



FACULDADE DE EXCELÊNCIA UNEX DE ITABUNA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D NA CONSTRUÇÃO CIVIL
VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

João Filipe Borges Lessa¹

Yan de Oliveira Carvalho²

Anderson Batista Passos³

RESUMO: Em busca de maior competitividade no mercado, empresas buscam tecnologias que ajudam a otimizar seus processos e melhorar a qualidade de seus produtos, reduzir custos e tempos de produção. A impressão 3D é um processo de fabricação de objetos sólidos tridimensionais no qual o material é impresso camada por camada a partir de um modelo digital. Sendo assim, o objetivo do estudo é discutir o uso da tecnologia de impressões 3D na redução de custos na construção civil, visando o desenvolvimento sustentável. Através da metodologia bibliográfica, foram feitas análises de fontes entre 2010 a 2021, tendo como ferramentas de busca o Google Acadêmico, Scielo, Capes Periódicos e Science Direct. Desta forma, os dados coletados foram avaliados quanto à atualidade, à veracidade e à relevância. Tais dados foram sintetizados e discutidos, contribuindo para a apresentação clara e concisa dos resultados. Conclui-se então, que são muitos os benefícios e desafios da tecnologia de impressão 3D, dentre eles a capacidade de construir elementos com geometrias complexas em curto período de tempo, redução de resíduos, desperdícios de materiais, custos de materiais e mão de obra. Portanto, trata-se de uma tecnologia sustentável e viável devido à sua versatilidade de aplicações na indústria da construção civil.

Palavras-chave: Impressão 3D. Construção Civil. Desenvolvimento Sustentável. Tecnologias ambientais.

¹ Graduando do curso de Engenharia Civil no Centro Universitário UniFTC de Itabuna, e-mail: joao.lessa@ftc.edu.br

² Graduando do curso de Engenharia Civil no Centro Universitário UniFTC de Itabuna, e-mail: yancarvalho006@gmail.com

³ Professor Orientador no Centro Universitário UniFTC de Itabuna, e-mail: anderson.passos@ftc.edu.br

ABSTRACT: In search of greater competitiveness in the market, companies seek technologies that help optimize their processes and improve the quality of their products, reducing costs and production times. 3D printing is a process of manufacturing three-dimensional solid objects in which the material is printed layer by layer from a digital model. Therefore, the objective of the study is to discuss the use of 3D printing technology to reduce costs in construction, aiming for sustainable development. Using bibliographic methodology, source analyzes were carried out between 2010 and 2021, using Google Scholar, Scielo, Capes Periódicos and Science Direct as search tools. In this way, the collected data was evaluated for currentness, veracity and relevance. Such data were synthesized and discussed, contributing to the clear and concise presentation of the results. It can be concluded, then, that there are many benefits and challenges of 3D printing technology, including the ability to build elements with complex geometries in a short period of time, reduction of waste, material waste, material and labor costs. Therefore, it is a sustainable and viable technology due to its versatility of applications in the construction industry.

Keywords: 3D printing. Construction. Environmental technologies. Sustainable development.

1. INTRODUÇÃO:

Nos dias atuais, as empresas buscam investir na inovação de novos mecanismos visando se destacar no mercado competitivo com métodos de produções cada vez mais favorecidos pela era tecnológica. Nesse cenário de constantes evoluções, surge a impressão 3D, também conhecida como manufatura aditiva (GIBSON et al, 2014).

Devido às múltiplas vantagens da impressora 3D, ela está sendo empregada em inúmeros campos da indústria, como por exemplo, para criar protótipos funcionais em tempo razoável, reduzir o esforço e aumentar o impacto do planejamento devido o *design* iterativo, reduzir o tempo entre a criação e a prototipagem, aumentar o alinhamento organizacional para acelerar a tomada de decisões, reduzir a intervenção humana, minimizar o desperdício de material e interromper a cadeia de suprimentos tradicional, permitindo a produção de produtos mais perto do ponto de uso no momento de necessidade melhorando o *lead time*.

O interesse de empregar a impressão 3D para construção civil aumentou exponencialmente nos últimos anos, visto que é um setor que tem uma baixa

produtividade e tecnologias atrofiadas, quando comparadas a outros setores, que têm automatizado e digitalizado seus processos de fabricação. (EL-SAYEGH et al, 2020).

Portanto, o presente estudo se justifica pela necessidade de abordar a temática, tendo em vista a tecnologia ser uma aliada recorrente no ramo da construção civil. A pesquisa é importante não somente na comunidade acadêmica, mas na sociedade tendo em vista que o assunto é pouco discutido na literatura atual. Ademais, tem sua importância dada a necessidade dos profissionais de engenharia e outros profissionais do ramo da construção civil, terem a necessidade de estudos que auxiliem a sua atuação.

Por tanto, o presente estudo tem por objetivo discutir o uso da tecnologia de impressões 3D na redução de custos na construção civil, visando o desenvolvimento sustentável.

2. REFERENCIAL TEÓRICO:

A impressão 3D consiste na representação matemática da superfície 3D de um objeto, na criação de formas, representações e na criação de cenários por meio do uso de um software específico (FERREIRA, KRÜGER e SANTOS, 2016).

A pesquisa sobre as impressões do setor da construção é relativamente nova e por isso ainda são poucos os estudos realizados e especialmente publicados sobre o tema. Os existentes fazem isso de maneira incompleta e não abordam algumas questões técnicas importantes(LOPES, 2016).

Novas tecnologias na construção eventualmente são inseridas a partir de tecnologias já utilizadas e testadas por projetistas e construtores. Técnicas estruturais como alvenaria e paredes de concreto não são inovações, mas têm sido amplamente adotadas no Brasil nos últimos 10 anos como soluções de baixo custo. Por outro lado, a tecnologia BIM surge como um novo software para modelagem, armazenamento e análise de modelos (PORTO, 2016).

É fundamental para o desenvolvimento de um país que a sua indústria da construção procure utilizar novos materiais, novos processos, novas

tecnologias. As empresas são induzidas a inovar ou incorporar inovações para se manterem competitivas (COSTA et al., 2014).

Os projetos de construção devem buscar estratégias e encontrar soluções economicamente viáveis. Nos Estados Unidos, uma impressora de robótica tridimensional que preenche e repara rachaduras em rodovias foi desenvolvida pelo engenheiro mecânico Robert Flistsch, da Universidade de Harvard, enquanto na Universidade do Sul da Califórnia, o campo da elaboração de contornos desenvolveu uma tecnologia que é uma impressora que corre sobre trilhos e é capaz de construir moradias populares em menos de 24 horas com aplicação de argamassa (AIRES, 2019; SILVA et al., 2020).

Nos últimos anos surgiu a impressão tridimensional, que é um processo de fabricação que constrói camadas de um modelo digital. A tecnologia já está sendo utilizada em diversos setores, como medicina, aeroespacial e produção de autopeças e construção civil (PORTO, 2016).

A manufatura aditiva (impressão 3D) conquistou recentemente a indústria da construção, aumentando a produtividade e reduzindo a mão de obra para as operações no local (FORMIGA e CARNEIRO, 2021).

A Indústria 4.0 está a revelar-se uma realidade com um novo conceito que permite uma maior produtividade aliada a tecnologias de informação rápidas. Nessas circunstâncias, a impressão tridimensional representa uma conquista significativa. Essa tecnologia só tende a crescer e com isso mudar o mercado industrial, comprometendo-se a chegar até as pessoas em suas casas, dando a liberdade que todos usam a seu favor, mas por enquanto é uma premissa e sua utilidade se limita aos negócios (SILVA et al., 2020).

Embora a tecnologia de impressão 3D esteja apenas começando a ganhar força, a primeira impressora 3D foi desenvolvida em 1983 por Chuck Hull, um engenheiro formado pela Universidade do Colorado. A impressão 3D é um processo de fabricação de objetos sólidos tridimensionais no qual o material é adicionado camada por camada a partir de um arquivo digital.

Assim como nesses setores, a tecnologia pode trazer benefícios significativos para a engenharia civil em termos de customização em massa, redução do tempo de construção, redução de mão de obra e desperdício (PORTO, 2016).

A tecnologia de impressão 3D entrou no mercado de engenharia civil por meio de estudos conduzidos por BehrokhKhoshnevis, professor do Departamento de Ciência da Informação da ViterbiSchool for Engineering, Universityof Southern Califórnia, Estados Unidos, responsável pelo desenvolvimento do ContourCrafting, técnica que utiliza uma grande Impressora 3D constituída por um portal numa base móvel controlada por computador (PAIM, 2018).

No século XXI, grande parte da produção na indústria é robotizada devido aos avanços tecnológicos. Roupas, sapatos, carros e outros produtos são fabricados automaticamente. Ao mesmo tempo, a padronização de processos, aliada ao controle de qualidade dos serviços e ao desenvolvimento de novas tecnologias foram fundamentais para o aumento da eficiência e ganhos de rentabilidade (PORTO, 2016).

3. METODOLOGIA CIENTÍFICA:

A metodologia utilizada para o presente estudo foi a revisão de literatura. Sendo assim, buscou-se informações em livros e artigos científicos na intenção de esclarecer melhor a temática em discussão correlacionando com as contribuições dos autores citados.

A seleção dos artigos ocorreu inicialmente pela leitura dos títulos e resumos, seguida pela leitura na íntegra apenas dos artigos selecionados, trazendo as informações mais relevantes e atuais, 2010 a 2021, publicados nas bases de dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), Capes periódicos, Scielo e Science Direct.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES:

A impressão 3D representa um processo de manufatura aditiva que consiste na criação de um modelo digital tridimensional, que depois é executado por uma máquina controlada por computador, geralmente através da deposição de camadas de um material específico, que são sobrepostas até que

o resultado desejado seja fisicamente alcançado um modelo projetado (FORMIGA e CARNEIRO, 2021; LOPES, 2016).

Conforme explica Lopes (2016) esta tecnologia foi desenvolvida desde a década de 1980, inicialmente no âmbito da prototipagem rápida com o objetivo de criar modelos conceituais para o desenvolvimento de produtos de forma rápida e barata, mas posteriormente com seu maior desenvolvimento no campo de aplicações que se diversificou. Finalmente, devido ao seu potencial, este processo tecnológico também despertou interesse no setor da construção, levando a várias iniciativas de pesquisa por diferentes entidades (LOPES, 2016).

De acordo com Silva et al., (2020), a aplicabilidade da impressão tridimensional traz mudanças significativas no campo da construção, pois a forma de construir é revolucionada. Isso resulta em diversas vantagens, como economia de custos e tempo, redução de mão de obra, maior liberdade de projeto, redução do déficit habitacional e aproveitamento integral do material, redução de desperdícios, além da utilização de materiais biodegradáveis e/ou materiais recicláveis, contribuindo assim para um mundo mais sustentável (silva, 2020).

No ramo da construção civil, a tecnologia 3D já é utilizada na execução de casas simples e funcionais, assim como edifícios com arquitetura complexa. Pode-se construir casas com impressão in situ, assim como edifícios montados em fábricas com paredes impressas. Na indústria da construção, tem havido muitas tentativas de usar a impressão 3D para aumentar a personalização, reduzir o tempo de construção e melhorar a acessibilidade (PORTO, 2016; WU et al, 2016).

Na construção civil, as matérias-primas que geram desperdícios, com a impressão 3D alcança precisão, redução de tempo e custos, agilidade nos processos e melhoria na qualidade final do produto, resultando em maior confiabilidade no relacionamento e satisfação do cliente. Especialistas do setor de logística já confirmam mudanças na cadeia de suprimentos. Desta forma, para ter lugar o mercado deve-se adequar aos novos conceitos tecnológicos e formas de distribuição(DANYAS et al.,2018)

Menezes (2020) explica que os resultados obtidos com o desenvolvimento do software são inéditos no processo de manufatura aditiva

utilizado na construção civil. As soluções alcançadas são animadoras, pois o uso dessa tecnologia no canteiro de obras traria grandes benefícios para a indústria em todo o país. As ferramentas e técnicas desenvolvidas neste trabalho com 3D contribuirão para o avanço da tecnologia de impressão 3D. No entanto, apesar dos resultados promissores, ainda há necessidade de desenvolver pesquisas sobre materiais à base de cimento para utilizá-los em impressoras 3D (MENEZES, 2020).

Lopes (2016) acredita que um dos benefícios da impressão 3D na construção civil consiste no fato de que esta tecnologia tem aplicações com potencial real na indústria da construção devido à sua versatilidade. Pode-se prever a implementação em curto prazo de alguns elementos personalizados com composição otimizada, que podem ser integrados em estruturas feitas com materiais e técnicas convencionais (LOPES, 2016).

Segundo Porto (2016) as principais experiências e pesquisas estão relacionadas à produção de concreto por extrusão, enquanto outras utilizam a deposição de pó endurecido seletivamente. As experiências com impressão 3D em engenharia estrutural e civil dividem-se em protótipos físicos e engenharia estrutural. O uso da impressora para confecção de maquetes no Brasil aumentou e a tecnologia pode ser mais utilizada na confecção de protótipos para testes na construção civil (PORTO, 2016).

Esta tecnologia dificilmente conseguirá substituir completamente os métodos construtivos tradicionais, mas pode afirmar-se como um método alternativo e, sobretudo, complementar. As maiores chances de utilização da tecnologia na indústria a médio/longo prazo devem passar por um sistema semelhante ao Mini-Builders, onde uma equipe de vários robôs com funcionalidades diferentes e complementares executa a construção sequencialmente, excluindo os requisitos de uma grande impressora (LOPES, 2016).

Porto (2016) esclarece que já foram feitos vários experimentos para explorar todo o potencial da impressão 3D na indústria da construção. E uma revisão da experiência recente mostra que com o desenvolvimento da tecnologia é possível fazer estruturas de concreto e até edifícios a partir de impressoras. No entanto, essas experiências são muito fragmentadas. Entretanto, os estudos realizados ainda não permitem determinar a melhora

tecnologia baseada em a pode ser aplicada na construção civil em larga escala (PORTO, 2016).

Formiga e Carneiro (2021) e explicam que muitos estudos devem ser desenvolvidos para que esta tecnologia possa ser utilizada no setor da construção civil. Ainda existem muitos desafios, como desenvolvimento de materiais, falta de regulamentação, integridade estrutural dos elementos impressos, planejamento da construção, falta de simulação computacional do processo e outros (FORMIGA e CARNEIRO, 2021)

Diante de todo o exposto, a impressão 3D é um método de modelagem de objetos empregando camadas de materiais que são combinados em rotas acordadas e esquematizadas por um planejamento de apoio, ou seja, um projeto base. A impressão 3D se revela com grande potencial para a construção civil, trazendo uma série de vantagens. Há alguns materiais de modelagem de edificações em impressoras 3D, os mais importantes são pastas a base de cimento e fibras.

E apesar de que as impressões 3D sejam capazes de executar toda uma edificação (de acordo com a dificuldade estabelecida), é necessário ainda ter pessoas e uma equipe para fazerem a instalação de portas e janelas, sistemas de água, esgoto, elétrico e todo o acabamento de uma maneira geral.

Por outro lado, apesar das vantagens sejam inúmeras, existem também algumas desvantagens: alto investimento inicial, altura e complexidade do empreendimento, transporte e armazenamento, mão de obra especializada e desemprego; especialmente por ser uma tecnologia moderna e há um certo conservadorismo da construção civil brasileira.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Atualmente, diversas abordagens inovadoras estão sendo exploradas na pesquisa em impressão 3D. Isso inclui a investigação de novos materiais, como compósitos avançados e biomateriais. Diante do que foi exposto, fica evidente o uso da impressão 3D na construção civil, atrelada à produção de novos materiais cimentícios auxiliam a economia no ramo.

Portanto, faz-se necessário um estudo mais aprofundado da impressão 3D para que a mesma tenha uma maior efetividade na construção civil e no

desenvolvimento sustentável. Sugere-se então, dar início a uma série de trabalhos relacionados ao desenvolvimento de novos compósitos com propriedades aprimoradas para impressão 3D.

Para isso, será essencial obter um bom domínio dos parâmetros de controle que influenciam o processamento dos novos compósitos. O que poderá ampliar a participação e contribuição do Brasil no desenvolvimento desta tecnologia, tanto no meio acadêmico como no meio empresarial, buscando chamar a atenção e estimular empresas do setor a investirem no desenvolvimento sustentável e uso desta tecnologia.

REFERÊNCIAS:

AIRES, EstarleyKéssio Sousa. Sustentabilidade na construção civil: o caso de uma residência padrão popular /. – Teresina: **Uninovafapi**, 2019.

COSTA, D., LEITE, R. **Caderno de casos de inovação na construção civil, CBIC**, 2014.

DANTAS, Izabel de Melo. Et al. **Implantação de impressão 3d: melhoria no processo de projetos no grupo açotubo**. 2018. 17. Faculdade Carlos Drummond de Andrade. fls. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/impressora_3d-artigo_final225-5-18.pdf. Acesso em 15 nov. 2022.

FERREIRA, Géssica da Cruz. KRÜGER, Thaisa Regina. SANTOS, Christiane Bischof dos. Utilização da impressão 3d na manufatura para a otimização de processos: um estudo de caso em indústrias automobilísticas. **Memorial TCC – Caderno da Graduação** – 2016. Disponível em: <https://memorialtcccadernograduacao.fae.edu/cadernotcc/article/viewFile/148/49>. Acesso em 16 nov. 2022.

FORD, Simon; DESPEISSE, Melanie. Manufatura aditiva e sustentabilidade: um estudo exploratório das vantagens e desafios. **Journal of Cleaner Production.**, v. 137, p. 1573-1587, Novembro 2016.

FORMIGA,CaioViniciusEfigênio. CARNEIRO, Marcos Lajovic. Impressão 3d para construção civil: revisão da literatura e desafios. **Revista de Engenharia e Tecnologia** ISSN 2176-7270 V. 13, No 4, 2021.

GORNI, A. Augusto. **Introdução à prototipagem rápida e seus processos**. Disponível em: <http://www.gorni.eng.br/protrap.html> . Acesso em:16 nov. 2022.

LOPES. Gonçalo Teixeira Ferreira; EXPLORAÇÃO DAS POSSIBILIDADES DA IMPRESSÃO 3D NA CONSTRUÇÃO. **Dissertação de mestrado apresentada à faculdade de engenharia da universidade do porto em área científica**, 2015/2016. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/82802/2/119532.pdf>> Acesso em: 12 de abril de 2019.

MENEZES, Maykow da Silva. Plataforma CAD para elaboração de projetos e gerenciamento e controle de impressão 3D com ênfase na construção civil. 2020. 60 p **Monografia**. (Curso de bacharelado em engenharia Civil) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2020.

PAIM, Fabiane Gomes; DE ALMEIDA, Márcia Rego Sampaio. Estudo prospectivo sobre a utilização da impressora 3d na área da construção civil. **Cadernos de Prospecção**, v. 11, p. 463, 2018.

PORTO, Thomás Monteiro Sobrino. Estudo dos avanços da tecnologia de impressão 3D e da sua aplicação na construção civil. 2016. 93 fls. Projeto de Graduação, UFRJ, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro,

SILVA, Alexandre Macedo da. et al. Impressão 3d na construção civil. UNIEVANGÉLICA. 2020. **Repositório AEEEDU**. Disponível em: http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/8486/1/6_AlexandreAndreIgorSaulo.pdf. Acesso em: 15 nov. 2022.