

A IMPORTÂNCIA DO PLANO DE EXECUÇÃO BIM COMO EXIGÊNCIA EM CONTRATOS PARA PROJETOS DO SETOR PÚBLICO

THE IMPORTANCE OF THE BIM EXECUTION PLAN AS A REQUIREMENT IN CONTRACTS FOR PUBLIC SECTOR PROJECTS

LA IMPORTANCIA DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM COMO REQUISITO EN LOS CONTRATOS DE OBRAS DEL SECTOR PÚBLICO

Jon Karl Weibull^{1,3}, Marcello Congro^{1,2}, Eduardo Thadeu Corseuil³, Deane Roehl^{1,2}

RESUMO:

Os conceitos envolvendo o Building Information Modeling (BIM) começaram a ser discutidos para a área de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) a partir da década de 1970. Fatores críticos de sucesso e barreiras à adoção do BIM foram estudadas exaustivamente, levando à elaboração de diversos guias e protocolos. Muitos destes estudos trazem o Plano de Execução BIM (PEB) como parte importante no sucesso dos desenvolvimentos envolvendo a modelagem da informação da construção. Este artigo propõe uma revisão da literatura através da consulta a artigos publicados em revistas científicas nacionais e internacionais, guias BIM e normas ISO 19650 para justificar quais as melhores práticas para elaboração dos documentos PEB, dos contratos e de suas interações. A partir desta análise, são sugeridas diretrizes para a elaboração do PEB alinhadas com a norma ISO 19650 e adaptadas para o setor público. Adicionalmente, detalham-se os diferentes modelos de contrato utilizados internacionalmente, comparando-os com os modelos legalmente disponíveis para licitações no Brasil. Neste sentido, entende-se que o modelo de regime diferenciado de contratação pública pode ser modificado para atender às demandas colaborativas do BIM, e, assim, melhor extrair os benefícios que a metodologia tem a oferecer.

PALAVRAS-CHAVE: PEB; regime de contratação; obras públicas; ISO 19650.

¹Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

²Grupo de Modelagem e Simulação Multifísica, Instituto Tecgraf, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

³Grupo de Engenharia Digital, Instituto Tecgraf, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Fonte de Financiamento:
Declara não haver.

Conflito de Interesse:
Declara não haver.

Submetido em:
09/03/2023
Aceito em:
21/08/2024

How to cite this article:

WEIBULL, J. K. et. al. A importância do plano de execução BIM como exigência em contratos para projetos do setor público. *GESTÃO & TECNOLOGIA DE PROJETOS. SÃO CARLOS, V19, N2, 2024.*
<https://doi.org/10.11606/gtp.v19i2.209222>



ABSTRACT:

The Architecture, Engineering, Construction, and Operations (AECO) areas started discussing Building Information Modelling (BIM) in the 1970s. Critical success factors and barriers to BIM installment were exhaustively studied, leading to the elaboration of several guides and protocols. Many of these studies bring the BIM Execution Plan (BEP) as an essential part of the successful development of building information modeling. This article proposes a literature review by consulting articles published in national and international scientific literature, BIM guides, and ISO 19650 standards to justify the best practices for preparing PEB documents, contracts, and their interactions. Based on this analysis, guidelines are suggested for preparing the BEP based on the literature studied, aligned with the ISO 19650 standard, and adapted for the public sector. Additionally, the different international contract models are detailed, comparing them with the legally available models for bidding in Brazil. In this sense, the differentiated regime model of public procurement can be modified to meet the collaborative demands of BIM and thus better extract the benefits that the methodology offers.

KEYWORDS: BEP; contracts; public construction; ISO 19650.

RESUMEN:

Los modelos integrados de información (BIM) han surgido para ser discutidos por el área de Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operaciones (AECO) en la década de 1970. Se estudiaron exhaustivamente los factores críticos de éxito y las barreras para la adopción de BIM, lo que llevó a la elaboración de varias guías y protocolos. Muchos de estos estudios traen el BIM Execution Plan (BEP) como una parte importante en el éxito de los desenvolvimientos de modelado de información de construcción. Este artículo propone una revisión bibliográfica mediante la consulta de artículos publicados en revistas científicas nacionales e internacionales, guías BIM y normas ISO 19650 para justificar las mejores prácticas en la elaboración de documentos PEB, contratos y sus interacciones. Con base en este análisis, se sugieren lineamientos para la elaboración del BEP basados en la literatura estudiada, alineados a la norma ISO 19650 y adaptados para el sector público. Además, se detallan los diferentes modelos de contrato utilizados a nivel internacional, comparándolos con los modelos legalmente disponibles para licitar en Brasil. En este sentido, el modelo de régimen diferenciado de contratación pública puede modificarse para satisfacer las demandas colaborativas de BIM, y así extraer mejor los beneficios que ofrece la metodología.

PALABRAS CLAVE: BEP; regime de contractos; obras públicas; ISO 19650.

INTRODUÇÃO

Na sequência da quarta revolução industrial e do crescente processo de customização do setor industrial, a migração digital no setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) vem sendo conhecida pelo mercado como Construção 4.0 (Kassem; Succar, 2017; Succar; Kassem, 2015; Winfield, 2020). No centro dessa revolução, está o BIM (*Building Information Modeling*), metodologia que envolve diversas tecnologias bem consolidadas, tais como a modelagem tridimensional, objetos enriquecidos com atributos e informações, bancos de dados, sistemas de colaboração e fluxos de processos (Sacks et al., 2018; Winfield, 2020). Estas tecnologias, apesar de estarem sendo empregadas há algum tempo na indústria, são executadas, na prática, de forma isolada. Deste modo, o uso combinado destas tecnologias para criar um ambiente digital 3D, compartilhado e rico em informação passou a ganhar amplo destaque nos últimos anos.

Esta metodologia, digitalmente centrada, que promete mitigar erros orçamentários, reduzir incertezas de projeto, reduzir o tempo de execução e, em última instância, fornecer um modelo digital para operação e gestão da construção, vem sendo incorporada pelo setor AECO em todo o mundo (Arshad et al., 2019; Brito; Ferreira; Costa, 2021; Hamdi; Leite, 2014; Huzaimi Abd Jamil; Syazli Fathi, 2019; Kassem; Succar, 2017; Sacks et al., 2018). Existem diversos casos de sucesso, embora sejam observados casos de falha na implementação do BIM. Tal conflito tem se tornado fonte de estudos e pesquisas que tratam desde o nível de maturidade BIM, passando por fatores críticos de sucesso (Brito, 2019; Celozza; Leite; De Oliveira, 2021; Chegu Badrinath; Hsieh, 2019; Won; Lee, 2016) ou, na antemão dos fatores de sucesso, as barreiras à sua adoção (Celozza; De Oliveira; Leite, 2021; Chegu Badrinath; Hsieh, 2019; Leśniak; Górká; Skrzypczak, 2021; Won; Lee, 2016).

Em meio a inúmeras pesquisas que buscam entender os motivos que, ou tornam BIM uma metodologia revolucionária, ou analisam seus fracassos, fica claro que sua instalação não vem sem percalços. A migração da modelagem convencional para BIM requer um processo bem delineado, uma vez que representa não somente uma nova tecnologia para modelagem e projetos em engenharia civil, mas sim uma mudança de paradigma, caracterizada por um ambiente de colaboração (Celozza; Leite; De Oliveira, 2021; Sacks et al., 2018; Winfield, 2020).

Por meio de uma metodologia colaborativa nas primeiras fases do projeto, tais como estudos de viabilidade e concepção do empreendimento, a metodologia BIM pode prover uma modelagem mais abrangente e completa, reduzindo o risco (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017; Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016; Sacks et al., 2018). Desta forma, quanto mais claro forem os processos e o escopo do projeto nos seus primeiros estágios, mais econômico tenderá a ser o projeto ao longo de seu ciclo de vida, e, para tanto, se fazem necessários processos claros antes de iniciar o projeto. Por sua vez, é importante que esses processos estejam bem definidos. A metodologia BIM traz dois documentos para desempenhar este papel, definindo e esclarecendo o uso do BIM para o projeto. O primeiro é o *BIM Mandate*, também conhecido por manual, caderno ou referência BIM. Este documento é elaborado pela contratante com escopo generalista e tem a função instruir o fornecedor de serviços quanto aos usos BIM e requisitos esperados pelo cliente.

O manual traz os requisitos obrigatórios e as práticas esperadas para a execução do projeto, exemplificações de processos, modelos e as diretrizes classificatórias exigidas. Um exemplo é o Caderno BIM Paraná (Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística, 2018). Além do *BIM Mandate*, existem os guias BIM, similares aos manuais, mas definidos por entidades autônomas e têm caráter puramente educativo. Como exemplos nacionais, é possível citar o guia de boas práticas da Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (Associação Brasileira de

Escritórios de Arquitetura, 2015), a coletânea de aplicação do BIM para construtoras e incorporadoras da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016) e a coletânea de Guias BIM da Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017). Por mais que estes guias não desempenhem papel normativo, servem como ponto de partida para facilitar o entendimento sobre a metodologia BIM.

O segundo documento que traz as definições iniciais para o projeto é o Plano de Execução BIM (PEB), em inglês, *BIM Execution Plan*, indicado inicialmente pela norma britânica *Purchase American National Standards Institute* (ANSI PAS 1192-2) (British Standards Institution, 2013). Este documento deve ser elaborado pela contratada e funciona como uma ponte entre os requisitos de informação exigidos e os processos e recursos de projeto para atingi-los (Sacks et al., 2018). Além disso, de forma geral, quando houver um *BIM Mandate*, é natural que o PEB incorpore boa parte de seu conteúdo, visto que o *BIM Mandate* disponibiliza a maneira pela qual a contratante deseja conduzir o projeto. O PEB é um documento previsto pela norma ISO 19650 (International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b), correspondente à norma brasileira ABNT NBR ISO 19650:2022 – Organização e digitalização de informações sobre edificações e engenharia civil, incluindo BIM – Gestão da informação usando BIM (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022), e, quando bem elaborado, amarra o escopo, as responsabilidades, os prazos e formas de entrega da informação. Pelo lado do projeto, evita-se desperdícios e retrabalhos, e, ao mesmo tempo, dificulta-se contestações e litígios por parte do cliente. Neste sentido, pesquisas atuais apontam o PEB como elemento fundamental para casos bem-sucedidos de adoção do BIM (Celoza; Leite; De Oliveira, 2021; Chegu Badrinath; Hsieh, 2019; Huzaimi Abd Jamil; Syazli Fathi, 2019).

Tendo em vista a importância explicada anteriormente das primeiras fases do projeto e os primeiros documentos exigidos pela metodologia, propõe-se uma revisão de publicações a partir de 2017, à luz das referidas normas, mandatos BIM e guias que ajudem a entender e direcionar a elaboração do PEB. Além disso, propõe-se mostrar a relação do plano de execução com os contratos e seus impactos no sucesso de um projeto de obra pública.

METODOLOGIA

O propósito desta pesquisa é entender a função do documento PEB em um projeto utilizando a metodologia BIM, conceituar os modos pelos quais se pode contratar um projeto em BIM e, ao final, os impactos desses documentos na condução dos projetos. Adicionalmente, busca-se investigar o quanto a literatura nacional absorveu das novas normas da ISO 19650:2019 – Organização e digitalização de informações sobre edificações e engenharia civil, incluindo *Building Information Modelling* (BIM) – Gestão da informação usando BIM (International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022). Uma vez entendido este cenário, propõe-se a realização de uma análise para identificar quais as sugestões acadêmicas nacionais que contemplem os planos de execução BIM e contratos. Grande dificuldade surge ante o fato de que poucas pesquisas analisam os efeitos do PEB como documento contratual, sendo o foco das pesquisas voltado principalmente para eficiência, retorno do investimento, fatores críticos, dentre outros (Celoza et al., 2021).

Os artigos internacionais foram selecionados com base nas citações nas plataformas *Scopus*, *Web of Science* (WoS) e *Google Scholar*. Adicionalmente, os guias, cadernos e teses nacionais foram classificados em função de sua relevância aos temas PEB, contratos e setor público. A Figura 1 ilustra esquematicamente o fluxo de processo para a elaboração do artigo.

Adicionalmente, a Tabela 1 traz uma lista do material utilizado e a contagem de citações até a data da elaboração deste artigo.

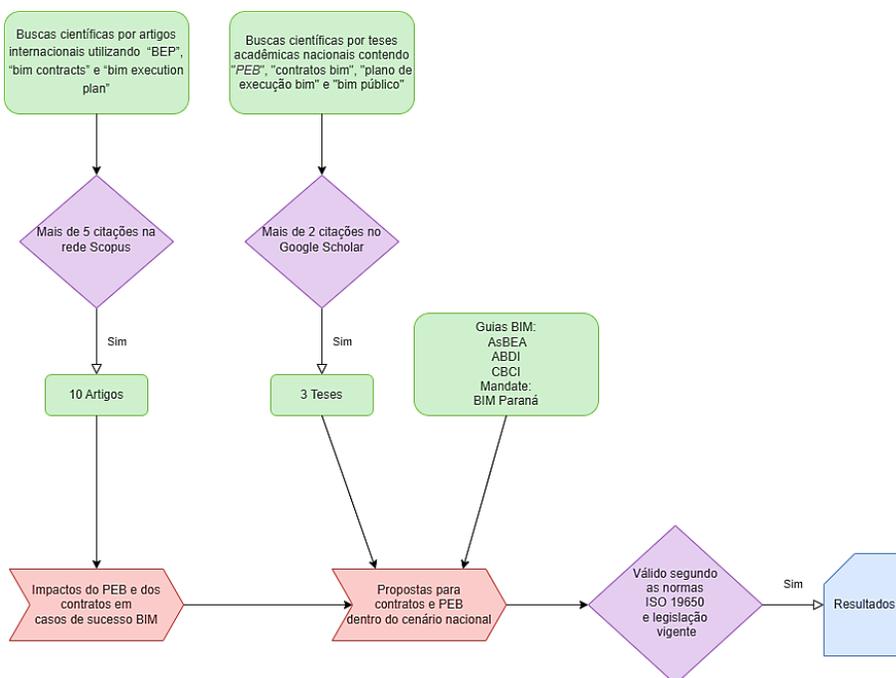


Figura 1. Fluxograma de revisão bibliográfica.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Além disso, faz-se uma análise das propostas tanto para contratos, quanto para o PEB trazidas por guias e teses acadêmicas nacionais. O intuito é medir seu alinhamento com as boas práticas, casos de sucesso/fracasso documentados e a legislação vigente. Verifica-se a possibilidade de alinhar, caso necessário, tais propostas com as normas fornecidas pela ISO 19650 (International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022).

Fonte	Tipo	Scholar	WoS	Scopus	Ano
		Quantidade de citações			
(Abaurre, 2014)	tese	18	NA	NA	2014
(Walasek; Barszcz, 2017)	artigo	189	NA	86	2017
(Manenti, 2018)	tese	9	NA	NA	2018
(Sacks et al., 2018)	livro	1182	NA	NA	2018
(Brito, 2019)	tese	5	NA	NA	2019
(Huzaimi Abd Jamil; Syazli Fathi, 2019)	artigo	16	NA	11	2019
(Chegu Badrinath; Hsieh, 2019)	artigo	42	22	24	2019
(Fan et al., 2019)	artigo	39	22	31	2019
(Franz; Messner, 2019)	artigo	76	33	44	2019
(Arshad et al., 2019)	artigo	83	38	48	2019
(Winfield, 2020)	artigo	43	NA	25	2020
(Assaad et al., 2020)	artigo	58	37	51	2020
(Celoza; Leite; De Oliveira, 2021)	artigo	26	NA	22	2021
(Leśniak; Górká; Skrzypczak, 2021)	artigo	89	42	48	2021

Tabela 1. Lista de trabalhos analisados e citações.

Fonte: Elaborado pelos autores.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

AS NORMAS ISO 19650

As normas ISO 19650 (International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022), com a Parte I e a Parte II originalmente publicadas em 2018, nasceram de normas firmadas no Reino Unido sob PAS 1192-2 (British Standards Institution, 2013), com a função de suprir a necessidade de formalização, trazer consistência na adoção e ajudar no fomento da metodologia BIM. Diversos países passaram a buscar embasamento na norma inglesa e, portanto, estabeleceu-se através da ISO uma coletânea de normas que atendesse mais especificamente o cenário internacional (International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022). Desde então, a norma ISO substituiu a norma original inglesa e consolidou a maturidade que a metodologia atingiu desde que foi originalmente proposta de forma global. A série de normas propostas pela ISO possui espectro amplo, não oferecendo soluções prontas, mas sim padronizando aquilo que deve existir em modelos BIM, assim como o que se espera ao final de um projeto utilizando essa metodologia (Winfield, 2020).

As normas definem as diretrizes para os diversos processos dentro da metodologia BIM. Para a adequada descrição dos processos, as normas aprofundam em detalhe quais são os atores participantes dos processos e, sob o aspecto da tecnologia da informação, o Ambiente Comum de Dados (em inglês, *Common Data Environment* [CDE]). A norma então propõe uma série de processos de interação entre clientes, fornecedores de serviços e tecnologia da informação que devem ser descritos no documento PEB. Neste sentido, expõe como descrever o projeto através do PEB, quais informações o compõem e, finalmente, o que cada informação significa para o projeto.

BIM E O IMPACTO NAS FASES INICIAIS DE UM PROJETO

Paulson (1976) apresenta curvas de impacto e de custo relacionadas ao estágio de um projeto, mostrando que esta relação é inversa. Essa curva aparece com adaptações em diversos outros trabalhos para justificar os ganhos ao se planejar melhor o projeto nas fases iniciais, como no trabalho de Sacks et al. (2018). Entretanto, a adaptação mais conhecida é a curva de MacLeamy (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017; Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura, 2015; Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016; Walasek; Barszcz, 2017). A curva de MacLeamy inclui mais duas curvas ao gráfico de Paulson (1976), uma para o método de projeto tradicional e outra para o método utilizando BIM e IPD. A partir dessas duas curvas, pode-se concluir como as decisões de projeto têm menor risco de acréscimos em custo quando tomadas em estágios iniciais. Tomando como exemplo a mudança de local de um banheiro de uma casa, o impacto no custo do projeto é menor quanto menos se tenha trabalhado no projeto. Tal decisão tende a ter um custo cada vez maior conforme o projeto vai progredindo, chegando finalmente ao estágio em que não mais será possível manter o custo e prazo orçados (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017; Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura, 2015; Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016; Sacks et al., 2018; Walasek; Barszcz, 2017).

A metodologia BIM explora tal característica alocando mais recursos para as fases iniciais do projeto. A partir do modelo integrado de projeto, é possível trazer construtoras e fornecedores de insumos para os estágios iniciais do projeto, reduzindo o retrabalho por alterações que só seriam apontadas após a conclusão do projeto de engenharia. Tais ações trazem como

resultado modelos de maior confiabilidade com quantitativos e custos iniciais mais precisos e automatizados, planejamento mais assertivo do canteiro e das etapas de obras (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016; Sacks et al., 2018).

Existem outros fatores que se favorecem do modelo preciso fornecido pelo uso do BIM, mas dependem fortemente dos usos pretendidos da metodologia para o projeto. Entretanto, é preciso definir processos, recursos e pessoas para se aplicar cada uma dessas ações e extrair seus ganhos, garantindo que estes recursos e processos serão adequadamente aplicados. Esta é a principal razão para a existência dos Mandatos BIM, do PEB e dos contratos orientados a esta nova dinâmica.

O PLANO DE EXECUÇÃO DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

O Plano de Execução da Modelagem da Informação da Construção é mais conhecido como Plano de Execução BIM ou, no inglês, *BIM Execution Plan* (BEP). Esse documento compõe as diretrizes recomendadas pelas normas ISO 19650 (International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022) e, portanto, não é opcional para projetos em BIM. Apesar de ser um documento único, é prevista sua entrega em duas fases. A primeira fase, opcional, corresponde ao PEB preliminar ou pré-contrato. O documento é elaborado pela contratante e, em seguida, complementado e devolvido pelos fornecedores de serviços, antes da assinatura do contrato, contendo informações mínimas para a avaliação da capacitação e dos processos da empresa. Assim, o contratante tem a clareza do que está sendo contratado antes da assinatura do contrato (Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017; International Organization for Standardization, 2018a; Manenti, 2018). O PEB pós-contrato ou do empreendimento é realizado após a assinatura do contrato, configurando-se como um documento mais completo, apesar de prever espaço para mudanças de forma a acomodar possíveis incertezas de projeto (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017; Arshad et al., 2019; Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura, 2015; Assaad et al., 2020; Celozza; Leite; De Oliveira, 2021; Fan et al., 2019; Huzaimi Abd Jamil; Syazli Fathi, 2019; Manenti, 2018; Sacks et al., 2018).

É de grande importância que todos os colaboradores compreendam efetivamente o relacionamento entre o contrato e o documento PEB para projetos BIM. O PEB pode ser entendido como uma ponte entre os requisitos do cliente, os fornecedores, a construtora, o usuário final e a equipe de projeto. Uma vez entendidos os requisitos de projeto, o PEB contém um detalhamento de todos os recursos físicos e humanos, processos, trocas, responsabilidades, formatos, entregáveis e cronogramas necessários para satisfazer as necessidades de informação e dados do contratante relacionados ao projeto colaborativo BIM (Sacks et al., 2018; Winfield, 2020). Deste modo, as chances de sucesso de um projeto BIM caem drasticamente conforme partes interessadas se eximem dos processos originalmente definidos para a aplicação desta metodologia (Arshad et al., 2019; Brito, 2019; Celozza; Leite; De Oliveira, 2021; Hamdi; Leite, 2014; Manenti, 2018).

Ao mesmo tempo, os autores citados explicam que, dado o conjunto de informações do PEB, uma vez amarrado a um contrato, pode fornecer garantias legais para todos os colaboradores. Uma vez aceito o PEB em contrato, não se pode solicitar mais do que aquilo que foi acordado previamente no documento e, ao mesmo tempo, todos os entregáveis, processos e pessoas ficam condicionados às responsabilidades nele descritas.

No entanto, o PEB não pode ser completamente rígido. Numa metodologia BIM, onde entende-se que toda informação ou necessidade especial deve ser documentada, deve-se abrir espaço para que tais mudanças sejam contempladas, e a maneira pela qual elas serão acordadas entre todas as partes (Arshad et al., 2019; Assaad et al., 2020; Celozza; De Oliveira; Leite, 2021;

Huzaimi Abd Jamil; Syazli Fathi, 2019; Manenti, 2018). Para tais cenários extraordinários, o PEB deve prever um espaço para processos de alteração e mudanças, de modo que ocorram de forma clara e previamente acordada entre todas as partes (International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022). A Figura 2 resume parte das importâncias de se elaborar um PEB de forma correta.



Figura 2. A importância do PEB.

Fonte: Elaborado pelos autores.

CONTRATOS E PEB SEGUNDO A LITERATURA

Segundo Celozza et al. (2021), observa-se um aumento da eficiência de projeto ao se modelar utilizando tecnologia 3D, gerando modelos BIM. No entanto, existe um número reduzido de pesquisas que relacionam o modelo de contrato e PEB ao sucesso de um projeto. Neste estudo, Celozza et al. (2021) reúne informações coletadas de questionários enviados via rede social. Através do método *Qualitative Comparative Analysis* (QCA), avaliaram-se fatores chave de um projeto, onde o sucesso foi definido como uma entrega aceita dentro de 5% do valor acordado. Os parâmetros avaliados foram: o licitado foi contratualmente obrigado a usar BIM; o uso do BIM foi obrigatório por contrato para engenharia e arquitetura; BIM foi considerado um documento de projeto por contrato; PEB foi elaborado para o projeto; subcontratadas foram obrigadas contratualmente a usar BIM; elaborar o PEB foi exigido em contrato.

Este estudo chegou a algumas conclusões interessantes acerca dos parâmetros analisados. Em todos os casos de sucesso, três parâmetros estavam presentes e, portanto, foram classificados como necessários ao cenário de êxito: (i) o PEB foi elaborado para o projeto; (ii) o licitado foi obrigado a usar BIM e (iii) as subcontratadas obrigadas a usar BIM. O artigo de Celozza et al. (2021) aborda o assunto de forma qualitativa, portanto, não fornece parâmetros numéricos, tais como economia com uso de PEB ou redução de tempo. Ainda assim, a pesquisa demonstra a importância do PEB para alcançar sucesso em projetos. A importância do PEB também é observada por diversos outros autores (Brito, 2019; Chegu Badrinath; Hsieh, 2019; Franz; Messner, 2019; Manenti, 2018; Walasek; Barszcz, 2017).

Franz & Messner (2019) enfatizam que níveis maiores de participação na elaboração do PEB tem impactos positivos no uso do BIM. Desta maneira, o uso do BIM aumenta a qualidade dos modelos e a velocidade de entrega dos projetos. Adicionalmente, Franz & Messner (2019) apresentam uma validação para o processo de elaboração do documento PEB, lançada em sua

segunda versão em 2011, e que foi incorporada à norma norte-americana de BIM. Esta metodologia encontra-se, atualmente, em sua terceira versão (Messner et al., 2021).

Walasek & Barszcz (2017) apontam que uma das principais barreiras ao sucesso de um projeto BIM está ligado à falta de interoperabilidade entre sistemas. Como dito anteriormente, um dos principais ganhos com o BIM é a facilitação da troca de informações, especialmente através do modelo integrado e centralizado, favorecendo, inclusive, a detecção prematura de interferências e orçamentação mais precisa logo nos primeiros estágios. Em seguida, Walasek & Barszcz (2017) explicam como um PEB elaborado previamente ajuda a guiar o uso de softwares, a troca de informação e a garantir que todos os participantes estejam a par dos processos do projeto. Abd Jamil & Fathi (2019) descrevem a importância dos atores chaves na elaboração ativa do documento para que os fluxos de trabalho estejam compatíveis com a realidade da empresa e a metodologia de cada equipe.

Sob o ponto de vista contratual, Walasek & Barszcz (2017) citam a necessidade de adequar o custo de projeto à realidade BIM. A modelagem tridimensional e os processos colaborativos implicam em softwares mais caros, treinamento de pessoas e maior dispêndio de tempo durante as primeiras fases do projeto. Isto impõe um maior custo aos projetistas e deve ser levado em conta na contratação quando o projetista não é o próprio construtor. Lesniak et al. (2021) realizaram estudos sobre barreiras para a adoção do BIM na Polônia e os resultados mostraram que a segunda principal razão para a lentidão na adoção de BIM foram os custos elevados das fases de projeto. Abd Jamil & Fathi (2019), assim como Arshad et al (2019), acrescentam ainda o perigo envolvendo a responsabilidade técnica em projetos colaborativos com métodos de controle de qualidade inadequados e/ou impraticáveis por um ou mais participantes, comprometendo o projeto como um todo. Adicionalmente, citam a necessidade da garantia sobre o direito intelectual, visto que os projetos, com caráter colaborativo, podem expor segredos de ofício e detalhes construtivos das empresas contratadas. Já Assaad et al. (2020) trazem estudo de modelos para contratos internacionais, propondo a integração dos melhores pontos de cada modelo, sob um ponto de vista teórico.

Badrinath & Hsieh (2019) realizaram uma análise e classificação de fatores críticos de sucesso para Taiwan onde, entre os cinco primeiros itens da lista, três são relacionados ao PEB e contratos, quais sejam: trazer o detalhamento tridimensional para a fase de construção, para reduzir incertezas durante a construção; mapear as atribuições e responsabilidades dos participantes e do time de projeto; integrar o BIM e os processos de gestão do ativo na fase de construção; alocação de orçamento específico para o BIM e; o próprio documento PEB. Os três primeiros itens da lista estão contidos no PEB, destacando a importância que se atribui a esses detalhes dentro do documento.

Fan et al. (2019) admitem que os processos, responsabilidades e recursos estão previamente descritos no PEB. No entanto, alegam que o PEB nem sempre é parte do contrato. Tal fato abre brechas para questões legais e, na opinião dos autores, a solução é transferir pontos críticos para dentro do contrato. O artigo elenca dez principais provimentos para contratos de forma a suprir o novo formato de contratação em BIM. Tal solução só é interessante quando o PEB não pode ser tomado como documento contratual por algum motivo (Arshad et al., 2019).

CONTRATOS E PEB NO CONTEXTO BRASILEIRO

Manenti (2018), entendendo o processo de contratação licitatório brasileiro, enquadrado no modelo DBB (*Design-Bid-Build*), divide o PEB em dois documentos, a saber: o PEB preliminar, que é elaborado para entrega junto à licitação e tem escopo reduzido; e o PEB do empreendimento, que deve ser preenchido e entregue antes de qualquer entregável.

Por ser um documento extenso, que envolve definições de todos os processos, Kassem et al. (2014) idealizou alguns protocolos para melhorar a transferência de informação e o entendimento dos processos ali definidos. O gerente de informação, ou gerente BIM, age como peça central na disseminação do conhecimento, com workshops para o cliente e para a cadeia produtiva. É importante que o plano de execução esteja alinhado entre todos os participantes do projeto, afinal, o documento precisa ser referência para toda a modelagem, compras, execuções e troca de informações. O *workshop* do cliente espera melhorar o entendimento dos usos BIM, processos, tecnologias e todo o necessário para a aprovação do PEB pelo cliente. O *workshop* para a cadeia produtiva espera melhorar o entendimento sobre os fluxos, cronogramas e etapas do empreendimento, permitindo assim, um melhor planejamento.

Abaurre (2014) apresenta uma sugestão de modelo de contratos para projetos colaborativos e integrados aplicados ao cenário brasileiro de incorporação. O trabalho de Abaurre (2014) trata de boas práticas previstas na literatura para contratos, validadas por questionários elaborados pela autora e um caso modelo. Grande parte das boas práticas para contratos foram incorporadas ao PEB segundo a norma ISO 19650 (International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022), mesmo assim, os modelos contratuais ainda tratam de contratos como entidades independentes do PEB. No caso de Abaurre (2014), as sugestões contratuais foram embasadas em fontes descentralizadas, como o *American Institute of Architects California (AIA)* (2007, apud Abaurre, 2014), *Penn State University (PSU)* (2009, apud Abaurre, 2014) e outras fontes. Apesar do termo PEB preceder o ano de publicação de sua tese, e não obstante, das próprias normas ISO 19650 (International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022), não havia ainda uma formalização na utilização do documento único como ocorre nas teses de Manenti (2018) e Brito (2019). Isso demonstra a evolução do alinhamento nacional com as normas ISO 19650 (International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022).

Apesar da tese de Brito (2019) discorrer sobre fatores críticos de sucesso para implantação BIM no setor público brasileiro, há muitas referências à importância do documento PEB. No entanto, um dos fatores críticos de sucesso trazidos por Brito (2019) é o modo de contratação. Em seus questionários, são apresentados os principais modos de contratação disponíveis e, entre os resultados, o modelo Regime Diferenciado de Contratação Pública (RDC), foi o que obteve a maior aceitação. Além disso, quase que a totalidade dos respondentes acredita que deve haver um Mandato BIM e que este deve trazer um modelo para o preenchimento do PEB.

MODELOS DE CONTRATAÇÃO E LEIS REGIMENTAIS

Atualmente, o Brasil conta com três principais leis que regulamentam os contratos licitatórios: a Lei nº 8.666/1993 (Brasil, 1993), que foi a tradicional legislação de licitações por décadas; a Lei de Parcerias Público-Privadas (PPP), nº 11.079/2004 (Brasil, 2004); e a Lei nº 12.462/2011 (Brasil, 2011), que instituiu o Regime Diferenciado de Contratações Públicas (RDC). No entanto, com a promulgação da Lei nº 14.133/2021 (Brasil, 2021), o arcabouço legal para licitações passou por uma significativa atualização, incluindo a possibilidade de uso obrigatório da metodologia BIM em contratos públicos.

A Lei nº 14.133/2021 (Brasil, 2021), que substituiu gradualmente a Lei nº 8.666/1993 (Brasil, 1993), moderniza o processo de licitações e contratos administrativos, permitindo, entre outros avanços, a integração mais eficaz da metodologia BIM ao processo licitatório. Diferente da Lei nº 8.666/1993 (Brasil, 1993), que se enquadra no modelo tradicional *Design Bid Build*

(DBB) e limita os ganhos de eficiência ao dificultar a interação entre os participantes, a nova legislação abre espaço para um ambiente mais colaborativo.

O modelo de contratação pelo DBB, definido pela Lei nº 8.666/1993, ocorre por meio do projeto básico em modalidades como preço básico, global, tarefa ou empreitada integral (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017; Brito, 2019). Esse modelo é menos vantajoso sob a ótica do BIM, pois a fragmentação das etapas de projeto e construção impede uma maior integração e colaboração entre os envolvidos. Em contraste, a Lei nº 14.133/2021 promove uma abordagem mais integrada, onde o Plano de Execução BIM (PEB) pode ser elaborado colaborativamente desde o início, permitindo maior alinhamento entre os participantes e otimizando o fluxo de informações ao longo de todo o ciclo de vida do projeto. O modelo de contratação PPP se distingue por permitir que uma mesma empresa faça o projeto e a construção e, ainda opere e mantenha o ativo por um tempo determinado em contrato. Este modelo traz a possibilidade de remuneração variável conforme metas de desempenho. Mesmo se aproximando do modelo *Design Build* (DB), requer a entrega de anteprojeto de engenharia como anexo ao edital, além das metas de desempenho (Brasil, 2004; Brito, 2019).

O modelo de contratação RDC foi criado para agilizar as obras de centros esportivos para os eventos da Copa do Mundo e das Olimpíadas ocorridas no Brasil em 2014 e 2016, respectivamente, mas acabou se ampliando para outras áreas como a saúde e educação (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017; Brasil, 2011). O RDC possui dois modelos em sua redação. O primeiro é o projeto integrado, que prevê o projeto básico, executivo e a construção por uma mesma pessoa jurídica. A orçamentação é fixada por valores médios de mercado e obras públicas similares. Este modelo integrado se assemelha ao DBB, no entanto, exige um anteprojeto de engenharia, no lugar de especificações de desempenho. Esse cenário permite brechas para mudanças de escopo e orçamento (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017). O segundo modelo exige orçamentação detalhada durante fase de projeto básico, podendo assemelhar-se ao DBB, com metas de desempenho e remuneração variadas.

Ambos os modelos RDC e PPP apresentam possibilidades BIM interessantes, uma vez que se baseiam na integração entre projeto e construção. Permitem que o construtor participe das etapas mais prematuras do projeto reduzindo riscos e, ainda, possibilita a confecção integrada do PEB, cobrindo todas as etapas do projeto, salvo concepção e anteprojeto (Sacks et al., 2018).

Uma vez que seja previsto o uso do BIM em um projeto e, elaborado o PEB e contrato com responsabilidades, cronogramas, processos, desempenho e custos, não é interessante que se abram brechas para aditivos. Por este motivo, o modelo de entrega integrada do projeto (*Integrated Project Delivery*, IPD) tem ganhado espaço, especialmente devido à metodologia colaborativa (Sacks et al., 2018). O modelo IPD é considerado, em teoria, como o modelo ideal para contratações que utilizam a metodologia BIM. Não apenas permite a participação de todos os atores do projeto desde a concepção, como pressupõe compartilhar riscos, ônus e bônus entre eles (Abaurre, 2014; Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017; Huzaimi Abd Jamil; Syazli Fathi, 2019; Sacks et al., 2018). Entretanto, não foi encontrado embasamento na literatura para a aplicação do modelo IPD em cenário licitatório. Abaurre (2014) sugere a opção do modelo IPD por meio de uma Sociedade de Propósito Específico (SPE), ou consórcio (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017). Através da transferência dos instrumentos necessários ao cumprimento do IPD para dentro do contrato social ou consórcio, pode ser possível sua adoção em licitação.

O modelo de contratação DBB prevê uma oferta agressiva de preços, pela alta competitividade inerente ao processo (Abaurre, 2014; Huzaimi Abd Jamil; Syazli Fathi, 2019; Sacks et al., 2018). Segundo Arshad et al. (2019), o modelo DBB é o mais econômico e, também, o mais utilizado,

em especial pelo setor público, por proporcionar controle mais próximo do fluxo do projeto. Em contrapartida, o modelo DBB sofre do que Sacks et al. (2018) chama de “maldição do vencedor”. Para tentar recuperar a oferta abaixo do custo estimado, a empresa licitada abusa de aditivos futuros mediante solicitações de mudança em projeto. Sacks et al. (2018) afirma que os prazos dependentes de fornecedores licitados, especialmente de entrega prolongada, tendem a atrasar o projeto como um todo. Somado a isso, permite que empresas contratadas explorem a ineficiência de subcontratadas para justificar atrasos e aumentos de custo, gerando aditivos (Abaurre, 2014).

DISCUSSÃO CRÍTICA E SUGESTÕES

O Plano de Execução BIM está definido hoje, principalmente nas normas ISO 19650 (International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b), onde há sugestões para tudo que deveria constar num documento PEB. Entretanto, partir das normas e chegar a um documento final que reflete todas as necessidades de um projeto específico, com fornecedores, construtoras, serviços e clientes com suas próprias especificidades não é uma tarefa simples. As normas servem como guias para a criação de modelos que reflitam as necessidades reais de um país, estado, município ou setor sem comprometer a eficiência da metodologia BIM. Muitas vezes a criação das diretrizes se mistura a legislação e ao conjunto normativo do local. Desta forma, destaca-se a importância de projetos de pesquisa que levem em consideração o cenário nacional ou regional, a exemplo de Abaurre (2014) e Manenti (2018) e que devem ser atualizados em conjunto com o crescimento da maturidade BIM no país.

Para licitações em BIM, pelo setor público, o presente trabalho sugere o uso do PEB em duas etapas (International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022; Manenti, 2018). Em primeiro lugar, por ser documento previsto por norma e, em segundo lugar, por ser uma maneira simplificada de verificar o grau de maturidade da empresa concorrente. O PEB preliminar deve ser preenchido pelo órgão público licitante e entregue junto com o edital. Idealmente, incluir um mandato BIM e quaisquer modelos úteis ao empreendimento desejado. Em seguida, o PEB preliminar deve ser preenchido e devolvido pelos proponentes com suas capacidades BIM, incluindo: experiências anteriores, matriz de responsabilidades e descrição da equipe, softwares e hardwares pretendidos para o projeto em questão, assim como experiência na equipe que utiliza essas ferramentas.

Por fim, deve incluir os processos propostos para construção do empreendimento utilizando BIM (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017; International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022; Manenti, 2018). As experiências anteriores podem ser comprovadas por meio de certidões de acervo técnico, fornecidos por conselhos regionais ou mediante licitações já concluídas (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017). Manenti (2018) adiciona um espaço livre para diferenciais organizacionais, um espaço para que o concorrente venda seu trabalho e explique o porquê sua empresa é mais interessante. Por mais que isso tenha maior valor para o setor privado, pode ser uma opção interessante para selecionar empresas com ofertas similares.

Uma vez licitada uma empresa ou consórcio, é importante que o plano de execução BIM do empreendimento seja elaborado colaborativamente pelo maior número de participantes possível. Isso aumenta a utilização do BIM e promove melhor fluxo entre todas as partes integrantes do projeto. Tal fato foi considerado um caso crítico de sucesso, conforme visto nas seções anteriores deste artigo (Chegu Badrinath; Hsieh, 2019; Franz; Messner, 2019). Não

somente, o PEB deve ser preenchido alinhado às normas ISO 19650 (International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022).

Como visto em Abd Jamil & Fathi (2019), o PEB deve se adequar ao modelo de trabalho da empresa e, por este motivo, a norma não define o documento de forma fechada. As informações devem constar sempre no documento. Entretanto, os fluxos de processo, *softwares*, responsabilidades e as interações entre a equipe e irão variar de instituto para instituto. A dissertação de Manenti (2018), por exemplo, traz quadros contendo descritivos tanto para o PEB preliminar, quanto para o PEB do empreendimento, validados utilizando questionários com especialistas. Estes quadros podem tornar a leitura da norma e dos guias mais simples em um primeiro momento.

Pela complexidade de elaboração do documento PEB, sugere-se que o documento seja preenchido utilizando como apoio guias e trabalhos que ajudem a criar fluxos realistas para os processos dos integrantes do projeto. Para desenvolver os fluxos de processo e estruturar um PEB alinhado com as necessidades do empreendimento, sugere-se o guia disponibilizado pela universidade da Pensilvânia (Messner et al., 2021). O guia da ABDI-MDIC (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017), por mais que não contenha todas as possibilidades previstas pela norma ISO 19650 (International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022), traz modelos prontos para serem utilizados e um guia para seu preenchimento. Deve-se ter em mente a característica dupla do PEB, tanto de documentação, como de material para consulta técnica. Portanto, é vital que o PEB seja claro e, para isso, pode-se fazer uso de ferramentas mentais como mapas, fluxogramas e ilustrações.

Como descrito nos tópicos anteriores, a precificação é fator importante para projetos em BIM, especialmente quando os modelos de contrato não forem baseados na lei geral de licitações de 1993 (Brasil, 1993), que tendem a promover orçamentos mais competitivos, quando comparados as opções com projeto integrado. No entanto, para contratos de obras que utilizam a metodologia BIM, a literatura sugere que, quanto maior o nível colaborativo possibilitado pelo modelo de contratação, mais ganhos poderá se extrair do BIM, como por exemplo, a redução do risco por meio de orçamentos mais assertivos e, por sua vez, menos aditivos e atrasos, quando comparados ao modelo DBB tradicional. Desta forma, os modelos contratuais mais indicados são os modelos de contratação integrada, tais como IPD, RDC com contratação integrada e PPP.

Além disso, é importante que se exija em contrato que as subcontratadas, agora previstas por lei regulatória, também façam uso do BIM e que sigam o que foi definido no PEB (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017; Brasil, 2011; Serviço Brasileiro De Apoio Às Micro E Pequenas Empresas, 2017). Especialmente para projetos em BIM, é fundamental que os sistemas licitatórios públicos levem em conta mais do que apenas o menor preço médio, passando a definir os escopos de desempenho do empreendimento. Adicionalmente, a avaliação das propostas deve ser somada a uma análise de maturidade utilizando o PEB preliminar como apoio.

Neste contexto, é necessário ainda definir um fluxo de processos para adoção do PEB em uma entrega em duas etapas. A tese de Manenti (2018) traz uma sugestão para o fluxo de adoção do documento com foco em incorporação dentro do setor privado de edificações. Para o modelo licitatório, o fluxo dependerá do modelo de contrato definido para o projeto. Por exemplo, para o DBB, vários PEB serão gerados ao longo de cada etapa licitatória. Em contraponto ao DBB, para o modelo IPD, apenas um PEB será gerado, reunindo integralmente todos os processos, entregas, responsabilidades e usos BIM. Além disso, o documento passa a determinar um único

produto para todos os participantes do projeto. A Figura 3 apresenta uma sugestão para o modelo RDC utilizando a opção de contratação integrada.

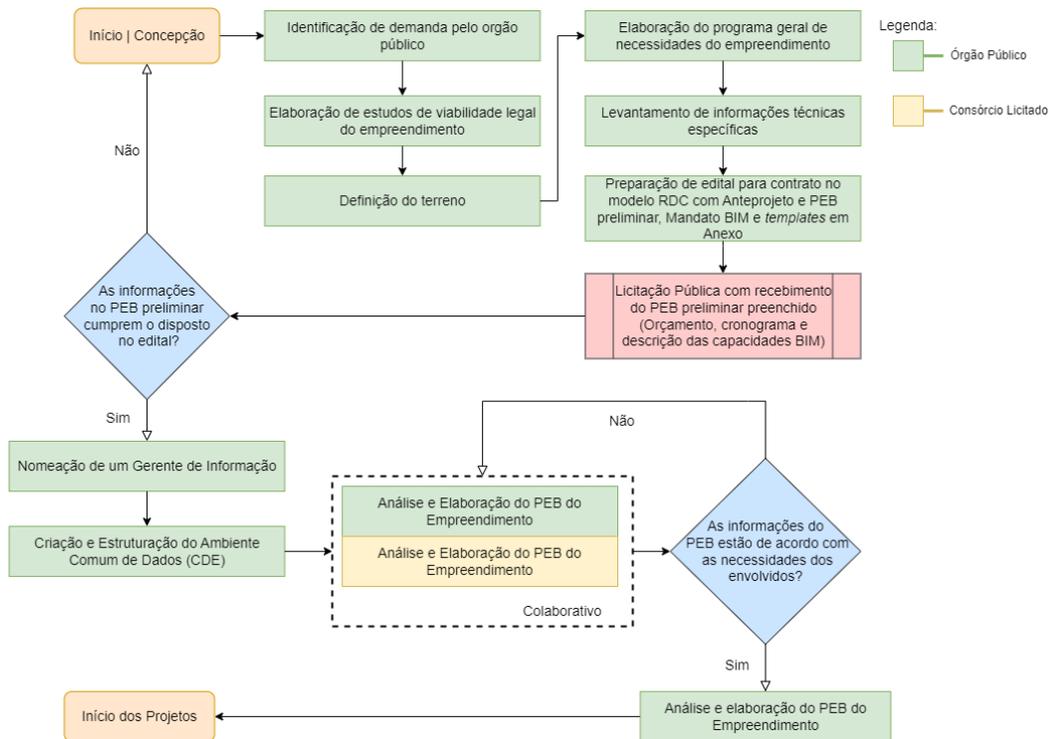


Figura 3. Mapa de fluxo proposto para o projeto e adoção do PEB em duas etapas (da concepção até o início dos projetos).

Fonte: Elaborado pelos autores.

A nova lei nº 14.133/2021 (Brasil, 2021) revogou diversos métodos de licitação, incluindo o RDC. No entanto, é importante notar que o RDC possui semelhanças notáveis com o modelo contratual Design-Build (DB). Como resultado, ele oferece oportunidades intrigantes no contexto do BIM, pois é simples e, incentiva os executores a se envolverem mais profundamente na fase de projeto (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017).

Além dos motivos expostos, a escolha do modelo RDC se fundamentou no fato de que tal modelo obteve a maior aceitação segundo a tese de Brito (2019), tendo sido utilizado no Brasil para fins específicos como olimpíadas, área da saúde e outros exemplos (Brasil, 2011; Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017). Ainda na Figura 3, é possível destacar dois estágios importantes. O primeiro é a nomeação de um gerente de informação por parte do órgão público. Este gerente será responsável por participar na elaboração do segundo passo, o PEB do empreendimento. O documento deve ser elaborado de forma colaborativa por todos os participantes do consórcio vencedor. Este PEB deve ser apresentado a todas as partes pelo gerente de informação garantindo que todos estejam cientes da sua redação e processos. É importante aplicar as sugestões de protocolos de disseminação recorrendo a *workshops* para otimizar o entendimento do PEB, por todas as partes, especialmente para modelos de contratação que não incluem a cadeia de fornecimento.

Em projetos integrados, a etapa de projeto é onde o PEB desempenha seu papel mais importante. É durante a fase de projetos que se desloca a maior parte do esforço de trabalho e, portanto, é vital que os fluxos de trabalho sigam o que foi definido no PEB para que o compartilhamento e a colaboração se deem de forma transparente. A Figura 4 mostra o fluxo, na etapa de projeto, para o exemplo de contrato RDC com contratação integrada. Cabe ressaltar

que o fluxo apresentado na Figura 4, ao contrário da Figura 3, poderia ser utilizado para qualquer modelo integrado, como por exemplo, IPD, RDC ou PPP.

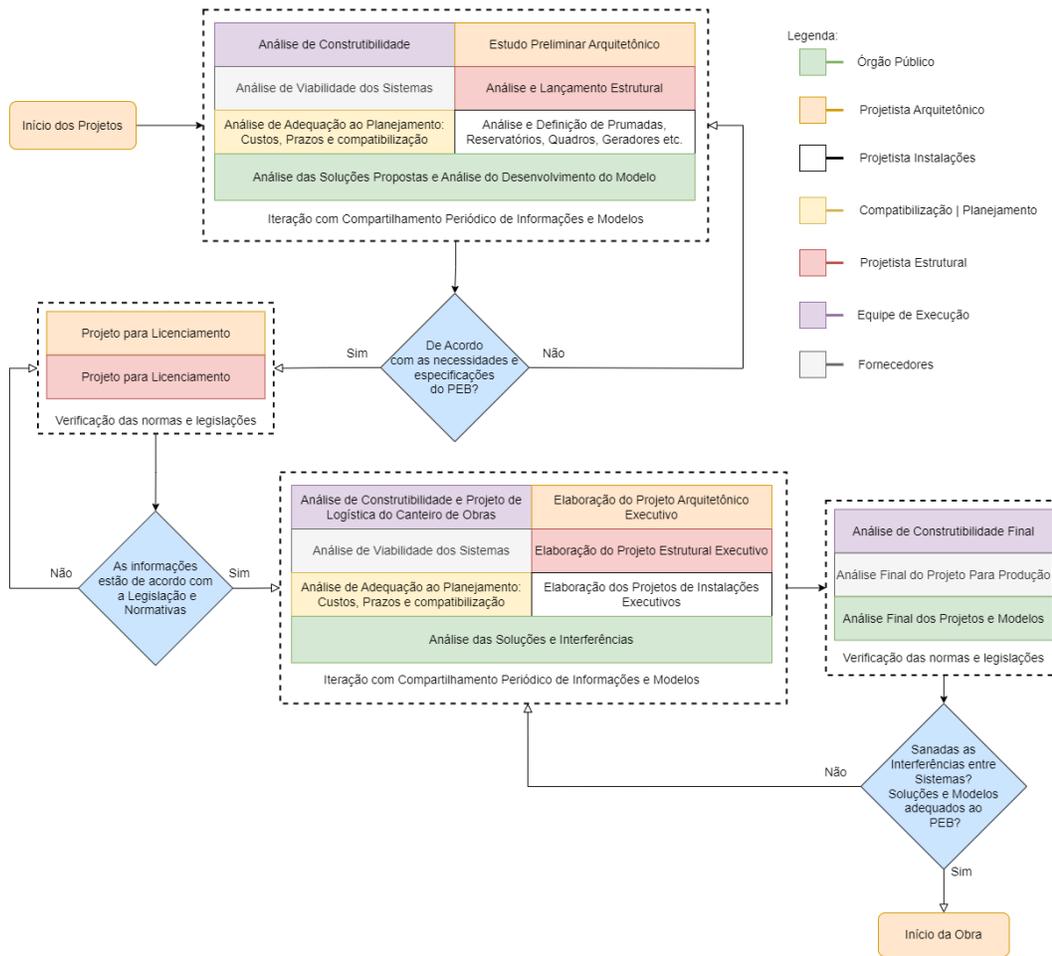


Figura 4. Mapa de fluxo proposto para o projeto e adoção do PEB em duas etapas (início dos projetos até início da obra).

Fonte: Elaborado pelos autores.

É importante que o representante do órgão público, apontado como gerente de informação na Figura 3, acompanhe todo o processo de projeto. Durante a etapa de projeto, deve verificar que o PEB seja respeitado, validando ou rejeitando cada entrega segundo os critérios definidos no documento. Foi assumido que o projeto seria finalizado por completo antes do início das obras para facilitar o desenho do fluxo. Seria possível elaborar pacotes de trabalho para a entrega módulos construtivos ainda durante a fase de projeto executivo. No entanto, cabe lembrar que cada mudança de projeto feita após o início das obras tem grande impacto orçamentário, como pode ser observado na curva de MacLeamy (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017; Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura, 2015; Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016; Walasek; Barszcz, 2017).

A fase de obras é marcada por fiscalização e registros da execução. Sempre que houver alterações ou acréscimo de informações durante a execução, é importante que se atualizem os modelos e as planilhas, como mostra o fluxo proposto na Figura 5. Ao final das obras, sugere-se também uma revisão por todos os participantes do projeto de seus respectivos processos. Essa etapa é fundamental para evoluir a metodologia BIM e aperfeiçoar os fluxos de processo de cada entidade para melhor refletir as metodologias de trabalho. Além disso, para a contratante, cliente ou órgão público, vale atualizar o mandato BIM, quaisquer modelos utilizados e o PEB preliminar conforme necessário.

Para o modelo de contrato RDC com contratação integrada de nosso exemplo de fluxo, há uma etapa de adição de informação de manutenção e operação ao modelo final. Esta adição deve ser feita colaborativamente com o gerente de informação do órgão público. O modelo RDC, por vias de lei, prevê a pré-operação do ativo antes da entrega final para o cliente.

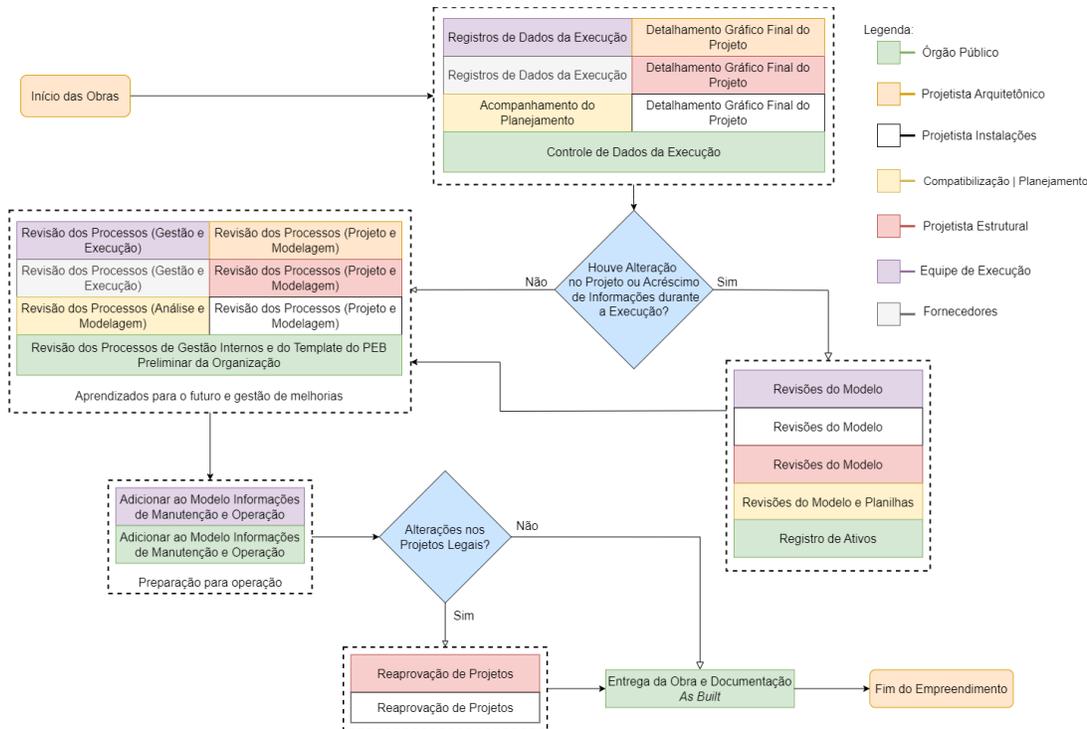


Figura 5. Mapa de fluxo proposto para o projeto e adoção do PEB em duas etapas (início das obras até a entrega).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Uma vez que o PEB é incorporado ao processo licitatório, é necessário tornar os entregáveis BIM descritos no PEB em elementos de contrato a serem cumpridos. No que diz respeito ao modelo contratual a ser definido, constata-se uma forte dependência com as necessidades do projeto. Uma alteração interessante ao modelo RDC seria trocar o orçamento médio por especificações de desempenho assim como é feito em outros países (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017). Isso dificulta a contestação do valor previamente acordado alegando desempenho diferente do baseado no preço médio de mercado. O modelo PPP tem um nicho mais específico para obras com concessão de uso, mas também permite que se extraiam ganhos da utilização BIM, desde que fixadas as especificações de desempenho.

O modelo de contrato depende da finalidade esperada para o ativo, mas do ponto de vista do BIM e, segundo a literatura revisitada neste trabalho, é importante que se determine a propriedade intelectual do modelo em favor dos contratados. Cabe lembrar que o ambiente extremamente colaborativo e de trocas de informação transparentes expõe segredos de negócio das empresas e, portanto, medidas contratuais devem ser tomadas para preservar a propriedade produzida pelas partes contratadas. É importante que se determine a obrigação do uso da metodologia BIM e que se obrigue a preencher o PEB da forma mais colaborativa possível. Destaca-se ainda o fato de que todas as partes, incluindo o cliente, participem ativamente do preenchimento do PEB do empreendimento. Para o caso licitatório brasileiro, deve-se prever um responsável pela troca de informação com as contratadas, não só para fiscalizar o cumprimento do PEB, mas para garantir entregas válidas. Um exemplo de guia para entender como criar esses fluxos pode ser visto em (Messner et al., 2021).

CONCLUSÃO

O objetivo deste artigo foi trazer uma visão em consonância com as normas ISO 19650 (International Organization for Standardization, 2018a; 2018b; 2021a; 2021b; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022), sobre as questões envolvendo a adoção do BIM para projetos no setor público. A revisão da literatura evidenciou que, ao não se conferir a devida importância à contratos e ao PEB, para projetos que utilizam metodologia BIM, estes acabam por se tornar pontos de fragilidade e os projetos apresentam menores chances de sucesso. Neste sentido, ficou clara a importância de começar um projeto BIM de forma correta, com a definição de um contrato BIM adequado ao perfil do projeto e um documento PEB estruturado para definir como a informação deve ser produzida, colaborada e apresentada. Para países que ainda buscam uma adoção BIM, grande parte das barreiras e fatores de sucesso já foi mapeada. Ainda assim, as leis e regulamentações se mostram conflitantes quanto às definições, tão básicas, quanto à descrição do significado de um projeto básico ou executivo. Segundo a literatura, tudo aquilo que não é claro segundo a lei precisa ser descrito em contrato ou dentro do PEB para evitar possíveis disputas.

Contratos são a principal garantia legal em qualquer negócio ligado a indústria da construção civil. Constatou-se importância de se vincular BIM e o documento PEB ao contrato. Já os modelos contratuais disponíveis em lei para reger o sistema licitatório nacional, segundo a literatura, ainda abrem brechas para aditivos, além de não fornecerem mecanismos legais claros para utilização do modelo IPD. O desenvolvimento de consórcios para projetos trazida por Abaurre (2014) e pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2017) se mostrou interessante por permitir a soma de acervos técnicos distintos. Empresas com diferentes competências podem formar um conglomerado onde cada parte atenda a um requisito do edital. Esse é um tema interessante para pesquisas futuras.

Dado o panorama visitado na literatura, buscou-se, em seguida, propostas de diversos outros trabalhos, guias e normas que abordassem este cenário fundamentando os principais requisitos para sucesso e a forma pela qual estes documentos impactam na adoção do BIM. Foi constatada a importância destes documentos refletirem a realidade do projeto, das empresas e do cenário de construção local. Caso o documento PEB seja elaborado sem o cuidado com os fluxos de trabalho reais, não só o documento não trará o apoio esperado ao desenvolvimento, como haverá falha para orçar corretamente o trabalho a ser produzido. Deve-se também ficar atento à maior demanda em fase de projeto, por conta do perfil colaborativo da metodologia BIM.

Como dito anteriormente, diversas pesquisas foram realizadas no âmbito das implementações BIM, de forma isolada ou com estudos de mais de 10 anos. Este trabalho reúne pesquisas recentes, estuda a evolução no alinhamento destas pesquisas com as normas BIM e, ao final, traz um conjunto de soluções apoiadas nestas pesquisas, para aplicar o BIM no contexto do setor público. Para melhor exemplificar a utilização do PEB ao longo de um projeto típico, o trabalho traz uma sugestão de fluxo de processos utilizando a entrega do PEB em duas etapas e, modelo de contratação RDC com contratação integrada. Este modelo de contratação ganhou muita força desde os eventos da copa do mundo e olimpíadas, sediados no Brasil e no Rio de Janeiro. Tentou-se esclarecer as inconsistências dentro deste modelo e como tirar o melhor proveito das ferramentas contratuais, e seus mecanismos para sucesso no projeto. Como trabalhos futuros, sugere-se estudos que apoiem a decisão de contratação baseada no PEB preliminar. Por exemplo, formas de padronizar o PEB preliminar, em formato digital, possibilitando métodos de avaliação automatizados e a geração de um perfil de maturidade ranqueado.

Agradecimentos

O presente artigo foi desenvolvido dentro do projeto de pesquisa e extensão “Aplicação da teoria da quádrupla hélice da inovação e aferição de impacto dos investimentos em Engenharia e Arquitetura do Estado do Rio de Janeiro” (Projeto InfraCidades). Os autores gostariam de agradecer ao Instituto Tecgraf/PUC-Rio, à Fundação Padre Leonel Franca, ao Instituto Estadual de Engenharia e Arquitetura (IEEA/RJ) e ao Governo do Estado do Rio de Janeiro pelo apoio dado a esta pesquisa.

Referências Bibliográficas

- ABAURRE, M. W. **Modelos de Contrato Colaborativo e Projeto Integrado para Modelagem da Informação da Construção**. 2014. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. <https://doi.org/10.11606/D.3.2013.tde-14122014-112835>
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. Brasília, DF: ABDI, 2017.
- ARSHAD, M. F. et al. Contractual Risks of Building Information Modeling: Toward a Standardized Legal Framework for Design-Bid-Build Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 145, n. 4, abr. 2019. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001617](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001617)
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 19650-1.2: Organização e digitalização de informações sobre edifícios e obras de Engenharia Civil, incluindo modelagem de informações de construção (BIM) – Gerenciamento de informações usando modelagem de informações de construção. Parte 1 – Conceitos e princípios; Parte 2 – Fase de entrega de ativos. Rio de Janeiro, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (ASBEA). **Fluxo de Projetos em BIM: Planejamento e Execução**. [s.l.] ASBEA, 2015. v. 2
- ASSAAD, R. et al. Contractual Perspective for BIM Utilization in US Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 146, n. 12, dez. 2020. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001927](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001927)
- BRASIL. **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993**. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Brasília, DF: Congresso Nacional, [1993]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm. Acesso em: 05 fev. 2023.
- BRASIL. **Lei nº11.079, de 30 de dezembro de 2004**. Institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública. Brasília, DF: Congresso Nacional, [2004]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2004-2006/2004/Lei/L11079.htm. Acesso em: 05 fev. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011**. Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC. Brasília, DF: Congresso Nacional, [2011]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2011-2014/2011/Lei/L12462.htm. Acesso em: 05 fev. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 14.133, de 1 de abril de 2021**. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília, DF: Congresso Nacional, [2021]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm. Acesso em: 15 out. 2023.

THE BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI); UK BIM ALLIANCE: Purchase American National Standards Institute - PAS 1192-2, 2013.

BRITO, D. M. DE. **Fatores Críticos de Sucesso para Implantação de Building Information Modeling (BIM) por Organizações Públicas**. 2019. 191 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador.

BRITO, D. M., FERREIRA, E. de A. M., & COSTA, D. B. An Investigation of Contractual Requirements for BIM Adoption in the Brazilian Public Sector. **Lecture Notes in Civil Engineering**, v. 98, 2021.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI). **PAS 1192-2:2013** – Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modeling. London: BSI, 2013.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília, DF: CBIC, 2016.

CELOZA, A.; LEITE, F.; DE OLIVEIRA, D. P. Impact of BIM-Related Contract Factors on Project Performance. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v. 13, n. 3, ago. 2021. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LA.1943-4170.0000478](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LA.1943-4170.0000478)

CHEGU BADRINATH, A.; HSIEH, S.-H. Empirical Approach to Identify Operational Critical Success Factors for BIM Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 145, n. 3, mar. 2019. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001607](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001607)

FAN, S.-L. et al. Latent Provisions for Building Information Modeling (BIM) Contracts: A Social Network Analysis Approach. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 23, n. 4, p. 1427–1435, 26 abr. 2019. <https://doi.org/10.1007/s12205-019-0064-8>

FRANZ, B.; MESSNER, J. Evaluating the Impact of Building Information Modeling on Project Performance. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 33, n. 3, maio 2019. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000832](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000832)

HAMDI, O.; LEITE, F. Conflicting Side of Building Information Modeling Implementation in the Construction Industry. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v. 6, n. 3, ago. 2014. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LA.1943-4170.0000137](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LA.1943-4170.0000137)

HUZAIMI ABD JAMIL, A.; SYAZLI FATHI, M. Contractual issues for Building Information Modelling (BIM)-based construction projects: An exploratory case study. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 513, n. 1, p. 012035, 1 abr. 2019. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/513/1/012035>

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO 19650-1. **Organization of information about construction works - Information management using building information modelling - Part 1: Concepts and principles**. [s.l.]: ISO, 2018. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:19650:-1:ed-1:v1:en>>. Acesso em: 19 out. 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO 19650-2. **Organization of information about construction works - Information management using building information modelling - Part 2: Delivery phase of the assets**. [s.l.]: ISO, 2018. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:19650:-2:ed-1:v1:en>>. Acesso em: 19 out. 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO 19650-3. **Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part**

A importância do plano de execução BIM como exigência em contratos para projetos do setor público.

3: Framework for object-oriented information. [s.l.]: ISO, 2021. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:19650:-3:ed-1:v1:en>>. Acesso em: 19 out. 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO 19650-4. **Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)** - Information management using building information modelling - Part 4: Information exchange. [s.l.]: ISO, 2021. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:19650:-4:ed-1:v1:en>>. Acesso em: 19 out. 2022.

KASSEM, M. et al. Building information modelling: Protocols for collaborative design processes. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 19, p. 126–149, jul. 2014.

KASSEM, M.; SUCCAR, B. Macro BIM adoption: Comparative market analysis. **Automation in Construction**, v. 81, p. 286–299, set. 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2017.04.005>

LEŚNIAK, A.; GÓRKA, M.; SKRZYPCZAK, I. Barriers to BIM implementation in architecture, construction, and engineering projects—the Polish study. **Energies**, v. 14, n. 8, 2 abr. 2021. <https://doi.org/10.3390/en14082090>

MANENTI, E. M. **Diretrizes para Elaboração do Plano de Execução BIM para Contratos de Projetos de Edificações**. 2018. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

MESSNER, J. et al. **BIM Project Execution Planning Guide, Version 3.0**. [s.l.] The Pennsylvania State University, 2021. Disponível em: <<http://bim.psu.edu>>. Acesso em: 4 fev. 2023.

PAULSON, B. C. Designing to Reduce Construction Costs. **Journal of the Construction Division**, v.102(4), p.587–592. 1 dez. 1976. <https://doi.org/10.1061/JCCEAZ.0000639>

SACKS, R. et al. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. 3rd. ed. [s.l.] John Wiley & Sons, Inc., 2018.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **RDC-Regime Diferenciado de Contratações**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.gov.br/compras/pt-br/fornecedor/midia/regime-diferenciado-de-contrataes-rdc.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2023.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. Macro-BIM adoption: Conceptual structures. **Automation in Construction**, v. 57, p. 64–79, 1 set. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.018>

WALASEK, D.; BARSZCZ, A. Analysis of the Adoption Rate of Building Information Modeling [BIM] and its Return on Investment [ROI]. **Procedia Engineering Proceedings**...Elsevier Ltd, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.144>

WINFIELD, M. Construction 4.0 and ISO 19650: a panacea for the digital revolution? **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Management, Procurement and Law**, v. 173, n. 4, p. 175–181, 1 nov. 2020. <https://doi.org/10.1680/jmapl.19.0005>

WON, J.; LEE, G. How to tell if a BIM project is successful: A goal-driven approach. **Automation in Construction**, v. 69, p. 34–43, 1 set. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.05.022>

Jon Karl Weibull

Autor principal

jweibull@tecgraf.puc-rio.br

Marcello Congro

Coautor e supervisor

marcellocongro@tecgraf.puc-rio.br

Eduardo Thadeu Corseuil

Coautor e supervisor

thadeu@tecgraf.puc-rio.br

Deane Roehl

Coautor e supervisor

deane@tecgraf.puc-rio.br