



instituto de
arquitetura
e urbanismo
usp são carlos

Universidade de São Paulo
Instituto de Arquitetura e Urbanismo
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo



FLASH! 10 EMERGÊNCIA | SEMINÁRIO NOMADS DE PESQUISAS EM CURSO

Algorithm-Aided Design e Parâmetros Urbanísticos: Processo Integrado de Projeto Arquitetônico

Pesquisadora: Thamyres Lobato Reis (Mestrado)

Orientador: Marcelo Claudio Tramontano

Resumo:

A pesquisa apresentada neste seminário se iniciou a partir da intenção de aprofundar os conhecimentos desenvolvidos durante o trabalho final de graduação (TFG / TCC). Nessa perspectiva, a proposta era entender como os parâmetros urbanísticos, bem como as questões do entorno e estudos iniciais de conforto ambiental poderiam ser atrelados ao processo de concepção de projeto. Entretanto, a partir de um questionamento sobre quais seriam os objetivos desta pesquisa, percebeu-se a necessidade de se desprender da pesquisa passada e rever qual era a problematização levantada de fato. Durante a disciplina de Métodos de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo, foi levantada a questão de que o uso da programação visual (incluindo o design paramétrico) para concepção formal apenas, embora interessante, seria um estudo arquitetônico limitado pela falta de outros estudos e simulações. Dessa forma, o foco da pesquisa foi direcionado para a relação entre o processo de Projeto Arquitetônico e o Espaço Urbano de maneira sistêmica através do Algorithm-Aided Design. Até o presente momento, a pesquisa foi amadurecendo nesse sentido.

Palavras-chave: Algorithm-Aided Design; Processo de Projeto Arquitetônico; Parâmetros Urbanísticos; Design Paramétrico.

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa de Mestrado, iniciada no segundo semestre de 2021, procura discutir o uso de ferramentas digitais enquanto mediadoras do processo de projeto. A partir da teoria do pensamento complexo e entendendo as relações entre o objeto arquitetônico e o espaço urbano de maneira sistêmica, é possível pensar quais as potencialidades das ferramentas digitais aplicadas ao processo de projeto arquitetônico nesse sentido integrador.

Os questionamentos observados durante a pesquisa do Trabalho Final de Graduação apresentado à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em 2019, sobre design paramétrico para concepção arquitetônica despertou o desejo de continuar investigando a relação entre ferramentas digitais, softwares de modelagem 3D e o processo de concepção arquitetônica. Durante o desenvolvimento do Trabalho Final de Graduação, no qual foi proposto a utilização do software Rhinoceros 3D associado ao ambiente de programação visual Grasshopper para estudos de concepção arquitetônica baseados na

abordagem “shape finding”, pôde ser observado pela autora como a utilização de algoritmos durante o processo de projeto pode auxiliar a elaboração de formas geométricas conceituais.

No entanto, as diversas experiências projetuais desenvolvidas na graduação mostram que, além dos aspectos formais, existem outros fatores que precisam ser levados em consideração ainda na etapa de concepção do projeto. Dentre eles, podem ser citados: análises de conforto ambiental, aspectos estruturais, materiais, código urbanístico, terreno. Dessa forma, foi observado que o processo de projeto desenvolvido durante o TFG, embora interessante, representava um processo incompleto que deveria ser complementado por outros estudos, dados e métodos de análise.

Portanto, pensar um processo que integre os estudos formais com esses outros aspectos é de extrema relevância para o processo de concepção de projeto e representa uma promissora forma de utilização dessas novas ferramentas digitais como auxiliaadoras do processo de design. Além disso, o contínuo questionamento de como as novas tecnologias podem auxiliar os arquitetos no processo de design é essencial para que as potencialidades e barreiras dessas ferramentas sejam observadas, bem como o futuro desenvolvimento dessas tecnologias possa ser guiado pelo pensamento crítico dos arquitetos e urbanistas.

Com o aprimoramento das tecnologias para arquitetura, as ferramentas digitais ultrapassaram suas potencialidades de representação (com as ferramentas CAD) e começaram a assumir um papel mais decisivo nas tomadas de decisões. De acordo com Milena Stavric e Ognen Marina no seu artigo “Parametric modeling for advanced architecture”, essa mudança pode já ser constatada a partir de meados da década de 90.

Durante os últimos 15 anos a mídia digital na arquitetura tem sido usada de formas diferentes e tem influência todo o campo da construção e design. No início a mídia digital era utilizada apenas como uma ferramenta de representação. Com a tecnologia digital emergente, a arquitetura encontrou uma nova ferramenta para concepção digital na mídia digital. (...) Utilizando novas técnicas o design arquitetônico tem estabelecido conceitos computacionais tais como: espaço topológico (arquiteturas topológicas), superfícies isomórficas (arquiteturas isomórficas), cinemática e dinâmica de movimento (arquiteturas animadas), animação de formas-chave (arquiteturas metamórficas), design paramétrico (arquiteturas paramétricas), algoritmos genéticos (arquiteturas evolutivas) ou geometria fractal (arquitetura fractal) como discutido em Kolarevic. (MARINA; STAVRIC, 2011, p. 10)

Esses conceitos, abordados por Milena Stavric e Ognen Marina na citação dizem respeito ao que Kolarevic (2000) define como sendo as bases para as novas “Arquiteturas Digitais”. Nessa perspectiva, é interessante pensar como essas novas tecnologias podem e devem auxiliar o processo de projeto arquitetônico. Stanislas Chaillou (2019), ao discutir as metodologias de design computacional, destaca dois fatores podem ser utilizados para avaliar o uso de novas tecnologias no processo de projeto arquitetônico: “Variedade” (quantitativo) e “Relevância” (fator qualitativo).

“Variedade” depende de duas métricas fundamentais: a “quantidade de designs” que dimensiona o volume de opções criado e a “singularidade dos designs” que mensura suas respectivas disparidades. “Relevância” compreende a “viabilidade construtiva”, ou seja, a exequibilidade dos designs e sua “qualidade arquitetônica”, incluindo a organização ideal do

programa, layout dos espaços e adequação contextual. (CHAILLOU, 2019, p.21, tradução nossa)

Nesse sentido, é possível pensar um processo de projeto arquitetônico cujas ferramentas digitais auxiliem aprimorando a variedade (fatores quantitativos), focando na geração de uma maior quantidade de formas e geometrias mais complexas, além da possibilidade de aplicação em um maior número de tipologias e contextos. Ou ainda, aprimorando a relevância (fatores qualitativos), com foco em projetos executáveis e aspectos construtivos, associado a uma maior quantidade de parâmetros restritivos, análises computacionais e dados do terreno e entorno.

Apesar da utilização dessas novas ferramentas digitais estarem frequentemente associadas à geração de formas complexas - a exemplo dos projetos de grandes escritórios como o Zaha Hadid Architects, essas metodologias que se aproximam ao aprimorando da variedade devem ser utilizadas com cautela, sem perder de vista a funcionalidade do projeto em questão. No seu texto intitulado "Parametric Design: What's Gotten Lost Amid the Algorithms", Witold Rybczynski crítica esse tipo de abordagem levantando o seguinte questionamento:

O uso mais eficaz de software paramétrico é simplesmente gerar formas incomuns? Arquitetos têm deliberado sobre a melhor forma de usar o computador desde que Ivan Sutherland inventou o Sketchpad (o ancestral do CAD) em 1963. Dois anos depois, um encontro seminal sobre "Arquitetura e o Computador" ocorreu no Boston Architectural Center. Estiveram presentes luminas como Walter Gropius, Serge Chermayeff de Yale, o engenheiro estrutural William LeMessurier e Marvin Minsky, cofundador do laboratório de inteligência artificial do MIT. Os arquitetos imaginaram que a computação assumiria as operações repetitivas no processo de design, mas Minsky (corretamente) previu que o computador reservava muito mais. "Podemos usar um computador para executar um procedimento que não é apenas mais tedioso", disse ele, "porém mais complicados do que qualquer coisa que possamos pedir aos humanos, inclusive a nós mesmos, para fazer". (RYBCZYNSKI, 2013, tradução nossa)

Nessa perspectiva, foi definido que seria interessante investigar a relação entre o projeto arquitetônico e onde está inserido, com foco nos parâmetros urbanísticos e as características do entorno. Essa abordagem não apenas aproxima a ferramenta de um contexto mais realístico de projeto, com resultados coerentes com o local, como também permite uma visão do parametricismo que vai além da criação de formas complexas.

A modelagem urbana procura entender e representar o espaço urbano como um sistema complexo através de um conjunto de partes interconectadas e está muitas vezes relacionada aos processos de simulação e visualização urbana. Os parâmetros urbanísticos, por sua vez, são pensados dentro desse sistema complexo para direcionar o processo de desenvolvimento urbano da cidade. Esses parâmetros não influenciam apenas o planejamento e projeto urbano, mas também aspectos do projeto arquitetônico, como a orientação do edifício e a sua forma, sua funcionalidade, etc.

A aplicação do conceito de sistema representa, portanto, uma tentativa de compreensão do todo e como o mesmo é constantemente influenciado pelo ambiente. Dentro desse ponto de vista, o objeto arquitetônico é diretamente influenciado pelo local

onde está inserido, bem como contribui para a modificação do mesmo. A construção de uma compreensão sistêmica complexa sobre a relação existente entre o objeto arquitetônico e o espaço urbano, com enfoque no processo de projeto se torna, portanto, essencial para a definição das potencialidades das ferramentas digitais aplicadas neste contexto.

QUESTÕES DE PESQUISA

Como integrar o Projeto Arquitetônico e o espaço urbano através de um processo de sistêmico utilizando o Algorithm-Aided Design? Quais as ferramentas digitais disponíveis? Quais os benefícios dessa abordagem para o processo de concepção arquitetônica?

OBJETIVOS

Objetivo Geral: Investigar a relação entre o processo de Projeto Arquitetônico e o espaço urbano de maneira sistêmica através do Algorithm-Aided Design.

Objetivos Específicos:

- Contribuir para a construção de uma compreensão sistêmica complexa sobre a relação existente entre o objeto arquitetônico e o espaço urbano, com enfoque no processo de projeto.
- Contribuir com disseminação do conhecimento referente às ferramentas digitais disponíveis que podem auxiliar a integração do processo de Projeto Arquitetônico com espaço urbano envolvendo uso de algoritmos.
- Aproximar o pesquisador de maneira prática das ferramentas digitais levantadas anteriormente através de experimentos pessoais.
- Propor e avaliar processo de projeto arquitetônico integrado com o espaço urbano através do Algorithm-Aided Design.
- Contribuir com a discussão sobre o uso do Algorithm-Aided Design e do Design Paramétrico para além da criação de formas complexas.

MÉTODOS

A pesquisa se configura como exploratória, na qual, “segundo Selltiz et al. (1965), enquadram-se na categoria dos estudos exploratórios todos aqueles que buscam descobrir idéias e intuições, na tentativa de adquirir maior familiaridade com o fenômeno pesquisado”. (OLIVEIRA, 2011, p. 20).

Os principais procedimentos metodológicos empregados na pesquisa consistem no levantamento do referencial teórico através da consulta a fontes secundárias, além do levantamentos de experiências para etapa de estudos / experimentos práticos pessoais. Para a etapa envolvendo a elaboração e execução do experimento, propõe-se a abordagem metodológica “Analysis–Synthesis–Evaluation”. Serão utilizados ambos a Observação informal e o Relato de experiência para contribuir com a avaliação do experimento. Por último, os resultados serão sistematizados.

De acordo com o colocado anteriormente e os objetivos propostos, definem-se as seguintes etapas metodológicas para a realização da pesquisa: 1. pesquisa teórica; 2. estudos / experimentos práticos pessoais; 3. elaboração e preparação do experimento coletivo; 4. execução e avaliação do experimento coletivo.

1. Pesquisa teórica:

Consiste no levantamento do referencial teórico sobre com enfoque em dois principais temas. O primeiro visa a construção de uma compreensão sistêmica complexa sobre a relação existente entre o objeto arquitetônico e o espaço urbano, com enfoque no processo de projeto. O objeto arquitetônico é diretamente influenciado pelo local onde está inserido, bem como contribui para a modificação do mesmo. Além disso, existem diversos outros fatores e agentes que participam dessas relações. A aplicação do conceito de sistema representa, portanto, uma tentativa de compreensão do todo e como o mesmo é constantemente influenciado pelo ambiente. O segundo levantamento teórico visa compreender de forma abrangente as ferramentas digitais disponíveis que podem auxiliar a integração do processo de Projeto Arquitetônico com espaço urbano envolvendo uso de algoritmos, incluindo softwares e plug-in desenvolvidos durante outras pesquisas acadêmicas, bem como os saberes necessários para sua operacionalização.

2. Estudos / experimentos práticos pessoais

Para compreender praticamente quais as facilidades e dificuldades de utilização das ferramentas digitais levantadas anteriormente, propõe-se um período de aproximação do pesquisador com as mesmas. Durante esse momento, serão realizados estudos / experimentos práticos pessoais cujo processo de prático será descrito em relatos de experiência. Essa etapa possui um caráter subjetivo e procura observar as potencialidades das ferramentas para continuação da pesquisa nas próximas etapas.

3. Elaboração e preparação do experimento coletivo

Uma vez compreendida as potencialidades das ferramentas analisadas e a relação entre o projeto arquitetônico e o espaço urbano de maneira sistêmica, se torna possível a proposição de um experimento coletivo. Os conhecimentos anteriores permitiram não apenas a formulação de tal experimento, mas a compreensão dos saberes necessários para sua execução, além de ferramentas, documentos, período de tempo necessário, etc. Nesse momento, também serão elegidos quais os parâmetros urbanísticos que serão utilizados no experimento proposto e sua lógica algorítmica. Essa lógica será colocada em prática através da elaboração de algoritmo no software *Rhinceros 3D* com auxílio do *Grasshopper* e da programação visual. Nessa etapa, serão produzidos a maior parte dos materiais referentes à pesquisa.

4. Execução e avaliação do experimento coletivo

Seguindo a etapa de elaboração do experimento, a última etapa propõe a execução do mesmo, bem como a sua análise. Propõe-se que o experimento seja realizado de maneira coletiva envolvendo outros pesquisadores da universidade. Entretanto, o mesmo ainda encontra-se em construção. O objetivo principal do experimento é

propor de forma prática um processo de projeto arquitetônico integrado com o espaço urbano através do Algorithm-Aided Design. Sua análise procura compreender quais os seus benefícios, facilidades, dificuldades e saberes necessários.

A PESQUISA E A RELAÇÃO COM A EMERGÊNCIA DE EDGAR MORIN

O conceito de emergência, conforme discutido pelo filósofo francês Edgar Morin, trata das possibilidades e potencialidades que surgem a partir da interação entre agentes de um sistema. Esse conceito precisa ser entendido dentro da grande Teoria da Complexidade, onde o todo é superior à soma das partes e, dada a complexidade de um sistema, não é possível que ele seja completamente previsível.

“Podemos chamar emergências às qualidades ou propriedades dum sistema que apresentam um caracter de novidade em relação às qualidades ou propriedades dos componentes considerados isoladamente ou dispostos de maneira diferente num outro tipo de sistema” (MORIN, 1977).

Nesse sentido, o imprevisível ganha destaque, não como sinônimo de erro, mas como algo benéfico, precursor da inovação

“O pensar complexo não afirma que "tudo é complexo", sinônimo de "não se pode compreender". Não é um pensamento da imprecisão, da incerteza, apesar de incluir a imprecisão e a incerteza. A sua finalidade é servir de base para construir conceitos e metodologias – utensílios de pensamento, reflexão e ação no mundo – para articular saberes especializados” (FIEDLER-FERRARA, 2010).

Dentro da pesquisa, é possível observar a priori três momentos que seriam férteis para o surgimento de emergências. Durante o próprio processo de projeto arquitetônico mediado por ferramentas digitais. Embora, esse contexto por si só não seja provedor de emergências, esse tipo de metodologia de projeto permite uma maior facilidade no momento de interação entre diferentes atores e agentes, bem como nos estudos das possibilidades e discussões. Um segundo momento seriam as emergências do real, no sentido que facilitar a discussão acerca do espaço urbano (principalmente o local do projeto e o entorno imediato) e a edificação/intervenção de forma sistêmica e complexa. E um terceiro momento são as emergências de pesquisa. Entende-se que a pesquisa em si não é promotora de emergências, mas espera-se que sirva de faísca para o início de discussões acerca do tema. Essas discussões, sim, podem ser promotoras de emergências. Destaca-se ainda as discussões que ocorrem dentro do e que podem funcionar nesse mesmo sentido.

RELAÇÃO COM PESQUISAS NOMADS

A participação no grupo de estudos DP:FD (Design Paramétrico : Fabricação Digital) permitiu a interação entre diferentes pesquisadores do grupo de pesquisa Nomads.usp de forma colaborativa. Acredita-se, então, que as discussões sobre as pesquisas que aconteciam nesses momentos podem ser consideradas como participação, ainda que indireta, pois é essencial para o direcionamento das pesquisas, aquisição de conhecimento, expansão das bases teóricas, etc. Nessa perspectiva, pode-se citar a pesquisa de

mestrado do aluno Maurício José da Silva Filho intitulada “Processos de projeto mediados computacionalmente: Algoritmos, matemática e parametrização na concepção de objetos arquitetônicos”, a pesquisa de mestrado da aluna Júlia Vechetini Menin intitulada “Processo digital no ensino de projeto de arquitetura: aproximação das tecnologias cad/cam” e a Iniciação Científica do aluno de graduação Gabriel Baquero intitulada “Cruzando saberes: arquitetura, geometria e algoritmos de modelagem paramétrica”. Ainda, mais recentemente, o grupo contou com a inclusão de dois novos mestrados: Euler José de Oliveira Moraes com a pesquisa “Do projeto à montagem: parametrização e fabricação digital em arquiteturas complexas contemporâneas” e Caio Muniz Nunes “O projeto paramétrico na concepção de estruturas temporárias”. Destaca-se também a pesquisa de mestrado de João Paulo Soares intitulada “Processo de design: Complexidade e meios digitais” e finalizada em 2014.

ESTÁGIO ATUAL DA PESQUISA E PRÓXIMOS PASSOS

A pesquisa está adentrando seu segundo ano. Nessa perspectiva, destaca-se na imagem abaixo as atividades já realizadas (verde), as atividades em andamento (laranja) e as atividades a serem realizadas. Espera-se que a pesquisa seja finalizada no ano de 2024.

Primeira revisão do Plano de Pesquisa	Participação em eventos relacionados ao tema
Créditos em disciplinas	Estudos práticos pessoais
Levantamento do referencial teórico 01	Elaboração do experimento e da lógica algorítmica
Levantamento do referencial teórico 02	Memorial e exame de qualificação
Sistematização das referências	Readequação do experimento e da lógica algorítmica
Exame de proficiência em língua estrangeira	Execução do experimento (observação informal)
Participação no seminário de acompanhamento	Aplicação do Relato de experiência
Criar o website da pesquisa	Análise dos resultados
Estágio PAE	Sistematização dos resultados
Segunda revisão do Plano de Pesquisa	Redação e Revisão da Dissertação

Imagem 01 - Andamento da Pesquisa. Fonte: Pela autora

REFERÊNCIAS

DIGIANDOMENICO, D. S. **Otimização de projeto orientado ao desempenho em arquitetura**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 2019.

Disponível em:

<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-09092019-095255/pt-br.php>. Acesso em: 20 nov. 2021

FIEDLER-FERRARA, N. **O pensar complexo: construção de um novo paradigma**. In VIRUS. N. 3. São Carlos: Nomads.usp, 2010.

KOLAREVIC, B. **Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing**. London: Taylor & Francis, 2003.

LIMA, F. et al. **Citymetrics: A (para)metric system for the analysis and optimization of urban configurations**. Digital techniques applied to design process. Juiz de Fora, MG: Editora UFJF, 2019. p. 127–143. Disponível em:

<https://www.ufjf.br/domvs/files/2013/11/DIGITAL-TECHNIQUES-APPLIED-TO-DESIGN-PROCESS.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2021.

LIMA, F.; KÓS, J. R.; PARAÍZO, R. **Algorithms-Aided Sustainable Urban Design: Geometric and Parametric Tools for Transit-Oriented Development**. Handbook of research on visual computing and emerging geometrical design tools, 2016. p. 875–897.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/330481831_Algorithms-Aided_Sustainable_Urban_Design_Geometric_and_Parametric_Tools_for_Transit-Oriented_Development. Acesso em: 18 mar. 2022.

MARINA, Ognen ; STAVRIC, Milena. **Parametric modeling for advanced architecture**.

jan. 2011. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/285467523_Parametric_modeling_for_advanced_architecture. Acesso em: 27 jun. 2019.

MORIN, Edgar. **O Método - I. A natureza da natureza** (1977);

NARDELLI, E. S.; VINCENT, C. C. **Generative and parametric design in Brazilian social housing production**. RESPECTING FRAGILE PLACES [29th eCAADe Conference Proceedings], 2011, pp.93-98.

NOJIMOTO, C; SOUZA, M; SOARES, J; TRAMONTANO, M. **Thinking about systems collaboration aspects and local context in the design process based on parametric design and digital fabrication**. In: XIX CAADRIA International Conference of the Association of Computer-Aided Architectural Design Research in Asia, Kyoto, 2014.

OXMAN, R. 2005. **Theory and design in the first digital age**. Design Studies, 27(2006):229-265.

RYBCZYNSKI, Witold. **Parametric Design: What's Gotten Lost Amid the Algorithms**.

Online. 2013 Disponível em

<https://www.architectmagazine.com/design/parametric-design-whats-gotten-lost-amid-the-algorithms_o>;

SANCHES, L.; ABDALLA, G.; ALBERTO, K. C. **Constraints Based Generative System and Parametric Tools as support on the Architectural Design Process**. Digital techniques applied to design process. Juiz de Fora, MG: Editora UFJF, 2019. p. 144–157.

Disponível em:

<https://www.ufjf.br/domvs/files/2013/11/DIGITAL-TECHNIQUES-APPLIED-TO-DESIGN-PROCESS.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2021.

SOARES, João Paulo M. **Processos de design em arquitetura: complexidade e meios digitais**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, SP, 2014;

TEDESCHI, A. **AAD_Algorithms-Aided Design: Parametric Strategies using Grasshopper**. Le Penseur, Itália, 2014.