

LIMITES E POSSIBILIDADES DA IMPRESSÃO 3D NA CRIAÇÃO DE MODELOS FÍSICOS PARA PROJETOS DE ARQUITETURA E URBANISMO

JOÃO VÍTOR CAMARGO FABRO SOARES ^{1,2*}, LEONARDO EGIDIO SANTIN DALL AGNOL³, FERNANDA MACHADO DILL ⁴

1 Introdução

O estudo dos modelos físicos em Arquitetura e Urbanismo atravessa uma transição tecnológica associada à disseminação do projeto e fabricação assistidos por computador (CAD/CAM), processo iniciado nos anos 1990 que transformou o modelo físico de artefato manual em resultado direto de um fluxo digital (DUNN, 2012). A impressão 3D, ou manufatura aditiva, ocupa lugar central nessa transição ao lado de tecnologias subtrativas, como corte a laser e fresagem CNC, cada uma com implicações próprias sobre precisão, custo, tempo de produção e barreira de conhecimento técnico.

Ao facilitar a criação de modelos físicos tridimensionais, essas ferramentas ampliam a compreensão espacial, facilitam a comunicação entre profissionais e clientes e possibilitam a experimentação de formas e soluções construtivas de maneira mais interativa e acessível. Além disso, sua aplicação contribui para processos mais sustentáveis, ao reduzir desperdícios e viabilizar o uso de materiais biodegradáveis ou recicláveis.

No curso de Arquitetura e Urbanismo da UFFS há um equipamento de impressão 3D de filamento e outro de argila, ainda sem funcionamento por limitações de infraestrutura. Assim, este resumo apresenta reflexões preliminares da pesquisa.

Este resumo apresenta a introdução de uma revisão de literatura fundamentada na impressão 3D e em tecnologias de fabricação digital aplicadas a modelos físicos arquitetônicos e urbanos, considerando a infraestrutura instalada no curso.

Sadiku (2025) descreve a passagem direta de modelos digitais para geometria impressa como *files to factory*, sem as etapas manuais que historicamente introduziam maior desgaste do projetista e tempo investido para essa execução, além de possíveis erros de representação ao longo do caminho.

Furmanek (2023), um dos autores que trata especificamente da impressão 3D como

1 Bolsista responsável, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim, joao.soares1@estudante.uffs.edu.br

2 Grupo de Pesquisa: Projeto e Tecnologia da Arquitetura

3 Coautor do projeto

4 Doutora em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Erechim, **Orientador(a)**.

método de maquetes de estudo, argumenta que a manufatura aditiva pode ser empregada já durante o trabalho conceitual, não apenas na apresentação final. Esse deslocamento, do modelo físico como representação para instrumento de investigação formal, atravessa toda a revisão e o desenvolvimento deste projeto de pesquisa. A literatura discute a precisão absoluta das impressoras, mas oferece poucos dados sobre seu comportamento proporcional entre escalas arquitetônicas, lacuna retomada nas perguntas de pesquisa.

2 Objetivos

O objetivo geral da pesquisa é investigar os limites e possibilidades da impressão 3D na criação de modelos físicos para projetos de Arquitetura e Urbanismo, analisando sua aplicabilidade, vantagens, desafios e impacto na concepção, comunicação e materialização dos projetos.

Como objetivos específicos, pretende-se A) Analisar o papel da impressão 3D na representação de projetos arquitetônicos e urbanos, destacando sua influência na visualização espacial e na comunicação entre projetistas, clientes e comunidades; B) Compreender profundamente o funcionamento da impressora 3D disponível no curso de arquitetura e urbanismo da UFFS gerando relatório e orientações de uso para professores e estudantes; C) Avaliar a precisão e a viabilidade técnica da impressão 3D na criação de modelos físicos, considerando diferentes escalas, materiais e níveis de detalhamento; D) Investigar os desafios e limitações da aplicação da impressão 3D em projetos arquitetônicos, incluindo fatores como custo, disponibilidade de materiais, tempo de produção e necessidade de conhecimento técnico especializado; e E) Identificar boas práticas e diretrizes para o uso eficiente da impressão 3D na Arquitetura e Urbanismo, propondo estratégias para otimizar sua aplicação e ampliar seu acesso em diferentes contextos.

3 Metodologia

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa e aplicada, estruturada em três fases complementares: levantamento teórico, estudos de caso e experimentações práticas. Inicialmente, será realizado um levantamento bibliográfico sistemático sobre o uso da impressão 3D na Arquitetura e no Urbanismo, com foco em sua aplicação na criação de modelos físicos e no impacto sobre o processo projetual. A busca é conduzida em três rodadas sucessivas e priorizou bases e repositórios de acesso aberto: o CumInCAD, principal repositório de fabricação digital em arquitetura, além de SciELO, Springer Link,

ScienceDirect, DOAJ e repositórios institucionais de universidades brasileiras.

Os termos de busca combinaram “impressão 3D”/“3D printing”, “fabricação digital”/“digital fabrication”, “manufatura aditiva”/“additive manufacturing” e “modelos físicos”/“physical models”, cruzados com “arquitetura” e nomes de universidades e pesquisadores brasileiros, sem exclusão por idioma. Não houve corte temporal rígido para a fundamentação conceitual; para o estado da arte, priorizou-se literatura a partir de 2020, com atenção a 2023-2026. Foram incluídos artigos revisados por pares, revisões sistemáticas, capítulos de livro, dissertações, teses e anais indexados (SIGraDi, eCAADe, CAADRIA, ACADIA); foram excluídos conteúdo publicitário e páginas sem autoria verificável.

Também serão analisados estudos de caso para identificar boas práticas e estratégias de representação.

Essa base orientará os critérios e variáveis das etapas experimentais, realizadas com a impressora 3D disponível no curso da UFFS para avaliar a precisão e a viabilidade da materialização de modelos físicos.

Serão testadas escalas, níveis de detalhamento e materiais, registrando custo, tempo, qualidade e dificuldades de modelagem e impressão. Os dados subsidiarão a análise de custo-benefício, acessibilidade e exigências técnicas.

Ao final, as evidências serão sistematizadas em diretrizes de uso da impressora para professores e estudantes, contribuindo para processos qualificados e sustentáveis.

4 Resultados e Discussão

Na revisão teórica, o levantamento institucional identificou catorze laboratórios brasileiros de fabricação digital vinculados a cursos de Arquitetura e Urbanismo, além da UFFS, incluindo LAPAC (Unicamp), PRONTO3D (UFSC), Maquetaria e LIFEELAB (UFRGS), ModeLAB, LAB 3D+ (UFSM) e LEFAD (PUC Minas). Globa, Donn e Twose (2012) comparam impressão 3D, corte a laser e fresagem CNC por critérios de retorno ao processo projetual, sem incluir argila, corte de papel ou modelagem manual, lacuna explorada nesta pesquisa. Oktan e Vural (2022) mostram que o principal ganho pedagógico foi compreender o fluxo file to factory, e não apenas obter precisão dimensional.

A síntese crítica aponta três convergências: o modelo físico como instrumento epistêmico (FURMANEK, 2023; DJAVAHERPPOUR et al., 2021; GLOBA; DONN; TWOSE, 2012); custo, tempo e conhecimento técnico como filtros de acessibilidade, da literatura brasileira de Celani e Pupo (2008) a Scheeren e Sperling (2024); e fabricação digital

e prática manual como continuum, com montagem manual em 74 dos 137 trabalhos analisados por Djavaherpour et al. (2021). Há divergência sobre a adoção tecnológica sul-americana — apropriação externa para Scheeren e Sperling (2024), capacitação institucional para Celani (2012) e Celani e Pupo (2008) — e sobre a sustentabilidade do PLA: Kumar et al. (2022) identificam que a reciclagem concentra mais da metade do impacto ambiental do ABS e do PETG, além de impactos relevantes para o PLA.

Na fase experimental, a Creality Ender 3S Pro apresentou ótima precisão e estabilidade, mas a amplitude térmica e a umidade regionais exigem calibração e controle ambiental constantes. As experimentações incluíram modelos do projeto Capacita e uma maquete urbana associada ao corte a laser, evidenciando a complementaridade das tecnologias. A impressora de argila, prevista para entrar em funcionamento no próximo mês, ampliará a análise de materiais, viabilidade e sustentabilidade.

5 Conclusão

A pesquisa em desenvolvimento confirma que a impressão 3D se consolida como ferramenta central na criação de modelos físicos para projetos de Arquitetura e Urbanismo, deslocando o modelo físico de mera representação final para instrumento ativo de investigação formal ao longo de todo o processo projetual.

A revisão de literatura evidenciou três convergências fundamentais — o caráter epistêmico do modelo físico, a tríade custo-tempo-conhecimento técnico como filtro de acessibilidade e a compreensão da fabricação digital e da prática manual como continuum —, bem como divergências relevantes quanto à leitura da adoção tecnológica sul-americana e à sustentabilidade real dos materiais.

As experimentações práticas com a Creality Ender 3S Pro demonstraram a viabilidade técnica da tecnologia, ao mesmo tempo em que revelaram desafios concretos ligados às condições climáticas regionais, que exigem protocolos de calibração e controle ambiental para garantir a qualidade das impressões. A ampliação do escopo com a entrada em funcionamento da impressora de argila deverá aprofundar a compreensão sobre a relação entre materiais, escalas e níveis de detalhamento.

Ao sistematizar essas evidências em diretrizes e orientações de uso destinadas a professores e estudantes, a pesquisa pretende contribuir para a qualificação, a acessibilidade e a sustentabilidade dos processos projetuais no campo da Arquitetura e do Urbanismo.

Referências Bibliográficas

CELANI, Gabriela. Digital fabrication laboratories: pedagogy and impacts on architectural education. **Nexus Network Journal**, v. 14, n. 3, p. 469-482, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00004-012-0120-x>.

CELANI, Gabriela; PUPO, Regiane Trevisan. Prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção: definições e estado da arte no Brasil. **Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**, v. 8, n. 1, p. 31-41, 2008.

DJAVAHERPOUR, Hessam et al. Data to physicalization: a survey of the physical rendering process. **Computer Graphics Forum**, v. 40, n. 3, 2021. Preprint disponível em: [arXiv:2102.11175](https://arxiv.org/abs/2102.11175).

DUNN, Nick. **Digital fabrication in architecture**. London: Laurence King Publishing, 2012.

FURMANEK, Aleksander Filip. The 3D printing of models as the method of increasing the quality in the architectural design. **AIP Conference Proceedings**, v. 2928, n. 1, p. 020013, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0170560>.

GLOBA, Anastasia; DONN, Michael; TWOSE, Simon. Digital to physical: comparative evaluation of three main CNC fabrication technologies adopted for physical modelling in architecture. Publicado em duas versões: comunicação apresentada na CAADRIA 2012, p. 327-336, DOI: <https://doi.org/10.52842/conf.caadria.2012.327>; e versão estendida em **International Journal of Architectural Computing**, v. 10, n. 4, p. 461-480, 2012, DOI: <https://doi.org/10.1260/1478-0771.10.4.461>.

KUMAR, Rishi et al. A comparative study on the life cycle assessment of a 3D printed product with PLA, ABS & PETG materials. **Procedia CIRP**, v. 107, p. 15-20, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.04.003>.

OKTAN, Selin; VURAL, Serbürent. Integrating computational fabrication methods with architectural education. **Journal of Computational Design**, v. 3, n. 2, p. 111-134, 2022. DOI: <https://doi.org/10.53710/jcode.1149803>.

SADIKU, Matthew N. O. 3D printing in architecture. In: **Emerging technologies in architecture**. Cham: Springer, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-99509-5_11.

SCHEEREN, Rodrigo; SPERLING, David M. In between revolutions or the state of digital fabrication technologies in South America academia: a systematic and critical review. In: CONFERENCE OF THE IBEROAMERICAN SOCIETY OF DIGITAL GRAPHICS, 27., 2023. **Anais [...]**. São Paulo: Blucher, 2024. p. 551-562.

Palavras-chave: Fabricação digital; Impressão 3D; Modelos físicos; Arquitetura; Ensino.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2025-0460.

Financiamento: CNPq

