



TÍTULO

**INTEROPERABILIDADE NA GESTÃO DOS PROJETOS DE ARQUITETURA:
SIMULAÇÃO COM VISTA À INTERFERÊNCIAS**

INTEROPERABILITY IN ARCHITECTURAL DESIGN MANAGEMENT: SIMULATION AND CONFLICT CHECK

1. DADOS DO PROJETO (*suprimidos para avaliação às cegas*)



2. RESUMO

A partir dos anos 2000, as noções de interoperabilidade e compatibilidade ganharam uma semântica contundente no campo da arquitetura, no momento em que os arquitetos passaram a utilizar o desempenho como um princípio norteador do projeto. A interoperabilidade é uma característica de um produto ou sistema, cujas interfaces são completamente compreendidas e ajustadas para trabalhar em conjunto, sem restrições de acesso. No entanto, quando um fornecedor é forçado a se adaptar a um sistema dominante, o qual não possui padrões abertos, não existe a interoperabilidade, mas apenas compatibilidade. Essas noções estão diretamente ligadas as interferências, que podem ser entendidas como a superposição de elementos gráficos provenientes de duas ou mais disciplinas distintas produzindo conflitos na documentação de projeto. Este projeto de pesquisa de cunho tecnológico, propõe a construção de uma instrução algorítmica que permita navegar ao longo de um modelo virtual de arquitetura, acessando além de seus componentes, os produtos das análises de desempenho que os suportam, a fim de obter alternativas para o tratamento das interferências.

Palavras-Chave: Arquitetura baseada em simulação;
Interferências, Modelagem Baseada em Informação.

ABSTRACT

From the 2000s onwards, the concepts of interoperability and compatibility have gotten a different meaning in the field of architecture, when the architects' resort to performance as a guiding principle of the design. Interoperability is a characteristic of a product or system, whose interfaces are completely understood, to work without any restrictions. However, when a vendor is forced to adapt its system to a dominant system that is not based on open standards, it is not interoperability but only compatibility. These concepts are directly related to interferences, which can be understood as the overlay of graphic elements from two or more distinct disciplines that produce conflicts in geometries. This research project proposes the development of algorithmic instructions to connect simulation-based architectural design and conflict check tools in the Building Information Modeling context.

Keywords; Simulation-based architectural design;
Conflict check; Building Information Modeling.

3. INTRODUÇÃO

“o DNA é uma fita, uma longa sequência de letras ATCGTCAG... sendo que somente alguns trechos formam genes. Tais letras são “lidas” pelo RNA, que carrega a informação do núcleo para o citoplasma, onde serão fabricadas as proteínas. Imaginava-se que o RNA era gerado somente para ler os genes, mas, recentemente, descobriu-se que ele transcreve quase todas as bases do DNA. Isso só pode fazer sentido se a parte que se julgava lixo tiver alguma função.”

----- Giovana Girard, 2008.

Interoperabilidade é diferente de compatibilidade. Essa frase foi utilizada em uma palestra de Phil Bernstein (2015), em Yale, no intuito de encerrar este equívoco frequente, no qual estes conceitos são utilizados como sinônimos. Afsari et al. (2017) definiram a interoperabilidade como uma característica de um produto ou sistema, cujas interfaces são completamente compreendidas e ajustadas para trabalhar em conjunto, sem restrições de acesso. Justamente a concessão de acesso é o que amplia a condição de apenas transferir informações. É necessário desenvolver a capacidade de transferir significado, isto é, o que é enviado deve ser igual ao que é entendido. Para que isso seja obtido, ambos os lados devem se referir a um modelo de referência comum de troca de informações. No entanto, quando um fornecedor é forçado a se adaptar a um sistema dominante, o qual não possui padrões abertos, não existe a interoperabilidade, mas apenas a compatibilidade.

A partir dos anos 2000, estas noções ganharam uma semântica contundente no campo da arquitetura, no momento em que os arquitetos passaram a utilizar o desempenho como um princípio norteador do projeto. Kolarevic e Malkawi (2005) explicam que essa conduta não é recente e sempre esteve presente na obra de arquitetos como Antoni Gaudí ou Frei Otto, mas que, segundo esses autores, a disponibilidade atual de programas de simulação facilitou enormemente a incorporação dos resultados das análises de desempenho, em especial, o ambiental e o estrutural, nas etapas iniciais de projeto. No entanto, a retroalimentação dos resultados dessas análises nem sempre é feita de maneira harmônica (SILVA et al., 2019). Em geral, exigem interoperabilidade entre as ferramentas, o que implica necessariamente na adoção de condutas projetuais específicas.

Essas condutas encontraram fortes obstáculos nas tecnologias de projeto, principalmente com relação aos fluxos de trabalho que utilizavam formas clássicas de desenho técnico para a definição das estruturas do espaço arquitetônico. Ainda no fim dos anos 1990, Eisenman (1996) concluiu que a utilização da projeção planimétrica na arquitetura representava uma visão problemática, principalmente por obrigar o entendimento do espaço tridimensional em duas dimensões. No início dos anos 2000 essa barreira ficou acentuada pela utilização de protocolos 2D e 3D desvinculados. Fluxos de trabalho amplamente difundidos em universidades e escritórios de arquitetura, que utilizavam em conjunto, por exemplo, os aplicativos

AutoCAD¹ e Sketchup², produziam informações ao mesmo tempo duplicadas e distintas sobre o mesmo objeto arquitetônico. Nesse contexto, as análises de desempenho raramente alteravam a solução de projeto no momento de sua documentação, a menos que tivessem sido adotadas como premissas durante o processo criativo.

De certo modo, a difusão dos modelos baseados em informação reduziu em grande parte esses obstáculos, permitindo que a geometria, em suas versões 2D e 3D, vinculadas as suas informações não-geométricas, fossem atribuídas conjuntamente a um mesmo objeto gráfico (EASTMAN et al., 2011). A partir dos aplicativos de Modelagem da Informação da Construção (BIM), essa associação entre componentes permitiu alterações rápidas na solução e, conseqüentemente, facilitou os processos de retroalimentação que incorporavam análises de desempenho. Essa capacidade marcante inspirou, inclusive, o nome de um dos aplicativos mais conhecidos com essa tecnologia, o Revit (Autodesk, Inc.), uma contração das palavras *revise* e *it*³.

Ainda assim, ao analisar 477 artigos sobre interoperabilidade em plataformas BIM, Ozturk (2020) concluiu que o conflito de dados na comunicação da construção seja, talvez, o principal fator do baixo desempenho dos edifícios. Isso leva a crer que a reunião das análises de desempenho continua acontecendo no momento em que grande parte das informações já está consolidada, o que gera interferências. Chien (2014), que define as interferências como uma superposição de elementos gráficos provenientes de duas ou mais disciplinas distintas, aponta que os gestores de projeto precisam de pelo menos duas habilidades durante a solução de uma interferência: 1) controle da informação; 2) disponibilidade para integração com outros profissionais. Essas necessidades ficam evidentes inclusive nas ações governamentais que envolvem a disseminação do BIM, como as regras estabelecidas pelo recente decreto presidencial (*vide anexo*) para a execução de obras e serviços realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal (BRASIL, 2020).

Projetos de arquitetura e suas expertises não são exatamente sistemas sem restrições de acesso. Como demonstraram Arcari et al. (2015), os processos não retornam às análises de desempenho, ainda que estas tenham produzido um espectro de alternativas. Um exemplo hipotético, seria um projeto arquitetônico que tem como resultado de desempenho estrutural um pilar de 20x30 cm, e de ambiental, uma janela de largura 2,20 m. Carregadas as informações no modelo BIM, são verificadas interferências do pilar na abertura e a opção natural de um gestor de projeto, em geral, será reduzir a largura da janela. No entanto, caso a sua dimensão tenha sido obtida segundo a simulação da envoltória visando cumprir requisitos de ventilação cruzada, a solução não é tão direta. Seria necessário o acesso a outros conjuntos de soluções de janela, que, em geral, são produzidos durante o processo de simulação, mas que não estão disponíveis no modelo BIM.

¹ Embora o aplicativo AutoCAD (Autodesk, Inc.) possua ferramentas tridimensionais de modelagem, tem sido amplamente utilizado para elaboração de peças de desenho técnico em duas dimensões desde 1982.

² Atualmente comercializado pela Trimble, Inc. No início dos anos 2000, foi desenvolvido pela a Last Software Co. e, posteriormente, pertenceu à Google, Inc.

³ No português, “revise-o”. T. do. A.

Fazendo uma analogia com a epígrafe de Girard (2008), assim como o RNA, a obtenção de uma interoperabilidade entre os processos criativos e de documentação passa pelo acesso a informações ampliadas sobre as análises de desempenho, além dos tradicionais *inputs* levados ao modelo BIM. É com base nesta premissa que se apresenta este projeto de pesquisa de cunho tecnológico, que envolve a construção de um protocolo computacional para o acesso ao espectro de alternativas dentro das plataformas BIM, visando investigar, por meio de um delineamento científico, a viabilidade de implementação proposta.

3. OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver uma instrução algorítmica que permita navegar ao longo de um modelo virtual de arquitetura, acessando além de seus componentes, os produtos das análises de desempenho que os suportam, a fim de obter alternativas para o tratamento das interferências.

De maneira mais específica, estabelecem-se os seguintes objetivos:

- a. Aprimorar os fluxos de informação projeto-construção;
- b. Desenvolver o uso da tecnologia nos processos de decisão em arquitetura;
- c. Aperfeiçoar as ferramentas de gestão da construção
- d. Adicionar recursos às ferramentas de identificação de interferências (*conflict checking*⁴)
- e. Traçar hipóteses sobre novas ferramentas de gestão de projeto;
- f. Ampliar o espectro de possibilidades profissionais aos arquitetos, nas áreas de gerenciamento.

4. JUSTIFICATIVA

Definições precisas sobre o conceito de construção sustentável são difíceis e variam de um lugar para outro. Nos termos de uma agência norte-americana, por exemplo, a construção sustentável "[...] utiliza processos ambientalmente responsáveis e com eficiência de recursos ao longo do ciclo de vida de um edifício [...]" (EPA, 2020). A eficiência de recursos de uma construção é um processo que tem início nas decisões de arquitetura, as quais estão integralmente entrelaçadas a uma cadeia de produtos ou serviços, cuja proficuidade será medida a partir da integração entre as disciplinas de projeto. Isso permite concluir que a sustentabilidade ou eficiência de um processo de projeto está intimamente ligada a harmonização das disciplinas, de modo que cada uma delas atua, em alguma medida, como uma variável intrusiva em conjunto de outras variáveis.

Embora existam muitas pesquisas sobre a simulação de desempenho em construções, em geral, a eficiência operacional sobre a conjunção destes processos no projeto de arquitetura ainda é pouco investigada, o que

⁴ *Conflict checking* são interfaces gráficas com capacidades de identificar conflitos nos elementos da arquitetura com base em suas respectivas geometrias.

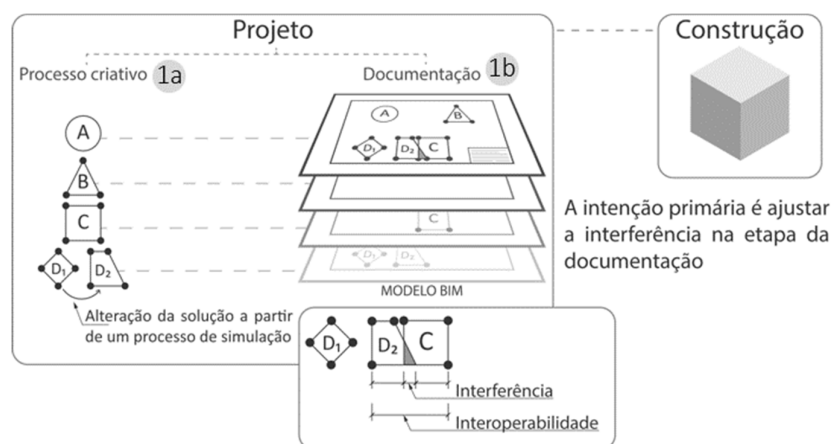
conduz a produção de lacunas entre a decisão de arquitetura e a sua realização eficiente. Recentemente, Leitner et al. (2019, p. 27) identificaram estas lacunas apontando-as em duas das quatro abordagens principais sobre desempenho das construções nas pesquisas científicas: a “[...]utilização das ferramentas BIM em conjunto com ferramentas de simulações de desempenho” e a “discussão sobre a interoperabilidade de ferramentas BIM e ferramentas de simulação”. Estes autores afirmam ainda que, a partir de seu estudo bibliométrico, as pesquisas sobre o uso do BIM e o desempenho das edificações estão entre os assuntos mais atuais por representarem grandes gargalos à eficiência operacional das construções.

5. MÉTODO

Desde a publicação de Groat e Wang (2003) os métodos científicos de simulação passaram a ter um papel pragmático dentro da pesquisa em arquitetura, principalmente por possibilitar a construção de hipóteses sobre as condições reais a partir de cenários virtuais. Dentro desse contexto, esta pesquisa propõe uma redução científica qualitativa fundamentada em duas estratégias de simulação, com delineamento indutivo, no qual se estabelece como premissa os *inputs* estrutural e termo energético. O critério de seleção destes tipos de simulação se deu em virtude da pressuposição de suas características computáveis, isto é, por se tratarem de variáveis objetivas.

De maneira sistemática, propõe-se a decomposição hierárquica de uma edificação existente, cuja arquitetura será documentada a partir um modelo baseado em informação. Essa decomposição será descrita segundo as variáveis utilizadas durante um processo criativo: A, B, C, D (*Figura 1a*) e, dentre elas, duas variáveis objetivas, as quais podem ser obtidas por processos de simulação (C e D). Todas estas variáveis são endereçadas simultaneamente ao modelo de informação, que as aloca em posições particulares, mas que, quando carregadas, fornecem a visão completa da edificação (*Figura 1b*). Ao fazer esse carregamento são provocadas as interferências.

Figura 1: Organização da lacuna científica.



Fonte: Autor.

A partir de procedimentos táticos, cuja disposição clássica do *Design Science Research*⁵ proposta por Dresch et al. (2015), apresenta resumidamente as fases sequenciais de análise, síntese e avaliação, propõe-se a construção de uma instrução algorítmica ligada aos modelos de informação para acesso às análises de desempenho, de modo que além dos resultados D_1 ou D_2 para a variável D , outros resultados possam ser acessados e levados às ferramentas de verificação de conflito. Para isso definem-se as seguintes táticas, a partir da decomposição hierárquica da edificação selecionada (*Quadro 1*):

Quadro 1: Organização dos procedimentos táticos

Análise	Síntese	Avaliação
simulações (existentes) ← Inovação → conflict check (existentes)		
Desenvolvimento de duas simulações paramétrica: estrutural e termo-energética, na qual conjuntos de soluções possam ser obtidos dentro de um espectro de eficiência. Aplicativos de simulação estrutural: Dynamo toolkit for Robot Structural Analysis (Autodesk, Inc.) Aplicativos de simulação termo energética: Green Building Studio (Autodesk, Inc.)	Desenvolvimento de uma instrução algorítmica que permita a navegação pelos resultados das simulações (requisitos) e conecte estes resultados às ferramentas de <i>conflict check</i> (avaliação). Aplicativos utilizados: Linguagem de programação C#, dynamo e API Revit (Autodesk, Inc.)	Desenvolvimento de conexão entre uma ferramenta de <i>conflict check</i>, a fim de avaliar a funcionalidade da instrução algorítmica proposta. Aplicativos utilizados: Linguagem de programação C#, Revit e Navisworks (Autodesk, Inc.)

Fonte: Autor.

Na medida em que o modelo de análise, síntese, avaliação é associado aos procedimentos práticos em uma pesquisa de cunho tecnológico, existem superposições táticas, nas quais os procedimentos perfazem outras fases estratégicas. O desenvolvimento da instrução algorítmica, que visa conectar processos de simulação e as ferramentas de verificação de conflito, necessita de requisitos dos dois lados, o que implica na adoção de condutas específicas que envolvem todas as aplicações em todas as etapas da pesquisa. Por se tratar de um delineamento qualitativo, cuja a redução científica se concentra em duas grandes estratégias: 1) decomposição hierárquica de apenas uma edificação; 2) observância de apenas dois procedimentos de simulação; estão previstos ajustes a serem feitos à medida que a pesquisa avança. Além disso, conforme o delineamento apresentado, propõe-se uma abordagem interpretativa dos resultados, em detrimento da produção de um artefato comercial. Desse modo, o ponto forte desse delineamento seria absorver as qualidades holísticas dos processos de gestão de projeto, propondo a partir das investigações, hipóteses sobre essa investigação em escalas mais gerais.

⁵ Pesquisa em design (T. do A.), utilizado na forma nativa, em inglês, por Dresch et al. (2015) nesta publicação em língua portuguesa.

6. RESULTADOS ESPERADOS E DIVULGAÇÃO

As estratégias apresentadas exigem uma gama de conhecimentos oriundos de outras áreas, como lógica, matemática e computação científica, a fim de permitir o entendimento e a manipulação dos conceitos de projeto na dimensão pretendida. Espera-se, por meio do aprimoramento intelectual, sedimentar estes conhecimentos, a fim de atingir o melhor cenário dentro das limitações enfrentadas, explicitando as aprendizagens adquiridas, por meio de *workshops* e divulgação em meio digital. Desse modo, espera-se traduzir as questões abstratas desta pesquisa em códigos computacionais abertos e visuais, seus métodos de construção, bem como outros possíveis registros e avaliações, disponibilizados gratuitamente nas plataformas da universidade.

A partir de um levantamento das palavras-chave desta pesquisa nas bases de dados científicas, estabeleceram-se algumas possibilidades para a divulgação dos resultados com base nas classificações fornecidas pela CAPES (2020). Tanto em conferências, quanto em periódicos, buscaram-se comunicações científicas com abordagem em temas contemporâneos sobre a gestão de projeto. Em âmbito nacional, os periódicos Ambiente Construído (A2), Gestão e tecnologia de projetos (B1) e PARC (B1) são alternativas que buscam estimular condutas emergentes neste assunto, assim como as conferências bianuais SBQP e SBTIC. No âmbito internacional, conferências e periódicos com foco específico conjunto nos temas computação e arquitetura são as alternativas mais adequadas, dentre elas, as conferências ligadas a Architectural Computing e seu periódico IJAC (A1). Em momento oportuno, serão discutidas estas possibilidades, tendo em vista a evolução e dos experimentos produzidos.

7. CRONOGRAMA

Quadro 2: Cronograma de atividades proposto para os anos de 2020 e 2021.

Atividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Análise: análises de desempenho a partir de ferramentas de simulação.												
<i>Modelagem da arquitetura</i>	•	•	•									
<i>Simulação estrutural</i>		•	•									
<i>Simulação termo energética</i>		•	•	•	•							
Síntese: desenvolvimento da instrução algorítmica de conexão entre a análise e avaliação												
<i>Descrição computacional das análises</i>		•	•	•								
<i>Programação</i>			•	•	•	•	•	•	•	•		
<i>Inserção nas plataformas de conflict check</i>									•	•		
Avaliação: avaliações da eficiência das instruções propostas em plataformas de <i>conflict check</i> .												
<i>Testes</i>									•	•	•	
<i>Crítica e construção de hipóteses</i>										•	•	
<i>Comunicações científicas</i>											•	•

Observação: as cores representam apenas uma predominância da estratégia, por isso, suas táticas apresentam sobreposições.

7. REFERÊNCIAS

- AFSARI, K.; EASTMAN, C.; SHELDEN, D. Building Information Modeling data interoperability for Cloud-based collaboration: Limitations and opportunities. **International Journal of Architectural Computing**, v. 15, n. 3, p. 187-202, set. 2017.
- ARCARI, E.; PEREIRA, A.; COSTACURTA JR., R.; MANSANO, I. Interoperability: A challenge for the Parameterized Modeling Process of Architectural details and its materialization. In: CONGRESO DE LA SOCIEDAD IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 19., 2015, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. p. 341-349.
- BRASIL. Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 158, n. 65, p. 5-7, 3 abr. 2020.
- CHIEN, K.; WU, Z.; HUANG, S. Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study. **Automation in Construction**, v.45 p. 1-15, Set. 2014.
- DRESCH, A; LACERDA, D.; ANTUNES JR., J. **Design Science Research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. São Paulo, 2015.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook**: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. 2. ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2011.
- EISENMAN, P. Visions unfolding: architecture in the age of electronic media. In: NESBITT, K. **Theorizing a New Agenda for Architecture**. 2. ed. Nova Jersey: Princeton Architectural Press, 1996. p. 556-561.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. In: United States Environmental Protection Agency. 2020. Disponível em <<https://www.epa.gov>>. Acesso em 12 abril 2020.
- GROAT, L.; WANG, D. **Architectural researches methods**. 2. ed., Nova Iorque: Wiley, 2013.
- KOLAREVIC, B.; MALKAWI, A. (Ed.). **Performative Architecture**: Beyond Instrumentality. Nova Iorque: Spon Press, 2005.
- LEITNER, D.; SCHEER, S.; SANTOS, A. O uso do BIM para avaliação do desempenho dos edifícios: uma revisão sistemática da literatura. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v.14, n. 2, p.17-33, 2019.
- OZTURK, G. Interoperability in building information modeling for AECO/FM industry. **Automation in Construction**, v. 113, mai. 2020.
- SILVA, T.; LIMA, J.; MAIA, N.; ARAUJO, A. Design synthesis and performance: simulation, discussion and generative strategies. In: CONGRESO DE LA SOCIEDAD IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 22., 2018, São Carlos. **Anais...** São Paulo: Blucher, 2018. p. 332-337.