

ANÁLISE DE MODELOS DE MATURIDADE PARA MEDIÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM)

ANALYSIS OF MATURITY MODELS FOR BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IMPLEMENTATION MEASUREMENT

Luciana de Oliveira Lima ¹, Rodrigo Eduardo Catai ¹, Sergio Scheer ²

RESUMO:

O *Building Information Modeling* (BIM) é considerado uma inovação disruptiva, pois modifica profundamente as soluções técnicas de uma organização. A implementação desta inovação, no entanto, é repleta de desafios. Avaliar o desenvolvimento da implementação BIM pela medição da maturidade pode auxiliar as organizações, que passam a conhecer as próprias competências e a identificar os próximos passos evolutivos. Porém, diante de diversos modelos de maturidade desenvolvidos internacionalmente, não há estudos que comprovem a aplicabilidade dessas ferramentas no contexto brasileiro. Desta forma, a presente pesquisa objetiva analisar três modelos - *BIM Assessment Profile*, *BIM Maturity Matrix* e *VDC Scorecard* - para disseminar o uso dessas ferramentas. Procedimentos comparativos e de estudos de campo foram os métodos de pesquisa utilizados. Os modelos foram examinados com base na análise das métricas e dos princípios básicos, aplicados em nove organizações da AEC de Curitiba-PR, distinguidas as particularidades de aplicação, e por fim, foram apontadas as características de qualidade de cada um. Os resultados mostram que todos apresentam questões processuais, técnicas e de pessoas. O *BIM Assessment Profile* apresenta qualidades básicas, simples e flexíveis, adequado a organizações que estão em estágios iniciais de adoção do BIM. O *BIM Maturity Matrix*, também de caráter básico, simples e flexível, é indicado para organizações pequenas ou médias. Já o *VDC Scorecard*, o mais complexo, apresenta características básicas, descritivas e prescritivas, e apesar de ser o menos flexível, é o mais abrangente. As aplicações práticas geraram resultados ao identificar o grau de maturidade BIM das empresas e projetos avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: Métricas de avaliação; Implementação; Mensuração.

ABSTRACT:

Building Information Modeling (BIM) is considered a disruptive innovation, since it profoundly improves the technical solutions of an organization. The implementation of this innovation, however, is replete with challenges. Assessing the development of BIM implementation by measuring maturity can help organizations, which come to know their own expertise and to identify the next evolutionary steps. Although, considering several maturity models internationally developed, there are no studies that proves the applicability of these tools in the Brazilian context. Hence, this research aims to analyze three models - *BIM Assessment Profile*, *BIM Maturity Matrix* and *VDC Scorecard* - to disseminate the use of these tools. Comparative procedures and field studies were the research methods used. The models were examined based on the analysis of the metrics and basic principles, applied in nine organizations of the AEC of Curitiba-PR, distinguishing the application features, and finally, the quality characteristics of each one were pointed out. The results indicate that all of them present procedural, technical and people issues. *BIM Assessment Profile* demonstrates basic qualities, simple and flexible, suitable for organizations that are in the early stages of adopting BIM. *BIM Maturity Matrix*, also of a basic, simple and flexible character, is indicated for small or medium organizations. Meanwhile, *VDC Scorecard*, the most complex one, has basic, descriptive and prescriptive characteristics, and despite being the least flexible, it is the most extensive one. The practical applications had provided results by identifying the degree of BIM maturity of the companies and evaluated projects.

KEYWORDS: Evaluation metrics; Implementation; Measurement.

How to cite this article:

LIMA, L.O.; CATAI, R.E.; SCHEER, S. Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do Building Information Modeling (BIM). *Gestão & Tecnologia de Projetos*. São Carlos, v16, n2, fev. 2021. <https://doi.org/10.11606/gtp.v16i2.167253>

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil

²Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil.

Fonte de Financiamento:
Declara não haver.

Conflito de Interesse:
Declara não haver.

Ética em Pesquisa:
Declara não haver necessidade.

Submetido em: 01/03/2020
Aceito em: 23/07/2020



INTRODUÇÃO

O termo *Building Information Modeling* (BIM) refere-se a um domínio de conhecimento em expansão. (SUCCAR et al., 2012). Uma das principais definições é a de que o BIM é uma representação digital de características físicas e funcionais de uma instalação. Serve como um recurso de conhecimento compartilhado para obter informações, formando uma base confiável para decisões durante todo o ciclo de vida do empreendimento (NIBS, 2015).

No Brasil, apesar da adoção do BIM ainda ser lenta comparado ao cenário internacional (MCGRAW-HILL, 2014; KASSEM e AMORIM, 2015), o interesse no assunto vem crescendo. Machado et al. (2017) constatou que em 2015 foram veiculadas 67 publicações científicas relacionadas ao BIM em periódicos eletrônicos brasileiros, quase sete vezes mais comparado a 2010, com apenas dez publicações. Já em 17 de maio de 2018, o Governo Federal instituiu o Decreto nº 93771, a Estratégia BIM BR, que objetiva viabilizar um ambiente propício à difusão do BIM no país (BRASIL, 2018). Além disso, em 2 de abril de 2020 o Governo Federal instituiu também o decreto nº 10.306, em complemento ao anterior, que “estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal”. A estratégia, dividida em três fases, começa a valer a partir de 2021 (BRASIL, 2020).

Ainda assim, há organizações que relutam em adotar o BIM devido às dificuldades em decidir quais as técnicas de implementação mais apropriadas. Já as empresas que tentam melhorar as entregas BIM, encontram pouca orientação para identificar e priorizar os próximos passos. Essas questões podem ocasionar a falsa capacidade de fornecer serviços BIM, o que impede que os usuários atinjam seu potencial completo (SEBASTIAN e VAN BERLO, 2010). Além disso, ao implementar o BIM, as organizações se deparam com diversos desafios, como drásticas mudanças tecnológicas e nos processos de projeto, e alteração nas relações entre pessoas envolvidas (SUCCAR et al., 2012, EASTMAN et al., 2014; ABDI, 2017).

Diante disto, avaliar a implementação do BIM permite medir as melhorias de produtividade, de forma que as organizações passam a conhecer as próprias competências, ao medir sucessos ou falhas, além de comparar os seus resultados com as demais empresas do mercado (SUCCAR et al., 2012). Ademais, proporciona uma estrutura organizada de passos evolutivos, que auxiliam a organização a priorizar os esforços de melhoria (PAULK et al., 1993).

Assim, tão logo o BIM passou a ser implementado nas organizações, a necessidade de avaliação surgiu em países como Estados Unidos, Reino Unido e Austrália (WU et al., 2017). O nível de desenvolvimento do BIM nestes países, no entanto, é mais avançado comparado ao Brasil (MCGRAW HILL, 2014).

Em face da instituição da Estratégia BIM BR pelo Governo Federal, é essencial que as organizações brasileiras meçam a evolução da implementação do BIM. No entanto, existem poucas pesquisas nacionais que se aprofundem em estudos sobre métodos de medição de maturidade BIM, o que dificulta a disseminação do uso destas ferramentas. Além disso, grande parte dos trabalhos relacionados são internacionais, e não há pesquisas que comprovem a aplicabilidade dos modelos avaliativos existentes na realidade brasileira. Assim, o presente trabalho se propôs a preencher esta lacuna, e a analisar exaustivamente três modelos de maturidade por meio de comparações, estudos das características de medição e da aplicação prática em organizações das áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) da cidade de Curitiba-PR. Tais análises trazem os seguintes resultados práticos:

- Organizações brasileiras poderão encontrar uma orientação para escolher um modelo de maturidade que guie os passos evolutivos na implementação do BIM;

- Usuários do BIM poderão utilizar indicadores para medir sucessos e falhas, além de comparar resultados entre empresas;
- Base para pesquisas adicionais sobre avaliações de maturidade do BIM no país.

A IMPLANTAÇÃO DO BIM

Com o objetivo de diminuir as barreiras da adoção do BIM, Ozorhon e Karahan (2017), a partir de estudos estatísticos, definiram os principais fatores críticos de sucesso de uma implementação BIM. O resultado mostrou que fatores como suporte efetivo da liderança da organização, treinamento dos colaboradores e disponibilidade de informações e tecnologia, são aspectos primordiais na adoção do BIM. Isto demonstra que o BIM não reflete apenas o ato de implantar um *software* e seus processos relacionados, mas representa todas as ações necessárias para alcançar, manter e aumentar a capacidade e a maturidade BIM (SUCCAR, 2010).

Assim, a adoção do BIM por uma organização se desenvolve de uma maneira progressiva, segundo os autores Succar e Kassem (2016). É um conjunto de atividades realizadas para preparar, desenvolver ou melhorar as entregas e os fluxos de trabalho BIM relacionados. É dividida em três fases, sendo a primeira a Pré-implementaçãoⁱⁱ, estágio de planejamento no qual a organização se prepara para adoção de *softwares* e mudanças nos fluxos de processos e protocolos. A segunda é a Capacidade BIM, etapa alcançada por meio de estágios bem definidos, em que já é possível obter resultados mensuráveis; e a terceira é a Maturidade BIM, melhoria contínua e gradual em termos de qualidade, repetibilidade e previsibilidade das capacidades BIM. A efetividade destas três etapas representa a adoção bem-sucedida do processo.

Uma pesquisa realizada pela MCGRAW-HILL Construction (2014) investigou o nível de implantação do BIM em dez países, dentre eles o Brasil. Em países como Reino Unido, França e Alemanha, a média de empresas novatas no BIM é de 47%. Já das 40 empresas brasileiras entrevistadas, 70% implantaram a tecnologia a menos de dois anos. Dado que a maior parte dos usuários BIM no Brasil são novos, 55% das empresas possuem um baixo índice de comprometimento com o BIM.

De acordo com pesquisas da Fundação Getúlio Vargas de 2018, as empresas do setor da construção que já implantaram o BIM na rotina de trabalho correspondem a 5% do PIB da construção civil brasileira. Com o fomento da Estratégia BIM BR, pretende-se aumentar em dez vezes a adoção do BIM em seis anos, ou seja, até 2024, 50% do PIB da construção civil utilizará o BIM (BRASIL, 2018).

A implantação do BIM, no entanto, pode ser um desafio (Gu e London, 2010) até mesmo em países cujos governos incentivam a adoção. Reino Unido e Japão, por exemplo, onde a consciência BIM é maior do que 90% dentre os agentes da AEC, menos de 50% realmente adotam o BIM (NBS, 2016). As razões mais importantes da não adoção incluem a falta de demanda, custos e mudanças de paradigma. (Eadie et al., 2015; Ghaffarianhoseini et al., 2017).

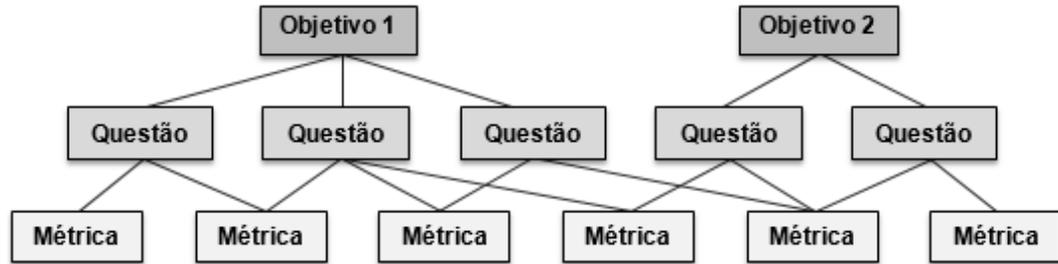
MATURIDADE: CONCEITOS, MÉTRICAS E MODELOS

Frente a tais dificuldades, uma maneira de guiar os passos de uma implementação BIM é avaliar este processo de evolução. Um modelo de maturidade proporciona uma estrutura organizada desses passos evolutivos, cujos níveis auxiliam a organização a priorizar os esforços de melhorias (PAULK et al., 1993). Esta estrutura é formada, basicamente, por três níveis, objetivos, questões e métricas. O objetivo define o item macro que será avaliado, como por exemplo, pessoas, processos e infraestrutura. Os objetivos são divididos em questões, e as

questões em métricas, o que torna as respostas quantitativas (BASILI et al., 1994), conforme demonstrado na Figura 1.

Figura 1. Estrutura de avaliação de um modelo de maturidade

Fonte:
Adaptado de Basili et al.
(1994).



A utilização de métricas é fundamental para avaliar a implementação de novos processos e tecnologias (Eastman et al., 2014), pois fornecem maneiras de medir cada propriedade desejável de um processo (Moody e Shanks, 1994). Desta forma, em torno de 2007, diversos pesquisadores passaram a aplicar os princípios de melhoria de processos ao domínio BIM (Giel e Issa, 2016), o que deu origem aos métodos de medição de maturidade BIM. Desde então, foram desenvolvidos pelo menos dezesseis modelos significativos (WU et al., 2018). Dentre estes modelos, três são objeto de estudo da pesquisa em questão, o *BIM Assessment Profile*, o *BIM Maturity Matrix* e o *VDC Scorecard*, cujas particularidades são descritas a seguir.

BIM Assessment Profile - Desenvolvido pela *Pennsylvania State University* nos Estados Unidos em 2013, faz parte do “*BIM Planning Guide for Facility Owners*”, um guia de implementação BIM. Objetiva avaliar a maturidade de seis elementos centrais de uma organização, os quais são processos, informação, estratégia, infraestrutura, usos e pessoas. Dentro destas áreas, estão distribuídas vinte métricas que podem atingir seis níveis de maturidade (CIC, 2013) (ANEXO A). O resultado da avaliação aponta as direções para que a organização planeje o próprio crescimento, além de detalhar instruções e principais requisitos da implementação do BIM (WU et al., 2017). Este modelo é disponível gratuitamente via webⁱⁱⁱ, e pode ser utilizado por empresas que desejem adotar o BIM ou medir os passos da adoção.

BIM Maturity Matrix - Foi desenvolvido pelo pesquisador Bilal Succar em 2010, na Austrália. É uma ferramenta de conhecimento que incorpora as estruturas do BIM com o propósito de medir e melhorar o desempenho de uma organização ou equipes de projeto. Mede a maturidade BIM em três estágios de capacidade, vinte escalas organizacionais, e cinco níveis de maturidade (ANEXO B). O resultado da avaliação gera um índice de maturidade que é dividido em seis níveis, iniciando do nível A (baixa maturidade) ao nível E (alta maturidade) (SUCCAR, 2010). O sistema de avaliação possui quatro instrumentos diferentes, sendo que a ferramenta de “nível 1” - *Discovery* - é o objeto de estudo da pesquisa em questão. Apesar de ser a mais superficial, foi a escolhida por ser encontrada gratuitamente via web^{iv}.

VDC Scorecard - Desde 2009, vem sendo formulado e aprimorado pelo *Stanford University's Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE), nos Estados Unidos (KAM et al., 2013). Além de apresentar uma estrutura de avaliação holística, é também quantificável e adaptável, e permite a avaliação objetiva do *Virtual Design and Construction* (VDC) e do BIM, além de permitir um *benchmarking* preciso das práticas do setor (KAM et al., 2013). Visa avaliar a maturidade do BIM/VDC tanto em organizações quanto em projetos em quatro áreas, as quais são planejamento, adoção, tecnologia e desempenho, dez divisões e 56 métricas de avaliação (ANEXO C). O resultado é dividido em cinco níveis de maturidade, que vai da “prática convencional” à “prática inovadora”. Esta avaliação é realizada através da plataforma online *bimSCORE*^v, conta com o auxílio de consultores especializados, além de permitir realizar um *benchmarking* com resultados globais, ou seja, é possível comparar os próprios resultados com

qualquer empresa do mundo que também tenha sido avaliada pelo VDC *Scorecard*. Para realizar esta avaliação, é necessário comprar um pacote de avaliações (BIMSCORE, 2018).

Giel e Issa (2016), ao comparar os modelos de maturidade BIM, concluem que apesar das similaridades, cada ferramenta apresenta características próprias, de maneira que não existe um modelo ideal para todos os usuários (WU et al., 2017).

MÉTODO DA PESQUISA

Para alcançar os objetivos propostos, foram empregadas as etapas metodológicas detalhadas no esquema da Figura 2. Destaca-se que a escolha dos três métodos avaliativos se baseou em variáveis como disponibilidade de guia explicativo, objetivar a autoavaliação e ser adaptável a diferentes empresas e contextos da AEC, baseado nas pesquisas de Khoshgoftar e Osman (2009).

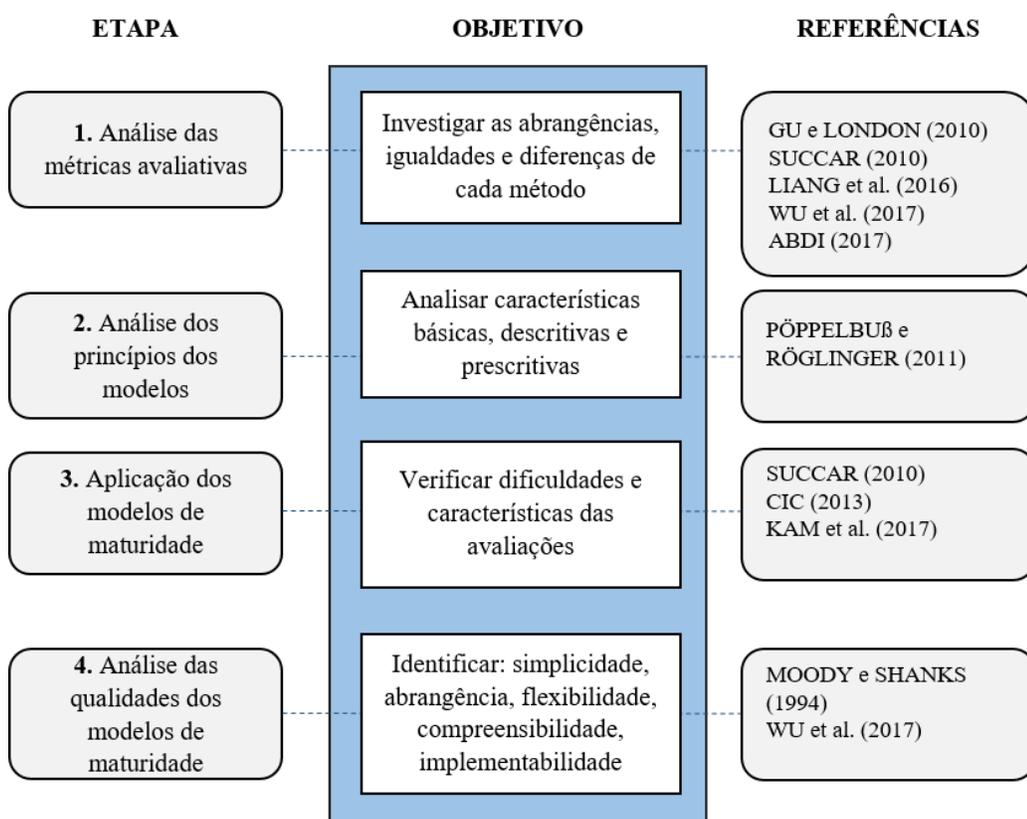


Figura 2. Estratégia metodológica

Fonte: Autores (2019).

Assim, na etapa um, as métricas foram divididas em três áreas de interesse, sendo tecnologias, processos e pessoas, por serem consideradas os pilares de uma implantação BIM (GU e LONDON, 2010; ABDI, 2017). Além dos autores referenciados na Figura 2, os critérios utilizados para classificar as métricas se basearam nos trabalhos de Succar (2010) e Liang et al. (2016). Na Tabela 1 encontra-se o conjunto de áreas e suas respectivas descrições para a análise e comparação das métricas.

A etapa dois se baseou no checklist de Pöppelbuß e Röglinger (2011) que criaram uma lista de verificações que um modelo deve apresentar para ter características básicas, descritivas ou prescritivas (o *checklist* traduzido pode ser visualizado no ANEXO D). Assim, os modelos foram submetidos a esta análise.

Tabela 1. Classificação das métricas nas três categorias de interesse

Fonte:
Adaptado de Gu e London (2010); Succar (2010); Liang et al. (2016) e ABDI (2017).

Área	Descrição
Tecnologias	Representa: Tópicos, atividades e envolvidos relacionados ao desenvolvimento, venda e suporte de <i>software</i> , <i>hardware</i> e sistemas de rede. Métricas relacionadas: Precisão das informações, dados do modelo, garantia e controle da qualidade, segurança e salvamento de dados, necessidades de infraestruturas tecnológicas, elementos BIM, espacial e de coordenação.
Processos	Representa: Tópicos, atividades e envolvidos relacionados à aquisição, projeto, construção, fabricação, operação, gerenciamento e manutenção de instalações; além de orientações, protocolos e estruturas regulatórias. Métricas relacionadas: Análise de incompatibilidades, troca de dados, fluxo de trabalho CAD / BIM, coordenação de modelo interdisciplinar, método de entrega, objetivos do projeto BIM; Interoperabilidade / suporte IFC, entregáveis do projeto, padrões de documentação e modelagem, processo operacional padrão, requisitos de dados BIM e de instalações.
Pessoas	Representa: Envolvidos relacionados às áreas de tecnologias e processos, membros de equipes, gerentes, externos ou internos à organização. Métricas relacionadas: funções e responsabilidades, suporte de gerenciamento, comunicação, treinamento e educação.

Na terceira etapa, com o intuito de testar os instrumentos de avaliação na prática, foi realizada a aplicação dos métodos em nove empresas do setor da AEC de Curitiba-PR, e ocorreram da seguinte maneira:

BIM Assessment Profile – A avaliação foi aplicada em três empresas, A, B e C. Com a finalidade de comparar e quantificar as maturidades das empresas, adotou-se a métrica “índice de maturidade”, que não foi criada oficialmente pela metodologia avaliativa, mas, que é o resultado da razão entre a pontuação total obtida na avaliação pela pontuação total possível, conforme Figura 3.

Figura 3. Cálculo do Índice de Maturidade utilizado no *BIM Assessment Profile*

Fonte:
Autores (2019).

$$IM = \frac{\text{Pontuação obtida}}{\text{Pontuação total possível}}$$

BIM Maturity Matrix - A ferramenta foi analisada através de aplicações em três empresas, E, F e G. Os resultados são comparados pelo índice de maturidade, calculado pelas fórmulas demonstradas na Tabela 2.

Tabela 2. Demonstração dos cálculos de Grau de Maturidade e Índice de Maturidade

Fonte:
Adaptado de Succar (2010).

Grau de Maturidade (GM)	Índice de Maturidade (IM)	Observação:
$GM = \frac{\text{Total de Pontos}}{12}$	$IM = \frac{GM}{50}$	12 é a quantidade total de perguntas; 50 é o total máximo de pontos obtidos no Grau de Maturidade

VDC Scorecard – Quatro projetos foram avaliados, sendo o Projeto 1 (empresa B), Projetos 2 e 3 (empresas C, D e E), e o Projeto 4 (empresas H e I). O resultado é um índice de maturidade compreendido por uma média ponderada de quatro áreas de interesse, as quais representam pesos diferentes, sendo Planejamento (20%), Adoção (20%), Tecnologia (25%) e Desempenho (35%).

Por fim, a quarta etapa se baseou no trabalho de Moody e Shanks (1994), que estruturaram um sistema para avaliar modelos de dados. De acordo com os autores, fatores que devem ser avaliados em um modelo são qualidades, métricas, pesos (no caso os graus de maturidade) e estratégia. Este método foi adequado para avaliar quantitativamente as qualidades dos modelos de maturidade. Assim, características relativas a simplicidade, abrangência, flexibilidade, compreensibilidade e implementabilidade, foram avaliadas com base em uma escala Likert de zero (0) a cinco (5), onde zero representa a inexistência da qualidade e o nível cinco representa o nível ótimo^{vi}. Os resultados foram plotados em um gráfico estilo radar, assim como fez Wu et al. (2017), que avaliou nove modelos de maturidade.

O caráter da pesquisa é exploratório, por clarificar conceitos dos modelos de avaliação e de como a aplicação destes modelos se realizaram nas empresas de Curitiba-PR, além de formular uma hipótese sobre a aplicabilidade destes métodos na realidade das organizações de AEC brasileiras (Lakatos e Marconi, 2003). Ainda segundo Lakatos e Marconi (2003), o método científico é o hipotético-dedutivo, por partir da premissa de que os métodos de avaliação de maturidade BIM selecionados não são aplicáveis à realidade das organizações brasileiras.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

COMPARAÇÃO DAS MÉTRICAS AVALIATIVAS

As métricas dos três métodos avaliativos foram identificadas, categorizadas e comparadas de acordo com as áreas de tecnologias, processos e pessoas, como demonstrado na Figura 4. Ressalta-se que o resultado demonstra a quantidade de métricas por área de avaliação, e não o total de questões de cada método, pois algumas métricas abrangem mais de uma questão, como por exemplo a métrica da área de “pessoas” que contém questões de treinamentos, educação e cultura organizacional.

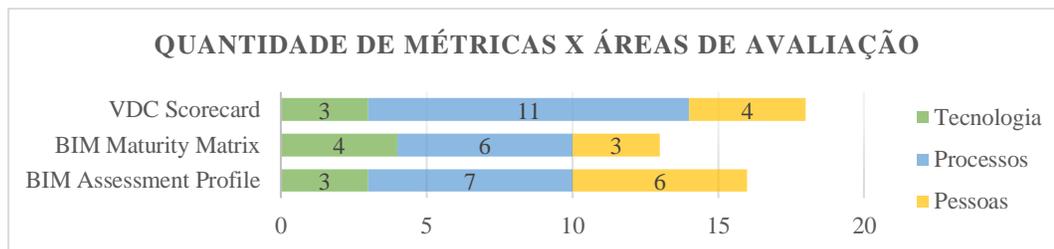


Figura 4. Quantidade de métricas por área de avaliação

Fonte: Autores (2019).

Observa-se que o VDC *Scorecard* somou 18 métricas, o BIM *Maturity Matrix*, 13 métricas e o BIM *Assessment Profile*, 16 métricas. Nos três casos, a avaliação dos aspectos processuais se sobressai, e isso é explicado pela ampla gama de temas que estas métricas medem, que incluem tanto processos BIM, quanto organizacionais.

O BIM *Assessment Profile* e o VDC *Scorecard* medem, em segundo lugar, características relacionadas a pessoas e por último, questões de tecnologia. Já o BIM *Maturity Matrix*, que possui um equilíbrio na distribuição das métricas, avalia em segundo lugar a tecnologia e por último, pessoas. Isso significa que os três modelos podem ser utilizados para guiar as organizações a estabelecer estratégias relacionadas aos três pilares de implantação BIM. As métricas relacionadas a processos orientam quais padrões de documentação e modelagem a organização deve providenciar, qual metodologia de contrato adotar, e quais objetivos BIM definir. As métricas relacionadas a pessoas auxiliam na mudança cultural da empresa e na aplicação de treinamentos, por exemplo. E as métricas relacionadas à tecnologia auxiliam às empresas a decidir qual *software* e *hardware* são mais adequados, de acordo com o nível de maturidade no qual se encontram ou desejam alcançar.

PRINCÍPIOS BÁSICOS DOS MODELOS DE MATURIDADE

O resultado das aplicações do checklist de Pöppelbuß e Röglinger (2011) nos três sistemas avaliativos pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3. Resultado geral da aplicação do checklist nos métodos em análise

Fonte:
Autores (2019).

Modelo de Maturidade	BIM Assessment Profile	BIM Maturity Matrix	VDC Scorecard
Caráter	Básico	Básico	Básico Descritivo Prescritivo

Os resultados obtidos são condizentes considerando a proposta de cada método. O *BIM Assessment Profile* pertence a um guia de implementação BIM, é um manual de auxílio, e não oferece consultorias, encaixando-se em um modelo de maturidade de nível básico. O *BIM Maturity Matrix* é apresentado como um material de “descoberta”, uma investigação da maturidade BIM a nível superficial, e também se enquadra em um nível básico. Já o *VDC Scorecard* demonstrou ser o método mais complexo. O acesso a ferramenta contou com o auxílio de suporte de técnicos da plataforma *bimScore*, que se dispôs a orientar e assessorar tanto a aplicação do questionário, quanto a interpretação dos resultados. Frente a estas características, o modelo se enquadrou nas características básicas, descritivas e prescritivas.

APLICAÇÃO DOS MODELOS DE MATURIDADE BIM

Novo empresas do setor AEC foram estudadas^{vi}, e o resumo das principais características é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Principais informações das empresas avaliadas

Fonte:
Autores (2019).

Empresa	Ano de Fundação	Área de Atuação	Número de Funcionários	Porte - SEBRAE (2013)	Ano de adoção do BIM
A	2004	Projetos hidráulicos, elétricos, gás e mecânicos	De 15 a 20	Pequeno Porte (EPP)	2010
B	2006	Consultoria em BIM	De 15 a 20	Pequeno Porte (EPP)	2011
C	2015	Soluções BIM para engenharia de projetos	De 40 a 49	Pequeno Porte (EPP)	2015
D	1996	Construção Incorporação Residenciais e Comerciais	100	Grande Empresa	2011
E	1982	Projetos arquitetônicos e urbanísticos	De 25 - 30	Pequeno Porte (EPP)	2016
F	2016	Engenharia de projetos	4	Microempresa (ME)	2016
G	1999	Projetos de Arquitetura	6	Microempresa (ME)	2008
H	2013	Análise, coordenação e execução de projetos	6	Microempresa (ME)	2013
I	1993	Construção Incorporação	160	Grande Empresa	2014

Das nove empresas avaliadas, três delas (C, F e H) já nasceram com a mentalidade BIM. As outras empresas passaram, ou estão passando, por processos de implementação, como é o caso da construtora D, que contou com o auxílio de um consultor para auxiliar na adoção do BIM, e do escritório E, cuja equipe faz rodas de discussão semanalmente para tratar do BIM. Na sequência, são apresentados os resultados das avaliações pelos três modelos de medição, e as considerações gerais das aplicações.

BIM ASSESSMENT PROFILE

O resultado do índice de maturidade das empresas A, B e C, medido pelo BIM *Assessment Profile* pode ser visualizado na Tabela 5.

Empresa	A	B	C
Índice de Maturidade BIM	46%	57%	64%

Tabela 5. Resumo dos resultados das empresas avaliadas pelo BIM *Assessment Profile*

Fonte:
Autores (2019).

Observa-se que a empresa que apresentou o menor índice de maturidade é a empresa A, e a que apresentou o maior índice, é a empresa C. Percebe-se que mesmo em uma organização que utilize o BIM a mais tempo, como é o caso da empresa A que trabalha com o BIM há nove anos, a atualização dos processos deve ser contínua, para não se estagnar em um nível de desenvolvimento. Em entrevista com o sócio da organização, foi relatado que em 2010, época da adoção BIM, não existiam guias ou materiais auxiliares, e o processo de adoção do Revit ocorreu com esforços próprios, e conseqüentemente os preceitos BIM foram se desenvolvendo ao longo do tempo. Já a empresa C, que atua no mercado a quatro anos, apesar de ser a mais novata dentre as três, já iniciou suas atividades com o BIM, de forma a criar processos de projeto e cultura organizacional adaptados ao BIM. As empresas A e C desenvolvem projeto, sendo que a empresa A trabalha apenas com a disciplina de hidrossanitário e a C com todos os tipos de projeto. A empresa B faz consultorias e modelagem, adaptando os projetos bidimensionais de seus clientes à realidade BIM.

O BIM *Assessment Profile* foi criado originalmente para incorporadoras, mas pode ser adaptado para quaisquer organizações do setor AEC, e por isso se mostrou simples, de fácil interpretação e aplicação prática, de forma que as avaliações duraram em torno de 30 minutos. Já que não requer custos financeiros, como contratação de um consultor especialista, pode ser dirigido por uma equipe de colaboradores da própria empresa, o que viabiliza a implantação do método avaliativo. Com isto, recomenda-se que as avaliações sejam reaplicadas a cada seis meses, para medir os avanços, e delimitar os próximos passos da adoção BIM. Por conta destas características, se mostrou uma ferramenta eficaz para organizações que estão em fases iniciais de implantação do BIM, ou aquelas que estão estagnadas e não sabem quais os próximos passos para se desenvolver.

BIM MATURITY MATRIX

O índice de maturidade BIM das empresas E, F e G, medido pelo BIM *Maturity Matrix*, pode ser visualizados na Tabela 6.

Empresa	E	F	G
Índice de Maturidade BIM	24,16%	46,66%	68,33%

Tabela 6. Resumo dos resultados das empresas avaliadas pelo BIM *Maturity Matrix*

Fonte:
Autores (2019).

Apesar de as três empresas atuarem no ramo de projetos, cada uma possui uma especialidade. A empresa E trabalha com projetos arquitetônicos de edifícios residenciais e comerciais. A empresa F desenvolve projetos de engenharia, como hidrossanitário, ar-condicionado e estrutural. Já a empresa G elabora projetos de arquitetura de edifícios comerciais. Diferente do resultado do *BIM Assessment Profile*, neste caso a empresa G, que utiliza o BIM a mais tempo, obteve o maior índice de maturidade, e a que está em processo de adoção, empresa E, apresentou o menor índice de maturidade. Durante as entrevistas, os colaboradores da empresa E relataram que nos primeiros anos, os sócios do escritório não deram suporte à adoção do BIM, e preferiram manter a cultura tradicional na elaboração de projetos. Com isto, houve pelo menos três tentativas falhas de adoção, mesmo com o auxílio de consultores. Somente quando os sócios da empresa decidiram dar suporte à implementação BIM, que uma estratégia tomou forma, criando um grupo de pesquisas em BIM com os próprios colaboradores. Já a empresa G, que utiliza o BIM há 11 anos, se mantém em constante processo de crescimento BIM. Em entrevista, a sócia desta organização afirmou que o período de crise econômica vivida nos últimos anos foi um fator que estimulou a busca pelo desenvolvimento do BIM para otimizar os processos da organização.

A empresa F nasceu em 2016 já com uma mentalidade BIM. Obteve um índice de maturidade mediano, mas por ter apenas três anos de existência, se encontra em fase de desenvolvimento organizacional. Considerando que 46% das métricas do *BIM Maturity Matrix* são relacionadas a processos, os resultados referentes à processos organizacionais obtiveram baixo índice de maturidade.

A aplicação prática do *BIM Maturity Matrix* demonstrou que o método possui uma estrutura simples, porém aprofundada de avaliação, pois permite categorizar os níveis de maturidade em condições de *status* “atingido”, “parcialmente atingido” e “não atingido”. Comparado aos outros modelos analisados, é o mais longo, de forma que a aplicação levou em torno de duas horas para ser concluída em cada empresa. Foi projetado para atender tanto organizações quanto equipes de projeto, o que torna o modelo flexível. A utilização da ferramenta de análise “*Discovery*”, não dispense de custos financeiros, além de acompanhar documentos explicativos, o que favorece a compreensão pelo usuário. Assim como o *BIM Assessment Profile*, pode ser replicado a cada seis meses ou um ano, pela própria equipe da empresa.

Percebeu-se, no entanto, que algumas das questões não se enquadram na realidade de empresas de pequeno porte, pois tratam da constância de programas de treinamentos, alternâncias de liderança, e controle das práticas de recursos humanos. Tais afirmações não se mostraram condizentes com a realidade da organizações avaliadas, que por exemplo nem possuem um setor de RH.

VDC SCORECARD

O resultado das avaliações dos projetos 1, 2, 3 e 4 pelo VDC *Scorecard* podem ser visualizados na Tabela 7.

Tabela 7. Resumo dos resultados das empresas avaliadas pelo método VDC *Scorecard*

Projeto	1	2	3	4
BIM Score	37%	57%	42%	55%

Fonte:
Autores (2019).

De acordo com os resultados, observa-se que o Projeto 2 apresentou o maior *score* de maturidade, e o Projeto 1, o menor *score*.

Os Projetos 2 e 3 foram executados pelas mesmas empresas, C, D e E, sendo que o Projeto 2 foi o primeiro projeto realizado completamente em BIM pela parceria destas três empresas, e o Projeto 3 foi executado na sequência. Apesar disso, a maturidade ficou abaixo do primeiro projeto da parceria. Isto pode ser explicado pelo fato de que quando os projetos foram avaliados, o 2 já estava em fase de execução de obra, e o 3 na fase de elaboração de projetos. Deste modo, questões como “envolvimento das empreiteiras com os projetos BIM” e “definição dos usos do BIM” não foram completamente respondidas, afetando o resultado final.

O Projeto 4 também apresentou um alto *score* de maturidade, e isto pode ser explicado pela experiência e maturidade da parceria entre as empresas H e I, que já realizaram mais de 13 empreendimentos juntas, todos com o uso do BIM.

Por fim, o Projeto 1, que atingiu o menor *score* de maturidade, foi avaliado em entrevista com a empresa B, consultora BIM. Apesar de a empresa B ter oito anos de experiência, o fato que pode explicar este resultado é o de que as empresas projetistas e a própria construtora e incorporadora ainda não possuem uma mentalidade BIM, o que puxou o *score* de maturidade para baixo. A utilização do BIM dependeu exclusivamente da empresa B, que modelou os projetos, compatibilizou e coordenou as reuniões.

As avaliações realizadas pelo VDC *Scorecard* duraram em torno de duas horas. As questões se mostraram objetivas, com perguntas e respostas diretas e curtas. Os respondentes, no entanto, precisavam ler as questões mais de uma vez para compreender o que era solicitado, pois não são disponibilizadas explicações ou exemplos de respostas. Assim, algumas vezes a autora desta pesquisa recorreu à equipe de consultoria *bimScore*, que se mostrou presente e solícita, respondendo a todas as dúvidas.

No geral, houve certa dificuldade em coletar dados básicos das organizações, como “tipo de contrato”, “método de entrega”, “metragem do projeto” e o “valor do orçamento”. Os respondentes tiveram que entrar em contato com outros setores da empresa para coletar a informação, ou acabaram “chutando” respostas para não deixar a pergunta em aberto. Sugere-se que em futuras avaliações, para resultados mais precisos, todos os dados do empreendimento avaliado estejam disponíveis.

O parecer das aplicações do VDC *Scorecard* é de que o modelo é de fato o mais complexo dentre os analisados, visto que compreende características básica, descritivas e prescritivas, e não apresenta um guia explicativo ao usuário. Além disso, é o que apresenta a maior quantidade de métricas, além de aprofundar as questões de processos em conceitos técnicos.

O VDC *Scorecard* se diferencia dos demais por avaliar equipes de projetos, mas se apresentou pouco flexível tanto em relação às alternativas de respostas, já que não apresenta questões dissertativas, quanto em relação a aplicação, que não deve ser realizada pelos próprios colaboradores da empresa, e sim por um consultor especializado.

ANÁLISE DAS QUALIDADES DOS MODELOS AVALIATIVOS

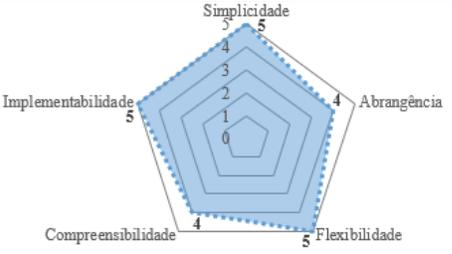
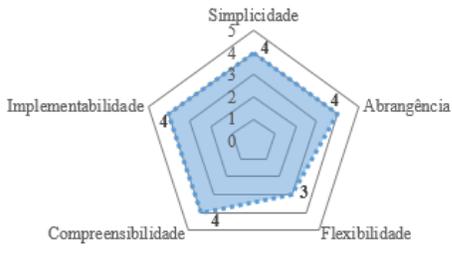
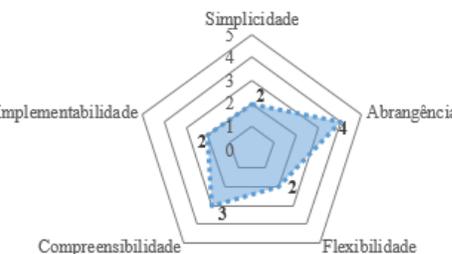
A análise das qualidades dos modelos baseada nos estudos das métricas, das características dos modelos e das aplicações em empresas, encontra-se na Tabela 8.

Assim, como resultado final, verifica-se que cada modelo possui características diferentes, e podem ser aplicados nas empresas brasileiras de acordo com os diferentes contextos e particularidades. No entanto, com base nas análises e resultados, sugere-se que o BIM *Assessment Profile* seja aplicado em empresas de pequeno porte em qualquer área de atuação

do setor AEC, e que desejam implementar o BIM ou mensurar os passos da adoção. O *BIM Maturity Matrix* deve ser aplicado em empresas ou equipes de projeto que já tenham ultrapassado a etapa pré-BIM (por própria recomendação do autor da ferramenta), e que possua setores administrativos bem definidos, como o de recursos humanos, por apresentar questões específicas a estas áreas. Já o *VDC Scorecard*, por exigir investimento financeiro, pode ser utilizado em projetos de grande porte ou que exijam uma comprovação de um determinado conceito ou nível de maturidade BIM, por fornecer resultados confiáveis devido ao serviço de consultoria.

Tabela 8. Análise das qualidades dos modelos de maturidade

Fonte:
Autores (2019).

Análise das qualidades	Descrição
BIM Assessment Profile	
	<p>Simple, com apenas um nível de maturidade, e aplicado em planilha Excel. Abrange métricas relacionadas aos três pilares de implantação BIM. Flexível, pode ser aplicado em qualquer empresa do setor AEC. Compreensível, possui guia explicativo. Implementável, não tem custos financeiros.</p>
BIM Maturity Matrix	
	<p>Simple, porém com graus de maturidade. Abrange métricas relacionadas aos três pilares de implantação BIM. Flexível, pode ser aplicado em qualquer empresa ou equipe de projeto do setor AEC. Compreensível, possui materiais explicativos. Implementável, não tem custos financeiros.</p>
VDC Scorecard	
	<p>Complexo, o modelo possui características básicas, descritivas e prescritivas, e é respondido em questionário <i>online</i>. Abrange métricas relacionadas aos três pilares de implantação BIM. Pouco flexível, questões objetivas. Pouco compreensível, necessita de consultor especializado. Implementável se o serviço for contratado, exige investimento financeiro, acompanhamento de consultoria.</p>

CONCLUSÕES

A utilização de um modelo de maturidade proporciona mais eficácia nas decisões de adoção do BIM, valida os benefícios desta adoção, e torna as organizações suscetíveis a investimentos e avanços de tecnologia duradouros.

Neste estudo, três métodos de medição de maturidade BIM foram analisados, *BIM Assessment Profile*, *BIM Maturity Matrix* e *VDC Scorecard*. Verificou-se que nos três métodos, as métricas avaliam aspectos de tecnologias, processos e pessoas, pilares de uma implantação BIM. Além disso, foram submetidos a um *checklist* que avalia a característica dos modelos, e conclui-se

que tanto o *BIM Assessment Profile* quanto o *BIM Maturity Matrix* apresentam características básicas, ou seja, avaliam a implantação BIM de maneira mais superficial. Já o *VDC Scorecard* avalia equipes de projetos em nível básico, descritivo e prescritivo. Isso significa que é uma análise aprofundada, e que além de descrever as características da implementação, ainda prescreve medidas a serem tomadas para elevar o grau de maturidade. Esta avaliação é realizada com o auxílio de consultores especializados. Por fim, para validar a análise, os modelos foram aplicados em nove organizações do setor da AEC de Curitiba-PR. Tais aplicações geraram resultados de índices de maturidade para estas empresas, e neste aspecto, verificou-se que empresas que já nasceram com uma mentalidade BIM apresentam mais facilidade em crescer nos níveis de maturidade das avaliações, isto porque já possuem uma liderança adepta ao BIM e uma cultura organizacional voltada a este processo.

Por fim, com base nestas análises, conclui-se que os três métodos podem ser aplicados em empresas de AEC brasileiras, e que cada um apresenta particularidades diferentes. Tais descobertas fornecem referências para a seleção de ferramentas de usuários BIM, bem como sugestões para futuros desenvolvimentos de modelos avaliativos.

Referências Bibliográficas

ABDI. **Processo de projeto BIM**: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC / Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. V. 1; Brasília, DF: ABDI, 2017.

BASILI, Victor R.; CALDIERA, Gianluigi; ROMBACH, H. Dieter. Goal Question Metric (GQM) Approach. **Encyclopedia of software engineering**, p. 528-532, 1994.

BIM BR, CONSTRUÇÃO INTELIGENTE. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, 2018.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Estratégia nacional de disseminação do BIM - Estratégia BIM BR. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim>. Acesso em: set. 2018.

BRASIL. Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020.

COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM (CIC). BIM Planning Guide for Facility Owners. Version 2.0, June, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, 2013.

EADIE, R.; BROWNE, M.; ODEYINKA, H.; MCKEOWN, C.; MCNIFF, S. A survey of current status of and perceived changes required for BIM adoption in the UK. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 5, i. 1, fev. 2015.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **Manual de BIM**: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FEITOSA, Artur. Implantação ou Implementação BIM?. BIM Experts, abr. 2019. Disponível em: <https://www.bimexperts.com.br/post/implantacao-ou-implementacao-bim>. Acesso em: jul. 2019.

GHAFFARIANHOSEINI, Ali; TOOKEY, John; GHAFFARIANHOSEINI, Amirhosein; NAISMITH, Nicola; AZHAR, Salman; EFIMOVA, Olya; RAAHEMIFAR, Kaamran. Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges. **Automation in Construction**, v. 75, p. 1046-1053, ago. 2017.

GIEL, Brittany; ISSA, Raja R.A. Framework for Evaluating the BIM Competencies of Facility Owners. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 1, jan. 2016.

GU, Ning; LONDON, Kerry. Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. **Automation in Construction**, v.19, n.8, p. 988-999, dez. 2010.

KAM, Calvin; SENARATNA, Devini; MCKINNEY, Brian; XIAO, Yao; SONG, Min H. The VDC Scorecard: Formulation and Validation. **CIFE Working Paper #WP135**. Stanford University, 2013.

- KASSEM, Mohamad; AMORIM, Sergio R. L. BIM Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia. Apoio aos Diálogos Setoriais EU-Brasil, Fase III. Brasília, 2015.
- KHOSHGOFTAR, Mohammad; OSMAN, Omar. Comparison of Maturity Models. **Proceedings of Computer Science and Information Technology**, 2009.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina A. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- LIANG, Cong; LU, Weisheng; ROWLINSON, Steve; ZHANG, Xiaoling. Development of a Multifunctional BIM Maturity Model. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 142, n. 11, 2016.
- LIMA, Luciana O. **Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do *building information modeling* (BIM)**. 2019, 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.
- MACHADO, Fernanda A.; RUSCHEL, Regina C.; SCHEER, Sergio. Análise da produção científica brasileira sobre a Modelagem da Informação da Construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 359-384, out./dez. 2017.
- MCGRAW-HILL Construction. The Business value of BIM for construction in Major Global Markets. Nova York: Smart Market Report, 2014.
- MOODY, Daniel L.; SHANKS, Graeme G. What makes a good data model? Evaluating the quality of entity relationship models. **International Conference on Conceptual Modeling**. p. 94-111, 1994.
- NBS. **International BIM Report 2016**. Feb. 2016.
- NIBS (National Institute of Building Sciences). National building information modeling standard, v.3. Chapter 5.2 – Minimum BIM, Washington, DC, 2015.
- PAULK, Mark C.; CURTIS, Bill; CHRISSIS, Mary B.; WEBER, Charles V. Capability Maturity Model for Software, Version 1.1. Software Engineering Institute. Carnegie Mellon University, 1993.
- PÖPPELBUß, Jens; RÖGLINGER, Maximilian. What makes a useful maturity model? A framework of general design principles for maturity models and its demonstration in business process management. **European Conference on Information Systems (ECIS) 2011 Proceedings**. v. 28, 2011.
- PORTUGUÊS. Implantação e Implementação. Disponível em: <https://www.portugues.com.br/gramatica/implantacao-implementacao.html>. Acesso em: jul. 2019.
- SEBRAE. **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa**. 6. Ed. São Paulo: Dieese, 2013.
- SUCCAR, Bilal. Building Information Modelling Maturity Matrix. Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies. **IGI**, p.65-103, 2010.
- SUCCAR, Bilal; KASSEM, Mohamad. Building Information Modelling: Point of Adoption. **CIB World Congress**, Tampere Finland, 30 mai./ 3 jun., 2016.
- SUCCAR, Bilal; SHER, Willy; WILLIAMS, Anthony. Measuring BIM Performance: Five Metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 8, n. 2, p. 120-142, 2012.
- WU, Chengke; XU, Bo; MAO, Chao; LI, Xiao. Overview of BIM Maturity Measurement Tools. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 22, p. 34-62, 2017.
- WU, Wei; MAYO, Glenda; MCCUEN, Tamera L.; ISSA, Raja R. A.; SMITH, Dana K. Building Information Modeling Body of Knowledge. I: Background, Framework, and Initial Development. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.144, n.8, 2018.

Luciana de Oliveira Lima
luci.oliveiralima@gmail.com

Rodrigo Eduardo Catai
catai@utfpr.edu.br

Sergio Scheer
sergioscheer@gmail.com

Notas

ⁱ O Decreto nº 9377 de 17 de maio de 2018 foi revogado pelo decreto nº 9983 de 22 de agosto de 2019.

ⁱⁱ No Brasil entende-se que a etapa de pré-implementação refere-se ao processo de implantação. Segundo o dicionário da língua portuguesa (PORTUGUÊS, 2019), “implantação” é o ato de introduzir, e “implementação” significa “executar”. Assim, é na etapa de implantação que os objetivos e usos do BIM são definidos, e onde é realizado o “Plano de Implantação BIM”. Já na etapa de implementação as ações propostas são colocadas em prática (FEITOSA, 2019).

ⁱⁱⁱ O BIM Planning Guide for Facility Owners e o modelo de avaliação BIM *Assessment Profile* podem ser encontrados no link https://www.bim.psu.edu/owners_guide/

^{iv} O BIM *Maturity Matrix* pode ser encontrado em português e em mais seis línguas no link: <https://bimexcellence.org/resources/300series/301in/>

^v Para conhecer a iniciativa bimScore, acesse o link: <https://www.sbi.international/>

^{vi} Ressalta-se que nesta etapa, a pontuação pela escala Likert foi realizada pelos autores desta pesquisa, com base nas análises das métricas, das características elencadas por Pöppelbuß e Röglinger (2011), e pelas aplicações práticas dos modelos.

^{vii} Este artigo é resultado da dissertação de (Lima, 2019). Para verificar as análises e os resultados de maneira mais aprofundada, recorrer ao documento de dissertação.