

POTENCIALIDADES DO DESENHO PARAMÉTRICO E DA FABRICAÇÃO DIGITAL PARA A CONCEPÇÃO DO PROJETO URBANO

LAURA SCHMITZ PENQUES^{1,2}, VINICIUS CESAR CADENA LINCZUK^{2,3}

1 Introdução

No presente trabalho apresenta-se os estudos contemplados no projeto de pesquisa intitulado “Potencialidades do desenho paramétrico e da fabricação digital para auxílio na concepção do projeto do espaço urbano”. O estudo baseia-se na investigação teórica e experimentação exploratória sobre um recorte urbano da cidade de Erechim, no estado do Rio Grande do Sul. A pesquisa teve como foco a exploração de metodologias digitais aplicadas ao planejamento urbano, utilizando softwares paramétricos e simuladores ambientais para apoiar a tomada de decisão projetual. Nesse contexto, a investigação teve como propósito compreender de que maneira a modelagem computacional e os algoritmos de otimização podem contribuir para o desenvolvimento de propostas urbanísticas ambientalmente eficientes.

2 Objetivos

A pesquisa tem como objetivo geral investigar o potencial do desenho paramétrico e da fabricação digital no apoio à concepção de projetos urbanos sustentáveis, com foco no conforto ambiental, buscando-se explorar o uso de ferramentas computacionais, analisar a legislação urbanística de Erechim, aplicar metodologias paramétricas e avaliar o desempenho ambiental de diferentes configurações urbanas.

3 Metodologia

¹ Discente do curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Erechim*, contato: laura.penques@estudante.uffs.edu.br

² Grupo de Pesquisa: Projeto e Tecnologia da Arquitetura

³ Arquiteto-Urbanista, docente do curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Fronteira Sul. **Orientador.**

A etapa inicial da pesquisa consistiu em uma revisão bibliográfica sistemática, com foco em temas como desenho paramétrico, algoritmos de otimização, simulação térmica e conforto ambiental, a qual orientou a construção dos critérios de análise e o embasamento teórico do estudo de caso. A busca por referências foi realizada nas bases digitais do Laboratório de Tecnologias em Conforto Ambiental e Eficiência Energética (LATECAE) da Universidade Federal de Viçosa/MG e nos periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Ministério da Educação, utilizando-se de ferramentas como o Google Docs, Google NotebookLM e Canva como de apoio para organização de anotações e resumos.

A etapa prática teve como objetivo explorar as potencialidades das ferramentas digitais de modelagem paramétrica e simulação ambiental, a partir de testes livres e sem compromisso com resultados definitivos, envolvendo a seleção de uma área de estudo - localizada na região central de Erechim - escolhida por seu potencial de adensamento e identificada como uma zona de crescente interesse urbanístico do mercado, especialmente após a revisão do Plano Diretor e mudanças nos índices urbanísticos entre 2016 e 2024. O recorte foi delimitado com base em dados do IBGE, cartografia oficial do município e mapas desenvolvidos no software QGIS, com um processo de modelagem iniciado no Autodesk Forma e posteriormente refinado no software BIM Archicad. A proposta consistiu em experimentar recursos oferecidos por softwares como Rhinoceros, Grasshopper e Ladybug Tools, buscando compreender suas funcionalidades, limites e possíveis aplicações no contexto do projeto urbano. Por meio da conexão entre Archicad e Rhinoceros, os dados foram integrados ao Grasshopper, onde foram definidos os parâmetros de modelagem, tais como: altura máxima, taxa de ocupação, índice de aproveitamento, recuos obrigatórios e área mínima dos lotes. A etapa de simulações energéticas preliminares foi realizada com apoio do Ladybug Tools, utilizado para análise solar e avaliação da eficiência energética da volumetria. Foram ainda utilizados as teorias dos algoritmos genéticos por meio da ferramenta Galapagos, visando a interpolação e otimização das variáveis urbanísticas.

4 Resultados e Discussão

Ainda que não tenha havido a sistematização de resultados consolidados, a fase de experimentação exploratória foi essencial para identificar caminhos metodológicos e ampliar o domínio técnico sobre as ferramentas. Assim como a revisão bibliográfica, que auxiliou a levantar reflexões sobre uso destas ferramentas no ensino de Arquitetura e Urbanismo, especialmente no que se refere à análise do conforto ambiental e ao aproveitamento do solo urbano.

A pesquisa demonstrou que o uso integrado de ferramentas computacionais permite maior controle sobre variáveis urbanísticas, além de potencializar a leitura crítica das consequências espaciais de decisões de projeto. A modelagem paramétrica foi capaz de gerar volumetrias básicas baseadas nos índices urbanísticos, mostrando-se eficiente para gerar múltiplas alternativas de ocupação de forma rápida e comparável, possibilitando promover análises mais aprofundadas quanto ao desempenho ambiental urbano. Dentre os principais desafios enfrentados ao longo da pesquisa, destaca-se, inicialmente, a necessidade de capacitação técnica para o uso das ferramentas computacionais adotadas. A curva de aprendizado associada a plataformas como Rhinoceros, Grasshopper e Ladybug mostrou-se acentuada, exigindo um processo formativo contínuo e autogerido. Embora a formação tenha ocorrido paralelamente ao desenvolvimento do trabalho, o tempo disponível e a complexidade dos recursos limitaram o pleno domínio das funcionalidades oferecidas por esses softwares. Essa limitação impactou diretamente na profundidade das análises e no aproveitamento integral das ferramentas, restringindo, em certa medida, a experimentação de possibilidades mais avançadas.

5 Conclusão

A pesquisa permitiu reconhecer as potencialidades do desenho paramétrico e da fabricação digital como estratégias de apoio qualificado à concepção do projeto urbano, sobretudo quando aplicadas ao contexto de planejamento sustentável e orientado pelo conforto ambiental. A partir da revisão teórica e da experimentação prática, foi possível compreender como ferramentas computacionais — como Rhinoceros, Grasshopper, Ladybug Tools e Galapagos — podem contribuir para o desenvolvimento de propostas urbanísticas mais coerentes com as demandas ambientais e morfológicas do território. A utilização dessas ferramentas revelou-se eficaz na geração de múltiplas alternativas volumétricas, respeitando parâmetros urbanísticos, ao mesmo tempo em que permitiu a análise comparativa do desempenho ambiental dessas configurações, especialmente no que se refere à insolação e sombreamento.

Ainda que a pesquisa não tenha buscado resultados consolidados ou soluções definitivas, a abordagem exploratória foi fundamental para construir uma base metodológica aplicável tanto no campo acadêmico quanto profissional. A integração entre modelagem paramétrica, simulação ambiental e análise de dados espaciais apontou para a importância do domínio técnico dessas ferramentas por parte de futuros profissionais, evidenciando a necessidade de sua inserção nos currículos de ensino de Arquitetura e Urbanismo. Entretanto, o processo também revelou limitações, sobretudo relacionadas ao tempo de aprendizagem e à complexidade dos softwares utilizados, o que impactou na profundidade das análises possíveis dentro do recorte temporal da pesquisa.

Dessa forma, conclui-se que a adoção de metodologias digitais parametrizadas no projeto urbano pode ampliar significativamente a capacidade de interpretação e intervenção sobre o espaço, proporcionando ao arquiteto urbanista maior controle sobre variáveis complexas e permitindo a visualização de cenários alternativos baseados em critérios de desempenho. Ao articular teoria, tecnologia e território, o estudo reforça o papel das ferramentas computacionais como aliadas na busca por cidades mais inteligentes, eficientes e ambientalmente responsáveis.

Referências Bibliográficas

MARTINS, Tathiane Agra de Lemos. **De condicionantes solares à oportunidades de desenho urbano: otimização de tipo-morfologias urbanas em contexto de clima tropical**. 2014.

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/21/teses/819315.pdf>. Acesso 13 de agosto de 2025.

NAKAMURA, Natália Kokumai; CARLO, Joyce Correna. **Introdução ao uso de sistemas BIM (building information modeling) para simulação termo-energética**. Cadernos PROARQ, Rio de Janeiro, n. 21, p. 110–124, 2015. Disponível em: <http://www.latecae.ufv.br/pt-BR/publicacao/introducao-ao-uso-de-sistemas-bim-building-information-modeling-para-simulacao-termo-energetica>. Acesso 13 de agosto de 2025.

SANTANA, Laila Oliveira. **Otimização multiobjetivo da geometria de edificações residenciais energeticamente eficientes por meio de algoritmos genéticos**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016. Disponível em: <https://locus.ufv.br/items/06d53276-1a26-4fba-8500-1c115a604c77>. Acesso 13 de agosto de 2025.

SANTANA, Laila Oliveira; GUIMARÃES, Ítalo Bruno Baleeiro; CARLO, Joyce Correna. **Parametrização aplicada ao desempenho energético de edificações**. VIRUS, São Carlos, n. 11, 2015. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus11/?sec=4&item=4&lang=pt>. Acesso 13 de agosto de 2025.

SILVA, Mário Alves da; CARLO, Joyce Correna; SILVA, Luciana Bosco e. **Modelagem paramétrica e desempenho da edificação: otimização baseada em simulação luminosa e energética através de algoritmos genéticos**. Cadernos PROARQ, Rio de Janeiro, n. 30, p. 150-176, 2018. Disponível em: <http://www.latecae.ufv.br/pt-BR/publicacao/modelagem-parametrica-e-desempenho-da-edificacao-otimizacao-baseada-em-simulacao-luminosa-e-energetica-atraves-de-algoritmos-geneticos>. Acesso 13 de agosto de 2025.

Palavras-chave: planejamento urbano, simuladores ambientais, modelagem paramétrica, BIM, ensino de arquitetura;

Nº de Registro no sistema

Prisma: PES-2024-0568

Financiamento

