



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE TECNOLOGIA – CT

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL – DECA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

EDUARDO FERREIRA BORGES

**APLICAÇÃO DA MATRIZ DE MATURIDADE BIM COMO MÉTODO DE
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO BIM EM ORGANIZAÇÕES DE JOÃO
PESSOA-PB**

João Pessoa – PB

2023

EDUARDO FERREIRA BORGES

**APLICAÇÃO DA MATRIZ DE MATURIDADE BIM COMO MÉTODO DE
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO BIM EM ORGANIZAÇÕES DE JOÃO
PESSOA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior

João Pessoa – PB

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B732a Borges, Eduardo Ferreira.

Aplicação da Matriz de Maturidade BIM como método de avaliação do desempenho BIM em organizações de João Pessoa-PB / Eduardo Ferreira Borges. - João Pessoa, 2023.

74 f. : il.

Orientação: Claudino Lins Nóbrega Júnior.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Indústria AEC. 2. BIM. 3. Matriz de Maturidade BIM. I. Nóbrega Júnior, Claudino Lins. II. Título.

UFPB/CT/BSCT

CDU 624(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

EDUARDO FERREIRA BORGES

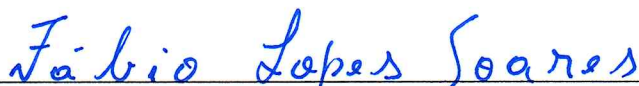
APLICAÇÃO DA MATRIZ DE MATURIDADE BIM COMO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO BIM EM ORGANIZAÇÕES DE JOÃO PESSOA-PB

Trabalho de Conclusão de Curso em 13/06/2023 perante a seguinte Comissão Julgadora:



Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof. Dr. Fabio Lopes Soares
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof. Dr. Givanildo Alves de Azeredo
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO

Prof. Pablo Brilhante de Sousa
Matrícula Siape: 1483214
Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Civil

RESUMO

A evolução da indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) está diretamente ligada ao desenvolvimento de novas tecnologias e processos construtivos. Neste contexto, apresenta-se o BIM (*Building Information Modelling*) como um catalisador de mudanças, visando reduzir a fragmentação da indústria, elevar sua eficiência e reduzir custos. A implementação do BIM em uma organização resulta em mudanças profundas no desenvolvimento de projetos, na gestão de equipes e em seu planejamento estratégico. Entretanto, tornar o BIM parte central de uma organização é um processo complexo e que envolve diversas variáveis. Algumas empresas utilizam-o da coordenação de projetos até o orçamento de obras, enquanto outras apenas empregam softwares de modelagem tridimensional. Torna-se vantajoso, então, dispor de uma referência que indique o estágio atual do desempenho BIM em organização ou equipe. Para empresas que estão iniciando sua trajetória no BIM, uma ferramenta de avaliação auxilia a destacar pontos que podem ser aprimorados. Para aquelas que já contam com toda sua gestão estabelecida em BIM, a avaliação de outras empresas auxilia a identificar parcerias vantajosas. Neste cenário, o pesquisador Bilal Succar publicou uma metodologia de avaliação BIM com base na Matriz de Maturidade BIM. Aplicando esta ferramenta, este trabalho apresenta a avaliação de duas empresas do setor de projetos de AEC em João Pessoa-PB. Os resultados obtidos indicam que as duas organizações possuem elevada maturidade em BIM, mas por diferentes fatores, não é possível definir que este seja o padrão para as empresas da região. Ainda assim, os dados coletados auxiliam a descrever algumas características do atual cenário BIM na região e contribuem para futuras pesquisas.

Palavras-chave: Indústria AEC, BIM, Matriz de Maturidade BIM

ABSTRACT

The evolution of the Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry is directly linked to the development of new technologies and construction processes. In this context, BIM (Building Information Modeling) is presented as a catalyst for change, aiming to reduce industry fragmentation, increase its efficiency and reduce costs. The implementation of BIM in an organization results in profound changes in project development, team management and strategic planning. However, making BIM a central part of an organization is a complex process that involves several variables. Some companies use it from project coordination to works budgeting, while others only use three-dimensional modeling software. It is therefore advantageous to have a reference that indicates the current stage of BIM performance in an organization or team. For companies that are starting their journey in BIM, an assessment tool helps to highlight points that can be improved. For those that already have all their management established in BIM, assessment of other companies helps to identify advantageous partnerships. In this scenario, researcher Bilal Succar published a BIM assessment methodology based on the BIM Maturity Matrix. Applying this tool, this work presents the assessment of two companies in the AEC project sector in João Pessoa-PB. The results obtained indicate that the two organizations have high maturity in BIM, but due to different factors, it is not possible to define that this is the standard for companies in the region. Even so, the collected data help to describe some characteristics of the current BIM scenario in the region and contribute to future research.

Keywords: AEC Industry, BIM, BIM Maturity Matrix

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Fases do empreendimento em que se concentra o uso do BIM.....	21
Figura 02 - Principal motivo apontado pelas empresas que responderam não utilizar BIM....	21
Figura 03 – Estágios de Capacidade em BIM conforme Succar (2009).....	28
Figura 04 – Representação visual de incompatibilidades em Navisworks.....	30
Figura 05 – Comparativo entre o fluxo de informações tradicional e com colaboração por nuvem.....	32
Figura 06 – Índice de Maturidade em BIM (BIMMI).....	35
Figura 07 – Visualização gráfica dos elementos utilizados na matriz.....	40
Figura 08 – Exemplo de aplicação da Matriz de Maturidade BIM com nível de granularidade 01.....	47
Figura 09 – Matriz de Maturidade BIM aplicada à organização A.....	54
Figura 10 – Matriz de Maturidade BIM aplicada à Organização B.....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – “Dimensões” do BIM e suas definições.....	22
Quadro 02 – Principais Conjuntos de Competências.....	25
Quadro 03 – Hierarquia Organizacional.....	26
Quadro 04 – Descrição das Escalas Organizacionais com baixo nível de detalhe.....	27
Quadro 05 – Características da Matriz de Maturidade para aplicação em diversos cenários...	38
Quadro 06 – Níveis de granularidade em avaliações BIM segundo Succar.....	39
Quadro 07 – Níveis de Maturidade para competências em tecnologia.....	41
Quadro 08 – Níveis de Maturidade para competências em processos.....	42
Quadro 09 – Níveis de Maturidade para competências em políticas.....	43
Quadro 10 – Níveis de Maturidade de acordo com o estágio de capacidade e a escala organizacional.....	44
Quadro 11 – Pontuação de acordo com o nível de maturidade.....	45
Quadro 12 – Diagrama resumido para avaliação de maturidade BIM em outros níveis de granularidade.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BIM ³	BIM Maturity Matrix
BIMMI	BIM Maturity Index
BSI	British Standards Institution
CAD	Computer-Aided Design
IFC	Industry Foundation Classes
IPD	Integrated Project Delivery
ISO	International Organization for Standardization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 OBJETIVOS.....	11
1.1.1 Objetivo Geral.....	11
1.1.2 Objetivos Específicos.....	11
2 METODOLOGIA.....	12
2.1 ELABORAÇÃO DA PESQUISA.....	12
2.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO BIM.....	15
3.1.1 Definição e Histórico.....	15
3.1.2 Implementação do BIM: vantagens e desafios.....	16
3.1.2.1 Comparativo entre processos tradicionais e processos em BIM.....	16
3.1.2.2 Comparativo entre modelagem em CAD e em BIM.....	17
3.1.2.3 Gestão de dados e normatização do BIM.....	19
3.1.3 Implementação do BIM no Brasil.....	20
3.1.4 As dimensões do BIM: Modelagem “nD”.....	22
3.1.5 Avaliação BIM de uma organização em etapas por Succar.....	23
3.2 COMPETÊNCIAS EM BIM.....	24
3.3 ESCALAS ORGANIZACIONAIS.....	26
3.4 ESTÁGIOS DE CAPACIDADE EM BIM.....	28
3.4.1 Situação Pré-BIM.....	28
3.4.2 Estágio 01: Modelagem baseada em objeto.....	29
3.4.3 Estágio 02: Colaboração baseada em modelo.....	31
3.4.4 Estágio 03: Integração baseada em rede.....	32
3.4.5 Entrega Integrada de Projeto (IPD).....	33
3.5 MATURIDADE EM BIM.....	33
3.5.1 Índice de Maturidade em BIM.....	34

3.5.2 Matriz de Maturidade em BIM.....	37
3.5.2.1 Níveis de Granularidade.....	39
3.5.2.2 Estrutura da Matriz.....	40
3.5.2.3 Sistema de Pontuação da Matriz.....	45
3.5.2.4 Considerações sobre a BIM ³ como método de avaliação.....	46
3.5.3 Exemplo de Avaliação com a Matriz de Maturidade BIM.....	47
3.6 OBSERVAÇÕES SOBRE OS PARÂMETROS DE ANÁLISE DA MATRIZ DE MATURIDADE BIM.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
4.1 ORGANIZAÇÃO A.....	50
4.1.1 Análise Detalhada por Competência BIM.....	51
4.1.2 Matriz de Maturidade BIM aplicada à Organização A.....	53
4.2 ORGANIZAÇÃO B.....	55
4.2.1 Análise Detalhada por Competência BIM.....	55
4.2.2 Matriz de Maturidade BIM aplicada à Organização B.....	59
4.3 OBSERVAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS.....	59
4.3.1 Pontos de destaque comuns.....	59
4.3.2 Especificidades da Organização A.....	60
4.3.3 Especificidades da Organização B.....	61
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
5.1 RELAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS COM O CENÁRIO DO BIM EM JOÃO PESSOA-PB.....	62
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS SOBRE O TEMA.....	62
REFERÊNCIAS.....	63
GLOSSÁRIO.....	67
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO.....	68

1 INTRODUÇÃO

A partir da difusão de ferramentas CAD, o desenvolvimento de projetos na indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção teve como figura central a elaboração de desenhos vetoriais para representação geométrica da construção. Com o avanço da capacidade tecnológica e computacional, este processo gradativamente passou a envolver uma maior troca de informações (EASTMAN et al., 2008).

Neste contexto, adotou-se uma abordagem que combina o uso de informações geométricas, em relação às dimensões espaciais do produto; e não-geométricas, como custo, peso, etapa de construção, etc. Aliar estes modelos parametrizados com uma abordagem colaborativa de todo o ciclo de vida da construção é a definição do *Building Information Modeling*, ou Modelagem da Informação da Construção, conhecido pela sigla BIM (SOUZA et al., 2009).

É possível identificar o BIM, portanto, não apenas como um conjunto de novas tecnologias e processos, mas também como um catalisador para mudanças, objetivando reduzir a fragmentação da indústria, melhorar sua eficiência e diminuir custos decorrentes da falta de interoperabilidade (SUCCAR, 2010).

Ao implantar ferramentas de modelagem e colaboração em BIM, é possível reduzir mudanças em fases avançadas de projeto, melhorar a qualidade dos entregáveis, integrar disciplinas complementares e explorar novas soluções de projeto em um tempo mais curto. Neste cenário, Succar (2010) desenvolve uma abordagem para definir os diferentes elementos que compõem a implementação do BIM, apresentando a Matriz de Maturidade BIM como ferramenta para auxiliar indivíduos e organizações a avaliar sua capacidade e maturidade BIM, elevando seu desempenho. A partir desta análise, é possível identificar competências que podem ser aperfeiçoadas para aumentar a performance BIM de uma equipe ou organização.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a implementação do BIM em escritórios de projetos de Arquitetura, Engenharia e Construção em João Pessoa-PB através da Matriz de Maturidade BIM.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o nível de maturidade BIM em dois escritórios de Arquitetura, Engenharia e Construção em João Pessoa-PB, a partir da Matriz de Maturidade BIM.
- Analisar a relevância da matriz para identificar pontos pertinentes que permitam às empresas analisadas elevar seu nível de maturidade em BIM.

2 METODOLOGIA

O procedimento metodológico utilizado neste trabalho foi a pesquisa qualitativa exploratória, através de estudos de caso. O propósito da pesquisa é expandir a base de conhecimento apresentado na revisão bibliográfica, relacionando-a com os dados obtidos (SEVERINO, 2013). Por meio de entrevistas com gestores e outros profissionais com experiência na implementação do BIM em organizações, será utilizada a matriz de maturidade BIM como ferramenta de avaliação da performance BIM, sendo discutidos posteriormente os resultados alcançados.

2.1 ELABORAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida de acordo com a seguinte estrutura:

a) Definição da área de estudo

A fim de enriquecer a disponibilidade de dados sobre a implementação do BIM no estado da Paraíba, as organizações analisadas serão empresas atuantes na área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) em João Pessoa-PB, particularmente as que atuam no setor de projetos e gestão de obras.

b) Determinação do público-alvo das entrevistas

As recomendações de Succar (2016) para a implementação da Matriz de Maturidade BIM no nível de granularidade 01 indicam que a avaliação seja feita por um profissional com experiência relevante em ferramentas BIM, nos processos de trabalho e protocolos da empresa, além de visão da cultura organizacional. Desta forma, a fim de obter resultados condizentes com a realidade da empresa, é necessário entrevistar líderes e gestores que além de estarem a par da implementação do BIM na empresa, conheçam a sua visão e objetivos a longo prazo.

A partir desta definição, foram selecionadas duas empresas que utilizam BIM como base de sua operação; considerando também os produtos e serviços que oferecem e o seu tempo de atuação no mercado.

c) Elaboração do questionário

Para identificar com precisão o nível de maturidade para cada competência na matriz, o questionário elaborado conta com 60 perguntas, abordando conceitos BIM nas competências em tecnologia, processos e políticas; além de questões relacionadas à escala organizacional – definida como “micro” para este nível de granularidade – e ao estágio de capacidade, de acordo com o identificado na empresa. Para reduzir a possibilidade de distorções nas informações levantadas, as perguntas foram elaboradas para serem claras e diretas, e aplicáveis independentemente do tamanho da empresa e do número de funcionários.

O questionário foi elaborado no modelo de uma entrevista semi-estruturada; caso as respostas de algumas perguntas já fossem obtidas em outras questões, não seria necessário perguntar. O ponto principal é obter as informações que auxiliem a elaborar a matriz de maturidade de acordo com a realidade da empresa. O questionário é apresentado integralmente no Apêndice A.

d) Coleta de dados

As respostas dos questionários foram obtidas por meio de entrevistas online através da plataforma Google Meet. O tempo estimado para resposta do questionário foi de 50 minutos.

e) Aplicação da Matriz de Maturidade BIM

A partir das respostas levantadas, a Matriz de Maturidade BIM foi elaborada para cada empresa, identificando o estágio de capacidade atual e o nível de maturidade para cada competência.

f) Discussão dos Resultados

As matrizes obtidas auxiliaram a identificar o índice de maturidade geral da organização e quais áreas deveriam ser aprimoradas para elevar o nível de maturidade da empresa. Também foi possível gerar um comparativo entre as matrizes, reconhecendo possíveis dificuldades comuns às empresas da região e quais aspectos apresentam um desenvolvimento avançado. Foram descritas observações sobre a correlação entre os resultados encontrados e o cenário do BIM em João Pessoa-PB.

2.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A aplicação da matriz e o questionário elaborado estão restritos ao nível de granularidade 01, adequado para uma primeira avaliação da maturidade BIM (SUCCAR, 2010). Uma avaliação mais profunda exigiria o acompanhamento de um consultor especializado e uma análise completa do modo de operação da empresa, o que foge ao escopo deste trabalho.

A limitação no número de empresas analisadas deve-se à complexidade de informações que a matriz exige para sua implementação, necessitando de dados sobre as tecnologias, processos e outros protocolos da empresa. A prioridade da pesquisa é demonstrar a aplicabilidade da matriz como ferramenta de avaliação.

As empresas analisadas possuem um número reduzido de funcionários e de projetos simultâneos, o que deve ser considerado ao analisar os níveis de maturidade obtidos. Demais observações são descritas na discussão dos resultados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO BIM

3.1.1 Definição e Histórico

“BIM” é a sigla em inglês para “Building Information Modeling”, em tradução livre para o português, “Modelagem da Informação da Construção”. Além de ferramentas de modelagem e representação visual, um conjunto de processos em BIM abrange um gerenciamento de informações multidisciplinares de todo o ciclo de vida de um projeto de AEC. A integração entre as diferentes etapas de um processo construtivo é uma das bases do BIM, desde a concepção inicial até a orçamentação e cronograma de construção. Mesmo reformas e demolições podem ser facilitadas com o uso do BIM. (BARISON; SANTOS, 2016).

Ao utilizar o BIM, os profissionais envolvidos nas diferentes disciplinas construtivas utilizarão o mesmo modelo único como base. Este modelo único indica tanto que o tipo de arquivo será o mesmo (ex: .rvt), como permite a interoperabilidade entre as disciplinas, facilitando a identificação de incompatibilidades. (SCHEER, 2013).

Eastman et al. (2008) descreve BIM como “uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores na elaboração de um modelo virtual preciso, que gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos e ações em todas as fases da construção”. A implantação plena do BIM vai além de representações visuais: o compartilhamento de informações presentes no projeto tem impacto em todas as etapas, tornando-se base para tomadas de decisões durante todo o ciclo de vida da edificação ou infraestrutura. (NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES, 2015 apud BARISON; SANTOS, 2016).

Características físicas e funcionais de uma edificação são representadas digitalmente por meio de um modelo tridimensional e paramétrico – isto é, seus elementos passam a dispor de informações vinculadas (parâmetros), não possuindo apenas função visual - cujo desenvolvimento e intercâmbio entre os agentes envolvidos no processo permite que os mesmos acessem informações, cronogramas e orçamentos de forma integrada e coordenada (BARISON; SANTOS, 2016).

A adoção do BIM traz ainda como vantagem a sua ligação a diferentes tecnologias que dão suporte a diversas áreas no setor de construção, como análises estruturais, revisões de construtibilidade, simulações de consumo energético, detecção de interferências, etc. (AHN; CHO; LEE, 2013 apud BARISON; SANTOS, 2016). A interoperabilidade e a integração propiciadas pelo BIM possibilitam como resultado edificações de melhor qualidade, custo mais baixo e executadas em menor tempo (EASTMAN et al., 2008).

3.1.2 Implementação do BIM: vantagens e desafios

3.1.2.1 Comparativo entre processos tradicionais e processos em BIM

Embora diversas empresas nos ramos de arquitetura e construção civil adotem em seus processos o uso de softwares compatíveis com BIM – tais como Autodesk Revit, Civil 3D, entre outros – o seu uso é frequentemente restrito à modelagem 3D da edificação. As funcionalidades de compatibilização espacial que estes softwares oferecem de fato auxiliam a diminuir os custos e o tempo expedido em um projeto, evitando futuras reformulações e revisões demoradas. Apenas estas mudanças, entretanto, não aproveitam o potencial que o BIM possui ao ser considerado como um processo que envolve mudanças na cultura e nos hábitos da empresa (CAMPESTRINI, 2015).

O desenvolvimento de um projeto de AEC pode ser dividido em diferentes etapas, usualmente seguindo uma ordem progressiva desde a idealização e concepção do projeto, passando pela análise de viabilidade, desenvolvimento e detalhamento do produto, até o seu planejamento, produção e entrega.

A norma NBR 16636-2/2017, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), detalha as etapas de um projeto arquitetônico seguindo um caráter evolutivo, de acordo com a construção da edificação. Tais etapas são divididas em duas fases principais: a fase de preparação e a fase de elaboração e desenvolvimento de projetos técnicos. As etapas seguem uma ordem cronológica, iniciando pelo levantamento de informações preliminares, estudo de viabilidade, anteprojeto, projeto executivo e projeto completo da edificação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017).

Mesmo com a adoção de softwares CAD, esta ordem de etapas sequenciadas de forma cronológica seguiu sendo o padrão. Os projetos estruturais e complementares seguem

procedimentos semelhantes aos descritos acima para o projeto arquitetônico. Ao final de todo o processo, as disciplinas são revisadas e comparadas a fim de identificar incompatibilidades. Com a adoção do BIM, detectar estas inconsistências ocorre de forma mais rápida, além de ocorrer ao longo de todo o desenvolvimento e não apenas nas etapas finais. Entretanto, mesmo utilizando BIM, diversos projetos ainda são realizados seguindo estas mesmas etapas (DANTAS FILHO et al., 2015 apud BARISON; SANTOS, 2016).

Diversos motivos podem ser levantados: a adoção de processos totalmente em BIM – aproveitando todas as suas possibilidades, desde o planejamento à orçamentação – exige que os profissionais envolvidos estejam preparados para trabalhar não só com novos softwares mas também com métodos de trabalho que envolvem o compartilhamento de modelos e dados. Além disso, frequentemente empresas de projetos em AEC trabalham com profissionais terceirizados, especialmente para projetos complementares. Adaptar o trabalho destes profissionais ao conjunto de operações que um processo em BIM exige é uma tarefa complexa.

Entidades governamentais que realizam a fiscalização e aprovação de projetos de AEC – como corpo de bombeiros, secretarias de desenvolvimento urbano, etc. – também estão habituadas aos processos padrão em CAD. Alguns autores, como Barison e Santos (2016), argumentam que para a implementação completa do BIM a divisão habitual de “Anteprojeto” seguida de “Projeto Básico” e “Projeto Executivo” deve ser substituída por uma abordagem onde o projeto seja desenvolvido continuamente. Porém, conforme descrito anteriormente, o desenvolvimento de um projeto envolve agentes além da própria organização ou empresa, o que pode dificultar de forma considerável a implantação de mudanças muito bruscas.

3.1.2.2 Comparativo entre modelagem em CAD e em BIM

Ambos os processos apresentam ferramentas para representação visual do desenvolvimento de um projeto construtivo. Entretanto, enquanto ferramentas CAD limitam-se basicamente a funções de desenho e representação visual, os processos em BIM incluem um gerenciamento de informações multidisciplinares de todo o ciclo de vida da construção, relacionando estas informações com os objetos modelados. Estes dados podem então se tornar acessíveis aos diversos colaboradores de um projeto, além de ser representados em diferentes formas, incluindo modelos 2D, 3D, tabelas, etc. (AUTODESK, [s.d.]).

Em um software CAD, o projetista utiliza linhas, arcos, círculos e outras formas geométricas para representar os diferentes elementos da edificação. Estas formas geométricas podem ser arranjadas em blocos e outras formas mais complexas, e versões mais recentes destes softwares suportam desenho em três dimensões. Entretanto, estes elementos continuam a ser apenas uma representação visual, distinguindo-se entre si por linhas de diferentes cores e espessuras, mas sem trazer outros detalhes sobre o elemento representado. (NÓBREGA, 2019)

Em um software com suporte a BIM, a modelagem vai além do aspecto visual e inclui informações parametrizadas sobre o objeto descrito. Cada elemento possui não apenas uma modelagem em três dimensões – o que facilita de forma considerável a sua representação em vistas de diferentes ângulos – como apresenta informações sobre o material do qual é constituído, o quanto deste material é utilizado, em qual fase da construção ele será aplicado, em qual fase será retirado (se for o caso), sua densidade, textura, além de quaisquer outros parâmetros que sejam programados, como a potência média de um equipamentos elétrico.

A existência destes dados vinculados à modelagem possibilita que análises que seriam feitas apenas após a finalização do modelo sejam antecipadas. Por exemplo, no dimensionamento de um projeto hidráulico os “pesos” das peças sanitárias podem ser identificados no modelo, possibilitando que o “peso total” nos ramais da tubulação seja calculado automaticamente. Caso uma alteração seja necessária, bastaria alterar o “peso” na tubulação em questão, que o valor total nos ramais seria atualizado sem necessitar de ajustes manuais, eliminando a necessidade de novos cálculos, o que em grandes empreendimentos pode poupar uma quantidade de tempo considerável.

Em um software CAD, para representar uma porta, um projetista iria utilizar um desenho básico, necessitando de uma versão para uma planta baixa, outra para uma vista em corte e outra para uma vista isométrica. No caso de uma alteração no projeto, é necessário garantir que a alteração seja realizada em todas as instâncias presentes em todas as vistas. Isto pode ser facilitado caso o projetista utilize blocos para representar a porta, mas ainda assim, seria preciso realizar a mudança em cada uma das diferentes versões (em planta, em corte e isométrica). Caso a porta seja alterada de uma abertura de 60 cm para uma de 80 cm, a alteração seria necessária não só no desenho da porta, mas nas paredes em torno.

Utilizando BIM, a porta não seria representada com um simples desenho, mas com um modelo 3D, que facilita sua representação em vistas de diferentes ângulos, conforme a

necessidade. Caso fosse preciso um ajuste em um modelo específico, bastaria alterar a família do elemento em questão – no caso, a porta – e a alteração seria replicada em todas as instâncias do projeto, atualizando automaticamente as vistas. Além disso, as tabelas de quantitativos podem ser geradas automaticamente à medida que o modelo é gerado, e cada alteração reflete não só nos modelos mas também nestas planilhas de dados.

3.1.2.3 Gestão de dados e normatização do BIM

As mudanças no processo de modelagem, entretanto, são apenas parte do que compõe a implementação do BIM. Quando estabelecido plenamente em uma organização, o BIM resulta em uma transformação profunda na gestão de dados, projetos e equipes. Em 2018, a Organização Internacional de Padronização (*International Organization for Standardization*, conhecida pela sigla ISO) publicou a norma ISO 19650, que traz uma série de recomendações visando padronizar a gestão de informação em um processo construtivo, reduzindo os custos e o tempo despendido em um obra. As diretrizes do documento podem ser aplicadas em todo o ciclo de vida de uma construção, incluindo planejamento estratégico, projeto inicial, documentação, operação diária, manutenção, reforma e até mesmo demolição (ISO, [s.d.]).

A ISO 19650 teve como algumas de suas bases as normas britânicas PAS 1192-2 (2013) e PAS 1192-3 (2014), que na ausência de uma norma internacional atuavam como referências para equipes de projeto que faziam uso do BIM (BIBLUS, 2022). A norma é dividida em cinco partes, lançadas em diferentes anos (BSI, [s.d.]):

- Parte 1 (2018): Conceitos e princípios
- Parte 2 (2018): Fase de entrega de ativos
- Parte 3 (2020): Fase operacional dos ativos
- Parte 4 (2022): Intercâmbio de informações
- Parte 5 (2020): Abordagem de segurança para o gerenciamento da informação

A parte 6, com o tema “Saúde e Segurança”, até junho de 2023 ainda está em desenvolvimento (ISO, [s.d.]). Além de estabelecer diretrizes que facilitam os processos entre os agentes BIM, a adoção da norma facilita a empresas brasileiras oportunidades de negócios internacionais (BIBLUS, 2022).

3.1.3 Implementação do BIM no Brasil

Diferentes estudos realizados a partir dos anos 2010 mostravam que a utilização plena do BIM por organizações brasileiras avançava alguns passos atrás de organizações semelhantes em outros países. Boa parte das empresas ainda se encontrava em uma transição de softwares em CAD para aqueles em BIM (BARISON; SANTOS, 2016). Esta mudança envolve não apenas a aquisição de novas licenças de programas, mas depende da formação dos profissionais para atuar com aquele software, além do ajuste de processos de desenvolvimento e da colaboração com outros agentes, incluindo equipes terceirizadas (PARAPINSKI, 2021).

A disseminação do uso de BIM como padrão no cenário de construção civil no Brasil é relativamente nova, com estudos demonstrando que a maior parte do treinamento em BIM é realizado após a formação do profissional em universidades – seja um processo desenvolvido pelo próprio profissional ou por intermédio da organização pelo qual trabalha – já que a abordagem do BIM em instituições acadêmicas ainda é escassa (BARISON; SANTOS, 2016). A maior parte destes treinamentos não apresentam BIM como algo que abrange todo o processo construtivo, mas apenas evidenciam o aspecto da operação de softwares.

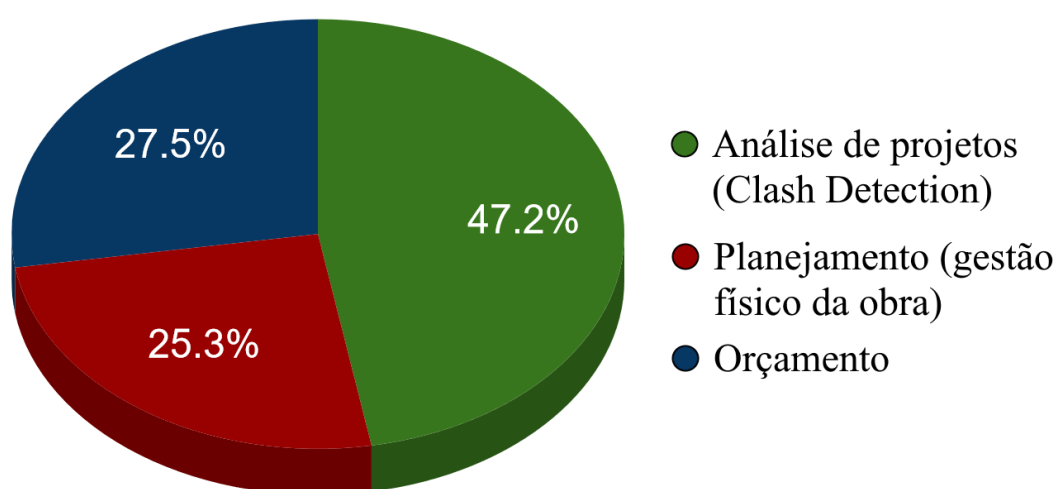
Na prática o mercado da AEC vem adotando na imensa maioria dos projetos, ferramentas BIM – e não os processos BIM – apenas para a geração de projetos executivos e detalhamento. [...] É descartado todo o ganho que se poderia obter se todos os agentes do processo estivessem envolvidos em um grande esforço de desenvolvimento de produtos utilizando as técnicas e métodos do Projeto Simultâneo que em síntese é pensar o produto e seu processo construtivo simultaneamente com integração dos projetistas, da cadeia produtiva e dos engenheiros e mestres de obra experientes. (MANZIONE; MELHADO; NÓBREGA JÚNIOR, 2021).

Em 2018, foi lançado pelo Governo Federal do Brasil a “Estratégia BIM BR”, documento elaborado pela colaboração de diversas entidades públicas e privadas com o objetivo de estabelecer bases para adoção ampla do BIM no mercado brasileiro de construção e infraestrutura. O documento aponta que apenas 9.2% das empresas nacionais já haviam implantado o BIM na sua rotina de trabalho em março de 2018, com base em pesquisas da Fundação Getúlio Vargas. A publicação enumera diversos indicadores e metas para difundir o uso do BIM, o que geraria um aumento de produtividade, reduziria custos e elevaria o PIB da construção civil no Brasil (BRASIL, 2018).

Em pesquisa realizada em setembro de 2018, o Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (FGV IBRE) levantou informações sobre o uso do BIM por

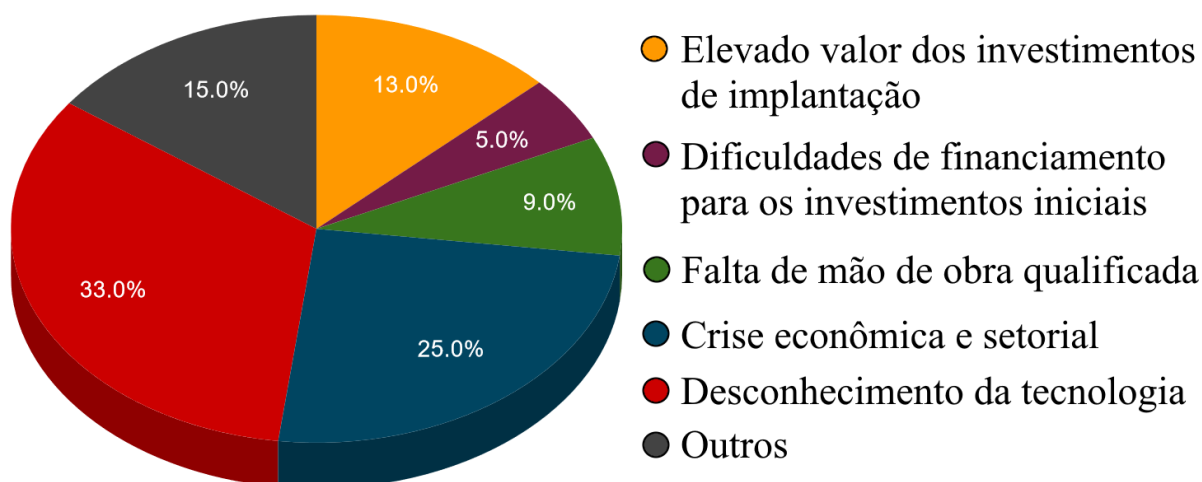
empresas no ramo da construção, incluindo edifícios residenciais e não-residenciais, obras viárias e de infraestrutura, entre outros. Os dados indicam que o uso de BIM é mais comum para edificações residenciais, além de concentrar-se na fase inicial de análise de projetos, com menos empresas utilizando-o para gestão e planejamento de obras (CASTELO; MARCELLINI; VIANA, 2018). A Figura 01 indica esta predominância do uso do BIM nas etapas de modelagem, enquanto a Figura 02 apresenta as principais razões apontadas para a não utilização do BIM.

Figura 01 - Fases do empreendimento em que se concentra o uso do BIM



Fonte: Adaptado de CASTELO, MARCELLINI, VIANA (2018).

Figura 02 - Principal motivo apontado pelas empresas que responderam não utilizar BIM



Fonte: Adaptado de CASTELO, MARCELLINI, VIANA (2018).

3.1.4 As dimensões do BIM: Modelagem “nD”

Quando se trata de incorporação de informações parametrizadas em modelos tridimensionais, tal como ocorre no BIM, é comum que definam-se “dimensões” adicionais relacionadas ao desenvolvimento de um projeto de construção. Enquanto a modelagem 3D pressupõe o aumento de uma dimensão no sentido físico – em comparação com a modelagem 2D, como ocorre em CAD – o conceito de modelagens “4D”, “5D” em diante referem-se à vinculação de diferentes tipos de dados ao projeto construtivo, gerando um modelo de informação multidisciplinar (GARIBALDI, 2018). Desta forma, “modelagem nD” é adotado como um termo geral para modelos que vão além da representação visual e abrangem informações de projeto necessárias para cada etapa do ciclo de vida de uma construção (LEE et al., 2005 apud SUCCAR, 2009).

À medida que tipos específicos de informação são incluídos no modelo, são definidas diferentes “dimensões” que fazem referência a aspectos técnicos como custos, tempo, sustentabilidade, entre outros. Sete destas dimensões têm definições amplamente aceitas, embora existam propostas de outras mais (GARIBALDI, 2018). No Quadro 01, são apresentados estes conceitos.

Quadro 01 – “Dimensões” do BIM e suas definições

3D: Modelagem tridimensional	A renderização tridimensional do modelo aprimora o nível de detalhe de um projeto e permite que certas verificações sejam adiantadas, facilitando a identificação de incompatibilidades.
4D: Planejamento	Introduz no processo o gerenciamento dos tempos do projeto, com o planejamento das atividades. Traz como principais benefícios a possibilidade de visualizar o andamento das atividades ao longo do ciclo de vida do projeto e evitar atrasos e reavaliações contínuas.
5D: Orçamento	Estimativa e análise de custos. Fornece maior precisão e previsibilidade ao avaliar custos de projeto, variações nos quantitativos, comparativos entre despesas esperadas e reais, etc.
6D: Sustentabilidade	O desenvolvimento sustentável de uma edificação pressupõe uma abordagem sobre as áreas: ambiental, relacionada à manutenção de recursos naturais e eficiência energética; econômica, concebida como a capacidade de criar rendimento e emprego; e social, com uma gestão mais consciente e planejada.
7D: Gerenciamento dos ativos	Manutenção e gerenciamento do edifício ao longo de seu ciclo de vida, incluindo possíveis reformas e demolições. Inclui práticas que facilitem e otimizem a substituição ou alteração de elementos do projeto, caso necessário.

Fonte: Adaptado de BIBLUS (2018).

3.1.5 Avaliação BIM de uma organização em etapas por Succar

A avaliação do desempenho BIM em uma organização pode servir a diversas finalidades. Para empresas que estão iniciando sua trajetória no BIM, permite que sejam destacados elementos no seu processo de desenvolvimento que podem ser aprimorados. Já no caso de organizações que contam com toda sua gestão de projetos estabelecida em BIM, a avaliação de outras empresas auxilia a identificar possíveis parcerias com organizações de nível semelhante quanto à performance BIM. Para empresas com uma gestão BIM bem estruturada, trabalhar com equipes que não apresentem o mesmo desempenho pode tornar os processos mais lentos e onerosos (MANZIONE; MELHADO; NÓBREGA JÚNIOR, 2021).

Além disso, ao serem avaliadas por consultores especializados em BIM, as organizações buscam obter certificados de desempenho de acordo com padrões internacionais, a fim de destacarem-se no mercado (SUCCAR, 2010).

Na mesma medida em que o BIM traz novas possibilidades e permite que um projeto seja desenvolvido de forma mais dinâmica e eficiente, a implementação do BIM exige uma mudança de cultura organizacional que envolve diferentes fatores. Neste contexto, Succar (2009) desenvolveu uma metodologia para discretizar a natureza ampla do BIM e introduzir uma ferramenta que auxilie organizações e equipes a avaliar o seu desempenho em BIM e aprimorá-lo.

Para realizar esta avaliação, é utilizada a Matriz de Maturidade em BIM, definida como uma ferramenta para auto-avaliação organizacional com baixo nível de detalhe (SUCCAR, 2016). Esta ferramenta envolve os seguintes conceitos:

- Capacidade BIM (*BIM Capability*): habilidades mínimas de uma organização ou equipe para entregar resultados mensuráveis (SUCCAR, 2016).
- Maturidade BIM (*BIM Maturity*): Melhorias graduais e contínuas em qualidade, repetibilidade e previsibilidade dentro da Capacidade BIM disponível (SUCCAR, 2016).
- Competências BIM (*BIM Competencies*): Etapas de implementação, compõem o processo de transição entre diferentes níveis (SUCCAR, 2010).

- Escalas Organizacionais (*Organisational Scales*): Níveis hierárquicos do ecossistema BIM, auxiliam a avaliar o desempenho de uma organização em BIM de forma mais precisa (SUCCAR, 2010).

A seguir, serão descritos com maior amplitude estes elementos e como eles se relacionam para descrever o desempenho de uma organização com o BIM.

3.2 COMPETÊNCIAS EM BIM

Podem ser caracterizadas como habilidades, procedimentos e processos que permitam avaliar a capacidade e a maturidade de uma organização. O desenvolvimento pleno dessas competências permite que uma organização amplie o escopo de produtos finais que pode oferecer com base no BIM e a sua qualidade.

Uma competência em BIM também pode ser definida como a habilidade de um agente para satisfazer um requisito do BIM ou gerar um entregável em BIM (SUCCAR, 2010). Estas competências podem então ser agrupadas em conjuntos, separados para fins de implementação do BIM e sua posterior avaliação na matriz de maturidade. O Quadro 02 apresenta os principais grupos de competências.

Quadro 02 – Principais Conjuntos de Competências

Conjunto	Competência	Descrição
Competências em Tecnologia	Software	Envolve as aplicações utilizadas ao longo do desenvolvimento do projeto (especialmente relacionadas à modelagem da construção), o uso e armazenamento de dados e o conjunto de entregáveis.
	Hardware	Inclui as máquinas e equipamentos utilizados, suas especificações técnicas e a prioridade que a organização dá à sua manutenção e bom funcionamento.
	Rede	Soluções de rede para comunicação, armazenamento e compartilhamento de dados. Abrange a infraestrutura da rede e as soluções de segurança e controle de acesso.
Competências em Processos	Recursos	Infraestrutura física e de conhecimento. Abrange a influência do ambiente de trabalho na produtividade, satisfação e motivação do pessoal. Valorização do conhecimento em BIM como um ativo da organização.
	Atividades e Fluxo de Trabalho	Definição dos processos dentro da organização, incluindo as funções desempenhadas, a estrutura das equipes, a cooperação interna e a consistência da produtividade.
	Produtos e Serviços	Consistência e qualidade nas entregas dos produtos; incluindo níveis de detalhe nos modelos, especificações e organização das pranchas, independente do projetista.
	Liderança e Gerenciamento	Perspectiva dos líderes e gerentes sobre a implementação do BIM e as mudanças que traz sobre os planos de ações e estratégias da empresa. Inclui atributos de inovação, comunicação e renovação.
Competências em Políticas	Preparatória	Disponibilidade de programas de treinamento educacional para a equipe responsável e a integração deste treinamento com as metas de desempenho.
	Regulatória	Conjunto de diretrizes, protocolos e valores de referência que irão guiar os padrões de modelagem dos projetos em BIM. Esta regulamentação deve abranger não somente as representações visuais do projeto, mas também a quantificação e especificações do modelo, além do treinamento e do fluxo de trabalho.
	Contratual	Responsabilidades em relação à gestão de informação, recompensas e alocação de riscos.

Fonte: Adaptado de Succar (2016).

3.3 ESCALAS ORGANIZACIONAIS

O ecossistema BIM pode ser dividido em diferentes escalas hierárquicas a fim de tornar a avaliação mais precisa. Desde a perspectiva do setor de construção como um mercado amplo até as equipes de projeto e seus membros, esta classificação auxilia a delimitar as diferentes particularidades de cada elemento desta escala.

A hierarquia de escalas organizacionais pode ser definida com alto ou baixo nível de detalhe. Cada uma delas pode ser subdividida em diferentes áreas de abrangência (ou “granularidade”), como mostrado no Quadro 03.

Quadro 03 – Hierarquia Organizacional

Baixo nível de detalhe		Alto nível de detalhe
Escala	Área de abrangência	Áreas de abrangência
Macro	Mercados	Mercado
		Mercado definido
		Submercado
	Indústrias	Indústria
		Setor
		Disciplina
		Especialidade
Meso	Equipes de projeto	Equipe de Projeto
Micro	Organizações	Organização
		Unidade Organizacional
		Equipe Organizacional
		Membro Organizacional

Fonte: Adaptado de Succar (2010).

Na definição de Succar (2010), a escala Macro inclui o conceito de mercados e indústrias. Neste contexto, “mercado” é a camada mais ampla da hierarquia organizacional e inclui temas além da engenharia ou construção. Acordos de livre comércio, como o Mercosul,

estão incluídos nesta definição (SUCCAR, 2010). “Indústrias”, nesta definição, são áreas específicas dentro dos mercados que tratam de um tema particular. A indústria de AEC é uma delas.

A escala Meso abrange equipes de projeto, formadas por agrupamentos temporários de organizações para o desenvolvimento de um projeto. A escala micro abrange as próprias organizações e seus elementos: unidades organizacionais (divisões e departamentos), equipes organizacionais (grupo de indivíduos designados para uma determinada atividade) e membros organizacionais (profissionais da organização, que podem fazer parte de múltiplas equipes). (SUCCAR, 2010).

Para o nível de análise abordado neste trabalho, a hierarquia organizacional com baixo nível de detalhe contém elementos suficientes para realizar avaliações sucintas e apresentar resultados relevantes. Seus elementos são caracterizados no Quadro 04 a seguir.

Quadro 04 – Descrição das Escalas Organizacionais com baixo nível de detalhe

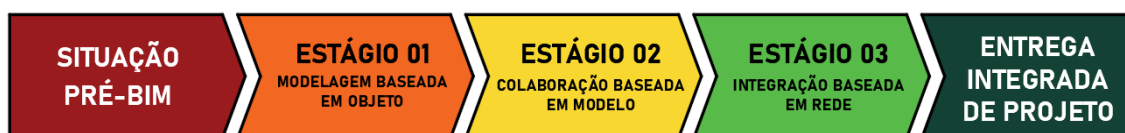
Escala	Áreas de abrangência	Definição
Macro	Mercados	São agrupamentos de atividade comercial onde bens e serviços são comercializados. Mercados podem ser ainda subdivididos segundo acordos locais ou regionais.
	Indústrias	São a ação organizada de fabricar bens e serviços para comercialização. O conceito de indústria interpola-se com o de mercados; podem estar baseados em serviços, produtos ou projetos. A indústria de AEC é baseada principalmente em projetos.
Meso	Equipes de Projeto	Para alcançar determinados objetivos durante o desenvolvimento de um projeto, agrupamentos temporários de organizações são definidos. Ocorre quando certas disciplinas de um projeto são terceirizadas, por exemplo.
Micro	Organizações	Uma organização pode ser descrita como um arranjo social para buscar objetivos coletivos, de forma separada do ambiente no qual está inserida. Esta escala também inclui as unidades, equipes e membros organizacionais.

Fonte: Adaptado de Succar (2010).

3.4 ESTÁGIOS DE CAPACIDADE EM BIM

Para que organizações possam avaliar a sua gestão e de outras no mercado, é necessária uma definição que sirva como referência para descrever o processo de implementação do BIM. Neste contexto, Succar (2009) desenvolveu uma divisão da capacidade BIM em diferentes estágios, delimitando um ponto de partida fixo chamado de “Pré-BIM”, que indica o ponto em que a indústria se encontra antes da implementação de processos em BIM. Após, seguem-se três estágios de forma gradual e consecutiva, cada um deles representando uma mudança considerável no processo de desenvolvimento de um projeto. Também é definida a Entrega Integrada de Projeto (no original em inglês, *IPD - Integrated Project Delivery*), um termo que identificaria o objetivo geral do BIM à longo prazo. Este termo é definido de forma mais vaga, a fim de deixar um espaço para futuras inovações tecnológicas neste campo. A Figura 03 exibe visualmente a sucessão progressiva de estágios de capacidade.

Figura 03 – Estágios de Capacidade em BIM conforme Succar (2009)



Fonte: Adaptado de Succar (2009)

3.4.1 Situação Pré-BIM

Em uma sinopse do estado da indústria de construção antes do BIM, a maior parte dos projetos de AEC são desenvolvidos tendo como documentação gerada desenhos em duas dimensões para representar espaços tridimensionais. Ainda que visualizações 3D sejam elaboradas, geralmente têm como base um desenho 2D, limitando as representações do projeto a vistas menos detalhadas e de difícil alteração (SUCCAR, 2009).

Os dados quantitativos e orçamentários – além de outras especificidades sobre os elementos utilizados – são elaborados sem relação direta com a representação visual do projeto. Em outras palavras, são desenvolvidos de forma isolada, e cada alteração necessária

precisa ser revisada separadamente no modelo de desenho e também na documentação, abrindo margem para possíveis erros.

A colaboração entre os diferentes agentes do processo é mínima, e cada etapa do desenvolvimento do projeto segue uma ordem linear e não-integrada. A compatibilização entre as disciplinas é realizada após a modelagem completa de cada um deles. Como as representações geralmente são desenhos 2D, o processo de identificar incompatibilidades é mais trabalhoso.

3.4.2 Estágio 01: Modelagem baseada em objeto

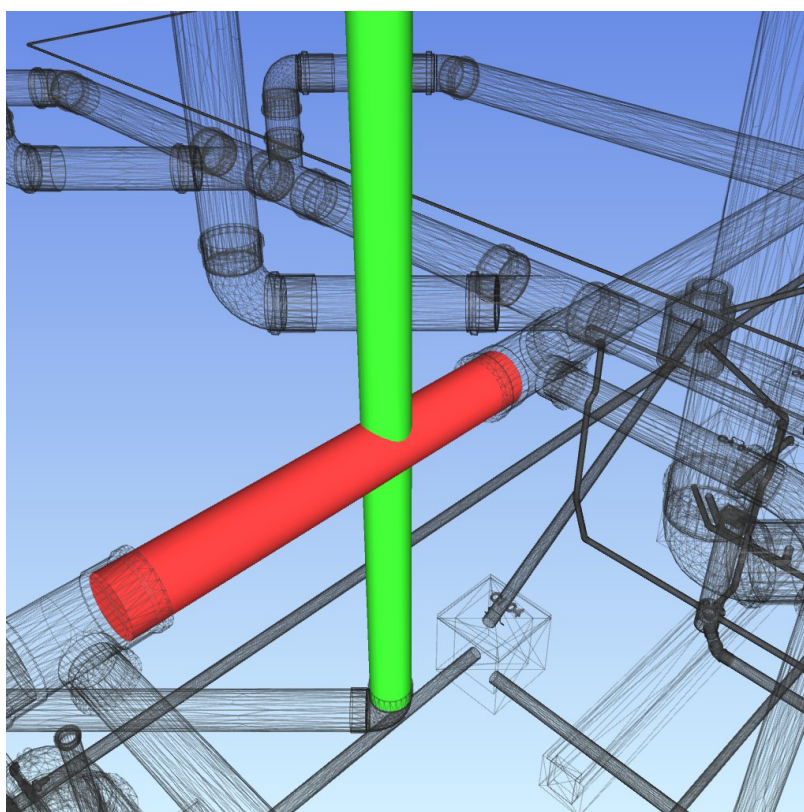
Neste estágio, ocorre a implantação do software de modelagem com suporte a BIM mais apropriado para o tipo de serviço oferecido para a empresa. Em casos de construção de edifícios, alguns dos softwares mais frequentemente utilizados são Autodesk Revit, Archicad e SketchUp. Estes programas possuem ferramentas apropriadas para dimensionamento e detalhamento de projetos arquitetônicos, estruturais e complementares, além de possibilitar a compilação de dados quantitativos e orçamentários ao mesmo tempo que o modelo é desenvolvido. A modelagem tridimensional viabiliza que diferentes vistas, plantas e cortes sejam moldados de formas mais ágil e dinâmica.

Para construções de obras-de-arte – como pontes, viadutos e barragens – são utilizadas ferramentas como o Autodesk Civil 3D, mais adaptadas para trabalhar com os elementos necessários em uma obra deste porte, que apresentam maior influência de fatores como topografia do terreno e redes de transportes.

A modelagem em BIM nesta etapa visa o desenvolvimento de representações tridimensionais da construção que serão utilizadas para gerar e coordenar vistas 2D e 3D que servirão como base para as pranchas de apresentação do projeto (SUCCAR, 2009). Além disso, podem ser exportadas informações básicas como tabelas de esquadrias, volume de concreto utilizado, custos de formas e escoramentos, etc. Também é possível gerar modelos 3D simplificados na forma de arquivos IFC, que apresentam o molde tridimensional da edificação mas sem as informações parametrizadas, resultando em um arquivo de tamanho reduzido e fácil compartilhamento.

Conforme descrito em tópicos anteriores, esta modelagem 3D possibilita não apenas uma maior agilidade na representação visual mas também a inclusão de informações parametrizadas como propriedades dos modelos. À medida em que os elementos são alocados no projeto, é possível analisar e simular o seu comportamento por meio de análises luminotécnicas, estruturais, energéticas, etc. (NÓBREGA, 2019). Por esta razão, este primeiro estágio de capacidade em BIM gera resultados notáveis em relação a processos tradicionais, permitindo que estas análises sejam realizadas de forma mais precisa e em menor tempo. Desta forma, os responsáveis pelo projeto poderão explorar diferentes possibilidades nas soluções utilizadas, com menos impacto nos cronogramas e nos custos. A Figura 04 mostra a identificação de um *clash* (conflito de modelos) em um projeto hidrossanitário no software Navisworks.

Figura 04 – Representação visual de incompatibilidades em Navisworks



Fonte: Autoral

Ao longo da implementação deste estágio, as competências em tecnologia ganham maior destaque. A disponibilidade de uma ferramenta BIM possibilita a alteração do fluxo de trabalho: o que era baseado em desenhos bidimensionais passa a ser baseado em modelos parametrizados de objetos (SUCCAR, 2010).

3.4.3 Estágio 02: Colaboração baseada em modelo

A partir da modelagem de diferentes disciplinas no estágio anterior, neste próximo ocorre a compatibilização dos modelos através de um projeto colaborativo multidisciplinar. Os projetistas interagem com outros agentes do BIM através do intercâmbio de modelos. Isto propicia a troca de informações já durante o desenvolvimento de cada disciplina.

Esse intercâmbio de informações pode ser realizado independentemente do software BIM utilizado, com resultados variados de acordo com a necessidade. Através de diferentes arquivos .rvt, os responsáveis pelos projetos arquitetônico e hidrossanitário podem utilizar vínculos de modelos para visualizar a disposição de tubulações e acessórios hidráulicos em um espaço 3D. Incompatibilidades e dificuldades de execução podem ser encontradas já na fase de concepção do modelo – enquanto em um processo tradicional, estes problemas seriam identificados apenas durante a entrega de um anteprojeto ou em fases futuras.

Caso o projeto estrutural seja concebido em um programa diferente do projeto arquitetônico (algo relativamente comum), ainda assim o modelo 3D pode ser compartilhado através de um arquivo de formato IFC. Os modelos parametrizados serão úteis não apenas para projetistas de diferentes disciplinas, mas também para os responsáveis por gerar os cronogramas de obras e as planilhas quantitativas e orçamentárias.

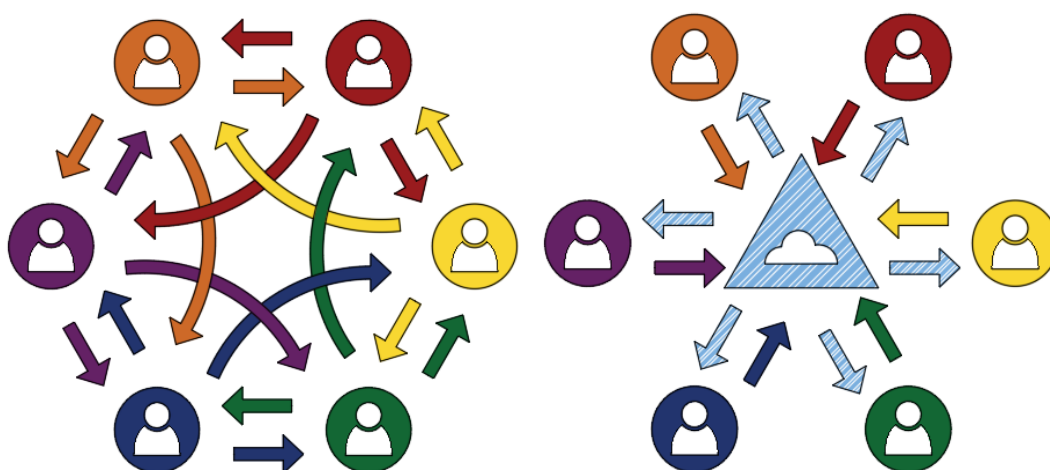
Esta etapa exige maior proficiência das competências em processos (SUCCAR, 2010). O primeiro estágio apresenta diversos recursos que as ferramentas em BIM oferecem, mas o quão bem estes recursos serão aproveitados neste segundo estágio depende da forma com que as equipes são dirigidas e como cooperam entre si. Alocar os projetistas para as áreas onde apresentam melhor desempenho; acompanhar o desenvolvimento de cada disciplina; coordenar a interação entre agentes internos e externos à organização; todas estas habilidades são de grande importância para maximizar os efeitos positivos que a implementação do BIM pode trazer.

3.4.4 Estágio 03: Integração baseada em rede

A partir deste estágio, a cooperação entre os diferentes agentes do BIM é realizada através do compartilhamento e desenvolvimento de modelos que são criados e mantidos de forma colaborativa. Os modelos interdisciplinares gerados possibilitam análises mais complexas em estágios iniciais do projeto, permitindo ir além de informações básicas sobre o objeto modelado e incluir funções estratégicas, como aplicação de modelos de negócios, políticas de construções sustentáveis e selos verdes, análise de construção enxuta e ciclo de vida do edifício, entre outros (SUCCAR, 2009).

Arquivos de modelos podem ser organizados em servidores ou em armazenamento em nuvem, possibilitando que todos os projetistas envolvidos tenham acesso em tempo real a alterações nas modelagem de cada disciplina. Sem a necessidade do envio constante de arquivos e documentos, o desenvolvimento do projeto é mais rápido e abre menos brechas para incongruências entre disciplinas. A Figura 05 ilustra como a troca de informações através de um armazenamento em nuvem reduz a possibilidade de ruídos na comunicação e incompatibilidades no projeto.

Figura 05 – Comparativo entre o fluxo de informações tradicional e com colaboração por nuvem



Fonte: Autoral

As competências em políticas, contratos e regulamentação têm maior relevância neste estágio. (SUCCAR, 2010). É essencial que estejam bem definidas as diretrizes que irão guiar o desenvolvimento do projeto quando estão envolvidos diferentes agentes, incluindo profissionais terceirizados, empresas parceiras, entre outros.

3.4.5 Entrega Integrada de Projeto (IPD)

Neste contexto, o conceito de Entrega Integrada de Projeto surge como a representação do que seria objetivo final da aplicação de processos BIM a longo prazo. É uma concepção que sintetiza os resultados almejados pelos estágios anteriores: a integração entre diferentes agentes do processo construtivo em um processo que aproveita de forma colaborativa as ideias e talentos de todos os participantes, tendo por finalidade otimizar os resultados do projeto, agregar valor ao proprietário, reduzir o desperdício e maximizar a eficiência em todas as fases de projeto. Buscando uma cooperação eficaz entre os proprietários, projetistas e construtores; a IPD envolve todas as etapas desde a concepção inicial à entrega do projeto (AIA, 2007).

Na classificação por estágios elaborada por Succar (2009), o significado de IPD e sua indicação como “objetivo” da implementação de processos BIM apresenta uma definição propositalmente vaga. A razão disto é manter aberto o espaço para a futura inclusão de inovações tecnológicas que venham a somar neste processo; além de abranger outras definições semelhantes. Ilal (2007) define que Soluções Integradas de Projeto (*Integrated Design Solutions*, no original) são aprimoramentos nos processos de coordenação, colaboração, comunicação e tomada de decisões durante o desenvolvimento de um projeto. Isto seria um fator resultante da integração de informações e gerenciamento de dados a fim de elevar o valor agregado em todo o ciclo de vida da construção.

3.5 MATURIDADE EM BIM

Wegelius-Lehtonen (2001) afirma que cada projeto na indústria de construção apresenta ao mesmo tempo duas características: singularidade e similaridade. Singularidade porque cada projeto pode ser considerado único, na perspectiva em que é pensado para um local específico, além de ser projetado e executado por diferentes profissionais. Mesmo em conjuntos habitacionais, onde diversas edificações semelhantes são erguidas, cada uma contará com diferentes particularidades ao longo de sua construção; sejam problemas com a resistência do solo, a altura do lençol freático, etc. Cada um destes problemas necessita de soluções específicas.

Por outro lado, projetos de AEC também apresentam similaridade considerando que são desenvolvidos com base em “visões de longa data de como os projetos devem ser conduzidos, estruturas organizacionais razoavelmente estáveis e conceitos educacionais com mudanças vagarosas” (SUCCAR, 2010). A partir deste conceito, Succar (2010) aplica as noções de Capacidade em BIM e Maturidade em BIM em duas características: flexibilidade e uniformidade.

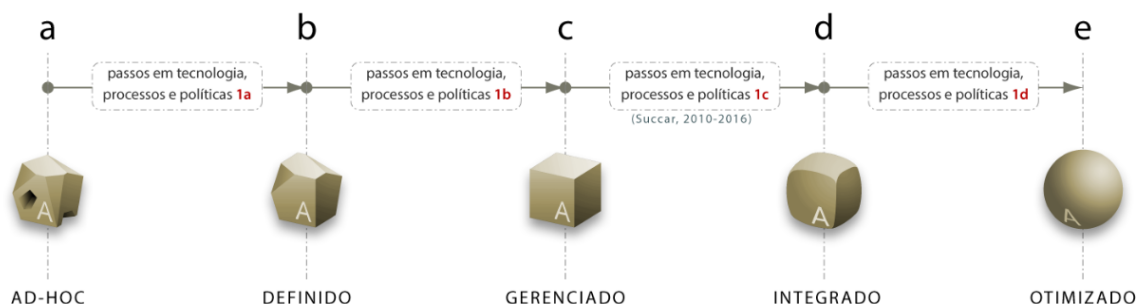
- Flexibilidade: Avaliações de capacidade e maturidade em BIM podem ser aplicadas independentemente do tamanho da organização, do tipo de projeto e da configuração da equipe responsável.
- Uniformidade: Avaliações de capacidade e maturidade em BIM podem ser baseadas em um conjunto de subdivisões organizacionais. Os resultados de avaliação relativos a uma unidade organizacional ou uma equipe de projeto podem ser comparados à outra organização de mesma escala.

3.5.1 Índice de Maturidade em BIM

A definição de estágios de capacidade em BIM delimita margens que auxiliam a identificar o que uma organização é capaz de fazer com BIM em determinado momento. Para definir a qualidade com que esta organização consegue operar o BIM, podem ser listados níveis que irão sinalizar o desenvolvimento de processos, tecnologias e políticas de projeto em cada estágio.

Com a finalidade de distinguir estes níveis, Succar (2010) define um grupo de cinco níveis de maturidade dispostos em um Índice de Maturidade BIM (*BIM Maturity Index*, ou *BIMMI*). Esta divisão é baseada no Modelo de Maturidade da Capacidade (no inglês, *Capability Maturity Model*). Este modelo foi desenvolvido pelo órgão do governo estadunidense *Software Engineering Institute* (SEI), segundo o qual consiste em cinco níveis de maturidade que estabelecem bases para melhorar competências individuais e desenvolver equipes eficazes (SEI, 2001) A Figura 06 ilustra a segmentação deste índice.

Figura 06 – Índice de Maturidade em BIM (BIMMI)



Fonte: Succar (2016).

Esta divisão por níveis de maturidade já foi utilizada como modelo para métodos de estudo em diferentes indústrias, e embora haja críticas sobre a abrangência da sua análise, a sua aplicação pode auxiliar a visualizar como os processos atuais podem ser aprimorados (SUCCAR, 2010). Portanto, este índice deve ser visto como uma base para compreender como uma organização utiliza BIM e como ela poderia aproveitar seus recursos de forma mais eficiente.

Um índice de maturidade aplicado à indústria da construção sob a ótica do BIM pode auxiliar as organizações a avaliarem diversas métricas em diferentes escalas organizacionais.

A disponibilidade de um índice de maturidade específico para o BIM irá auxiliar indivíduos, organizações e entidades industriais a: (a) justificar investimento no desenvolvimento de competências em BIM e melhorias de produtividade; (b) avaliar sua performance [...] em BIM; e (c) potencialmente ganhar reconhecimento no mercado pela sua qualidade de produtos e serviços em BIM. (SUCCAR, 2010, tradução do autor).

Estes níveis podem ser aplicados tanto para a organização como um todo, quanto para características específicas do processo de implantação e utilização do BIM. Os cinco níveis são definidos da seguinte forma:

a) Nível A - Inicial ou *Ad-Hoc*

Etapa em que a implantação do BIM ainda é incipiente. Processos, políticas e funções ainda seguem modelos pré-BIM. A utilização de novas ferramentas não é aproveitada ao máximo pela ausência de padrões de modelagem, treinamento preparatório e documentação dos processos. A qualidade do produto final varia conforme lampejos da equipe. O BIM é visto apenas como um novo conjunto de softwares. Quando uma empresa adquire licenças de programas e passa a utilizá-los sem alterações em sua gestão, ela se encontra neste nível.

b) Nível B - Definido

Funções e processos estão bem definidos e normatizados, ainda que informalmente. Diretrizes e guias de treinamento orientam o desenvolvimento de projetos de acordo com a necessidade. A produtividade das equipes aumenta conforme o fluxo de trabalho é mais organizado. O BIM é visto com uma mudança de processos efetivada pela tecnologia. A empresa realiza alterações em sua gestão que possibilitem o desenvolvimento dos projetos em BIM de forma organizada.

c) Nível C - Gerenciado

Os processos que antes eram apenas definidos informalmente passam a ser documentados e regulados, aumentando a eficiência e a produtividade. Os objetivos e metas passam a ser atingidos de forma mais consistente. A representação dos modelos é gerida por planos de qualidade e padrões de modelagem detalhados, e a inovação passa a ser um valor a ser buscado como diferencial. A visão para a implementação do BIM é comunicada e entendida pela maioria dos colaboradores, fazendo parte dos planos de ação da organização. As equipes trocam informações e modelos interna e externamente através de armazenamentos em nuvem.

d) Nível D - Integrado

As soluções aplicadas à tecnologia, processos e políticas seguem os objetivos estratégicos da empresa e estão integradas com os programas financeiros, planos de negócios e metas de desempenho. Os processos em BIM se tornam parte da cultura da empresa e as equipes são formadas com base nisso. A produtividade é consistente e previsível. Os projetos multidisciplinares com participação de diferentes equipes passam a ser desenvolvidos simultaneamente em computadores de alta performance (servidores).

e) Nível E - Otimizado

Os processos e soluções são continuamente avaliados e revisados a fim de otimizar as práticas e manter os produtos a par de novas tecnologias. Ciclos de retroalimentação promovem melhorias contínuas. Com a utilização plena e dinâmica do BIM, a organização pode ser reconhecida como padrão de referência no mercado. Frequentemente, organizações que se encontram neste nível de maturidade buscam parcerias com outras empresas do mesmo nível, a fim de maximizar sua produtividade.

3.5.2 Matriz de Maturidade em BIM

De acordo com o modelo desenvolvido por Succar (2010), uma Matriz de Maturidade BIM – também referenciada pela sigla BIM³, do inglês *BIM Maturity Matrix* – é uma ferramenta que incorpora outros componentes da estrutura de análise do BIM com o intuito de avaliar a performance e o desenvolvimento em BIM de uma determinada organização. Utilizando os conceitos de Competências em BIM, Capacidade em BIM e Hierarquia Organizacional, esta matriz dispõe de indicadores de desempenho para identificar êxitos e falhas na implementação do BIM, possibilitando a alocação de investimentos financeiros e organização do processo para melhorar o desempenho (RODRIGUES, 2018).

Para que esta matriz apresente uma alta aplicabilidade na indústria de AEC, alguns princípios devem ser considerados para que ela possa servir como ferramenta de avaliação independente do tamanho da organização ou das fases de projeto envolvidas. Os princípios mais relevantes são listados no Quadro 05.

Quadro 05 – Características da Matriz de Maturidade para aplicação em diversos cenários

Específica	A matriz é composta de elementos BIM correlacionados, entre estágios de capacidade, escalas organizacionais e níveis de maturidade. Os componentes são bem definidos e se complementam entre si, e servem propósitos específicos na avaliação.
Acessível	Todos os estágios de capacidade e níveis de maturidade são alcançáveis através de ações definidas. Isto é, devem haver meios concretos de se alcançar estes níveis.
Aplicável	A matriz de maturidade deve apresentar aplicabilidade nas diferentes fases do ciclo de vida de um projeto.
Flexível	Avaliações de capacidade e maturidade podem ser realizadas em diferentes escalas organizacionais.
Gradual	A matriz encoraja a progressão suave a níveis sequencialmente mais altos de capacidade e maturidade.
Cumulativa	Os principais componentes da matriz são os estágios de capacidade e níveis de maturidade. Em ambos, para se alcançar um determinado nível é preciso cumprir os requisitos do nível anterior.
Atual	A matriz é elaborada em conformidade com tecnologias atuais e emergentes. O seu formato e termos utilizados foram selecionados de forma a minimizar a necessidade de mudanças frequentes na sua estrutura.
Informativa	A matriz deve prover feedback para melhorias e orientações para os próximos passos.
Mensurável	Avaliações de maturidade levam em consideração estágios de capacidade e escalas organizacionais, permitindo comparações de acordo com a escala analisada.
Granular	Avaliações de maturidade podem ser aplicadas em diferentes níveis de granularidade.
Neutra	A aplicação da matriz de maturidade deve ser impessoal e independente da posição do avaliador.
Relevante	A matriz e seus conceitos relacionados devem ser relevantes tanto para a indústria quanto para estudos acadêmicos. Isso serve para encorajar sua adoção como método de avaliação e seu constante desenvolvimento.

Fonte: Adaptado de Succar (2010).

3.5.2.1 Níveis de Granularidade

A profundidade de análise irá depender do que é definido por Succar (2010) como nível de granularidade (*Granularity Level*, no original). Quanto mais elevado o nível de granularidade, mais detalhada será a avaliação das competências da organização. O Quadro 06 descreve os diferentes níveis de granularidade e em quais escalas podem ser aplicados.

Quadro 06 – Níveis de granularidade em avaliações BIM segundo Succar

Nível	Título	Descrição	Escala Org. Aplicável	Tipo de avaliação
01	Descoberta	Avaliação com baixo nível de detalhe, usada para definição básica da Capacidade e Maturidade BIM. Avaliação com pontuação numérica básica.	Todas	Auto-avaliação
02	Avaliação	Avaliação mais detalhada da Capacidade e Maturidade BIM. Pontuação numérica possui mais critérios.	Todas	Auto-avaliação e avaliação por pares
03	Certificação	Detalhada avaliação de áreas de competência em diferentes disciplinas, mercados e setores.	Meso e Micro	Consultor Externo
04	Auditoria	Além das competências avaliadas no nível anterior, inclui áreas específicas de uma disciplina ou mercado.	Meso e Micro	Auto-avaliação, avaliação por pares e consultor externo

Fonte: Adaptado de Succar (2010)

Para o presente trabalho, será utilizado o nível granularidade 01, “Descoberta Organizacional”. Este nível de análise pode ser aplicado em todas as escalas organizacionais e é o único que pode ser realizado plenamente como uma auto-avaliação, sem o auxílio de consultores externos. Entretanto, caso não haja assessoria por consultores, a escala organizacional macro não deve ser considerada para análise (SUCCAR, 2016). A escala macro apresenta conceitos amplos, que vão além da indústria de AEC - analisá-los em uma avaliação com baixo nível de granularidade não é recomendado.

3.5.2.2 Estrutura da Matriz

A matriz é composta por dois eixos: o eixo vertical inclui os conceitos de Conjuntos de Competências (dividido em 10 áreas-chave), Estágios de Capacidade (divididos em 3 estágios) e Escalas Organizacionais (dividida em 3 escalas), conforme a Figura 07. O eixo horizontal segue o índice de maturidade, com os cinco níveis dispostos lado a lado.

Figura 07 – Visualização gráfica dos elementos utilizados na matriz

ÁREAS-CHAVE DE MATURIDADE			NÍVEL A INICIAL	NÍVEL B DEFINIDO	NÍVEL C GERENCIADO	NÍVEL D INTEGRADO	NÍVEL E OTIMIZADO
COMPETÊNCIAS EM BIM	TECNOLOGIA	SOFTWARE					
		HARDWARE					
		REDES					
	PROCESSOS	RECURSOS					
		ATIVIDADE E FLUXO DE TRABALHO					
		PRODUTOS E SERVIÇOS					
		LIDERANÇA E GERENCIAMENTO					
	POLÍTICAS	PREPARATÓRIA					
		REGULATÓRIA					
		CONTRATUAL					
ESTÁGIOS DE CAPACIDADE	ESTÁGIO 01	MODELAGEM BASEADA EM OBJETO					
	ESTÁGIO 02	COLABORAÇÃO BASEADA EM MODELO					
	ESTÁGIO 03	INTEGRAÇÃO BASEADA EM REDE					
ESCALA	MICRO	ORGANIZAÇÕES					
	MESO	EQUIPES DE PROJETO					
	MACRO	MERCADOS					

Fonte: Adaptado de Succar (2016).

Para cada tópico do eixo vertical, deve-se selecionar o nível de maturidade para este tópico no qual a organização mais se adequa no momento da avaliação. Esta seleção é realizada de acordo com a descrição dos níveis em cada área, conforme descrito nos Quadros 07, 08, 09 e 10.

Quadro 07 – Níveis de Maturidade para competências em tecnologia

TECNOLOGIA					
ÁREAS-CHAVE DE MATURIDADE	NÍVEL A - INICIAL	NÍVEL B - DEFINIDO	NÍVEL C - GERENCIADO	NÍVEL D - INTEGRADO	NÍVEL E - OTIMIZADO
SOFTWARE	O uso de softwares não é monitorado e regulamentado. Os modelos 3D são utilizados principalmente para gerar representações precisas em 2D. O uso de dados, armazenamento e trocas não são definidas dentro das organizações ou das equipes de projeto. As trocas sofrem de uma grande falta de interoperabilidade.	O uso e a introdução de software é unificada dentro da organização ou das equipes de projeto. Os modelos 3D são produzidos para gerar entregáveis em 2D bem como em 3D. O uso de dados, armazenamento e trocas são bem definidos dentro da organização e das equipes de projeto. A interoperabilidade é definida e priorizada.	A seleção e o uso de softwares é gerenciada e controlada de acordo com o tipo de entregáveis definidos. Os modelos BIM são bases para as vistas 3D, representações 2D, quantificações, especificações e estudos analíticos. O uso de dados, armazenamento e as trocas são monitorados e controlados. O fluxo de dados é documentado e bem gerenciado. A interoperabilidade é obrigatória e monitorada de perto.	A seleção e a implantação de softwares seguem os objetivos estratégicos da empresa e não somente os requisitos operacionais. O processo de modelagem e seus entregáveis são bem sincronizados através dos projetos e firmemente integrados com os processos do negócio. O uso de dados interoperáveis, o armazenamento e as trocas são regulamentados e executados como parte global da organização ou como estratégia de uma equipe de projetos.	A seleção e o uso de ferramentas de software são continuamente revisitos para aumentar a produtividade e alinhar com os objetivos estratégicos. Os entregáveis do processo de modelagem BIM são otimizados e revisados ciclicamente para se beneficiarem de novas funcionalidades dos softwares e suas extensões disponíveis. Todos os assuntos relacionados ao armazenamento, uso e troca de dados interoperáveis são documentados, controlados, refletidos e proativamente reforçados.
HARDWARE	Os equipamentos para uso do BIM são inadequados; as especificações técnicas existentes são muito baixas para a organização. A troca ou atualização dos equipamentos são tratados como itens de custo e realizados apenas quando são inevitáveis.	As especificações dos equipamentos – apropriadas para a entrega de produtos e serviços em BIM - são definidas, orçadas e normalizadas em toda a organização. As atualizações e substituições de hardware são itens de custo bem definidos.	Existe uma estratégia estabelecida para documentar, gerenciar e manter o equipamento para uso do BIM. O investimento em hardware é bem orientado para melhorar a mobilidade do pessoal (quando necessário) e aumentar a produtividade do BIM.	As implantações de equipamentos são tratadas como viabilizadoras do BIM. O investimento em equipamento é integrado firmemente com os planos financeiros, as estratégias de negócios e com os objetivos de desempenho.	Os equipamentos existentes e as soluções inovadoras são continuamente testadas, atualizadas e implantadas. O hardware torna-se parte da vantagem competitiva da organização ou da equipe do projeto.
REDE	As soluções de rede são inexistentes ou provisórias. Indivíduos, organizações (único local / dispersos) e equipes de projeto usam qualquer que seja a ferramenta para se encontrar, comunicar e compartilhar dados. As partes interessadas não têm a infraestrutura de rede necessária para coletar, armazenar e compartilhar conhecimento.	As soluções para compartilhamento de informações e controle de acesso são identificadas dentro e entre organizações. No projeto, as partes identificam as suas necessidades de compartilhamento de dados/informações. As organizações e as equipes de são conectadas por meio de conexões de banda relativamente baixas.	As soluções de rede para a coleta, armazenamento e compartilhamento do conhecimento dentro e entre as organizações são geridas através de plataformas comuns. As ferramentas de gerenciamento de conteúdo e de ativos são implantadas para regular os dados através de conexões de banda larga.	As soluções de rede permitem múltiplas facetas do processo BIM para ser integrado através do compartilhamento em tempo real de dados, informações e conhecimento. As soluções incluem redes/portais de projeto específicos que permitem o intercâmbio de dados intensivos (troca interoperável) entre as partes interessadas.	As soluções de rede são continuamente avaliadas e substituídas pelas últimas inovações testadas. As redes facilitam a aquisição de conhecimento, armazenamento e compartilhamento entre todas as partes interessadas. A otimização dos canais de dados, processos e comunicações integradas é rígida.

Fonte: Adaptado de Succar (2016)

Quadro 08 – Níveis de Maturidade para competências em processos

ÁREAS-CHAVE DE MATURIDADE	NÍVEL A - INICIAL	NÍVEL B - DEFINIDO	NÍVEL C - GERENCIADO	NÍVEL D - INTEGRADO	NÍVEL E - OTIMIZADO
RECURSOS	O ambiente de trabalho não é reconhecido como fator de satisfação pessoal ou pode não ser favorável à produtividade. O conhecimento não é reconhecido como um ativo. O conhecimento em BIM é compartilhado informalmente entre pessoal (através de dicas, técnicas e lições aprendidas).	As ferramentas de trabalho, o ambiente e o local de trabalho são identificadas como fatores que afetam a motivação e a produtividade. O conhecimento é reconhecido como um ativo compartilhado, recolhido, documentado e assim transferido de fácil para explícito.	O ambiente de trabalho é controlado, modificado e seus critérios são gerenciados para aumentar a produtividade, a satisfação e a motivação do pessoal. O conhecimento é documentado e adequadamente armazenado.	Os fatores ambientais internos e externos são integrados em estratégias de desempenho. O conhecimento é integrado em sistemas organizacionais e acessível e facilmente recuperável.	Os fatores físicos no local de trabalho são revisados para garantir a satisfação pessoal e um ambiente propício à produtividade. As estruturas de conhecimento responsáveis pela aquisição, representação e divulgação são revistas e reforçadas sistematicamente.
ATIVIDADES E FLUXO DE TRABALHO	Ausência de processos definidos; as funções são ambíguas; as estruturas/dinâmicas das equipes são inconsistentes. O desempenho é imprevisível e a produtividade depende do heroísmo individual. Uma mentalidade de "dar voltas" ocorre na organização.	As funções são informalmente são definidas. Cada projeto BIM é planejado independentemente. A competência é identificada e o heroísmo se dilui conforme aumenta a competência, mas a produtividade é ainda imprevisível.	Aumenta a cooperação interna dentro da organização e são disponibilizadas ferramentas de comunicação para projetos transversais. O fluxo de informação é estabilizado; as funções em BIM são visíveis e os objetivos são atingidos de forma mais consistente.	As funções e os objetivos de competência fazem parte dos valores da organização. As equipes tradicionais são trocadas por equipes orientadas ao BIM na medida que os novos processos se tornam parte da cultura. A produtividade é consistente e previsível.	Os objetivos de competência são continuamente atualizados para corresponder com os avanços tecnológicos e alinhar com os objetivos organizacionais. As práticas em relação ao RH são revistas proativamente para garantir que o capital intelectual corresponda com as necessidades dos processos.
PRODUTOS E SERVIÇOS	As entregas de modelos 3D (um produto BIM) sofrem de muitos altos ou muito baixos e níveis inconsistentes de detalhe e desenvolvimento.	Existem diretrizes para a quebra dos modelos e nível de detalhes. Passa a existir preocupação em se manter a coerência comercial com a técnica.	Adoção de produtos e serviços de forma similar ao Modelo de progressão de especificações (ALA 2012) ou similares. A inovação passa a ser um valor a ser perseguido como diferencial.	Os produtos e serviços são especificados e diferenciados de acordo com o Modelo de progressão de especificações. A inovação é incorporada nas ações estratégicas e de marketing da organização.	Os produtos em BIM são constantemente avaliados e ciclos de retroalimentação promovem melhorias contínuas. A empresa passa a ser reconhecida como padrão de referência de mercado.
LIDERANÇA E GERENCIAMENTO	Líderes sêniores e gerentes tem visões variadas a respeito do BIM. A implementação do BIM é conduzida sem uma estratégia e através de "tentativa e erro". O BIM é tratado como uma tecnologia; a inovação não é reconhecida como um valor.	Líderes sêniores e gerentes adotam uma visão comum sobre BIM. A implementação BIM sofre por falta de detalhes. O BIM é tratado como uma mudança de processos baseada em tecnologia.	A visão para a implementação do BIM é comunicada e entendida pela maioria dos colaboradores. A implementação do BIM é casada com planos de ações detalhados e com um regime de monitoramento.	A visão é compartilhada através de toda a equipe da organização e pelos parceiros externos de projetos. A implementação do BIM, seus requisitos, processos e inovações de produtos e serviços são integrados na estratégia.	Os agentes externos internalizaram a visão do BIM. A estratégia de implementação do BIM é continuamente revista e realinhada com outras estratégias.

Fonte: Adaptado de Succar (2016).

Quadro 09 – Níveis de Maturidade para competências em políticas

POLÍTICAS					
ÁREAS-CHAVE DE MATURIDADE	NÍVEL A - INICIAL	NÍVEL B - DEFINIDO	NÍVEL C - GERENCIADO	NÍVEL D - INTEGRADO	NÍVEL E - OTIMIZADO
PREPARATÓRIA	Muito pouco ou nenhum treinamento disponível ao pessoal do BIM. Os meios para a educação e formação não são adequados para alcançar os resultados buscados.	Os requisitos de treinamento são definidos e fornecidos quando necessários. Os treinamentos são variados, permitindo flexibilidade na entrega do conteúdo.	Os requisitos de treinamento são gerenciados para aderirem aos amplos objetivos de competência e desempenho pré-definidos. Os treinamentos são adaptados para atingirem os objetivos de aprendizagem de uma maneira rentável.	O treinamento é integrado nas estratégias organizacionais e metas de desempenho. O treinamento é tipicamente baseado nas funções e seus respectivos objetivos de competência. Os meios de treinamento são incorporados ao conhecimento e aos canais de comunicação.	O treinamento é continuamente avaliado e melhorado. A disponibilidade de treinamento e seus métodos de entrega são adaptados para permitir o aprendizado contínuo e multimodal.
REGULATÓRIA	Não existem diretrizes para o BIM; documentação de protocolos ou padrões de modelagem. Há uma ausência de documentação e padrões de modelagem. O controle de qualidade não existe ou é informal; nem para modelos 3D nem para a documentação. Não há nenhum valor de referência de desempenho dos processos, produtos ou serviços.	As diretrizes básicas do BIM estão disponíveis (ex.: manual de treinamento e padrões de entrega do BIM). Os padrões de modelagem e documentação estão bem definidos de acordo com os padrões aceitos no mercado. As metas de qualidade e as avaliações de desempenho estão definidas.	As linhas-guia detalhadas do BIM estão disponíveis (treinamento, padrões, fluxo de trabalho). A modelagem, representação, quantificação, especificações e propriedades analíticas dos modelos 3D são gerenciadas através de planos de qualidade e padrões de modelagem detalhados. O desempenho em relação aos valores de referência é rigidamente monitorado e controlado.	As diretrizes do BIM são integradas nas políticas e estratégias de negócios. Os padrões em BIM e critérios de desempenho são incorporados em sistemas de melhoria de gestão da qualidade.	As linhas-guia do BIM são continua e proativamente refinadas para refletir as lições aprendidas e as práticas recomendadas do setor. A melhoria da qualidade e a adesão aos regulamentos e códigos são continuamente alinhados e refinados. Os valores de referência são revisitos repetidamente para garantir a melhor qualidade possível em processos, produtos e serviços.
CONTRATUAL	Os contratos seguem os modelos convencionais pré-BIM. Os riscos relacionados com base em modelos de colaboração não são reconhecidos ou são ignorados.	Os requisitos do BIM são reconhecidos. "Declarações definindo a responsabilidade de cada interessado em relação à gestão de informação" estão agora disponíveis.	Há um mecanismo para gerenciar a propriedade intelectual compartilhada do BIM e existe um sistema de resolução de conflitos do BIM.	A organização está alinhada através de confiança e dependência mútua, indo além das barreiras contratuais.	As responsabilidades os riscos e as recompensas são continuamente revisitos e realinhados. Os modelos contratuais são modificados para conseguirem as melhores práticas e o maior valor à todas as partes interessadas.

Fonte: Adaptado de Succar (2016).

Quadro 10 – Níveis de Maturidade de acordo com o estágio de capacidade e a escala organizacional

ÁREAS-CHAVE DE MATURIDADE		NÍVEL A - INICIAL	NÍVEL B - DEFINIDO	NÍVEL C - GERENCIADO	NÍVEL D - INTERGADO	NÍVEL E - OTIMIZADO
ESTÁGIO DE CAPACIDADE	01 - MODELAGEM BASEADA EM OBJETO	Implementação de uma ferramenta de modelagem baseada em objetos. Nenhuma alteração de processo ou política identificada para acompanhar essa implementação.	Os projetos-piloto são concluídos. São identificados os requisitos de processo e política do BIM. São preparados planos detalhados e sua estratégia de implementação.	Os processos e políticas em BIM são estimulados, padronizados e controlados.	As tecnologias, processos e políticas do BIM são integrados na estratégia organizacional e nos objetivos do negócio.	As tecnologias, processos e políticas do BIM são revistas continuamente para se beneficiarem da inovação e adquirir ativos de alto desempenho.
	02 - COLABORAÇÃO BASEADA EM MODELO	A colaboração em BIM acontece para um fim específico: as capacidades de colaboração internas à empresa são incompatíveis com os parceiros de projeto. Pode haver falta de confiança e respeito entre os participantes do projeto.	A colaboração em BIM está bem definida, mas ainda é reativa. Existem sinais identificáveis de confiança e respeito entre os participantes do projeto.	A colaboração é proativa e multidisciplinar, os protocolos são bem documentados e gerenciados. Há confiança mútua, respeito e partilha de riscos e recompensas entre os participantes do projeto.	A colaboração de vários segmentos inclui agentes a jusante do processo. Caracteriza-se pelo envolvimento dos principais participantes durante as primeiras fases do ciclo de vida dos projetos.	A equipe multidisciplinar inclui todos os agentes-chave em um ambiente caracterizado pela boa vontade, confiança e respeito.
	03 - INTEGRAÇÃO BASEADA EM REDE	Os modelos integrados são gerados por um conjunto limitado de agentes interessados do projeto - possivelmente por trás dos firewalls corporativos. A integração ocorre com pouco ou nenhum processo pré-definido, normas ou protocolos de intercâmbio. Não há nenhuma resolução formal dos papéis e responsabilidades dos agentes envolvidos.	Modelos integrados são gerados por um grande subconjunto dos agentes envolvidos no projeto. A integração segue guias de processo predefinidas, padrões e protocolos de intercâmbio. As responsabilidades são distribuídas e o risco são atenuados através de mecanismos contratuais.	Os modelos integrados (ou partes) são gerados e gerenciados pela maioria dos agentes envolvidos no projeto. As responsabilidades são claras dentro de alianças temporárias do projeto ou parcerias de longo prazo. Os riscos e as recompensas são ativamente gerenciados e distribuídos.	Os modelos integrados são gerados e gerenciados por todos os agentes envolvidos no projeto. A integração baseada em rede é a norma e o foco não é mais sobre como integrar modelos e fluxos de trabalho, mas proativamente detectando e resolvendo a tecnologia, os processos e os desalinhamentos das políticas.	A integração dos modelos e dos fluxos de trabalho é continuamente revista e otimizada. As novas eficiências, alinhamentos, e os resultados são ativamente perseguidos por uma equipe de projeto interdisciplinar firmemente unida. Os modelos integrados contribuem para muitos agentes envolvidos ao longo da cadeia produtiva.
	03 - INTEGRAÇÃO BASEADA EM REDE	A liderança no processo BIM não existe e a implementação depende de "campeões" da tecnologia.	A liderança no processo BIM é formalizada; os diferentes papéis são definidos dentro da implementação.	As funções pré-definidas no processo BIM se complementam na gestão do processo de implementação.	As funções no processo BIM são integradas em estruturas de liderança da organização.	A liderança no processo BIM se alterna continuamente para permitir novas tecnologias, processos e resultados.
ESCALA ORG.	MICRO - ORGANIZAÇÕES	Cada projeto é executado de forma independente. Não existe acordo entre as partes interessadas para colaborar além do seu projeto atual em comum.	As partes interessadas pensam além de um único projeto. Os protocolos de colaboração entre os participantes do projeto são definidos e documentados.	A colaboração entre várias organizações ao longo de vários projetos é gerenciada através de alianças temporárias entre as partes interessadas.	Os projetos colaborativos são realizados por organizações interdisciplinares ou equipes de projeto multidisciplinar, uma aliança de muitos agentes-chave.	Os projetos colaborativos são realizados pela auto otimização das equipes de projeto interdisciplinar e inclui a maioria das partes interessadas.
	MESO - EQUIPES DE PROJETOS	Muito poucos fornecedores de componentes gerados pelo BIM (bibliotecas virtuais de componentes e materiais). A maioria dos componentes são preparadas pelos usuários finais e os desenvolvedores de software.	Os componentes BIM gerados por fornecedores estão cada vez mais disponíveis bem como os fabricantes e fornecedores identificam os benefícios do negócio.	Os componentes BIM estão disponíveis através de repositórios centrais altamente acessíveis e pesquisáveis. Os componentes não são interativamente conectados às bases de dados dos fornecedores.	Os acessos aos repositórios de componentes são integrados aos softwares de modelagem BIM. Os componentes são interativamente ligados aos bancos de dados de origem (por preço, disponibilidade, etc...).	O intercâmbio de componentes BIM é dinâmico, de vários caminhos entre todos os agentes envolvidos através de repositórios centrais ou mesclados.
MACRO - MERCADOS						

Fonte: Adaptado de Succar (2016).

3.5.2.3 Sistema de Pontuação da Matriz

Para a avaliação numérica dos dados, será utilizado o modelo proposto por Succar (2010) como o mais adequado para avaliações de nível de granularidade 01: a Pontuação de Descoberta de Maturidade (*Maturity Discovery Score*, no original), também chamada apenas de Pontuação de Maturidade (*Maturity Score*). A tabela é composta por 12 áreas de pontuação: dez relacionadas à competências, uma relacionada ao estágio de capacidade da empresa e uma relacionada à escala organizacional.

Os níveis de maturidade para cada área serão pontuados em uma escala de 10 pontos a 50 pontos, conforme o Quadro 11.

Quadro 11 – Pontuação de acordo com o nível de maturidade

Nível A Inicial	Nível B Definido	Nível C Gerenciado	Nível D Integrado	Nível E Otimizado
10 pontos	15 pontos (Parcial) ou 20 pontos (Completo)	25 pontos (Parcial) ou 30 pontos (Completo)	35 pontos (Parcial) ou 40 pontos (Completo)	45 pontos (Parcial) ou 50 pontos (Completo)

Fonte: Adaptado de Succar (2010).

A Pontuação de Maturidade será o somatório total de pontos dividido por doze. A partir desta pontuação, é possível alocar a organização em um dos níveis. A principal finalidade, entretanto, é identificar quais competências necessitam ser aprimoradas para elevar a maturidade BIM da organização.

A variar conforme a necessidade da avaliação, a pontuação atribuída pode ser uma fração do total do nível, caso os seus requisitos estejam parcialmente cumpridos. Para este trabalho, será atribuído para cada área apenas valores múltiplos de cinco pontos. Isto permite que a análise mantenha-se simplificada (considerando o nível de granularidade mais baixo), mas permitindo uma flexibilidade caso a área avaliada esteja entre dois níveis. Quando uma competência cumprir todos os requisitos de um nível, será atribuída a pontuação equivalente ao nível completo. Quando os requisitos de um nível forem parcialmente cumpridos, será atribuída a pontuação parcial, conforme indicado no Quadro 11. A Figura 06 demonstra um exemplo hipotético.

Um nível só pode ser atribuído a uma determinada competência se os requisitos do seu nível anterior foram plenamente cumpridos. Por exemplo, uma competência não pode ser alocada ao nível “C - Gerenciado”, se os requisitos do nível “B - Definido” não forem alcançados em sua totalidade.

3.5.2.4 Considerações sobre a BIM³ como método de avaliação

É importante salientar que a Matriz de Maturidade em BIM conforme apresentada é destinada para uma auto-avaliação organizacional com baixo nível de detalhe, no nível de granularidade 01 (SUCCAR, 2016). Desta forma, a matriz serve como uma avaliação inicial que irá apontar em quais pontos a organização deve ter mais atenção para aprimorar seu desempenho com o que o BIM tem a oferecer. Para um diagnóstico mais aprofundado, é necessário que um profissional com experiência em BIM avalie de perto cada etapa dos processos e da cultura da empresa. O Quadro 12 resume o fluxo de trabalho para realizar uma avaliação através da matriz de maturidade BIM com diferentes níveis de granularidade.

Quadro 12 – Diagrama resumido para avaliação de maturidade BIM em outros níveis de granularidade

ETAPA 01	ETAPA 02	ETAPA 03	ETAPA 04	ETAPA 05
Selecionar escala organizacional a ser avaliada	Estabelecer nível de granularidade	Avaliar o estágio de capacidade de acordo com a escala e a granularidade	Avaliar o nível de maturidade das diferentes competências	Gerar um relatório de capacidade e maturidade BIM.

Fonte: Adaptado de Succar (2010).

A matriz foi elaborada de forma que a definição das competências e capacidades em cada nível do índice ocorra por critérios claros, de forma a minimizar variações decorrentes da visão pessoal do avaliador (SUCCAR, 2010). Ainda assim, a atribuição da pontuação e interpretação dos resultados pode variar para uma mesma situação a depender do profissional que irá avaliar. Estas variações são uma das razões pelas quais a BIM³ é uma análise preliminar, e não definitiva.

3.5.3 Exemplo de Avaliação com a Matriz de Maturidade BIM

A Figura 08 demonstra a aplicação da matriz de maturidade BIM em uma organização hipotética. As áreas de competência são avaliadas e recebem uma pontuação de acordo com sua maturidade. A partir dos resultados obtidos, é possível observar em quais pontos a organização necessita de ajustes.

Figura 08 – Exemplo de aplicação da Matriz de Maturidade BIM com nível de granularidade 01

Matriz de Maturidade BIM		INICIAL	DEFINIDO	GERENCIADO	INTEGRADO	OTIMIZADO
Nível de Granularidade 01		10 pts	até 20 pts	até 30 pts	até 40 pts	até 50 pts
TECNOLOGIA	SOFTWARE				35	
	HARDWARE			30		
	REDE			30		
PROCESSOS	RECURSOS			25		
	ATIVIDADE E FLUXO DE TRABALHO		20			
	PRODUTOS E SERVIÇOS			30		
	LIDERANÇA E GERENCIAMENTO				35	
POLÍTICAS	PREPARATÓRIA				40	
	REGULATÓRIA			25		
	CONTRATUAL	10				
ESTÁGIO	02: COLABORAÇÃO BASEADA EM MODELO			25		
ESCALA	MICRO: ORGANIZAÇÕES		20			
SUBTOTAL		10	40	165	110	0
PONTUAÇÃO TOTAL		325				
ÍNDICE DE MATURIDADE		27,08 - GERENCIADO				

Fonte: Autoral.

Neste exemplo fictício, a organização enquadra-se ao nível gerenciado na maioria das competências. A pontuação de maturidade é obtida através da média das competências, resultado no valor 27,08. De acordo com o Quadro 11, a organização pode ser identificada no índice de maturidade Gerenciado.

Apesar das competências em software estarem no nível integrado, as competências em atividade e fluxo de trabalho foram identificadas no nível definido. Isso pode indicar que embora a organização disponha de ferramentas computacionais adequadas, o seu fluxo de trabalho ainda não foi adaptado para a plena utilização do BIM.

Nas competências em políticas, duas situações distintas: enquanto a pontuação alta da competência “Preparatória” indica que a empresa apresenta um treinamento de seus profissionais integrado à estratégia BIM da organização, a baixa pontuação da área “Contratual” indica que os modelos de contratos permanecem praticamente os mesmos do estágio pré-BIM. A própria matriz serve, portanto, como base de um relatório preliminar, ao identificar áreas de maior ou menor maturidade BIM entre as competências da organização.

3.6 OBSERVAÇÕES SOBRE OS PARÂMETROS DE ANÁLISE DA MATRIZ DE MATURIDADE BIM

Após a publicação da primeira versão em 2010, a Matriz de Maturidade BIM e os parâmetros de análise que a compõem – conforme apresentado nos Quadros 07, 08, 09 e 10 – sofreram alterações mínimas ao longo dos anos. Algumas definições e competências necessitam de atualização para os padrões atuais do desenvolvimento em BIM.

A principal delas é a falta de correlação com a norma ISO 19650/2018. A versão mais recente da Matriz de Maturidade BIM foi lançada em 2016, quando ainda não havia uma norma única para este tema. Entretanto, agora que há disponível uma norma de reconhecimento internacional, o ideal é que qualquer avaliação siga os seus critérios.

Isto facilitaria a avaliação de algumas competências que na matriz proposta por Succar (2016) são apresentadas com definições relativamente vagas. A competência “Contratual”, por exemplo, cita “riscos relacionados com base em modelos de colaboração” sem definir quais são esses riscos e de que forma eles diferem de uma situação pré-BIM.

Por sua vez, a ISO 19650 estabelece responsabilidades sobre a gestão de informações para todos os envolvidos no processo construtivo. No caso de licitações, o contratante é responsável por fornecer os dados necessários para que as empresas interessadas tenham a dimensão correta do trabalho e precifiquem-o adequadamente (BIM FÓRUM BRASIL, 2021). A adaptação dos critérios na Matriz de Maturidade BIM com as diretrizes da ISO 19650 tornaria a avaliação mais precisa e objetiva.

De forma semelhante, o tópico de “Liderança e Gerenciamento” no Quadro 08 traz na sua definição do nível “Otimizado” a situação em que “os agentes externos internalizaram a

visão do BIM”. Esta é uma definição pouco específica e que não deixa claro qual a diferença principal em relação ao nível anterior. Já a análise da competência em “Rede” no Quadro 07 inclui definições de conexão em banda larga e banda baixa. Para uma avaliação objetiva, é necessário dispor de valores específicos que indiquem a partir de qual faixa uma rede pode ser considerada “banda larga”.

Na definição da competência “Preparatória”, descrita no Quadro 09, para alcançar o nível “Otimizado” é basicamente exigido que a empresa disponibilize treinamento amplo em BIM. Para avaliar esta competência com precisão, são necessários critérios mais claros sobre do que se trata esse treinamento e quais são as referências para tal. Em relação à modelagem, muitas empresas buscam contratar profissionais que já atuem com softwares com suporte à BIM, e não vêem como necessário ou vantajoso oferecer um treinamento completo sobre estas ferramentas. Com relação à gestão dos projetos e dados, a ausência de referências sobre o que compõe este treinamento dificulta a avaliação no nível de granularidade 01.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ORGANIZAÇÃO A

A empresa foi fundada no ano de 2013 e desde o início buscou implementar BIM em sua operação. Atua no ramo de projetos e de gestão de obras. Sua sede está localizada no bairro “Bancários” em João Pessoa-PB. A empresa conta atualmente com seis funcionários e desenvolve em média dez projetos por ano. Trabalham com projetos arquitetônicos, estruturais e complementares, incluindo hidrossanitário, elétrico, interiores, etc. Operam tanto em obras residenciais quanto comerciais. A empresa normalmente executa os próprios projetos que desenvolve. Nos anos recentes, passaram a atuar também na área de regularização de imóveis, lidando com os documentos exigidos pelos órgãos governamentais e que ocasionalmente não são fornecidos para o cliente quando da aquisição de um imóvel. Em uma ramificação da empresa, também oferecem cursos profissionalizantes na área de construção civil, abrangendo desde ferramentas de desenvolvimento de projetos, como utilização de softwares e orçamentação de obra; até atividades práticas como pedreiro e mestre de obras.

A entrevistada é fundadora e presidente da empresa. Por consequência da pandemia de COVID-19, a empresa opera atualmente em regime de *home office*. Todos os novos projetos passam pela presidente na sua fase inicial, posteriormente sendo repassados para outros colaboradores na etapa de projetos complementares. Alguns projetos de menor porte são desenvolvidos inteiramente por ela própria.

A empresa identifica que há uma deficiência no mercado de empresas que atuem de forma ampla em diversos ramos do processo construtivo. Ao desenvolver concomitantemente diferentes disciplinas e ofertar ainda a execução do projeto, a empresa visa reduzir problemas com incompatibilidades, o que por sua vez reduz o custo de desenvolvimento de cada projeto. Sob a ótica do cliente, a empresa destaca a facilidade de contratar apenas uma equipe para lidar com todo o processo, tornando-o menos oneroso e exaustivo.

4.1.1 Análise Detalhada por Competência BIM

- Software – Nível Otimizado Completo: O Autodesk Revit é o principal software utilizado na empresa, especialmente nos projetos complementares e arquitetônicos, inclusive para processos de renderização. Caso seja necessário uma renderização mais detalhada, é utilizado o Lumion. Os projetos estruturais iniciam com o dimensionamento no TQS seguido da modelagem no Revit. O Navisworks auxilia na compatibilização de projetos e permite a modelagem “4D”. Para a modelagem “5D”, que envolve a orçamentação de custos, é utilizado o software ORSE. Quantitativos e outras informações analíticas são extraídas do próprio modelo BIM. A plataforma Sienge é utilizada para gestão de equipes em obras.

Os softwares utilizados atendem às necessidades de entregáveis que a empresa oferece. Os processos de modelagem são otimizados para se beneficiarem de suas funcionalidades e de extensões disponíveis, como os plugins utilizados no Revit para gerar renderizações com maior detalhamento. A empresa busca fazer uso de novas funcionalidades e softwares disponíveis no mercado de forma a gerar produtos de maior qualidade e reduzir o tempo necessário no seu desenvolvimento.

- Hardware – Nível Otimizado Parcial: A gestão da empresa reconhece que ferramentas de modelagem BIM apresentam um alto nível de exigência gráfica e computacional, e portanto consideram a disponibilidade de equipamentos com hardware adequado uma das prioridades da empresa. Os computadores utilizados possuem processadores e placas de vídeo compatíveis com as exigências dos programas mais recentes. Entretanto, a entrevistada avalia que as versões mais recentes dos programas estão exigindo hardwares mais potentes a cada ano, e que embora atualmente os equipamentos sejam suficientes para entregar resultados satisfatórios, necessitarão de uma melhoria em breve. Em projetos de interiores com muitos detalhes, ocasionalmente os computadores apresentam um desempenho lento.
- Rede – Nível Otimizado Completo: A empresa utiliza o armazenamento em nuvem da Autodesk, mesma fabricante do software de modelagem 3D. Essa conjuntura expande as possibilidades de soluções em cada projeto ao diminuir a ocorrência de incompatibilidades e facilitar o acesso a galerias de renderizações. A otimização dos processos permite que sejam geradas soluções visualmente impactantes para os clientes, criando uma imagem positiva para a empresa e um diferencial no mercado.

- Recursos – Nível Otimizado Parcial: A gerência da empresa avalia que para fazer um bom uso da tecnologia disponível, é necessário que o ambiente de trabalho esteja adequado para possibilitar resultados satisfatórios. Dessa forma, a empresa incentiva medidas que garantam a satisfação pessoal dos colaboradores e um ambiente propício à produtividade, como manter a limpeza e organização do ambiente, evitar distrações ou mesmo permitir que o colaborador utilize uma *playlist* de músicas que o mantenha motivado durante o trabalho.

A empresa busca contratar projetistas que já possuam experiência com modelagem em BIM para trazer celeridade às produções. Conhecimentos em BIM relacionados aos projetos são compartilhados entre os membros da equipe responsável, mas a empresa não vê como necessária uma estratégia específica para adquirir e divulgar conhecimento em BIM, especialmente considerando que a equipe possui poucos membros.

- Atividade e Fluxo de Trabalho – Nível Otimizado Completo: A entrevistada é a líder da equipe e é responsável por delegar tarefas e funções durante o desenvolvimento dos projetos. Por meio de organogramas e mapas mentais, as atividades são atribuídas de acordo com a especialidade de cada colaborador. A empresa organiza-se de forma a não acumular mais projetos do que pode produzir com a sua capacidade atual, o que mantém a consistência da produtividade e auxilia a atingir os objetivos estratégicos.
- Produtos e Serviços – Nível Otimizado Completo: A liderança da empresa mantém-se atenta a novas ferramentas e ideias que surgem no mercado, desde softwares e plugins até famílias de modelos 3D no Revit. Novos modelos fornecidos pelas fabricantes são importados e alterados conforme a necessidade para gerar um produto final com maior padrão de detalhamento.

A melhoria contínua de processos e produtos é possibilitada pela aplicação da metodologia PDCA, sigla em inglês para “planejar, fazer, checar, agir”. Em termos resumidos, é reforçada a necessidade de planejar as atividades e reavaliá-las de acordo com a previsão de resultados.

- Liderança e Gerenciamento – Nível Otimizado Completo: Considerando que a empresa foi criada já utilizando BIM em seus processos, não houve dificuldades para assimilação da visão do BIM no ambiente organizacional. Os profissionais que compõem a equipe já conhecem o BIM e estão habituados às mudanças que o acompanham. O BIM ocupa um ponto central na estratégia da organização, visto que

ele proporciona uma integração entre as diferentes disciplinas de projetos, além de tornar a execução mais ágil e econômica.

- Preparatória – Nível Gerenciado Completo: O treinamento disponível abrange funções específicas que serão desempenhadas por cada profissional. Através de reuniões frequentes, os colaboradores compartilham experiências sobre os projetos que auxiliam a equipe na resolução de problemas. Não são aplicados, entretanto, métodos formais de treinamento conforme descrito pela BIM³ de Succar (2016), já que a empresa busca contratar profissionais que já possuam conhecimento básico em BIM.
- Regulatória – Nível Otimizado Parcial: A modelagem, quantificação e especificações passam por revisões para manter um padrão de qualidade. Em determinadas obras, a empresa é responsável tanto pelo desenvolvimento do projeto quanto pela execução da construção, portanto manter estes critérios de desempenho auxilia a empresa a manter um alto nível de produtividade. Os valores de referência (*benchmarks*) são definidos pela própria organização com base em experiências anteriores, não houve menção a padrões externos.
- Contratual – Nível Integrado Completo: O tratamento das informações é cuidadoso para evitar quebras de sigilo ou perda de dados, e os contratos refletem essas responsabilidades. A liderança da empresa enxerga que a presença de uma gestão séria e responsável é um dos maiores trunfos na imagem de uma empresa. Para questões além destes pontos, os contratos seguem diretrizes semelhantes ao pré-BIM.
- Estágio de Capacidade 02: Colaboração baseada em modelo – Nível Integrado Completo: A colaboração entre os membros ocorre de forma constante e definida. Reuniões para atualização do andamento de projetos e compartilhamento de experiências são frequentes. As tarefas realizadas pelos membros são definidas em *checklists* para facilitar seu acompanhamento. Entretanto, a gerência aponta que o modelo atual de *home office* dificulta que os colaboradores mantenham o progresso dos projetos em um mesmo ritmo.
- Escala Micro: Organizações – Nível Integrado Completo: As funções da organização são integradas e definidas de forma a gerar os melhores resultados. A liderança tem papel atuante para manter o foco e a organização da equipe durante o desenvolvimento dos projetos. Em virtude do número reduzido de colaboradores e de todos os projetos dependerem da atuação direta da gerente, a equipe não conta atualmente com alternância de liderança.

4.1.2 Matriz de Maturidade BIM aplicada à Organização A

A partir das respostas obtidas na entrevista, a matriz foi elaborada de acordo com os níveis identificados em cada competência, conforme a Figura 09.

Figura 09 – Matriz de Maturidade BIM aplicada à organização A

Matriz de Maturidade BIM		INICIAL	DEFINIDO	GERENCIADO	INTEGRADO	OTIMIZADO
Nível de Granularidade 01		10 pts	até 20 pts	até 30 pts	até 40 pts	até 50 pts
TECNOLOGIA	SOFTWARE					50
	HARDWARE					45
	REDE					50
PROCESSOS	RECURSOS					45
	ATIVIDADE E FLUXO DE TRABALHO					50
	PRODUTOS E SERVIÇOS					50
	LIDERANÇA E GERENCIAMENTO					50
POLÍTICAS	PREPARATÓRIA			30		
	REGULATÓRIA					45
	CONTRATUAL				40	
ESTÁGIO	02: COLABORAÇÃO BASEADA EM MODELO				40	
ESCALA	MICRO: ORGANIZAÇÕES				40	
SUBTOTAL		0	0	30	120	385
PONTUAÇÃO TOTAL		535				
ÍNDICE DE MATURIDADE		44,58 - OTIMIZADO				

Fonte: Autoral.

4.2 ORGANIZAÇÃO B

A organização B opera atualmente com projetos arquitetônicos, complementares e estruturais. Desde sua fundação a empresa tem como ideal a utilização do BIM em todos os seus trabalhos. A empresa conta com sete funcionários na área de engenharia e três na área de administração e gestão. No ano de 2022, a empresa fechou 47 pacotes de projetos.

O entrevistado é CEO da organização e um dos fundadores. Além de sua função na empresa, também possui experiência em secretarias de infraestrutura de órgãos públicos. Os membros fundadores eram estudantes que trabalhavam juntos no Escritório Modelo de Engenharia e Arquitetura do Instituto Federal da Paraíba, em Cajazeiras-PB. Durante sua formação, os conceitos e ferramentas em BIM não faziam parte da grade curricular da instituição de ensino e não estavam difundidos no mercado. A partir de então, buscaram implementar softwares de modelagem BIM no desenvolvimento de projetos naquele ambiente. Começaram a desenvolver projetos juntos a partir de 2013, mas a criação da empresa como pessoa jurídica aconteceu anos depois.

4.2.1 Análise Detalhada por Competência BIM

- Software – Nível Gerenciado Completo: Os principais softwares utilizados pela empresa atualmente são o Autodesk Revit, TQS, QiBuilder e Eberick. O Revit é utilizado especialmente em projetos complementares e o TQS para projetos estruturais. QiBuilder e Eberick são utilizados ocasionalmente de acordo com a necessidade do projeto e pela demanda do cliente. Durante a compatibilização de projetos, eventualmente o Navisworks é utilizado.

Quantitativos são gerados com dados da própria modelagem BIM. A alteração de softwares utilizados ocorre conforme a demanda do cliente. Em alguns projetos onde equipes de outras organizações estão envolvidas, o software Eberick é utilizado por ser a preferência destas outras equipes.

A empresa busca manter padrões de interoperabilidade e seleciona os softwares de acordo com o entregável a ser desenvolvido. Os modelos 3D não servem apenas como representação visual, mas seus dados analíticos são utilizados para elaboração de planilhas quantitativas e orçamentárias. Entretanto, a integração da modelagem e seus

entregáveis com as estratégias da organização é dificultada pela variabilidade dos processos, que mudam de acordo com a necessidade de agentes externos.

- **Hardware – Nível Otimizado Completo:** O entrevistado avalia que equipamentos robustos no âmbito de processamento gráfico são de extrema necessidade para desenvolver projetos em BIM de forma satisfatória, especialmente quando se trata de modelagem 3D. Os processadores e placas de vídeo dos computadores pertencentes à empresa são da geração mais recente disponível no mercado. Em alguns casos, os colaboradores utilizam seus computadores pessoais, mas a empresa custeia aprimoramentos necessários para tornar a máquina apta às exigências gráficas. Em média, os equipamentos passam por *upgrade* a cada dois anos.
- **Rede – Nível Otimizado Parcial:** A empresa faz uso de armazenamento em nuvem para facilitar a troca instantânea de informações e manter um *backup* dos arquivos. A plataforma Trello é utilizada para gestão de atividades da equipe. O entrevistado avalia que a disponibilidade de um servidor físico de hospedagem auxiliaria na velocidade de tráfego de dados e no espaço disponível de armazenamento, mas atualmente pelo porte da empresa não é possível alcançar esta etapa.
- **Recursos – Nível Otimizado Completo:** A empresa adota um sistema onde os colaboradores têm um horário de trabalho flexível. Segundo o entrevistado, quando a empresa implantou horários específicos, a queda de desempenho foi considerável. Da forma atual, a gestão da empresa busca manter os projetistas motivados de acordo com a forma com que preferem trabalhar. Em relação ao conhecimento em BIM, a empresa possui um material base para orientação, porém incentiva a comunicação entre os colaboradores como um meio mais efetivo de transmitir experiências.
- **Atividade e Fluxo de Trabalho – Nível Otimizado Completo:** A divisão de atividades e funções fica a cargo do entrevistado, que atua como gestor da equipe. Em cada projeto é realizada uma reunião inicial que define quais áreas serão trabalhadas e quais as prioridades. Um dos membros da equipe também atua como líder durante o desenvolvimento dos projetos, a depender da necessidade. A partir do briefing com os clientes são montados organogramas para configurar as necessidades do projeto. Ao longo do desenvolvimento as particularidades do projeto são consolidadas entre as várias disciplinas. Nas fases de finalização, são detectados quais os ajustes necessários para a compatibilização do todo.

- **Produtos e Serviços – Nível Otimizado Completo:** O entrevistado identifica que ao longo dos anos a empresa otimizou os seus produtos para gerar entregáveis mais claros e úteis para o canteiro de obras. Existe atualmente uma padronização dos projetos elaborada conforme a experiência dos membros da equipe. São realizadas avaliações antes e após a compatibilização das disciplinas, promovidas pelos próprios membros, em busca de soluções aprimoradas.

Os projetos seguem uma ordem de prioridade em relação a quais disciplinas serão desenvolvidas primeiro. Por exemplo, antes do projeto elétrico, é necessário saber onde serão alocados os pontos de climatização. Todos os projetos seguem esta organização básica para evitar futuros retrabalhos.

- **Liderança e Gerenciamento – Nível Otimizado Completo:** A empresa não segue uma hierarquia verticalizada: diversos membros estavam presentes durante a fundação da empresa, e embora exista a figura de um gestor principal, os outros membros atuam como diretores e compartilham da mesma visão sobre os potenciais que o BIM traz a uma organização. Dessa forma, a visão do BIM é compartilhada entre os membros e a estratégia da empresa é baseada no que o BIM pode oferecer.
- **Preparatória – Nível Gerenciado Completo:** O treinamento para os membros da equipe é oferecido na forma de materiais base para a elaboração dos projetos. O entrevistado considera, contudo, que a comunicação verbal apresenta melhores resultados em transmitir o conhecimento BIM na organização.
- **Regulatória – Nível Otimizado Parcial:** Os procedimentos preliminares quando um projeto é iniciado tornam as etapas posteriores menos suscetíveis a incompatibilidades e outras complicações. Ao seguir uma ordem de prioridade durante o desenvolvimento dos complementares, imprecisões são identificadas e solucionadas antecipadamente. A modelagem e a documentação passam por avaliações antes e depois da etapa de compatibilização. O desempenho da equipe é aprimorado conforme novas experiências são adquiridas em projetos anteriores. Entretanto, não foram especificados valores de referência (*benchmarks*) externos para os projetos: a própria organização define seus padrões da forma que considera mais efetiva.
- **Contratual – Nível Gerenciado Parcial:** O entrevistado não possui ampla experiência com contratos em situações pré-BIM, portanto não pôde indicar pontos notáveis específicos de contratos sobre projetos desenvolvidos em BIM. Ainda assim, os contratos firmados pela empresa incluem seções relacionadas às responsabilidades

sobre as informações que circulam durante a elaboração de um projeto em BIM. Os contratos são atualizados e otimizados de acordo com experiências da empresa.

- Estágio de Capacidade 02: Colaboração baseada em modelo – Nível Otimizado Completo: O entrevistado define a colaboração entre os membros como majoritariamente proativa, na qual os membros auxiliam-se mutuamente em busca de melhores resultados. Os responsáveis pela avaliação dos projetos acompanham todo o seu desenvolvimento, possibilitando o ajuste de pontos específicos antes da compatibilização final. A empresa possui atualmente um equilíbrio na relação entre prazos de entrega e otimização de processos, portanto a gerência da empresa define que a colaboração encontra-se em um estado satisfatório.
- Escala Micro: Organizações – Nível Otimizado Completo: Os diferentes papéis exercidos durante a concepção de um projeto são bem definidos nos processos BIM. De acordo com o porte do projeto, outros membros da equipe ocupam o lugar de liderança durante o seu desenvolvimento, oportunizando o seu crescimento profissional e possibilitando à empresa a geração de resultados mais dinâmicos.

4.2.2 Matriz de Maturidade BIM aplicada à Organização B

A partir das respostas obtidas na entrevista, a matriz foi elaborada de acordo com os níveis identificados em cada competência, conforme a Figura 10.

Figura 10 – Matriz de Maturidade BIM aplicada à Organização B

Matriz de Maturidade BIM		INICIAL	DEFINIDO	GERENCIADO	INTEGRADO	OTIMIZADO
Nível de Granularidade 01		10 pts	até 20 pts	até 30 pts	até 40 pts	até 50 pts
TECNOLOGIA	SOFTWARE			30		
	HARDWARE					50
	REDE					45
PROCESSOS	RECURSOS					50
	ATIVIDADE E FLUXO DE TRABALHO					50
	PRODUTOS E SERVIÇOS					50
	LIDERANÇA E GERENCIAMENTO					50
POLÍTICAS	PREPARATÓRIA			30		
	REGULATÓRIA					45
	CONTRATUAL			25		
ESTÁGIO	02: COLABORAÇÃO BASEADA EM MODELO					50
ESCALA	MICRO: ORGANIZAÇÕES					50
SUBTOTAL		0	0	85	0	440
PONTUAÇÃO TOTAL		525				
ÍNDICE DE MATURIDADE		43,75 - OTIMIZADO				

Fonte: Autoral

4.3 OBSERVAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS

4.3.1 Pontos de destaque comuns

Ambas as organizações obtiveram pontuação máxima nas competências de “Atividade e Fluxo de Trabalho” e “Produtos e Serviços”. É importante considerar que as duas empresas atuam no mercado de AEC há cerca de uma década, e portanto seus métodos de trabalho já estão bem definidos e otimizados. Ambos os gestores afirmaram contar com projetos-modelo para as diferentes disciplinas que são requisitadas, de forma que a padronização da qualidade é otimizada e pode ser revisada sempre que necessário.

Na competência “Liderança e Gerenciamento”, ambas também foram classificadas como “Otimizado Completo”. O grande fator para essa classificação é o fato das empresas

iniciarem suas operações já utilizando BIM como uma peça fundamental. Todos os membros da liderança conhecem o potencial que o BIM traz para a companhia. Em contrapartida, uma organização que utilize processos em CAD e faça a transição para o BIM pode ter uma adaptação mais lenta.

A classificação “otimizado” foi aplicada nas competências de hardware e de rede nas duas organizações. Estes são tópicos cujo aprimoramento depende basicamente de dois fatores: compreensão por parte dos gestores sobre as necessidades gráficas que um software de modelagem atual possui; e capacidade financeira para adquirir os equipamentos. Ambas as condições são atendidas nas empresas analisadas.

A competência “Preparatória” foi avaliada no nível “Gerenciado” para ambas as empresas. Isso se deve basicamente pelo contraste entre os requisitos propostos por Succar (2010) e o método de operação das empresas. A definição da competência por Succar analisa que a empresa deve oferecer um amplo treinamento adaptado à estratégia da empresa. Contudo, atualmente o padrão das empresas brasileiras na indústria de projetos de AEC é contratar profissionais que já conheçam ao menos o básico dos processos em BIM. A responsabilidade para adquirir conhecimento sobre o tema é posta sobre o colaborador. Isto inclusive gera espaço para um mercado de cursos sobre BIM, tal qual a organização A opera.

4.3.2 Especificidades da Organização A

A organização A obteve um resultado altamente positivo em quase todos os aspectos. É necessário destacar que o número reduzido de funcionários e de projetos reduz as variáveis que poderiam causar problemas na implantação do BIM, especialmente nas competências relacionadas à gestão. Alguns dos projetos de pequeno porte são desenvolvidos por um único projetista. O Estágio de Capacidade foi identificado como estágio 02 – colaboração baseada em modelo. As próprias características da empresa dificultam que ela alcance o Estágio 03 – integração baseada em rede, pois atualmente não há projetos que necessitem de integração com outras equipes ou outras empresas.

Estas particularidades precisam ser consideradas ao comparar o nível de maturidade de diferentes organizações: em empresas de maior porte, com mais projetos sendo desenvolvidos ao mesmo tempo, maior número de colaboradores e integração com equipes de outras companhias, podem surgir mais problemas relacionados ao fluxo de trabalho, à gestão de

informações, à liderança do grupo, etc. Portanto, o resultado da Organização A deve ser observado sob a perspectiva de uma empresa de pequeno porte, mas que utiliza o BIM em seus produtos e serviços de forma otimizada.

Questionada sobre qual aspecto a empresa desenvolveu com maior amplitude desde a implantação do BIM, a gestora analisa que o Revit é um software complexo e que no início teve dificuldades com a amplitude de ferramentas do programa, mas que nos últimos anos obteve maior êxito em extrair muito do que o programa tem a oferecer. A gestão da organização também afirma que os preços de licenças dos softwares são elevados, e que teriam dificuldades caso a demanda de projetos não fosse suficiente. A rotatividade de funcionários e o não-surgimento de novas lideranças podem suprimir possíveis inovações que a empresa poderia obter.

4.3.3 Especificidades da Organização B

De forma semelhante à Organização A, a Organização B conta com número reduzido de colaboradores (apenas dez, incluindo o CEO) e suas características são de uma organização no Estágio de Capacidade 02. Portanto, o nível de maturidade é identificado como “Otimizado” em diversas competências; mas deve ser considerado que em uma equipe reduzida, a gestão de projetos pode apresentar menos problemas.

A classificação da competência “Software” com o nível “Gerenciado” decorre muito da não-padronização dos projetos. A variar com a necessidade, diferentes softwares são utilizados para uma mesma disciplina. Por um lado, isso demonstra a versatilidade da empresa em lidar com as complicações de um projeto. Por outro, geram uma reflexão sobre a limitação da maturidade BIM de uma organização pela maturidade BIM do ecossistema ao seu redor.

Se os clientes e órgãos fiscalizadores não estiverem adaptados ao BIM, os benefícios que se podem obter são limitados. Embora a modelagem 3D agilize o desenvolvimento de vistas e quantitativos, basicamente a empresa fica restrita ao primeiro estágio de capacidade, sem o benefício da integração com outros agentes – já que esses agentes não adotam o BIM.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 RELAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS COM O CENÁRIO DO BIM EM JOÃO PESSOA-PB

A partir da avaliação com a Matriz de Maturidade BIM, foi possível identificar algumas competências as quais as organizações podem aprimorar para um melhor desempenho BIM. Por outro lado, embora ambas sejam identificadas no nível de maturidade “Otimizado” segundo a análise, não é possível deduzir que este seja o padrão para as empresas de projetos de AEC em João Pessoa-PB. Isto se deve a algumas características das organizações, como o número reduzido de funcionários e de projetos por ano, além de normalmente os projetos serem desenvolvidos sem integração com equipes de outras empresas.

Em organizações que tenham como padrão o desenvolvimento simultâneo de diversos projetos e a comunicação entre diferentes equipes, o número de problemáticas relacionadas à gestão tende a ser maior do que um projeto simples desenvolvido por um ou dois profissionais. Desta forma, a principal informação que pode ser extraída com base nestes dados é que com o investimento adequado em tecnologia, as equipes podem obter resultados mais eficazes com modelagem baseada em BIM. Entretanto, com relação a gestão, poucas informações puderam ser coletadas devido à hierarquia simplificada das organizações.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS SOBRE O TEMA

- Para uma análise mais ampla, pode ser avaliado um número maior de organizações, gerando uma base de dados que permita destacar em quais pontos as empresas de AEC em João Pessoa-PB tem maior facilidade na implementação do BIM e quais competências são mais trabalhosas para se desenvolver.
- Avaliar empresas que não contaram com um especialista em BIM no momento da implementação. Estes casos podem gerar resultados úteis para pesquisa e desenvolvimento do BIM na região.
- Avaliar organizações com maior número de funcionários e de projetos simultâneos, destacando as mudanças que o BIM proporciona na gestão da organização.
- Adaptação dos critérios de avaliação da Matriz de Maturidade BIM às diretrizes da norma ISO 19650:2018.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636-2: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Parte 2: Projeto arquitetônico.** Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5093027/mod_resource/content/2/NBR16636-2%2C%20gerado%20em%2007_03_2018.pdf. Acesso em: 16 mar. 2023

AIA: American Institute of Architects. **Integrated project delivery: a guide.** 2007. Disponível em: https://info.aia.org/SiteObjects/files/IPD_Guide_2007.pdf. Acesso em: 23 mar. 2023

AUTODESK. **O que é a BIM | Modelagem de Informação da Construção.** Site Autodesk. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/solutions/bim>. Acesso em 14 fev. 2023.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. **O papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com a tecnologia BIM e as habilidades que devem ser ensinadas na universidade.** Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 103-120, jan.jun. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v11i1.102708>. Acesso em: 23 mar. 2023.

BIBLUS. **BIM dimensions - 3D, 4D, 5D, 6D, 7D BIM explained.** 17 abr. 2018. Disponível em: <http://biblus.accasoftware.com/en/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-7d-bim-explained/>. Acesso em: 05 abr. 2023.

BIBLUS. **What is ISO 19650?.** 20 mai. 2022. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/en/what-is-iso-19650/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

BIM FÓRUM BRASIL. **Os benefícios da normalização para o uso do BIM no Brasil.** Site BIM Fórum Brasil. 10 dez. 2021. Disponível em: <https://www.bimforum.org.br/post/os-benef%C3%ADcios-da-normaliza%C3%A7%C3%A3o-para-o-uso-do-bim-no-brasil>. Acesso em: 14 jun. 2023.

BRASIL. **Estratégia BIM BR.** 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2023.

BSI: British Standards Institution. **ISO 19650 – Building Information Modelling (BIM)**. Site BSI Group. Disponível em: <https://www.bsigroup.com/en-GB/iso-19650-BIM/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

CAMPESTRINI, T. F. *et al.* **Entendendo BIM**. 2015. Disponível em: http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/livro_entendendo_bim.pdf. Acesso em: 16 mar. 2023.

CASTELO, A. M.; MARCELLINI, L.; VIANA, I. **A construção digital parte 2**. Site Fundação Getúlio Vargas Blog do IBRE. 23 out. 2018. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-digital-parte-2>. Acesso em: 14 jun. 2023.

EASTMAN, C. *et al.* **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. 2008. Disponível em: http://bim.pu.go.id/assets/files/BIM_Handbook_A_Guide_to_Building_Information_Modeling_for_Owners_Managers_Designers_Engineers_and_Contractors_Second_Edition.pdf. Acesso em: 18 mar. 2023.

FEITOSA, A. N. B. **Níveis de Maturidade BIM**. Site BIM Experts. 2016. Disponível em: <https://www.bimexperts.com.br/post/niveis-de-maturidade-bim-2>. Acesso em: 20 mar. 2023.

GARIBALDI, B. C. B. **Do 3D ao 7D - Entenda todas as dimensões do BIM**. Site SIENGE. 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>. Acesso em: 07 abr. 2023.

ISO: International Organization for Standardization. **ISO - 93.010 - Civil engineering in general**. Site ISO. Disponível em: <https://www.iso.org/ics/93.010/x/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

MANZIONE, L.; MELHADO, S.; NÓBREGA JÚNIOR, C. L. **BIM e inovação em gestão de projetos**. 1. ed. Editora LTC, 2021. 247 p. ISBN: 978-85-2163-759-2.

PARAPINSKI, H. **Avaliação do grau de maturidade BIM em três escritórios BIM de Engenharia em Curitiba-PR**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/30705>. Acesso em: 07 abr. de 2023.

RODRIGUES, A. R. S. **Grau de Maturidade BIM: Estudos de Caso em empresas projetistas de Arquitetura na cidade de São Paulo**. 2018. Disponível em: <https://docplayer.com.br/86894518-Ana-raquel-silverio-rodrigues-grau-de-maturidade-em-bim-estudos-de-caso-em-empresas-projetistas-de-arquitetura-na-cidade-de-sao-paulo.html>.

Acesso em: 15 abr. 2023.

SCHEER, S. **Modelagem da Informação da Construção BIM**. 2013. Disponível em: <https://docplayer.com.br/872052-Modelagem-da-informacao-da-construcao-bim-sergio-scheer-tc045-gerenciamento-de-projetos-2013.html>. Acesso em: 16 mar. 2023.

SEI: Software Engineering Institute. **People Capability Maturity Model® (P-CMM®)**. 2001. Disponível em: <https://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?assetid=5329>. Acesso em: 10 abr. 2023.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2013. Disponível em: https://www.ufrb.edu.br/ccaaab/images/AEPE/Divulga%C3%A7%C3%A3o/LIVROS/Metodologia_do_Trabalho_Cient%C3%ADfico_-_1%C2%AA_Edi%C3%A7%C3%A3o_-_Antonio_Joaquim_Severino_-_2014.pdf. Acesso em: 08 mai. 2023.

SOUZA, L. L. A. de; AMORIM, S.R.L.; LYRIO, A. de M. **Impacto do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário**. Gestão & Tecnologia De Projetos, 4(2), p.26-53. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.4237/gtp.v4i2.100>. Acesso em: 07 mai. 2023.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction, 18(3), 357-375. 2009. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4658420/mod_resource/content/1/2009-Building_information_modelling_framework_A_research_and_delivery_foundation_for_industry_stakeholders.pdf%20%20%281%29.pdf. Acesso em: 01 mar. 2023.

SUCCAR, B. **Building Information Modelling maturity matrix**. 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225088901_Building_Information_Modelling_Maturity_Matrix. Acesso em: 09 abr. 2023.

SUCCAR, B. **BIMe Initiative: 301in.PT Matriz de Maturidade BIM**. 2016. Disponível em: <https://bimexcellence.org/wp-content/uploads/301in.PT-Matriz-de-Maturidade-BIM.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2023.

WEGELIUS-LEHTONEN, T. **Performance measurement in construction logistics**. International Journal of Production Economics, 69(1), 107-116. 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527300000347>. Acesso em: 09 abr. 2023.

GLOSSÁRIO

Archicad: Software de modelagem desenvolvido pela Graphisoft, com foco em arquitetura.

Civil 3D: Software de modelagem desenvolvido pela Autodesk, com foco em obras de infraestrutura.

Eberick: Software de análise estrutural desenvolvido pela AltoQi.

Lumion: Software de renderização desenvolvido pela Lumion, com foco em arquitetura.

Navisworks: Software de compatibilização/coordenação desenvolvido pela Autodesk, com foco em análise de projetos.

ORSE – Orçamento de Obras de Sergipe: Software de orçamentação desenvolvido pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas de Sergipe.

QiBuilder: Software de modelagem desenvolvido pela AltoQi, com foco em projetos de instalações prediais.

Revit: Software de modelagem desenvolvido pela Autodesk, com foco em projetos de edifícios.

Sienge: Plataforma de gerenciamento de obras desenvolvido pela Softplan.

SketchUp: Software de modelagem desenvolvido pela Trimble.

TQS: Software de análise estrutural desenvolvido pela TQS.

Trello: Plataforma de gerenciamento de equipes desenvolvida pela Atlassian.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

APLICAÇÃO DA MATRIZ DE MATURIDADE BIM COMO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO BIM EM ORGANIZAÇÕES DE JOÃO PESSOA-PB

Modelo de questionário semi-estruturado - 60 questões - previsão de tempo para respostas: 50 minutos.

A) GERAL

- 1) Nome da empresa
- 2) Ano de fundação
- 3) Ramo de atuação da empresa
- 4) Função do entrevistado na empresa
- 5) Há quanto tempo a empresa utiliza o BIM?
- 6) Houve consultoria durante a implementação do BIM?
- 7) A empresa ainda desenvolve projetos em CAD?

B) SOFTWARE

- 8) Quais os principais softwares utilizados na empresa?
- 9) Os quantitativos e outras especificações são gerados com dados do próprio modelo BIM ou calculados de outra forma?
- 10) Existem protocolos definidos para compatibilizar os modelos e versões de arquivos?
- 11) Houve algum projeto em que os softwares disponíveis na empresa não atendiam às necessidades?
- 12) A empresa já alterou os softwares utilizados alguma vez? Se sim, com que frequência isso ocorre?
- 13) Se algo pudesse ser melhorado hoje na empresa em termos de softwares, o que seria?

C) HARDWARE

- 14) Quando a empresa adotou o BIM houve necessidade de troca dos equipamentos?

- 15) Os equipamentos disponíveis são padronizados para todos os colaboradores?
- 16) Existe uma estratégia para documentar o armazenamento, manutenção e custo dos equipamentos?
- 17) A estratégia de negócios da empresa prevê o investimento em equipamentos como viabilizador do BIM?
- 18) Com que frequência a empresa analisa a troca de equipamentos/necessidade de novos equipamentos?

D) REDE

- 19) Qual a plataforma digital ou meio físico utilizado para compartilhamento de informações entre colaboradores da própria empresa?
- 20) Qual a plataforma digital ou meio físico utilizado para compartilhamento de informações com outras organizações?
- 21) A empresa faz uso de armazenamento em nuvem? Se sim, qual a plataforma utilizada?
- 22) A empresa faz uso de uma plataforma digital para gerenciamento de projetos e gestão do pessoal? Se sim, qual?
- 23) A empresa faz uso de alguma ferramenta de gerenciamento e compartilhamento de dados em tempo real especializada em BIM?
- 24) A empresa já alterou o(s) meio(s) de compartilhamento utilizado(s)? Se sim, por que?
- 25) Se algo pudesse ser melhorado hoje na empresa em termos de rede e compartilhamento de dados, o que seria?

E) RECURSOS

- 26) Você considera que o ambiente de trabalho colabora com a produtividade? Por que?
- 27) Existe uma estratégia por parte da gerência para manter o ambiente de trabalho satisfatório e motivador para o pessoal da empresa?

- 28) Como o conhecimento em BIM é compartilhado entre o pessoal? De forma informal (por meio de dicas, etc.) ou existem guias documentados?
- 29) Em caso de serem utilizados guias, estes foram produzidos pelo próprio pessoal da empresa ou são adquiridos externamente?
- 30) Se algo pudesse ser melhorado hoje na empresa em termos de infraestrutura física, o que seria?

F) ATIVIDADES E FLUXO DE TRABALHO

- 31) Quando um projeto é iniciado, existe um profissional definido para delegar funções e acompanhar o processo?
- 32) Quando um projeto é iniciado, é montado algum tipo de organograma para indicar quais serão as tarefas de cada membro da equipe, ou as atividades são divididas ao longo do projeto, de acordo com a necessidade?
- 33) A produtividade da equipe é previsível?
- 34) Se algo pudesse ser melhorado hoje na empresa em termos de fluxo de trabalho, o que seria?

G) PRODUTOS E SERVIÇOS

- 35) Você avalia que a qualidade dos modelos dos projetos mantém um nível consistente de qualidade?
- 36) Em relação a esses modelos, existem diretrizes para guiar os membros da equipe na sua elaboração? Por exemplo, na montagem das folhas ou no nível de detalhe das vistas?
- 37) De que forma a inovação pode ser incorporada durante a modelagem e desenvolvimento dos projetos?
- 38) Os produtos em BIM entregues pela empresa são avaliados para promover melhorias no processo? Se sim, quais elementos são avaliados para ver o que pode melhorar?

H) LIDERANÇA E GERENCIAMENTO

- 39) Os líderes da empresa compartilham da mesma visão em relação ao BIM?

- 40) Ao longo da implementação do BIM na empresa, qual o fator que teve a maior importância? O que ele trouxe de melhorias em relação aos métodos tradicionais?
- 41) Na sua opinião, os parceiros externos de projetos (colaboradores terceirizados, empresas parceiras, etc.) compartilham da mesma visão de BIM que a liderança da empresa?
- 42) De que forma a estratégia BIM que a empresa adotou pode ser revista para se adaptar a novas oportunidades de negócios?

I) PREPARATÓRIA

- 43) A empresa disponibiliza treinamento para o pessoal do BIM?
- 44) Em que momento este treinamento é oferecido?
- 45) O treinamento é preparado para a função na qual o profissional vai atuar, ou é baseado na função que o profissional já atua?
- 46) Este treinamento já foi alterado alguma vez? Por qual motivo?

J) REGULATÓRIA

- 47) A modelagem e a documentação dos projetos passam por um controle de qualidade? Se sim, de que forma esse controle é realizado?
- 48) As metas de desempenho das equipes de projeto costumam ser revisadas? Se sim, com que frequência?

K) CONTRATUAL

- 49) A partir do momento que a empresa começou a utilizar o BIM, novos contratos foram alterados para levar em consideração as mudanças?
- 50) Com a utilização do BIM, existe um fluxo maior de informações sobre o projeto. Em caso de perda de informações ou quebra de confidencialidade, os contratos preveem as responsabilidades de cada interessado?

- 51) Na sua opinião, existe uma confiança mútua dentro da organização em relação à gestão dessas informações?
- 52) Os modelos contratuais costumam ser revistos? Com qual finalidade?

L) ESCALA ORGANIZACIONAL MICRO

- 53) Existe uma liderança formal nos processos em BIM?
- 54) Durante o desenvolvimento de um projeto, as funções que os membros exercem complementam-se na gestão dos processos?
- 55) Na sua opinião, de que forma a liderança auxilia a integrar as estruturas da organização?
- 56) Existe uma alternância na liderança para permitir novas tecnologias ou processos?

M) ESTÁGIO DE CAPACIDADE BIM

De acordo com o estágio de capacidade identificado na empresa.

ESTÁGIO 01 - MODELAGEM BASEADA EM OBJETO

- 57) A empresa possui estratégias de implementação e projetos-base para guiar a implementação do BIM?
- 58) A empresa ainda desenvolve projetos inteiramente em CAD?
- 59) Os processos, políticas e tecnologias do BIM são parte crucial da estratégia organizacional da empresa?
- 60) Ocorre revisão de tecnologias, políticas e processos BIM para se beneficiar de inovações?

ESTÁGIO 02 - COLABORAÇÃO BASEADA EM MODELO

- 57) Na sua opinião, a colaboração entre os participantes do projeto é satisfatória?

- 58) Atualmente, você define a comunicação entre os colaboradores como proativa (colaboram mutuamente para obter melhores resultados) ou reativa (apenas quando ocorrem problemas)?
- 59) Os responsáveis pela avaliação do projeto acompanham todo o seu desenvolvimento ou apenas atuam nas fases finais?
- 60) Se você tivesse que apontar algo a ser melhorado atualmente na dinâmica de colaboração dentro da organização, o que seria?

ESTÁGIO 03 - INTEGRAÇÃO BASEADA EM REDE

- 57) Os papéis e funções dos agentes de diferentes organizações são bem definidos?
- 58) Existem protocolos e mecanismos contratuais para guiar o processo de desenvolvimento e integração de modelos?
- 59) Todos os agentes envolvidos no projeto colaboram com a geração e gerenciamento dos modelos integrados?
- 60) A integração dos modelos e fluxos de trabalho é revisada a fim de otimizar os resultados?