das empresas, mas também como um catalisador de inovação e sustentabilidade na indústria moderna.

Palavras-chave: *Impressão 3D; Manufatura aditiva; Engenharia Mecânica; Engenharia de produção; Indústria.*

Date of Submission: 28-03-2024

Date of Acceptance: 08-04-2024

I. Introdução

Ao longo das últimas décadas, o avanço tecnológico tem sido marcado por uma rápida evolução em diversas áreas, incluindo a manufatura e engenharia. O surgimento e aprimoramento de novas tecnologias têm desempenhado um papel crucial na transformação dos processos industriais, possibilitando a automação, a digitalização e a personalização em larga escala. Nesse contexto, a impressão 3D emergiu como uma das inovações mais significativas, oferecendo uma abordagem revolucionária para a produção de componentes e objetos físicos (AIRES et al., 2019).

A impressão 3D, também conhecida como fabricação aditiva, é uma tecnologia que revolucionou a forma como produtos são concebidos e fabricados. Surgindo inicialmente como uma técnica de prototipagem rápida, ela evoluiu para uma ferramenta de produção viável em diversos setores, desde a indústria aeroespacial até a medicina. Ao permitir a construção de objetos camada por camada a partir de modelos digitais, a impressão 3D oferece personalização, eficiência e complexidade geométrica que são difíceis de serem alcançadas com métodos tradicionais de fabricação. Essa tecnologia continua a se desenvolver, enfrentando desafios e expandindo suas aplicações em um ritmo acelerado, prometendo redefinir ainda mais os limites da produção industrial e da criatividade humana (RODRIGUES et al., 2017).

Com o avanço tecnológico e a miniaturização dos componentes eletrônicos, a impressão 3D tornou-se cada vez mais acessível e eficiente, especialmente para a indústria e engenharia mecânica e de produção. Esses setores encontram na tecnologia de impressão 3D uma solução versátil para a fabricação de protótipos, ferramentas e peças personalizadas com geometrias complexas. Além disso, a capacidade de produção localizada e sob demanda oferecida pela impressão 3D reduz os tempos de espera e os custos associados ao transporte de componentes e materiais, otimizando os processos de produção (MARQUES JUNIOR; COSTA, 2019).

Diante deste contexto, a presente pesquisa objetivou analisar as implicações da impressão 3D para a otimização de processos na engenharia mecânica e de produção. Espera-se que os resultados desta pesquisa forneçam subsídios teóricos e práticos para a compreensão mais aprofundada do impacto dessa tecnologia na indústria, bem como orientações para a sua implementação eficaz. Ao examinar como a impressão 3D pode influenciar a eficiência dos processos de fabricação, a qualidade dos produtos e a flexibilidade na produção, esta pesquisa visa contribuir para o desenvolvimento de estratégias que permitam às empresas aproveitar todo o potencial dessa tecnologia inovadora.

II. Materiais E Métodos

A metodologia adotada para esta pesquisa foi uma revisão integrativa, a qual consiste em um método de revisão da literatura que combina resultados de estudos quantitativos e qualitativos sobre um determinado tema, visando a uma análise abrangente e aprofundada. A escolha por essa abordagem se deu pelo seu potencial de fornecer uma visão ampla e integrada das implicações da impressão 3D na engenharia mecânica e de produção, considerando diferentes perspectivas e tipos de evidências.

Para a realização da revisão integrativa, foram utilizadas palavras-chave específicas relacionadas ao tema, tais como "impressão 3D", "engenharia mecânica", "produção", entre outras. A busca foi conduzida em bases de dados eletrônicas, como Scopus, SciELO e Google Scholar, utilizando operadores booleanos AND e OR para combinar os termos de busca de maneira eficiente e abranger uma variedade de estudos relevantes.

Os critérios de inclusão adotados foram utilizados para garantir a qualidade e relevância dos estudos selecionados. Foram considerados apenas artigos científicos, disponíveis gratuitamente na íntegra na internet e escritos em língua portuguesa. Além disso, foram selecionados apenas artigos publicados entre os anos de 2020 e 2024, visando incluir estudos recentes e atualizados sobre o tema. Esses critérios foram estabelecidos com o objetivo de garantir a atualidade e a acessibilidade dos recursos utilizados nesta pesquisa, bem como sua relevância para o contexto contemporâneo da engenharia mecânica e de produção.

Sendo assim, foram descartados estudos que não atendessem aos critérios estabelecidos, tais como artigos que não fossem científicos, que não estivessem disponíveis gratuitamente na íntegra na internet ou que não estivessem escritos em língua portuguesa. Além disso, foram excluídos artigos que estivessem fora do intervalo de tempo definido, ou seja, publicados antes de 2020 ou após 2024. Essas exclusões foram realizadas para garantir a consistência e a relevância dos dados analisados, concentrando-se em estudos recentes e de alta qualidade que contribuíssem significativamente para os objetivos da pesquisa.

Os artigos selecionados foram submetidos a uma análise detalhada, a fim de extrair informações relevantes sobre as implicações da impressão 3D na engenharia mecânica e de produção. Essa análise envolveu a

leitura cuidadosa dos artigos na íntegra, identificação de conceitos-chave, análise de resultados, comparação de abordagens metodológicas e síntese das principais descobertas. Durante esse processo, foram identificadas tendências, lacunas de conhecimento e insights relevantes para o tema em questão.

Como resultado da análise dos artigos, obteve-se uma amostra composta por 5 artigos científicos. As principais informações dos artigos, como ano de publicação, autores, objetivos, metodologia e conclusão, foram sintetizadas em uma planilha em Excel para uma melhor organização e visualização dos dados. Essa planilha permitiu uma análise comparativa dos estudos selecionados, identificando padrões, tendências e insights relevantes sobre as implicações da impressão 3D na engenharia mecânica e de produção.

III. Resultados E Discussões

Através da revisão sistemática, foram selecionados 5 artigos científicos, como evidencia o quadro 1.

Quadro 1. Artigos selecionados na revisão sistemática

Autores	Objetivo	Metodologia	Conclusão
Camargo, Barbosa e Santos (2021)	Analisar os impactos do uso da impressão 3D nas indústrias	Pesquisa qualitativa	A aplicação da impressão 3D na produção de peças para equipamentos industriais tem sido explorada por empresas em busca de otimização de processos. Este estudo de caso revelou que o processo de impressão 3D demanda equipamentos e insumos com custos acessíveis, tornando-o viável economicamente. Comparado aos métodos tradicionais de reposição de peças, a impressão 3D demonstrou uma redução significativa nos custos, pois permite a produção apenas das peças danificadas, eliminando a necessidade de aquisição de kits completos. Além disso, a utilização da impressão 3D diminuiu o tempo necessário para manutenção das peças, impactando diretamente nos custos de produção e potencial lucro da empresa. Os resultados positivos destacam as vantagens dessa tecnologia, como redução do tempo de reparo, maior disponibilidade de maquinário, economia na compra de peças de reposição e facilidade de operação da impressora 3D. Futuras pesquisas podem explorar a implementação da impressão 3D em outras áreas industriais e avaliar sua capacidade de otimizar processos em empresas de diferentes portes.
Tamanini e Wiltgen (2022)	Apresentar a diversificação da manufatura aditiva na indústria automotiva	Pesquisa bibliográfica	A introdução da impressão 3D na indústria tem gerado impactos significativos nas áreas de engenharia mecânica e engenharia de produção. Enquanto a manufatura aditiva tradicionalmente não era atrativa para produções em massa ou produtos simples, estrategicamente utilizada, pode alterar esse cenário. A impressão 3D permite economia em matéria-prima, redução no tempo de fabricação e produção de produtos mais resistentes e com funcionalidades específicas. Além disso, facilita a construção de peças complexas e a integração de componentes sem necessidade de montagens adicionais, resultando em maior eficiência e menor custo. Com o desenvolvimento contínuo de técnicas e máquinas de impressão 3D, novas oportunidades de inovação surgem, possibilitando o desenvolvimento de produtos de maior porte e com melhores acabamentos. As pesquisas e inovações na área de materiais também desempenham um papel crucial, permitindo não apenas a impressão de objetos em materiais originais, mas também o desenvolvimento de novos materiais que agregam valor aos produtos. Com o avanço acelerado da impressão 3D, espera-se que em breve seja possível imprimir veículos completos, transformando os métodos de produção na indústria automotiva e abrindo caminho para novas possibilidades de design e fabricação.
Inácio et al. (2023)	Apresentar uma análise sistemática que identificou artigos científicos que destacam a importância da manufatura aditiva na indústria 4.0, com ênfase na engenharia mecânica e de produção	Revisão sistemática	A introdução da impressão 3D na indústria, como parte da revolução da Indústria 4.0, tem implicações significativas para a engenharia mecânica e de produção. A manufatura aditiva oferece uma ampla gama de possibilidades na produção de peças personalizadas de forma eficiente, o que pode resultar em uma produção mais flexível com tempo e custo de desenvolvimento reduzidos. Esta tecnologia

			<p>permite a produção camada por camada, o que reduz a complexidade e possibilita uma prototipagem rápida. Além disso, a impressão 3D facilita a produção descentralizada e personalizada, oferecendo uma grande variedade de peças no formato desejado. A revisão sistemática realizada destacou o crescimento da produção científica relacionada à manufatura aditiva e à Indústria 4.0 nos últimos anos, evidenciando a relevância crescente dessa tecnologia. Embora ainda existam desafios e limitações a serem superados, como a falta de citações significativas em comparação com outras áreas científicas mais tradicionais, a manufatura aditiva representa uma importante ferramenta para impulsionar a inovação e a eficiência na indústria moderna. Recomenda-se a aplicação de metodologias semelhantes para avaliar outras tecnologias consideradas pilares da Indústria 4.0, como a Internet das Coisas, Big Data, Computação em Nuvem, Robôs Autônomos, Simulação Computacional, Integração Horizontal e Vertical, Segurança Cibernética e Realidade Aumentada.</p>
Santos et al. (2020)	Compreender melhor o estado da arte sobre a indústria 4.0, com ênfase em manufatura aditiva	Revisão sistemática	<p>A introdução da impressão 3D nas indústrias, especialmente na engenharia mecânica e de produção, está relacionada à Revolução Industrial 4.0 e traz uma série de impactos significativos. A análise da literatura destacou diversas vantagens associadas à adoção da impressão 3D, como a capacidade de lidar com prazos reduzidos, personalizações e maior envolvimento dos clientes no processo de desenvolvimento do produto. Um aspecto relevante é a possibilidade de utilizar uma variedade de polímeros na impressão 3D, especialmente os termoplásticos, que são recicláveis e oferecem flexibilidade no manuseio e resistência mecânica. Essa abordagem contribui para a sustentabilidade ambiental, uma vez que permite o uso de materiais reciclados na impressão 3D, especialmente por meio do processo FDM. Conclui-se, portanto, que a Revolução Industrial 4.0, com ênfase na Manufatura Aditiva, traz benefícios significativos para o meio ambiente e para a indústria, especialmente ao utilizar polímeros termoplásticos como matéria-prima na impressão 3D.</p>
Wiltgen (2021)	Analisar a aplicação da manufatura aditiva na fabricação de moldes para injeção de termoplásticos	Pesquisa exploratória quali-quantitativa	<p>A introdução da impressão 3D nas indústrias, especialmente na engenharia mecânica e de produção, está transformando os métodos tradicionais de fabricação. Estudos demonstram que, em certas situações, a impressão 3D substitui a produção convencional, com um crescimento acelerado nessa área. Uma abordagem híbrida, combinando manufatura subtrativa e aditiva, tem sido explorada, especialmente na fabricação de moldes para injeção de termoplásticos. Embora a manufatura aditiva apresente algumas limitações em relação aos materiais metálicos e custos, oferece vantagens significativas, como liberdade de geometria, prazos de fabricação reduzidos e menor geração de resíduos. Projetos de moldes híbridos podem oferecer vantagens competitivas significativas. Além disso, a investigação sobre defeitos de porosidade na manufatura aditiva tem ajudado a orientar os projetistas na prevenção desses problemas. Embora a utilização da impressão 3D na fabricação de moldes ainda seja pouco explorada, seu desenvolvimento constante e aplicação promissora indicam seu potencial como fator competitivo no setor. Estudos futuros devem focar na otimização dos processos de produção, no desenvolvimento de novos materiais e na melhoria dos acabamentos e tolerâncias dimensionais das peças produzidas pela impressão 3D.</p>

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

O estudo conduzido por Camargo, Barbosa e Santos (2021) aborda a aplicação da impressão 3D na produção de peças para equipamentos industriais, destacando a busca das empresas por otimização de processos. A pesquisa revela que a adoção da impressão 3D resulta em benefícios econômicos significativos, uma vez que demanda equipamentos e insumos com custos acessíveis, tornando-a viável financeiramente. A comparação com métodos tradicionais de reposição de peças evidencia uma redução considerável nos custos, pois a impressão 3D

permite a produção apenas das peças danificadas, eliminando a necessidade de adquirir kits completos. Além disso, a utilização dessa tecnologia reduz o tempo necessário para a manutenção das peças, o que impacta diretamente nos custos de produção e no potencial lucro da empresa.

Os resultados positivos ressaltam as vantagens da impressão 3D, como a diminuição do tempo de reparo, maior disponibilidade de maquinário, economia na compra de peças de reposição e facilidade de operação da impressora 3D. Esses aspectos destacam a importância dessa tecnologia como uma ferramenta eficaz para melhorar a eficiência e a competitividade das empresas industriais. No entanto, o estudo aponta para a necessidade de futuras pesquisas que explorem a implementação da impressão 3D em outras áreas industriais e avaliem sua capacidade de otimizar processos em empresas de diferentes portes. Isso sugere uma continuidade na investigação sobre o impacto e potencial da impressão 3D na indústria, buscando expandir seu uso e compreender seus efeitos em diferentes contextos organizacionais.

Tamanini e Wiltgen (2022) destacam os impactos significativos da introdução da impressão 3D na indústria, especialmente nas áreas de engenharia mecânica e engenharia de produção. A análise aponta que, embora a manufatura aditiva não fosse tradicionalmente atraente para produções em massa ou produtos simples, sua utilização estratégica pode modificar esse cenário. A impressão 3D possibilita a economia em matéria-prima, a redução no tempo de fabricação e a produção de produtos mais resistentes e com funcionalidades específicas. Além disso, facilita a construção de peças complexas e a integração de componentes sem necessidade de montagens adicionais, o que resulta em maior eficiência e menor custo.

Os autores também destacam que, com o contínuo desenvolvimento de técnicas e máquinas de impressão 3D, surgem novas oportunidades de inovação, permitindo o desenvolvimento de produtos de maior porte e com melhores acabamentos. As pesquisas e inovações na área de materiais desempenham um papel crucial, possibilitando não apenas a impressão de objetos em materiais originais, mas também o desenvolvimento de novos materiais que agregam valor aos produtos.

Uma das projeções do estudo é que, com o avanço acelerado da impressão 3D, em breve será possível imprimir veículos completos, o que transformaria os métodos de produção na indústria automotiva e abriria caminho para novas possibilidades de design e fabricação. Esses pontos destacam a importância da impressão 3D como uma tecnologia disruptiva que está redefinindo os processos industriais e impulsionando a inovação em diversos setores.

O estudo conduzido por Inácio et al. (2023) destaca as implicações significativas da introdução da impressão 3D na indústria, como parte da revolução da Indústria 4.0, especialmente para a engenharia mecânica e de produção. A manufatura aditiva oferece uma ampla gama de possibilidades na produção de peças personalizadas de forma eficiente, o que pode resultar em uma produção mais flexível com tempo e custo de desenvolvimento reduzidos. A tecnologia de impressão 3D permite a produção camada por camada, o que reduz a complexidade e possibilita uma prototipagem rápida.

Além disso, o estudo destaca que a impressão 3D facilita a produção descentralizada e personalizada, oferecendo uma grande variedade de peças no formato desejado. A revisão sistemática realizada evidenciou o crescimento da produção científica relacionada à manufatura aditiva e à Indústria 4.0 nos últimos anos, indicando a crescente relevância dessa tecnologia.

Apesar dos desafios e limitações, como a falta de citações significativas em comparação com outras áreas científicas mais tradicionais, a manufatura aditiva representa uma ferramenta importante para impulsionar a inovação e a eficiência na indústria moderna.

O estudo conclui recomendando a aplicação de metodologias semelhantes para avaliar outras tecnologias consideradas pilares da Indústria 4.0, como a Internet das Coisas, Big Data, Computação em Nuvem, Robôs Autônomos, Simulação Computacional, Integração Horizontal e Vertical, Segurança Cibernética e Realidade Aumentada. Essa abordagem permitiria uma compreensão mais ampla do impacto dessas tecnologias na indústria e forneceria insights valiosos para futuras pesquisas e desenvolvimentos.

Já o estudo realizado por Santos et al. (2020) destaca os impactos significativos da introdução da impressão 3D nas indústrias, com especial ênfase na engenharia mecânica e de produção, dentro do contexto da Revolução Industrial 4.0. A análise da literatura revelou uma série de vantagens associadas à adoção da impressão 3D, incluindo a capacidade de lidar com prazos reduzidos, personalizações e maior envolvimento dos clientes no processo de desenvolvimento do produto.

Um aspecto particularmente relevante destacado no estudo é a possibilidade de utilizar uma variedade de polímeros na impressão 3D, especialmente os termoplásticos, que são recicláveis e oferecem flexibilidade no manuseio e resistência mecânica. Essa abordagem não apenas contribui para a eficiência na produção, mas também para a sustentabilidade ambiental, ao permitir o uso de materiais reciclados na impressão 3D, especialmente por meio do processo FDM.

Conclui-se, portanto, que a Revolução Industrial 4.0, com seu foco na Manufatura Aditiva, traz benefícios significativos tanto para o meio ambiente quanto para a indústria. A utilização de polímeros termoplásticos como

matéria-prima na impressão 3D representa uma maneira eficaz de aproveitar os avanços tecnológicos para promover práticas industriais mais sustentáveis e eficientes.

Wiltgen (2021) destaca as transformações significativas que a introdução da impressão 3D está trazendo para as indústrias, especialmente para a engenharia mecânica e de produção. Evidências indicam que a impressão 3D está substituindo gradualmente os métodos tradicionais de fabricação em determinadas situações, com um crescimento notável nessa área.

Uma abordagem híbrida, que combina tanto a manufatura subtrativa quanto a aditiva, está sendo explorada, especialmente na fabricação de moldes para injeção de termoplásticos. Embora a manufatura aditiva possa apresentar algumas limitações, como restrições relacionadas a materiais metálicos e custos, ela oferece vantagens consideráveis, como liberdade de geometria, prazos de fabricação reduzidos e menor geração de resíduos.

Os projetos de moldes híbridos, resultantes dessa abordagem combinada, têm potencial para oferecer vantagens competitivas significativas no setor. Além disso, os esforços de pesquisa sobre defeitos de porosidade na manufatura aditiva têm sido importantes para orientar os projetistas na prevenção desses problemas, melhorando ainda mais a qualidade dos produtos finais.

Embora a utilização da impressão 3D na fabricação de moldes ainda esteja em estágios iniciais, seu desenvolvimento contínuo e suas aplicações promissoras indicam um potencial significativo como fator competitivo no setor industrial. Futuros estudos devem se concentrar na otimização dos processos de produção, no desenvolvimento de novos materiais e na melhoria contínua da tecnologia para ampliar ainda mais os benefícios da impressão 3D na indústria.

IV. Conclusão

Diante das diversas pesquisas e estudos analisados sobre a aplicação da impressão 3D na indústria, é evidente o impacto que essa tecnologia traz para os processos de produção, especialmente nas áreas de engenharia mecânica e de produção. A tendência de substituição gradual dos métodos tradicionais de fabricação por abordagens aditivas ressalta não apenas a eficiência econômica proporcionada pela impressão 3D, mas também sua capacidade de promover inovação, flexibilidade e sustentabilidade ambiental.

As vantagens econômicas, como a redução de custos de produção e o aumento da eficiência operacional, aliadas à capacidade de produzir peças personalizadas e complexas, destacam a importância estratégica da impressão 3D para as empresas industriais. Além disso, a utilização de materiais recicláveis, como os polímeros termoplásticos, não só contribui para a eficiência na produção, mas também para a sustentabilidade ambiental, alinhando-se aos princípios da Indústria 4.0.

A perspectiva de avanços contínuos na tecnologia de impressão 3D, incluindo o desenvolvimento de novos materiais e a melhoria da qualidade dos produtos finais, abre caminho para uma ampla gama de aplicações em diversos setores industriais. A abordagem híbrida, combinando tanto a manufatura subtrativa quanto a aditiva, promete oferecer vantagens competitivas significativas, especialmente na fabricação de moldes e na redução de porosidade em produtos impressos.

Portanto, diante dessas constatações, é fundamental continuar investindo em pesquisa e desenvolvimento para otimizar os processos de produção, explorar novas aplicações e compreender melhor o impacto da impressão 3D na indústria em diferentes contextos. A implementação de metodologias semelhantes para avaliar outras tecnologias da Indústria 4.0 também é recomendada, visando uma compreensão mais abrangente dos benefícios e desafios associados à transformação digital do setor industrial. Assim, a impressão 3D emerge não apenas como uma ferramenta eficaz para melhorar a eficiência e a competitividade das empresas, mas também como um catalisador de inovação e sustentabilidade na indústria moderna.

Referências

- [1]. Aires, M. O. Et Al. Indústria 4.0: A Manufatura Aditiva Como Ferramenta De Inovação E Otimização. *Brazilian Journal Of Business*, 1(4), 1821–1833, 2019.
- [2]. Camargo, G. R. R.; Barbosa, P. A. G.; Santos, F. A. Impressão 3d Na Manutenção Industrial E A Redução De Custos. *Abcustos*, 16(1), 118–143, 2021.
- [3]. Feriotti, M. A. Et Al. Aplicações Da Manufatura Aditiva E Impressão 3d Na Fabricação De Moldes Para Injeção De Termoplásticos. *Brazilian Journal Of Production Engineering*, 7(3), 199–218, 2021.
- [4]. Inácio, D.; Drozda, F. O.; Silva, W. De A.; Marques, M. A. M.; Seleme, R. A Importância Da Manufatura Aditiva Como Tecnologia Digital Para A Indústria 4.0: Uma Revisão Sistemática. *Revista Competitividade E Sustentabilidade*, [S. L.], V. 7, N. 3, P. 653–667, 2020.
- [5]. Marques Junior, G. B.; Costa, C. A. Manufatura Aditiva Aplicada Na Fabricação De Insertos Para Moldes De Injeção Termoplásticos. *Scientia Cum Industrial*, V. 7, N. 2, 2019.
- [6]. Rodrigues, V. P. Et Al. Manufatura Aditiva: Estado Da Arte E Framework De Aplicações. *Revista Gestão Da Produção Operações E Sistemas*, 12(3), 1, 2017.
- [7]. Santos, L. M. Et Al. Estudo Da Ciência Na Revolução Industrial 4.0 Com Ênfase Em Manufatura Aditiva. *Revista Uniaraguaia*, V. 15, N. 3, 2020.
- [8]. Tamanini, C.; Wiltgen, F. Manufatura Aditiva E As Mudanças Na Indústria Automotiva. *Revista Eletrônica Científica Inovação E Tecnologia*, V. 13, N. 90, 2022.