

IMPRESSÃO 3D: UMA SINERGIA ENTRE ARQUITETURA E TECNOLOGIA

Gabriel Rodrigues de Barros – Centro Universitário UNEDUVALE –
gabriel.barros@ead.eduvaleavare.com.br

André Luiz Oliveira Chaves – Centro Universitário UNEDUVALE –
andre.chaves@ead.eduvaleavare.com.br

ÁREA: Artes.

RESUMO

O presente artigo visa compreender a viabilidade do uso da tecnologia de manufatura aditiva (Impressão 3D) na indústria arquitetônica, destacando seus impactos na construção, economia, sustentabilidade e regeneração do planeta. O estudo, desenvolvido através de uma revisão historiográfica e sistemática, se inicia procurando compreender as raízes do caos climático no século XVIII, entendendo as origens do desequilíbrio climático e ambiental. Neste cenário, a arquitetura sofre influência, com novos materiais e técnicas mecanizadas de construção que, com o passar dos anos, especialmente nos anos do pós-guerra, contribuem radicalmente com a desestruturação e o aquecimento do planeta, representando hoje 39% de toda emissão global de carbono, onde 11% são provenientes especialmente da indústria da construção e de materiais. Entretanto, nas últimas décadas, uma nova tecnologia baseada no processo de criar objetos tridimensionais adicionando material camada por camada, tem aflorado e se desenvolvido, se apresentando como uma das grandes soluções humanas para a recuperação do planeta. Assim, a pesquisa se concentra em estudar como a Impressão 3D na arquitetura tem o potencial de consolidar o planeta novamente através de projetos inovadores e sustentáveis, oferecendo uma nova tipologia construtiva que pode mudar para melhor a maneira como comunidades inteiras são construídas no Planeta Terra.

PALAVRAS-CHAVE: Manufatura Aditiva; Impressão 3D; Sustentabilidade; Arquitetura.

INTRODUÇÃO

Em meados do século XVIII, começa a se desenvolver na antiga monarquia britânica um movimento que mudaria o curso da humanidade, com o trabalho manual de camponeses e artesãos sendo substituídos por máquinas, desenvolvendo um novo processo de fabricação industrial que permitiria a produção em massa, a alta eficiência capitalista e o rápido

crescimento econômico (CARTWRIGHT, 2023), lançando bases para o novo mundo industrializado moderno, onde o maquinário e a inovação se tornaram partes integrantes da vida cotidiana (SHARMA, 2020).

Entretanto, o foco descontrolado na produtividade e no enriquecimento econômico foi alcançado às custas do desequilíbrio ambiental, desencadeando um padrão instável de exploração de recursos, resultando em impactos ambientais negativos que continuam a impulsionar o caos climático até os dias atuais (ANDERSON, 2024).

Neste cenário, a arquitetura também acabou sendo influenciada pela inovadora revolução, seguindo o conceito base da industrialização, com a mecanização total e a desenfreada produção em massa (MENGA, 2022). Porém, da mesma forma, também acabou contribuindo radicalmente com o desequilíbrio ambiental, onde hoje representa um total de 11% das emissões globais de carbono (WORLD GBC, 2025).

Assim, a manufatura aditiva, também conhecida como impressão 3D, se apresenta como uma solução inovadora que promete revolucionar os processos arquitetônicos de construção, tornando-a mais eficiente e sustentável em toda a vida útil de uma edificação, contribuindo na regeneração climática e ambiental do planeta (BUSWELL, 2007).

O presente estudo visa investigar de modo assertivo o total impacto climático deixado por longos anos de industrialização e inovações tecnológicas, entendendo a influência da arquitetura no desenvolvimento do atual desequilíbrio global. A partir deste entendimento, o estudo se concentra em compreender a tecnologia de manufatura aditiva, popularmente conhecida como impressão 3D. Um novo método construtivo que une arquitetura, tecnologia e sustentabilidade, repensando o design para capacitar um futuro de completa sinergia entre a humanidade e o planeta terra.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo seguiu uma abordagem sistêmica e historiográfica de desenvolvimento. Como método, seguiu-se uma análise abrangente sobre a literatura existente sobre o tema e relatórios disponibilizado pelo *The Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), além do White Paper “*Reducing carbon emissions in the built environment: A case study in 3D-printed homes*”, publicado pela *ICON Build* em parceria com o *MIT Concrete Sustainability Hub*.

AS RAÍZES DO CAOS CLIMÁTICO

Ao longo de toda a história, o clima no planeta Terra mudou radicalmente inúmeras vezes, passando por oito eras glaciais e períodos climáticos extremos. Porém, o atual caos climático presenciado acontece a uma taxa não vista nos últimos dez mil anos (NASA, 2025). Como afirmado no *IPCC Sixth Assessment Report* (2022): “A tendência atual de aquecimento é diferente porque é claramente o resultado das atividades humanas desde meados de 1800”. Esse fato reforça a tese de que a atividade humana teve total participação no desenvolvimento da atual crise, se tornando o grande impulsionador da maioria das mudanças globais (IPCC, 2022).

Segundo relatório do *NASA's Goddard Institute for Space Studies (GISS)*, a temperatura da superfície global tem aumentado consideravelmente no século XXI, sendo a temperatura média do ano de 2024 a mais quente já registrada desde que o registros começaram em 1880, ultrapassando pela primeira vez a marca de 1,5°C (NASA, 2024).

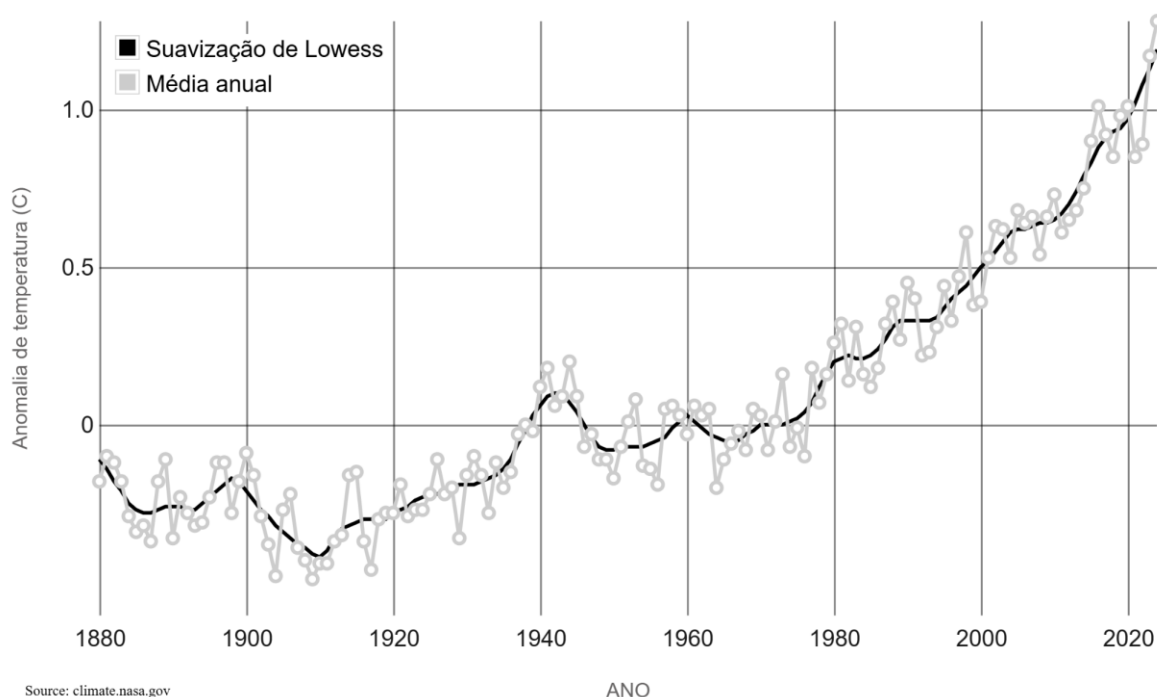


Imagem: Índice Global de temperatura Terra-Oceano (NASA, 2024)

Através desses dados, fica claro que a gravidade dos efeitos causados pelas mudanças climáticas dependerá do caminho das atividades humanas futuras. Como argumentado no *IPCC Sixth Assessment Report* (2022): “Mais emissões de gases de efeito estufa levarão a mais extremos climáticos e efeitos prejudiciais (...). No entanto, esses efeitos

futuros dependem da quantidade total de dióxido de carbono que emitimos. Portanto, se pudermos reduzir as emissões, poderemos evitar alguns dos piores efeitos”.

A INFLUÊNCIA ARQUITETÔNICA

No século XX, nos anos pós-guerra, milhares de pessoas estavam desabrigadas e a população global crescia rapidamente e sem precedentes. Devido a necessidade de reconstrução das cidades de forma rápida e barata, volta-se a era industrial através de técnicas de produção em massa, com uso de materiais pré-fabricados e facilmente acessíveis, através de conceitos mecanizados de construção e o uso do concreto armado como o grande expoente do movimento (CICEVIC, 2019).

Ao longo dos anos a arquitetura tem sido um dos grandes impulsionadores da crise climática, sendo responsável por 39% de toda emissão global de carbono, sendo 11% proveniente da indústria da construção e materiais, o que equivale a cinco vezes a quantidade de emissões de toda a indústria da aviação (WORLD GBC, 2025). Entretanto, o papel da arquitetura vai além da construção, com um outro grande problema que pode ser ainda pior: a Demolição.

Em um artigo publicado em 2021 no *The Times*, o editor da *Architect's Journal* nomeou a demolição como o “segredo sujo da construção”, já que nos EUA, a cada ano cerca de cem milhões de metros quadrados são demolidos e substituídos. No Reino Unido, 50 mil edifícios são demolidos anualmente, gerando 126 milhões de toneladas de resíduos. Na China, 3,2 bilhões de toneladas de resíduos foram produzidos em 2021, sendo a grande maioria proveniente da demolição (HURST, 2020).

Como reflete o arquiteto inglês Thomas Heatherwick em seu livro *Humanise* (2023): “Se construir um edifício é ruim para o meio ambiente, construir um edifício, derrubá-lo e construir um novo é ainda pior”. Seria então possível desenvolver uma nova tipologia construtiva onde tecnologia e sustentabilidade caminhassem em uníssono na recuperação global, preservando a sustentabilidade da indústria construtiva em todas as fases do ciclo de vida de uma edificação?

IMPRESSÃO 3D: UMA NOVA SOLUÇÃO

A impressão 3D, conhecida tecnicamente como “manufatura aditiva” - termo referente ao processo de criar objetos tridimensionais adicionando material camada por camada -, tem

sua origem datada da década de 1980, quando as primeiras tecnologias de prototipagem rápida foram desenvolvidas (HULL, 1986).

Após 30 anos, em 2010, a aplicação começa a ganhar destaque no ramo da construção, sendo inicialmente incorporada na arquitetura através da técnica de *Contour Crafting*, desenvolvida por Behrokh Khoshnevis, que demonstrou a viabilidade de construir casas inteiras de maneira automatizada (KHOSHNEVIS, 2004). Desde então, várias empresas e instituições de pesquisa têm explorado a impressão 3D como aplicação na arquitetura.

Em 2024, a *ICON Build* - empresa pioneira na aplicação da impressão 3D na arquitetura -, em conjunto com *MIT Concrete Sustainability Hub*, publicou um White paper intitulado “*Reducing carbon emissions in the built environment: A case study in 3D-printed homes*”, que apresenta um estudo de casas impressas em 3D empregando a fórmula de *CarbonX* da *ICON* - material cimentício composto de materiais de origem do sul do Texas que reduz o carbono dentro do próprio material (ICON, 2025).

O estudo se concentra em apresentar uma análise comparativa do desempenho ambiental do ciclo de vida de uma casa impressa 3D (3DP) e outra construída em madeira (STF), em quatro diferentes condições climáticas nos EUA. Os impactos do carbono são determinados em termos do carbono incorporado e do carbono operacional, sendo que ambos os sistemas são considerados como tendo uma vida útil de 75 anos (MIT, 2024).

Os resultados apresentados demonstram que os impactos incorporados e operacionais da casa impressa em 3D são menores do que a construída em madeira. O carbono incorporado da casa 3DP é aproximadamente 0,5% menor que o STF, alcançando um desempenho anual superior. Além disso, a economia anual na faixa de carbono operacional varia de 2% a 9%, sendo que a casa impressa alcança uma economia total de carbono que varia de 2% a 6%. Em resumo, o *CarbonX* apresentou uma redução de carbono de 24%, quantificável em 85 kgCO₂e/CY (MIT, 2024).

Atualmente, a *ICON* se concentra em disseminar o uso da impressão 3D na arquitetura através de pesquisa e projetos inovadores que exemplificam o pleno potencial da construção robótica em larga escala, oferecendo uma nova tipologia construtiva que pode mudar para melhor a maneira como comunidades inteiras são construídas no Planeta Terra, na Lua e até mesmo em Marte (ICON, 2024). Entretanto, a aplicação da impressão 3D na arquitetura vai além do uso do concreto, já que nos últimos anos novos biomateriais vêm sendo desenvolvidos e aplicados, tornando a tecnologia ainda mais promissora.

Em 2022, alunos do curso de mestrado do Instituto de Arquitetura Avançada da Catalunha (IAAC) desenvolveram um protótipo de abrigo impresso em argila, que demonstra uma abordagem sustentável para a construção, integrando a manufatura aditiva com técnicas vernaculares de construção, tornando-a adequada para várias aplicações (IAAC, 2024).

Embora a aplicação da impressão 3D na arquitetura ainda enfrenta barreiras consideráveis, como os elevados custos de investimento e a falta de normatização de qualidade e segurança das construções, a nova tecnologia ainda se apresenta como um solução inovador e com grande potencial de transformação e impacto, garantindo benefícios operacionais, econômicos e ambientais aos usuários, as edificações e ao planeta (TEIXEIRA, 2024).

CONCLUSÃO

Ao final do presente estudo, conclui-se que a tecnologia de Impressão 3D possui um potencial exponencial quando aplicada à arquitetura, se destacando pela capacidade de reduzir significativamente as emissões de carbono em todas as fases do ciclo de vida de uma edificação, além de oferecer uma oportunidade de repensar a prática arquitetônica e contribuir para mudanças positivas no mundo futuro. A impressão 3D se apresenta como um grande potencial de transformação, não apenas na indústria construtiva, mas também no desenvolvimento sustentável do planeta, frente aos atuais problemas ecológicos urgentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, Kara. What was the Industrial Revolution's Environmental Impact?. **Greenly**, 2024. Disponível em: <https://greenly.earth/en-gb/blog/ecology-news/what-was-the-industrial-revolutions-environmental-impact>. Acesso em: 15 jul. 2025.

BUSWELL, R. A.; SOAR, R. C.; GIBB, A. G. F.; THORPE, A. Freeform Construction: Mega-scale Rapid Manufacturing for construction. **Automation in Construction**, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2006.05.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580506000227>. Acesso em: 18 jul. 2025.

CARTWRIGHT, Mark. British Industrial Revolution. **World History Encyclopedia**, 2023. Disponível em: https://www.worldhistory.org/British_Industrial_Revolution/. Acesso em: 15 jul. 2025.

CICEVIC, Hana. Methods, Techniques and Approaches to Post-War Architectural Reconstruction. **UF Journal of Undergraduate Research**, 2019. DOI: 10.32473/ufjur.v20i3.106271. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332841214_Methods_Techniques_and_Approaches_to_Post-War_Architectural_Reconstruction. Acesso em: 18 jul. 2025.

HULL, C. W. **Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography**. Patent and Trademark Office. Washington, DC: U.S. 1986.

HEATHERWICK, Thomas. **Humanise: A Maker's Guide to Building our World**. London, UK: Penguin books, 2023. ISBN 9780241389799.

HURST, Will. Demolishing 50,000 buildings a year is a national disgrace. **The Times**, 2020. Disponível em: <https://www.thetimes.com/uk/politics/article/demolishing-50-000-buildings-a-year-is-a-national-disgrace-wbrf09952?msockid=0bf3ff2ba62e64592feae907a7f7654a>. Acesso em: 18 jul. 2025.

IAAC. Research, TOVA: Spain's first 3D printed building, achieving a near-zero carbon footprint and generating zero waste. **Institute for Advanced Architecture of Catalonia - IAAC**, 2024. Disponível em: <https://iaac.net/projects/tova/>. Acesso em: 23 jul. 2025.

ICON. Projects. **ICON BUILD**, 2024. Disponível em: <https://iconbuild.com/projects>. Acesso em: 23 jul. 2025.

ICON. Materials. **ICON BUILD**, 2025. Disponível em: <https://iconbuild.com/materials>. Acesso em: 23 jul. 2025.

IPCC. IPCC Sixth Assessment Report. **The Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

KHOSHNEVIS, Behrokh. Automated construction by contour crafting—related robotics and information technologies. **Automation in Construction**, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2003.08.012>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580503000736>. Acesso em: 23 jul. 2025.

MENGA, Levent. Industrial Revolution and The Birth of Modern Architecture. **Vision International Scientific Journal**, 2022. DOI: <https://doi.org/10.55843/IVISUM2271105M>. Disponível em: https://www.academia.edu/94019313/Industrial_Revolution_And_The_Birth_Of_Modern_Architecture#loswp-work-container. Acesso em: 16 jul. 2025.

MIT. MIT Concrete Sustainability Hub. Whitepaper: Reducing Carbon Emissions in the Built Environment: A Case Study in 3D Printed Homes. **MIT CSHub**, 2024. Disponível em: <https://cshub.mit.edu/whitepaper-reducing-carbon-emissions-in-the-built-environment-a-case-study-in-3d-printed-homes/>. Acesso em: 23 jul. 2025.

NASA. Climate Change. Evidence: There is unequivocal evidence that Earth is warming at an unprecedented rate. Human activity is the principal cause. **NASA**, 2025. Disponível em: <https://science.nasa.gov/climate-change/evidence/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

NASA. Climate Change. Global Temperature. **NASA**, 2024. Disponível em: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/?intent=111>. Acesso em: 18 jul. 2025.

SHARMA, A.; SINGH, B. j. (2020). Evolution of Industrial Revolutions: A Review. **International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering**. 2020. DOI: 10.35940/ijitee.I7144.0991120. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344366036_Evolution_of_Industrial_Revolutions_A_Review. Acesso em: 16 jul. 2025.

TEIXEIRA, Pedro D. A.. Aplicação e Desafios da Impressão 3D na Construção Civil: Um Protocolo de Revisão Sistemática. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Anápolis, 2024.

WORLD GBC. Bringing Embodied Carbon Upfront. **World Green Building Council**, 2025. Disponível em: <https://worldgbc.org/article/bringing-embodied-carbon-upfront/>. Acesso em: 17 jul. 2025.