XII SIBRAGEC
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO
MACEIÓ - AL

COMPARAÇÕES ENTRE CASOS TRADICIONAL E BIM SOB UMA PERSPECTIVA LEAN[1]

RODRIGUES, Marília Guimarães (1); ITO, Ana Paula Nishimoto (2); AMARAL, Tatiana Gondim do (3); GALVÃO, Iara Luiza Vieira Pereira (4)

(1) Universidade Federal de Goiás, mariliagr.arq@gmail.com, (2) Universidade Federal de Goiás, ito.apni@gmail.com, (3) Universidade Federal de Goiás, tatianagondim@ufg.br (4) Lins Galvão, iaragalvao@linsgalvao.com.br

RESUMO

As sinergias entre o uso do BIM e os princípios da filosofia Lean possibilitam melhores definições de decisões da coordenação de projetos, garantindo assim o cumprimento dos requisitos que agregam valor. A partir da identificação destas vantagens, este estudo tem como objetivo analisar as interações entre as funcionalidades do BIM e os princípios Lean em dois empreendimentos com a gestão do processo de projeto pelo método tradicional e BIM. Esta investigação teve caráter qualitativo e exploratório e baseou-se em dois projetos selecionados para os estudos de caso, os quais foram coordenados pelo escritório de arquitetura. O uso do BIM associado à implementação do Lean resulta em um melhor gerenciamento das informações, redução do tempo de ciclo, padronização, transparência e melhor qualidade nos processos demandando requalificação dos profissionais com relação as ferramentas e softwares.

Palavras-chave: *Modelagem da Informação da Construção; Construção Enxuta; Coordenação de Projeto.*

ABSTRACT

The synergies between the use of BIM and the principles of the Lean philosophy enable better definitions of project coordination decisions, thus ensuring compliance with the requirements that add value. From the identification of these advantages, this article compares the potential of two projects of the same company to be developed by an architecture office under a lean perspective. This research was qualitative and exploratory and was based on two projects selected for the case studies, which were coordinated by the architectural firm. The results show the potential of integrating BIM and Lean, because Lean processed with BIM can provide cycle time reduction, standardization, management improvement, transparency and better quality within the process. The use of BIM associated with the Lean provided results as better information management with quality and without waste, but there are communication demands related to other professionals who do not use the tools and thus make the process slower than it could be.

Keywords: *Building Information Modelling; Lean Construction; Design Management.*

1 INTRODUÇÃO

A demanda por um cenário mais competitivo com construções mais enxutas, aumento de produtividade e otimização de custos tem aumentado consideravelmente na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

De acordo com Sacks *et al.* (2010a), o uso das funcionalidades do BIM e a implementação dos princípios do *Lean Construction* (LC) possibilitam mudanças

[1] RODRIGUES, M.G.; ITO, A. P.N.; AMARAL, T.G. do; GALVÃO, I. L.V.P Comparações entre casos tradicional e BIM sob uma perspectiva *lean*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 12., 2021, Maceió. **Anais**[...] Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/426. Acesso em: 2 out. 2021.

necessárias e fundamentais na indústria da AEC e, principalmente resolvem os problemas relacionados à comunicação, podendo contribuir para melhorias nos processos de construção, incluindo a estabilidade dos fluxos de produção.

Eastman *et al.* (2014) destacam que esta interação tem a intenção de minimizar ou mesmo solucionar os problemas decorrentes das falhas de comunicação e imprecisão do processo de projeto.

O *Building Information Modeling* (BIM) proporciona um ambiente colaborativo, que integra processos, políticas e tecnologias e melhora a comunicação, aprimora a produção e o planejamento, para o desenvolvimento de um modelo virtual (EASTMAN *et al*., 2008).

Eastman *et al.* (2021) afirmam que o BIM é um conjunto de ferramentas, processos e tecnologias que são facilitados por uma documentação digital legível sobre o desempenho, planejamento, construção e, posteriormente, o funcionamento de um edifício. Dessa forma, o BIM permite a elaboração de uma construção virtual, e não apenas um desenho.

O BIM fornece uma plataforma para visualizar fluxos de trabalho em sistemas de controle, facilitando a introdução de processos colaborativos entre equipes de trabalho dentro e fora do canteiro de obras (SACKS; RADOSAVLJEVIC; BARAK, 2010, FORMOSO, 2010).

Sacks *et al.* (2010) e Eastman *et al.* (2011) apresentam as funcionalidades básicas do BIM, que são: visualização da forma, geração rápida de múltiplas alternativas de projeto, reutilização de dados do modelo para análises preditivas, manutenção da integridade da informação e do modelo de projeto, geração automática de desenhos e documentos, colaboração em projeto e construção, geração rápida e avaliação de alternativas de plano de construção e comunicação online/baseada em objetos eletrônicos.

Por sua vez, o LC, é uma abordagem conceitual à gestão da construção e do projeto, que concebe a produção como um fluxo e diminui desperdícios em todo o processo produtivo, do projeto a execução do edifício (KOSKELA, 2000).

A partir desta conceitualização, este estudo tem como objetivo analisar as interações entre as funcionalidades do BIM e os princípios *Lean* em dois empreendimentos com a gestão do processo de projeto pelo método tradicional e BIM.

2 MÉTODO

2.1 Classificação e o levantamento de dados

Esta investigação teve caráter qualitativo e exploratório e baseou-se em dois projetos selecionados para os estudos de caso, os quais foram coordenados pelo escritório de arquitetura.

Para o levantamento de dados, foram realizadas entrevistas para entender o processo de projeto com os diretores da empresa, coordenadores e projetistas e foram realizadas análises documentais, incluindo procedimentos, detalhes do projeto, planos e documentos do projeto. As perguntas realizadas nas entrevistas podem ser visualizadas no Quadro 01.

Quadro 1 – Entrevista semiestruturada sobre o processo de projeto.

Nº	Perguntas
01	Detalhe as etapas do processo de concepção do produto (ex: estudo analítico, plano básico de massas, viabilidade, programa de necessidades).
02	Detalhe as etapas processo de desenvolvimento do projeto (ex: projeto preliminar, anteprojeto, projeto básico, projeto executivo, dentre outros).
03	Detalhe o arranjo entre os principais agentes do processo de projeto (empreendedor, construtora, coordenação, projetistas, consultores).
04	Quais são as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do projeto (*softwares* e produtos)?
05	Como ocorre a comunicação entre a equipe de projeto (baseada na plataforma eletrônica)?
06	Detalhe o cronograma planejado dos empreendimentos
07	Detalhe o cronograma executado dos empreendimentos
08	Detalhe os papéis e responsabilidades da equipe técnica envolvida no desenvolvimento do projeto
09	Detalhe os custos para execução e gestão do projeto
10	Descreva a qualidade do produto (peças gráficas e nível de detalhamento de cada método)
11	Descreva a qualidade do processo colaborativo entre a realização do projeto e a construção da obra

Fonte: Os autores (2020)

2.2 Caracterização do escritório de arquitetura estudado

O escritório possui uma década de atuação no mercado, e sua experiência em projetos de edifícios de multipavimentos residenciais e comerciais, assim como a familiaridade com as necessidades e demandas dos clientes podem ser atestadas em função dos mais de 60 empreendimentos desse tipo que predominam no *portfólio* da empresa, elaborados para 20 construtoras e incorporadoras distintas do centro-oeste brasileiro. Dois diretores são responsáveis pelas atividades de produção e administração, e contam com uma equipe de vinte profissionais.

O escritório de arquitetura também desempenha o papel de coordenação de projetos e possui um Sistema de Gerenciamento da Qualidade (SGQ) implementado, assim como práticas de controle e gestão bem definidas.

2.3 Caracterização dos empreendimentos analisados

Definiram-se três critérios para a seleção dos contratos analisados: projetos que envolvessem equipes multidisciplinares, projetos que oferecessem novos desafios ao escritório de arquitetura em termos de sustentabilidade e atendimento às especificações obrigatórias por desempenho e projetos que concentrassem recursos e ferramentas variadas de comunicação.

Com relação aos empreendimentos escolhidos, o primeiro projeto foi executado pelo método tradicional, executado em *software* CAD gerados em três dimensões, porém sem qualquer tipo de informação agregada ao modelo. O segundo projeto utilizou tanto a gestão como execução por meio do BIM, caracterizado por um processo integrado.

O escritório de arquitetura foi responsável pelo acompanhamento da coordenação de projetos dos dois empreendimentos escolhidos (Quadro 2).

Quadro 2 – Caracterização dos empreendimentos estudados

	Estudo de caso 1 – Projeto e gestão pelo método tradicional	**Estudo de caso 2 – Projeto e gestão BIM**
Ano do início do projeto	Abril/ 2017	Dezembro/ 2019
Tipologia	Residencial	Residencial
Localização	Rua T-35, Quadra 98, Lote 18/19, Setor Bueno, Goiânia -GO.	Avenida Pl-3, Quadra H5, Lote 1/12, Park Lozandes, Goiânia – GO.
Área do Terreno	1.500,00m^2	4.010,86m^2
Área Construída	20.839,32m^2	45.886,97m^2
Número de Unidades - Tipo	1 Torre	2 Torres
Número de Pavimentos	Torre 1: 27 Pavimentos	Torre 1: 25 Pavimentos Torre 2: 26 Pavimentos
Número de Elevadores	2 Elevadores	3 Elevadores por Torre
Número de Subsolos	Subsolo 1 e 2 Pavimento de Garagem 1 e 2	Subsolo 1 e 2
Área de Lazer	Sim	Sim

Fonte: Os autores (2020)

No ÂPENDICE A apresenta-se o protocolo de desenvolvimento do projeto de arquitetura do escritório estudado. O projeto pré-executivo de arquitetura é a base na qual os demais projetistas elaboram seus anteprojetos complementares (estruturas, sistemas prediais, entre outros), e o projeto executivo básico dá suporte para a produção dos projetos executivos das disciplinas complementares, e, por fim, ambos precisam estar compatibilizados com o projeto executivo final de arquitetura.

3 DISCUSSÕES E RESULTADOS

Foram fornecidos pelo Escritório de Arquitetura documentos (cronograma, lista de verificação, *briefing* e dados sobre a coordenação do projetos) de dois projetos executivos completos.

Foi caracterizado o fluxograma do processo de projeto realizados em BIM e realizado pelo método tradicional, para que se pudesse compreender as particularidades de cada projeto e entender a metodologia utilizada no escritório para produção dos mesmos. Os dois projetos possuem características construtivas similares: edifícios residenciais, torres de até 27 andares, com até três elevadores por torre e uma área construída de 20.000 m^2 por torre.

Dentre as vantagens listadas na literatura, destaque para a integração de projetos e a possibilidade de identificação de conflitos entre diferentes disciplinas, facilitando a visualização em diferentes projetos em 3D e proporcionado uma maior compreensão do que está sendo alcançado, consequentemente, uma maior participação no processo de tomada de decisão, tanto para o profissional quanto para o cliente.

Baseado na revisão de literatura, com destaque ao artigo de Sacks *et al.* (2010b), combinado com a análise de dados dos estudos de caso, evidencia-se que o BIM pode melhorar a eliminação de desperdícios e que os princípios *Lean* integrados ao BIM podem melhor custos; reduzem tempo, materiais e equipamentos; aprimoram o produto final e garatem melhores indicadores de desempenho para os projetos.

Ressalta-se o grande impacto que a disponibilidade de informações online proporcionou no estudo de caso 2, influenciando desde a etapa de construção até a operação e manutenção. Dentre os diversos benefícios, destaca-se uma melhor gestão destas etapas, diminuição de custos, aumento da transparência, auxílio na introdução de melhoria

contínua e redução da variabilidade, justificando a utilização do BIM como um importante auxiliar da coordenação de projetos.

Apesar das vantagens apontadas, o Escritório de Arquitetura possui um uso limitado do BIM, investiu em máquinas e *softwares* para o uso do BIM na empresa apresentando retorno sobre o investimento abaixo do esperado e justifica a adoção do BIM a melhoria de desempenho no tempo de ciclo do projeto e redução retrabalho. Destaca que os clientes apresentam resistência ao avanço da implementação do BIM em seus empreendimentos.

Com relação à produtividade, na fase inicial do projeto, os dois processos exigem aproximadamente o mesmo tempo (4 meses). No projeto executivo a empresa necessita de quatro meses a mais para concluir o processo no BIM. No entanto, esse tempo pode ser recuperado na fase de detalhamento, em que a empresa consegue economizar cerca de 25% (1,5 meses) de tempo no *Revit*, uma vez que o modelo 3D já foi executado para a finalização do executivo e é responsável por organizar as informações com clareza (Quadro 03 e Gráfico 1).

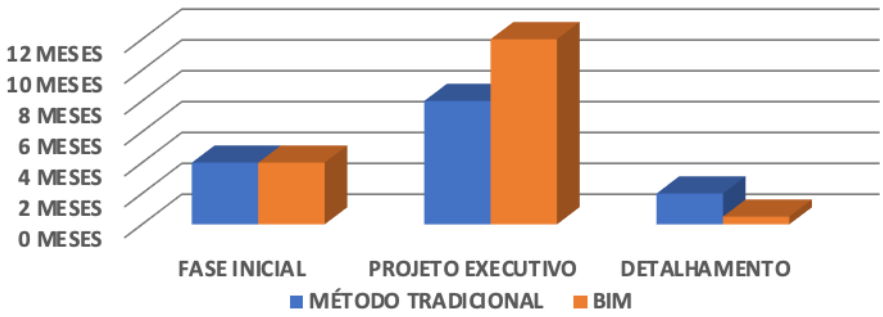
Valores similares foram encontrados por outros autores como Fernandes (2015) que destaca que a elaboração de um projeto em BIM é 21,4% mais eficaz e produtiva com relação ao método tradicional.

Quadro 3 – Comparativo de produção entre o método tradicional e BIM

Comparativo de Produção		
	Método Tradicional	**BIM**
Fase Inicial	4 meses	4 meses
Projeto Executivo	8 meses	12 meses
Detalhamento	2 meses	0,50 meses
Total	14 meses	16,50 meses

Fonte: Os autores 2020

Gráfico 1 – Comparativo produção entre o método tradicional e o BIM.



Fonte: Os autores (2020).

Foi possível perceber que o modelo 3D permite otimizar a visualização do processo de projeto, possibilitando a implementação de qualquer melhorias.

As interações entre as funcionalidades do BIM e os princípios *Lean* analisadas nos dois estudos de caso são apresentados no Quadro 4. Percebeu-se que ainda há uma necessidade de avaliação do uso da tecnologia BIM e os princípios Lean para associar outras funcionalidades não discutidas neste artigo.

Quadro 4 – As interações entre as funcionalidades do BIM e os princípios Lean dos empreendimentos estudados

Conceitos/ Princípios Lean	Funcionalidade BIM	Estudo 1 – Projeto e gestão (método tradicional)	Estudo 2 – Projeto e gestão (BIM)
Redução de tempo de ciclo	**Geração automática de informações detalhadas sobre o projeto**	Detalhamento é realizado independente do modelo 3D	Os detalhes são gerados automaticamente quando o protótipo já estiver sido realizado no projeto executivo
Transparência Padronização do Trabalho	**Manutenção da integridade da informação do projeto**	Podem ocorrer erros de compatibilização nos projetos por não estarem integrados	A organização do nível de desenvolvimento das informações do modelo BIM aumenta o desempenho na elaboração do projeto, aumentando a transparência dos dados e das informações, reduzindo os desvios financeiros e melhorando a gestão das informações
Melhoria Contínua	**Processo colaborativo entre a conclusão do projeto e a construção**	Facilita erros nas estimativas de custos e desempenho do edifício	Aumenta a capacidade do desempenho do processo de projeto e da construção (custos e prazos)
Flexibilidade, Gerenciamento de Projetos e Desenvolvimento de Produtos	**Comunicação baseada e validada na plataforma eletrônica**	Utiliza *softwares* não integrados	Aumenta a transparência dos dados e das informações, centralizando o produto de projeto em um único modelo federado, reduzindo tempo no processo de projeto e melhorando a qualidade e controle

Fonte: Os autores (2020)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destaca-se que em decorrência da implantação da tecnologia BIM (estudo de caso 2), foi possível identificar a redução de tempo de ciclo obtido por meio da geração automática de informações, de desenhos e documentos detalhadas sobre o projeto. Foi possível identificar o aumento da transparência por meio da geração rápida e a avaliação de alternativas de plano de construção e da manutenção da integridade da informação do projeto, reduzindo os desvios financeiros e melhorando a gestão das informações. Foi possível identificar introdução de melhoria contínua por meio do processo colaborativo na elaboração de projetos em projeto e soluções de construção reduzindo o tempo no processo de projeto e melhorando os controles de qualidade e custos. Foi possível identificar a redução da variabilidade por meio da comunicação validada na plataforma eletrônica, aumentando a transparência dos dados e das informações.

Observa-se que a integração tem muito a oferecer, mas é demandada mudanças significativas na comunicação e na formação dos profissionais envolvidos no processo de projeto, especificamente nos estudos de caso pesquisados, para se obter avanços na aplicação de ambos os conceitos (BIM/*Lean).*

É possível perceber que as funcionalidades do BIM e os princípios LC se assemelham e possuem particularidades, mas ambos são fundamentadas na melhoria de processos,

trazendo benefícios e vantagens à indústria da construção civil, possibilitando um cenário mais competitivo, tecnológico e de agregação de valor agregado ao cliente.

REFERÊNCIAS

EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R. e LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.** 2nd Edition, Wiley, NJ. http://dx.doi.org/10.1002/9780470261309.2008.

EASTMAN, C. M., TEICHOLZ, P., SACKS, R.; LISTON, K. (2011). **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Architects, Engineers, Contractors, and Fabricators**, John Wiley and Sons, Hoboken, NJ.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores.** Ed. Bookman LTDA., Porto Alegre, RS, 2014.

FERNANDES, Í. P. Teoria e prática –comparativo entre a tecnologia BIM e CAD no projeto arquitetônico de instituição educacional. **Revista on-line IPOG**, v. 01, p. 1–17, 2015. ISSN 2179-5568. Disponível em: <https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=italo-pereira-fernandes-4717411.pdf>.

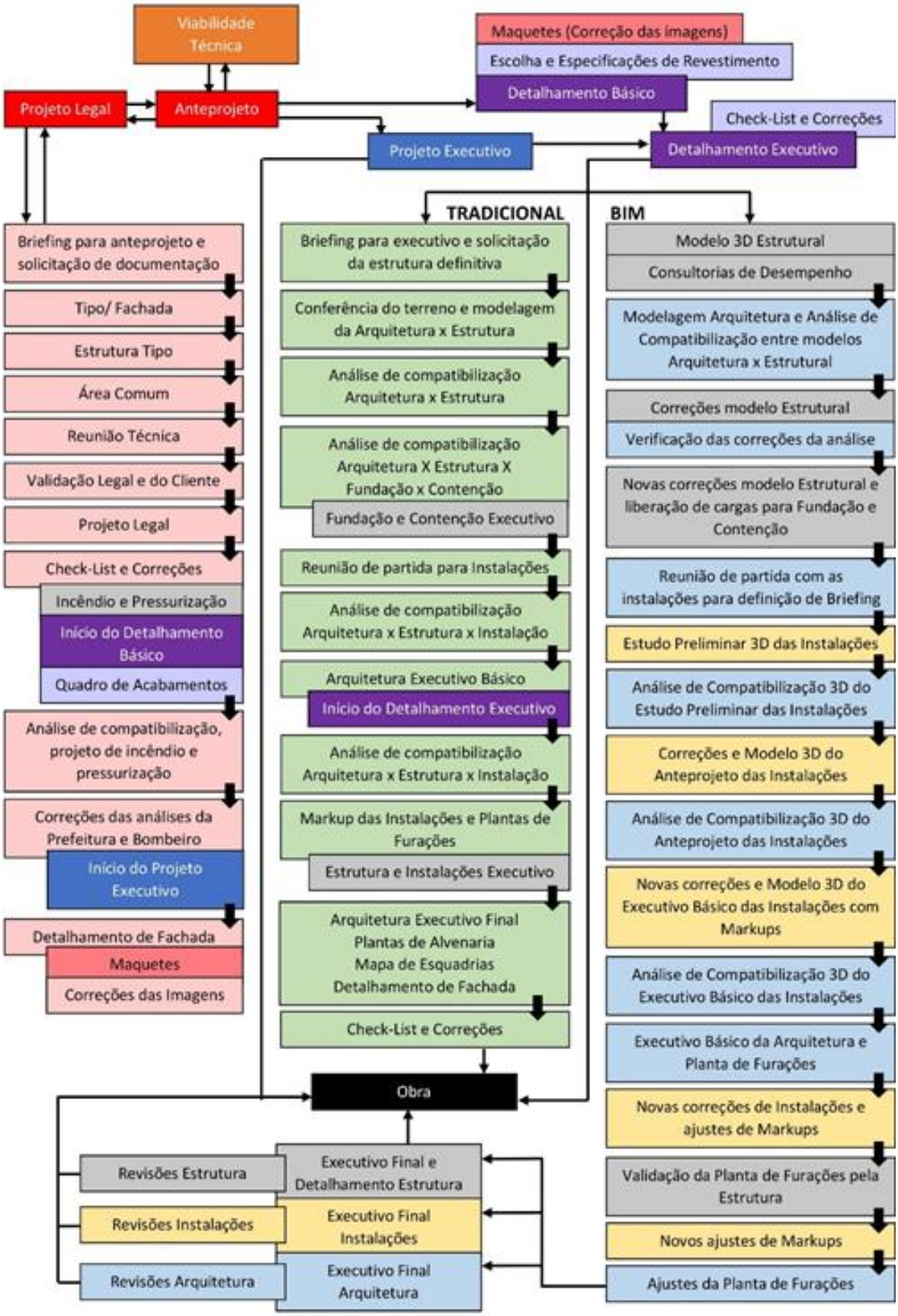
FORMOSO, C.T. **Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos.** Porto Alegre, NORIE/UFRGS. 2000.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction.** 2000. Thesis (Ph.D) - Technical Research Centre of Finland, Espoo, 2000.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction. **Automation in Construction**, v. 19, n. 5, p. 641-655, 2010a.

SACKS, R., KOSKELA, L., DAVE, B. A., OWEN R. Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction **Journal of Construction Engineering and Management.**136 (2010b) 968-980.

APÊNDICE A – Mapeamento do processo de projeto do método tradicional e com o BIM



Fonte: Escritório de Arquitetura, adaptado pelos autores (2020)