

BRUNO DE ROSA GIMENEZ

**MATURIDADE NA IMPLEMENTAÇÃO DE BIM EM UMA EMPRESA DE
INFRAESTRUTURA: PROPOSIÇÃO DE UM MODELO**

São Paulo

2021

BRUNO DE ROSA GIMENEZ

**MATURIDADE NA IMPLEMENTAÇÃO DE BIM EM UMA EMPRESA DE
INFRAESTRUTURA: PROPOSIÇÃO DE UM MODELO**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Especialista em
Gestão de Projetos na Construção

Área de Concentração: Gestão de Projetos
na Construção

Orientador: Prof^a. Dr^a. Flávia de Souza

São Paulo

2021

Catálogo-na-publicação

GIMENEZ, Bruno de Rosa

MATURIDADE NA IMPLEMENTAÇÃO DE BIM EM UMA EMPRESA DE
INFRAESTRUTURA: PROPOSIÇÃO DE UM MODELO / B. R. GIMENEZ -- São
Paulo, 2021.

70 p.

Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) - Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1.Infraestrutura 2.Gestão de projetos 3.BIM 4.Modelo de Maturidade
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Poli-Integra II.t.

RESUMO

GIMENEZ, Bruno de Rosa. **Maturidade na implementação de BIM em uma empresa de infraestrutura**: proposição de um modelo. 2021. 70 p. Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

Atualmente, muitas empresas brasileiras voltadas ao ramo de infraestrutura estão se apropriando dos benefícios do conceito BIM (Building Information Modeling) para seus processos frente à necessária transformação digital em curso no setor. Nesse cenário, essas organizações vêm realizando investimentos para a implementação do BIM, mas, na maioria dos casos, o alcance gradativo dos benefícios é de difícil tangibilização. Em função do contexto, este trabalho propõe-se a buscar e adaptar um modelo de avaliação de maturidade para uma empresa de infraestrutura. O modelo proposto poderá ser utilizado como base para empresas similares que pretendem implantar, ou que já estão em fase de implantação, do conceito BIM. Embora os modelos pesquisados estejam consolidados internacionalmente, a adaptação é necessária devido às características da corporação em que o modelo será aplicado, bem como às diretrizes de implementação. Esta monografia foi desenvolvida por meio de uma pesquisa qualitativa e exploratória aplicada. Como resultados, apresentam-se o modelo adaptado pronto para aplicação e um breve diagnóstico das expectativas das partes interessadas internas à organização e envolvidas no processo de implementação do BIM.

Palavras-chave: Gestão de projetos. BIM. Modelo de Maturidade. Infraestrutura.

ABSTRACT

GIMENEZ, Bruno de Rosa. **Maturity in the implementation of BIM in infrastructure companies:** proposing a model. 2021. 70 p. Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

Currently, many companies in the infrastructure industry in Brazil are taking advantage of the benefits of the BIM (Building Information Modeling) concept for their digital transformation processes ahead in the sector. In this scenario, several companies are making investments for the implementation of BIM, but in most cases the gradual reach of benefits is difficult to achieve, due to the lack of models to measure the evolution of maturity. Depending on the context, this work proposes to seek and adapt a maturity assessment model for an infrastructure company. Although the sought models selected internationally, adaptation is necessary depending on the characteristics of the company in which the model will be applied, as well as its implementation guidelines. The proposed model can be used as a basis for other similar companies that intend to implement, or that are already in the implementation phase of the BIM concept. This work was developed through applied qualitative and exploratory research. As results the work presents the adapted model ready for the application and also a brief diagnosis of the expectations of the internal parts of the company involved in the BIM implementation process.

Keywords: Project management. BIM. Maturity model. Infrastructure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas do estudo	16
Figura 2 – Níveis de Maturidade BIM	20
Figura 3 – Estratégia BIM BR.....	23
Figura 4 – Resultados da avaliação de maturidade BIM de uma edificação	31
Figura 5 – Consolidação das notas de todos os quesitos avaliados	35
Figura 6 – Resultados da avaliação de maturidade BIM	36
Figura 7 – Estágios e Campos BIM.....	38
Figura 8 – Níveis de maturidade BIM	39
Figura 9 – Avaliação final BIM.....	41
Figura 10 – Organograma das superintendências	46
Figura 11 – Organograma dos departamentos.....	47
Figura 12 – Organização das frentes avaliadas	50
Figura 13 – Relação de respondentes Líderes x Colaboradores	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise dos modelos a partir dos eixos Tecnologia, Regras, Processos, Pessoas e Dados	30
Tabela 2 – Subtópicos referentes a cada item avaliado	33
Tabela 3 – Pontuação por nível de maturidade	40
Tabela 4 – Matriz RACI	48
Tabela 5 – Modelo de maturidade com as devidas alterações.....	51
Tabela 6 – Consolidação de notas	52
Tabela 7 – Níveis de Classificação BIM	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Modelos de Avaliação de Maturidade BIM pelo mundo.....	29
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADC	Ambiente Comum de Dados
BIM	Building Information Modeling (Modelagem da Informação na Construção)
BIM I-CMM	BIM Interactive Capability Maturity Model
BPM	BIM Proficiency Matrix
Covid-19	Coronavirus Disease-19
IFC	Industry Foundation Classes
KPI	Key Performance Indicators
PIB	Produto Interno Bruto
TI	Tecnologia da Informação
VDC	Virtual Design and Construction

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Contexto do BIM na Construção Civil	12
1.2 Objetivo	13
1.3 Justificativa	13
1.4 Metodologia de Pesquisa	15
1.5 Estruturação do Trabalho	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Implementação do BIM na Finlândia, Hong Kong e Reino Unido	19
2.2 Estratégia BIM BR	22
2.3 Gestão do Processo de Projeto em BIM	25
2.4 Modelos de Maturidade BIM	28
2.4.1 <i>BIMscore / VDC and BIM Scorecard</i>	30
2.4.2 <i>BIM Proficiency Matrix (BPM)</i>	32
2.4.3 <i>BIM Interactive Capability Maturity Model (I-CMM)</i>	34
2.4.4 <i>BIM QuickScan (BIM Compass)</i>	35
2.4.5 BIM ³	37
3. PESQUISA DE CAMPO	42
3.1 Caracterização e Apresentação da Empresa	42
3.2 Contextualização da Empresa	43
3.2.1 Histórico da empresa frente ao BIM	43
3.3 Organização dos Processos e Pessoas	45
3.4 Adaptação do Modelo	48
3.5 Diagnóstico das Expectativas sobre o Modelo de Maturidade	53
4. PROPOSIÇÃO DO MODELO	56
4.1 Aplicação do Modelo de Maturidade	57
4.1.1 Relação de pessoas respondentes	57
4.1.2 Envio da Ficha de Avaliação	58
4.1.3 Tempo de implantação	59
4.1.4 Preenchimento da Ficha de Avaliação	59
4.1.5 Resumo do envio	60
4.2 Próximos Passos	60
4.2.1 Futuras alterações do modelo	60

4.2.2 Ações a serem realizadas	61
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
REFERÊNCIAS.....	64
ANEXOS	67

1. INTRODUÇÃO

Segundo Oad, Kajewski e Kumar (2020), a comparação entre o setor da construção civil voltado à infraestrutura e os demais setores da economia evidencia uma baixa taxa de investimento em inovações, o que fez com que esse mercado se transformasse em um dos que menos investiu em desenvolvimento tecnológico através das décadas, deixando de acompanhar as transformações vivenciadas pela sociedade. Ainda assim, destacam-se dois grandes marcos em sua história no Brasil.

O primeiro ocorreu nos anos 80, com a mudança na forma de execução dos projetos que, antigamente, eram realizados à mão em pranchetas, juntamente com o auxílio de instrumentos de desenho geométrico; posteriormente, passaram a ser desenvolvidos de maneira digital, com a introdução do computador no país e, dessa forma, diversos *softwares* de projeto se espalharam no mercado.

O segundo marco foi o início da disseminação do *Building Information Modeling* (BIM) no território brasileiro, nos anos 2000, com a mudança no processo de execução dos projetos que, até então, eram desenvolvidos em *softwares* de projeto e conviviam com inúmeros problemas de compatibilidade e comunicação entre as partes interessadas dos empreendimentos. Nesse contexto, o BIM se mostra capaz de atenuar problemas de comunicação entre o departamento de projetos, o canteiro de obras e todas as demais fases envolvidas no ciclo de vida de um empreendimento, por meio de tecnologia que possibilita o trabalho em um ambiente colaborativo único para a troca de informações.

Embora alguns programas de fomento do uso de tecnologia da informação na construção civil brasileira por meio da disseminação de *software* e treinamentos associados tenham sido realizados entre os anos 80 e 90, o segmento da construção civil ainda se mostrava carente de um programa estruturado voltado ao fomento da inovação. Nesse sentido, a estratégia BIM BR foi lançada em 2018 justamente com o propósito de promover, um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no país, em todo o setor da construção civil.

1.1 Contexto do BIM na Construção Civil

De acordo com o relatório elaborado pela empresa de consultoria empresarial norte-americana *McKinsey & Company* (2020), historicamente, a indústria da construção civil apresenta desempenho inferior ao de outras indústrias. Para que se tenha uma base comparativa, nos últimos 20 anos, o crescimento anual do setor foi de apenas um terço das médias da economia total, e um dos fatores que motivou esse baixo índice, ano após ano, se deve, entre outros motivos, ao uso menos intenso de tecnologias que digitalizam o segmento, quando comparado a outros que utilizam a tecnologia de forma acentuada.

Por esse e outros motivos, a lucratividade comparativa também é baixa, visto que o setor possui, em média, cerca de 5% da margem de lucro bruto e, em função dos seus resultados, apresenta investimentos em tecnologia inferiores aos de outras indústrias. Diante desse fato, as empresas do segmento da construção civil são pouco atrativas para investidores, que podem encontrar no mercado oportunidades com menor risco e com resultados mais expressivos (MCKINSEY & COMPANY, 2020).

Por outro lado, ainda segundo o relatório, hoje é possível notar, na indústria da construção civil, esforços e movimentos na busca pela digitalização de processos e soluções inovadoras, pois os avanços tecnológicos, alinhados à transformação pela qual a humanidade vem passando, permitem aos profissionais do setor maior colaboração, maior controle da cadeia de valor e a tomada de decisões baseada em dados.

O conceito BIM contendo o processo de projeto integrado à obra já está sendo utilizado na construção há alguns anos e, com o tempo, recursos adicionais e componentes vêm sendo incorporados, visando à criação de uma gestão de projeto de infraestrutura em grande escala mais eficiente. No entanto, a indústria tem lutado para adotar e integrar a modelagem da informação à operação de ativos de forma eficaz, dificultando o desenvolvimento das tecnologias voltadas para esse objetivo e que poderiam ser um grande facilitador no cotidiano dos gestores que operam e administram ativos, fazendo uso, por exemplo, de Gêmeos Digitais.

Uma pesquisa divulgada em 2017 pela consultoria *McKinsey & Company* traz como resultado uma expectativa de aumento em 50% do uso do BIM na indústria da construção civil por parte dos contratantes em todo o mundo, que planejavam investimentos significativos pelo menos até os anos de 2020 e 2021, visto que, em outros segmentos, o *Coronavirus Disease-19* (Covid-19) está acelerando a integração de ferramentas e meios digitais e, dessa forma, a modelagem da informação tem se mostrado, cotidianamente, como um conceito capaz de suportar todos os movimentos de evolução da indústria da construção civil.

1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é identificar e adaptar um modelo de avaliação de maturidade para apoiar a implementação do BIM em uma empresa de infraestrutura.

1.3 Justificativa

Apesar de o uso do BIM se mostrar cada dia mais presente no setor da construção civil, sua disseminação no mercado brasileiro ainda está longe do ideal. Como prova, percebe-se que inúmeras empresas ainda consideram a implementação desse conceito uma inovação, mesmo que sua difusão no Brasil tenha se iniciado nos anos 2000.

Há diversas obras de diferentes portes que ainda são executadas a partir de projetos elaborados no Autocad. Considerando que o fluxo de informações nesse processo de projeto e construção é fragmentado, apresentando dados dispersos e de difícil gerenciamento, muitos gestores acabam convivendo com variados problemas nos projetos enviados a campo e que, em sua maioria, são resolvidos pela equipe de obra.

A modelagem da informação é, atualmente, uma das saídas capazes de mudar a forma como o mercado desenvolve projetos de engenharia civil, mitigando, dessa forma, inúmeros problemas existentes na interface entre disciplinas e entre projeto e obra, além de trazer celeridade e resultados positivos para o setor quando da sua utilização.

Para que a implantação dessa tecnologia seja possível em empresas de variados portes, como ponto de partida, é fundamental que se tenha uma visão do grau de maturidade relacionado ao uso de tecnologias associadas ao BIM; somente após o entendimento desse atual estado organizacional, é plausível traçar a estratégia de implementação, visando à sua efetividade através do uso racional de recursos e buscando um modelo de trabalho totalmente aderente ao conceito de modelagem da informação que, acima de tudo, gere valor para a corporação.

No que se refere ao modelo de trabalho efetivo em BIM, devem existir processos de tomada de decisão que considerem informações obtidas a partir da modelagem da informação, além da integração da comunicação e da rastreabilidade em todo o ciclo de vida dos empreendimentos.

Atualmente, existem alguns modelos de avaliação de maturidade que estão descritos no item 2.4 deste trabalho, no entanto, os modelos disponíveis de maturidade BIM devem ser adaptados para a realidade do Brasil e suas empresas, visto que foram construídos com base em realidades e contextos distintos, e que não consideram nem o modelo de trabalho adotado, nem a forma conjunta com que as corporações brasileiras trabalham em seus diversos projetos.

Outro ponto a ser ressaltado é o histórico de baixo desenvolvimento e engajamento na utilização da tecnologia BIM para obras de infraestrutura, o que reflete, atualmente, na inexistência de modelos de avaliação de maturidade específicos para esse setor no Brasil. Assim, caso se perceba a necessidade de avaliação do grau de maturidade BIM em uma empresa de engenharia do setor de infraestrutura, esta não será possível somente com a utilização das ferramentas disponíveis.

As ferramentas atuais disponíveis não possibilitam a avaliação de todos os atributos necessários à execução de projeto e obras em BIM dentro de uma empresa de infraestrutura que execute serviços de gestão de projetos, gestão de obras e conservação de ativos como rodovias, metrô, aeroportos e transporte marítimo.

Dessa forma, para que a avaliação de maturidade BIM em uma organização atuante nas áreas mencionadas acima seja possível, a utilização de um modelo que

possa refletir todas as necessidades específicas desse tipo de empresa é imprescindível.

Após a necessária busca por um modelo que pudesse ser utilizado como base para a avaliação de maturidade da empresa objeto deste estudo, foram realizadas adaptações e modificações na sua estrutura de avaliação, com o intuito de obter como resultado informações fidedignas à realidade vivenciada pela empresa.

1.4 Metodologia de Pesquisa

Para o desenvolvimento deste trabalho, adotou-se como metodologia uma pesquisa aplicada, realizada por meio de estudo exploratório qualitativo, cuja coleta de dados obedeceu a uma investigação participante.

Segundo Thiollent (2009, p. 36), a pesquisa aplicada é definida como um método que se faz presente em organizações, instituições, grupos ou atores sociais, e que tem como essência o entendimento de um problema presente e a busca por soluções, com a criação de diagnósticos.

Esta monografia teve início com o entendimento de um problema existente no que se refere à avaliação do estado atual de uma empresa de engenharia atuante no ramo de infraestrutura no Brasil. A partir desse ponto, buscou-se por metodologias que pudessem ser aplicadas na organização em questão, levando em consideração o cenário no qual ela está inserida.

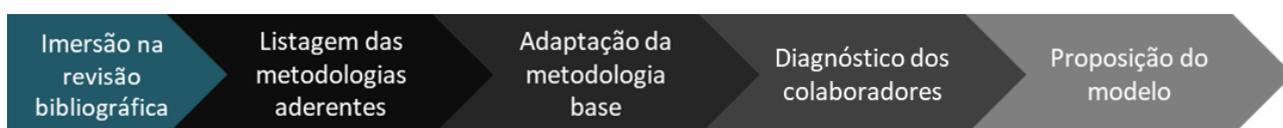
Para Gil (2008), estudo exploratório qualitativo consiste na pesquisa sobre um tema que conta com poucos estudos anteriores realizados; dessa forma, através de observações de padrões, hipóteses e ideias, pode-se obter o entendimento de uma nova temática, como é o caso deste trabalho, já que, durante as buscas efetuadas pelo autor, não foram encontradas metodologias brasileiras e internacionais que se enquadrassem ao cenário da empresa objeto do estudo, promovendo a necessidade de adaptação a uma metodologia existente.

Para que a metodologia identificada como a mais aderente a ser adaptada estivesse em consonância com as expectativas dos colaboradores, adotou-se uma pesquisa participante para a coleta de dados. De acordo com Gil (2008), uma

pesquisa participante se caracteriza como um método no qual há o envolvimento da comunidade na análise de sua própria realidade, utilizando o diálogo entre o pesquisado e pesquisador, com ambos imersos no mesmo cenário, a fim de contribuir com a pesquisa.

O estudo foi dividido em cinco etapas, que são: Imersão na revisão bibliográfica, Listagem das metodologias aderentes, Adaptação da metodologia base, Diagnóstico dos colaboradores, Proposição do modelo (Figura 1).

Figura 1 – Etapas do estudo



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2021)

Cada uma das fases tem como objetivo a estruturação das etapas do trabalho de forma organizada, possibilitando a geração de dados em cada fase, que são utilizados de forma completa nos estágios subsequentes.

A etapa de Imersão na revisão bibliográfica consiste no aprofundamento em artigos científicos, manuais, normas, teses, dissertações e publicações relacionadas ao processo de projeto em BIM, a fim de promover a boa fundamentação teórica deste estudo.

O passo seguinte volta-se à elaboração de uma Listagem das metodologias de avaliação de maturidade BIM pelo mundo que possam ser consideradas aderentes à presente pesquisa sob a ótica deste autor, para que, dessa forma, seja possível encontrar um método a ser classificado como o mais adequado para uso, com foco no tipo de trabalho executado pela empresa objeto desta monografia.

Durante a etapa de Adaptação da metodologia base, os conhecimentos adquiridos na etapa anterior possuem grande reflexo para o seu desenvolvimento, pois todos os diferentes modelos foram estudados e avaliados; assim, após a escolha do modelo base, foi viabilizada a criação da primeira versão do modelo de maturidade.

Posteriormente, o Diagnóstico dos colaboradores da empresa torna-se fundamental para que, na prática, possam ser verificadas possíveis melhorias e

ajustes a serem efetuados, com o objetivo de acrescentar maior riqueza ao estudo em questão e, caso necessário, remodelar a metodologia criada, tendo em vista a obtenção de efetividade na futura aplicação do modelo.

A última etapa do presente estudo consiste na proposição de um modelo que possa ser aplicado em empresas brasileiras do ramo de infraestrutura urbana e que possuam características semelhantes às da empresa objeto desta pesquisa, avaliando diversas dimensões que permeiam o processo de projeto e a gestão de ativos em BIM, possibilitando, dessa forma, a apresentação dos resultados obtidos, com uma visão clara de qual é o estado atual da organização para futuras ações de melhoria do grau de maturidade.

1.5 Estruturação do Trabalho

O trabalho apresentado está dividido em cinco capítulos, que exploram, contextualizam e justificam cada uma das etapas de execução da metodologia aplicada.

O primeiro capítulo, denominado Introdução, apresenta uma breve justificativa do trabalho realizado, dando ao leitor uma visão dos motivos da aplicação do método escolhido, além de demonstrar os objetivos que nortearam a sua execução, para que toda a pesquisa fosse conduzida com um único foco.

O capítulo ainda retrata a metodologia adotada neste estudo, passando por todas as etapas iniciais de pesquisa, desde a coleta de dados até a finalização dos trabalhos.

No segundo capítulo, por meio da Revisão Bibliográfica, são demonstradas as condições atuais do BIM no mercado da construção civil e de que forma o setor está se comportando com a implementação desse conceito dentro do processo de projeto que vem sendo realizado por muitas empresas.

Após essa breve contextualização, apresenta-se o funcionamento do fluxo do processo de projeto com a aplicação do *Building Information Modeling* e quais são os benefícios de sua implementação na coordenação do processo de projeto.

O capítulo seguinte aborda a Pesquisa de Campo e volta seu foco para a caracterização da empresa objeto do estudo, além de discorrer sobre a organização

de todos os processos e pessoas, promovendo a identificação dos agentes envolvidos no processo de projeto atual e expondo as dificuldades presentes da companhia, as quais serviram de inspiração e base para a sua ânsia em implementar a gestão do processo de projetos em BIM.

No quarto capítulo, por meio da Proposição do Modelo, são expostas as melhorias identificadas durante a realização deste trabalho, juntamente com a metodologia de avaliação considerada a mais aderente ao contexto vivenciado pela empresa escolhida.

O último capítulo, denominado Considerações Finais, retrata o panorama do estudo realizado juntamente com a análise crítica de toda a jornada das pesquisas desenvolvidas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para o desenvolvimento deste trabalho, buscou-se entender como a implementação do BIM e a avaliação de maturidade são mensuradas em algumas localidades como Finlândia, Hong Kong e Reino Unido, conhecidos por disseminarem de forma ampla o conceito do *Building Information Modeling*.

2.1 Implementação do BIM na Finlândia, Hong Kong e Reino Unido

Building Information Modeling, ou Modelagem da Informação na Construção, é um conceito que, segundo Bradley et al. (2016), é definido como a arte do gerenciamento e da coleta de informações, que ocorre por meio de um processo executado durante todo o ciclo de vida de um ativo, mediante a representação digital de seus elementos físicos e funcionais, favorecendo a tomada de decisão. De acordo com Succar (2016), o BIM traz para as partes interessadas a habilidade de integrar, analisar, simular e visualizar informações geométricas e não geométricas, através de modelos do empreendimento, de forma colaborativa.

Para Eadie et al. (2013), muitas empresas do Reino Unido enxergam diversos problemas que as motivam a não utilizar o BIM para projetar e operar seus empreendimentos, tais como:

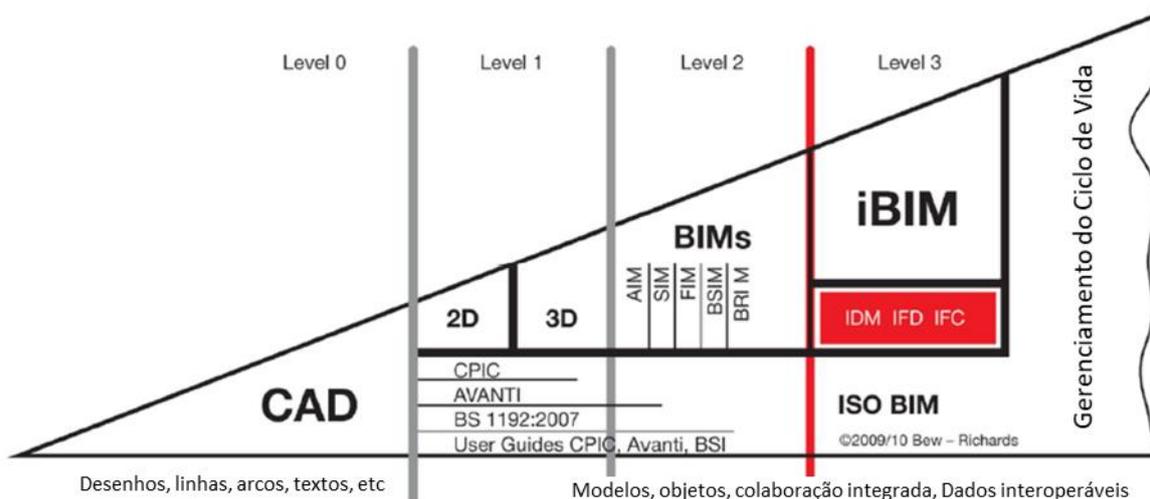
- a) Desconhecimento pelas equipes de projeto
- b) Desconhecimento pelas organizações
- c) Falta de demanda dos clientes
- d) Resistência cultural
- e) Custo para realizar os investimentos necessários
- f) Falta de financiamento adicional de projetos para apoiar o BIM
- g) Resistência ao nível operacional
- h) Relutância no compartilhamento de informações
- i) Questões legais relacionadas à propriedade do modelo

Apesar de tais problemas se caracterizarem como uma barreira para a sua aplicação, de acordo com Eadie et al. (2013), em pesquisa realizada com os países

que integram o Reino Unido, benefícios financeiros voltados à elaboração de projeto, entrega para os clientes e detalhamento da fase de pré-construção são os três maiores ganhos durante o desenvolvimento de um empreendimento e, por esses motivos, as fases de estudo de viabilidade, projeto e pré-construção são as áreas nas quais as iniciativas BIM possuem maior aplicação nesses países.

Com isso, pode-se visualizar que ainda há muito espaço para os investimentos que vêm sendo feitos pelo Reino Unido, objetivando ganhos cada vez maiores com essa tecnologia. Para que a utilização do BIM fosse ampliada, foi traçado um *roadmap* que considera variadas etapas para chegar a um processo de concepção e construção de um empreendimento, conforme se observa na Figura 2.

Figura 2 – Níveis de Maturidade BIM



Fonte: Bew e Richards (2008)

Bew e Richards (2008) consideram quatro níveis para mensurar os estágios da maturidade BIM em um empreendimento, em empresas ou até mesmo em um país:

- *Level 0*: Nenhum processo é executado em BIM, ou seja, ainda não há integração de processos e interoperabilidade, além de os desenhos utilizados serem representações de elementos em 2D.
- *Level 1*: Estágio inicial do BIM, no qual existe interoperabilidade em alguns processos e algumas especialidades possuem modelos tridimensionais.

- *Level 2*: Os projetos já são desenvolvidos em modelos 3D e há interoperabilidade na maioria dos processos, com o gerenciamento dos arquivos.
- *Level 3*: O ciclo de vida completo dos empreendimentos está em BIM, com integração e dados interoperáveis.

Todo o ciclo de vida de um empreendimento só pode ser considerado em BIM quando existe integração total de seus processos de forma colaborativa e digital. Tulenheimo (2015), em seu estudo sobre como essa tecnologia está sendo utilizada na Finlândia, notou que ainda é necessário mais desenvolvimento e fomento do conceito no país, pois se não houver um entendimento completo de todas as ferramentas adequadas, é difícil realizar uma implementação bem sucedida, mesmo que existam, naquele país, alguns históricos de sucesso parcial que foram alcançados.

Atualmente, segundo AbuEbeid e Nielsen (2018), esse desenvolvimento vem sendo expandido na Finlândia, mas ainda não há uma padronização em todo o país, já que diversas empresas vêm elaborando e detalhando os seus próprios requisitos.

Partindo para a Ásia e de acordo com Chan, Olawumi e Ho (2019), em Hong Kong, não há demanda pelas partes interessadas nos projetos e clientes para que a modelagem da informação da construção seja implementada. Hoje, alguns ramos da engenharia civil já iniciaram a implementação do BIM na região, nos setores aeroportuários, ferroviários e habitacionais, contudo, com taxas ainda muito baixas.

Percebe-se, além da resistência à tecnologia, a preferência pelo uso de ferramentas tradicionais, mesmo que, desde 2006, o governo local tenha padronizado a utilização do *Building Information Modeling* para suas obras públicas (CHAN; OLAWUMI; HO, 2019).

Essa tendência de baixa utilização do BIM para obras de infraestrutura do setor público e de habitação do setor privado é seguida também pela Malásia. Segundo Othman et al. (2020), apenas 8,2% do setor público utilizam essa ferramenta; o setor privado, por sua vez, é representado por 4,9% das empresas.

Assim como em Hong Kong, apesar de o governo malaio ter instituído que o BIM é obrigatório para obras de infraestrutura e habitação (antes de 2018, em 10%

do total de obras acima de RM 50 milhões e, a partir de 2018, para todas as obras acima de RM 100 milhões), em um total de 18 empreendimentos até 2017, poucos deles foram executados dentro desse conceito.

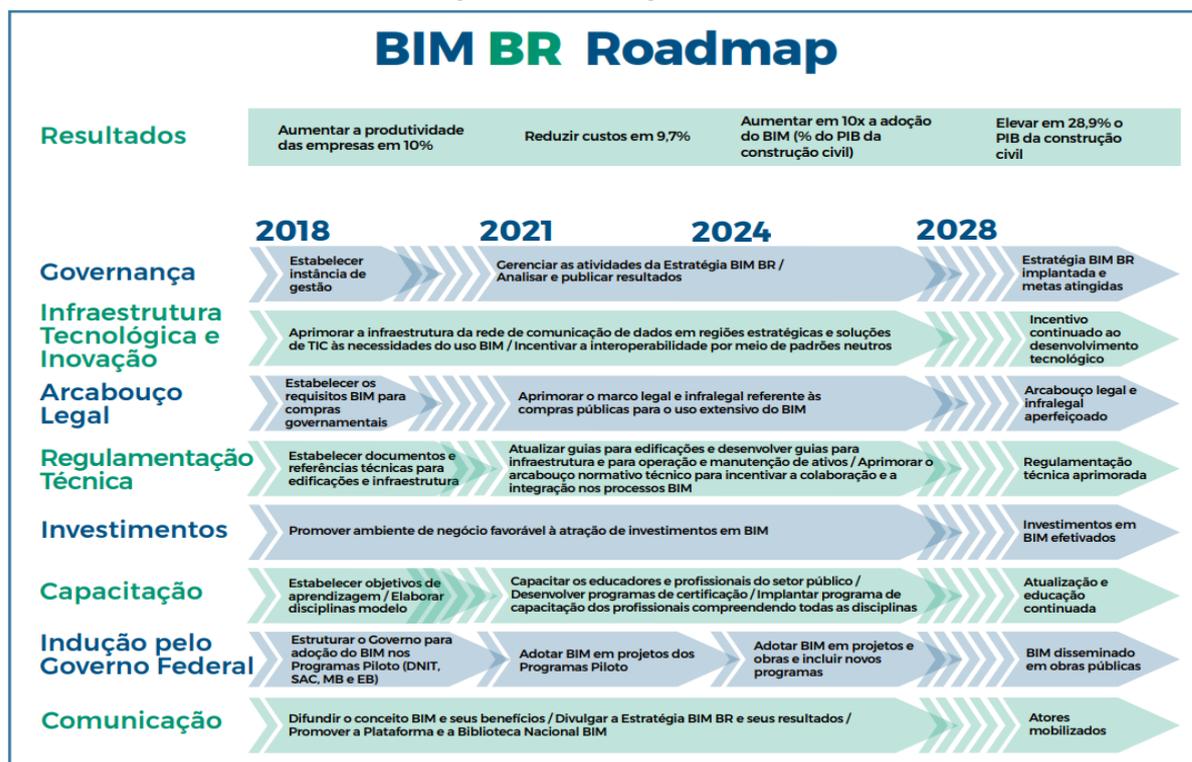
2.2 Estratégia BIM BR

No Brasil, o uso do BIM possui um plano de implementação definido de acordo com o Decreto nº 10.306, sancionado em 2 de abril de 2020:

[...] a utilização do Building Information Modeling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling – Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. (BRASIL, 2020)

Logo, depreende-se que a tecnologia BIM deve ser adotada na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizadas por entidades do setor público, e deve seguir a Estratégia BIM BR, ilustrada pela Figura 3.

Figura 3 – Estratégia BIM BR



Fonte: Governo Federal (2019). Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-externo/pt-br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>

Segundo o Governo Federal (2019), a estratégia traçada visa obter como resultado um aumento da produtividade das empresas em torno de 10%, reduzir custos em 9,7%, aumentar em 10 vezes a adoção do BIM e elevar em 28,9% o Produto Interno Bruto (PIB) no ramo da construção por utilizar esse conceito. Além disso, a Estratégia BIM BR está dividida em oito grupos, sendo eles:

- **Governança.** Desde 2018 até 2021, está sendo estabelecida a forma de gestão da Estratégia BIM BR. Entre 2021 e 2028, essa gestão será colocada em prática juntamente com a publicação dos resultados parciais e, após 2028, espera-se que as metas estabelecidas sejam alcançadas de modo simultâneo, com a implantação definitiva do projeto.
- **Infraestrutura Tecnológica e Inovação.** Utilizando as tecnologias que surgem a cada dia e aquelas que ainda estão por vir, entre 2018 e 2028, estimam-se o aprimoramento da infraestrutura da rede de comunicação de dados em regiões estratégicas e a adequação das soluções de Tecnologia da Informação (TI) às necessidades requeridas pelo uso do BIM, além do incentivo à interoperabilidade utilizando padrões neutros, ou seja, o fomento

da utilização do *Industry Foundation Classes* (IFC) para a comunicação e interoperabilidade entre as partes interessadas.

- Arcabouço Legal. Entre 2018 e 2021, os requisitos BIM para compras governamentais devem ser estabelecidos. Após esse período, entre 2021 e 2028, pretende-se aprimorar o marco legal e infralegal referente às compras públicas para uso extensivo do BIM e então, após 2028, aperfeiçoar o arcabouço legal através dos anos, para que ele sempre se mantenha atualizado.
- Regulamentação Técnica. Estabelecer documentos e referências técnicas para edificações e infraestrutura entre 2018 e 2021, para que, entre 2021 e 2028, seja possível atualizar os guias para edificações e desenvolver guias voltadas à infraestrutura e à operação e manutenção de ativos, além de aprimorar o arcabouço normativo técnico, com o objetivo de incentivar a colaboração e a integração nos processos BIM.
- Investimentos. A promoção do ambiente de negócios favorável à atração de investimentos em *Building Information Modeling* vem ocorrendo desde 2018, para que, em 2028, possam existir investimentos efetivados.
- Capacitação. Entre 2018 e 2021, estabelecer objetivos de aprendizagem e elaborar disciplinas-modelo para criar uma base que será utilizada em 2021 na capacitação de educadores e profissionais do setor público, com o desenvolvimento de programas de certificação, além de implantar, entre 2021 e 2028, um programa de capacitação dos profissionais, compreendendo todas as disciplinas.
- Indução pelo Governo Federal. Em 2018, iniciou-se a estruturação do governo, com previsão de finalização em 2021, tendo em vista a adoção do BIM nos projetos dos Programas-Piloto entre 2021 e 2024. Posteriormente, entre 2021 e 2028, deve-se adotar o BIM em projetos e obras, incluindo novos programas, a fim de que, no ano de 2028, a tecnologia esteja disseminada em todas as obras públicas.
- Comunicação. Entre 2018 e 2028, é preciso difundir o conceito da modelagem da informação e seus benefícios, divulgando a Estratégia BIM BR e seus

resultados, e promover a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM. Com essas ações, após 2028, intenciona-se que todas as partes interessadas em projetos de engenharia civil estejam mobilizadas.

Dessa forma, a partir de 2021, o governo pretende desenvolver projetos de infraestrutura em modelagem da informação, tendo como seguidores toda a sua governança, além de possuir um arcabouço legal, regulação técnica, partes interessadas capacitadas, indução do mercado e investimentos que sigam o conceito BIM.

Para que empresas do meio privado possam investir em obras de infraestrutura urbana, em 2021, a elaboração de projetos já deve ser executada em BIM e, em 2024, o acompanhamento de obras deve seguir esse mesmo conceito. A partir de 2028, todos os tópicos apresentados na figura acima já devem estar desenvolvidos, com o intuito de utilizar o *Building Information Modeling* em todo o ciclo de vida dos empreendimentos.

2.3 Gestão do Processo de Projeto em BIM

Um empreendimento que possui seu processo de projeto gerenciado pela tecnologia BIM faz uso de um modelo digital multiespecialidade dividido em submodelos BIM, de acordo com diferentes partes do empreendimento. Dessa forma, adota-se uma plataforma na qual se estabelece a comunicação entre as partes interessadas do empreendimento e os submodelos BIM que são desenvolvidos paralelamente (MA; ZHANGA; LIB, 2017).

Para que um projeto seja considerado bem-sucedido, há diversos fatores a serem analisados, e durante sua elaboração baseada no conceito BIM, a avaliação ganha extrema importância. Segundo Knotten, Lædre e Hansen (2017), é possível identificar alguns fatores que, se contarem com uma boa avaliação durante o desenvolvimento do projeto, o caracterizam como bem-sucedido:

- a) Cliente, que pode ser identificado em um projeto como uma pessoa ou organização, e sua interface no processo de projeto é um importante fator de sucesso. O cliente é responsável por disponibilizar seu tempo e fornecer informações como orçamento e escopo do projeto. A chave para o

desenvolvimento bem-sucedido de um empreendimento está na mão do cliente e não dos projetistas. Isso se torna claro quando o foco está voltado para a realização de um bom alinhamento entre as necessidades do cliente e do executor do projeto, para que, assim, os bons resultados sejam colhidos.

- b) Um importante fator de sucesso dentro do processo de elaboração de um empreendimento é a comunicação, que pode ser interpessoal com a coordenação e integração de reuniões realizadas de forma estruturada.
- c) Durante o processo de coordenação de projetos, a tomada de decisões é muito destacada, sendo reconhecida como uma parte desafiadora do processo de projeto, pois todo o processo depende da tomada de decisões durante suas fases. Decisões devem ser tomadas a tempo de facilitar o fluxo de trabalho (BLYTH; WORTHINGTON, 2001 apud KNOTTEN; LÆDRE; HANSEN, 2017) e de forma rápida. Ainda assim, para permitir a evolução do processo, o gestor do empreendimento deve possuir flexibilidade e trazer essa mesma característica para o processo, pois tal postura favorece a assertividade com relação ao correto posicionamento diante das diversas fases pelas quais passa um empreendimento.
- d) A saúde, a segurança e o meio ambiente, que não são pontos facilmente identificados na fase de desenvolvimento de projeto, impactam de forma efetiva no seu sucesso, já que são diretamente associados à fase de obras dos empreendimentos. Entretanto, o que muitos não percebem é que o produto da fase de projeto é a base para a fase de construção, ou seja, se esses pontos são considerados na fase de projeto e desenvolvidos posteriormente, é factível que, durante a fase de execução das obras do empreendimento, a saúde, a segurança e o meio ambiente sejam impactados de forma positiva.
- e) Gerenciamento de interfaces, fator este que, ao longo dos anos, se mostra muito complexo para ser conduzido com a utilização de novos equipamentos e ferramentas específicas em diversas disciplinas.
- f) Gerenciamento do conhecimento, já que o conhecimento pode ser considerado o bem mais valioso na elaboração de um empreendimento, pois engloba as experiências anteriores em outros projetos e *feedbacks* recebidos

de clientes no passado. Uma parte importante é a transmissão e o compartilhamento do conhecimento dentro da equipe multifuncional, pois, dessa forma, os membros conhecerão bem o processo e não somente os erros cometidos no passado.

- g) Planejamento, um dos fatores considerados mais impactantes na elaboração de um empreendimento, é fundamental para iniciar um bom gerenciamento. Na literatura tradicional, sugere-se a necessidade de definir um planejamento único por todo o ciclo do projeto, mas esse modelo funciona corretamente apenas quando há atividades que seguem uma ordem fixa e imutável. Esse tipo de fluxo de processo é algo irreal para a realidade vivenciada por coordenadores de projeto, onde existem diversas atividades que são cíclicas ou interativas.
- h) Com relação ao Gerenciamento de Riscos, Samset (2010 apud KNOTTEN; LÆDRE; HANSEN, 2017) apontou que as incertezas de um projeto podem ser transformadas em riscos negativos ou em oportunidades, chamadas de risco positivo. Por essa razão, a boa gestão de riscos consegue diminuir aos menores níveis os impactos causados por eventos não previstos, fazendo com que o projeto se torne bem-sucedido.
- i) O Gerenciamento de equipe é de extrema importância para a obtenção de sucesso na elaboração de projetos. Uma equipe bem gerenciada e organizada possui a mesma mentalidade entre os indivíduos que a compõe, com o bom entendimento das tarefas e seu sequenciamento de execução, além dos prazos de entrega e a velocidade que cada etapa demanda.

A elaboração de projetos em BIM impacta positivamente em todos os tópicos citados acima, pois, com a colaboração em formato digital, consolidada em um Ambiente Comum de Dados (ACD), as partes interessadas de todas as fases de um empreendimento se utilizam de seu conhecimento e de experiências anteriores para apontar riscos futuros que podem ser mitigados nas fases iniciais de concepção, desenvolvendo, dessa forma, um empreendimento de melhor qualidade, com grande possibilidade de se tornar um projeto bem-sucedido, em comparação aos meios utilizados de desenvolvimento e coordenação de projetos que possuem apenas algumas etapas integradas e digitalizadas.

2.4 Modelos de Maturidade BIM

Com o intuito de encontrar qual modelo de maturidade poderia se enquadrar e atender à realidade vivenciada pela empresa objeto do presente estudo, realizou-se uma pesquisa dos diferentes tipos de modelos de avaliação de maturidade no mundo.

Durante a pesquisa, foram encontrados diversos modelos, mas para este trabalho foram definidos, dentre o material estudado, modelos de avaliação de maturidade que se aproximam de uma avaliação voltada para empresas de infraestrutura no ramo de construção civil que, especificamente, estão desenvolvendo um projeto de implantação do BIM em todo o ciclo de vida dos empreendimentos por elas gerenciados no momento atual e futuramente.

Os modelos buscados e analisados estão apresentados no Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 – Modelos de Avaliação de Maturidade BIM pelo mundo

Índice	Nome do Modelo	Referência Bibliográfica
1	<i>BIM Proficiency Matrix (BPM)</i>	Indiana University Archthect's Office (2009)
2	<i>BIM QuickScan (BIM Compass)</i>	Sebastian and Berlo (2010)
3	<i>Characterisation Framework</i>	Gao (2011)
4	<i>CPIx BIM Assesment Form</i>	CPI (2011)
5	<i>BIM³</i>	Succar (2012)
6	<i>BIMscore/VDC and BIM Scorecard</i>	Stanford University (2012)
7	<i>BIM Excellence</i>	<i>Change Agents</i> AEC (2013)
8	<i>Organization BIM Assesment Profile</i>	CIC (2013)
9	<i>The Owner's BIMCAT</i>	Giel (2013)
10	<i>BIM Maturity Measure</i>	Arup (2014)
11	<i>The TOPC Evaluation Criteria</i>	Nepal et al. (2014)
12	<i>BIM Interactive Capability Maturity Model (I-CMM)</i>	NIBS (2015)

Fonte: Adaptação e tradução livre do autor (2021)

Posteriormente, teve início a análise de cada um dos modelos, com o objetivo de entender seu funcionamento, mas, acima de tudo, os modelos foram avaliados com relação à sua aplicabilidade, levando em consideração os seguintes tópicos:

- a) Capacidade de avaliação de empresas do setor inseridas no mercado brasileiro.
- b) Possibilidade de adaptação.
- c) Aplicação ao setor de infraestrutura.
- d) Objetividade.

Após a análise, foram selecionados os cinco modelos que continham maior similaridade com o contexto da empresa objeto do presente trabalho, para que os estudos pudessem ser aprofundados em cada um deles. Dessa forma, vislumbrou-se a necessidade de realizar um agrupamento dos tópicos de avaliação de cada um dos modelos em cinco grupos distintos: Tecnologias, Regras, Processos, Pessoas e Dados.

A Tabela 1 demonstra os modelos selecionados e o agrupamento realizado.

Tabela 1 – Análise dos modelos a partir dos eixos Tecnologia, Regras, Processos, Pessoas e Dados

	BIMscore/VDC and BIM Scorecard	BIM Proficiency Matrix (BPM)	BIM Interactive Capability Maturity Model (I-CMM)	BIM QuickScan(BIM Compass)	BIM ³	
ORIGEM	Universidade de Stanford	Universidade de Indiana	Instituto Nacional de Ciência da Construção	Instituto de pesquisas independente TNO (Holanda)	Universidade de Newcastle (Austrália)	
Tópicos avaliados no modelo de maturidade	Tecnologia	Tecnologias Utilizadas	Modelagem de As Built	Capacidade Espacial	Ferramentas e Aplicações	Tecnologia Utilizadas
				Interoperabilidade (Suporte do IFC)		
				Informações Gráficas		
	Regras	N/A	N/A	Métodos de Entrega	N/A	Políticas
	Processos	Planejamento	Integração da Metodologia Utilizada para a Entrega do	Processos do Negócio	Intuição e Gerenciamento	Processos
		Modelo de Adoção BIM		Modelo de Cálculo		
		Performance				
	Pessoas	N/A	Consciência Local	Funções dos Stakeholders	Cultura e Mentalidade	N/A
				Gerenciamento de Mudança		
	Dados	N/A	Acurácia Física do Modelo	Análise da Riqueza de dados	Fluxo e Estrutura das Informações	N/A
Conteúdo Criado			Acurácia de Informações			
Dados Construídos			Informações atualizadas			
Riqueza de dados para o Gerenciamento de						

Fonte: Adaptação e tradução livre do autor (2021)

Observa-se, na tabela acima, a análise dos modelos escolhidos, visando à compreensão da forma com que cada um deles realiza a avaliação de maturidade em empresas que estão em fase de implementação do BIM ou que pretendem fazer a implementação. O descritivo de cada um dos modelos avaliados está apresentado nos itens subsequentes.

2.4.1 BIMscore / VDC and BIM Scorecard

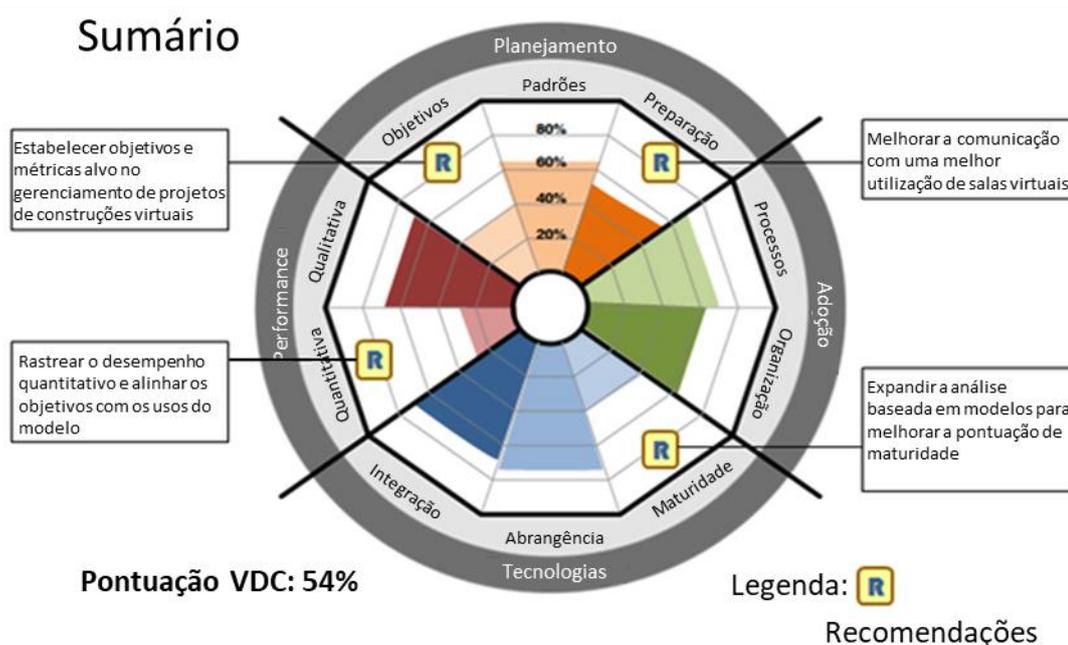
O *BIMscore / VDC and BIM Scorecard* foi desenvolvido nos Estados Unidos, na Universidade de Stanford. O modelo de avaliação atua em quatro pilares, que são: Planejamento, Modelo de adoção do BIM na empresa, Performance e Tecnologia.

Para o desenvolvimento deste trabalho, os três primeiros pilares foram agrupados na categoria Processos, ou seja, a avaliação feita por esta metodologia busca entender e classificar os processos da empresa ou de um empreendimento

específico sob diferentes óticas (Planejamento, Modelo de adoção do BIM na empresa, Performance).

O modelo de avaliação é implementado em diversos países da Ásia, por meio da estratégia *BIMscore* (STRATEGIC BUILDING INNOVATION, 2020), que utiliza como base o *Virtual Design and Construction (VDC) and BIM Scorecard*. Trata-se de um método no qual são utilizados formulários genéricos, que devem ser preenchidos pelas empresas avaliadas e entregues à *BIMscore*, para que um gráfico do nível de maturidade da empresa ou empreendimento seja elaborado, a fim de que sejam tecidas as recomendações necessárias, conforme se observa na Figura 4, tendo em vista a avaliação do nível de maturidade BIM de uma edificação.

Figura 4 – Resultados da avaliação de maturidade BIM de uma edificação



Fonte: Cife Vdc. (2012). Disponível em: <<https://cifevdc.weebly.com/case-studies.html>>

De acordo com a figura, os resultados são apresentados juntamente com os níveis de maturidade recomendados, isso porque este método compara dados e resultados de avaliações anteriores de outros empreendimentos e empresas e, dessa forma, a cada avaliação efetuada, o próprio modelo utilizado se torna mais rico e otimizado, já que novos dados são inseridos em todas as avaliações.

2.4.2 BIM *Proficiency Matrix* (BPM)

Outro modelo selecionado para a comparação é o *BIM Proficiency Matrix* (BPM). Trata-se de um modelo de avaliação desenvolvido na Universidade de Indiana, Estados Unidos, utilizado dentro do caderno de especificação de projeto pertencente à mesma universidade e que avalia oito itens: Modelagem de *As Built* (Tecnologia), Integração da metodologia utilizada para a entrega do projeto e Modelo de cálculo (Processos), Consciência local (Pessoas), Acurácia física do modelo, Conteúdo criado, Dados construídos e Riqueza de dados para o gerenciamento de *facilities* (Dados) (*BIM GUIDELINES & STANDARDS FOR ARCHITECTS, ENGINEERS AND CONTRACTORS*, 2015).

Aos oito itens, deve-se atribuir a nota 0 ou 1 para cada um dos quatro subtópicos, de acordo com o nível de maturidade da empresa, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Subtópicos referentes a cada item avaliado

Acurácia Física do Modelo	Integração da Metodologia Utilizada para a Entrega do Projeto	Modelo de Cálculo	Consciência Local
Modelo com geometria básica	Criação de um plano de execução BIM	Exportação de informação dos modelos em fase inicial	Orientação geográfica do canteiro
Detectção de colisão do projeto	Utilização de modelos estruturais e de instalações	Integração dos modelos de cálculo	Consciência ambiental existente
Requisitos de projeto bem definidos	Gerenciamento dos modelos totalmente definidos	Calculos interdisciplinares	Acurácia global
Inovações na acurácia do modelo	Inovação na Integração da Metodologia Utilizada para a Entrega do Projeto	Inovação no modelo de cálculo	Inovação na forma de localizar o empreendimento
Conteúdo Criado	Dados Construídos	Modelagem de As Built	Riqueza de dados para o Gerenciamento de Facilities
Conteúdo geometricamente correto	Possibilidade de retirar dados quantitativos a partir dos modelos	Documentação do empreendimento pós termino de obra	Gerenciamento do espaço para dados
Especificação de objetos manufaturados	Programação de objetos nos modelos	Coordenação da modelagem do empreendimento	Gerenciamento de ativos
Objetivo do projeto bem formulado	Integração com a aquisição de materiais	Resgate dos objetivos do projeto	Informação específicas de bens manufaturados
Inovação no conteúdo criado com o empreendimento	Inovação na construção	Inovação no As-built	Inovação na riqueza de dados para o gerenciamento de facilities

Fonte: BIM *Guidelines & Standards for Architects, Engineers and Contractors* (2015). Adaptação e tradução do autor (2021)

Posteriormente à atribuição das notas para todos os 32 subtópicos, é possível posicionar a empresa segundo sua capacidade BIM em cinco classificações: 1 – Trabalho bem direcionado ao BIM (notas entre 0-12); 2 – Certificado em BIM (notas entre 13-18); 3 – Prata (notas entre 19-24); 4 – Ouro (notas entre 25-28); 5 – Ideal (notas entre 29-32).

2.4.3 BIM Interactive Capability Maturity Model (I-CMM)

O terceiro modelo apresentado é o BIM *Interactive Capability Maturity Model* (I-CMM), desenvolvido pelo *National Institute of Building Sciences*. Este modelo possui maior aderência com a realidade vivenciada pela empresa objeto deste trabalho e consegue avaliar com mais detalhamento e pragmatismo a maturidade BIM de empresas e projetos, se comparado aos outros modelos, sendo necessário selecionar qual o grau de maturidade dos 11 principais itens avaliados (Anexo 1).

Os 11 itens avaliados são:

- a) *Data Richness* (Riqueza de Dados)
- b) *Life-Cycle Views* (Visões do Ciclo de Vida)
- c) *Roles or Disciplines* (Papéis ou Disciplinas)
- d) *Change Management* (Gerenciamento da Mudança)
- e) *Business Process* (Processos do Negócio)
- f) *Timeliness/Response* (Oportunidades/Reação)
- g) *Delivery Method* (Métodos de Entregas)
- h) *Graphical Information* (Informações Gráficas)
- i) *Spacial Capability* (Capacidade Espacial)
- j) *Information Accuracy* (Acurácia das Informações)
- k) *Interoperability/IFC Support* (Interoperabilidade/Suporte do IFC)

A identificação do grau de maturidade avaliado em cada um dos itens agrega uma nota que varia de 1 a 10. Essa nota é multiplicada pelo peso dado a cada um dos 11 itens principais, com relação à sua importância para diferentes realidades, e assim são somadas as notas de cada item, resultando na obtenção da nota final do nível de maturidade da empresa (Figura 5).

Figura 5 – Consolidação das notas de todos os quesitos avaliados

Áreas de Interesse	Peso de Importância	Escolha sua percepção de nível de maturidade	Nota
Riqueza de Dados	84%	Dados e informações expandidas	4.2
Visões do Ciclo de Vida	84%	Construção / Suprimentos	2.5
Gerenciamento da Mudança	90%	Consciência Limitada	2.7
Papéis ou Disciplinas	90%	Suportados parcialmente planejamento, projeto e construção	4.5
Processos do Negócio	91%	Alguns processos coletam informações	2.7
Oportunidades/Reação	91%	Chamadas de dados não são em BIM, mas a maioria dos outros dados são	2.7
Métodos de Entregas	92%	Serviços limitados habilitados para web	4.6
Informações Gráficas	93%	3D – Gráficos inteligentes	6.5
Capacidade Espacial	94%	Localização espacial básica	1.9
Acurácia das Informações	95%	Terreno limitado – espaços internos somente	2.9
Interoperabilidade/ Suporte do IFC	96%	Maioria das informações são transferidas entre usuários	4.8
		Soma das notas	40.0
		Nível de Maturidade	Mínimo BIM

Fonte: *BIM Interactive Capability Maturity Model (2015)*

As classificações dos níveis de maturidade por faixas de nota são:

1. BIM não utilizado (<40 pontos)
2. Mínimo BIM (40-49,9 pontos)
3. Certificado (50-69,9 pontos)
4. Prata (70-79,9 pontos)
5. Ouro (80-89,9 pontos)
6. Platina (90-100 pontos)

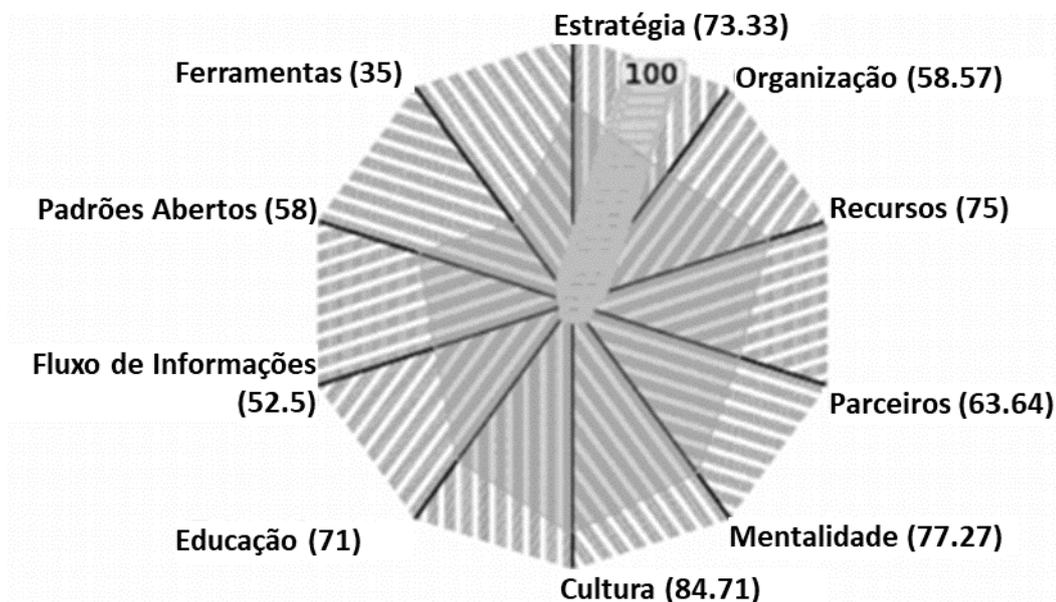
2.4.4 BIM QuickScan (BIM Compass)

O próximo modelo selecionado para avaliação é o *BIM QuickScan (BIM Compass)*, desenvolvido na Holanda. Segundo Sebastian e Van Berlo (2010), os quatro principais itens do modelo possuem subitens, que classificam a empresa através da utilização de uma lista com questões; para cada item, é atribuído um peso à resposta obtida.

Com todas as respostas, o *BIM Compass* efetua uma avaliação realizada por consultores parceiros e certificados, com o objetivo de elaborar um relatório que aponte as notas de todos os subitens que detalham os quatro principais itens, e

mostre, em um gráfico do tipo radar, como a empresa está classificada frente ao mercado (Figura 6).

Figura 6 – Resultados da avaliação de maturidade BIM



Fonte: TNO (2010). Disponível em: <<http://www.BIMQuickScan.nl>>

Os itens apresentados na figura acima estão distribuídos da seguinte forma, detalhando os quatro principais itens avaliados:

- a) Instituição e Gerenciamento: Visão e estratégia; Distribuição de papéis e tarefas; Estrutura organizacional; Garantia de qualidade; Recursos financeiros; Parceiros.
- b) Cultura e Mentalidade: Aceitação do BIM entre os colaboradores; Motivação individual e em grupo; Influência e presença de um coordenador BIM; Conhecimentos e habilidades; Gestão e treinamento do conhecimento.
- c) Fluxo e Estrutura das Informações: Uso de modelagem; Biblioteca de objetos utilizados; Fluxo de informações externas; Troca de dados em cada fase do projeto.
- d) Ferramentas e Aplicações: Uso de servidor; Tipo e capacidade do servidor; Tipo de pacote de software; Ferramentas avançadas de BIM; Visualização do modelo.

2.4.5 BIM³

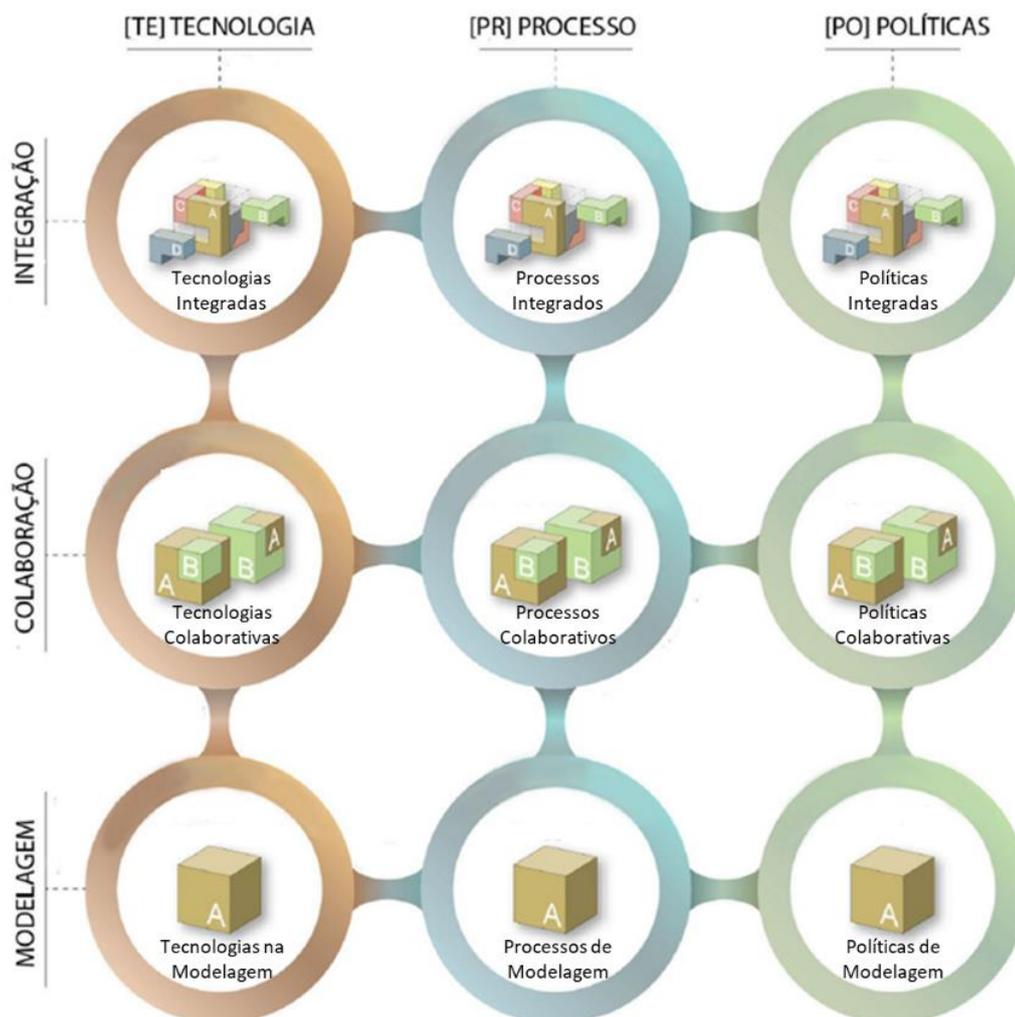
O último modelo apresentado na Tabela 1, denominado BIM³, foi desenvolvido na Universidade de Newcastle, Austrália, pelo professor Bilal Succar. Em sua metodologia de avaliação, o nível de maturidade de uma empresa é dividido em dois principais pilares para a obtenção de uma avaliação completa da maturidade BIM, quais sejam: *BIM Maturity Index* (Índice de Maturidade BIM) e *BIM Capability Stages* (Conjunto de Capacidades BIM).

O Conjunto de Capacidades BIM de uma organização, ou *BIM Capability Stage*, segundo Succar, Sher e Williams (2012), é a classificação das habilidades consideradas mínimas para que uma empresa ou equipe desempenhem suas atividades utilizando o conceito de modelagem da informação em construção. Mencionada classificação é feita de acordo com os estágios abaixo:

- *BIM Capability Stage 1* – Estágio de Capacidade BIM 1 (Modelagem): a empresa possui, ao menos, um *software* de modelagem implantado.
- *BIM Capability Stage 2* – Estágio de Capacidade BIM 2 (Colaboração): a empresa produz modelos e colaborativos e multidisciplinares.
- *BIM Capability Stage 3* – Estágio de Capacidade BIM 3 (Integração): os modelos produzidos pela empresa estão conectados a banco de dados externos e integrados em rede para compartilhar informações entre as disciplinas.

Os estágios de capacidade BIM de uma organização apresentados acima são classificados nos três principais itens avaliados com a metodologia BIM³, conforme se observa na Figura 7.

Figura 7 – Estágios e Campos BIM

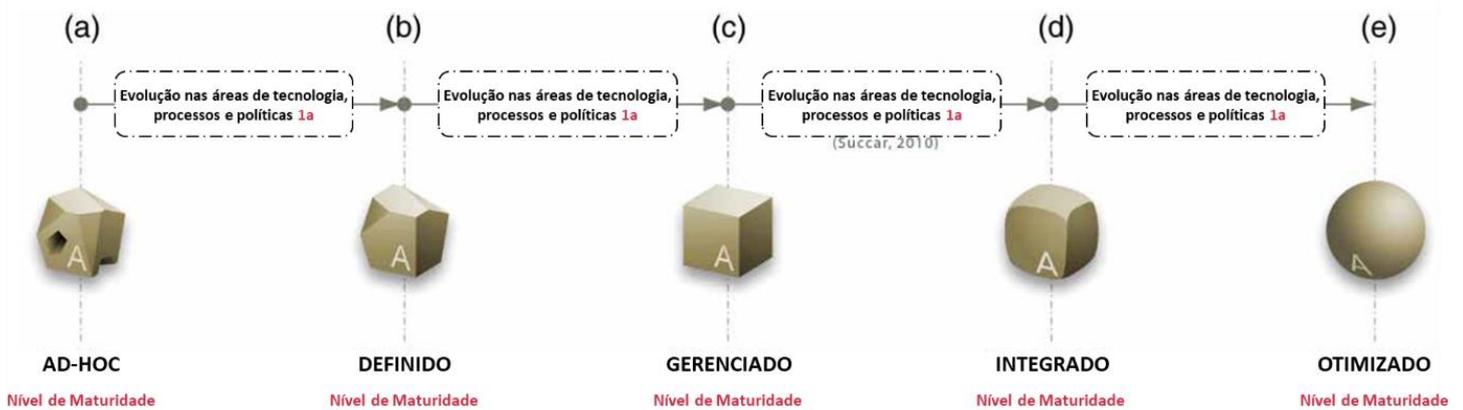


Fonte: Succar (2013). Disponível em: <<http://www.bimframework.info/fields/>>. Adaptação e tradução do autor (2021)

Dessa forma, considerando os três estágios de capacidade BIM apresentados anteriormente, quanto mais estruturada e quanto maior for a maturidade de uma empresa, melhor ela estará posicionada na região superior da Figura 7, pois acumulará as capacidades BIM dos níveis abaixo.

O segundo pilar da metodologia de avaliação de maturidade desenvolvida por Succar (2012) é o *BIM Maturity Index* (Índice de Maturidade BIM), que classifica a empresa em cinco níveis. Quanto melhor a avaliação da empresa, mais à direita ela estará posicionada na Figura 8, acumulando a maturidade dos níveis anteriores.

Figura 8 – Níveis de maturidade BIM



Fonte: Succar, Sher e Willians (2012)

Segundo Succar (2009), os cinco níveis de maturidade definem-se em:

- a) Inicial. Neste nível, a empresa não desenvolveu nenhum plano de gerenciamento de mudança para o *Building Information Modeling*; há ferramentas de modelagem implementadas, como *softwares* voltados à elaboração de projetos em BIM, mas não existe nenhuma padronização nos processos e papéis dos agentes envolvidos, ou seja, todo o processo depende da boa condução individual desses profissionais.
- b) Definido. A empresa já possui manuais e guias de trabalho para orientar as partes interessadas, e existem padrões de entrega dos processos, tudo sob a orientação de gerentes com maior senioridade, o que inspira confiança entre os parceiros de projeto. Neste nível, o BIM é visto como uma inovação dentro da companhia.
- c) Gerenciado. Nesta classificação, a visão do BIM já está bem disseminada dentro da organização, que já define objetivos claros, com planos de ação e monitoramento da utilização da modelagem da informação. Além disso, o BIM é aproveitado dentro da empresa como uma oportunidade de *marketing*.
- d) Integrado. Há integração com o BIM em todos os processos de negócio da organização e, com isso, a tecnologia é apresentada como um diferencial, se configurando como uma vantagem competitiva no mercado, atraindo e retraindo clientes. Para a implantação de *softwares*, são considerados requisitos estratégicos e não só requisitos operacionais; existe boa

colaboração entre os parceiros de projetos para a padronização das entregas, é possível realizar uma previsão da produtividade das partes interessadas e as metas de desempenho são associadas aos padrões BIM e ao sistema de gerenciamento da qualidade.

- e) Otimizado. Para o nível de maturidade mais alto, a empresa já possui entre seus colaboradores uma proatividade no aperfeiçoamento de políticas e processos, comunicação e integração de dados, além da alocação de riscos, responsabilidades e recompensas em todos os contratos, tudo isso com o objetivo de alcançar melhor desempenho e performance. Todos os pontos citados são revisados constantemente e de forma otimizada, e são criados padrões de entrega inovadores, ou seja, há uma melhoria contínua implantada e presente entre todos os colaboradores da companhia e entre as partes interessadas e parceiros externos.

Após avaliação dos dois principais pilares de avaliação de maturidade BIM, quais sejam, *BIM Maturity Index* (Índice de Maturidade BIM) e *BIM Capability Stages* (Conjunto de Capacidades BIM), atribui-se uma nota para a classificação da empresa, de acordo com os critérios relacionados na Tabela 3.

Tabela 3 – Pontuação por nível de maturidade

Nível de Maturidade	Pontuação
Inicial (a)	10 pontos
Definido (b)	20 pontos
Gerenciado (c)	30 pontos
Integrado (d)	40 pontos
Otimizado (e)	50 pontos

Fonte: Succar (2009). Adaptação e tradução do autor (2021)

Com as pontuações definidas, pode-se obter uma classificação final do Nível de maturidade BIM, em conformidade com o exemplo apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Avaliação final BIM

Pontuação de Maturidade

Matriz de Maturidade BIM Avaliação no nível de granularidade 1		a	b	c	d	e
		10 Pts	20 Pts	30 Pts	40 Pts	50 Pts
Tecnologia	Software			●		
	Hardware	●				
	Conexão		●			
Processos	Liderança				●	
	Recursos Humanos			●		
	Infraestrutura		●			
Políticas	Produtos e Serviços		●			
	Contratos		●			
	Regulatório			●		
Estágio	Preparatórios				●	
	Colaboração			●		
Escala	Organização		●			
Subtotal		10	100	120	80	0
Pontos Totais						310
Pontuação de maturidade						25.83

Fonte: Succar (2009)

Na tabela extraída do artigo do Professor Bilal Succar, os três principais itens de avaliação são detalhados em outros 10 subitens. Os itens Estágio BIM e Escala também são pontuados, seguindo os mesmos critérios. Com isso, para a avaliação apresentada na Figura 9, realiza-se a soma do total de pontos, dividida pelos 12 critérios detalhados e avaliados, obtendo-se, assim, a nota final da organização.

3. PESQUISA DE CAMPO

Este capítulo expõe detalhes da situação encontrada e vivenciada pela empresa objeto de estudo, que integram a elaboração do presente trabalho.

3.1 Caracterização e Apresentação da Empresa

A empresa foco deste trabalho está localizada no interior do Estado de São Paulo, na cidade de Jundiaí, e possui mais de 18 anos de atividade no mercado. Seu escopo de atuação está delineado pelo gerenciamento de serviços de engenharia que são prestados às demais organizações do mesmo grupo, administradas por uma *holding*¹ fundada em 1999, que atua nos segmentos de concessão de rodovias, metrô, aeroportos e serviços voltados à mobilidade, e que é considerada referência nacional e internacional no setor, marcando presença no mercado brasileiro há mais de 20 anos.

Atualmente, estão sob a responsabilidade da *holding* 3.735 km de rodovias da malha concedida nacional, nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, gerenciadas por 10 concessionárias rodoviárias. No segmento de transporte de passageiros, possui controle sobre quatro concessionárias, sendo que três delas são responsáveis por administrar linhas metroviárias nos Estados de São Paulo e Bahia, e uma administra o transporte hidroviário de passageiros no Estado do Rio de Janeiro. Além desses modais, em 2012, o grupo entrou para o setor aeroportuário com a participação acionária em concessões internacionais pela América Latina e América do Norte, e no Brasil, em um aeroporto localizado no Estado de Minas Gerais.

Todas as concessões rodoviárias e de transporte de passageiros citadas anteriormente são suportadas pela empresa de engenharia foco deste estudo, que presta todos os serviços definidos contratualmente junto ao Poder Concedente², e que são obrigação de cada uma das concessionárias. Tais serviços são voltados à

¹ Empresa que detém a posse majoritária de ações de outras empresas, centralizando o controle sobre elas.

² Entende-se por **Poder Concedente** a União, o Estado, o Distrito Federal ou o Município, cuja competência se encontra o serviço público no qual se obtém uma concessão ou permissão de exploração comercial de um bem público estabelecidas em contrato, com benefícios comuns à população.

melhoria da estrutura a ser utilizada pelos modais e que, essencialmente, necessitam de projetos e obras de engenharia civil.

A empresa objeto desta pesquisa está passando por uma reestruturação de departamentos e processos e, com isso, novas tendências estão sendo levantadas para que sua competitividade se mantenha no mercado, que, a cada dia, possui novos *players* nacionais e internacionais.

Como parte extremamente importante desse mapeamento, o processo de projeto em BIM é uma tendência no mercado que deve ser explorada e desenvolvida internamente, a fim de otimizar atividades, gerando menor custo e, conseqüentemente, novas oportunidades de negócio dentro e fora do país.

3.2 Contextualização da Empresa

A seguir, são apresentadas a jornada da empresa e suas ações relacionadas ao conceito BIM, que permitiram a implantação estruturada da modelagem da informação.

3.2.1 Histórico da empresa frente ao BIM

O primeiro contato da empresa estudada com o processo de projeto em BIM ocorreu em 2017, com a realização dos primeiros projetos-piloto baseados no conceito.

O primeiro projeto pautou-se na elaboração do projeto de duplicação de uma rodovia localizada no Estado de São Paulo, administrada por uma das concessionárias do grupo, onde a empresa presta serviços de engenharia. O projeto seguinte consistiu na modelagem e execução do tramo três de uma linha de metrô no Estado da Bahia, também administrada por uma concessionária do grupo.

Em ambos os casos, a iniciativa de contratação de fornecedores de *software* de gerenciamento e modelagem para a implantação partiram da própria organização, com o intuito de agregar valor ao produto e aprender a metodologia.

Motivada por uma obrigação contratual, a contratação do primeiro projetista em BIM ocorreu no ano de 2018, tendo em vista a requalificação de uma estação de metrô, localizada na zona Oeste da cidade de São Paulo.

Após as primeiras experiências com o conceito para o gerenciamento de projetos de forma pulverizada e pontual, a empresa pode mensurar os pontos positivos e pontos a melhorar em uma próxima fase de sua esperada implementação; no entanto, de acordo com a vivência e entendimento deste autor, muitos pontos relacionados à completa implementação da modelagem da informação na organização não foram observados. Esses aspectos, por sua vez, podem ser cruciais para caracterizar a implementação como bem ou mal sucedida e, por essa razão, o trabalho foi desenvolvido para que os líderes da empresa pudessem ter em mãos todo o mapeamento do seu estado corporativo atual.

No presente, a companhia vem implementando essa metodologia de forma estruturada, buscando o desenvolvimento de futuros projetos em BIM e, para transformar seu processo de gerenciamento de projeto – anteriormente executado de acordo com o modelo tradicional – em um processo que é considerado o futuro da própria organização, seu entendimento é o de buscar, o quanto antes, a implantação completa do *Building Information Modeling* em todas as suas áreas, já que outras grandes corporações do ramo também perseguem novas tecnologias, em especial, a implementação de processos de projeto em BIM.

Além disso, nota-se que as primeiras empresas que conseguirem promover essa mudança em seus procedimentos e processos possuirão uma vantagem competitiva sobre as demais, que poderá ser utilizada para alavancar os futuros negócios.

Para que a implantação seja feita de maneira organizada e estruturada, foram selecionados para compor o grupo denominado E-BIM, analistas da empresa que possuíam conhecimento prévio sobre o tema ou tiveram experiências práticas no passado, ou ainda que demonstraram vontade de aprender sobre o tema e disposição para apoiar a implantação.

A estratégia do grupo é atuar em duas fases: a primeira, com término em dezembro de 2020, previu a implantação do BIM nas fases de estudo de viabilidade,

projeto básico, executivo e planejamento; a segunda, iniciada em 2021, buscou expandir o uso do BIM para a fase de obras e operação.

Foram levantadas algumas dificuldades internas e outras externas relacionadas às partes interessadas que possuem interação direta com a organização, como projetistas e empreiteiras.

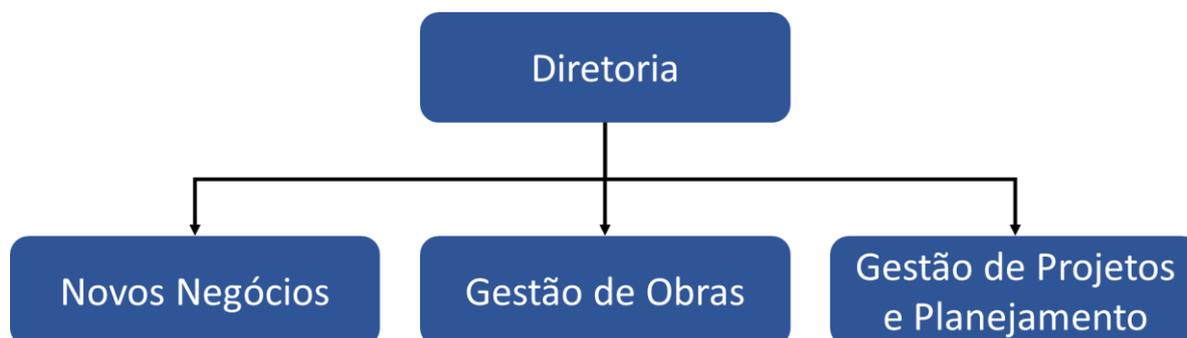
No âmbito das dificuldades internas, alguns processos são considerados antigos pela própria empresa, mas como muitos deles são extremamente estratégicos, toda grande mudança deve ser feita com cautela e as metodologias de gestão de mudança levam o seu devido tempo, impactando nos resultados de outros projetos que estão inseridos no contexto da companhia, como o projeto de implementação do BIM.

Com relação aos fornecedores externos e partes interessadas, existem dificuldades atreladas ao investimento externo feito por eles mesmos. Tal investimento, além de necessário, já deveria ser uma realidade para todos ou, ao menos, ter sido iniciado, uma vez que o mercado atual mostra grandes movimentos voltados à inovação e melhoria de processos.

3.3 Organização dos Processos e Pessoas

O Departamento de Engenharia está atualmente dividido em três superintendências: Novos Negócios, Gestão de Obras e Gestão de Projetos e Planejamento. Cada uma dessas superintendências possui interface com as demais pelo fato de tratarem de assuntos específicos de parte do ciclo de vida dos empreendimentos gerenciados pela empresa.

Figura 10 – Organograma das superintendências



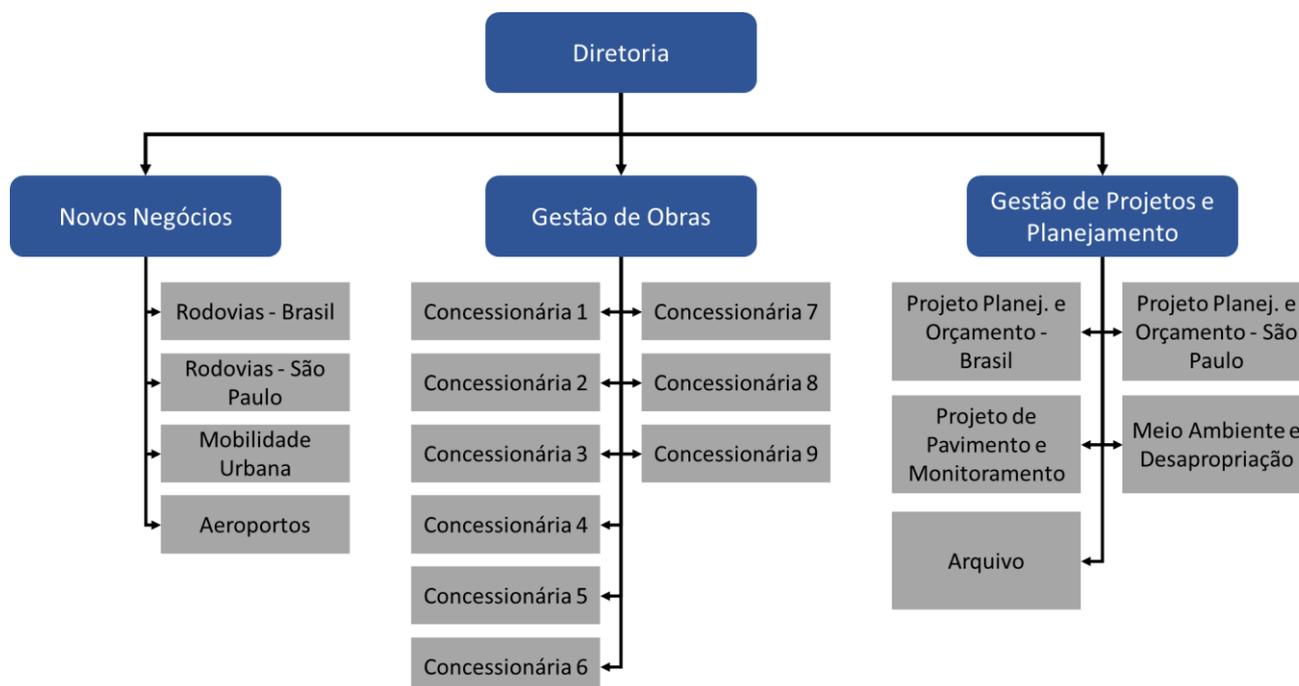
Fonte: Desenvolvido pelo autor (2021)

- Superintendência de Novos Negócios: realiza estudos preliminares e de viabilidade para que novas concessões possam ser concretizadas e para que a organização possa ser competitiva nos leilões de novas concessões.
- Superintendência de Gestão de Obras: trata do acompanhamento das obras, da gestão de investimentos, do planejamento das obras realizadas nas unidades do grupo (concessionárias) e da gestão do patrimônio. Para tanto, conta com uma parte de sua equipe alocada em unidades espalhadas pelo Brasil e outra parte alocada na sede da empresa.
- Superintendência de Gestão de Projetos e Planejamento: desenvolve os projetos de investimento de obras das unidades e realiza o planejamento dos projetos de investimento e manutenção das concessionárias do grupo.

Todo o fluxo de trabalho passa por essas três superintendências obedecendo a seguinte ordem: Novos Negócios > Gestão de Projetos e Planejamento > Gestão de Obras.

Em cada uma das superintendências há um coordenador ou gestor responsável por um tema específico ou uma concessionária do grupo, de acordo com a Figura 11.

Figura 11 – Organograma dos departamentos



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2021)

A Superintendência de Novos Negócios atua em todos os modais nos quais a empresa está presente. A Superintendência de Gestão de Obras, por sua vez, se divide conforme a quantidade de unidades espalhadas pelo Brasil, em equipes que realizam a gestão de contratos de obras junto às empreiteiras.

O trabalho realizado pelas equipes que compõem a Superintendência de Projetos e Planejamento foca na gestão e no acompanhamento de diversas etapas para a implantação de uma obra de infraestrutura; cada um dos departamentos possui sua atribuição específica, de acordo com a figura acima.

O fluxo de informação que percorre os departamentos e alcança os agentes envolvidos em todos os empreendimentos da empresa objeto deste estudo transcorre segundo a Matriz RACI (Tabela 4).

Tabela 4 – Matriz RACI

Agentes Envolvidos	Fases do Ciclo de vida dos empreendimentos			
	Estudos de Novos Negócios	Elaboração de projetos	Execução de novas obras	Conservação e gestão dos ativos
Superintendente de Novos Negócios	A			
Gestor de Projetos	A			
Líder Técnico	C			
Analista de Novos Negócios	R	C		
Superintendente de Projetos e Planejamento	I	A		
Gestor de Projetos		A		
Gestor de Planejamento		A		
Coordenador de Projeto		C	I	
Coordenador de Planejamento		C	I	
Analista de projetos		R	C	
Analista de Planejamento		R	C	
Gestor de Meio Ambiente		C		
Analista de Meio Ambiente		R	C	
Superintendente de Obras		I	A	A
Gestor de Obras			A	
Coordenador de obras			C/R	
Analista de obras			R	C
Coordenador de Gestão do Patrimônio				C/A
Analista de Gestão do Patrimônio				R

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2021)

Legenda: R = Responsável; A = Aprovador; C = Consultado; I = Informado

Dessa forma, pode-se entender que a empresa prestadora de serviços de engenharia para as demais unidades do grupo está presente em todas as fases do ciclo de vida dos empreendimentos, atuando de forma estruturada. Portanto, para que haja alta eficiência no fluxo de informação entre todas as partes interessadas, o BIM é um conceito que pode se mostrar totalmente aderente à organização.

3.4 Adaptação do Modelo

Apesar de o modelo denominado *BIM Interactive Capability Maturity Model* ter se destacado entre todos como o mais aderente ao tipo de negócio praticado pela empresa, algumas modificações foram necessárias, já que o mercado de infraestrutura brasileiro possui suas peculiaridades que divergem de outros países.

O modelo adaptado está segmentado em três etapas:

1. Aplicação da Ficha de Avaliação
2. Classificação na Matriz de Maturidade
3. Relatório Final

Para possibilitar a avaliação da empresa em cada um dos 11 níveis de maturidade, foram construídas perguntas em uma Ficha de Avaliação, que foi enviada para todos os seus colaboradores.

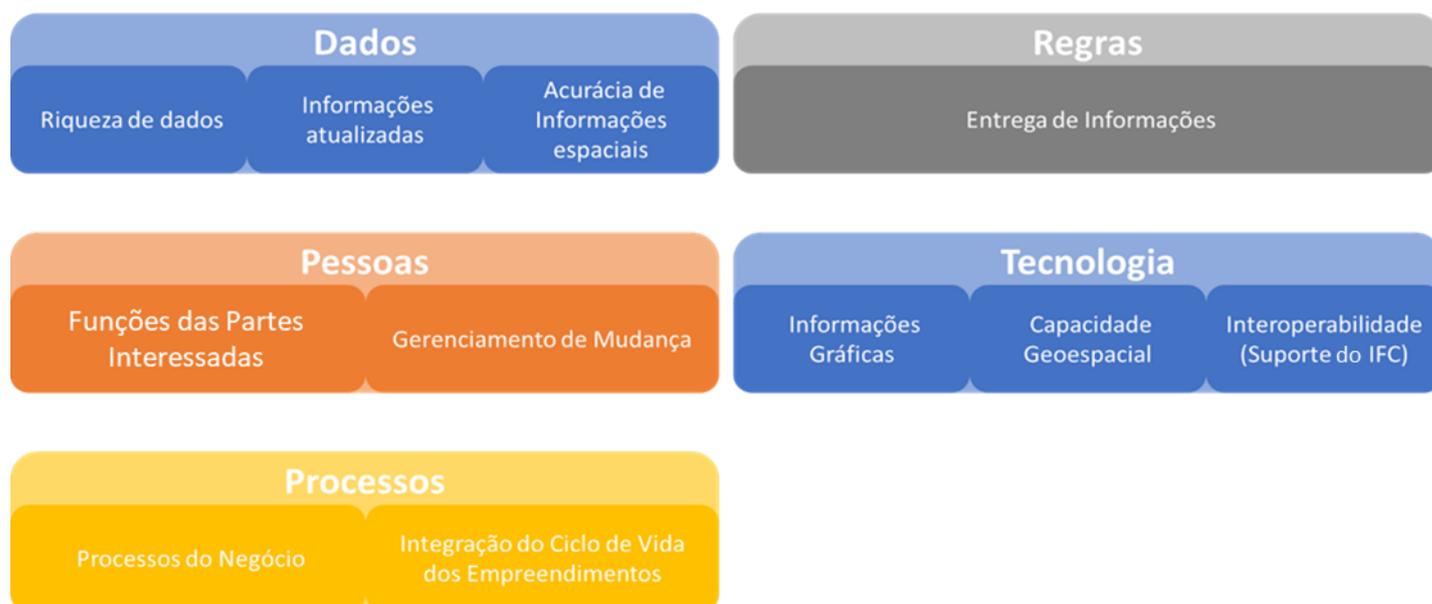
É importante ressaltar que as perguntas realizadas variam de acordo com a companhia para a qual as Fichas de Avaliação foram aplicadas, com o objetivo de que seus contratados pudessem ter um melhor entendimento sobre cada uma delas. Assim, de acordo as respostas obtidas, foi possível posicionar a organização em cada uma das 11 frentes de avaliação do modelo.

A lógica para o preenchimento das respostas foi concebida da seguinte forma:

- a) O formulário está dividido em 11 frentes de avaliação.
- b) O colaborador responde uma frente por vez.
- c) As perguntas de cada frente buscam, inicialmente, avaliar se a empresa está no nível mais baixo de maturidade. O aumento das respostas positivas também eleva o grau de complexidade das perguntas, o que indica que, segundo o respondente, para a frente avaliada, a maturidade da empresa é maior.
- d) Cada pergunta pode ser avaliada pelo colaborador com respostas positivas ou negativas, de acordo com as diferentes escalas apresentadas nas perguntas.
- e) Quanto mais positivas forem as respostas do colaborador, maior será a maturidade da empresa segundo sua opinião; dessa forma, são disponibilizadas mais perguntas para a frente pesquisada.
- f) O colaborador finaliza o preenchimento de uma frente de avaliação quando responde negativamente um ou mais questionamentos dessa frente; pela lógica criada no formulário, tais respostas indicam que, se a empresa não possui o grau de maturidade daquele nível, conseqüentemente, os níveis superiores também não estão condizentes com a corporação.
- g) O preenchimento da pesquisa é finalizado quando o colaborador responde às 11 frentes de avaliação presentes na matriz de maturidade.

Para a matriz de maturidade, a primeira macromodificação realizada envolveu a ordem das frentes de avaliação nesse modelo de maturidade. O foco foi a organização destas frentes de acordo com os cinco macrogrupos que são base para uma correta avaliação de maturidade BIM de uma empresa.

Figura 12 – Organização das frentes avaliadas



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2021)

Após a reorganização das frentes avaliadas, foi feita uma adequação dos termos utilizados após a sua tradução livre, para que, dessa forma, tais expressões pudessem fazer sentido dentro do escopo do presente estudo. Posteriormente, também foi necessário alterar a classificação de cada um dos 10 níveis de maturidade das 11 frentes de avaliação, conforme pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5 – Modelo de maturidade com as devidas alterações

Nível de maturidade	Dados			Pessoas		Processos		Regras	Tecnologia		
	Riqueza de dados	Informações atualizadas	Acurácia de Informações espaciais	Funções das Partes Interessadas	Gerenciamento de Mudança	Processos do Negócio	Integração do Ciclo de Vida dos Empreendimentos	Entrega de Informações	Informações Gráficas	Capacidade Geoespacial	Interoperabilidade (Suporte do IFC)
1	Poucos dados	Todas informações são recoletadas de forma manual	Nenhuma informação espacial confiável	A função de nenhuma das partes interessadas é compatível com BIM	Nenhum conhecimento em planos de gerenciamento da mudança	Processos totalmente separados e nada integrados	Nenhuma fase dos empreendimentos são integradas	Minoria dos computadores com acesso aos modelos 3D	Textos primários e nenhum gráfico técnico	Nenhuma localização espacial	Nenhuma interoperabilidade
2	Conjunto de dados expandido	Maioria das informações são recoletadas, mas há um conhecimento prévio de como obtê-las	Todas as informações espacial são confiáveis	A função das partes interessadas que atuam com planejamento e projeto é parcialmente compatível com BIM	Consciência sobre métodos de gerenciamento da mudança incipiente	Minoria dos processos da empresa utilizam informações de outros processos	Planejamento e projeto integrados	Modelos não estão dentro de uma rede e há um controle de acesso inicial	Desenhos 2D não produzidos em computadores	Localização espacial inicial	Interoperabilidade forçada ou seja, com informações copiadas e coladas para o uso dentro as partes interessadas
3	Conjunto de dados aprimorado	Poucos dados estão armazenados em BIM, mas alguns dados estão fora do BIM	Pode-se medir as áreas dos empreendimentos de forma automática	A função das partes interessadas que atuam com planejamento e projeto é totalmente compatível com BIM	Consciência sobre métodos de gerenciamento de mudança e análise de causa raiz	Parte dos processos da empresa utilizam informações de outros processos e são integrados	Construção e Suprimentos Integrados à fase 2	Modelos estão dentro de uma rede e há um controle de acesso inicial	Desenhos 2D não produzidos em computadores são armazenados e utilizados junto com desenhos produzidos em computadores	Localização espacial precisa	Interoperabilidade limitada, ou seja, somente em algumas exceções os processos são suportados por softwares
4	Conjunto de dados + Parte dos dados se tornam informações	Informações disponíveis no BIM são limitadas	Identificação automática das áreas internas dos empreendimentos + parte das áreas lindeiras aos empreendimentos utilizando informações inseridas manualmente	A função das partes interessadas que atuam com construção é parcialmente compatível com BIM	Consciência sobre métodos de gerenciamento de mudança, análise de causa raiz e feedbacks	Maioria dos processos da empresa utilizam informações de outros processos e são integrados	Construção e Suprimentos Integrados à fase 2 com informações integradas entre si	Modelos estão dentro de uma rede e há um controle de acesso bem estruturado	Desenhos 2D integrados com informações inseridas computacionalmente em projeto	Dados planialtimétricos compartilhados parcialmente (BIM+GIS)	Limitadas informações transmitidas entre softwares de um mesmo fornecedor
5	Dados são fonte primária para todas as atividades e são oficiais para os colaboradores da empresa, mas não são acessíveis à todas as partes interessadas	Informações disponíveis no BIM são maioria	Identificação automática das áreas internas dos empreendimentos + parte das áreas lindeiras aos empreendimentos utilizando informações carregadas automaticamente	A função das partes interessadas que atuam com construção é totalmente compatível com BIM	Plano de gerenciamento da mudança para a implantação do BIM estruturado	Todos os processos da empresa utilizam informações de outros processos e são integrados	Fabricação adicionada e pensada no ciclo de vida dos empreendimentos	Funcionalidades integradas com a Web em estágio inicial	Desenhos 2D integrados com informações inseridas computacionalmente em projeto e as-built	Dados planialtimétricos compartilhados mas não interoperáveis (BIM+GIS)	Maioria das informações são transmitidas entre softwares de um mesmo fornecedor
6	Metadados são armazenados e as informações possuem fácil acesso	Todas as informações estão disponíveis no BIM	Há uma identificação automática do que são cada uma das áreas dos empreendimentos e de regiões lindeiras	A função das partes interessadas que atuam com manutenção é parcialmente compatível com BIM	Implantado um plano de gerenciamento da mudança de forma incipiente	Minoria dos processos da empresa utilizam e armazenam informações de outros processos	Fabricação integrada às fases de projeto, planejamento, construção e suprimentos com informações integradas(4D)	Funcionalidades totalmente integradas com a Web	Desenhos 2D inteligentes com representações gráficas referenciadas à objetos	Dados BIM + GIS totalmente integrados	Todas as informações são transmitidas entre softwares de um mesmo fornecedor
7	Maior parte dos dados são considerados confiáveis pelos usuários por possuírem fontes confiáveis	Todas as informações estão disponíveis no BIM + alguns dados gerenciais buscados em momentos emergenciais estão disponíveis no BIM	Dados gráficos e de identificação automática das áreas internas dos empreendimentos e lindeiras podem ser compiladas	A função das partes interessadas que atuam com manutenção é totalmente compatível com BIM	Plano de gerenciamento de mudanças em vigor e implementação incipiente de métodos de análise de causa raiz	Maioria dos processos da empresa utilizam e armazenam informações de outros processos	Informações das fases anteriores são estruturadas e pensadas para a fase de operação e gerenciamento de seguro de forma integrada	Funcionalidades totalmente integradas com a Web e multiplas pessoas acessam os modelos	Modelos 3D parametrizados	Parte do BIM já está dentro do ambiente GIS	Informações são transmitidas via IFC de forma limitada mas dependem de um plugin do software utilizado
8	Informações completamente validadas	Acesso à parte das informações em BIM em tempo real	Dados são alterados e compilados conforme a forma dos espaços do empreendimento mudam	A função das partes interessadas que atuam com operação é parcialmente compatível com BIM	Plano de gerenciamento de mudanças e métodos de análise de causa raiz em vigor	Todos os processos da empresa utilizam e armazenam informações de outros processos	Custos são integrados à todas as fases (5D)	BIM totalmente integrado a Web e todas as informações são consideradas seguras (Ambiente Comum de Dados)	Modelos 3D parametrizados e automaticamente atualizados	Parte do BIM já está dentro do ambiente GIS e minoria de metadados são trocados	Informações são transmitidas via IFC de forma limitada sem variar de acordo com o software usado
9	Gerenciamento limitado de conhecimento	Todas as informações estão disponíveis em tempo real em BIM	Dados são alterados e verificados conforme as normas quando há a alteração da forma dos espaços do empreendimento	A função das partes interessadas que atuam com operação é totalmente compatível com BIM	Processos de negócio apoiados por planos estruturados de gerenciamento da mudança, análise da causa raiz e rodas de feedback	Maioria dos processos da empresa utilizam e armazenam informações de outros processos em tempo real	Todo o ciclo de vida dos empreendimentos e informações são integradas (7D)	BIM centralizado em servidor Web com dados de negócio gerenciados manualmente (Criação manual de KPIs com dados compilados)	Modelos 3D paramerizados com informações referente a datas e prazos (4D)	Parte do BIM já está dentro do ambiente GIS e maioria de metadados são trocados	Grande parte das informações são transmitidas via IFC sem variar de acordo com o software usado
10	Gestão de conhecimento completa	Informações em tempo real que são alimentadas conforme modificações instantaneamente através de sensores	Informação alterada automaticamente e em tempo real em todo o processo de projeto quando há mudança da forma e tamanho dos espaços	As funções de todos as partes interessadas dos empreendimentos, incluindo externos à empresa é compatível com BIM	Processos de negócio apoiados de forma ciclica por planos estruturados de gerenciamento da mudança, análise da causa raiz e rodas de feedback	Todos os processos da empresa utilizam e armazenam informações de outros processos em tempo real	Ciclo de vida dos empreendimentos suporta informações externas adicionadas em tempo real	BIM centralizado em servidor Web com dados de negócio gerenciados automaticamente (Criação de KPIs automática com dados compilados)	Modelos 3D parametrizados com informações referente a datas, prazos e custos (5D)	BIM integrado ao GIS com fluxo completo de informações	Todas as informações são transmitidas via IFC

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2021)

Para a adaptação realizada, a tabela utilizada no modelo original, responsável pela consolidação das notas, foi reestruturada, possibilitando a elaboração da Tabela 6, que permite notar que a possibilidade de atribuir um peso diferente para cada uma das frentes de avaliação foi removida, visto a necessidade de todas as frentes terem o mesmo peso, para que, assim, o mesmo grau de importância seja atribuído para todas as frentes avaliadas.

Tabela 6 – Consolidação de notas

Frentes de Avaliação		Maturidade	Nota
DADOS	Riqueza de dados	Conjunto de dados aprimorado	
	Informações atualizadas	Maioria das informações são recoletadas, mas há um conhecimento prévio de como obtê-las	
	Acurácia de Informações espaciais	Todas as informações espacial são confiáveis	
PESSOAS	Funções das Partes Interessadas	A função dos stakeholders que atuam com planejamento e projeto é parcialmente compatível com BIM	
	Gerenciamento de Mudança	Consciência sobre gerenciamento de mudança e análise de causa raiz	
PROCESSOS	Processos do Negócio	Minoria dos processos da empresa utilizam informações de outros processos	
	Integração do Ciclo de Vida dos Empreendimentos	Planejamento e projeto integrados	
REGRAS	Entrega de Informações	Somente 1 computador com acesso aos modelos	
TECNOLOGIA	Informações Gráficas	Desenhos 2D não produzidos em computadores são armazenados e utilizados junto com desenhos produzidos em computadores	
	Capacidade Geoespacial	Localização espacial precisa	
	Interoperabilidade (Suporte ao IFC)	Interoperabilidade forçada ou seja, com informações copiadas e coladas para o uso dentre os stakeholders	

NOTA FINAL

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2021)

De acordo com o exemplo acima, a nota final da empresa poderá estar entre 0-100 e os níveis de classificação de maturidade não foram modificados, ou seja, foram preservados os intervalos e nomes de cada classificação do modelo de avaliação utilizado como base para o presente trabalho.

Tabela 7 – Níveis de Classificação BIM

Régua de Certificação BIM		
Avaliação	Mínimo	Máximo
 Não Certificado	0	39,9
 Mínimo BIM	40	49,9
 Certificado	50	69,9
 Silver	70	79,9
 Gold	80	89,9
 <i>Platinum</i>	90	100

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2021)

Com essas alterações, é possível obter, enfim, um relatório consolidado com a avaliação completa da empresa no que diz respeito à sua atual operação em BIM, conforme pode ser observado no Anexo 3.

3.5 Diagnóstico das Expectativas sobre o Modelo de Maturidade

Para que haja um alinhamento entre as expectativas dos colaboradores da empresa e o trabalho desenvolvido, foram realizadas entrevistas estruturadas com três de seus colaboradores antes da escolha e implementação do modelo de avaliação de maturidade, com o intuito de entender quais seriam as expectativas de algumas pessoas-chave diretamente envolvidas nesse processo de implementação.

As perguntas feitas para essas pessoas foram:

- O que você espera do diagnóstico de maturidade BIM que será realizado?
- Como você vê o processo de implementação do BIM?
- Como você acredita que deve ser o modelo de maturidade a ser utilizado na empresa?
- De 1 a 5, qual nota você atribui ao processo atual de implementação do BIM na empresa?

As questões acima foram enviadas a três colaboradores com diferentes perfis na organização:

- a) Analista de Projetos com mais de 10 anos de casa e vasta experiência em gestão de projetos, mas que manteve pouco contato com o BIM e está se aprimorando para entender melhor o conceito.
- b) Líder de Projeto (*Head of Design*), também com mais de 10 anos de casa, que já coordenou projetos em BIM e que faz parte do grupo que está implementando a modelagem da informação na empresa de forma estruturada.
- c) Coordenadora de Empreendimentos (*Project Coordinator*) com pouco tempo de casa, mas com vasta experiência em gestão de projetos e que possui experiência com o BIM, adquirida na última empresa para a qual prestou serviços.

Após a aplicação dos questionamentos, foram obtidas as respostas apresentadas no Anexo 2.

Traçando um comparativo entre as respostas à primeira pergunta, pode-se notar que tanto o Líder de Projeto quanto a Coordenadora de Empreendimentos seguem a mesma linha, buscando o entendimento do atual *status* corporativo e, a partir dos dados levantados, de que forma deverá ser guiado o processo de implementação do BIM dentro da empresa objeto deste trabalho. A Analista de Projetos, por seu turno, demonstrou sua visão do atual cenário empresarial que, em suas palavras, ainda carrega consigo um *status* muito inicial, visto que somente parte da organização manteve algum contato direto com o processo de projeto em BIM.

Para a segunda pergunta, a Analista de Projetos destacou as ações desenvolvidas pelo grupo de trabalho responsável pela implantação do *Building Information Modeling* na empresa, enquanto o Líder de Projetos e a Coordenadora de Empreendimentos ressaltaram questões voltadas aos objetivos e ganhos advindos da implementação da tecnologia, além de falarem a respeito de dimensões que devem ser criadas para que seus temas específicos sejam tratados de forma apropriada.

O terceiro questionamento feito aos colaboradores foi respondido de maneira muito similar tanto pelo Líder de Projetos quanto pela Analista de Projetos, que demonstraram que o valor nesse modelo de maturidade está na busca de resultados práticos que tragam, de forma fácil, respostas de como os próximos passos devem ser planejados, a fim de que a organização possa evoluir no tema. A Coordenadora de Empreendimentos desviou-se do foco da pergunta e trouxe um *roadmap* de algo maior, que representa sua crença em como deve ser feito todo o processo de implementação do BIM, e não especificamente sobre o modelo de maturidade que é parte integrante de um processo de implementação.

Houve duas notas iguais para a última pergunta, atribuídas pelo Líder de Projetos e pela Analista de Projetos. Em suas respostas, ambos destacaram as ações práticas desenvolvidas dentro da empresa; a Coordenadora de Empreendimentos deu uma nota mais alta, pois essa percepção reflete seu contato com a corporação em seu pouco tempo de atuação.

4. PROPOSIÇÃO DO MODELO

Após a realização dos estudos apresentados, foi possível chegar a um modelo que possa ser aplicado, com as devidas alterações, à realidade vivenciada pela empresa utilizada como ambiente para este estudo.

Dentre todos os modelos analisados, o que se mostrou mais aderente foi o *BIM Interactive Capability Maturity Model*, desenvolvido pelo *National Institute of Building Sciences* em 2007 e atualizado pela última vez no ano de 2015.

Para que esse modelo pudesse ser escolhido entre os demais, alguns pontos como a usabilidade, o nicho de mercado e a abrangência foram extremamente decisivos durante todo o processo, visto que o autor possui o entendimento de que, para diferentes nichos de mercado e tipos de obras, um modelo diferente de avaliação de maturidade BIM de empresa deve ser utilizado.

Por se tratar de um modelo que já traz uma prévia classificação de 10 possíveis níveis de maturidade aos quais uma organização pode se enquadrar e apresenta 11 quesitos para que essa avaliação seja feita, o *BIM Interactive Capability Maturity Model* é de fácil aplicação e apresenta seus resultados de forma simplificada; assim, as ações subsequentes que miram uma progressão na maturidade das empresas podem ser muito bem definidas.

Outro ponto a ser destacado é sua abrangência, que possui a maior quantidade de quesitos de avaliação (11 no total), separados entre os cinco macrogrupos: Tecnologia, Regras, Processos, Pessoas e Dados.

Com os resultados obtidos a cada aplicação do modelo na empresa, foi possível traçar uma curva de evolução que consegue avaliar se as ações propostas no *roadmap* elaborado inicialmente estão sendo efetivas ou não; se verificada a ausência de efetividade, pode-se mapear quais são as ações envolvidas e alterar a abordagem que está sendo feita, para que a alta liderança consiga visualizar o andamento e a evolução da implantação que está curso.

O *BIM Interactive Capability Maturity Model* consegue ser uma ferramenta dentro de todo o processo de implementação capaz de medir a eficácia, já que traz resultados de fácil entendimento e, após uma breve análise, apresenta uma visão

dos objetivos definidos quanto à proximidade da empresa para atingi-los em um horizonte de tempo longo ou curto.

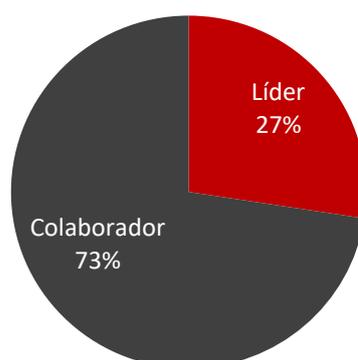
4.1 Aplicação do Modelo de Maturidade

A seguir, são apresentados alguns pontos importantes observados durante a execução da pesquisa na organização.

4.1.1 Relação de pessoas respondentes

Durante o período em que o questionário foi aberto, tanto líderes da empresa quanto colaboradores que não estão em cargos de liderança responderam às questões conforme relação apresentada pela Figura 13.

Figura 13 – Relação de respondentes Líderes x Colaboradores



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2021)

De acordo com os dados consolidados, mais de 70% dos respondentes foram colaboradores que, atualmente, não ocupam cargos de liderança; a outra parcela corresponde à fatia de respondentes que ocupam cargos de liderança na corporação.

Do total de 330 colaboradores, o questionário teve uma adesão de 44,25%, ou seja, 146 respondentes. Esse percentual representa uma boa adesão e traz uma base de dados com boa representatividade da realidade vivenciada por todos na empresa.

O tempo de resposta médio foi de 41m13s, mostrando que os colaboradores precisaram reservar um tempo significativo para responder ao questionário aplicado.

4.1.2 Envio da Ficha de Avaliação

Para que uma grande quantidade de dados pudesse ser coletada para a avaliação de maturidade da organização, optou-se pelo Microsoft Forms, uma ferramenta acessível a todos os colaboradores, já que está inclusa no pacote Office 365 utilizado pela empresa.

Primeiramente, o autor deste trabalho transcreveu todas as perguntas para a plataforma do Microsoft Forms e então, dentro da própria plataforma, fez o sequenciamento lógico das questões.

Após a finalização do formulário, um *e-mail* foi enviado para todos os colaboradores da divisão de engenharia, com o apoio da equipe de comunicação. A ele foi anexada uma arte que continha um breve texto explicativo sobre a pesquisa de maturidade e indicava que o colaborador deveria acessar um *link* disponibilizado no próprio corpo da mensagem para responder à Ficha de Avaliação.

Além do *e-mail*, durante as sessões de comunicação corporativa do Diretor Presidente e da unidade de engenharia que são realizadas via Zoom, foi comunicada a relevância da pesquisa que estava sendo elaborada; além disso, todos foram convidados a responder ao questionário, a fim de apoiar a empresa na implementação do BIM.

Outro meio de sensibilização utilizou comunicados por parte do grupo de trabalho que está atuando na implementação do BIM na empresa durante suas reuniões de departamento, lembrando aos colaboradores que ainda não haviam respondido ao questionário sobre a importância de acessar a Ficha de Avaliação e fazer suas contribuições.

Para facilitar o acesso à Ficha de Avaliação de forma prática, caso o colaborador o fizesse dias após receber o *e-mail* corporativo com o *link* da pesquisa, foi separada dentro do *site* interno da empresa, na página que contém informações sobre o conceito BIM e as ações do seu grupo de implementação, uma região onde

o colaborador também poderia acessar o *link* da Ficha de Avaliação, tornando desnecessária a busca exclusiva pelo *e-mail* da empresa.

4.1.3 Tempo de implantação

O formulário foi enviado no início do mês de novembro de 2020 e ficou disponível para respostas durante três semanas, tempo este considerado suficiente, já que, após a disponibilização da pesquisa, foram realizadas diversas ações de sensibilização junto aos colaboradores, com o objetivo de que todos respondessem a Ficha de Avaliação.

4.1.4 Preenchimento da Ficha de Avaliação

Após o fechamento para respostas dentro do Microsoft Forms e liberado o *link* de acesso, algumas pessoas procuraram o grupo de implantação do BIM com dúvidas relacionadas ao preenchimento. Tais dúvidas estão descritas a seguir, atreladas à tratativa correspondente, que será utilizada na próxima rodada de avaliação de maturidade da empresa.

a) Perguntas Binárias (Sim ou Não)

Questionamento: Os colaboradores quiseram saber se seria possível incorporar ao formulário uma alternativa que aceitasse uma resposta parcial.

Tratativa: Muitas perguntas binárias do modelo não podem ser consideradas parciais. Tais perguntas serão reavaliadas, a fim de que sejam incorporadas respostas parciais nas questões que abrem essa possibilidade.

b) Perguntas desconhecidas pelo colaborador

Questionamento: Há algumas perguntas que o público não soube responder por não conhecer todos os processos da empresa. Sendo assim, indagou-se sobre a possibilidade de adicionar a alternativa “Não sei”.

Tratativa: Esse tipo de resposta será adicionado ao modelo, trazendo um novo indicador de sensibilização dos colaboradores, pois permitirá a verificação de quais assuntos abordados na pesquisa necessitam de maior sensibilização junto a esse público.

- c) Pergunta 47: “Você só utiliza desenhos 2D produzidos à mão para as suas atividades?”

Questionamento: Houve dois colaboradores que questionaram se o termo “produzidos à mão” se referia ao ato de elaborar projetos com lapiseira e papel ou utilizando o Autocad 2D, traçando linhas no projeto com o *mouse*.

Tratativa: A questão será remodelada, possibilitando seu correto entendimento.

4.1.5 Resumo do envio

Pode-se dizer que toda a experiência do envio das fichas de avaliação foi realizada de forma muito organizada, e a mensagem de que uma pesquisa de maturidade estava sendo realizada alcançou todos os colaboradores da empresa.

Devido à época de sua aplicação, a adesão de colaboradores foi menor do que o esperado, tendo em vista o momento de grande acúmulo de projetos e demandas. Assim, muitos deles não conseguiram atender ao prazo para responder ao formulário disponibilizado.

Ainda que a adesão tenha ficado aquém das expectativas, a quantidade de dados coletados foi suficiente, tornando factível a extração de dados da empresa com o intuito de iniciar a mensuração da maturidade juntamente com o modelo proposto.

4.2 Próximos Passos

A seguir, apresentam-se as ações futuras a serem implementadas a partir dos dados e experiência adquirida durante todo o processo.

4.2.1 Futuras alterações do modelo

Após as análises elaboradas, que tiveram como ponto de partida os dados coletados e os *feedbacks* recebidos, serão realizadas alterações voltadas ao melhor entendimento das perguntas, conforme descrito no item 4.2.2.

Outro ponto a ser revisto recai sobre a data de aplicação dos questionários, pois, conforme mencionado anteriormente, a aderência à pesquisa não foi condizente com o esperado. Essa alteração de data buscará um período no ano em que haja um vale no volume de entregas por parte dos colaboradores da empresa.

Por fim, o prazo de resposta da pesquisa será repensado, com a alteração de três para quatro semanas, pois, de acordo com observações feitas pelo autor, a maioria dos respondentes deixou para dar sua contribuição no final do prazo e, como a corporação conta com um número elevado de colaboradores espalhados pelo Brasil, em alguns lugares, a comunicação sobre a pesquisa e sobre o projeto foi reforçada aos colaboradores com um atraso que impactou a quantidade de respostas.

4.2.2 Ações a serem realizadas

A compilação dos dados obtidos será realizada, tornando possível a obtenção dos resultados finais de maturidade da organização objeto deste estudo. Com o resultado em mãos, a estratégia a ser seguida será definida juntamente com a alta liderança da empresa, que contará com a participação do grupo de implementação do BIM, do qual este autor faz parte e busca continuar com suas atividades até que todas as fases do ciclo de vida dos ativos nos quais a organização atua estejam trabalhando plenamente com a modelagem da informação da construção.

Com a estratégia e objetivos definidos, novas ações serão iniciadas e, assim, outras frentes de atuação irão nascer dentro e fora da corporação, em demais unidades que fazem parte do mesmo grupo controlado pela *holding*, provando que o projeto de implementação do BIM não deverá e não irá se limitar somente à divisão de engenharia de toda a companhia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a idealização do presente estudo e passagem do autor por toda a jornada iniciada na procura por modelos de maturidade, passando pela adaptação e criação de um modelo que possa ser implementado no Brasil e, por fim, pela implementação do modelo desenvolvido em uma grande empresa de infraestrutura, alguns pontos importantes devem ser ressaltados.

O desenvolvimento desta pesquisa teve início com a busca pelo maior número de modelos espalhados pelo mundo, totalizando 12. De acordo com a análise feita pelo autor, apenas cinco modelos conseguiram se aproximar de uma avaliação que estivesse em conformidade com as expectativas dos colaboradores entrevistados e trouxesse resultados práticos para a empresa que o utilizasse, além de conseguir avaliar quesitos de forma mais abrangente, possibilitando sua aplicação em uma área da Engenharia Civil que não possui um modelo de avaliação específico no país.

Tais razões fizeram com que, dos 12 modelos encontrados pelo autor, parte deles (cinco) fossem estudados de forma intensiva e aprofundada em suas metodologias.

Uma dificuldade encontrada durante a busca pelos modelos foi a disponibilização completa de suas metodologias de avaliação, além dos meios que explicassem sua aplicação, visto que muitos são adotados por consultorias internacionais que, como estratégia, não divulgam maiores informações sobre seus métodos de forma livre, trazendo ao autor a necessidade de, em muitos casos, averiguar qual o trabalho acadêmico utilizado como base para o desenvolvimento da metodologia por elas empregada.

Portanto, o resultado apresentado neste estudo poderia ter sido diferente se os 12 modelos fossem estudados de forma intensiva e aprofundados no mesmo nível em que os cinco modelos escolhidos o foram. Para o desenvolvimento de um futuro trabalho por parte deste autor, constatou-se a necessidade de pesquisar os demais modelos encontrados no mundo com o mesmo nível de detalhamento imprimido aos modelos aqui abordados, analisando todos os seus tópicos de avaliação, traçando um comparativo entre eles, destacando quais classificações

devem ser feitas de acordo com as metodologias, quais as fontes de informação e como os resultados se apresentam após a coleta e compilação de dados.

Em toda a análise aprofundada a ser realizada em um futuro trabalho, não deverá ser ignorada a aplicabilidade do modelo, levando em consideração a capacidade de avaliação de empresas do setor inseridas no mercado brasileiro, a possibilidade de adaptação, a aplicação ao setor de infraestrutura e a objetividade de mensuração e disposição de resultados.

Outro ponto a ser ressaltado é a importância de personalizar o modelo criado para as organizações que serão avaliadas. Além da necessidade de adequação do modelo base para a realidade do Brasil, é preciso ajustá-lo a cada empresa brasileira, visando à coleta e à compilação dos dados da forma mais fidedigna possível, se comparada à realidade vivida em cada organização, ou seja, o modelo desenvolvido não deve ser replicado de forma livre entre diversas companhias, pois os departamentos, processos e cargos variam em cada uma delas, mas a estrutura do modelo de maturidade criado e apresentado neste trabalho pode e deve ser seguido à risca, caso haja a intenção de sua utilização futura.

Para a empresa estudada, o modelo desenvolvido foi base para que uma avaliação de maturidade fosse realizada e, com os resultados em mãos, as demais ações foram estruturadas, fazendo com que o trabalho do grupo de implementação do BIM pudesse focar nas corretas atividades que foram de extrema importância para a busca de um amadurecimento organizacional e que trouxessem valor para a direção.

REFERÊNCIAS

- ABUEBEID, Marwan; NIELSEN, Ysemin. BIM Standards around the world: a review of BIM Standards in the Global AEC Industry and BIM roles of project stakeholders. **GSTF Journal of Engineering Techonology**, Brisbane, v. 1, n. 5, 9 p. 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/Home/Dropbox/My%20PC%20(DESKTOP-ISG4334)/Downloads/1951-5697-1-PB.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2021.
- ARUP. Disponível em: <<https://www.arup.com/expertise/services/buildings/building-information-modelling>>. Acesso em: 10 fev. 2021.
- Bew, M.; Richards, M. **Bew-Richards BIM Maturity Model**. [s.l.: s.n.], 2008.
- DIFFUSION AREAS. **BIM Framework Blog**. Disponível em: <<http://www.bimframework.info/fields/>>. Acesso em 25 jan. 2021.
- BIM Guidelines & Standards for Architects, Engineers, and Contractors. **Indiana University**, 30 p. Jul. 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/Home/Dropbox/My%20PC%20(DESKTOP-ISG4334)/Downloads/IU%20BIM%20Guidelines%20and%20Standards.pdf>. Acesso em 25 jan. 2021.
- BIM SUPPORTERS. Disponível em: <<https://bimsupporters.com/>>. Acesso em: 02 fev. 2021.
- BRADLEY, Alex; LI, Haijiang; LARK, Robert; DUNN, Simon. BIM for infrastructure: an overall review and constructor perspective. **Automation in Construction**, Amsterdam, n. 71, p. 139-152, Sep. 2016. Disponível em: <Infra_structure_1-s2.0-S092658051630173X-main.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2021.
- BRASIL. Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 abr. 2020. Seção 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm>. Acesso em: 03 fev. 2021.
- CHAN, Daniel W. M.; OLAWUMI, Timothy O.; HO, Alfred M. L. Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: the case of Hong Kong. **Journal of Building Engineering**, n. 25, Apr. 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/Home/Dropbox/My%20PC%20(DESKTOP-ISG4334)/Downloads/Implementation_1-s2.0-S2352710218310209-main-2.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2021.
- CIFE VDC SCORECARD AND BIM SECORECARD. Disponível em: <<https://cifevdc.weebly.com/case-studies.html>>. Acesso em: 02 fev. 2021.

EADIE, Robert; BROWNE, Mike; ODEYINKA, Henry; MCKEOWN, Clare; MCNIFF, Sean. BIM implementation through the UK construction project lifecycle: an analysis. **Automation in Construction**, Amsterdam, n. 36, p. 145-151, Dec. 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580513001507>>. Acesso em: 10 fev. 2021.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GRAY, Colin; HUGHES, Will. **Building Design Management**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001.

KNOTTEN, Vegard; LÆDRE, Ola; HANSEN, Geir K. Building design management: key success factors. **Architectural Engineering and Design Management**, Delft, The Netherlands, v. 13, n. 6, p. 479-493, 2010. Disponível em: <Building design management key success factors - ✓.pdf >. Acesso em: 12 fev. 2021.

MA, Zhiliang; ZHANGA, Dongdong; LIB, Jiulin. A dedicated collaboration platform for Integrated Project Delivery. **Automation in Construction**, Amsterdam, n. 86, p. 199-209, Nov. 2017. Disponível em: <W3_Collaboration_1-s2.0-S0926580517301425-main.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2021.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **United States**: National Building Information Modeling Standard. Final Report. Washington DC, Dec. 2007. 182 p. Disponível em: <https://buildinginformationmanagement.files.wordpress.com/2011/06/nbimsv1_p1.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2021.

OAD, Pardeep; KAJEWISKI, Stephen L.; KUMAR, Arun. Innovation in Road Construction Industry: an analysis of different case studies. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CIVIL INFRASTRUCTURE AND CONSTRUCTION (CIC 2020), February 2-5, 2020, Doha. **Proceedings...** Doha, Qatar. 8 p.

OTHMAN, Idris et al. The level of Building Information Modelling (BIM) Implementation in Malaysia. **Ain Shams Engineering Journal**, 2020.

SEBASTIAN, Rizal; VAN BERLO, Leon. Tool for Benchmarking BIM Performance of Design, Engineering and Construction Firms in The Netherlands. **Architectural Engineering and Design Management**, Delft, The Netherlands, v. 6, p. 254-263, 2010. Disponível em: <<http://app.bimsupporters.com/knowledge-base/wp-content/uploads/sites/5/2018/07/BIM-Quickscan-paper-AEDM-IDDS.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2021.

STRATEGIC BUILDING INNOVATION – BIM SCORE. Disponível em: <<http://www.sbi.international.wixsite.com/sbi202008>>. Acesso em: 02 fev. 2021.

SUCCAR, Bilal. Building Information Modelling Maturity Matrix. **Academia.edu**, Oxford, 50 p. 2009. Disponível em:

<https://www.academia.edu/186259/Building_Information_Modelling_Maturity_Matrix>. Acesso em: 11 fev. 2021.

SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, Amsterdam, n. 18, p. 357-375, 2009. Disponível em: <[_BIM framework A research and delivery foundation for industry stakeholders.pdf](#)>. Acesso em: 11 fev. 2021.

SUCCAR, Bilal. **Matriz de Maturidade BIM v. 1.22**. Austrália: Change Agents AEC, 2016. Brasil: Coordenar Consultoria de Ação, 2016, 7 p. (Versão Traduzida PT-BR por Prof. Dr. Leonardo Manzione).

SUCCAR, Bilal; KASSEM, Mohamed. Macro-BIM adoption: conceptual structures. **Automation in Construction**, Amsterdam, p. 64-79, Apr. 2015. Disponível em: <https://www.academia.edu/12388220/Macro-BIM_adoption_Conceptual_structures>. Acesso em: 11 fev. 2021.

SUCCAR, Bilal; SHER, Willy; WILLIAMS, Anthony. Measuring BIM Performance: five metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 8, n. 2, p. 120-142, 2012.

THE FOUR CHAPTER OF THE BIM COMPASS™. **BIM Knowledge Base**. Disponível em: <<https://app.bimsupporters.com/knowledge-base/kb/the-four-chapter-of-the-bim-compass/>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

TULENHEIMO, Risto. Challenges of implementing new technologies in the world of BIM – Case study from construction engineering industry in Finland. **Procedia Economics and Finance**, Amsterdam, n. 21, p. 469-477, 2015. Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212567115002014?token=8B132F2935A6EA58102E044EEACCA5AA4717C433C8CA97406C05A6B3B4535087E3409C77EDBC213FC2DDA0E918E99839>>. Acesso em: 18 fev. 2021.

THE NEXT NORMAL IN CONSTRUCTION. **McKinsey & Company**, New York, 18 p. Jun. 2020. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/~/_media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/The%20next%20normal%20in%20construction/executive-summary_the-next-normal-in-construction.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2021.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez & Autores Associados, 2009.

VDC AND BIM SCORECARD. Disponível em: <<https://vdcscorecard.stanford.edu/>>.

_____. Disponível em: <https://vdcscorecard.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj8856/f/vdc_express_version.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2021.

ANEXOS

Anexo 1 – Matriz de avaliação BIM

Maturity Level	A Data Richness	B Life-cycle Views	C Roles Or Disciplines	G Change Management	D Business process	F Timeliness/ Response	E Delivery Method	H Graphical Information	I Spatial Capability	J Information Accuracy	K Interoperability/ IFC Support
1	Basic Core Data	No Complete Project Phase	No Single Role Fully Supported	No CM Capability	Separate Processes Not Integrated	Most Response Info manually re-collected - Slow	Single Point Access No IA	Primarily Text - No Technical Graphics	Not Spatially Located	No Ground Truth	No Interoperability
2	Expanded Data Set	Planning & Design	Only One Role Supported	Aware of CM	Few Bus Processes Collect Info	Most Response Info manually re-collected	Single Point Access w/ Limited IA	2D Non-Intelligent As Designed	Basic Spatial Location	Initial Ground Truth	Forced Interoperability
3	Enhanced Data Set	Add Construction/ Supply	Two Roles Partially Supported	Aware of CM and Root Cause Analysis	Some Bus Process Collect Info	Data Calls Not In BIM But Most Other Data Is	Network Access w/ Basic IA	NCS 2D Non-Intelligent As Designed	Spatially Located	Limited Ground Truth - Int Spaces	Limited Interoperability
4	Data Plus Some Information	Includes Construction/ Supply	Two Roles Fully Supported	Aware CM, RCA and Feedback	Most Bus Processes Collect Info	Limited Response Info Available In BIM	Network Access w/ Full IA	NCS 2D Intelligent As Designed	Located w/ Limited Info Sharing	Full Ground Truth - Int Spaces	Limited Info Transfers Between COTS
5	Data Plus Expanded Information	Includes Constr/Supply & Fabrication	Partial Plan, Design&Constr Supported	Implementing CM	All Business Process(BP) Collect Info	Most Response Info Available In BIM	Limited Web Enabled Services	NCS 2D Intelligent As-Built	Spatially located w/Metadata	Limited Ground Truth - Int & Ext	Most Info Transfers Between COTS
6	Data w/Limited Authoritative Information	Add Limited Operations & Warranty	Plan, Design & Construction Supported	Initial CM process implemented	Few BP Collect & Maintain Info	All Response Info Available In BIM	Full Web Enabled Services	NCS 2D Intelligent And Current	Spatially located w/Full Info Share	Full Ground Truth - Int And Ext	Full Info Transfers Between COTS
7	Data w/ Mostly Authoritative Information	Includes Operations & Warranty	Partial Ops & Sustainment Supported	CM process in place and early implementation of root cause analysis	Some BP Collect & Maintain Info	All Response Info From BIM & Timely	Full Web Enabled Services w/IA	3D - Intelligent Graphics	Part of a limited GIS	Limited Comp Areas & Ground Truth	Limited Info Uses IFC's For Interoperability
8	Completely Authoritative Information	Add Financial	Operations & Sustainment Supported	CM and RCA capability implemented and being used	All BP Collect & Maintain Info	Limited Real Time Access From BIM	Web Enabled Services - Secure	3D - Current And Intelligent	Part of a more complete GIS	Full Computed Areas & Ground Truth	Expanded Info Uses IFC's For Interoperability
9	Limited Knowledge Management	Full Facility Life-cycle Collection	All Facility Life-Cycle Roles Supported	Business processes are sustained by CM using RCA and Feedback loops	Some BP Collect&Maint In Real Time	Full Real Time Access From BIM	Netcentric SOA Based CAC Access	4D - Add Time	Integrated into a complete GIS	Comp GT w/Limited Metrics	Most Info Uses IFC's For Interoperability
10	Full Knowledge Management	Supports External Efforts	Internal and External Roles Supported	Business processes are routinely sustained by CM, RCA and Feedback loops	All BP Collect&Maint In Real Time	Real Time Access w/ Live Feeds	Netcentric SOA Role Based CAC	nD - Time & Cost	Integrated into GIS w/ Full Info Flow	Computed Ground Truth w/Full Metrics	All Info Uses IFC's For Interoperability

Fonte: BIM Interactive Capability Maturity Model (2015)

Anexo 2 – Relação de respostas dadas pelos colaboradores entrevistados

Perguasas	Analista de projetos	Líder de projeto	Coordenadora de empreendimentos
O que você espera do diagnóstico de maturidade BIM que será realizado?	“Acho que a empresa está engajada em aprender sobre o processo com um todo, mas, como a prática foi realizada somente por alguns, ainda estamos muito na ideia do que é, mas sem saber ao certo como, quando e o que fazer. Acho que o resultado é Level 0.”	“A expectativa é ter uma visão do momento atual da empresa no que tange maturidade em utilização do BIM. Esta visão será importante para saber onde estão as forças e as fraquezas da empresa no tema, de forma a otimizar as ações a serem implantadas.”	“Considerando o conceito de “diagnóstico de maturidade”, espero como resultado a apresentação de um cenário que demonstre, no mínimo, como está (diagnóstico) o conhecimento do conceito BIM (maturidade) na empresa, tendo como metodologia, entrevistas feitas com os colaboradores.”
Como você vê o processo de implementação do BIM?	“Vejo que a alta direção está apoiando esse processo de implementação, promovendo cursos, grupos de trabalho, contratações de projeto e isso, é um grande aliado. Todavia, entendo que esse assunto não deveria ser norteador pela Empresa, mas pela <i>Academia</i> , para que o processo seja integral, ou seja, todas as unidades de negócio devem entender o que é e entender que a cultura precisará ser modificada.”	“O processo de implantação do BIM é um processo que deve ser estruturado a partir dos objetivos da empresa com relação ao BIM. A partir da definição dos objetivos, devem ser desmembrados os diagnósticos de maturidade em dimensões específicas como processos, pessoas e tecnologias. Estes temas, trabalhados em conjunto, geram os marcos a serem alcançados com a implantação, ou seja, criam base para elaboração do plano de ação da implantação.”	“Vejo como positivo e enriquecedor para os profissionais envolvidos, para a empresa e colaboradores, assim como também para o cliente, no sentido de ampliar o entendimento das obras, a medida que proporciona a integração das diversas interfaces de um projeto estruturado em 3 dimensões. Proporciona conhecimento multidisciplinar, melhora o entendimento do projeto e da obra, contribui para a redução de perdas em fase de obras. Por fim, a implementação tecnológica requerida na grande área de projetos de infraestrutura, requer investimento em equipamentos e formação profissional, além de desenvolvimento de processos internos, sendo um processo lento, mas necessário.”
Como você acredita que deve ser o modelo de maturidade a ser utilizado na Empresa?	“Acredito que deva ser algo prático para nós, e que deva nos dar uma visão de tudo o que devemos fazer para melhorar”	“Este modelo deve ser algo prático, que permita uma utilização simples da metodologia, de fácil compreensão, para que se torne uma ferramenta guia do processo de implantação. Além disso, é fundamental possibilitar a visão de todas as dimensões fundamentais do BIM, e que dê o caminho a ser seguido em cada uma delas.”	“1) Disseminar o conceito (workshop sobre o conceito com apresentações de estudos de caso para o conhecimento dos resultados que a mudança pode promover); 2) Planejamento do cenário desejado (investimento disponível x recursos necessários x pessoas/ treinamentos x parceiros); 3) Procedimentos (desenvolvimento de sistema de gestão do processo como documentação, templates, normativas, GED, etc); 4) Consolidação de parceiros.”
De 1 a 5 qual a nota que você atribui ao processo atual de implementação do BIM na Empresa?	“Nota 3. Acredito que 1 aconteceu quando se iniciou os primeiros projetos em BIM; 2, quando foi formado o grupo de trabalho, cujo objetivo é estruturar a implementação; nesse momento, 3, porque está forte o processo de entender melhor o todo, utilizar-se dos conhecimentos adquiridos pelos gestores dos projetos em BIM, nivelar os aprendizados entre todos e, expandir os projetos contratados em BIM.”	“Nota 3, justificativa - O processo tem como ponto forte a utilização dos próprios colaboradores da empresa como “implantadores” do BIM. Isto faz com que a empresa cresça no assunto, de forma sustentável e aderente a realidade da empresa. O ponto de melhoria é a falta de conhecimento profundo do tema por parte dos responsáveis. A inclusão de uma consultoria especializada, que aporte esse tipo de conhecimento, será fundamental para o bom andamento do tema.”	“Nota 4, justificativa - Pelo pouco tempo que tenho na empresa, acredito que não consigo avaliar todos o processo de implementação visto que até o momento tive contato com algumas iniciativas. Mas sei que ainda existem outras iniciativas que acredito estarem bem desenvolvidas. Falando das iniciativas que tive contato, até o momento vejo elas com bons olhos e muito promissoras.”

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2021)

