



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

ANÁLISE DA PROPOSTA DE UM GUIA PARA PROJETOS EM BIM¹

OLIVEIRA, Gustavo A. (1); FERREIRA, Sérgio L. (2)

(1) Universidade de São Paulo, gustavooliveira@alumni.usp.br

(2) Universidade de São Paulo, sergio.leal@usp.br

RESUMO

A incorporação do conceito Building Information Modeling (BIM) por grande parcela dos profissionais da construção civil amplia a necessidade de integração entre os agentes. As possibilidades que o processo BIM apresenta requerem revisão dos fluxos de trabalho, das ferramentas e das metodologias com relação aos mesmos elementos aplicados aos projetos feitos com base no conceito Computer Aided Design (CAD). Buscando maneiras de colaborar neste sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar a análise da proposta de um guia prático para auxiliar no desenvolvimento de projetos em BIM focado integralmente no contexto nacional. A pesquisa foi sistematizada pelo Design Science Research (DRS), que se mostrou especialmente apropriado. A validação do artefato foi feita através de um processo participativo, com grupo focal exploratório e um questionário. A aplicabilidade do documento foi aferida por meio de testes funcionais com as principais disciplinas envolvidas no processo de projeto de arquitetura, de estrutura, de instalação hidráulica e elétrica. Foram identificados aspectos positivos durante o processo de validação, possibilitando que, em um segundo momento, fosse possível a utilização do artefato como documento de apoio à contratação. (Mestrado finalizado)

Palavras-chave: BIM. Modelagem da Informação da Construção. Coordenação de projetos. Fluxos de trabalho. Plano de Execução BIM.

ABSTRACT

The incorporation of the Building Information Modeling (BIM) concept by a large portion of civil construction professionals increases the need for integration between players. The possibilities that the BIM process presents require a review of workflows, tools and methodologies in relation to the same elements applied to projects made based on the Computer Aided Design (CAD) concept. Searching for ways to collaborate in this sense, the objective of this work is to present the analysis of the proposal of a practical guide to assist in the development of BIM projects focused on the national context. The research was systematized by Design Science Research (DRS), which proved to be especially appropriate. The validation of the artifact was done through a participatory process, with an exploratory focus group and a questionnaire. The applicability of the document was assessed by means of functional tests with the main disciplines involved in the process of architectural design, structure, hydraulic and electrical installation. Positive aspects were identified during the validation process, allowing in a second moment, to use the artifact as a contract supporting document. (Completed Master Degree)

Keywords: Building Information Modeling. Design Coordination. Workflows. BIM Execution Plan.

¹ Pesquisa derivada de Dissertação de Mestrado defendida na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (OLIVEIRA, 2019).

1 INTRODUÇÃO

O projeto de edificações é uma atividade multidisciplinar onde diversos agentes com atividades distintas se articulam. Durante o projeto as questões fundamentais relativas às exigências dos usuários devem ser equacionadas, iniciando-se na fase de concepção (OLIVEIRA; CARRARO, 2015). Nas fases iniciais, as tomadas de decisões influenciam significativamente sobre os custos de execução da obra. Segundo Fontenele (2002), esta fase é a principal porta de entrada para a implementação de inovações tecnológicas, onde decisões são tomadas e possuem maior capacidade de influenciar o custo global do empreendimento.

O BIM tem sido amplamente incorporado pelos profissionais da construção. Todavia, em conjunto com esse aumento expressivo, surge a necessidade de organização das informações e das normatizações. Para Farina e Coelho (2015), a coordenação de projetos apresenta um papel fundamental para o correto progresso e troca de informações, das necessidades do empreendedor e das disciplinas. A qualidade dos empreendimentos e dos projetos estão envolvidas entre si e implicam em interações de várias especialidades (ADESSE; MELHADO, 2003).

A transição para o BIM exige adaptações no processo de trabalho (SOUZA; AMORIM; LYRIO FILHO, 2009). Diferente da abordagem bidimensional, onde o computador digitalizou o desenho antes feito na prancheta, com o BIM passa-se a construir o edifício virtualmente. A produtividade na construção é de importância capital para a economia nacional e, para alcançar resultados concretos, a incorporação do BIM requer a modernização nos processos de trabalho.

O objetivo principal da pesquisa aqui apresentada foi analisar a proposta de um guia para projetos em BIM, visando otimizar os fluxos presentes no processo de projeto que utilizem este conceito. O documento foi desenvolvido aderindo aos conceitos do modelo BIM federado. De acordo com Eastman (2011), neste modelo cada especialidade desenvolve um modelo BIM dentro de sua área de atuação e, posteriormente, os modelos distintos são conectados por um software de gerenciamento onde poderão ser feitas verificações automatizadas. Destacam-se como objetivos secundários: caracterizar conceitos relevantes para o processo de projetos em BIM e melhorar a comunicação entre os agentes envolvidos.

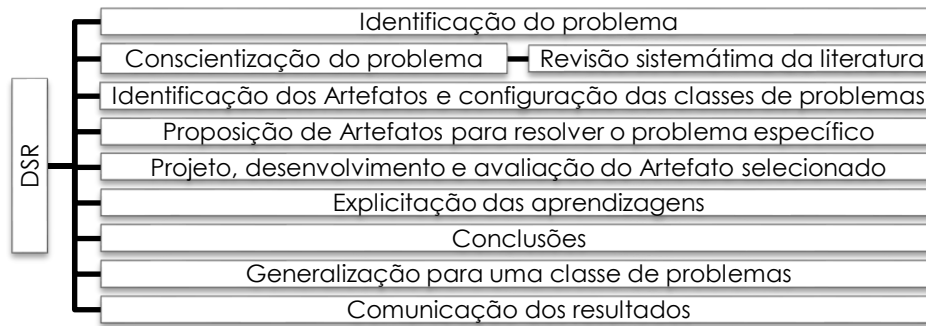
Foram identificados aspectos positivos durante o processo de validação. A versatilidade do material produzido possibilitou que, em um segundo momento, fosse possível a utilização do artefato como documento de apoio à contratação.

2 MÉTODO

O método adotado para conduzir a pesquisa foi o DSR, que pode ser qualificado como uma concretização da Design Science (DS) proposta por Simon (1996). Seu objetivo visa apoiar o investigador na compreensão de um problema e a solução é alcançada com a construção e aplicação de artefatos (BAX, 2017). A pesquisa busca soluções orientadas sob forma de ação concreta, e é focada na resolução do problema e não somente em seu entendimento e registro. O produto final é uma contribuição tanto para a academia quanto para o ambiente profissional.

Diversos autores publicaram propostas de diretrizes para a condução do DSR. O método apresentado por Dresch, Lacerda e Júnior (2015) foi o elegido para fundamentar este trabalho (Figura 01). A seleção foi feita em função de se tratar de um trabalho relativamente recente, apresentar ampla revisão bibliográfica, bem como pela facilidade dos quadros explicativos e dos protocolos sugeridos.

Figura 01 –Etapas da Design Science Research



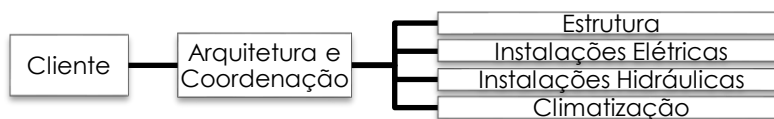
Fonte: Adaptado de Dresch, Lacerda e Junior (2015).

3 PROBLEMA LEVANTADO

A solução de problemas inicia-se com sua identificação, planejamento de uma solução, implementação, monitoramento e avaliação de sua eficácia (TRIPP, 2005). Baseado em experiências profissionais, identificou-se que a falta de organização no desenvolvimento de projetos em BIM ocasiona uma série de consequências negativas, como a baixa produtividade, atrasos, inconsistências nas informações e dificuldades de comunicação. Com o BIM é fundamental que cada agente saiba qual será o seu papel dentro do processo, quando e como deverá ser exercido.

Como BIM Manager atuante em escritórios de arquitetura, fazem parte das atribuições profissionais do autor garantir a melhoria contínua das práticas pertinentes ao BIM. Esta pesquisa foi configurada no ambiente interno de uma empresa que atua no desenvolvimento de projetos de arquitetura de grande porte para o mercado imobiliário. A produção da empresa se destaca em seu ramo de atuação, escala de seus projetos e pela quantidade de publicações e premiações. Com mais de 50 anos de atuação, o escritório conta com aproximadamente 6.500.000 m² construídos, distribuídos em mais de 1.250 edificações. Pioneiro no país, desde 2009 adota o processo BIM nos trabalhos, tendo por volta de 1.300.000 m² projetados em BIM. O escopo de trabalho compreende desde a concepção e desenvolvimento do projeto, bem como a coordenação multidisciplinar (Figura 02).

Figura 02 – Esquema de contratação de coordenação



Fonte: Autor

Entendendo a complexidade do processo BIM, a diretoria do escritório optou pela criação de um **Comitê BIM** interno responsável por todas definições BIM na empresa. Esse grupo foi o responsável por instituir procedimentos para garantir o progresso do controle de qualidade e de questões tecnológicas. Pretendendo superar problemas de interoperabilidade e ter contribuições sob diferentes perspectivas, foi proposto no Comitê BIM a criação de um grupo externo com as principais disciplinas que atuavam junto ao escritório. As empresas convidadas para participar do **Grupo de trabalho BIM** foram selecionadas pelo grau de maturidade BIM e por sua pré-disposição a participar da iniciativa. A pesquisa foi idealizada durante as reuniões conduzidas pelo autor entre o Comitê BIM do escritório de

arquitetura e Grupo de trabalho BIM com profissionais externos, como parte da resposta ao problema levantado. O Quadro 01 apresenta o perfil das empresas.

Quadro 01 – Perfil das empresas integrantes do Grupo de trabalho BIM

Disciplina	Ano de fundação	Quadro de funcionários	Tempo de uso do BIM	Softwares utilizados	Premiações BIM
Arquitetura	1962	50 - 100	11 anos	ArchiCAD / Revit	-
Automação	1955	10 - 20	8 anos	Revit	-
Climatização	1978	10 - 20	8 anos	Revit	-
Estrutura de concreto	1978	40 - 50	9 anos	TQS / Revit	Vencedor Prêmio BIM SindusCon
Elétrica e Hidráulica	1985	30 - 50	8 anos	Revit	Finalista Prêmio BIM SindusCon

Fonte: Os autores

3.1 Conscientização

Partindo do princípio de que o BIM propõe ampla interação entre os agentes, é necessário o uso de artefatos ordenadores para que esse intercâmbio de informações aconteça de forma eficiente. Constantemente são disponibilizados documentos para atender esta demanda, porém, em um extremo são muito generalistas, e no outro são voltados para um determinado usuário. O artefato proposto deve atender a uma classe de problemas, assegurando ao usuário final simplicidade e possibilidade de personalizações de acordo com as necessidades particulares e de empresas com escopos de similares de coordenação.

4 REVISAO BIBLIOGRÁFICA

A estratégia adotada para a revisão bibliográfica foi configurativa, pois possibilita exploração de questões abertas ou um tema de forma mais abrangente. Procurou-se mapear os principais conceitos a respeito da integração e interoperabilidade, sempre que possível, através de referências contemporâneas. Por se tratar de uma temática recente, optou-se por não restringir as correntes teóricas. Com relação ao idioma, pela familiaridade do autor, os processos de busca foram limitados ao português e inglês. Para fontes foram adotadas as bases de dados como Periódicos Capes, Elsevier, Scielo, Google Acadêmico e fontes impressas. Foram priorizadas seções ligadas às áreas de desenvolvimento de projeto e fluxos de trabalho. A revisão iniciou-se com os tópicos de estágios do BIM, conceito de contratação *Integrated Project Delivery* (IPD) e extensões de apoio a interoperabilidade como o *Industry Foundation Classes* (IFC) e *BIM Collaboration Format* (BCF). Em um segundo momento foi feita a análise de documentos, como Normas Nacionais, Guias e Manuais com maior repercussão no Brasil. Por fim, foram analisados oito manuais.

5 ARTEFATO

As classes de problemas orientam a aplicação do DSR permitindo que os artefatos não sejam uma resposta pontual. A generalização busca responder a problemas similares em outras circunstâncias. Para Simon (1996), o artefato funciona como um recurso para resolução de problemas nas organizações, como uma prescrição de remédios para um paciente doente. Os artefatos são classificados como Constructos, Modelos, Métodos, Instanciações ou *Design Propositions* (DRESCH;

LACERDA; JÚNIOR, 2015). Neste trabalho, considerou-se o artefato como Método, entendido como um conjunto de passos necessários para desempenhar uma tarefa, favorecendo a transformação e melhoria de um determinado sistema.

5.1 Caracterização dos artefatos

A partir da revisão da literatura foram identificadas as classes de problemas, seguidas pelos artefatos produzidos para resolvê-las (Quadro 02).

Quadro 02 – Classes de problemas e Artefatos

Classe de problemas	Problema	Artefato
Relação e integração de processos	Ausência de comprometimento com resultados	Modelo contratual IPD
Mapeamento e implantação de processos	Desenvolvimento Tecnológico e base de informações	Site buildingSMART
Fluxos e gestão da informação	Dificuldades com Interoperabilidade	Esquema IFC
Melhores práticas	Dificuldade na comunicação BIM	Extensão e plug-ins BCF
Planejamento, organização, Gestão de projetos, Padronização	Falta de padronização e organização	Documentos BEP e Anexos

Fonte: Os autores

Foi constatado que os documentos *BIM Execution Plan* (BEP) buscam a resolução de questões similares aos intentos deste trabalho e, como consequência, estão dentro de uma mesma classe de problemas. Entretanto, isso não inviabiliza a importância da pesquisa, pois os documentos não ponderam particularidades do contexto nacional, as legislações, às definições das fases de projeto e processos consolidados no Brasil. Perante o exposto, os atributos fundamentais considerados para o artefato foram: estar escrito em português, seguir de perto aspectos normativos nacionais e ser disponibilizado em formato aberto.

5.2 Propostas de artefatos

Considerando o ambiente em que o problema está sendo analisado e buscando soluções satisfatórias para aprimorar as necessidades organizacionais observadas, foram levantadas as possibilidades de artefatos dispostas no Quadro 03. Foram ponderados o contexto interno e a viabilidade de execução. A proposta fundamental consiste em um artefato que se adapte aos diversos cenários de personalização, sendo de fácil acesso e simples edição.

Quadro 03 – Opções de artefatos para resolver o problema levantado

Artefato proposto	Justificativa	Prós	Contras
Programa Visual Basic for Application (VBA)	Interface gráfica de fácil entendimento	Possibilidade de criação de um banco de dados prévio	Exige conhecimento e instalação de softwares
Documento em arquivo de edição de texto	Atingir maior número de usuários	Facilidade de uso e edição	Exige instalação de software para edição de texto
Aplicação baseada na nuvem	Fácil acesso de qualquer localização	Acessibilidade Não exige instalação de softwares	Dependência da Internet e domínio hospedagem

Fonte: Os autores

5.3 Projeto do artefato

O artefato selecionado para ser desenvolvido, foi um documento de edição em arquivo de texto. Ponderando que o uso softwares para edição de texto é essencial em qualquer ramo de atividade. Foi feito levantamento dos itens mais importantes para o desenvolvimento de projetos em BIM baseado na experiência prévia do autor e apoiada na revisão bibliográfica. Foram propostos requisitos básicos a serem perseguidos durante o desenvolvimento: Simplicidade, Funcionalidade, Adaptabilidade e Racionalidade. A heurística de construção do artefato se baseou em um ambiente para coordenação de projetos em BIM. O ambiente interno inicial do documento é o escritório de arquitetura, porém, o guia também poderá ser conveniente a gerenciadores de projetos, ou mesmo, para os contratantes. Com relação à heurística contingencial, o artefato precisará de um agente interno responsável por sua manipulação. Deverá operar no ambiente externo apenas como fonte de consulta para agentes participantes do processo BIM em questão.

A abordagem utilizada para o desenvolvimento do artefato foi fundamentada na revisão bibliográfica, no Comitê BIM e no Grupo de estudos BIM. O documento é utilizado com meio para consolidar as decisões assumidas por esses grupos de profissionais. O bom desempenho foi condicionado ao comprometimento de todos envolvidos no processo de projeto, motivação para sua concepção ter sido executada por meio de um processo participativo. Tendo em vista a ampliação da confiabilidade do artefato, todas as decisões admitidas foram fundamentadas em normatizações nacionais, guias e manuais consolidados, padrões internos da empresa baseados na ISO 9001 ou pelas decisões assumidas pelos grupos de trabalho. Com o intento de facilitar o entendimento das atividades, o artefato foi subdividido em quatro capítulos principais: **Introdução**, onde são abordados temas fixos como finalidade informativa para consulta durante o processo de projeto; **Objetivos**, onde são firmados o escopo e usos autorizados dos modelos; **Colaboração**, por se tratar de um tópico interdisciplinar, todo o conteúdo é oriundo das reuniões do grupo de trabalho BIM e **Padrões** onde se estabelece à padronização dos modelos referentes às nomenclaturas dos arquivos, divisão e localização. Também são postos tópicos de boas práticas, controle de revisões e glossário. O documento pode ser consultado na íntegra em: https://1drv.ms/f/s!Akw3NN9Cu_UahwSdxg19XART0BTr.

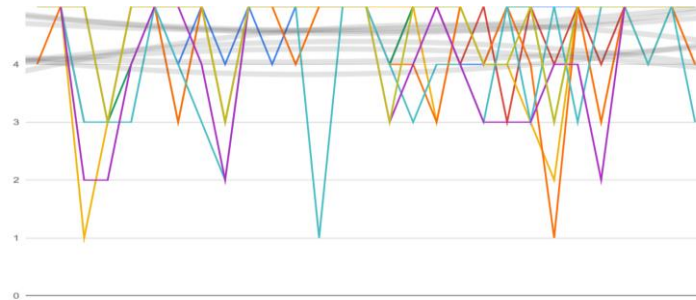
6 RESULTADOS

Foram utilizados dois métodos para avaliação do artefato. O grupo focal exploratório para o ambiente externo e o teste funcional do tipo *black box* para os ambientes internos. De acordo com Dresch, Lacerda e Júnior (2015), o grupo focal exploratório é indicado não apenas para a avaliação final, mas também para as intermediárias gerando melhorias incrementais rápidas. Já o teste funcional é oriundo da área de sistema de informação e sua finalidade é verificar se o sistema atende aos parâmetros do ponto de vista do usuário. Enquanto o grupo focal permite a avaliação por profissionais especializados, o método de teste funcional possibilita a observação do artefato conduzido em um contexto real.

No Teste Funcional foi feita introdução do documento no fluxo de trabalho de um projeto considerando as principais disciplinas envolvidas: Arquitetura, Climatização, Estrutura, Elétrica e Hidráulica. Para o grupo focal foram consideradas duas etapas. Uma de submissão ao Comitê BIM (interna) e outra a especialistas BIM externos, acompanhada por questionário. Foram organizadas quatro questões abertas,

correspondentes a cada pré-requisito proposto no projeto do artefato. Também foram preparadas oito questões do tipo escala, onde foram atribuídas notas entre 1 a 5 de acordo com o grau de concordância com as sentenças, sendo duas sentenças direcionadas a cada requisito avaliado. A média alcançada foi de 4,37 (Figura 03), a análise permite, dentro dos limites estabelecidos, concluir que o artefato atendeu aos requisitos propostos na fase de projeto. As questões abertas propostas para avaliação também obtiveram um retorno positivo em sua maior parte, confirmando este entendimento.

Figura 03 –Gráfico linha de tendência dos requisitos



Fonte: Os autores

Durante o processo de validação, já em outro escritório de arquitetura, foi possível a aplicação do artefato sob uma nova ótica. Um dos contratos de projeto recebido não explicitava os usos autorizados do BIM. A ocasião permitiu a aplicação do artefato como um documento de suporte à contratação, assegurando que o escopo de trabalho estivesse determinado, eximindo a empresa de possíveis complicações judiciais. Assim, o documento foi adaptado para tal finalidade e empregado como um anexo na proposta comercial.

7 CONCLUSÕES

A escolha do protocolo para o desenvolvimento do DSR foi fundamental para organização e sucesso do trabalho. A participação em eventos técnicos durante a pesquisa ajudou a elucidar os desafios do meio profissional e o levantamento bibliográfico necessário. O artefato resultante da pesquisa não apresenta uma visão futurista, as decisões foram tomadas ponderando as limitações técnicas de hardware e software existentes, bem como as necessidades que o mercado de trabalho atual anseia receber como produto. Esse fator possibilitou a sua aplicabilidade imediatamente após a finalização do documento.

O questionário obteve um retorno positivo e alguns respondentes sinalizaram a intenção de incluir o documento em seus fluxos de trabalho. A aplicação do Manual em mais de um tipo de situação, permitiu sua avaliação sob diferentes panoramas: do projetista, do especialista, do contratante e do contratado. Constatou-se a inviabilidade de um único Manual para diversas ocasiões, ressaltando a importância da flexibilidade do documento. O problema levantado sobre a falta de organização nos trabalhos baseados no conceito BIM abrange não apenas as fases de projeto, mas também relações contratuais. O segundo teste funcional, onde o artefato foi utilizado com documento de apoio a contratação, corroborou para o entendimento desta ideia. Considera-se que o documento deveria ser pré-contratual e com o escopo nítido, onde os agentes poderiam avaliar se possuem competência para o atendimento da demanda. Em termos de limitação do procedimento de validação, a própria natureza do processo de

desenvolvimento de projeto foi o maior obstáculo. Por se tratar de uma atividade longa, com variantes, demandas e atrasos imprevisíveis. Como resultados indiretos da pesquisa destacam-se a melhoria das situações práticas das organizações, enriquecimento na comunicação entre os projetistas, otimização dos fluxos de trabalho no processo de projeto e aumento da produtividade no processo BIM.

Buscou-se o registro sistemático dos passos para produção do documento, de modo a possibilitar uma análise posterior das decisões tomadas, permitindo a adequação de acordo com os objetivos dos profissionais que vierem a usar este documento como referência. Espera-se que este trabalho contribua para ampliar os conhecimentos na temática BIM, colaborando com os profissionais que se interessem pelo desenvolvimento tecnológico voltado para construção civil.

Com intuito de contribuir com o avanço do DSR, o trabalho poderá ser considerado generalizado dentro das seguintes classes de problemas: planejamento e controle de produção, mapeamento de processos, gestão de projetos, relação e integração de processos, padronização de processos e organização da produção. Como continuidade da pesquisa, propõe-se aprimorar este trabalho absorvendo as considerações feitas na aplicação do questionário. Posteriormente, sugere-se migrar o documento para algum formato automatizado. Espera-se com a disponibilização gratuita do Guia, poupar tempo e esforço de profissionais que empreguem um fluxo de trabalho similar ao apresentado nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ADESSE, E. MELHADO, S. B. **A coordenação de projetos externa em empresas construtoras e incorporadoras de pequeno e médio portes**. Workshop Brasileiro de Gestão de Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 4., 2003, Rio de Janeiro.
- BAX, Marcello P. Design science: filosofia da pesquisa em ciência da informação e tecnologia. 2017.
- SOUZA, Livia L. A.; AMORIM, Sérgio R. L.; LYRIO FILHO, Arnaldo M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, p. 26-53, 2009.
- DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel P.; JÚNIOR, José A. V. A. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Bookman Editora, 2015.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.
- FARINA, Humberto; COELHO, Karina M. Impactos na coordenação de projetos assistida pela modelagem da informação da construção. **VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção-Edificações, Infra-estrutura e Cidade**, v. 2, 2015.
- FONTENELE, E. C. **Estudo de caso sobre a gestão do projeto em empresas incorporação e construção**. Dissertação (Mestrado). São Paulo, 2002.
- OLIVEIRA, Gustavo A. **Proposta de manual para desenvolvimento de projetos em BIM através do método Design Science Research**. Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- OLIVEIRA, Luciana A.; CARRARO, Marília. Os impactos do processo de projeto na execução e desempenho da fachada. 2015.
- SIMON, Herbert A. **The sciences of the artificial**. MIT press, 1996.
- TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 3, 2005.