



ENTRE O DIGITAL E O FÍSICO: MODELAGEM PARAMÉTRICA E PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DIGITAL NA INVESTIGAÇÃO DE OBJETOS ARQUITETÔNICOS

João Gabriel Costa e Silva

Prof. Dr. Associado Marcelo Tramontano

Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

joaogcosta@usp.br

Objetivos

A presente pesquisa propõe investigar o potencial e os desafios inerentes à utilização de algoritmos de modelagem paramétrica e processos de fabricação digital na produção de objetos arquitetônicos caracterizados por formas geométricas complexas. O objetivo geral é estudar como estas tecnologias podem ser integradas de maneira eficiente e inovadora no processo de design e fabricação arquitetônica, buscando otimizar não apenas a complexidade formal, mas também a viabilidade técnica e econômica dos projetos.

No âmbito dos objetivos específicos, pretende-se, em primeiro lugar, implementar algoritmos de modelação paramétrica que permitam a geração e manipulação de modelos numéricos baseados em parâmetros variáveis. Isto permitirá uma abordagem flexível e iterativa ao desenvolvimento de formas arquitetônicas complexas que podem ser adaptadas e refinadas de acordo com diferentes critérios de projeto.

Em seguida, busca-se explorar os processos de fabricação digital e máquinas de controle numérico para a produção física dos modelos concebidos digitalmente. A utilização destas tecnologias permitirá a materialização precisa e

eficiente das formas geométricas complexas, possibilitando a realização de experimentações físicas e a visualização tangível das intenções projetuais.

Métodos e Procedimentos

A pesquisa iniciou-se com uma abordagem exploratória para familiarização com a arquitetura e modelagem paramétrica, incluindo uma revisão bibliográfica sobre as lógicas matemáticas e técnicas aplicáveis aos softwares Rhinoceros e Grasshopper. Após adquirir o conhecimento teórico, foi realizada a experimentação prática, desenvolvendo protótipos e modelos conceituais que foram iterados e refinados com base em *feedbacks* de revisões. Paralelamente, estudos de caso e análises comparativas com projetos tradicionais avaliaram as vantagens e desvantagens da abordagem paramétrica, fornecendo *insights* para otimizar o uso dessa técnica conforme os requisitos do projeto. Os resultados foram documentados e analisados criticamente, destacando-se lições aprendidas e áreas para aprofundamento em futuros projetos.

Resultados

A pesquisa culminou na criação de modelos físicos em escala reduzida, baseados em

estudos de modelagem paramétrica e lógica algorítmica matemática, incluindo formas complexas similares a estruturas existentes, como o projeto Metropol Parasol em Sevilha. O pesquisador também participou de dois cursos de difusão organizados pelo Núcleo de Pesquisa Nomads.usp (www.nomads.usp.br), que foram fundamentais para aplicar o conhecimento adquirido, especialmente no uso dos programas computacionais *Rhinoceros* e *Grasshopper* para modelagem paramétrica. No primeiro curso, o foco foi o desenvolvimento de projetos envolvendo formas complexas e algoritmos matemáticos, enquanto no segundo curso, os participantes construíram um pavilhão experimental com formas geradas por curvas senoidais e *scripts* específicos para sua estrutura e vedação.

Os cursos possibilitaram a aplicação prática dos conceitos teóricos estudados, consolidando o entendimento sobre a integração de formas arquitetônicas complexas e algoritmos matemáticos. A experiência demonstrou o potencial da modelagem paramétrica e da lógica algorítmica na criação de novas abordagens projetuais, evidenciando como essas ferramentas podem expandir as possibilidades no campo da arquitetura contemporânea.



Figura 1: Pavilhão Experimental, Nomads.usp

Conclusões

A investigação aprofundada dos objetos arquitetônicos por meio de metodologias de modelagem paramétrica e lógica algorítmica

proporcionou uma compreensão técnica detalhada das estruturas complexas, essencial para a materialização de uma estrutura específica, resultado do rigor acadêmico empregado ao longo da pesquisa. A colaboração com pesquisadores do Nomads.usp foi crucial, promovendo uma troca de conhecimentos que não apenas fez avançar este estudo, mas também enriqueceu as pesquisas dos demais participantes, evidenciando a importância da integração interdisciplinar na pesquisa em arquitetura. Os resultados da pesquisa, incluindo a produção de modelos reduzidos, a documentação dos cursos de difusão, a construção de um pavilhão em escala 1:1 e sua análise crítica, validaram as hipóteses iniciais e demonstraram a aplicabilidade dos processos de modelagem e fabricação digital no contexto arquitetônico. Esses achados destacam o potencial inovador das técnicas investigadas e sugerem direções futuras para expandir o conhecimento em modelagem paramétrica e fabricação digital, reforçando a importância contínua desse tipo de investigação para o avanço das práticas arquitetônicas e o seu desenvolvimento tecnológico.

Referências

- DUNN, N. **Digital fabrication in architecture**. Londres: Laurence King, 2012.
- POTTMAN, H.; ASPERL, A.; HOFER, M.; KILIAN, A. **Architectural Geometry**. Exton: Bentley Institute Press, 2007.
- ROMCY, N. M. S.; CARDOSO, D. R. A introdução da abordagem paramétrica no ensino de projeto arquitetônico: relato de uma experiência. **PARC Pesq. em Arq. e Constr.**, Campinas, SP, v.10, 2019.
- WOODBURY, R. **Elements of parametric design**. Nova Iorque: Routledge, 2010.