

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

HENRIQUE PARAPINSKI

**AVALIAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE BIM EM TRÊS
ESCRITÓRIOS BIM DE ENGENHARIA EM CURITIBA-PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2021

HENRIQUE PARAPINSKI

**AVALIAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE BIM EM TRÊS
ESCRITÓRIOS BIM DE ENGENHARIA EM CURITIBA-PR**

**Evaluation of the bim maturity level in three
engineering bim offices in curitiba-pr**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Me. Fábio Freire

CURITIBA

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

HENRIQUE PARAPINSKI

**AVALIAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE BIM EM TRÊS ESCRITÓRIOS BIM DE
ENGENHARIA EM CURITIBA-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 09/novembro/2021

Roberto Levi Sprenger

Mestre

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Celimar Azambuja Teixeira

Doutora

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Fábio Freire

Mestre

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

CURITIBA

2021

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes de minha vida: meus irmãos, Vitor e Guilherme e a minha mãe, Joana.

“Milagres só acontecem com as pessoas
que não desistem.”
(ODA, EIICHIRO; **ONE PIECE**, 1999.)

RESUMO

A metodologia BIM (*Building Information Modeling*) tem se difundido com grande intensidade no mercado da indústria AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação), com isso, surgem diversas dificuldades na tentativa de usufruir de seus benefícios. Em linhas gerais, a implementação conta com várias mudanças que resultam no fracasso das empresas que não estabelecem uma estratégia, sendo assim, entender sobre os processos e as dificuldades da implementação BIM são fatores decisivos para o sucesso nessa empreitada. Nesta senda, este trabalho teve o objetivo de investigar a implementação BIM e suas dificuldades através da avaliação do Nível de Maturidade BIM e discutir os procedimentos seguintes para alcançar um nível superior. Através das investigações realizadas na revisão bibliográfica, e da utilização da metodologia criada por Succar, foi possível realizar essa avaliação em três escritórios que utilizam BIM como estudo de caso. Pela análise dos resultados, foi possível verificar a eficácia da Matriz de Maturidade BIM (BIM³) para avaliar o Nível de Maturidade BIM e observou-se os principais pontos de melhoria na implementação BIM de cada escritório, assim como suas principais dificuldades. Com isso, espera-se que outras empresas possam utilizar esse estudo para entender e aprimorar seu Nível de Maturidade BIM e que este trabalho sirva como degrau para futuras pesquisas sobre implementação BIM.

Palavras-chave: BIM; Matriz de Maturidade BIM; Indústria AECO; Implementação BIM.

ABSTRACT

The BIM (*Building Information Modeling*) methodology has been spreading with great intensity in the AECO (Architecture, Engineering, Construction and Operation) industry market, with this, several difficulties arise in an attempt to enjoy its benefits. In general, the implementation has several changes that result in the failure of companies that do not establish a strategy, thus, understanding the processes and difficulties of BIM implementation are decisive factors for success in this endeavor. In this sense, this paper aimed to investigate BIM implementation and its difficulties by assessing the BIM Maturity Level and discussing the next procedures to achieve a higher level. Through the investigations performed in the literature review, and the use of the methodology created by Succar, it was possible to perform this assessment in three offices that use BIM as a case study. Through the analysis of the results, it was possible to verify the effectiveness of the BIM Maturity Matrix (BIM³) to evaluate the BIM Maturity Level and to observe the main points of improvement in the BIM implementation of each office, as well as their main difficulties. Thus, it is expected that other companies can use this study to understand and improve their BIM Maturity Level and that this work serves as a stepping stone for future research on BIM implementation.

Keywords: BIM; BIM Maturity Matrix; AECO Industry; BIM Implementation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ilustração das Dimensões do BIM.....	16
Figura 2 - Dificuldades para implementação da tecnologia BIM.....	19
Figura 3 - Nível de Maturidade	21
Figura 4 - Combinação de requisitos e restrições para definição do produto.....	22
Figura 5 - Ajuste das soluções de projeto	23
Figura 6 - Ajuste dos requisitos	23
Figura 7 - Estrutura BIM e Conjunto de Capacidades - BIM Excellence Initiative - Disponível em: http://bimframework.info/paper-a4/	27
Figura 8 - Campos BIM e Bim Players (Agentes do BIM) - SUCCAR (2013) - Disponível em: http://www.bimframework.info/fields/	28
Figura 9 - Conjunto de Capacidades em BIM - BIM Excellence Initiative - Disponível em: < http://www.bimframework.info/2014/01/bim-capability-sets.html >	31
Figura 10 - Estágios BIM e Campos BIM - SUCCAR (2013) - Disponível em: http://www.bimframework.info/fields/	34
Figura 11 - Níveis de maturidade BIM - BIM EXELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução de Prof. Dr. Leonardo Manzione	36
Figura 12 - Matriz de Maturidade BIM, Tecnologia.....	40
Figura 13 - Matriz de Maturidade BIM, Processos	41
Figura 14 - Matriz de Maturidade BIM, Políticas.....	42
Figura 15 - Matriz de Maturidade BIM, Escala	43
Figura 16 - Exemplo de cálculo do Índice de Maturidade do BIM	44
Figura 17 - Níveis de Índice de Maturidade BIM (BIMMI).....	45
Figura 18 - Cálculo do Índice de Maturidade BIM, Escritório A	50
Figura 19 - Cálculo do Índice de Maturidade BIM, Escritório B	54
Figura 20 - Cálculo do Índice de Maturidade BIM, Escritório C.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS

DI	Densidade de Interferências Físicas
ND	Nível de Desenvolvimento
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento

LISTA DE SIGLAS

AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
BEP	<i>BIM Execution Plan</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BCF	<i>BIM Collaboration Format</i>
CDE	<i>Common Data Environment</i>
CEO	<i>Chief Executive Officer</i>
DSM	<i>Design Structure Matrix</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IPD	<i>Integrated Project Delivery</i>
MEA	<i>Model Element Author</i>
RACI	<i>Responsible, Accountable, Consulted and Informed</i>

LISTA DE ACRÔNIMOS

AIA	<i>American Institute of Architects</i>
ASBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
BEP	<i>BIM Execution Plan</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EAM	Estrutura Analítica do Modelo
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
1.2 JUSTIFICATIVA	12
1.3 LIMITAÇÕES DO TRABALHO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i> (BIM)	14
2.2 MATURIDADE E IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO BRASIL	17
2.3 DIFICULDADES NA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM	18
2.4 BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO BIM	19
2.5 NÍVEL DE MATURIDADE BIM	20
2.5.1 Níveis de Maturidade por Manzione	20
2.5.1.1 Objetivos do empreendimento	21
2.5.1.2 Nível de desenvolvimento	24
2.5.1.3 Compatibilidade geométrica	25
2.5.1.4 Planejamento e controle	25
2.5.2 Níveis de Maturidade por Succar	26
2.5.2.1 Estrutura do BIM	27
2.5.2.2 Definições importantes abordadas por Succar	29
2.5.2.3 Índice de Maturidade BIM e Níveis de Maturidade BIM	35
2.5.2.4 Matriz de maturidade BIM (BIM ³)	37
2.5.2.5 Cálculo do Índice de Maturidade BIM	44
3 MÉTODOS E MATERIAIS	46
3.1 ESTRUTURA DA PESQUISA	46
3.1.1 Determinação do Número de Casos	46
3.1.2 Elaboração da Entrevista	47
3.1.3 Coleta de Dados	47
3.1.4 Determinação do Índice de Maturidade BIM	47
3.1.5 Análise dos Processos Necessários na Empresa para Elevar o Nível de Maturidade BIM	47
3.1.6 Análise das Dificuldades Encontradas	48
3.2 CORPO DA ENTREVISTA (APÊNDICE A)	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
4.1 ESCRITÓRIO A	49
4.1.1 Avaliação do Escritório A	49
4.1.2 Análise Detalhada de cada Competência BIM Analisada	50
4.2 ESCRITÓRIO B	53
4.2.1 Avaliação do Escritório B	53

4.2.2 Análise Detalhada de cada Competência BIM Analisada	54
4.3 ESCRITÓRIO C	60
4.3.1 Avaliação do Escritório C	60
4.3.2 Análise Detalhada de cada Competência BIM Analisada	61
4.4 PRINCIPAIS DIFICULDADES ENCONTRADAS NA IMPLEMENTAÇÃO BIM.	66
4.4.1 Escritório A	66
4.4.2 Escritório B	67
4.4.3 Escritório C	67
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
5.1 OBSERVAÇÕES E RECOMENDAÇÕES	69
5.1.1 Escritório A	69
5.1.2 Escritório B	71
5.1.3 Escritório C	72
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	73
REFERÊNCIAS	74
APÊNDICE A - Questionário de Pesquisa	78

1 INTRODUÇÃO

O *Building Information Modeling* ou Modelagem da Informação da Construção (BIM) surge como uma tecnologia inovadora cuja finalidade é a integração de todos os processos construtivos durante todo o ciclo de vida do edifício, ou seja, desde a representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação, até a demolição (SOUZA et al., 2009).

Para que essa integração ocorra de forma completa e eficaz, entende-se como necessário a implementação de um novo modelo para o gerenciamento de projetos e obras, no qual todos os colaboradores das diversas equipes envolvidas no ciclo de vida da edificação devem estar associados em um amplo planejamento (EASTMAN et al., 2008).

Recentemente o BIM vem sendo adotado com maior intensidade no Brasil pelos escritórios e construtoras motivados pelas possibilidades e facilidades que essa tecnologia oferece, confirmando a tendência de sua utilização, a qual tem demonstrado melhora na produtividade e aumento da qualidade (SOUZA et al., 2009). No entanto, são poucos os escritórios de engenharia com expertise na utilização desse processo no Brasil. Já nos países da Europa e nos Estados Unidos, por exemplo, é possível observar uma grande evolução do BIM em projetos, integrando os processos construtivos a partir da formulação de modelos virtuais (FIESP, 2008a).

Os profissionais de arquitetura, engenharia, construção e operação (AECO) precisam acompanhar a evolução dos outros países, buscando adaptar essa metodologia ao mercado brasileiro, facilitando a implementação em larga escala e buscando a inovação dos processos construtivos (SOUZA et al., 2009).

Succar (2009) afirma que a projeção futura do BIM, após o domínio de todos os campos dessa metodologia, pode ser representada pelo IPD ou *Integrated Project Delivery*, termo popularizado pelo American Institute of Architects California Council. Ele também definiu uma série de termos para entender melhor a evolução do BIM dentro de uma organização (RODRIGUES, 2018).

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos planejados para esse trabalho acadêmico foram divididos em geral e específicos para esclarecer o documento.

1.1.1 Objetivo Geral

Discutir o cenário da implementação da metodologia BIM em escritórios de engenharia na cidade de Curitiba, identificando os principais desafios enfrentados nesta e compreendendo o Nível de Maturidade BIM.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Levantar o Nível de Maturidade BIM em três escritórios de projetos de engenharia em Curitiba a partir da Matriz de Maturidade BIM;
- Discutir os principais desafios enfrentados para o domínio completo da metodologia BIM em uma empresa AECO;
- Verificar e discutir o que será necessário, em termo de planejamento e ações, para que cada empresa analisada evolua seu nível em BIM.

1.2 JUSTIFICATIVA

O mercado internacional já utiliza e implementa o BIM de forma a usufruir de seus diversos benefícios, porém é perceptível através de pesquisas, como a realizada pela Grant Thornton em parceria com a Sienge (2020), que no Brasil esse processo encontra-se em desenvolvimento, visto que a maioria das competências analisadas se encontram em estágios iniciais ou intermediários.

No atual cenário dessa metodologia, é possível perceber grande aumento da competitividade, o que abre espaço para as empresas buscarem um diferencial e desbloquearem uma série de oportunidades a partir desse, porém ainda é possível notar certo desinteresse das empresas em sua implementação (KASSEM; AMORIM, 2015).

O desinteresse se deve as dificuldades encontradas ao longo da implementação dos processos baseados no BIM. Os principais problemas no Brasil estão atrelados a escassez de profissionais com domínio sobre os *softwares*, pois essa metodologia exige tempo para o estudo de novos programas, além de uma forma totalmente diferente de pensar sobre os processos e ainda a necessidade de um investimento relativamente alto em equipamentos, tendo em vista pouco retorno a curto prazo (SOUZA et al., 2009).

Com o desenvolvimento da presente pesquisa pretende-se contribuir, através de uma análise prática, com estudos e conhecimentos testados e aplicados em escritórios reais, envolvendo profissionais que trabalham a frente do processo de desenvolvimento e implementação BIM.

1.3 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Esse trabalho está limitado a poucos escritórios devido ao grau de complexidade e aprofundamento exigido. A metodologia utilizada propõe uma análise qualitativa de cada escritório para obter um nível aceitável de precisão.

O local escolhido para realização desse estudo foi a cidade de Curitiba-PR por ser a capital paranaense, a qual possui aproximadamente 1.950.000 habitantes (IBGE, 2019) e uma grande quantidade de empresas, escritórios e projetistas AECO.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

As primeiras indicações do conceito “BIM” surgem muito antes do termo em si ser disseminado da forma que é utilizado atualmente. Em 1962 Douglas C. Englebart já revelava uma visão sobre o uso de informações para montagem de um modelo do design real (QUIRK, 2019). Charles M. Eastman, considerado “pai do BIM”, começou a moldar essa metodologia a partir da utilização da expressão Building Product Model em suas publicações literárias desde o final dos anos 70. Apesar desses resquícios, o termo foi observado pela primeira vez em 1986, em um artigo de Robert Aish como Building Modeling, e só oficializado como *Building Information Modeling* (BIM) em 1992 pelos professores Nederveen e Tolman (THÓRUS ENGENHARIA, 2020).

As teorias, abordagens e metodologias que hoje podem ser associados ao processo BIM são observadas cerca de 15 anos antes da terminologia em si entrar em circulação, de modo que essa metodologia ganhou força no final da década de 70 (EASTMAN et al., 2008). Para conceituação, como exemplo mais antigo documentado, Eastman cita um protótipo de trabalho publicado no extinto jornal AIA por ele mesmo em 1975 (EASTMAN, 1975 apud EASTMAN et al., 2008).

[Projetado por] " ... definir elementos de forma interativa ... deriva[ndo] seções, planos isométricos ou perspectivas de uma mesma descrição de elementos ... Qualquer mudança no arranjo teria que ser feita apenas uma vez para todos os desenhos futuros. Todos os desenhos derivados da mesma disposição de elementos seriam automaticamente consistentes ... qualquer tipo de análise quantitativa poderia ser ligada diretamente à descrição ... estimativas de custos ou quantidades de material poderiam ser facilmente geradas ... fornecendo um único banco de dados integrado para análises visuais e quantitativas ... verificação de código de edificações automatizado na prefeitura ou no escritório do arquiteto. Empreiteiros de grandes projetos podem achar esta representação vantajosa para a programação e para os pedidos de materiais." (Eastman, 1975).

Há várias definições sobre essa metodologia, cada autor pontua de forma diferente, mas todos correlacionam vários aspectos, dentre eles está a integração dos processos de projeto e construção, a integração dos profissionais AECO e a funcionalidade de possuir informações completas do edifício de forma virtual afim de

dar suporte a todo o ciclo de vida do edifício, ou seja, da representação digital até a demolição.

Segundo Eastman (2008) BIM é uma filosofia de trabalho que integra os profissionais AECO na elaboração de um modelo virtual preciso, gerando uma base de dados rica em informações tanto topológicas quanto de subsídios necessários para orçamento e uma previsão de insumos e ações em toda a vida útil da construção. Souza et al. (2009) definem de forma análoga, porém falam sobre a integração dos processos de construção e não diretamente desses profissionais.

Já Ibrahim (2006) define BIM como uma tecnologia que, na data em que foi escrito, estava convertendo os ambientes de trabalho nas firmas de arquitetura, segundo ele, com essa tecnologia, a construção é representada como uma base de dados digital que contém informações sobre a geometria e dados relevantes dos componentes. Tais dados podem ser utilizados para diferentes objetivos, como a criação automática de tabelas quantitativas de material e orçamento.

Nesse sentido, a metodologia BIM vai muito além do que alteração de ferramentas de projeto e uma modelagem em três dimensões, também altera as relações da AECO em seus aspectos políticos, processuais e tecnológicos (RODRIGUES, 2018).

Essa metodologia também pode ser separada em dimensões (Conf. Figura 1), as quais são detalhadas por Garibaldi (2020) na plataforma Sienge da seguinte forma:

- 3D, Modelagem Paramétrica: reúne informações gráficas e não gráficas para formar modelos 3D e distribuir essas informações em uma rede de compartilhamento de dados para que todos os sujeitos credenciados possam compartilhar os modelos produzidos.
- 4D, Planejamento: relaciona o planejamento do canteiro de obras com o elemento tempo, descrevendo o tempo necessário para conclusão do projeto e como esse evoluirá. Em outras palavras, gera um cronograma da obra.
- 5D, Orçamentação: utiliza do modelo de informações para extrair de forma precisa os custos da obra, permitindo que todos os envolvidos no projeto analisem esses custos ao longo do tempo.

- 6D, Sustentabilidade: também chamada de iBIM ou BIM integrado, essa dimensão entende a utilização de informações que geram suporte ao gerenciamento e operação das instalações, obtendo uma melhor compreensão do custo da vida útil dos ativos e a partir disso é possível tomar decisões mais precisas em termos de custos e sustentabilidade.
- 7D, Gestão e Manutenção: Nessa dimensão é agrupado tudo relacionado ao gerenciamento de instalações, assim é possível aperfeiçoar a qualidade da prestação de serviços durante todo o ciclo de vida de um projeto, ou seja, o uso do 7D visa garantir que todos os elementos de um projeto permaneçam na sua melhor forma por todo o ciclo de vida do edifício, desde o primeiro dia até a demolição.

Figura 1 - Ilustração das Dimensões do BIM



Fonte: ("As dimensões do BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D – BibLus", [s.d.]

Resumidamente, a metodologia BIM pode ser vista como um conjunto de processos, políticas e ferramentas tecnológicas com o recurso de compartilhamento de informações que gera colaboração entre os profissionais envolvidos a partir da representação digital das características físicas e funcionais de uma construção.

2.2 MATURIDADE E IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO BRASIL

Segundo Coelho (2017), a construção civil no Brasil possui o estigma de estar atrasada intrínseco em suas características, pois no ramo é encontrado baixa produtividade, pouca qualificação da mão de obra e alto nível de desperdício, o que colabora com a baixa qualidade do produto final. Para o autor, uma mudança no setor é necessária para que ocorra um aumento no desempenho das empresas e o BIM é um fator dominante para que isso ocorra.

Desde 2007 no Brasil é possível observar movimento de grandes construtoras e incorporadoras em relação a essa metodologia. Gafisa iniciou o processo em 2011, implementando a tecnologia em cinco empreendimentos, contando com 65 projetistas, seguida por Tecnisa, JHSF, SINCO e Odebrecht (NAKAMURA, 2013).

Tais ações refletiram no setor público, que passou a requerer a utilização do BIM em projetos da Metro, DNIT, CPTM e Petrobras (COELHO et al., 2015).

Porém a implementação é um processo complexo pois envolve um conjunto de políticas, processos e tecnologias na gestão de todo um empreendimento (SUCCAR, 2009).

Diversas empresas já iniciaram essa implementação, porém não atingiram maturidade suficiente para poder usufruir das vantagens que almejavam inicialmente, como mostrado em pesquisas como a de Souza (2009), Oliveira (2011) e Cornetet (2015). Souza (2009) identificou que a modelagem da informação no Brasil, no momento da pesquisa, estava em fase preliminar, o que por consequência colocaria as empresas pioneiras do BIM à frente do mercado. Oliveira (2011) obteve como resultado uma grande lacuna entre o uso de um software e a prática do processo de desenvolvimento de projeto BIM, o que caracteriza uma etapa inicial da implementação. Já na pesquisa de Cornetet (2015) foi possível observar nos três escritórios analisados uma necessidade de implementar o BIM por competitividade no mercado de trabalho, o que situa o ponto de Souza sobre as empresas pioneiras ainda que em fase inicial, além disso, o autor afirma que os três estudos de caso se encontram no Estágio 1 e não mais no Pré-BIM (COELHO, 2017).

O Guia AsBEA (2015 – p.2) comenta ser possível afirmar que o Brasil está em um segundo momento de amadurecimento na implementação do BIM nos escritórios de projeto no Brasil.

Rodrigues (2018) compara a pesquisa de Souza (2009) com a de Coelho (2017) e comenta que, mesmo com oito anos de distanciamento, ao analisar as duas pesquisas é possível observar que as empresas estudadas apontaram dificuldades e benefícios do uso do BIM semelhantes, mostrando uma lenta evolução da maturidade e da implementação dessa metodologia no Brasil.

No ano de 2018 foi realizado um Seminário em Brasília organizado pela CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) juntamente com o SENAI nacional (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), com diversos palestrantes, todos com o objetivo de discutir as mudanças do cenário da AECO brasileira para engajar o BIM (RODRIGUES, 2018).

Em 2020 foi realizado uma pesquisa para avaliar a maturidade das empresas brasileiras na implementação da metodologia BIM, essa pesquisa foi realizada pela Grant Thornton em parceria com a Sienge (2020). Como resultados dessa pesquisa, é relatado que a maioria dos aspectos analisados estão no nível três, alguns no nível quatro e poucos ainda no nível dois, ou seja, a maioria dos processos no Brasil que avaliam a maturidade BIM estão no nível três, ou ainda, traduzindo para a metodologia de Succar (2009), encontram-se no Estágio 2.

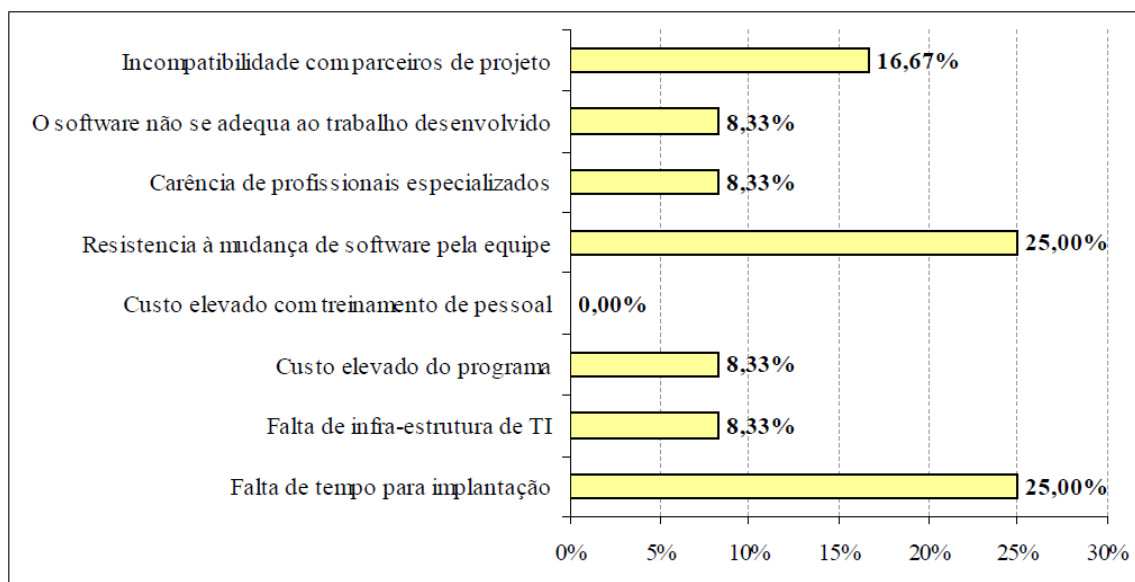
2.3 DIFICULDADES NA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

Diversas pesquisas relatam dificuldades semelhantes na implementação do BIM. Checucci et al. (2011) afirmam, de acordo com os resultados coletados durante o TIC 2011, que a cultura, a resistência e o medo de mudanças estão entre as maiores dificuldades na adoção dessa metodologia (COELHO, 2017).

Eadie et al. (2013) comenta vários motivos, segundo levantamento em sua pesquisa, que levam à recusa da aplicação do BIM, dentre eles: inexperiência entre as partes interessadas, falta de conhecimento do cliente sobre o potencial dessa tecnologia, resistência cultural, investimento inicial sem breve retorno, dificuldades na colaboração do time e problemas na gestão da comunicação.

Souza (2009) apresenta as dificuldades para implementação da metodologia BIM através de apontamentos sobre treze escritórios que participaram de sua análise, eles citam a falta de tempo para implementação da tecnologia, a escassez de profissionais com domínio sobre os programas, a falta de colaboração entre parceiros de projeto, custo elevado dos equipamentos para suportar os programas e as limitações dos programas que acabam não se adequando ao trabalho desenvolvido. A figura 2 ilustra as dificuldades identificadas pelas empresas, a porcentagem está relacionada a parcela de empresas, dentre as treze, que citaram tal ponto.

Figura 2 - Dificuldades para implementação da tecnologia BIM



Fonte - Souza (2009) p.41

2.4 BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO BIM

Em meio a vários benefícios e vantagens ofertadas pelo uso do BIM, se destacam: melhoria na produtividade, aumento na qualidade gráfica da entrega do projeto, eliminação de dados irrelevantes, melhoria na colaboração entre projetistas de diferentes disciplinas e redução de erros, atrasos e retrabalho. Porém a implementação dessa metodologia é complexa e precisa ser aperfeiçoada constantemente a fim de maximizar e refinar os benefícios (UNDERWOOD; ISIKDAG, 2011).

Apesar das barreiras iniciais, as empresas de projeto que adotam a modelagem da informação descobrem que os custos iniciais trazem vantagens de produtividade na documentação do edifício rapidamente, também na redução de erros de projeto além de maior consistência nos dados de projeto apresentados ao cliente e constante melhora em termos de produtividade ao passar do tempo (EASTMAN et al., 2008).

Os benefícios da tecnologia BIM, de acordo com diversos autores, estão presentes durante toda a vida útil de uma edificação, desde a concepção até a manutenção. Entre as vantagens estão: maior facilidade na análise possibilitando discussões mais assertivas quanto a viabilidade do projeto, facilidade em realizar previsões e visualizações da construção de forma precisa, verificações simples e rápidas de consistência, rápida reação a mudanças de projeto, detecções de erros de projeto automatizadas e melhor gestão e operação das instalações (KOELLN, 2015).

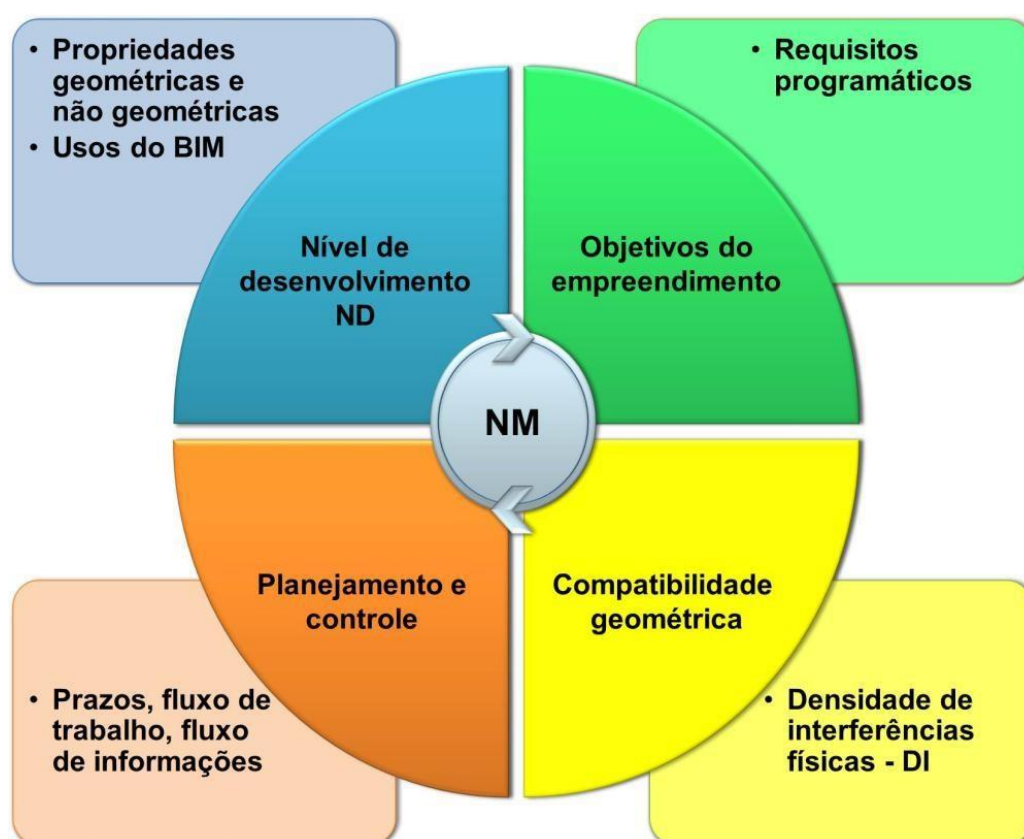
2.5 NÍVEL DE MATURIDADE BIM

Nesse trabalho o parâmetro Nível de Maturidade BIM será conceituado a partir de dois autores, Leonardo Manzione e Bilal Succar.

2.5.1 Níveis de Maturidade por Manzione

Manzione (2013) define nível de maturidade como um parâmetro do desenvolvimento de um projeto em relação aos objetivos previamente definidos. O autor utiliza um referencial de metas através de quatro quadrantes considerados questões-chave em toda implementação de projetos em BIM e, ainda, comenta que esses devem ser utilizados como recomendações e alertas (Conf. Figura 3).

Figura 3 - Nível de Maturidade



Fonte - Manzione (2013) p.195

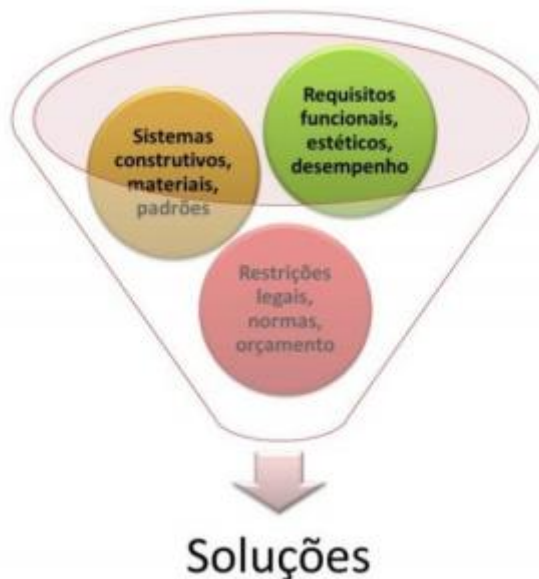
2.5.1.1 Objetivos do empreendimento

O primeiro quadrante, definido como objetivos do empreendimento e requisitos programáticos, está relacionado com o programa de necessidades, o qual, segundo o autor, é o ponto de partida para o desenvolvimento do empreendimento e de seus projetos.

De acordo com Manzione (2013), na prática, o programa do edifício constitui um conjunto de necessidades e requisitos do cliente que envolve todos os aspectos da obra. Por sua vez, em paralelo aos pedidos do cliente, é necessário lidar com

diversos impedimentos que limitarão as possibilidades de solução e funcionarão como filtros (Conf. Figura 4).

Figura 4 - Combinação de requisitos e restrições para definição do produto

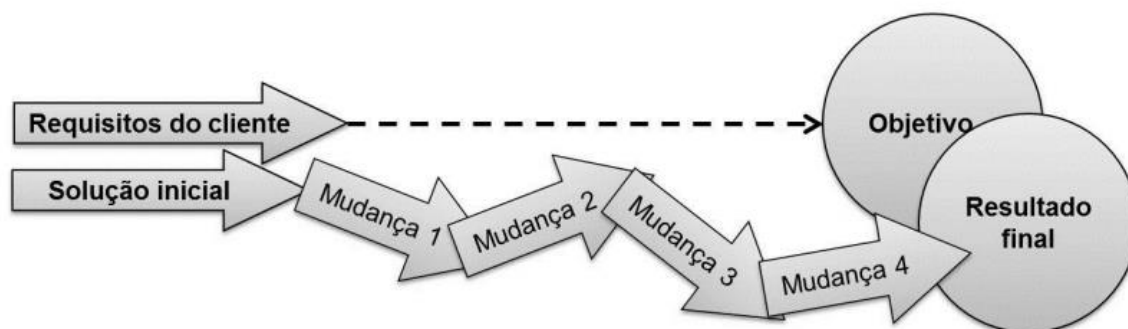


Fonte - Manzione (2013) p.197

A partir desse referencial, é possível entender melhor a complexidade e a relação com o todo do projeto. Em um primeiro momento, os requisitos são apenas em relação ao espaço do edifício, ou seja, isso afeta diretamente os elementos arquitetônicos, como, paredes, portas, lajes e outros. Já as instalações elétricas e hidráulicas, por exemplo, são afetadas indiretamente pois sua elaboração é feita em momento posterior por profissionais que não participaram dos estágios iniciais. Assim, os requisitos para adequação de todos os sistemas, definidos indiretamente pelo cliente, nem sempre serão notados, causando retrocessos ou resultando em soluções incompletas de projeto (MANZIONE, 2013).

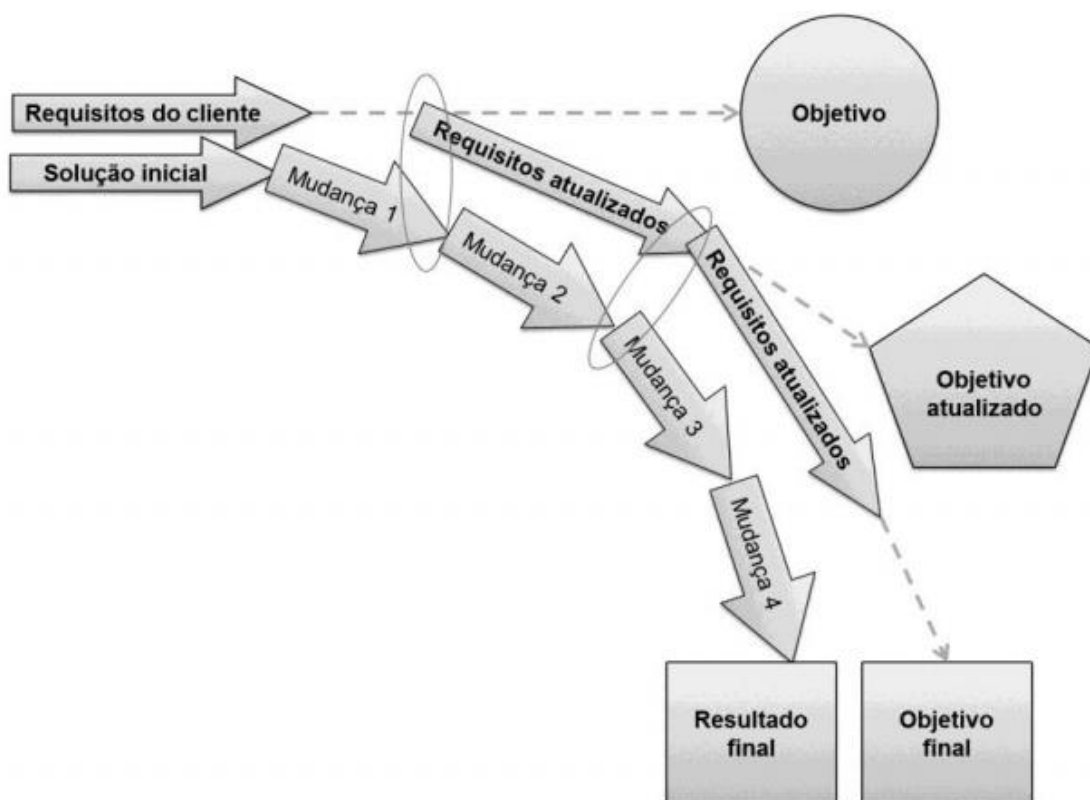
Outro fator que afeta esse processo é a interação entre todos os indivíduos, entre projetistas e entre cliente e projetista, pois, a cada interação pode ocorrer um desvio no requisito inicial ou na solução inicial, que faz o resultado final se distanciar do objetivo previamente estabelecido. Portanto justifica-se um monitoramento e ajuste contínuo das soluções e do próprio programa para buscar um ponto de convergência entre as soluções propostas e o atendimento dos requisitos. As figuras 5 e 6 demonstram os dois ajustes possíveis (MANZIONE, 2013).

Figura 5 - Ajuste das soluções de projeto



Fonte - Manzione (2013) p.199

Figura 6 - Ajuste dos requisitos



Fonte - Manzione (2013) p.199

Conforme comentado pelo autor, a tecnologia BIM favorece o processo de mudanças, já que podem ser feitas com maior agilidade. Mas para isso é necessário que o processo tenha disciplina, e que o número de problemas decresça em relação ao número de mudanças conforme o projeto avança. Em outras palavras, são

necessários vários instrumentos de planejamento, de controle do processo e do modelo para que o processo fique alinhado com as metas do empreendimento, o que permitirá controle e tomada de decisão.

2.5.1.2 Nível de desenvolvimento

O segundo quadrante é abreviado como ND pelo autor, o qual abrange nível de desenvolvimento e propriedades geométricas e não geométricas.

Esse tópico é abordado por Manzione (2013) com foco em avaliar o nível de desenvolvimento do projeto de maneira objetiva, seja pelo projeto como um todo ou por uma disciplina específica, medindo suas propriedades e associando os resultados ao ND. O autor justifica a necessidade do ND com base nos problemas que limitam a verificação do atendimento dos requisitos de um projeto. Como principal razão é citado que, tanto nas normas ABNT NBR 13531 (1995) quanto nos demais documentos que englobam esse tema, a delimitação das fases de projeto não especifica critérios objetivos e sim conceitos, os quais dão margem a verificações incompletas e subjetividade.

Aprofundando essa situação ao BIM, é possível notar que métodos como o adotado pelo American Institute of Architects (2007), para classificar o ND, enfatizam a evolução geométrica do modelo e reforçam nos usuários a ideia de que o BIM é apenas um modelo geométrico, não oferecendo a devida importância as propriedades não geométricas. Porém dentro da estrutura conceitual deve existir uma parcela importante relacionada à associação do BIM para cada elemento do modelo e para cada fase do projeto (MANZIONE, 2013).

O cálculo do ND é efetuado através de uma planilha Excel e do uso do *software* Solibri, tendo em vista que é possível utilizar outros programas que façam as mesmas operações especificadas pelo autor. O ND do projeto é aplicável em todas as fases e deve ser coletado a cada avanço feito no modelo. Ainda devem ser emitidos relatórios a cada atualização do modelo e antes de reuniões de coordenação de projeto (MANZIONE, 2013).

Entretanto existem algumas limitações para o cálculo do ND. Primeiramente os envolvidos no projeto devem decidir previamente quais propriedades de cada objeto serão levadas em consideração, o que está diretamente relacionado ao

objetivo final do modelo, e, como mostrado no primeiro quadrante, existe certa dificuldade em estabelecer essas propriedades devido a possibilidade de existir alterações nos requisitos dos clientes. Também é considerado como limitação a precisão geométrica devido à dificuldade de assegurar que, por exemplo, um objeto não terá sua posição alterada ao longo do processo e, ainda, a questão do retrabalho, pois o ND não tem como objetivo medi-lo mesmo que esse influencie no nível de desenvolvimento do projeto (RODRIGUES, 2018).

2.5.1.3 Compatibilidade geométrica

No 3º quadrante, encontramos a compatibilidade geométrica junto ao indicador DI, densidade de interferências físicas. Essa compatibilidade é um requisito de qualidade do processo de modelagem, o seu processo de verificação é parametrizável por programas como o Solibri, tornando possível escolher objetos a serem comparados, predefinir valores de tolerância e avaliar níveis de criticidade para cada incompatibilidade (MANZIONE, 2013).

A densidade de interferências, ou DI, é o indicador chave de desempenho para a compatibilidade geométrica, esse é definido pelo autor como a razão entre o número de interferências (categorizadas por criticidade) e o volume da envoltória do edifício, a unidade é dada em número de interferências por mil metros cúbicos (RODRIGUES, 2018).

O foco desse quadrante é avaliar a qualidade do processo de modelagem das disciplinas e da coordenação do projeto como um todo, para assim garantir a qualidade do processo de projeto (Manzione, 2013).

Assim como na utilização do ND, o autor menciona a necessidade de se coletar os dados provenientes dessa etapa a cada atualização do modelo e a emissão de relatórios antes das reuniões de coordenação de projetos.

2.5.1.4 Planejamento e controle

Neste quadrante o principal desafio é relacionar o processo de gestão com o processo de modelagem, já que ambos são abordados pelo processo de planejamento e controle formulados para a estrutura conceitual (MANZIONE, 2013).

A proposição do autor é trabalhar com três níveis hierarquicamente organizados, sendo eles o estratégico, o tático e o operacional. Juntamente a esses três níveis está associada uma estrutura integrada composta pela estrutura analítica do projeto (EAP) e a estrutura analítica do modelo (EAM).

O planejamento estratégico é abordado como um planejamento de longo prazo por Manzione (2013), já os planejamentos tático e operacional são definidos como médio e curto prazo.

O objetivo do planejamento estratégico é montar uma DSM (*Design Structure Matrix*) e estabelecer um cronograma geral. Já as etapas de planejamento tático e operacional tem como objetivo gerar planos mais detalhados em intervalos de tempo aproximados entre um a três meses, assim, é possível definir a transferência de informações reais que podem ser monitoradas utilizando o ciclo de controle. Além disso, Manzione (2013) comenta sobre a importância em diferenciar “processo de projeto” de “processo de produção”, visto que o primeiro é cíclico e interativo, baseado em troca de informações e o segundo é linear baseado em entrega de produtos. Nesse sentido, ele mostra que desenvolveu uma metodologia que pode tornar claras as relações de dependência do processo de projeto deixando-o mais transparente e objetivo. (RODRIGUES, 2018).

2.5.2 Níveis de Maturidade por Succar

Succar (2009) explica que o termo maturidade é um conhecimento que já existe em outros setores e ficou mais popular nos Estados Unidos, onde utilizam para avaliar a capacidade de uma empresa para desenvolver um software (RODRIGUES, 2018).

Ao utilizar o termo Maturidade BIM, o autor refere-se à qualidade, repetibilidade e grau de excelência de uma capacidade BIM, ou seja, a maturidade está atrelada às melhorias contínuas das Capacidades BIM. (RODRIGUES, 2018).

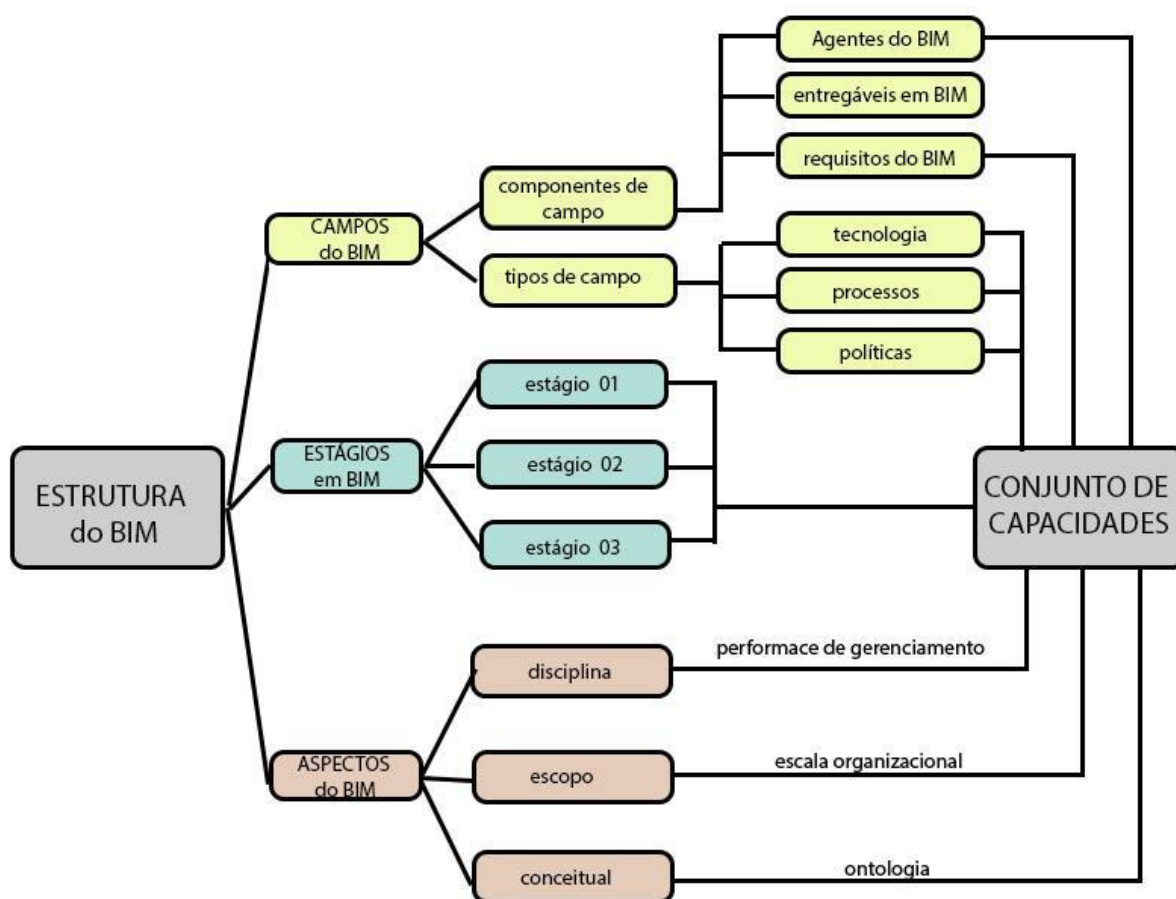
A partir da necessidade de indicadores de desempenho e visualização clara do processo para melhorias na implementação BIM, Succar (2009) desenvolveu uma metodologia detalhada para analisar o uso do BIM em setores, organizações e empreendimentos (SANTOS, 2016).

2.5.2.1 Estrutura do BIM

Segundo Succar (2009), para ajudar a compreender e organizar o domínio BIM, existem três eixos, são eles: Campos do BIM, Estágios do BIM e Lentes do BIM (traduzidos de *Bim Fields*, *Bim Stages* e *Bim Lenses* respectivamente). Esses três eixos são segmentados conforme figura 7 (onde Rodrigues substitui Lentes por Aspectos).

Figura 7 - Estrutura BIM e Conjunto de Capacidades - BIM Excellence Initiative - Disponível em:

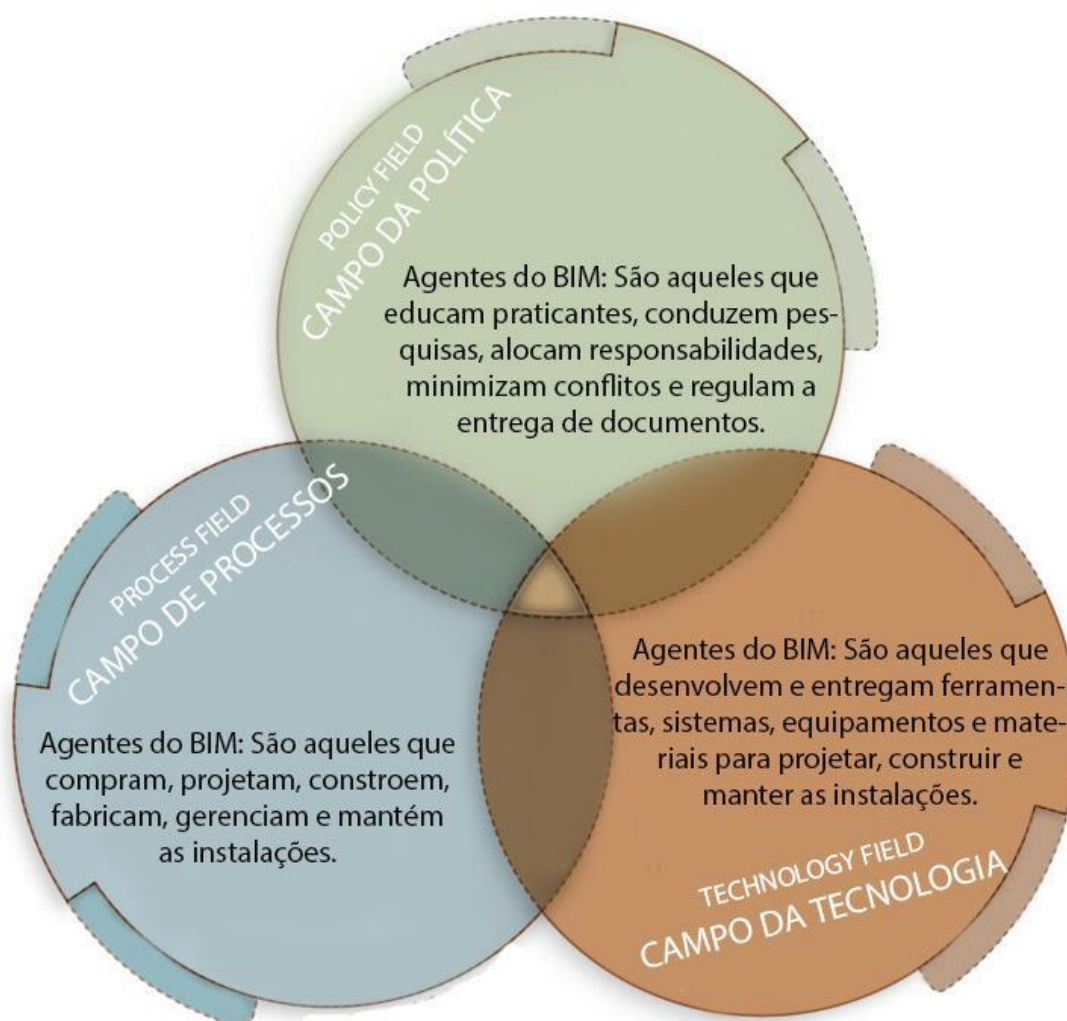
<http://bimframework.info/paper-a4/>



Fonte - Adaptação e tradução por Rodrigues (2018) p.37

Seguindo a ordem proposta na imagem, Campos do BIM separa o conhecimento em três áreas: política, tecnologia e processos. Cada um desses campos tem seus próprios agentes, seus requisitos e seus entregáveis (SUCCAR, 2009). A figura 8 define os atuantes em cada campo.

Figura 8 - Campos BIM e Bim Players (Agentes do BIM) - SUCCAR (2013) - Disponível em: <http://www.bimframework.info/fields/>



Fonte - Adaptação e tradução por Rodrigues (2018) p.38

O campo da tecnologia relaciona o domínio de seus componentes em relação ao software, hardware e redes. Já o campo de processos é compreendido pelos aspectos do BIM que não se referem à modelagem de objetos em si, e sim as características que influenciam o projeto dentro de uma empresa, como a infraestrutura, recursos humanos, produtos e serviços e liderança. Por último, o campo da política se refere as habilidades dos componentes em organizar e legalizar sua atuação BIM na indústria AECO (RODRIGUES, 2018).

Esses campos têm interação a partir de transferências de dados, dinâmicas de equipe ou relações contratuais. Suas intersecções ocorrem quando dois ou mais campos compartilham agentes, requisitos ou entregáveis (SUCCAR, 2009).

O segundo ponto que rege a estrutura (Conf. Figura 7) é denominado Estágios do BIM ou Estágios de Capacidade BIM. Nesse, resumidamente, Succar (2009) comenta sobre a Capacidade BIM, definindo-a como a habilidade básica para executar uma tarefa, entregar um serviço ou gerar um produto, além disso, separa a Capacidade BIM em três estágios:

- Estágio BIM 1: Objeto – baseado em modelagem.
- Estágio BIM 2: Modelo – baseado em colaboração.
- Estágio BIM 3: Rede – baseado em integração.

Cada estágio foi definido pelo autor baseado em requisitos mínimos, para estar no estágio 1 a empresa precisa ter implantado a ferramenta de modelagem, para o estágio 2 ela precisa fazer parte de um projeto colaborativo multidisciplinar e para o estágio 3 ela necessita usar uma solução baseada em rede para compartilhar modelos com duas ou mais disciplinas (SUCCAR, 2009).

O terceiro componente do mapa da estrutura é nomeado como Aspectos do BIM ou Lentes do BIM, esse é definido como camadas distintas de análise aplicadas a campos e estágios para gerar visualizações de conhecimento que abstraem o domínio BIM e controlam sua complexidade removendo detalhes desnecessários, ou seja, as lentes permitem que os pesquisadores de domínio foquem em um aspecto específico da indústria AECO e gere análises que destacam os observáveis que atendem ao que foi pesquisado ou filtre o que não atende (SUCCAR, 2009).

2.5.2.2 Definições importantes abordadas por Succar

A fim de aprofundar ainda mais a organização de sua metodologia no universo BIM, Succar (2009) detalha cinco pontos importantes: Escalas Organizacionais, Níveis de Granularidade, Competências BIM, Estágios de Capacidade BIM e Níveis de Maturidade BIM.

Escalas Organizacionais (*Organization Scales*) se refere ao escopo definido para a utilização do método de análise da Maturidade BIM, nesse sentido, pode haver três escalas: macro, meso e micro. A escala macro pode ser definida no contexto de mercado e indústria, já meso contém os projetos e suas equipes e micro engloba uma organização, suas unidades, suas equipes e seus membros (Succar 2009).

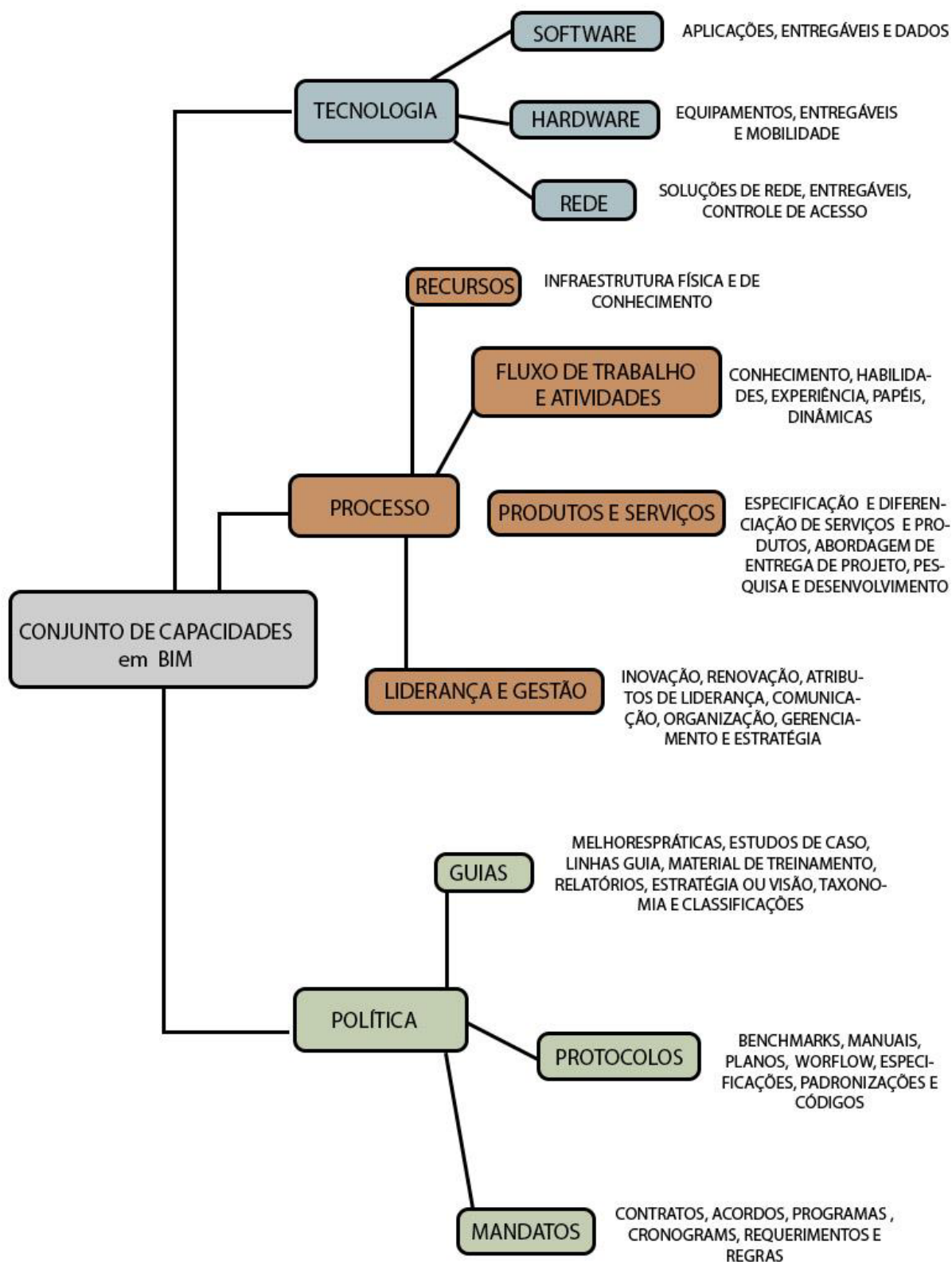
Níveis de Granularidade (*Granularity Levels*) foram elaborados por Succar (2009) para categorizar a amplitude da avaliação realizada para categorizar a Maturidade BIM, os detalhes de pontuação, as formalidades e a especialização do avaliador. Sendo esses quatro níveis:

- Descoberta (*Discovery*): autoavaliação, uma forma semi-formal de descoberta da capacidade e maturidade BIM.
- Avaliação (*Evaluation*): individual ou por pares e de forma mais detalhada acerca da capacidade e maturidade BIM, produzindo uma pontuação numérica aprofundada.
- Certificação (*Certification*): realizado, por exemplo, por um consultor externo, de forma a ter maior isenção e rigor metodológico na avaliação, utilizada quando há capacidade e maturidade BIM estruturada. Determina um nível de maturidade.
- Auditoria (*Auditing*): processo mais complexo que engloba os três citados anteriormente de forma unificada e ainda avalia áreas de competência detalhadas, inclusive aquelas específicas de um mercado, disciplina ou setor. É altamente personalizável e adequado para capacidade e maturidade BIM não estruturada (contínua). Determina um nível de maturidade e uma pontuação numérica (RODRIGUES, 2018).

Competências BIM (*BIM Competencies*) representam, segundo Succar (2009), as habilidades de um agente que caracterizam seu desempenho, seja para atender um requisito ou gerar um entregável dessa metodologia (RODRIGUES, 2018).

Essas são divididas dentro dos Campos do BIM em tecnologia, processo e política (Conf. Figura 9).

Figura 9 - Conjunto de Capacidades em BIM - BIM Excellence Initiative - Disponível em:
<http://www.bimframework.info/2014/01/bim-capability-sets.html>



Fonte - Adaptação e tradução por Rodrigues (2018) p.43

Estágios de Capacidade BIM (*BIM Capability Stages*) é um termo utilizado para medir a capacidade BIM de uma organização ou equipe. Essa, já definida no subtópico 2.5.2.1, é classificada em três estágios por Succar (2009):

- Pré-BIM: caracterizado pelas práticas tradicionais onde é utilizado modelos 2D para descrever a realidade 3D, mesmo que tenha visualizações 3D geradas ainda são desconectadas do modelo em si e a maioria da informação é armazenada em documentos escritos, pranchas e detalhes 2D. O fluxo de trabalho é linear e as partes interessadas não são priorizadas.
- BIM Estágio 1: destacada pela implementação de uma ferramenta de *software* paramétrico 3D baseada em objetos, aqui os usuários geram modelos unidisciplinares e conseguem automatizar a geração e coordenação de documentação 2D e visualização 3D. A troca de dados entre os agentes ainda é unidirecional e as comunicações assíncronas e desarticuladas.
- BIM Estágio 2: a partir do ganho de experiência em modelagem unidisciplinar durante a implementação do Estágio 1, os agentes do Estágio 2 adquirem colaboração baseada em modelo. Essa pode ocorrer de várias maneiras dependendo das ferramentas de *software* BIM utilizadas pelos colaboradores, por exemplo, gerando um arquivo com extensão comum entre os diferentes programas utilizados pelos agentes. Tais trocas de dados permitem a geração de estudos 4D (análise de tempo ou geração de cronogramas) e 5D (estimativa de custos). Aqui as comunicações continuam sendo assíncronas.
- BIM Estágio 3: modelos integrados são criados, compartilhados e mantidos de forma colaborativa através de uma rede em todo o ciclo de vida do projeto. Essa integração pode ser alcançada por meio de tecnologias tais como BIM Server (Servidor BIM). Os modelos do estágio 3 tornam-se modelos interdisciplinares síncronos, permitindo análises complexas em estágios iniciais de projeto. Neste estágio, as entregas do modelo passam a incluir inteligência de negócios, princípios de construção enxuta, políticas verdes e custos de todo o ciclo de vida. O

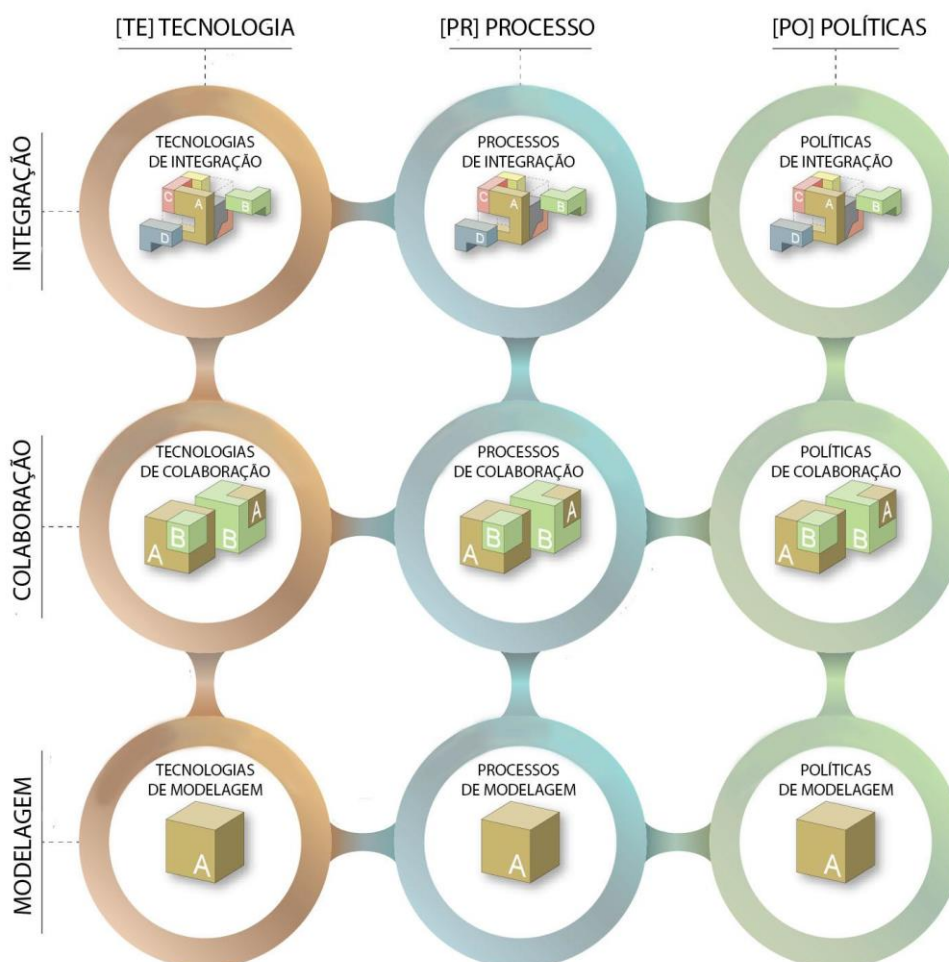
trabalho colaborativo agora ocorre em torno de um modelo de dados extenso, unificado e compartilhável.

- Entrega de projeto integrado: traduzido de IPD, Integrated Project Delivery, é um termo popularizado pelo American Institute of Architects (AIA, 2007) considerado como a evolução do BIM em todos os seus aspectos, abrangendo a tecnologia, processos e políticas. É um dos possíveis "objetivos finais" previstos para a utilização dessa metodologia, o ideal almejado da integração dos agentes e das informações durante os ciclos de vida de uma edificação (RODRIGUES, 2018).

A figura 10 ilustra os Estágios de Capacidade BIM 1, 2 e 3 junto aos Campos do BIM, nela é perceptível a evolução dos três estágios, destaca-se que o pré-BIM e o IPD não são caracterizados como estágios, mas sim como as duas fases que antecede e sucede, respectivamente, os estágios.

Figura 10 - Estágios BIM e Campos BIM - SUCCAR (2013) - Disponível em:

<http://www.bimframework.info/fields/>



Fonte - Adaptação e tradução por Rodrigues (2018) p.46

Níveis de Maturidade BIM (*BIM Maturity Levels*) são caracterizados por um conjunto de melhorias de processos os quais permitem que os implementadores alcancem benefícios significativos para os negócios (RODRIGUES, 2018).

Santos (2016) comenta que a Maturidade BIM é medida a partir das competências. Succar (2010, p.5) define a maturidade no trecho a seguir:

“O termo “Maturidade BIM” refere-se à qualidade, repetibilidade e grau de excelência em uma Capacidade BIM. Ou seja, em oposição à “capacidade” que denota uma *habilidade mínima* (...), “maturidade” denota a extensão dessa habilidade no desempenho de uma tarefa ou na entrega de um serviço/produto BIM. Os parâmetros de Maturidade BIM são marcos (ou níveis) de melhoria de desempenho aos quais as equipes e organizações aspiram ou em direção aos quais elas trabalham.”

Succar também comenta que a previsibilidade sobre o produto final e a semelhança do produto entregue são importantes para caracterizar o desempenho em BIM de uma empresa, apesar dessa previsibilidade não ser tão simples de ser alcançada (RODRIGUES, 2018).

2.5.2.3 Índice de Maturidade BIM e Níveis de Maturidade BIM

Na indústria da construção os projetos contêm uma dualidade desafiadora, exclusividade, definida pelos fatores únicos de cada construção, e similaridade, caracterizada por visões antigas de como os projetos devem ser conduzidos, por estruturas organizacionais e métodos educacionais. Essa dualidade é abordada pela estrutura BIM atendendo a exclusividade com flexibilidade e a similaridade com uniformidade. (SUCCAR, 2009).

Flexibilidade: as avaliações de Maturidade BIM podem ser aplicadas independentemente do tamanho organizacional, tipo do projeto ou como a equipe do projeto está configurada.

Uniformidade: as avaliações de Maturidade BIM podem ser baseadas em um conjunto de subdivisões organizacionais padronizadas. Os resultados da avaliação pertencentes a uma organização ou equipe podem ser comparados a outra organização ou equipe de mesma escala.

A partir desses apontamentos Succar (2009) definiu o método *BIM Maturity Index* (BIMMI), traduzido como Índice de Maturidade BIM. Esse é classificado em cinco níveis (Conf. Figura 11).

Figura 11 - Níveis de maturidade BIM - BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução de Prof. Dr. Leonardo Manzione



Fonte - Rodrigues (2018) p.46

Os níveis de maturidade são definidos da seguinte maneira por Succar (2009):

- Nível de maturidade “a” (Inicial): as ferramentas BIM foram implementadas a partir de programas de modelagem ou outros, porém não foi formulado uma estratégia geral, os processos e políticas relacionados a essa metodologia na empresa, equipe ou organização não estão definidos. Não foram feitas preparações adequadas exigidas para que o BIM seja estabelecido. A colaboração não acontece entre os agentes e o processo de projeto não tem um modelo pré-definido. Não existe formalidade dos papéis e responsabilidades dos envolvidos.
- Nível de maturidade “b” (Definido): Aqui os gerentes orientam o uso do BIM, os processos e políticas já possuem documentação, existem diretrizes para o BIM, manuais de treinamento, guias de trabalho e padrões de entrega. A metodologia é vista como inovação e oportunidade de negócio, mas ainda não foi explorado em relação as possibilidades do mercado. A competência geral aumenta e a colaboração segue guias de processo, padrões e protocolos de trocas de dados pré-definidos. Além disso os contratos preveem alocação de risco e atribuição de responsabilidades.
- Nível de maturidade “c” (Gerenciado): a empresa ou organização possui metas claras, com planos de ações e gerenciamento. A mentalidade do BIM é compartilhada entre todos os funcionários. São institucionalizadas metas do BIM que são alcançadas regularmente. São reconhecidas

mudanças nos três Campos do BIM. O marketing da organização aproveita as oportunidades dessa metodologia. Os produtos seguem normas nacionais ou internacionais. A colaboração contém previsibilidade de riscos e atribuições de responsabilidades, mas, também recompensas.

- Nível de maturidade “d” (Integrado): Funções e metas para o BIM fazem parte da organização. A equipe apresenta o BIM como vantagem competitiva no mercado e é utilizado para conquistas clientes. O processo de negócio é integrado com os entregáveis em BIM. Existem requisitos estratégicos para a implementação e manutenção dos programas, não apenas requisitos operacionais. A colaboração entre os interessados é boa e as entregas de projeto são sincronizadas. É possível prever a produtividade. A gestão da qualidade é associada aos padrões e metas de desempenho. O processo de projeto tem como característica envolvimento dos principais interessados já nas fases iniciais, tendo maior previsibilidade.
- Nível de maturidade “e” (Otimizado): Os participantes vão atrás de alterações de processos ou políticas. Soluções inovadoras de produtos, processos e oportunidades de negócios são procuradas e seguidas de forma implacável. A colaboração é otimizada através da melhoria nos canais de comunicação e integração de dados. Da mesma forma, a alocação de responsabilidade, riscos, recompensas e contratos são melhorados. Os programas são frequentemente revisados para alinhar a produção com os objetivos estratégicos e para melhorar a produtividade da empresa. Existe revisão periódica dos padrões de entrega. Resumidamente, existe um processo contínuo de revisão dos objetivos do BIM na organização e de suas estratégias.

2.5.2.4 Matriz de maturidade BIM (BIM³)

No processo de quantificar a ideia de Maturidade BIM, Succar (2009) se deparou com um problema. Para que fosse possível que os indivíduos, equipes, organizações e equipes de projeto pudessem avaliar seu próprio desempenho, ou o desempenho de parceiros e concorrentes, eles precisariam de uma ferramenta. E

não só os usuários do BIM, mas também os clientes, que precisariam dessa ferramenta para filtrar e avaliar o nível do BIM no serviço contratado. Essa ferramenta serviria para definir, medir e melhorar as Capacidades BIM.

A partir disso, o autor criou a BIM³. Essa foi baseada em modelos ou índices de maturidade já existentes no mercado, os quais já procuravam criar classificações simples para facilitar a melhoria contínua dentro das organizações (RODRIGUES, 2018).

Para permitir sua ampla aplicabilidade em toda a indústria AECO, a matriz segue um conjunto de características destacadas por Succar (2009), ou seja, ela foi elaborada para atender tais quais:

- Específica: todos os componentes são bem definidos, complementares e servem a propósitos específicos na avaliação da capacidade e maturidade do BIM.
- Atingível: todos os estágios podem ser alcançados.
- Aplicável: pode ser utilizada por todas as partes interessadas em todas as fases do ciclo de vida do projeto.
- Flexível: avaliações de capacidade e maturidade podem ser realizadas em escalas organizacionais.
- Gradual: a matriz reflete e incentiva a progressão suave para uma evolução constante.
- Cumulativo: os dois componentes da matriz, capacidade e níveis de maturidade, são progressões lógicas, a entrega de um estágio é pré-requisitos para o próximo estágio.
- Atual: projetada em torno de tecnologias atuais e emergentes, além de ter sido projetada para evitar mudanças estruturais frequentes.
- Informativo: a matriz fornece um retorno para melhoria, bem como orientação para os próximos passos.
- Mensurável: as avaliações de maturidade estão vinculadas aos estágios de capacidade e escalas organizacionais, permitindo comparações semelhantes sem comprometer as unidades de medida.
- Granular: as avaliações podem ser conduzidas em vários níveis de granularidade, fornecendo uma gama ordenada de pontuações e relatórios.

- Neutro: a matriz pode ser empregada pelas partes interessadas independentemente de sua convicção técnica.
- Relevante: a BIM³ e seus conceitos são relevantes tanto para indústria quanto para a academia, o que deve encorajar sua utilização e desenvolvimento.

Dito isso, a BIM³ é composta por dois eixos: Conjuntos de Capacidades BIM e Índice de Maturidade BIM. As tabelas que conduzem a avaliação dos requerimentos estão separadas em quatro partes: tecnologia, processos, políticas e estágios/escalas organizacionais (Conf. Figuras 12 a 15).

Figura 12 - Matriz de Maturidade BIM, Tecnologia

Áreas de Competência BIM no nível de granularidade 1		a	b	c	d	e
		INICIAL	DEFINIDO	GERENCIADO	INTEGRADO	OTIMIZADO
CONJUNTO DE COMPETÊNCIAS BIM TECNOLOGIA	Software: aplicações, entregáveis e dados.	A utilização dos softwares não são monitoradas e regulamentadas. Os modelos 3D são utilizados principalmente para gerar uma entrega/representação 2D precisa.	O uso/introdução de software é unificado dentro da organização ou das equipes de projeto. Os modelos 3D são confiáveis para gerar 2D, bem como 3D entregáveis. O uso de dados, armazenamento e troca estão bem definidos dentro das organizações e equipes de projeto. Trocas de dados interoperáveis são definidos e priorizados.	A seleção e uso de software é controlada e gerenciada de acordo com os entregáveis definidos. Os modelos são a base para visualizações 3D, representações 2D, quantificação, especificação e estudos analíticos. O uso de dados, armazenamento e trocas são monitorados e controlados. O fluxo de dados é documentado e bem administrado. Trocas de dados interoperáveis são obrigatórias e monitoradas de perto.	A seleção e implantação de softwares seguem objetivos estratégicos, não apenas requisitos operacionais. As entregas de modelagem são bem sincronizadas entre os projetos e totalmente integradas aos processos de negócios. O uso, armazenamento e troca de dados interoperáveis são regulamentados e executados como parte de uma estratégia organizacional ou de uma equipe de projeto geral.	A seleção/uso de ferramentas de software é continuamente revisada para aumentar a produtividade e se alinhar aos objetivos estratégicos. Os produtos de modelagem estão sendo revisados/otimizados ciclicamente para se beneficiar de novas funcionalidades de softwares e extensões disponíveis. Todos os assuntos relacionados ao armazenamento e troca de uso de dados interoperáveis são documentados, controlados, refletidos e aprimorados de forma proativa.
	Hardware: equipamento, entregáveis, localização e mobilidade.	O equipamento BIM é inadequado; as especificações são muito baixas ou inconsistentes em toda a organização. A substituição ou atualização de equipamentos são tratadas como itens de custo e realizadas apenas quando inevitáveis.	As especificações dos equipamentos são adequadas para a entrega de produtos e serviços BIM, são definidas, orçadas e padronizadas em toda a organização. Substituições e atualizações de hardwares são itens de custo bem definidos.	Existe uma estratégia para documentar, gerenciar e manter o equipamento BIM de forma transparente. O investimento em hardwares é bem direcionado para aumentar a mobilidade da equipe (onde necessário) e estender a produtividade BIM.	As implantações de equipamentos são tratadas como habilitadores BIM. O investimento em equipamentos está totalmente integrado aos planos financeiros, estratégias de negócios e objetivos de desempenho.	Equipamentos existentes e soluções inovadoras são continuamente testados, atualizados e implantados. O hardware BIM passa a fazer parte da vantagem competitiva da organização ou da equipe do projeto.
	Rede: soluções, entregáveis e segurança/controlado de acesso.	As soluções de rede são inexistentes ou ad-hoc. Indivíduos, organizações e as equipes de projeto usam quaisquer ferramentas encontradas para comunicar e compartilhar dados. As partes interessadas não têm a infraestrutura de rede necessária para colher, armazenar e compartilhar conhecimento.	As soluções de rede para compartilhar informações e controlar o acesso são identificadas dentro e entre as organizações. No nível do projeto, as partes interessadas identificam seus requisitos para compartilhar dados/informações. Organizações dispersas e equipes de projeto são conectadas por meio de conexões de largura de banda relativamente baixa (baixa capacidade de transmissão).	As soluções de rede para colheita, armazenamento e compartilhamento de conhecimento dentro e entre as organizações é bem administrado por meio de plataformas comuns. Ferramentas de gestão de ativos e conteúdos são implantadas para regular dados estruturados e não estruturados compartilhados em conexões de alta largura de banda.	As soluções de rede permitem que várias facetas do processo BIM sejam integradas por meio do compartilhamento contínuo de dados, informações e conhecimento em tempo real. As soluções incluem redes/portais específicos do projeto que permitem o intercâmbio intensivo de dados (intercâmbio interoperável) entre as partes interessadas.	As soluções de rede são continuamente avaliadas e substituídas pelas mais recentes inovações testadas. As redes facilitam a aquisição, armazenamento e compartilhamento de conhecimento entre todas as partes interessadas. A otimização de dados integrados, processos e canais de comunicação é implacável.

Fonte - Traduzido e adaptado de Succar (2009) pelo Autor

Figura 13 - Matriz de Maturidade BIM, Processos

Áreas de Competência BIM no nível de granularidade 1		a	b	c	d	e
		INICIAL	DEFINIDO	GERENCIADO	INTEGRADO	OTIMIZADO
CONJUNTO DE COMPETÊNCIAS BIM PROCESSOS	Infraestrutura: física e relacionado ao conhecimento.	O ambiente de trabalho não é reconhecido como fator de satisfação pessoal ou pode não ser propício à produtividade. O conhecimento não é reconhecido como um ativo; O conhecimento BIM é normalmente compartilhado informalmente entre a equipe (por meio de dicas, técnicas e lições aprendidas).	O ambiente de trabalho e as ferramentas do local de trabalho são identificados como fatores que afetam a motivação e a produtividade. Da mesma forma, o conhecimento é reconhecido como um ativo; o conhecimento compartilhado é colhido, documentado e, portanto, transferido de tácito para explícito.	O ambiente de trabalho é controlado, modificado e seus critérios gerenciados para aumentar a motivação, satisfação e produtividade dos funcionários. Além disso, o conhecimento documentado é armazenado de forma adequada.	Fatores ambientais são integrados às estratégias de desempenho. O conhecimento é integrado aos sistemas organizacionais; o conhecimento armazenado torna-se acessível e facilmente recuperável [consulte os 4 níveis de retenção de conhecimento (Arif et al., 2009)].	Os fatores físicos do local de trabalho são revisados constantemente para garantir a satisfação da equipe e um ambiente favorável à produtividade. Da mesma forma, as estruturas de conhecimento responsáveis pela aquisição, representação e disseminação são sistematicamente revisadas e aprimoradas.
	Produtos e serviços: abordagem de entrega do projeto e P&D.	Os resultados dos modelos 3D (um produto BIM) sofrem com níveis de detalhes muito altos, muito baixos ou inconsistentes.	Uma "declaração que define a decomposição do objeto do modelo 3D" (Bouygues, 2007) está disponível.	Adoção de especificações de produto/serviço semelhantes às Especificações de Progressão do Modelo (AIA, 2008), "níveis de informação" do SIN (BIPS, 2008) ou semelhantes.	Produtos e serviços são especificados e diferenciados de acordo com Especificações de Progressão de Modelo ou similares.	Os produtos e serviços BIM são constantemente avaliados; os ciclos de feedback promovem a melhoria contínua.
	Recursos Humanos: competências, funções, experiência e dinâmica.	Há uma ausência de processos definidos; os papéis são ambíguos e as estruturas/dinâmicas da equipe são inconsistentes. O desempenho é imprevisível e a produtividade depende do heroísmo individual. Uma mentalidade de 'trabalhar' em torno do sistema floresce.	As funções do BIM são definidas informalmente e as equipes são formadas de acordo. Cada projeto BIM é planejado de forma independente. A competência BIM é identificada e direcionada; O heroísmo BIM diminui à medida que a competência aumenta, mas a produtividade ainda é imprevisível.	A cooperação dentro das organizações aumenta à medida que as ferramentas para comunicação entre projetos são disponibilizadas. O fluxo de informações se estabiliza; As funções do BIM são visíveis e as metas são alcançadas de forma mais consistente.	As funções do BIM e as metas de competência estão embutidas na organização. Equipes tradicionais são substituídas por equipes BIM e orientadas à medida que novos processos se tornam parte da cultura da organização/equipe de projeto. Produtividade agora é consistente e previsível.	As metas de competência BIM são continuamente atualizadas para coincidir com os avanços tecnológicos e se alinhar com os objetivos organizacionais. As práticas de recursos humanos são revisadas de forma proativa para garantir que o capital intelectual atenda às necessidades do processo.
	Liderança: inovação e renovação, atributos estratégicos, organizacionais, comunicativos e gerenciais.	Os líderes/gerentes seniores têm visões variadas sobre o BIM. A implementação do BIM (de acordo com os requisitos do Estágio BIM) é conduzida sem uma estratégia de orientação. Nesse nível de maturidade, o BIM é tratado como um fluxo de tecnologia; a inovação não é reconhecida como um valor independente; oportunidades de negócios decorrentes do BIM não são reconhecidos.	Os líderes/gerentes seniores adotam uma visão comum sobre o BIM. A estratégia de implementação BIM carece de detalhes acionáveis. O BIM é tratado como um fluxo de tecnologia que muda o processo. Inovações de produto e processo são reconhecidas; oportunidades de negócios decorrentes do BIM são identificadas, mas não exploradas.	A visão para implementar o BIM é comunicada e compreendida pela maioria dos funcionários. A estratégia de implementação do BIM está associada a planos de ação detalhados e um regime de monitoramento. O BIM é reconhecido como uma série de mudanças de tecnologia, processos e políticas que precisam ser gerenciados sem prejudicar a inovação. As oportunidades de negócios decorrentes do BIM são reconhecidas e utilizadas nos esforços de marketing.	A visão é compartilhada pela equipe de toda a organização e/ou parceiros do projeto. A implementação do BIM, seus requisitos e inovação de processo/produto são integrados em organizacional, estratégico, gerencial e canais comunicativos. As oportunidades de negócios decorrentes do BIM fazem parte da vantagem competitiva de uma equipe, organização ou equipe de projetos e são utilizadas para atrair e fidelizar clientes.	As partes interessadas internalizaram a visão BIM e estão ativamente alcançando-a (Nightingale & Mize, 2002). A estratégia de implementação do BIM e seus efeitos nos modelos organizacionais são continuamente revisados e realinhados com outras estratégias. Se houver necessidade de alterações, elas são implementadas de forma proativa. Soluções inovadoras de produto/ processo e oportunidades de negócios são buscadas e seguidas incessantemente.

Fonte – Traduzido e adaptado de Succar (2009) pelo Autor

Figura 14 - Matriz de Maturidade BIM, Políticas

Áreas de Competência BIM no nível de granularidade 1		a	b	c	d	e
		INICIAL	DEFINIDO	GERENCIADO	INTEGRADO	OTIMIZADO
CONJUNTO DE COMPETÊNCIAS BIM POLÍTICAS	Regulatória: regras/diretivas, padrões/classificações, diretrizes/benchmarks e códigos/regulamentos.	Não há diretrizes BIM, protocolos de documentação ou padrões de modelagem. Há uma ausência de documentação e padrões de modelagem. Existem planos de controle de qualidade informais ou inexistentes; nem para modelos 3D nem para documentação. Não há benchmarks de desempenho para processos, produtos ou serviços.	Diretrizes básicas de BIM estão disponíveis (por exemplo, manual de treinamento e padrões de entrega de BIM). Os padrões de modelagem e documentação são bem definidos de acordo com os padrões aceitos pelo mercado. Alvos de qualidade e benchmarks de desempenho são definidos.	Diretrizes BIM detalhadas estão disponíveis (treinamento, padrões, fluxo de trabalho, exceções ...). Modelagem, representação, quantificação, especificações e propriedades analíticas de modelos 3D são gerenciadas por meio de padrões de modelagem detalhados e planos de qualidade. O desempenho em relação aos benchmarks é rigidamente monitorado e controlado.	As diretrizes do BIM são integradas às políticas gerais e estratégias de negócios. Os padrões BIM e benchmarks de desempenho são incorporados aos sistemas de gerenciamento de qualidade e melhoria de desempenho.	As diretrizes do BIM são continuamente e proativamente refinadas para refletir as lições aprendidas e as melhores práticas do setor. A melhoria da qualidade e a aderência aos regulamentos e códigos são continuamente alinhadas e refinadas. Os benchmarks são revisados repetidamente para garantir a mais alta qualidade possível em processos, produtos e serviços.
	Contratual: responsabilidades, recompensas e riscos.	Dependência de acordos contratuais pré-BIM. Os riscos BIM relacionados à colaboração baseada em modelo (diferem em cada mercado) não são reconhecidos ou são ignorados.	Os requisitos BIM são reconhecidos. “Declarações que definem a responsabilidade de cada parte interessada em relação à gestão da informação” (Bouygues, 2007) já estão disponíveis.	Existe um mecanismo para gerenciar propriedade intelectual BIM, confidencialidade, responsabilidade e um sistema para resolução de conflitos BIM.	A organização está alinhada por meio da confiança e da dependência mútua, além das barreiras contratuais.	Responsabilidades, riscos e recompensas são continuamente revisados e realinhados ao esforço. O modelo contratual é modificado para alcançar as melhores práticas e o maior valor para todas as partes interessadas.
	Preparatória: esforços/resultados de pesquisa, programas/resultados educacionais e programas de treinamento.	Muito pouco ou nenhum treinamento disponível para a equipe BIM. Os meios de educação/formação não são adequados para alcançar os resultados pretendidos.	Os requisitos de treinamento são definidos e normalmente fornecidos apenas quando necessário. Os meios de treinamento são variados, permitindo flexibilidade na entrega de conteúdo.	Os requisitos de treinamento são gerenciados para atender a ampla competência pré-definida e objetivos de desempenho. Os meios de treinamento são adequados para os trainees e para alcançar os objetivos de aprendizagem de maneira econômica.	O treinamento é integrado às estratégias organizacionais e às metas de desempenho. O treinamento é normalmente baseado nas funções da equipe e respectivos objetivos de competência. Os meios de treinamento são incorporados aos canais de conhecimento e comunicação.	O treinamento é continuamente avaliado e melhorado. A disponibilidade de treinamento e os métodos de entrega são adaptados para permitir o aprendizado contínuo multimodal.

Fonte - Traduzido e adaptado de Succar (2009) pelo Autor

Figura 15 - Matriz de Maturidade BIM, Escala

Áreas de Competência BIM no nível de granularidade 1		a	b	c	d	e	
		INICIAL	DEFINIDO	GERENCIADO	INTEGRADO	OTIMIZADO	
ESTÁGIOS DE CAPACIDADE BIM	ESTÁGIO 1	Modelagem baseada em objetos: uso disciplinar único dentro de uma fase do ciclo de vida do projeto.	Implementação de uma ferramenta baseada em objetos. Nenhum processo ou mudança de política identificada para acompanhar esta implementação.	Projetos-piloto são concluídos. O processo BIM e os requisitos de política são identificados. A estratégia de implementação e os planos detalhados são preparados.	Os processos e políticas BIM são instigados, padronizados e controlados.	As tecnologias, processos e políticas BIM são integrados às estratégias organizacionais e alinhados aos objetivos do negócio.	As tecnologias, processos e políticas BIM são continuamente revisados para se beneficiar da inovação e atingir metas de desempenho mais altas.
	ESTÁGIO 2	Colaboração baseada em modelagem: intercâmbio multidisciplinar e acelerado de modelos.	Colaboração AD-HOC BIM; recursos de colaboração internos incompatíveis com os parceiros do projeto. Pode faltar confiança e respeito entre os participantes do projeto.	Colaboração BIM de single-thread, bem definida, mas reativa. Existem sinais identificáveis de confiança e respeito mútuos entre os participantes do projeto.	Colaboração pró-ativa multi-thread; os protocolos são bem documentados e gerenciados. Há confiança mútua, respeito e compartilhamento de riscos e recompensas entre os participantes do projeto.	A colaboração multi-thread inclui agentes downstream. Isso é caracterizado pelo envolvimento de agentes-chave durante as fases iniciais do ciclo de vida dos projetos.	A equipe multi-thread incluiu todos os agentes-chave em um ambiente caracterizado pela boa vontade, confiança e respeito.
	ESTÁGIO 3	Integração baseada em rede: intercâmbio interdisciplinar simultâneo de modelos nD nas fases do ciclo de vida do projeto.	Os modelos integrados são gerados por um conjunto limitado de partes interessadas no projeto, possivelmente por trás de firewalls corporativos. A integração ocorre com poucos ou nenhum guia de processo, padrões ou protocolos de intercâmbio predefinidos. Não há uma resolução formal das funções e responsabilidades das partes interessadas.	Os modelos integrados são gerados por um grande subconjunto de partes interessadas do projeto. A integração segue guias de processo, padrões e protocolos de intercâmbio predefinidos. As responsabilidades são distribuídas e os riscos são mitigados por meios contratuais.	Modelos integrados são gerados e gerenciados pela maioria das partes interessadas do projeto. As responsabilidades são claras dentro de alianças de projeto temporárias ou parcerias de longo prazo. Riscos e recompensas são ativamente gerenciados e distribuídos.	Os modelos integrados são gerados e gerenciados por todos os principais interessados no projeto. A integração baseada em rede é a norma e o foco não está mais em como integrar modelos/fluxos de trabalho, mas em detectar e resolver proativamente os desalinhamentos de tecnologia, processos e políticas.	A integração de modelos e fluxos de trabalho são continuamente revisados e otimizados. Novas eficiências, resultados e alinhamentos são ativamente buscados por uma equipe de projeto interdisciplinar muito unida. Modelos integrados são contribuídos por muitas partes interessadas ao longo da cadeia de abastecimento da construção.
ESCALAS ORGANIZACIONAIS	MICRO	Organizações: dinâmica e resultados BIM.	A liderança BIM é inexistente; a implementação depende dos campeões de tecnologia.	A liderança BIM é formalizada; diferentes funções dentro do processo de implementação são definidas.	As funções BIM predefinidas se complementam no gerenciamento do processo de implementação.	As funções do BIM são integradas às estruturas de liderança da organização.	A liderança BIM modifica-se continuamente para permitir novas tecnologias, processos e resultados.
	MESO	Equipes de projeto (várias organizações): dinâmica interorganizacional e entregáveis BIM	Cada projeto é executado de forma independente. Não há acordo entre as partes interessadas para colaborar além de seu projeto comum atual.	As partes interessadas pensam além de um único projeto. Os protocolos de colaboração entre as partes interessadas do projeto são definidos e documentados.	A colaboração entre várias organizações em vários projetos é gerenciada por meio de alianças temporárias entre as partes interessadas.	Projetos colaborativos são realizados por organizações interdisciplinares ou equipes de projeto multidisciplinares; uma aliança de muitas partes interessadas importantes.	Projetos colaborativos são realizados por equipes de projeto interdisciplinares de auto-otimização, que incluem a maioria das partes interessadas.
	MACRO	Mercados: dinâmica e entregáveis BIM	Muito poucos componentes BIM gerados pelo fornecedor (produtos virtuais e materiais que representam os físicos). A maioria dos componentes é preparada por desenvolvedores de software e usuários finais.	Os componentes BIM gerados pelo fornecedor estão cada vez mais disponíveis à medida que os fabricantes/fornecedores identificam os benefícios do negócio.	Os componentes BIM estão disponíveis por meio de repositórios centrais altamente acessíveis/pesquisáveis. Os componentes não estão interativamente conectados aos bancos de dados dos fornecedores.	O acesso aos repositórios de componentes é integrado ao software BIM. Os componentes são interativamente vinculados aos bancos de dados de origem (para preço, disponibilidade, etc ...).	Geração e intercâmbio dinâmicos de múltiplas vias de componentes BIM (produtos e materiais virtuais) entre todas as partes interessadas do projeto por meio de repositórios centrais ou em malha.

Fonte - Traduzido e adaptado de Succar (2009) pelo Autor

2.5.2.5 Cálculo do Índice de Maturidade BIM

Consequentemente, essa matriz pode ser resumida em um índice, um número capaz de compilar e mensurar o quadro global da organização. Os cinco Níveis de Maturidade BIM são pontuados, do inicial com 10 (dez) pontos ao otimizado, com 50 (cinquenta) pontos. (RODRIGUES, 2018).

Segundo Santos (2016), o índice é progressivo e acumulativo, ou seja, dentro de cada Competência BIM só se pode passar a um nível de maturidade superior tendo cumprido os requisitos dos níveis anteriores.

A figura 16 representa um exemplo de uma tabela de cálculo do nível de maturidade de uma organização apresentado por Succar (2009).

Figura 16 - Exemplo de cálculo do Índice de Maturidade do BIM

BIM Maturity Matrix		a	b	c	d	e
Avaliação no nível de granularidade 1		10 Pontos	20 Pontos	30 Pontos	40 Pontos	50 Pontos
Tecnologia	Software			●		
	Hardware	●				
	Rede		●			
Processos	Liderança				●	
	Recursos Humanos			●		
	Infraestrutura		●			
	Produtos e Serviços		●			
Políticas	Contratual		●			
	Regulatória			●		
	Preparatória				●	
Estágios	Colaboração			●		
Escala	Organização		●			
Subtotal		10	100	120	80	0
Pontuação Total						310
Pontuação de Maturidade						25.83
Índice de Maturidade						52%

Fonte – Traduzido e adaptado de Succar (2009) pelo Autor

Obtido o grau de maturidade, calcula-se o índice de maturidade pelo percentual deste número em relação ao total de 50 pontos, nesse caso 51,7%. Este índice permite classificar o Nível de Maturidade BIM conforme figura 17.

Figura 17 - Níveis de Índice de Maturidade BIM (BIMMI)

Nível	Nome do Nível	Classificação Numérica
A	Inicial	0% a 19%
B	Definido	20% a 39%
C	Gerenciado	40% a 59%
D	Integrado	60% a 79%
E	Otimizado	80% a 100%

Fonte – Traduzido e adaptado de Succar (2013) pelo Autor

No exemplo da figura 16 obtém-se o nível de maturidade Gerenciado, ou média maturidade, obtido através de uma avaliação de nível de granularidade 1 (SANTOS, 2016).

3 MÉTODOS E MATERIAIS

O método de pesquisa utilizado nesse trabalho é o Estudo de Caso, o qual foi desenvolvido através de uma pesquisa qualitativa de caráter exploratório, pois utilizou-se entrevistas com pessoas que tiveram experiências reais em relação ao tema pesquisado e foram analisados exemplos práticos que estimulam a compreensão e futuro desenvolvimento do tema. O método escolhido é justificado porque o propósito da pesquisa é expandir ou generalizar proposições teóricas (PRODANOV; FREITAS, 2013).

3.1 ESTRUTURA DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida conforme etapas listadas a seguir:

- Determinação do número de casos;
- Elaboração da entrevista;
- Coleta de dados;
- Determinação do Índice de Maturidade BIM;
- Comparação entre as três empresas avaliadas;
- Análise dos processos necessários na empresa para elevar o Nível de Maturidade BIM.

3.1.1 Determinação do Número de Casos

Conforme abordado anteriormente na revisão bibliográfica, o objetivo da matriz é ter uma ampla aplicabilidade, porém, a quantidade de informações necessárias para avaliar as diversas Competências BIM de uma empresa é grande e requer pessoas aptas a respondê-las, ou seja, é necessário entrevistar líderes, gestores ou até mesmo fundadores para obter um certo nível de precisão.

Portanto, foi levantado dados de apenas três empresas que foram escolhidas a partir de características como: utilização dessa metodologia como principal base do seu trabalho, número de funcionários ou colaboradores, tempo de

atuação, produtos e serviços oferecidos e busca de implementação constante do BIM.

3.1.2 Elaboração da Entrevista

As perguntas foram elaboradas a partir dos requisitos de cada Nível e Competência BIM descritos na BIM³ (Conf. Figuras 12 a 15) e tiveram como objetivo, além de coletar informações para definição do Índice de Maturidade BIM, obter respostas descritivas e imparciais dos entrevistados. Para atingir a qualidade necessária a entrevista foi testada algumas vezes com um gestor de projetos que se disponibilizou para contribuir com a pesquisa.

3.1.3 Coleta de Dados

As informações importantes para a determinação do Índice de Maturidade BIM foram coletadas ao longo de três semanas através das entrevistas conduzidas pelo autor, cada entrevista durou aproximadamente 70 minutos.

3.1.4 Determinação do Índice de Maturidade BIM

A determinação foi feita através de avaliações das respostas obtidas em relação aos requisitos Matriz de Maturidade BIM e apresentadas em figuras.

3.1.5 Análise dos Processos Necessários na Empresa para Elevar o Nível de Maturidade BIM

Após a determinação do Índice de Maturidade BIM foi possível analisar e descrever qualitativamente quais foram os pontos alcançados pelos escritórios e quais pontos precisam trabalhar.

3.1.6 Análise das Dificuldades Encontradas

Através da demonstração dos dados gerais de cada empresa foi feita uma discussão com o objetivo de indicar os principais problemas encontrados para a implementação da metodologia BIM, ou em outras palavras, a evolução do Nível de Maturidade BIM.

3.2 CORPO DA ENTREVISTA (APÊNDICE A)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados três estudos de caso de escritórios BIM atuantes no setor AECO e sediados na cidade de Curitiba-PR. Ressalta-se que os escritórios avaliados trabalham principalmente com projetos e gestão, afetando a obra e o pós-obra através desses, mas não trabalhando com obras diretamente. Seguindo os passos descritos na metodologia, esse capítulo aborda: uma breve justificativa e descrição de cada escritório entrevistado, demonstração dos dados obtidos em cada empresa junto a produção dos Índices de Maturidade BIM e por fim uma discussão sobre os pontos de melhoria julgados necessários para que cada empresa atinja um patamar acima no Nível de Maturidade BIM descrito por Succar (2009).

4.1 ESCRITÓRIO A

O primeiro escritório utilizado como caso para esse trabalho foi fundado em Curitiba-PR no ano de 2020 tendo a metodologia BIM como principal base. Além dos quatro funcionários contratados, o escritório conta com mais seis colaboradores externos para atender a demanda, podendo ainda ser considerado como um escritório de pequeno porte. Atuam principalmente no Paraná, mas já venderam serviços para outros estados como Mato Grosso, Santa Catarina e São Paulo. O entrevistado é o CEO e fundador desse escritório. Como principais serviços destacam-se a modelagem e compatibilização de projetos, produção de projetos de instalações em BIM, gestão BIM, planejamento e orçamentação de obras baseado na modelagem e consultorias.

4.1.1 Avaliação do Escritório A

O escritório A foi avaliado através da comparação dos dados obtidos na entrevista com os requisitos da BIM³ de Succar (2009). Cada competência BIM foi avaliada e pontuada, em seguida, o resultado foi utilizado para o cálculo do Índice de Maturidade BIM do escritório (Conf. Figura 18).

Figura 18 - Cálculo do Índice de Maturidade BIM, Escritório A

BIM Maturity Matrix		a	b	c	d	e
Avaliação no nível de granularidade 1		10 Pontos	20 Pontos	30 Pontos	40 Pontos	50 Pontos
Tecnologia	Software			●		
	Hardware	●				
	Rede		●			
Processos	Infraestrutura			●		
	Produtos e Serviços	●				
	Recursos Humanos	●				
	Liderança				●	
Políticas	Regulatória	●				
	Contratual	●				
	Preparatória			●		
Estágios	Colaboração		●			
Escala	Organização					●
Subtotal		50	40	90	40	50
Pontuação Total						270
Pontuação de Maturidade						22,5
Índice de Maturidade						45%

Fonte – Adaptado de Succar (2009)

A figura 18 revela um índice de maturidade de 45%, ou seja, corresponde ao nível Gerenciado segundo a classificação proposta por Succar (2009), indicando uma média maturidade, condizente com a atual situação do escritório A, pois, apesar de demonstrar uma compreensão aprofundada sobre o BIM e suas estratégias de implementação, a empresa não teve tempo, estrutura e destaque suficiente no mercado para alcançar seus objetivos até o momento.

4.1.2 Análise Detalhada de cada Competência BIM Analisada

Software – Nível Gerenciado: Utilizam principalmente QiBuilder e Archicad, segundo o entrevistado, as entregas de modelagem não são bem sincronizadas pois na maioria dos casos o escritório não utiliza apenas seus funcionários, mas também colaboradores de fora da empresa ou trabalharam com profissionais que o próprio cliente contrata, sendo assim, existe pouca ou nenhuma colaboração entre os integrantes da equipe de projetos, tornando a sincronia de entrega praticamente impossível.

Hardware – Nível Inicial: apesar dos equipamentos serem adequados para a entrega de produtos e serviços BIM, eles não são padronizados e não possuem a qualificação necessária para atender com otimização todos os serviços prestados. O entrevistado cita que um dos colaboradores utiliza equipamento próprio e necessita melhorias.

Rede – Nível Definido: a empresa utiliza como principal rede a nuvem a partir do One Drive, porém, por não ser uma plataforma específica de projetos acaba causando alguns transtornos quando os projetistas trocam informações a partir de IFC ou documentos, como: utilização de arquivos desatualizados, carência de detalhes em revisões e atraso na troca de informações.

Infraestrutura – Nível Gerenciado: esse é citado como um dos pontos consolidados da empresa, onde o ambiente de trabalho e a mentalidade dos líderes quanto a ele foi projetado desde o início para servir como um fator de motivação e produtividade para os funcionários. O conhecimento é visto como um ativo e compartilhado entre a equipe constantemente, contudo, não existem processos de documentação e armazenamento deste.

Produtos e Serviços – Nível Inicial: foi definida assim pois, apesar do entrevistado demonstrar a existência de definições e gerenciamento dos produtos e serviços, ele comenta que tudo é feito organicamente, ou seja, cada funcionário tem responsabilidade e conhecimento sobre a qualidade dos serviços, porém não existem documentos e processos que garantem essa qualidade.

Recursos Humanos – Nível Inicial: há uma ausência de processos definidos dentro dessa área na empresa, apesar das funções BIM serem bem definidas assim como as equipes presentes no escritório. Segundo o relato do entrevistado, devido a proporção da empresa e do número de funcionários atual, não foi visto como necessário a contratação de profissionais da área e definição de protocolos específicos para essa área, porém, ele reconhece que essa decisão atrasa outras melhorias que poderiam ser feitas na empresa e já planeja melhorar essa área conforme o aumento da empresa.

Liderança – Nível Integrado: o escritório demonstrou grande competência em relação a liderança, inovação, atributos estratégicos e gerenciais. Todos os líderes têm uma visão comum sobre o BIM assim como os funcionários, que são comunicados constantemente sobre ela e a compreendem. A implementação do BIM está presente desde o início do escritório e é integrada as estratégias organizacionais. As oportunidades advindas do BIM são aproveitadas e utilizadas para conquistar e fidelizar clientes, além disso, são buscadas incessantemente e citadas como vantagem competitiva da empresa. Porém, o entrevistado relata que a maioria das partes interessadas não implementaram ou internalizaram a visão BIM do escritório, portanto, essa competência foi definida no nível Integrado.

Regulatória – Nível Inicial: o principal motivo para a classificação desse nível é a ausência de *benchmarks*. Além da necessidade da implementação de *benchmarks*, é possível citar a falta de definição dos padrões de modelagem e manuais de treinamento.

Contratual – Nível Inicial: o entrevistado comenta certa dificuldade em relação a essa competência pois, apesar da revisão contínua dos termos, encontra problemas frequentes advindos dos contratos, como principal, cita a falta de definição de responsabilidade sobre a gestão da informação. Como os clientes contratam diferentes escritórios, eles mesmos ficam responsáveis por realizar a troca de informações, o entrevistado comenta sobre a ineficácia deste processo porque as informações acabam demorando muito tempo para circular devido à falta de integração entre as equipes de projeto e a falta de termos contratuais que responsabilizam as partes interessadas a gerenciar as informações.

Preparatória – Nível Gerenciado: segundo o entrevistado, treinamentos são fornecidos na iniciação do funcionário e quando há interesse comum entre funcionário e empresa. Os meios de treinamento são variados, porém focados principalmente em cursos online e permitem flexibilidade na entrega de conteúdo. O treinamento é integrado as estratégias organizacionais e às metas de desempenho e baseados nas funções da equipe.

Colaboração – Nível Definido: a colaboração no escritório é definida como reativa pelo entrevistado, portanto se encontra nesse nível.

Organização – Nível Otimizado: o escritório possui uma liderança BIM formalizada. Diferentes funções dentro do processo de implementação foram definidas, as funções BIM predefinidas se complementam no gerenciamento do processo de implementação e as funções do BIM são integradas às estruturas de liderança da empresa. Os líderes se aprimoram constantemente para permitir novas tecnologias, processos e resultados.

4.2 ESCRITÓRIO B

Fundado em Curitiba-PR no ano de 2016, o escritório B atua no ramo da Engenharia Civil e seu principal pilar é a filosofia BIM. Conta com aproximadamente 55 funcionários, sendo assim, pode ser considerado um escritório de grande porte, tendo atuado em todo o Brasil e até internacionalmente em países como Uruguai e Paraguai. O entrevistado é sócio-diretor P&D da empresa. Dentre os serviços destacam-se a produção de projetos de instalações e alvenaria racionalizada em BIM, coordenação e gerenciamento de projetos BIM, compatibilização e análise de modelos e simulações BIM 4D, 5D e 6D.

4.2.1 Avaliação do Escritório B

A partir da comparação da Matriz de Maturidade BIM com os dados obtidos na entrevista realizou-se a avaliação do Nível de Maturidade BIM do escritório B. Conforme apresentado anteriormente, após a avaliação foi feito o cálculo do Índice de Maturidade BIM conforme figura 19.

Figura 19 - Cálculo do Índice de Maturidade BIM, Escritório B

BIM Maturity Matrix		a	b	c	d	e
Avaliação no nível de granularidade 1		10 Pontos	20 Pontos	30 Pontos	40 Pontos	50 Pontos
Tecnologia	Software					●
	Hardware					●
	Rede					●
Processos	Infraestrutura					●
	Produtos e Serviços					●
	Recursos Humanos				●	
	Liderança					●
Políticas	Regulatória					●
	Contratual					●
	Preparatória					●
Estágios	Colaboração					●
Escala	Organização					●
Subtotal		0	0	0	40	550
Pontuação Total						590
Pontuação de Maturidade						49,17
Índice de Maturidade						98%

Fonte – Adaptado de Succar (2009)

O escritório B obteve um Índice de maturidade de 98%, ou seja, corresponde ao nível Otimizado conforme classificação apresentada na figura 17, indicando um altíssimo Nível de Maturidade BIM, condizente com o que foi observado durante visita e entrevista. O subtópico a seguir esclarece o resultado encontrado.

4.2.2 Análise Detalhada de cada Competência BIM Analisada

Software – Nível Otimizado: Utilizam Revit e Archicad, por serem programas populares no mercado, facilitando a busca por materiais e pessoas aptas a utilizá-los, para projetos elétricos utilizam o DDS-CAD pois, segundo o entrevistado, otimiza muito o fluxo de trabalho para esse serviço, para gestão e coordenação utilizam o BIMcollab e o Solibri, dois *softwares* que se destacam pela inovação. O entrevistado também comentou que foram estudados outros *softwares* como o pacote da AltoQi, o qual não se adequou por ser muito entroncado e não trabalhar eficientemente na abordagem openBIM. Durante a entrevista foi citado diversas vezes a busca constante por inovação em relação a essa competência pois é um dos principais determinantes de produtividade e qualidade. Os modelos 3D são utilizados para

várias finalidades: compatibilização, orçamento, planejamento, análises e especificações. O uso de dados, armazenamento e troca de dados é feito através do BIMcollab no geral, a empresa não possui CDE interno, mas possui um servidor com conexões de alta largura de banda. O entrevistado ainda comenta que a maioria dos clientes possuem CDE interno, como exemplo, BIM 360, Dalux Box e Connect, independentemente do CDE utilizado, a gestão e monitoramento é feito pelo escritório. o uso, armazenamento e troca de dados fazem parte da estratégia organizacional da empresa. O fluxo de trabalho é documentado através de cronogramas, planos de ataque (detalhamento da entrega de cada fase de projeto), BEP (*BIM Execution Plan*), onde encontra-se todo o fluxo BIM: troca de informações, padrão de compatibilização, orçamento e informações dentro do modelo, e o MEA (*Model Element Author*) que é onde fica definido o nível de informação necessário para cada fase de projeto e para cada modelo. Ainda comenta que procuram alternativas para o Solibri pois é muito caro, mas é o melhor *software* para soluções existente atualmente. As entregas dos projetos são sincronizadas. A empresa também acompanha as atualizações dos *softwares*, porém, com um pequeno prazo entre o lançamento e a utilização para estudar possíveis problemas que aparecem em novas atualizações.

Hardware – Nível Otimizado: Os equipamentos BIM da empresa são altamente qualificados e padronizados, não existe queixa dos usuários, o entrevistado comenta que gastam aproximadamente doze mil reais por conjunto para cada funcionário. Existem três padrões dependendo da função de cada equipamento. A visão da empresa é sempre proporcionar o melhor equipamento possível, para maximizar a produtividade e qualidade dos produtos e serviços. Existe uma empresa contratada para fazer todo o controle dos equipamentos, manutenção periódica e atualizações. A atualização dos *hardwares* é feita conforme demanda dos *softwares*, pois os equipamentos já são altamente qualificados, então não há necessidade de atualizações constantes. Nas palavras do entrevistado: “com toda certeza o equipamento da empresa é uma vantagem competitiva, já foram feitos diversos estudos da concorrência e chegamos à conclusão de que estamos muito a frente nesse quesito”.

Rede – Nível Otimizado: existe uma estrutura interna no servidor da empresa aberta para todos os participantes do projeto, sempre que chega um serviço eles centralizam em uma pessoa específica, essa pessoa centraliza as informações e distribui para os projetistas, assim, existe uma ponte única de troca de informações com o cliente e facilita a organização das informações dentro do servidor, a comunicação e a gestão da informação. Dentro desse servidor existe um controle intenso do que está entrando ou saindo, é feito através de uma análise de todas as informações, individual para cada projetista e geral para o gestor do projeto. Existem diversos documentos mostrando como fazer tudo isso, quando alguém entra na empresa passa cerca de duas semanas ou mais apenas lendo e treinando antes de começar a trabalhar de fato, nesses, é ensinado como utilizar *softwares*, procedimentos de gestão da informação, colaboração, entre outros processos. O compartilhamento de dados com outras organizações é feito de acordo com cada cliente, o BIMcollab é utilizado como fonte de comunicação com 100% dos clientes, que internalizam facilmente esse *software*, porém, o entrevistado cita uma dificuldade que é o preço baseado em pessoas, então só disponibilizam uma conta por cliente. O BIMcollab também é utilizado, além da troca de arquivos BCF, para anexar tomadas de ação, atas de reunião, validações de documentos, sendo um substituto muito útil para todos esses processos que normalmente são feitos por e-mail, facilitando a gestão da informação. Para realizar gestão de ativos e conteúdos utilizam o servidor interno de alta largura de banda. O entrevistado comenta que já tentaram migrar para a nuvem, porém cada nuvem existente no mercado limita muito as soluções, por exemplo, o Construction Cloud da Autodesk só funciona 100% com outros *softwares* Autodesk, o BIMcloud da Graphisoft funciona 100% apenas com *softwares* da Graphisoft. A empresa busca e implementa inovações de rede constantemente.

Infraestrutura – Nível Otimizado: o entrevistado cita que gosta da infraestrutura, buscam constantemente por otimização e já recebeu feedbacks de funcionários que dizem se sentir em casa na empresa. Também comenta que a estrutura sempre foi muito orgânica, não teve um planejamento amplo, apenas o básico, dar conforto e atender as necessidades. O conhecimento é reconhecido como um ativo e compartilhado entre todos, semanalmente fazem duas reuniões para trocar experiências de projeto ou curiosidades e para atualizar status de

projetos. Tudo é arquivado no servidor através de documentos. Fatores ambientais são integrados ao ambiente de trabalho e melhorias são implementadas constantemente conforme surgem novas ideias ou necessidades através de *feedbacks* ou semelhantes. Buscam também sempre atualizar a estrutura de armazenamento e compartilhamento de conhecimento, principalmente por oferecerem treinamentos.

Produtos e Serviços – Nível Otimizado: não percebe problemas no nível de detalhamento, a empresa define decomposição do modelo 3D de cada serviço prestado no BEP através da ISO 19650, segundo o entrevistado, a ISO descreve que o modelo tem que ter o mínimo de informação necessária para atender o objetivo BIM. A especificação dos produtos e serviços também é feita através do BEP, dentro dele tem um quadro com a estrutura das informações do produto, nesse é definido quais informações são necessárias. a empresa sempre avalia os produtos e serviços promovendo melhoria contínuas através de *feedbacks* internos e externos.

Recursos Humanos – Nível Integrado: existem processos básicos definidos, como triagem, organização de documentos, contratação, mas não existe um setor específico de recursos humanos. As funções do BIM são bem definidas e as equipes são formadas de acordo com as funções, o entrevistado cita que estão reestruturando a equipe de gestão através de pessoas específicas para modelagem. Existem dinâmicas de equipes, conforme foi explicado anteriormente na competência infraestrutura. Existe um padrão de processos junto a uma adaptação do serviço solicitado para cada projeto BIM, como exemplo o entrevistado cita *checklists*. Metas são presentes desde sempre na empresa, específicas para clientes ou projetos. É possível prever a produtividade na área de projetos, mas na área de gestão comenta ser mais complicado, tanto precificar quanto medir o lucro. A produtividade da equipe é consistente e em constante melhoria. As metas são continuamente atualizadas para coincidir com os avanços tecnológicos e objetivos organizacionais. Essa competência foi classificada como nível integrado pois as práticas de recursos humanos não são amplamente exploradas, existem apenas processos básicos, portanto não atende ao nível Otimizado.

Liderança – Nível Otimizado: a visão dos líderes é comum em relação ao BIM. Sempre que implementam algo em relação a metodologia BIM os colaboradores são comunicados e eles compreendem e aceitam a visão. Esta também é partilhada com outras organizações. Na visão do entrevistado, o BIM é uma metodologia que constantemente necessita de atualizações nos processos, tecnologias, pessoas, ética e moral. Ele enxerga a inovação como base da empresa, sempre buscam inovar em processos e tecnologias nos produtos e serviços. Exploram oportunidade decorrentes do BIM, como exemplo é citado a coordenação e gestão 100% BIM e consultoria. As partes interessadas já internalizaram a visão BIM da empresa e buscam implementar essa visão em suas respectivas organizações. A implementação do BIM é alinhada com outras estratégias a partir de reuniões, análises e ferramentas.

Regulatória – Nível Otimizado: existem protocolos de documentação, padrões de modelagem e padrões de qualidade. Em relação aos *benchmarks* o entrevistado diz estar um pouco congelado, mas normalmente é feito e quando acontece são muito rigorosos em relação a qualidade. Os *benchmarks* são incorporados ao desempenho. Existem manuais de treinamento e padrões de entrega BIM e esses são integrados as políticas gerais e estratégias da empresa. Os *benchmarks* são incorporados ao sistema de qualidade da empresa. Estes, quando feitos, costumam ser revisados para verificar a eficácia. Buscam *feedbacks* e atualizações constantes nas diretrizes BIM para obter as melhores práticas do setor, internamente e externamente.

Contratual – Nível Otimizado: segundo o entrevistado, os riscos BIM são levados em conta na produção dos contratos. As responsabilidades em relação a gestão da informação de cada parte interessada são consideradas nos contratos, para isso, utilizam a matriz RACI. Existem mecanismos para gerenciar propriedade intelectual BIM, confidencialidade, responsabilidade e um sistema para resolução de conflitos BIM. existe confiança e dependência mútua. Responsabilidades, riscos e recompensas são continuamente revisados e realinhados ao esforço. O modelo contratual é modificado para alcançar as melhores práticas e o maior valor para todas as partes interessadas. O entrevistado comenta que todo contrato exige atualizações para melhorar as práticas observadas em contratos anteriores.

Preparatória – Nível Otimizado: existem diversos treinamentos iniciais e posteriores para a equipe BIM, além disso, o entrevistado comenta que o treinamento acontece constantemente para obter um alinhamento entre todos os funcionários, tornando a empresa horizontal em questão de conhecimento. Estes são feitos através de documentos e reuniões em que trocam experiências ou trazem curiosidades aprendidas, como citado anteriormente. Os treinamentos são destinados a atender objetivos específicos e gerais. O treinamento é atrelado as estratégias, as metas de desempenho e estratégias são incorporadas aos meios de comunicação. A disponibilidade dos treinamentos permite o aprendizado multimodal.

Colaboração – Nível Otimizado: a colaboração é muito presente na empresa pelo fator presencial, onde os funcionários trabalham em um único ambiente, facilitando a comunicação, utilizam o BIMcollab como principal rede de comunicação virtual. O entrevistado comenta que todos os funcionários são muito abertos a colaboração, segundo ele, esta é bem definida e pró-ativa. Ela pode ser considerada *single-thread* ou *multi-thread* dependendo do perfil do cliente ou do serviço. Há confiança mútua, respeito e compartilhamento de riscos e recompensas entre os participantes dos projetos. Em todos os serviços existe a participação de um gestor nas fases iniciais. O ambiente é caracterizado pela boa vontade, confiança e respeito.

Organização – Nível Otimizado: é comentado que existem líderes formalizados, mas não uma hierarquia necessariamente, pois, por ser caracterizada como uma empresa horizontal os líderes mudam a cada cliente ou projeto novo. A implementação da empresa passou por duas fases, no início de forma orgânica e posteriormente o entrevistado relata que ele mesmo foi contratado para organizar o que já existia e consolidar os processos, com isso, diferentes funções dentro do processo foram definidas após sua contratação. As funções BIM predefinidas se complementam no gerenciamento do processo de implementação. Elas são integradas as estruturas de liderança da organização. O entrevistado relata que a empresa funciona como se todos os funcionários fossem líderes e competissem consigo mesmo, portanto, há um transformação constante por parte dos líderes a

cada projeto ou cliente novo, permitindo novas tecnologias, processos e resultados, sempre a favor da inovação.

4.3 ESCRITÓRIO C

O escritório C foi fundado em Curitiba-PR no ano de 2019 pelos dois atuais sócios-diretores que já trabalhavam anteriormente com a metodologia BIM e atuam no ramo da Engenharia Civil. Atualmente, a empresa conta com 19 funcionários, portanto, pode ser considerado um escritório de médio porte. Nesse estudo de caso foram entrevistadas duas pessoas, a fundadora e coordenadora de projetos gerais e o coordenador de projetos externos. Já prestaram serviços para diversos estados no Brasil, entre eles, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso. Os principais serviços oferecidos são: modelagem, projetos de instalações e estruturas em BIM, coordenação e gestão de projetos, implementação BIM, levantamento através de nuvem de pontos e cronograma de obras e orçamentos.

4.3.1 Avaliação do Escritório C

O escritório C foi avaliado conforme passos seguidos nos casos anteriores, porém, com a diferença de ter tido dois entrevistados. Isso ocorreu devido a necessidade de mais informações para completar a análise após ter feito a pesquisa com a primeira entrevistada, o qual dispunha de pouco tempo. Após a avaliação foi feito o cálculo do Índice de Maturidade BIM conforme figura 20.

Figura 20 - Cálculo do Índice de Maturidade BIM, Escritório C

BIM Maturity Matrix		a	b	c	d	e
Avaliação no nível de granularidade 1		10 Pontos	20 Pontos	30 Pontos	40 Pontos	50 Pontos
Tecnologia	Software					●
	Hardware	●				
	Rede			●		
Processos	Infraestrutura	●				
	Produtos e Serviços					●
	Recursos Humanos			●		
	Liderança				●	
Políticas	Regulatória					●
	Contratual					●
	Preparatória			●		
Estágios	Colaboração					●
Escala	Organização					●
Subtotal		20	0	90	40	300
Pontuação Total						450
Pontuação de Maturidade						37,5
Índice de Maturidade						75%

Fonte – Adaptado de Succar (2009)

No caso do escritório C obteve-se um índice de maturidade de 75%, correspondente ao nível Integrado conforme classificação apresentada na figura 17, indicando um alto Nível de Maturidade BIM. Esse resultado também mostra que os sócios-fundadores do escritório tiveram um grande preparo e conhecimento da metodologia BIM antes da empresa ser fundada, pois, conseguiram evoluir de forma rápida comparado a outros escritórios. A entrevistada confirma a afirmativa ao comentar que já trabalhava oferecendo serviços de implementação BIM antes de fundar a empresa.

4.3.2 Análise Detalhada de cada Competência BIM Analisada

Software – Nível Otimizado: utilizam diversos *softwares*, a maioria da Autodesk por proverem quase todo tipo de função que eles precisam e por ter uma boa interoperabilidade entre seus programas. Os principais programas utilizados são o Revit para modelagem e projetos de instalações, o Prevision para gerar cronogramas e o BIM 360 ou o Autodesk Docs para coordenação e gestão da informação. Os modelos são confiáveis para gerar visualizações 3D, representações

2D, quantificação, especificação, orçamentos e análises. Para uso, armazenamento e troca de dados BIM é utilizado o Dropbox por todos os integrantes da empresa, o qual pode ser visto como um servidor na nuvem, através desse é feito o monitoramento e o controle dos dados, isso faz parte da estratégia organizacional da empresa, o sistema foi pensado assim para facilitar a comunicação, organização e colaboração. Existem várias equipes dentro da empresa, equipe de modelagem, equipe de dimensionamento, equipe de coordenação externa, equipe de orçamentos e equipe de planejamento e administração. Todas as equipes usam *softwares* interoperáveis, o entrevistado comenta que a utilização de diversos programas Autodesk facilita a interoperabilidade entre setores. A empresa revisa continuamente os *softwares* em busca de inovações que melhorem a produtividade e ajudem nos objetivos estratégicos. Como exemplo o entrevistado cita que o escritório está testando o Autodesk Docs para substituir o BIM 360. As atualizações de *softwares* são revisadas continuamente para que novas funcionalidade sejam aproveitadas.

Hardware – Nível Inicial: o equipamento da empresa é adequado para os *softwares* utilizados, cada equipamento custa cerca de sete mil reais, os equipamentos não são totalmente padronizados, porém, possuem especificações parecidas, o entrevistado ainda comenta que existem dois equipamentos melhores para manejar arquivos IFC que sejam muito pesados. Os usuários não se queixam dos equipamentos, segundo a entrevistada, é essencial que tenham os equipamentos com as especificações mínimas, então presam muito por terem máquinas adequadas para o trabalho. Existe uma estratégia para documentar, gerenciar e manter o equipamento, quando há algum tipo de problema em relação a isso, um funcionário responsável pela manutenção é acionado e logo resolve, não permitindo a queda da produtividade. Os equipamentos são atualizados constantemente conforme necessidade de melhoria. A entrevistada não considera o equipamento BIM como vantagem competitiva da empresa pois, segundo ela, ter um equipamento de alto nível é básico nesse ramo, qualquer concorrente obrigatoriamente tem que ter bons equipamentos a disposição, portanto, não é algo utilizado com vantagem competitiva. Como o escritório não cumpriu o requisito de padronização dos *hardwares*, foi avaliada no nível Inicial.

Rede – Nível Gerenciado: o compartilhamento de informações interno é feito principalmente através do Trello e do Dropbox. Já externamente é realizado geralmente pelo BIM 360, Autodesk Docs ou e-mail. As partes interessadas geralmente não têm infraestrutura de rede compatível com a da empresa, por esse motivo não conseguem utilizar o Dropbox externamente. A gestão de ativos e conteúdo é feita pelo Dropbox. Utilizam o Autodesk Docs como plataforma de compartilhamento contínuo de dados, informações e conhecimento em tempo real. A empresa sempre busca por implementação de inovações em rede.

Infraestrutura – Nível Inicial: o entrevistado considera o ambiente de trabalho como um fator que afeta positivamente a motivação e a produtividade, segundo ele, o escritório foi planejado para isso e conta até mesmo com um plano de gerenciamento de motivação, satisfação e produtividade. O conhecimento é visto como um ativo e compartilhado entre a equipe, o entrevistado cita que a troca de conhecimento é feita continuamente entre os funcionários e atualmente está sendo criado processos de documentação e armazenamento do conhecimento, porém, ainda não está definido. Existe uma organização sobre os conhecimentos armazenados através do Dropbox. Fatores ambientais como cultura, missão e valores da empresa são integrados ao ambiente de trabalho. A empresa busca constantemente melhorar o local de trabalho visando satisfação e produtividade dos funcionários. Além disso, buscam melhorar o armazenamento e compartilhamento como falado anteriormente, através da estruturação e definição de processos.

Produtos e Serviços – Nível Otimizado: a equipe raramente encontra problemas relacionado ao nível de detalhamento dos modelos 3D e, quando acontece, rapidamente são localizados e enviados para correção antes de chegar no resultado final. A empresa define decomposição do modelo 3D dentro do Revit e define especificação de produtos e serviços junto a cada cliente variando conforme suas necessidades. Os produtos e serviços são especificados e diferenciados conforme necessidade do cliente e de acordo com especificações de progressão de modelo. O entrevistado comenta que ao final de cada serviço fazem uma ligação para o cliente preencher um questionário de *feedback* promovendo melhoria constante.

Recursos Humanos – Nível Gerenciado: existem processos a serem seguidos nessa área e, segundo o entrevistado, costumam ser bem ágeis. As funções do BIM são definidas no escritório e as equipes são formadas de acordo com essas. O entrevistado comenta que até o momento não participou de nenhuma dinâmica de equipe. Existe uma padronização de planejamento de cada projeto BIM. Existem metas gerais, mas as equipes de projeto não trabalham com metas no geral, a produtividade da equipe é prevista através de uma planilha de auditoria semanal. A produtividade da equipe é consistente. as equipes que produzem os serviços oferecidos são 100% BIM, porém o entrevistado comenta que quem é da parte administrativa não.

Liderança – Nível Integrado: a visão dos líderes e gestores é comum em relação ao BIM. O escritório visa a implementação como inovações constantes que facilitam as políticas e os processos da empresa, os funcionários são comunicados e compreendem essa visão. A empresa enxerga o BIM como uma mudança estratégica de processos, cultura e tecnologia. A inovação é vista como essencial. A empresa reconhece e explora as oportunidades decorrentes do BIM além de utilizas para atrair e fidelizar cliente, como exemplo o entrevistado cita o levantamento através da nuvem de pontos que tem compatibilidade com o Revit, isso também é citado como vantagem competitiva da empresa. A implementação do BIM é integrada em organizacional, estratégico, gerencial e comunicação. Nem todas as partes interessadas internalizaram a visão BIM, o entrevistado comenta que algumas tentaram implementar, mas não tiveram sucesso até o momento. A empresa sempre busca inovar os produtos e serviços e oportunidades de negócios, o entrevistado comenta que a empresa entra constantemente em contato com fornecedores para realizar treinamentos e buscar por inovações.

Regulatória – Nível Otimizado: existem protocolos de documentação e padrões de modelagem na empresa e são bem definidos através do BEP. O controle de qualidade da modelagem é feito através da revisão de duas outras pessoas antes do envio. A empresa faz *benchmarks* e utiliza-os rigorosamente, esses são incorporados ao sistema de gerenciamento de qualidade, desempenho e metas gerais da empresa, além disso, a entrevistada comenta que esses são revisados para melhorar a qualidade dos entregáveis, a satisfação do cliente e contribuir para

o crescimento da cadeia produtiva. Existem manuais de treinamento e padrões de entrega BIM, a maioria é feito através de cursos e são integradas às políticas gerais e estratégias de negócios. A empresa sempre busca *feedbacks* e atualizações nas diretrizes BIM para refletir as práticas e lições aprendidas.

Contratual – Nível Otimizado: segundo a entrevistada, ao se aprofundar na filosofia BIM, existem muitos riscos que não haviam em contratos de serviços antecessores ao BIM, por exemplo, um contrato BIM demanda responsabilidade de todas as partes envolvidas nas suas respectivas entregas, se isso não for bem definido, a empresa corre o risco de levar muito mais tempo em um projeto e acabar tendo prejuízo na relação “custo x tempo”, portanto os contratos são formulados a fim de minimizar os riscos que a metodologia BIM trás. Nesse é definido a responsabilidade de cada participante em relação a gestão da informação, um mecanismo para gerenciar a propriedade intelectual BIM, confidencialidade, responsabilidade e um sistema para resolução de conflitos BIM. Além das barreiras contratuais, a empresa está alinhada com as partes interessadas por meio de confiança e dependência mútua. As responsabilidades, riscos e recompensas são projetados para progredir junto ao esforço dos colaboradores. A empresa busca constantemente modificações nos contratos focando nas melhores práticas e maiores valores para as partes interessadas.

Preparatória – Nível Gerenciado: existem treinamentos disponíveis para as equipes BIM da empresa, esses são variados e definidos para todas as disciplinas e serviços oferecidos. O entrevistado vê o treinamento como essencial, quanto mais os colaboradores estiverem treinados, mais fácil será a resolução dos problemas encontrados. Os treinamentos sempre estão disponíveis no Dropbox, no treinamento inicial eles são obrigatórios e posteriormente cada um pode escolher qual fazer. Os treinamentos são gerenciados para atender competências pré-definidas, objetivos de desempenho e são integrados as estratégias organizacionais, porém não são integrados as metas, portanto foi avaliada no nível gerenciado. A empresa busca constantemente por treinamentos inovadores e que agregam nas equipes.

Colaboração – Nível Otimizado: a colaboração é bem definida, pró-ativa e *multi-thread*, as diversas equipes colaboram simultaneamente para entregar o

melhor resultado possível. A colaboração conta com líderes e gestores em todas as fases dos projetos. Os líderes e gestores mantêm um ambiente caracterizado pela boa vontade, confiança e respeito entre si.

Organização – Nível Otimizado: A liderança é formalizada e as funções do BIM são integradas às estruturas de liderança da organização. Os líderes se aprimoram e evoluem constantemente para permitir novas tecnologias, processos e resultados. Durante os processos de implementação foram definidas diferentes funções, segundo a entrevistada, os principais agentes foram os próprios sócios e hoje há uma contribuição constante entre todos da equipe.

4.4 PRINCIPAIS DIFICULDADES ENCONTRADAS NA IMPLEMENTAÇÃO BIM

Os entrevistados também foram interrogados sobre as principais dificuldades encontradas durante a implementação do BIM. Os relatos de cada entrevistado sobre os pontos abordados, foram descritos a seguir.

4.4.1 Escritório A

Como primeira dificuldade encontrada, o escritório A cita a aquisição de *softwares*, como a maioria são produzidos na Europa ou Estados Unidos, a compra destes é feita através de moedas estrangeiras, portanto, a desvalorização da moeda brasileira inviabiliza a aquisição de *softwares* de ponta, fazendo com que a empresa se acostume com os padrões do mercado nacional, os quais não são otimizados e acabam gerando uma desvantagem competitiva em relação a grandes escritórios ou escritórios estrangeiros.

A definição de processos também é comentada, para esse tema, o entrevistado cita a necessidade de uma equipe grande ou muito bem capacitada para conseguir definir vários processos de forma otimizada.

A partir da problemática dos processos ele também comenta sobre a dificuldade de padronização de processos com os clientes, pois cada cliente trabalha de forma diferente, trabalha em plataformas diferentes e pensam diferente em

relação ao BIM, dificultando a adaptação da implementação do BIM na empresa, com isso, a qualificação dos clientes se torna muito complicada para o escritório.

4.4.2 Escritório B

Uma das maiores dificuldades encontradas pelo escritório B foi a definição dos diversos processos e parâmetros necessários para que a metodologia BIM evolua, de acordo com o entrevistado, esses fatores são muito dependentes da equipe que, por sua vez, devem ser muito bem qualificados e treinados.

A troca de *softwares* e criação de *templates* também é vista como uma dificuldade, pois demanda horas de treinamento e execução.

Porém, o principal desafio, na visão do entrevistado, é comercializar a visão BIM, mostrar como e porquê o BIM faz a diferença.

4.4.3 Escritório C

No caso do escritório C, a entrevistada relata que, em linha gerais, não houve dificuldades com a implementação BIM porque nasceram como uma empresa que já fazia implementação em outras empresas.

Ela cita: “digamos que não existiu uma equipe de implementação BIM, eu e meu sócio já estávamos em uma posição de “consultor BIM” quando iniciamos e depois foi natural a utilização do BIM nos demais serviços”.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos de caso apresentados relataram como três escritórios BIM implementam estrategicamente a metodologia BIM do ponto de vista de pessoas que estão trabalhando na linha de frente desse mercado.

Cada escritório se encontra em momentos diferentes em relação a implementação BIM, observado não apenas pelo Nível de Maturidade BIM, mas também pelo tempo de vida, número de funcionários e relatos dos entrevistados.

Com exceção do segundo entrevistado do escritório C, os outros três entrevistados eram sócios ou diretores das empresas, nesse sentido, as coletas de dados de gestão e dados internos foram facilitadas, porém, no que diz respeito ao dia a dia, o segundo entrevistado do escritório C conseguiu contribuir mais por executar de fato os projetos e entender melhor sobre as dificuldades desses.

Contrariando os relatos encontrados em diversas pesquisas antecessoras, os escritórios B e C provaram que, atualmente, existem escritórios no Brasil aptos a usufruir dos benefícios trazidos pela metodologia BIM, mesmo no mercado nacional, onde muitas empresas têm dificuldades em sua implementação e muitos clientes não adotam a visão BIM devido a cultura, resistência e o medo de mudanças.

Em relação as dificuldades na implementação BIM comentadas pelos entrevistados, em linhas gerais, estas dificuldades já foram encontradas em trabalhos anteriores, porém os escritórios avaliados também provaram que esses problemas podem ser ultrapassados a partir de estratégias organizacionais e confiança no processo de implementação.

A Matriz de Maturidade BIM de Succar se provou eficiente como método de avaliação nos três casos pois foi possível a avaliação do nível de maturidade assim como a identificação das principais dificuldades e dos principais pontos de melhoria.

Por fim, acredita-se que a educação e o refinamento do conhecimento geral sobre o BIM, principalmente por parte dos profissionais que estão executam as construções, facilitará a expansão dessa metodologia no mercado e ampliará o nível de maturidade nacional, assim como os benefícios trazidos por essa.

5.1 OBSERVAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

A seguir, de acordo a metodologia utilizada neste trabalho e com os dados que foram obtidos nas entrevistas, foram feitas considerações, sobre os escritórios, e análise de quais passos eles devem seguir em cada competência analisada para alcançar ainda mais resultados dentro da implementação BIM.

5.1.1 Escritório A

Durante a entrevista foi perceptível que o escritório A está em um processo de implementação constante e a evolução do seu nível de maturidade irá fluir com o tempo, por exemplo, em relação à competência *hardware*, o escritório não alcançou o nível Definido porque um dos funcionários precisa utilizar equipamento pessoal para trabalhar, ou seja, não se adequa ao seguinte requisito: “As especificações dos equipamentos são adequadas para a entrega de produtos e serviços BIM, são definidas, orçadas e padronizadas em toda a organização.”, mas, o entrevistado planeja atualizar e padronizar os *hardwares* da empresa assim que possível, ou seja, percebe-se que é uma questão financeira e não estratégica. Essa problemática pode ainda ser vista como uma das dificuldades mais comuns dos escritórios em fase de implementação do BIM, o alto custo dos equipamentos tendo em vista o baixo retorno a curto prazo.

Também é notável que, com pequenos ajustes, o escritório A ira conseguir alcançar o próximo Nível de Maturidade BIM com facilidade, por exemplo, os produtos e serviços foram definidos como nível "Inicial" pois as definições e gerenciamento foram abordados como orgânicas pelo entrevistado, ou seja, não existe declarações que definem a decomposição do objeto do modelo 3D tampouco especificações de produtos e serviços, porém isso é absorvido organicamente pelos colaboradores da empresa, ou seja, a partir da definição de especificações a empresa poderia alcançar o nível Otimizado rapidamente, pois nela já existe uma avaliação constante dos produtos e serviços através de feedbacks e processos internos.

A seguir, pontua-se os principais itens a serem melhorados em cada competência.

Em relação à competência *software*, o próximo passo para melhorar o nível é utilizar *softwares* interoperáveis para todos os integrantes da empresa e parceiros de projeto, com isso será possível alcançar uma maior colaboração e conseqüentemente sincronia de entregas.

No quesito *hardware*, o escritório precisa definir, orçar e padronizar os equipamentos para todos os funcionários e prever substituições e atualizações.

Para atingir os próximos níveis em rede, a empresa deve investir em ferramentas de gestão de ativos, em redes específicas de projeto que permitam o intercâmbio intensivo de dados e, posteriormente, em redes que permitam o compartilhamento contínuo de dados, informações e conhecimento em tempo real para todas as partes interessadas.

Em infraestrutura, o escritório precisa definir processos de organização do conhecimento armazenado para que esse seja facilmente acessível e recuperável. Vale citar, que em relação ao ambiente propriamente dito, o escritório já se encontra no nível Otimizado, pois os fatores físicos do local de trabalho são revisados constantemente para garantir a satisfação e a produtividade da equipe.

Para produtos e serviços, é necessário produzir processos e documentos que definam características dos modelos e garantam sua qualidade.

Em relação a recursos humanos, além de capital humano e processos específicos nessa área, é necessário tornar a produtividade previsível e definir metas de competência mais detalhadas de acordo com o objetivo organizacional e os avanços tecnológicos.

Na competência liderança, o próximo passo será interagir ativamente para que todas as partes interessadas compreendam e tentem alcançar a visão BIM que a empresa internaliza.

Os principais motivos para a classificação encontrada em regulatória são as ausências de: *benchmarks*, definições dos padrões de modelagem e manuais de treinamento. A partir da implementação desses três pontos na empresa e o devido aprimoramento de cada um, levando em consideração o gerenciamento da qualidade e *feedbacks* contínuos, a empresa conseguirá resultados rapidamente nessa competência.

Para a competência contratual, pode ser citada a implementação de ferramentas de gestão para definir responsabilidades dentro das equipes de projeto como, por exemplo, a matriz RACI, a qual já é utilizada pela empresa B. A matriz

RACI, através de quatro funções diferentes, permite a montagem de tabelas e gráficos que atribuem clareza sobre o papel de cada pessoa em um determinado projeto.

Para melhoria do nível de maturidade de preparatória é necessário que os treinamentos sejam incorporados aos canais de conhecimento e comunicação do escritório, facilitando a disponibilidade dos treinamentos e os métodos de entrega.

Por fim, para melhoria da competência colaboração na empresa, deve-se buscar por proatividade entre a equipe e melhoria no gerenciamento e na documentação de protocolos. Vale citar que a colaboração já é categorizada pelo envolvimento de líderes durante as fases iniciais dos projetos, facilitando a evolução nos níveis finais dessa competência BIM.

5.1.2 Escritório B

Desde que foi concebida, em 2016, a empresa buscou constantemente por inovações e melhorias na filosofia BIM, que foi alavancada, segundo o entrevistado, a partir da entrada de uma equipe de pesquisa e desenvolvimento. O nível das Competências BIM evoluiu a partir de muitas pesquisas e implementações constantes, uma equipe foi contratada exclusivamente para estudar os processos existentes e redefini-los focando maior desempenho em todos os setores.

Ainda, durante a entrevista, foi percebido vantagem competitiva da empresa em várias competências, como exemplo: hardwares, contendo equipamentos avaliados em doze mil reais para todos os funcionários e produtos e serviços, contando com serviços raramente encontrados devido ao nível de complexidade e preparo necessário, como coordenação e gestão 100% BIM.

É notável que o escritório está extremamente avançado em relação a metodologia BIM no Brasil ao comparar seus resultados com pesquisas recentes, contudo o entrevistado comenta que ainda estão desbravando vários setores, como exemplo, cita a busca por implantar o BIM dentro da obra.

Ao chegar no nível Otimizado em todas as competências, a metodologia utilizada nesta pesquisa não considera especificamente próximos passos, mas sim, uma continuidade nos processos que a empresa utilizou para chegar até lá, ou seja, nesse nível torna-se necessário apenas a manutenção das estratégias tomadas, sempre em busca de melhorias, soluções inovadoras e novos objetivos.

Para o escritório B essa lógica é totalmente aplicável, com exceção da competência recursos humanos, nessa, é necessário que a empresa explore amplamente as práticas de recursos humanos ao invés de se limitar a processos básicos.

5.1.3 Escritório C

Conforme abordado anteriormente, a empresa teve um rápido crescimento devido ao planejamento e conhecimento prévio dos sócios-fundadores, levando-os a alcançar um grande Nível de Maturidade BIM em apenas dois anos de vida, conquista que é dificilmente alcançada até para escritórios mais antigos. O entrevistado comenta que, além desses fatores, logo no início atendiam a uma construtora de grande porte e precisaram se adaptar rapidamente para atender a demanda com qualidade. Atualmente, contando com quase 20 funcionários, o escritório C avança continuamente em busca de inovações, processos e políticas que os ajude a evoluir ainda mais.

Durante as entrevistas foi percebido grande conhecimento sobre a metodologia BIM, inclusive, a entrevistada comenta que utiliza uma adaptação da matriz criada por Succar para avaliar o nível dos clientes que solicitam o serviço de implementação BIM.

A partir dos dados analisados é possível dizer que o escritório está a poucos passos de alcançar o nível Otimizado, algumas competências que foram avaliadas no nível Inicial precisam cumprir apenas alguns requisitos para saltar dois ou três níveis, por exemplo, a empresa foi avaliada como nível Inicial em relação à competência *hardware*, isso se deu ao simples fato de não terem equipamentos padronizados, porém, os requisitos dos níveis Gerenciado e Integrado já foram cumpridos.

No caso do escritório C, muitas competências foram avaliadas como nível Otimizado, portanto, a seguir são destacados os principais pontos de melhoria nas competências que não alcançaram esse nível.

Para *hardware*, conforme comentado anteriormente, a empresa deve padronizar os equipamentos BIM.

No quesito rede, é necessário adotar redes específicas de projeto que permitam o intercâmbio intensivo de dados entre todas as partes interessadas, por exemplo, BIMcollab.

Na competência infraestrutura, o escritório deve definir e aplicar processos de colheita e documentação do conhecimento, segundo o entrevistado, a empresa já começou essa implementação, fora isso, já atenderam grande parte dos requisitos.

Sobre recursos humanos, para alcançar níveis superiores a empresa precisa realizar dinâmicas de equipe e implantar metas de competência.

Em relação a liderança, é necessário que as partes interessadas internalizem a visão BIM da empresa e tentem alcançá-la ativamente, compreende-se que esse requisito não depende totalmente do escritório, mas afeta diretamente na otimização dos processos internos.

Para a competência preparatória evoluir, o escritório deve integrar metas de desempenho aos treinamentos.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Espera-se que a presente pesquisa incentive o desenvolvimento de novos estudos que facilitem a implementação BIM e a experimentação de outras metodologias criadas para medir o Nível de Maturidade BIM.

A seguir, lista-se três sugestões de possíveis temas para o desenvolvimento de futuras pesquisas:

- Acompanhamento da evolução do grau de maturidade BIM de um escritório AECO;
- Como superar os desafios BIM? Estudo de caso de um escritório AECO de grande porte;
- Avaliação do grau de maturidade BIM através do modelo de maturidade BIM do Reino Unido.

REFERÊNCIAS

AIA, AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **Integrated Project Delivery: A Guide**. 2007.

AMORIM, S.R.L.; KASSEM, M. **Building Information Modeling no Brasil e na União Européia**. Brasília, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT-NBR-13531: Elaboração de Projetos de Edificações – Atividades Técnicas**. 1995.

CHECCUCCI, E.S.; PEREIRA, A.P; AMORIM, A.L. **A difusão das tecnologias BIM por pesquisadores do Brasil**. 2011.

COELHO, K; LIMA, T; MELHADO, S. **Implementação da Modelagem da Informação da Construção em Empresa de Arquitetura: Estudo de Caso**. Recife, 2015. Disponível em: <http://www.makebim.com/2016/08/08/silvio-melhado-implementacao-do-bim-em-empresa-de-Arquitetura/>. Acesso em: 05 Abr. 2021.

COELHO, K.: **Implementação da Modelagem da Informação da Construção em Empresa de Arquitetura: Estudo De Caso**. 2017. 286 p. Dissertação (mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

CORNETET, B. **Reflexão sobre a Implantação do BIM em Três Escritórios de Arquitetura em Porto Alegre, de 2010 a 2015**. Porto Alegre, 2015.

DOMINGUES, E; OLIVEIRA, C. **O Uso de Software de Manufatura no Desenvolvimento de Projetos de Edificações Pré-Fabricadas**. Salvador, 2011.

EADIE, R; BROWNE, M; PDEYINKA, H; MCKEOWN, C; MCNIFF, S. **BIM Implementation throughout the UK Contruction Project Lifecycle: AN analysis**. Vol. 36, 2013.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook**. 1st. Ed. [s.l.] John Wiley & Sons, Inc., 2008a.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook**. 1st. Ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2008b.

FIESP. FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Subsídios para uma política industrial para a Construção Civil – edificações**. Relatório Final – (versão beta). 2008a.

GARIBALDI, B. **Do 3D ao 7D – Entenda todas as dimensões do BIM**. 2020. Disponível em:

<https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/#:~:text=As%20dimens%C3%B5es%20da%20metodologia%20BIM,%207D%20%E2%80%93%20gest%C3%A3o%20de%20instala%C3%A7%C3%B5es.>. Acesso em: 30 Abr. 2021.

GRANT THORNTON; SIENGE. **Maturidade BIM no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://www.grantthornton.com.br/insights/artigos-e-publicacoes/maturidade-bim-no-brasil/>. Acesso em: 10 Abr. 2021.

GUIA AsBEA BOAS PRÁTICAS EM BIM, Fascículo I. 2015. Disponível em: <http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/a607fdeb79ab9ee636cd938e0243b012.pdf>. Acesso em: 29 Mar. 2021.

GUIA AsBEA BOAS PRÁTICAS EM BIM, Fascículo II. 2015. Disponível em: <http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf>. Acesso em: 29 Mar. 2021.

IBRAHIM, M. **To BIM or not to BIM, This is NOT the Question - How to Implement BIM Solutions in Large Design Firm Environments**. 2006.

KOELLN, F. P. **Tecnologia Bim na Construção Civil: composição de custo direto**. Porto Alegre, 2015.

MANZIONE, L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. São Paulo, 2013.

MENDONÇA, F. H. **Benefícios da aplicação da ITIL em empresas – com foco na Gestão de problemas**. São Paulo, 2011.

NAKAMURA, J. **Como anda o BIM nas incorporadoras**. *Revista Construção Mercado Negócios de Incorporação e Construção*. Ed. 143, jun. 2013.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E. C. DE. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. [s.l.: s.n.].

QUIRK, V. **Uma Breve História do BIM**. 2019. Disponível em: <https://lopesdias.com.br/uma-breve-historia-do-bim/>. Acesso em: 29 Abr. 2021.

RODRIGUES, A.R.S. **Grau de Maturidade em BIM: Estudos de Caso em empresas projetistas de Arquitetura na cidade de São Paulo**. 182 f. Monografia - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SANTOS, W.R. **Estudos de Caso de Implementação da Modelagem da Informação da Construção em Microescritórios de Arquitetura**. Dissertação de Mestrado. São Paulo, 2016.

SOUZA, L.L.A., LEUSIN, S.R., LYRIO, A.M. **Impacto do uso do BIM em Escritórios de Arquitetura: oportunidades no mercado Imobiliário**. Gestão e tecnologia de Projetos, Vol. 4, nº2, Nov. 2009.

SUCCAR, B. **Building Information Modelling Maturity Matrix**. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225088901_Building_Information_Modelling_Maturity_Matrix. Acesso em: 27 Mar. 2021.

SUCCAR, B. **The Five Components of BIM Performance Measurement**. 2010. Disponível em: https://www.academia.edu/227815/The_Five_Components_of_BIM_Performance. Acesso em: 27 Mar. 2021.

SUCCAR, B.; SHER, W; WILLIAMS, A. **Measuring BIM performance: Five metrics**. Australia, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225088877_Measuring_BIM_Performance_Five_Metrics. Acesso em: 27 Mar. 2021.

SUCCAR, B. **BIM Maturity Index**. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225088901_Building_Information_Modelling_Maturity_Matrix. Acesso em: 27 Mar. 2021

THÓRUS ENGENHARIA. **Tudo sobre BIM: o que é, ferramentas e por onde começar**. 2020. Disponível em: <https://thorusengenharia.com.br/o-que-e-bim/#:~:text=A%20hist%C3%B3ria%20do%20BIM&text=Em%201986%20foi%20registrado%20pela,sobre%20as%20fases%20da%20constru%C3%A7%C3%A3o.>. Acesso em: 29 Abr. 2021.

UNDERWOOD, J; ISIKDAG, U. **Emerging Technologies for BIM 2.0. Construction Innovation**. Bingley, 2011.

APÊNDICE A - Questionário de Pesquisa

ANÁLISE DO NÍVEL DE MATURIDADE BIM APLICADA EM ESCRITÓRIOS BIM DE ENGENHARIA EM CURITIBA-PR ATRAVÉS DA MATRIZ MATURIDADE BIM (BIM³) CRIADA POR SUCCAR (2009)

BIM - Building Information Model (Modelo de informação da Construção)

AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação)

PERGUNTAS REALIZADAS NAS ENTREVISTAS:

Gerais:

- Nome do entrevistado:
- Função:
- Empresa:
- Ano de Fundação:
- Número de Funcionários:
- Onde a empresa atua:

Software:

- Quais softwares são utilizados na empresa?
- Por que esses softwares foram escolhidos?
- A seleção foi gerenciada de acordo com os entregáveis definidos?
- Com qual finalidade vocês utilizam a modelagem 3D?
- A modelagem é confiável para gerar arquivos 2D e 3D entregáveis?
- Os modelos servem como base para quantificação, especificação e estudos analíticos?
- Como é feito o uso, armazenamento e troca de dados BIM? Esses são bem definidos/padronizados? São monitorados e controlados? Fazem parte da estratégia organizacional da empresa ou de uma equipe de projeto geral?
- Esse fluxo de dados BIM é documentado?
- As diferentes equipes usam softwares interoperáveis?
- As entregas são sincronizadas e integradas aos processos de negócios?
- A empresa alguma vez já fez a troca de softwares? Se sim, por qual motivo?

- A empresa planeja trocar os softwares atualmente? Por qual motivo?
- A empresa acompanha as atualizações dos softwares para se beneficiar de novas funcionalidades?

Hardware:

- O hardware presente na empresa é adequado para os softwares utilizados?
- O equipamento utilizado é padronizado em toda a organização?
- Os usuários se queixam de algum tipo de problema ao utilizá-los? Se sim, quais?
- Como a empresa relaciona os equipamentos com: custo, produtividade, estratégias de negócios e objetivos?
- Existe uma estratégia para documentar, gerenciar e manter o equipamento?
- Com qual frequência é atualizado os equipamentos da empresa e com qual frequência a empresa busca a inovação em relação aos hardwares?
- A implementação de equipamentos é tratada como habilitadores BIM? Ou seja, os equipamentos otimizam e colaborem com a metodologia BIM?
- Você considera o equipamento BIM como uma vantagem competitiva da sua empresa?

Rede:

- Como é feito o compartilhamento de informações entre indivíduos e equipes na empresa?
- Como é feito o compartilhamento de dados com outras organizações?
- As partes interessadas (construtoras, clientes...) geralmente tem infraestrutura de rede compatível com a da empresa para colher, armazenar e compartilhar dados?
- Como é feita a conexão entre equipes de projeto e/ou organizações?
- Todas as partes interessadas utilizam plataformas comuns?
- Usam alguma ferramenta de gestão de ativos e conteúdo? Exemplo: plataforma onde fica armazenado projetos finalizados para futuras consultas.

- A empresa utiliza alguma rede de compartilhamento de dados, informações e conhecimento em tempo real? Ou seja, uma plataforma onde é possível trocar informações em tempo real sobre as várias etapas realizadas no processo BIM. Exemplo: Autodesk BIM 360.
- A empresa avalia, busca e implementa inovações em relação a esse tema?
- As redes facilitam a aquisição, armazenamento e compartilhamento de conhecimento entre todas as partes interessadas (clientes, colaboradores, organizações...)?

Infraestrutura:

- Você considera o ambiente de trabalho da empresa como um fator de satisfação pessoal?
- O ambiente é identificado como fator que afeta a motivação e produtividade positivamente? Se sim, isso acontece naturalmente ou há um gerenciamento desses critérios para aumentar a motivação, satisfação e produtividade?
- O conhecimento é visto como um ativo e é compartilhado entre a equipe?
- O conhecimento é documentando e armazenado?
- A empresa possui uma organização sobre os conhecimentos armazenados para torná-los facilmente acessíveis e recuperáveis? Ou seja, uma integração onde o conhecimento adquirido por um indivíduo é armazenado dentro de um grupo ou da organização e esse possa retornar a outro indivíduo qualquer de forma simples.
- Fatores ambientais são integrados ao ambiente de trabalho?
- A empresa busca meios de melhorar o local de trabalho visando satisfação e produtividade da equipe? Se sim, com qual frequência?
- A empresa busca melhorar as estruturas de armazenamento e compartilhamento do conhecimento? Se sim, com qual frequência?

Produtos e Serviços:

- A equipe percebe algum tipo de problema relacionado ao nível de detalhamento dos modelos 3D (muito detalhado, pouco detalhado ou detalhamento inconsistente?). Se sim, esses problemas chegam ao resultado final?
- A empresa define uma decomposição do modelo 3D?
- A empresa adota especificações de produto/serviço? Quais? Exemplo: *Integrated Project Delivery* (IPD) desenvolvido pela American Institute of Architects (AIA), o qual define níveis de informação de ND-100 a ND-500.
- Os produtos e serviços são diferenciados de acordo com essas especificações adotadas pela empresa?
- A empresa avalia os produtos e serviços BIM promovendo melhoria contínua através de feedbacks?

Recursos Humanos:

- Existem processos definidos nessa área?
- As funções do BIM são bem definidas na empresa? As equipes são formadas de acordo com essas funções?
- Existem estruturas/dinâmicas de equipe? Quais?
- Cada projeto BIM é planejado de forma independente ou existe uma padronização?
- Vocês trabalham com metas?
- Conseguem prever a produtividade da equipe?
- Essa produtividade é consistente?
- Existe uma equipe 100% BIM ou estão em uma fase de transição?
- As metas, em todos os setores, são continuamente atualizadas para coincidir com os avanços tecnológicos e se alinhar com os objetivos organizacionais?
- As práticas de recursos humanos são revisadas? Se sim, com qual frequência?

Liderança:

- A visão dos líderes/gestores é comum em relação ao BIM?
- Como os funcionários visam a implementação BIM? Eles são comunicados e compreendem a visão da empresa em relação a isso?
- A visão dos líderes é compartilhada pela equipe de toda a organização e/ou parceiros de projeto?
- A empresa enxerga o BIM como uma tecnologia que demanda uma mudança de processos ou como uma mudança estratégica de processos, cultura e tecnologia?
- Como a inovação é vista na sua empresa?
- Vocês exploram as oportunidades de negócios decorrentes do BIM? Cite exemplos.
- A implementação do BIM, incluindo seus requisitos e inovação de processo/produtos, são integrados em organizacional, estratégico, gerencial e comunicação?
- As oportunidades de negócio decorrentes do BIM são vistas como vantagem competitiva de uma equipe ou da empresa como um todo? Essas são utilizadas para atrair e fidelizar clientes?
- As partes interessadas comuns à sua empresa já internalizaram a visão BIM? Elas já implementaram ou buscam implementar essa visão?
- A empresa revisa e realinha as estratégias de implementação BIM com outras estratégias?
- A empresa busca soluções inovadoras de produto/processo e oportunidades de negócios? Se sim, com qual frequência?

Regulatória:

- Existem protocolos de documentação e padrões de modelagem na empresa? Eles são bem definidos?
- Existe um controle de qualidade sobre a modelagem?
- Existem *benchmarks* de desempenho para processos, produtos e serviços? Quão rigorosos são quanto a isso?

- Os *benchmarks* são incorporados aos sistemas de gerenciamento de qualidade e melhoria de desempenho?
- Existe um manual de treinamento e padrões de entrega BIM?
- As diretrizes do BIM (manual de treinamento e padrões de entrega) são integradas às políticas gerais e estratégias de negócios?
- Os padrões BIM e *benchmarks* de desempenho são incorporados ao sistema de gerenciamento de qualidade da empresa?
- A empresa costuma revisar repetidamente os *benchmarks*? Se sim, por qual motivo?
- A empresa busca *feedbacks* e atualizações constantes nas diretrizes BIM para refletir as lições aprendidas e as melhores práticas do setor?

Contratual:

- Em relação aos contratos, ao serem formulados foi levado em consideração os riscos BIM?
- Nos contratos, existe uma definição de responsabilidade de cada parte interessada em relação a gestão de informação?
- Existe um mecanismo para gerenciar propriedade intelectual BIM, confidencialidade, responsabilidade e um sistema para resolução de conflitos BIM?
- Além das barreiras contratuais, a organização está alinhada por meio de confiança e dependência mútua?
- A empresa revisa e realinha as responsabilidades, riscos e recompensas para que progridam junto ao esforço dos colaboradores?
- A empresa busca modificações contratuais focando em melhores práticas e maior valor para as partes interessadas?

Preparatória:

- Existe um treinamento disponível para a equipe BIM?
- Qual é a visão e a prática da empresa em relação aos treinamentos?
- Como e quando treinamentos são fornecidos? Exemplo: utilizados no treinamento inicial, no aprimoramento de antigos funcionários, no interesse comum do funcionário e empresa, no interesse pessoal do funcionário agregando valor a empresa etc.
- Os meios de treinamento são variados?
- São gerenciados para atender a competência pré-definida e objetivos de desempenho?
- O treinamento é baseado nas funções da equipe e respectivos objetivos de competência?
- O treinamento é integrado às estratégias organizacionais e às metas?
- Os meios de treinamento são incorporados aos canais de conhecimento e comunicação?
- A empresa busca avaliar e melhorar os treinamentos? Se sim, com qual frequência?
- A disponibilidade de treinamentos e os métodos de entrega são adaptados para permitir o aprendizado contínuo multimodal?

Estágio 2 de Capacidade BIM – Colaboração baseada em modelagem

- Como é a relação entre os colaboradores?
- A colaboração é bem definida?
- A colaboração é reativa ou pró-ativa?
- Na empresa a colaboração é vista como *single-thread* ou *multi-thread*? (as diferentes equipes colaboram em projetos separados ou simultaneamente em um mesmo projeto).
- Caso seja *multi-thread*, inclui agentes *downstream*, ou seja, a colaboração é caracterizada pelo envolvimento de líderes durante as fases iniciais dos projetos?

- Há confiança mútua, respeito e compartilhamento de riscos e recompensas entre os participantes do projeto?
- Caso haja uma equipe *multi-thread*, existe um ambiente caracterizado pela boa vontade, confiança e respeito entre os líderes de cada tarefa?

Escalas Organizacionais – Micro

- A liderança é formalizada?
- Como e por quem foi/é feita a implementação BIM na empresa?
- Foi definido diferentes funções dentro do processo de implementação?
- As funções BIM predefinidas na empresa se complementam no gerenciamento do processo de implementação?
- As funções do BIM são integradas às estruturas de liderança da organização?
- Há modificações na liderança BIM para permitir novas tecnologia, processos e resultados?