

GEOMETRIA, PARAMETRIA E SUSTENTABILIDADE: INTEGRAÇÃO DE SABERES ARQUITETÔNICOS EM PROJETOS BIOMIMÉTICOS

FERNANDO FRANZ ZAUK¹; **JANICE PIRES²**; **ADRIANE BORDA³**

¹ *Universidade Federal de Pelotas – ferzauk@gmail.com*

² *Universidade Federal de Pelotas – janicefpires@gmail.com*

³ *Universidade Federal de Pelotas – adribord@hotmail.com*

1. INTRODUÇÃO

A adoção de projetos paramétricos na prática de arquitetura contemporânea tem seus antecedentes em Antoni Gaudí e Frei Otto. Considerados pioneiros na busca de formas otimizadas, desenvolviam seus projetos de maneira analógica, empregando análise matemática, modelos físicos e representação gráfica (HUERTA, 2006). O projeto paramétrico atual se estabelece a partir de um pensamento algorítmico, expressado por meio de uma linguagem de programação para enfatizar a lógica de construção do modelo (JABI et al., 2017). Trata-se de uma expressão matemática integrada ao processo projetual, para a configuração da forma geométrica e para estabelecer as relações internas do projeto, possibilitando a modificação dinâmica dos seus elementos.

Esta abordagem paramétrica permite abranger outros aspectos de projeto e construção, como a eficiência das edificações e a mitigação de problemas climáticos, para incorporar intenções sustentáveis desde as fases iniciais do projeto. Para LÓPEZ-LÓPEZ et al. (2023), isso define uma nova estrutura de trabalho, com ênfase em aspectos que influenciam o consumo consciente das edificações e na sua resiliência climática.

Uma das estratégias emergentes é o uso da biomimética, que estuda os processos naturais para criar soluções arquitetônicas mais eficientes e, para isso, observa sua escolha estratégica, sua capacidade de adaptação e sua busca por eficiência funcional e energética (FAGUNDES, 2021). Segundo JAMEI; VRCELJ (2021), a biomimética pode ser definida como a transposição das soluções encontradas na natureza para um contexto humano, em que não há obrigatoriedade de imitar a estética, mas de aplicar seus princípios funcionais em prol da sustentabilidade e da eficiência dos projetos arquitetônicos.

Nesse contexto, PAWLYN (2016) e FAGUNDES (2021) destacam a importância da geometria nesse processo. O primeiro argumenta que a essência das estruturas biológicas não está relacionada apenas ao material utilizado, mas sim na forma como ele é apresentado e construído. Enquanto o segundo aponta para a otimização da geometria natural como o fator responsável por maximizar o desempenho estrutural e minimizar o uso de recursos. Frente a estas considerações, visualiza-se a importância de tratar com tais temas na formação em arquitetura, pois o estudo da geometria no projeto arquitetônico, por meio da parametria, pode se apresentar como um elo entre a própria arquitetura, a representação e a sustentabilidade.

Diante disso, busca-se investigar como os principais conceitos geométricos podem ser associados às estratégias de sustentabilidade em projetos arquitetônicos biomiméticos contemporâneos, explorando de que maneira a geometria pode contribuir para essas soluções arquitetônicas sustentáveis. O objetivo dessa pesquisa é utilizar a representação gráfica digital como ferramenta

para promover o avanço do conhecimento em geometria e representação que incentivem a adoção de práticas arquitetônicas inovadoras e sustentáveis.

2. METODOLOGIA

A etapa inicial da pesquisa consiste em uma revisão de literatura sobre: biomimética, sustentabilidade, geometria e desenho paramétrico.

A investigação se dará por meio da análise e representação de projetos de arquitetura que aplicaram princípios biomiméticos. Com base na teoria Antropológica da Didática de Chevallard (1999), que destaca o saber em sua estrutura integral, serão analisados os discursos dos arquitetos responsáveis, além de fontes secundárias, como sites e publicações sobre os projetos. Para este autor, o saber está constituído por quatro elementos fundamentais: um problema ou classe de problemas a serem resolvidos; as técnicas de resolução de tais problemas, que correspondem com o saber fazer; as tecnologias, que justificam e explicam as técnicas, correspondendo com o saber teórico; e as teorias que sustentam essas tecnologias. Este estudo apresentará uma primeira etapa, na qual serão realizadas análises estruturadas por meio de mapas conceituais, visando identificar a associação da parametria da forma com as estratégias de sustentabilidade que possam ter dirigido as decisões projetuais.

A teoria Antropológica da Didática foi estabelecida no âmbito de outra teoria do mesmo autor, a Transposição Didática (CHEVALLARD, 1991), que fundamenta a adaptação dos saberes de referência ao contexto de ensino. No contexto desta pesquisa, a adoção dessas teorias tem o propósito de estruturar os conceitos geométricos identificados nos estudos de caso biomiméticos em saberes ensináveis, focando não apenas em resolver a sua representação gráfica, mas em explicitar a aplicação funcional desses conceitos na prática projetual. Para isso, parte-se do pressuposto de que esse processo pode ser facilitado pela integração dos conceitos e técnicas na programação visual da modelagem paramétrica, o que permitirá lidar com as estruturas geométricas e suas interações com estratégias de arquitetura, sustentabilidade e representação. Isso significa que os estudantes poderão compreender de maneira prática e aplicada como a geometria natural pode ser referência para resolver problemas arquitetônicos reais, promovendo soluções sustentáveis e eficientes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise foi feita em um caso de estudo, o Teatro Nacional de Taichung (Figura 1), projetado pelo arquiteto Toyo Ito. Destinada às apresentações musicais, a edificação possui ambientes que apresentam continuidade entre as áreas internas e externas. Sua construção ficou a cargo do escritório ARUP, que desenvolveu um conjunto de ferramentas generativas de geometria e estrutura, devido à complexidade do design.

A forma do projeto é caracterizada por uma superfície contínua, limitada por um prisma retangular, sendo considerada por AZIZ; EL SHERIF (2016) como um exemplo de interpretação arquitetônica das superfícies mínimas, que, para eles, apresentam uma tendência a minimizar a área total. No entanto, autores como CARMO (1987) e POTTMANN et al. (2007) explicam a matemática subjacente a essas superfícies e as definem a partir de sua curvatura média nula em todos os pontos, o que lhes confere um equilíbrio estável. Composta por 58 paredes curvas e construídas a partir de treliças de aço cobertas por concreto, AZIZ; EL SHERIF

(2016) consideram a estrutura em casca do projeto como uma estratégia para distribuição igual das cargas em todas as partes. Essas estratégias estruturais compreendem as ideias de continuidade e otimização propostas pelo projeto, conceitos que, na natureza, são recorrentes em películas de sabão.



Figura 1 Perspectiva externa e interna do Taichung Metropolitan Opera House.

Fonte: <http://www.toyo-ito.co.jp/>. Acesso em: 07 de outubro de 2024.

Com isso, parte-se para a estruturação de um esquema que agrupa conceitos teóricos identificados nessa análise inicial do projeto (Figura 2). No eixo vertical são apresentados os conceitos relacionados à sequência lógica de construção da forma, enquanto no eixo horizontal são apresentadas as especificidades de cada um dos conceitos, como as definições e justificativas dos elementos identificados.

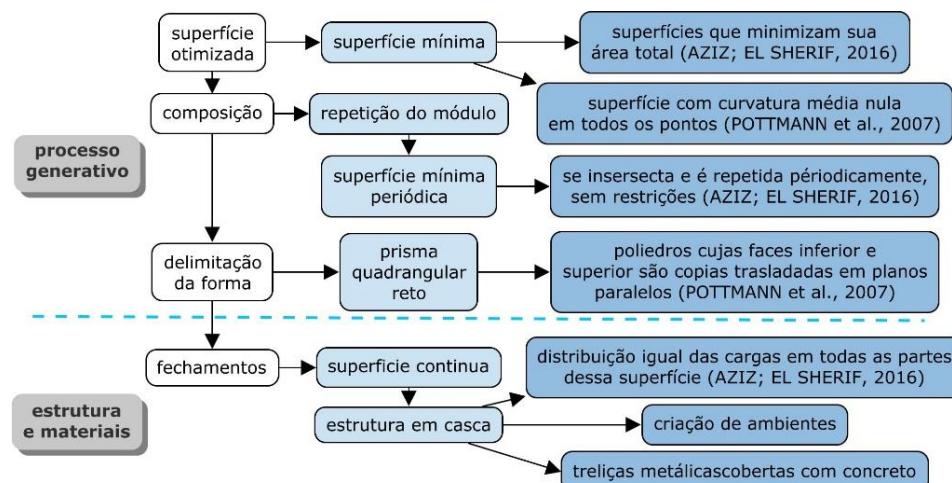


Figura 2 Esquema que explicita os conceitos geométricos e de projeto do Teatro Nacional de Taichung.

Esse esquema apresenta, em um nível de generalização e especificação ainda preliminar, os conceitos geométricos que integram o processo generativo e a estrutura referente ao projeto do Teatro Nacional de Taichung. O estudo avançará, na sequência da pesquisa, para explorar de maneira mais específica, os elementos biomiméticos e a referência à natureza presentes no projeto. Mais do que isso, pretende-se integrar tais conceitos a esse esquema inicial, para promover uma estrutura de saber mais integral, que subsidiará a modelagem paramétrica.

4. CONCLUSÕES

O estudo aponta para uma metodologia que permite não apenas identificar relações entre vários campos da arquitetura, mas uma maneira de ressignificar campos disciplinares, a partir da transposição de novos saberes na formação profissional. Assim, a evolução proporcionada pelo estudo da biomimética pode e deve ser aplicada à arquitetura. Ao explorar as lições que a natureza nos oferece, este trabalho reafirma a importância da arquitetura como um agente de mudança, capaz de contribuir para um futuro mais sustentável e harmonioso.

A geometria demonstra ser uma alternativa potente para entender o funcionamento da natureza e adaptar essas soluções para o campo arquitetônico, visto que já integra o currículo dos cursos de arquitetura. Nesse sentido, ela é uma alternativa tanto para a compreensão quanto para a aplicação da biomimética. Com isso, a geometria não é apenas uma ferramenta para o desenvolvimento do projeto, compreendê-la vai além da simples aplicação da programação visual do projeto paramétrico, trata-se de entender a tomada de decisão da própria natureza. Assim, a geometria se apresenta como recurso importante para dar maior sentido ao estudo da representação gráfica nas escolas de arquitetura.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZIZ, Moheb; EL SHERIF, Amr. Biomimicry as an approach for bio-inspired structure with the aid of computation. **Alexandria Engineering Journal**, v. 55, ed. 1, p.707–714, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2015.10.015>

CARMO, M. P. **Superfícies Mínimas**. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada – IMPA, 1987.

CHEVALLARD, Y. El Análisis de las Prácticas Docentes en la Teoría Antropológica de Lo Didáctico. **Recherches en Didactique de Mathématiques**, Grenoble, Vol. 19, nº 2, pp. 221-266, 1999.

CHEVALLARD, Y. **La Transposición Didáctica**: del saber sabio al saber enseñado. La Pensée Sauvage, Argentina, 1991.

FAGUNDES, H. A. V. **Design e tecnologia: biomorfose de frutos de casca dura aplicada à gramática da forma**. 2021. 153 p. Tese (Doutorado em Design) – Escola de Engenharia / Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

HUERTA, S. Structural Design in the Work of Gaudi. **Architectural Science Review**. v. 49.4, pp. 324-339, 2006.

JABI, Wassim; SOE, Shwe; THEOBALD, Peter; AISH, Robert; LANNON, Simon. **Enhancing parametric design through non manifold topology**. Design Studies, v. 52, 2017, p. 96-114, ISSN 0142-694X, <https://doi.org/10.1016/j.destud.2017.04.003>

JAMEI, Elmira; VRCELJ, Zora. Biomimicry and the Built Environment, Learning from Nature's Solutions. **Applied Sciences**, 11, n. 16 (7514), 2021. Doi: <https://doi.org/10.3390/app11167514>

LÓPEZ-LÓPEZ, Dariel; SERRANO-JIMÉNEZ, Antonio; GAVILANES, Juan; VENTURA-BLANCH, Ferran; BARRIOS-PADURA, Ángela; DÍAZ-LÓPEZ, Carmen. A Study on the Parametric Design Parameters That Influence Environmental Ergonomics and Sustainability. **Sustainability**, v. 15, ed. 7 : 6304, 2023. DOI <https://doi.org/10.3390/su15076304>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/7/6304>. Acesso em: 27 maio 2024.

PAWLYN, Michael. **Biomimicry in Architecture**. 2 ed. Riba Publishing, 2016. 176 p. ISBN 1859466281.

POTTMANN, Helmut; ASPERL, Andreas; HOFER, Michael; KILIAN, Axel. **Architectural Geometry**. 1. ed. Exton, Pa: Bentley Institute Press, 2007. 744 p. ISBN 978-0-934493-04-5.