

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

**FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E
GEOGRAFIA**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E
SUSTENTABILIDADE**

DIAGNOSTICO PRÉ ADOÇÃO BIM EM PEQUENOS ESCRITÓRIOS

CAROLINA MARTINEZ VENDIMIATI

Trabalho de Conclusão de Curso (para defesa) do Mestrado Profissional apresentada na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade, na área de concentração sustentabilidade

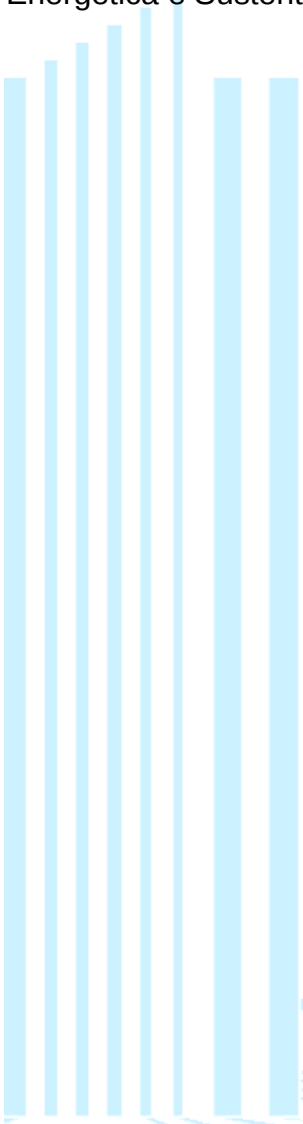
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mayara Dias de Souza

CAMPO GRANDE

DEZEMBRO / 2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

Redação final do Trabalho de Conclusão de Curso defendida por **Carolina Martinez Vendimiati**, aprovada pela Comissão Julgadora em 08 de dezembro de 2021, na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul para obtenção do título de Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade.



Prof. Dr. Mayara Dias Souza – Orientadora
FAENG/UFMS

Prof. Dr. Andrea Naguissa Yuba
FAENG/UFMS

Prof. Dr. Félix Alves da Silva Júnior
ENC/UnB

Prof. Me. Alan Nóbrega Dantas de Araújo
PROJETOACG



O acesso ao documento da ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO e a autenticidade do mesmo documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_org_ao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2969944** e o código CRC **9F43E025**.

A Deus, meus pais, Wilson, Tânia e meus
professores.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e minha família pelo apoio e por acreditarem, mesmo quando minhas crenças esmoreceram, que eu poderia contribuir para um planeta mais justo. Aos meus pais, que investiram suas vidas na criação de seus filhos, fornecendo conforto e recursos para a nossa formação, aos meus irmãos Danielle e Vinícius, assim como seus conjugues, Diegomar e Lilian pelo apoio e confiança.

Às minhas colegas de mestrado Alberta Melo, Tatiani Pivem, aos professores Gilfranco Alves e Juliana Trujillo, ao grupo de pesquisa Algo+ritmo, à CBIM-MS, à arquiteta Nathália Ricartes, ao engenheiro Adriano Macedo e muitos outros que também contribuíram para a finalização desta pesquisa.

Por fim, agradeço à UFMS e CAPES.

RESUMO

A construção civil é uma indústria complexa que envolve diversos processos decisórios que afetam diretamente o meio ambiente através da forma como os recursos naturais são empregados na construção, operação e manutenção da edificação. O conceito de Modelagem da Informação da Construção, BIM, propõe a aproximação e colaboração entre diversos profissionais na concepção de projetos de edificações por meio da virtualização das características geométricas e outras características consideradas importantes durante todo o ciclo de vida de um edifício. Há extensa literatura nacional e internacional que pode ser usada como referência para a estruturação de processos de implementação de BIM em incorporadoras e construtoras. Entretanto, há pouco material que auxilie a implementação de processos BIM em micro, pequenas e médias empresas, comuns em uma indústria extremamente segmentada como a da Construção. Conduzida pelo método de pesquisa Design Science Research, esta pesquisa se propôs a compreender as diferenças e similaridades dos pequenos escritórios que adotaram ou não o BIM, com o objetivo de propor um Instrumento de diagnóstico pré-implantação BIM. A aplicação de tal ferramenta pode favorecer uma implementação BIM bem-sucedida através do investimento incremental prévio em recursos humanos e materiais.

Palavras- chave: BIM, Building Information Modeling, Implementação BIM, Pequenos escritórios, Micro e pequenas empresas.

ABSTRACT

Civil construction is a complex industry that involves several decision-making processes that directly affect the environment through the way in which natural resources are used in the construction, operation and maintenance of the building. The concept of Building Information Modeling, BIM, proposes the approximation and collaboration between different professionals in the design of building projects through the virtualization of geometric characteristics and other characteristics considered important throughout the life cycle of a building. There is extensive national and international literature that can be used as a reference for structuring BIM implementation processes in developers and construction companies. However, there is little material that helps the implementation of BIM processes in micro, small and medium companies, common in an extremely segmented industry such as Construction. Conducted by the Design Science Research method, this study aimed to understand the differences and similarities of small offices that have or have not adopted BIM, with the aim of proposing a pre-implantation BIM diagnostic tool. The application of such a tool can favor a successful BIM implementation through prior incremental investment in human and material resource. The results are available to the public on a website developed for research.

Keywords: BIM, Building Information Modeling, BIM implementation, Small office, Small business.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Aplicação da técnica 5W2H no contexto da pesquisa.....	19
Figura 2: Infográfico que ilustra a composição das Classes de Problemas e Artefatos no contexto da DSR.	20
Figura 3: Tipos de artefatos desenvolvidos através do DSR.....	21
Figura 4: Relação entre as etapas da DSR e a estrutura da dissertação.....	22
Figura 5: Amostra de softwares e empresas desenvolvedoras de softwares relevantes para modelagem e gerenciamento de informações da construção..	31
Figura 6: Popularidade da busca pelo termo "BIM Maturity" no Google entre os anos de 2004 e 2021 (até setembro).	33
Figura 7: 25 casos de uso BIM mapeados pela Pennstate University com destaque para os usos mais comuns no Brasil.	38
Figura 8: Comparação entre o modelo de processo de adoção BIM com dois modelos de avaliação de maturidade BIM.	40
Figura 9: Estrutura dos níveis de classificação do CNAE.	44
Figura 10: Distribuição de empresas prestadoras de serviços em engenharia e arquitetura (grupo 71) por porte(a) e por região brasileira (b).	45
Figura 11: Tabular CMM com as premissas básicas do Minimum BIM destacadas em amarelo.	48
Figura 12: Campos dinâmicos da Iterative CMM (captura de tela da planilha disponibilizada pela NBIMS).....	49
Figura 13: Gráfico de radar produzido pelas respostas selecionadas na Iterative CMM (captura de tela da planilha disponibilizada pela NBIMS)	50
Figura 14: Sistema de pontuação sugerido pela NBIMS para certificação de Maturidade BIM (captura de tela da planilha disponibilizada pela NBIMS)	50
Figura 15: Framework da composição do BIM e VDC Scorecard.	52
Figura 16: Captura de tela da apresentação dos resultados do SBI bimSCORE.....	53

Figura 17:Níveis de Maturidade BIM	55
Figura 18:Captura de tela da Matrix de Maturidade BIM em português, traduzida pelo Professor Doutor Leonardo Manzione.....	56
Figura 19:Captura de tela de uma fração da planilha Excel usada para avaliar a maturidade de organizações	61
Figura 20:Captura de tela de um dos gráficos de radar que representam o resultado de um dos elementos de planejamento.....	62
Figura 21:Captura dos resultados disponibilizados pelo BIM Profiler.....	63
Figura 22:Resumo da estratégia metodológica MELO & BIANCHI adaptada para a pesquisa dessa dissertação.	67
Figura 23:Gráfico da distribuição do porte das empresas que participaram da pesquisa	69
Figura 24:Intervalo de fundação das empresas que participaram da pesquisa.....	70
Figura 25:Principais áreas de atuação das empresas.....	72
Figura 26:Motivações para adoção ou planejar a adoção do BIM.....	72
Figura 27:Formação profissional do respondente.	73
Figura 28: Papel do respondente dentro da empresa.	73
Figura 29:Faixa etária dos respondentes.	74
Figura 30:Tempo de trabalho dos respondentes na empresa.	74
Figura 31:Softwares utilizados pelas empresas.	75
Figura 32:Softwares utilizados nas empresas que já adotaram o BIM.....	75
Figura 33: Softwares utilizados pelas empresas que ainda não adotaram o BIM.	75
Figura 34: Principais fontes de informações sobre o BIM.	76
Figura 35: Grau de importância do diagnóstico da situação atual da empresa diante de uma futura implementação BIM.....	76
Figura 36: Documentos para padronização de documentos e arquivos em processos tradicionais de projeto.	78

Figura 37: Investimento da empresa na formação dos profissionais nas ferramentas BIM selecionadas.	80
Figura 38: Características dos processos de colaboração entre disciplinas.	81
Figura 39: Entregáveis mais comuns (definidos entre o profissional e o cliente).	81
Figura 40: Comprometimento dos escritórios com os processos e procedimentos BIM implementados.	82
Figura 41: Qual o motivo para retomada de alguns dos procedimentos tradicionais	82
Figura 42: Variação na demanda por projetos após a implementação.	83
Figura 43: Página inicial e página de acesso ao artefato no site da pesquisa.	92
Figura 44: Páginas do artefato com contextualização e link para a planilha com as afirmações.	93
Figura 45: Afirmações dispostas na forma de teste online disponibilizado no site como exemplificação das possíveis aplicações do artefato.	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Discriminação de normas técnicas de edificações em rigor no Brasil em 2017 por temática principal.	26
Quadro 2: Comparação de aspectos de processos de projeto em de empresas BIM e empresas convencionais.	34
Quadro 3: Níveis entre os três dos modelos de diagnóstico de maturidade BIM mais populares.....	35
Quadro 4: Exemplo de identificação e ordenação de objetivos da implementação BIM através da discussão de casos de uso BIM.	39
Quadro 5: Síntese do Minimum BIM com suas respectivas áreas de interesse.....	48
Quadro 6: Características dos Conjuntos de Capacidades BIM.....	55
Quadro 7: Elementos de Planejamento BIM.	58
Quadro 8: Estrutura e Sequência - Conversa com Objetivo.....	68
Quadro 9: Afirmações-chave para levantamento de dados suficientes para realizar o estudo de viabilidade no contexto.	89

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	<i>Objetivos.....</i>	<i>17</i>
1.2	<i>Método.....</i>	<i>17</i>
2	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	25
2.1	<i>Formação tecnicista, indústria conservadora: um cenário pouco convidativo para a implantação de inovações</i>	<i>25</i>
2.2	<i>Building Information Model (BIM):.....</i>	<i>30</i>
2.2.1	<i>Implementação BIM.....</i>	<i>35</i>
2.3	<i>Definição de pequenos escritórios de arquitetura e engenharia</i>	<i>41</i>
3	ANÁLISE DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS DE DIAGNÓSTICO PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM EM EMPRESAS.....	46
3.1	<i>NBIMS CAPABILITY MATURITY MODEL (NBIMS CMM).....</i>	<i>47</i>
3.2	<i>VDC/BIM SCORECARD E DERIVAÇÕES</i>	<i>51</i>
3.3	<i>BIM MATURITY MATRIX E DERIVAÇÕES.....</i>	<i>54</i>
3.4	<i>ORGANIZATIONAL BIM ASSESSMENT PROFILE E DERIVAÇÕES</i>	<i>57</i>
4	Estudo de viabilidade de implementação BIM	64
4.1	<i>Questionários aplicados em escritórios de arquitetura e engenharia... ..</i>	<i>64</i>
4.1.1	<i>Análises das respostas</i>	<i>68</i>
4.1.2	<i>Análise das respostas quanto a hipótese de pesquisa</i>	<i>85</i>
4.2	<i>Requisitos do artefato</i>	<i>87</i>
5	Considerações Finais	96
	REFERENCIAS.....	98
	<i>APENTICE A - Questionário para escritórios “BIM”</i>	<i>111</i>
	<i>APÊNDICE B – Questionário para escritórios “CAD”</i>	<i>126</i>

1 INTRODUÇÃO

A discussão que permeia a produção arquitetônica do final do século XX até os dias de hoje é a da sustentabilidade dos ambientes construídos. Na década de 1970, uma equipe formada principalmente por pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), se aprofundou no estudo de sistemas de Jay Forrester, o qual desenvolveu um método lógico para o desenvolvimento de um software para o estudo da viabilidade da perpetuação da humanidade que apontava para um estilo de vida pouco sustentável.

O esboço desenvolvido pela equipe do MIT e Forrester objetivava a análise global de fatores que afetavam o crescimento populacional no planeta, resumidos em cinco fatores básicos: população, produção agrícola, recursos naturais, produção industrial e poluição, conteúdo exposto no livro “Limites do Crescimento”, publicado em 1972, um documento, pela primeira vez, explicitou que a humanidade não sobreviveria se continuasse com o mesmo ritmo de exploração do planeta (MEADOWS *et al*; 1972). Na mesma década, a “Crise do Petróleo” (1973-1974) impulsionou os projetistas a tornar seus produtos (as edificações) energeticamente mais econômicos, através do uso de materiais com maior inércia térmica, estudos de técnicas projetuais para o favorecimento da ventilação natural (ADDIS, 2009, p. 599).

Mesmo com o esforço conjunto de diversas lideranças mundiais, pesquisadores e entidades com influência de alcance global, como a Organização das Nações Unidas (ONU, 2017), as cidades, que podem ser consideradas como o maior artefato humano, e sua população urbana continuam em plena expansão. Elas consomem recursos naturais e geram resíduos em quantidade consideravelmente maiores do que o da população rural (LEITE; AWAD, 2012). Segundo Metz *et al* (2007 *apud* NIZAM; ZHANG e TIAN, 2018), estima-se que as edificações consomem cerca de 40% da energia global disponível e sejam responsáveis por até 25% da emissão de gás carbono ou dióxido de carbono (CO²) no planeta somente durante sua operação, não considerando o consumo energia e emissão de CO² derivados do processo construtivo da edificação.

Diante deste contexto, a responsabilidade pela produção de edificações e cidades mais sustentáveis recai sobre os engenheiros e arquitetos. Addis (2009), argumenta que eles devem

“ter em mente o ciclo de vida do projeto e construção de uma edificação – os prédios, por exemplo, serão construídos de forma que permitam uma desmontagem fácil, para que os componentes ou materiais possam ser reusados ou reciclados. Para enfrentar esses novos desafios, engenheiros e arquitetos terão que trabalhar de modo cada vez mais sincronizado no projeto de novos métodos de construção” (ADDIS, 2009, p. 606).

Entre os conceitos e ferramentas empregados com o propósito de propiciar a construção de edificações mais sustentáveis através da gestão de todo o seu ciclo de vida, está o *Building Information Modeling* (BIM), cujo conceito inovador está associado à melhor gestão dos recursos ambientais, sociais e econômico durante a construção e operação de edificações. A adoção do BIM por construtoras e escritórios de projetos emergiu como um tema de destaque devido a disseminação das vantagens e benefícios competitivos oriundos do BIM disseminado na mídia especializada¹ e pelas políticas governamentais de fomento a implementação dos conceitos BIM na indústria. Dentre as tais políticas, a mais recentemente promulgada foi o Decreto Nº 10.306, no dia 2 de Abril de 2020 que

“Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR” (BRASIL, 2020).

Eastman (2014) sugere que o Modelo da Informação da Construção, tradução literal para português do acrônimo BIM, seja um “modelo virtual preciso de uma edificação”. Através dele é possível extrair “geometria exata e dados relevantes” que possibilitam a execução de processos de projeto e construção menos fragmentados e mais integrados, com prazos reduzidos e acréscimo de qualidade (EASTMAN, 2014, p.1).

Adequadamente implementado, o BIM favorece maior acurácia na gestão dos recursos destinados à elaboração do projeto e sua execução: quantificação e orçamentação otimizadas, gestão das fases construtivas baseadas na emulação das dinâmicas específicas dos canteiros de obras seja na dimensão espacial quanto

¹ Serão considerados no texto como parte da “mídia especializada” revistas, portais de notícia e jornais confeccionados especificamente para profissionais do setor da construção civil.

temporal, simulação de diversas condicionantes ambientais para melhor aproveitamento energético da edificação e verificação de compatibilidade entre projetos complementares. Um modelo BIM pode ser usado para avaliar o potencial mais sustentável de um edifício através da análise de muitas variáveis ainda na fase de projeto, como no caso da escolha do processo construtivo que gera menores impacto ou naqueles que possibilitam uma manutenção e operação mais acessível (seja do ponto de vista econômico como ambiental) (MATTANA, LIBRELOTTO, 2017).

Através de dados de modelos BIM como geometria e materiais que compõem o sistema construtivo de uma edificação, projetistas e demais interessados visualizam, por meio da simulação energética, potencialidades e fraquezas do edifício, a sua qualidade energética e o conforto de seus usuários, que norteiam a tomada de decisões desde de a concepção inicial até o desenvolvimento final da etapa projetual (ISSA, FERREIRA, BORGES, 2020). Além de simulações e visualizações que contribuem para o desempenho mais sustentável das obras de arquitetura, há possibilidades de ensaiar dinâmicas de fluxos logísticos em obra (VIANA et al, 2017), gestão de resíduos (CARVALHO, SCHEER, 2015), gestão da segurança do trabalho (SILVA, VENDIMIATI, DOS SANTOS JÚNIOR, 2020) e entre outros.

Logo, a percepção da adoção do BIM como uma vantagem para a disseminação de práticas mais sustentáveis na indústria já não é mais somente um debate informal entre profissionais da indústria AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação), mas um fato cientificamente argumentado, discutido e publicado.

As informações extraídas de consulta prévia a nove engenheiros e arquitetos, realizada com intuito de compreender o público a ser estudado, contribuíram para a construção da seguinte questão: o que têm atrapalhado esses pequenos escritórios, compostos por poucos colaboradores, a amadurecerem na adoção BIM?

Autores especulam que um dos obstáculos para esse avanço está na motivação na forma como é executada a implementação BIM nessas organizações e na disseminação simplista do BIM no mercado. A disseminação adequada do BIM na indústria depende de três pilares: políticas, tecnologia e processo. A respeito de políticas, Bilal Succar (2009) refere-se ao estímulo dado pelo Estado para a adoção do BIM em órgãos públicos e empresas privadas. Quanto a tecnologia, Succar alude a aplicação de infraestrutura de comunicação, dispositivos físicos para manipulação e

processamento de dados assim como softwares de modelagem paramétrica, simulação, representação e gestão em projetos de edificações não necessariamente unidos em uma só solução, porém passíveis de serem os dados compartilhados de maneira segura entre si. E por fim, há o “ pilar” processos, justificado pelas mudanças organizacionais devem ser organizadas e executadas por pessoas e por procedimentos estabelecidos para elas as executarem.

Decidir adotar o BIM em uma empresa tem como resultado mudanças internas relacionadas, principalmente, aos pilares processuais e tecnológicos. Considerando a complexidade do conceito, mesmo o pilar tecnológico está dependente da execução de processos bem estruturados de diagnóstico, especificação e compra de uma empresa. A inserção de alterações em procedimentos e tarefas em uma empresa durante a adoção dessa inovação tem sido estudada durante a última década e alguns dos resultados desses estudos são manuais de boas práticas na utilização e implementação do BIM desenvolvidos por diversas instituições.

Entre as instituições, destaca-se a *PennState University*, cujas produções sobre BIM inspiraram os Guias Asbea de Boas Práticas em BIM (2013; 2016), dando início a publicação de diversos materiais relevantes para a disseminação do tema no Brasil: o Caderno de apresentação de projetos em BIM (2014) publicado pelo Governo do Estado de Santa Catarina, a Coletânea Implementação do BIM CBIC (2016), Coletâneas Guias BIM ABDI-MDIC (2017) e entre outros.

Os Guias e Manuais de referência nacional buscaram adaptar as recomendações oriundas de nações como o Reino Unido, Estados Unidos, China, mais maduras quanto à disseminação do BIM para o contexto brasileiro. Entretanto, eles não abordam de forma mais precisa o diagnóstico da situação da empresa pré-implementação e estão direcionadas para a implantação do BIM em construtoras, incorporadoras e escritórios de maior porte, preterindo a situação de empresas de micro e pequeno porte, cujos recursos humanos e materiais são escassos (GARBINI; BRANDÃO, 2013).

O descontentamento dos profissionais com a ausência de padrões BIM voltados à pequenas empresas está associado à diversos fatores como: a parte do mercado com conhecimento superficial sobre o BIM e que associam seus processos e ferramentas BIM ao aumento da “burocracia” dentro da empresa (SHAPIRO, 2014; LEUSIN, 2021), os requisitos do sistema convencional ainda vigentes que exigem a

entrega de documentos 2D para a aprovação de projetos entre órgãos públicos e investidores assim como as iniciativas de implementação BIM coexistindo com o sistema convencional, aumentando o esforço gasto nas entregas em BIM (HATMOKO *et al*, 2019).

Há críticas quanto ao desgaste causado pela implementação de softwares inadequados às demandas da organização, seja pela ausência de um diagnóstico adequado durante o planejamento estratégico da adoção do BIM ou pela pressão de vendedores de licenças e treinamentos que, aproveitando a emergência da implementação BIM na indústria, promovem a venda dos seus produtos como a solução da implementação (SUCCAR, 2011; MANZIONE, 2018). Essa tendência, de vendedores tomarem a dianteira quanto a disseminação do BIM, promove a prática do chamado BIM *Washing*² cuja consequência da sua prática são os casos de adoção malsucedidos, desastrosos e a disseminação de resistência da adoção do BIM (SANTOS, 2017), principalmente entre os escritórios menores que não possuem recursos para testar a introdução de uma inovação sem comprometer os projetos paralelos (FERRARI, 2019) e despreparados financeiramente para empregar recursos em novas tecnologias, equipamentos e treinamentos (GARBINI, BRANDÃO, 2013).

Esse cenário evidencia que os micros e pequenos escritórios, que compõem cerca de 85% do total de escritórios de arquitetura e engenharia do Brasil (SEBRAE, 2020), além de sofrerem para superar as limitações relacionadas a pessoas, tempo e dinheiro escassos, também precisam administrar a implementação de uma inovação em que cada implementação representa uma situação única e particular. Na organização de menor porte, o planejamento precisa ser mais assertivo, principalmente em mudanças que envolvem custo elevado e que devem ser transformados em resultados mais rapidamente (COELHO; LIMA; MELHADO, 2015).

Deste modo, o estudo de empresas de micro e pequeno porte sob o viés da implementação do BIM e a proposição de instrumentos que favoreçam a autonomia de profissionais para diagnosticar, mesmo que superficialmente, suas empresas

² O BIM *Washing* é a prática projetual tradicional, em nível de maturidade BIM baixo, porém “disfarçada” de BIM através do uso de softwares de modelagem paramétrica. Nesses casos, não há mudanças significativas quanto a processos e políticas internas da organização e o aproveitamento dos benefícios do BIM são limitados ou inexistentes. Externamente, a organização procura ser melhor vista entre clientes, porém seus produtos ficam aquém da qualidade esperada de uma organização que adotou BIM na totalidade de suas três dimensões. O aproveitamento dos benefícios do BIM para o quadro completo do melhor aproveitamento de recursos e diminuição do desperdício de recursos naturais fica comprometido com a prática do BIM *Washing*.
FONTE?

quanto a um futuro projeto de implementação do BIM não somente propicia a expansão da contribuição da pesquisa universitária para o mercado como também possibilita que empresas com menor disposição de recursos possa familiarizar-se e compreender de forma menos equivocada o conceito do BIM, cujos benefícios para tornar a indústria da construção mais sustentável já foram discutidos anteriormente.

1.1 Objetivos

Neste contexto, Diagnostico Pré Adoção Bim em Pequenos Escritórios é uma dissertação de Mestrado desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade, que tem, como objetivo principal, propor um Instrumento de diagnóstico pré-implantação BIM

Os objetivos específicos são: 1. Analisar as ferramentas de avaliação da maturidade BIM; 2. entender a definição de pequenos escritórios de arquitetura e engenharia; 3. Propor requisitos e características mínimas para a elaboração de uma ferramenta de diagnóstico dos recursos disponíveis em pequenos escritórios de arquitetura e engenharia que são necessários a viabilização da implementação do BIM.

1.2 Método

No exercício de discernir o problema estudado nesta dissertação, foram consultados nove engenheiros e arquitetos residentes do estado de Mato Grosso do Sul na primeira metade de 2019, identificou-se que apenas quatro deles utilizam conceitos BIM em suas organizações. Esses profissionais, membros de escritórios de projetos de atuação liberal declararam utilizar BIM em todas as etapas, possuíam entre dois e dez anos (média de 5) de experiência no mercado da construção civil, com média de 3, incluindo sócios, recém-formados ou estagiários. Metade dentre os consultados eram, sozinhos, todo corpo de colaboradores internos, atuando colaborativamente em projetos específicos e submissos a processos variados e empresas com diferentes Níveis BIM³, tornando o processo de trabalho em BIM desse

³ Os Níveis BIM é um conceito proposto para descrever requisitos necessários para uma organização ser considerada compatível com um nível específico de domínio de ferramentas e processos BIM. Os Níveis (ou BIM Levels originalmente em ingles) são constituídos por quatro níveis que avançam de forma crescente do Nível 0, estágio aderente aos processos de projeto tradicionais, ao Nível 3, um estágio de adoção mais avançado.

profissional em específico desgastante devido ao retrabalho de adaptar-se a novos processos a cada projeto.

Não foram apontadas o estabelecimento de divisão de tarefas internas, não há um colaborador especificamente alocado para modelagem ou documentação, o que na prática prejudica a padronização da qualidade dos produtos BIM. Foi indicado que era difícil encontrar parceiros em projetos complementares que colaborassem usando processos BIM, escritórios optaram pela prática de remodelar determinados projetos de parceiros para conseguir usufruir das vantagens BIM de quantificação, planejamento e detecção de interferências.

O levantamento citado acima contribuiu para a construção da questão condutora da hipótese pesquisada. Após a estruturação da mesma, foram usadas diversas ferramentas para o planejamento das ações seguintes.

Para o planejamento das ações relacionadas a investigação da validade da hipótese levantada, foram levantadas questões norteadas pela adaptação da técnica denominada 5W2H ou Plano de Ação para o contexto de uma pesquisa de mestrado⁴ (Figura 1).

Os questionamentos oriundos da hipótese possibilitaram a condução da pesquisa orientada à solução do problema ou a exploração de soluções satisfatórias. As soluções satisfatórias podem ser aquelas que são descobertas durante a revisão bibliográfica ou proposições desenvolvidas durante a pesquisa como forma de “gerar conhecimento aplicável e útil para a solução de problemas” (VENABLE, 2006 apud DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015).

Como metodologia da pesquisa foi escolhido o *Design Science Research* (DSR), método capaz de consolidar o conhecimento consequente do projeto e desenvolvimento de novos artefatos que desempenham a solução para diversos problemas. Também conhecida como pesquisa construtiva, tem natureza prescritiva e inclui a integração com outras disciplinas com o objetivo de ser a “ciência do projeto” ou “ciência do artificial” para estudar soluções para problemas cotidianos de profissionais de áreas como a arquitetura, ciências sociais, educação, engenharia de

⁴ A sigla faz referência a sete perguntas cujas iniciais em inglês são W e H (What? Why? Who? Where? When? How? How much?). Não há um consenso quanto a sua origem ou criador e tornou-se popular com o advento das técnicas de gestão da qualidade e de projetos. Como material de apoio, o Sebrae possui um guia de rápida aplicação: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/5W2H.pdf>

produção, gestão, administração e sistemas de informação (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015).

Figura 1: Aplicação da técnica 5W2H no contexto da pesquisa.

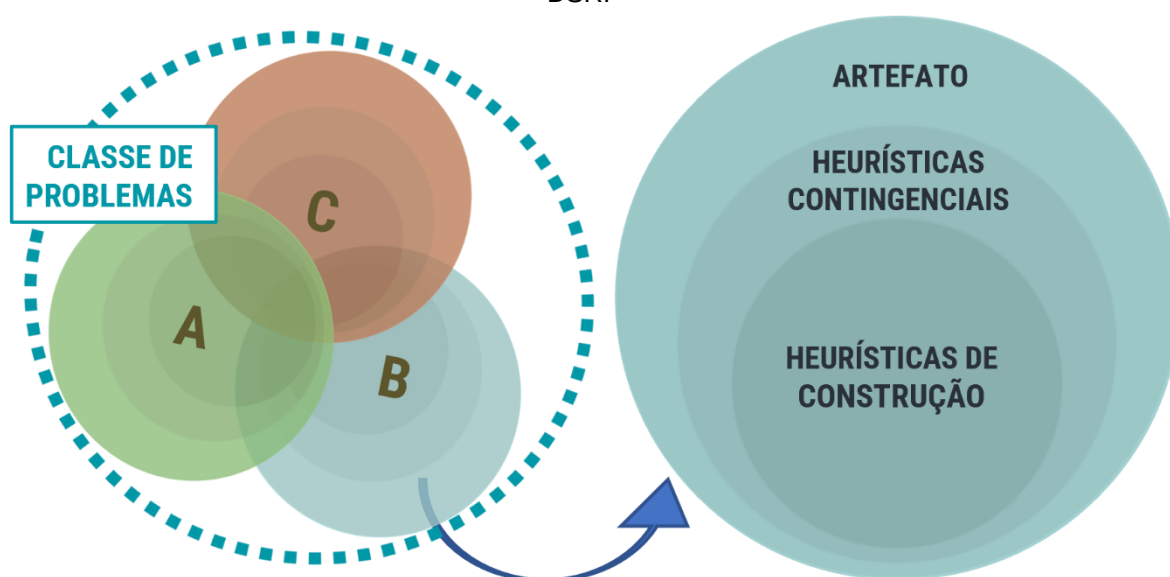


Fonte: Autora (2021).

O DSR apoia pesquisas pragmáticas orientadas à resolução de problemas, apropriando-se de características do **raciocínio abdutivo** ao propor uma solução de origem criativa apoiada em conhecimentos prévios, na **dedução de heurísticas** e na **indução de classes de problemas**. O método abordado por essa pesquisa consegue

satisfatórios resultados na proposição de artefatos porque, no processo de prescrever soluções práticas, os pesquisadores consultam uma grande quantidade de outros trabalhos predecessores que abordam os problemas práticos em discussão e prescrevem, ou não, artefatos úteis baseados em diretrizes cujo objetivo é atender aos requisitos necessários para solucionar problemas que, por meio da análise da relação entre elas e premissas já identificadas durante a conscientização do problema, podem ser agrupados e generalizados em uma **classe de problemas** (Figura 2).

Figura 2: Infográfico que ilustra a composição das Classes de Problemas e Artefatos no contexto da DSR.



Fonte: Autora (2021).

O papel de destaque do termo “artefato” no método sugere que o DSR está voltado exclusivamente para construção de produtos de caráter comercial, gerador de receita para uma organização. Entretanto a *Design Science* tem como objetivo gerar conhecimento sobre o processo de design e conceber melhorias em sistemas existentes ou na criação de novos artefatos que, no contexto da DSR, são definidos como “a organização dos componentes do ambiente interno para atingir objetivos em um determinado ambiente externo” (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015, p. 57).

Dessa forma, o artefato, objeto cujo processo de desenvolvimento é o estudado na DSR, pode ser um produto inédito ou uma melhoria de algum já existente e possui pelo menos cinco tipos mais comuns: constructo, modelo, método, instanciação ou *design propositions* (Figura 3). A pesquisa de mestrado durante o seu

desenvolvimento e finalização mostrou-se melhor caracterizada como uma *design proposition*. Sua finalidade é propor requisitos mínimos para a elaboração e aplicação de ferramentas que se proponham a diagnosticar o estado atual dos pequenos escritórios para futura implementação BIM o que vem de encontro com esse tipo específico de artefato o que se apresenta como

“uma generalização de uma solução para uma determinada classe de problemas,[...] tornando-se conhecimento que pode ser aplicado para diversas situações similares.[...] Pode orientar/balizar o desenvolvimento de artefatos de uma classe de problemas” (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015, p. 113).

Figura 3: Tipos de artefatos desenvolvidos através do DSR.

TIPOS DE ARTEFATOS	
Constructos	Conceito elaborada com base em dados simples, a partir de fenômenos observáveis, que auxilia os pesquisadores a analisar e entender algum aspecto de um estudo ou ciência. (MICHAELIS, 2021).
Modelos	Conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos ou uma representação de uma situação de problema e solução (MARCH & SMITH, 1995).
Métodos	Conjunto de etapas usado para realizar uma tarefa, baseados em um constructos e modelos do espaço de solução (MARCH & SMITH, 1995).
Instanciações	Diretrizes que norteiam a utilização de um artefato em ambiente real (MARCH & SMITH, 1995; DRESCH, 2015).
Design Propositions	Template para a criação de soluções para uma classe de problemas (DENYER, TRANFIELD & VAN AKEN, 2008; DRESCH, 2015)

Fonte: Autora (2021).

Ao projetar um artefato utilizando a metodologia DSR, é recomendável seguir oito etapas pré-determinadas (Figura 4). Durante as etapas de identificação e conscientização do problema, foram realizadas entrevistas e questionários entre arquitetos e engenheiros inicialmente do estado de Mato Grosso do Sul e posteriormente, na segunda abordagem, foram aceitas as respostas de profissionais de outras regiões, esta última abordagem determinante para o projeto do artefato.

A estruturação das Classes de Problemas se materializou na análise de artefatos similares. Foi possível relacionar os aspectos de sucesso e insucesso dos mesmos com características do problema identificados na revisão bibliográfica, em relatos profissionais disponíveis em artigos e testemunhos em meios de comunicação oficiais de empresas e escritórios e nas respostas dos questionários.

Figura 4: Relação entre as etapas da DSR e a estrutura da dissertação.

ETAPAS DA DSR		SAÍDAS ESPERADAS	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO
IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA		HIPÓTESE/QUESTÃO DE PESQUISA	INTRODUÇÃO
CONSCIENTIZAÇÃO DO PROBLEMA	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	FACES DO PROBLEMA, REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E REQUISITOS DO ARTEFATO	CAPÍTULO 1
IDENTIFICAÇÃO DAS SOLUÇÕES/ARTEFATOS EXISTENTES E CLASSES DE PROBLEMAS (C.P.)		SOLUÇÕES/ARTEFATOS EXISTENTES EXPLICITADDAS E C.P. ESTRUTURADAS	CAPÍTULO 2
PROPOSIÇÃO DE SOLUÇÕES/ARTEFATOS		PROPOSTA DE SOLUÇÕES/ARTEFATOS	CAPÍTULO 3
PROJETO DA SOLUÇÃO/ARTEFATO		PROJETO COM DETALHAMENTO DE TÉCNICAS, FERRAMENTAS E REQUISITOS	
DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO/ARTEFATO		HEURÍSTICAS DE CONSTRUÇÃO	
AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO/ARTEFATO		HEURÍSTICAS CONTIGÊNCIAIS	
EXPLICITACÃO DAS APRENDIZAGENS		CONCLUSÕES	CONCLUSÕES
CONCLUSÕES			
COMUNICAÇÃO DOS RESULTADOS		COMUNICAÇÃO DOS RESULTADOS	

Fonte: Autora (2021).

Em seguida, foi possível diagnosticar condições externas e internas que prejudicam a introdução dessas ferramentas no contexto em estudo (EPPs brasileiras com pouca ou nenhuma consciência de como seus processos e recursos existentes devem ser geridos em uma situação de implantação de BIM). O diagnóstico norteou a proposição de uma solução do tipo *Design Propositions*, detalhando requisitos para ferramentas futuras ou para a adaptação das já mapeadas. Como forma de avaliação da aderência das *Design Propositions* alcançadas, foram exauridas as heurísticas de construção determinadas no início da concepção das *Design Propositions* e das heurísticas contingenciais identificadas durante o seu desenvolvimento.

A dissertação está estruturada em três capítulos, além da introdução e da conclusão. Nesta **introdução** busca-se delinear a pesquisa, seus objetivos, hipótese, as motivações que deram origem à pesquisa abordando aspectos principais do seu percurso de desenvolvimento, e o detalhamento da estrutura da dissertação.

No **capítulo 2**, é caracterizado o público estudado, lançando mão de revisão de bibliografia referência no tema como também de discussões entre profissionais na internet que compartilham suas experiências em blogs, artigos de internet, vídeos. Discernido o problema, o mesmo deve ser compreendido para que sejam enumerados os requisitos necessários na solução e, em seguida, identificar os artefatos que atendem parcialmente a esses requisitos no **capítulo 3**.

No **capítulo 3**, são exploradas as ferramentas atribuídas à solução do problema elucidado anteriormente, oriundas de pesquisadores independentes, institutos de pesquisa, empresas de software BIM e empresas desenvolvedoras de soluções dessas últimas. Destacamos que o capítulo se debruça em fazer uma revisão qualitativa das ferramentas existentes, destacando a ligação entre as mesmas, aquelas que são indiretamente subsequentes. A revisão sistemática não somente não acrescenta à comunidade dada as iniciativas já existentes de cunho parecido como também busca apresentar uma análise da contribuição que evolutivamente uma acrescentou à outra e voltada para a aplicação em EPPs.

No **capítulo 4**, é apresentada a contribuição teórica principal da dissertação: de maneira abdutiva e dedutiva, propõem uma estrutura de diagnóstico autoaplicável cuja proposta é situar a EPP quanto à suas questões internas ainda não solucionadas que devem ser discutidas para que seja possível o planejamento de uma estratégia de implementação BIM com maiores chances de sucesso. Como forma de delimitação do perfil, o levantamento nas modalidades de entrevista e questionário foram acrescentadas a essa seção. Como parte dos resultados da pesquisa, foi elaborado um website para a divulgação do produto da mesma, destinado não somente para a comunidade científica como também para o meio profissional, buscando uma linguagem visual e textual compatível para ambos os públicos. O endereço da página é: <https://carolinavendimiati.wixsite.com/bim-epp>.

A conclusão retoma a hipótese discutida desde a introdução, apontando como a mesma foi confirmada e a questão principal derivada dessa premissa foi respondida durante o decorrer da pesquisa. Também promove o resgate dos objetivos lançados no início da pesquisa para a análise de como estes se relacionam com os resultados obtidos, avaliando o processo de pesquisa como um todo.

Esta pesquisa é fruto de estudos desenvolvidos pela autora ao longo de vários anos no grupo de pesquisa Algo+ritmo, da UFMS, incluindo pesquisas de Iniciação

Científica (IC), Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e participação em pesquisas desenvolvidas pelo grupo. O BIM vem sendo trabalho no grupo de pesquisa por pesquisadores de graduação e pós-graduação desde a sua adoção no cenário regional, através de levantamentos entre profissionais e escritórios como também na criação de métodos de elaboração de Planos de Execução BIM em órgãos públicos, na área de desenvolvimento de processos e procedimentos que impactam na qualidade das entregas realizadas.

2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

2.1 Formação tecnicista, indústria conservadora: um cenário pouco convidativo para a implantação de inovações

A construção civil é uma indústria com características únicas quando comparada às outras existentes: seu produto final dificilmente pode ser padronizado e produzido em massa como é realizada na indústria alimentícia, têxtil, de embalagens e entre outras (ADDIS, 2009, p. 6). Esta indústria também é conhecida por sua baixa rentabilidade, baixo investimento em pesquisa e desenvolvimento, crise na formação de profissionais, planejamento inadequado, falta de controle na execução, atrasos de terceirizados, métodos inadequados e o declínio da produtividade durante o último meio século em oposição ao constante incremento de produtividades nos setores industriais não agrícolas (HARON, 2013). Pesquisadores identificaram que cerca de 30% do peso total dos materiais entregues nos canteiros de obras são desperdiçados ao serem transformados em resíduos sólidos (OSMANI, 2011, p. 207) e são citados como causadores, os erros e lacunas nos projetos, as interferências físicas e falta de funcionalidade, os canteiros de obra desorganizados causados por layout inadequado e estocagem incorreta de materiais (ALVES, DREUX, 2015).

Para solucionar tais problemas, são formados comitês para a normatização da produção arquitetônica que, através de testes e estudos, estabelecem valores e condições consideradas minimamente aceitáveis para a segurança dos subprodutos de cada fase da construção de uma edificação. A normatização e padronização dos produtos da indústria também tem como objetivo o aumento de qualidade técnica e produtividade do setor como um todo, refletindo na padronização dos processos de concepção e construção. Assim como já existem tendências de padronização na elaboração dos insumos da construção, há pelo menos 1.046 normas técnicas de edificações em vigor no Brasil (Quadro 1).

Quadro 1: Discriminação de normas técnicas de edificações em rigor no Brasil em 2017 por temática principal.

Normas por temática principal	Quantidade
Viabilidade, contratação e gestão	18
Desempenho, projeto e especificação de materiais e sistemas construtivos	583
Execução de serviços	64
Controle tecnológico	362
Manutenção	2
Qualificação de pessoas	13
Resíduos da construção civil	5
Total	1047

Fonte: Adaptado de SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS (2017).

Na construção civil, a maioria das empresas são lideradas por profissionais de alto conhecimento técnico dos procedimentos de concepção e execução de edificações, que conhecem e dominam consideravelmente as normas relacionadas à qualidade técnica da edificação, porém com menor domínio das normas e referências de gestão empresarial e processos de negócio (HOLA, 2015). Amarilla & Iarozinski Neto (2018) defendem que as pequenas empresas do subsetor de construções, principais atores em consideração nesta pesquisa, não possuem “uma visão unificada dos seus processos de negócio” em que “cada departamento possui um entendimento próprio de suas atividades” (p. 279).

O déficit desses profissionais, associado à condição a qual a indústria da construção se mantém “atrasada” na adoção de inovações em relação as outras indústrias, o que torna iminente a necessidade da aplicação de conceitos de gerenciamento que aumentem a produtividade da mesma (AMARILLA; IAROZINSKI NETO, 2018).

Os profissionais responsáveis por projetos de AEC são, na sua essência, educados com o propósito de gerir projetos: a construção ou a solução projetual de uma edificação nada mais são do que processos únicos/individualizados de criação e execução. A atribuição e atividades dos profissionais engenheiro e arquiteto estão previstas na Lei nº5194 de 1966 confirmam a posição desses profissionais como gerentes de projeto ao abranger a execução, direção, fiscalização e planejamento de projetos e obras. Entretanto, a indústria da construção sofre intensa fragmentação durante todo o ciclo de vida de um empreendimento, cuja consequência é a necessidade de que os projetos sejam rigorosamente organizados e gerenciados (ARROTEIA *et al*, 2014).

A gestão de projetos como uma disciplina surgiu como “visão sistêmica estruturada” principalmente criada para atender à crescente demanda pelo aumento de produtividade dos projetos “construção pesada” entre as décadas de 1960 e 1980. (MANSUR, 2007). Atualmente é uma disciplina muito abrangente, otimizando recursos e aumentando a produtividade dos setores como a indústria automobilística, tecnologia e comunicação, alimento e outros. Essa diversificação foi mais intensa após a década de 1980, quando o *Project Management Institute* (PMI), uma instituição que associa gerentes de projetos à nível inter-relacional, liderou o movimento para a identificação e documentação das melhores práticas na gestão de projetos. O Instituto também é editor do *PMBOK Guide*, em português conhecido como “Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos. No PMBOK, projeto é definido como “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único” (PMI, 2017, p. 40) e o gerenciamento de projetos como

“aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de cumprir os seus requisitos [...] realizado através a aplicação e integração apropriadas dos processos” (PMI, 2017, p. 46).

Para a entrega bem-sucedida de um projeto ou empreendimento no seu sentido mais amplo, é necessária visão sistêmica de todo o ciclo, planejamento e controle de todos os recursos envolvidos, caso contrário, diversos problemas de qualidade surgirão, entre eles incompatibilidade de projetos e ausência de informações dos sistemas que compõem o produto (SACOMANO *et al*, 2004).

O controle e planejamento dos recursos, no contexto analisado, tem como objetivo a produção de uma edificação de qualidade, entregue dentro do prazo, econômica, com o menor desperdício de recursos possível e que satisfaça aos

desejos elencados pelo cliente durante o planejamento do projeto. A existência de profissionais que coordenam a construção de edifícios com repertório satisfatório nesses conceitos favorece a Indústria da Construção porque planejamento e o emprego de processos padronizados diminuem o tempo empregado no “desenvolvimento de ferramentas de apoio à decisão da alta gerência em relação aos projetos”, permitindo que os projetos operem de maneira uniforme (VALLE, 2010, p. 30).

O planejamento da construção de uma edificação ou de uma intervenção em uma já existente começa muito antes da contratação de equipes de trabalho responsáveis pela logística de canteiro: o primeiro momento do planejamento começa nas primeiras discussões entre o cliente ou investidor com os projetistas, momentos decisivos para a escolha das tecnologias construtivas, por exemplo. A etapa projetual tem tamanho impacto na vida útil de um edifício que cerca de 32% dos erros e inconformidades construtivas originam-se nesta fase (VIEIRA, MELLO, 2021).

A atividade projetual é um processo de constante retroalimentação e renovação, influenciadas por aspectos culturais dos usuários, oscilações econômicas relacionadas a taxa de juros e oferta de crédito, legislação urbanística local e entre outros. Atualmente, essas atividades também estão cada vez mais complexas devido a rapidez no surgimento de novas tecnologias construtivas, tecnologias de apoio à concepção, demandas ambientais (KOWALTOWSKI *et al*, 2006).

Na elaboração de soluções adequadas a essas demandas, essa transformação se expressa na produção recente de arquitetura e engenharia através da prototipagem virtual, da inserção de ferramentas BIM, a concepção formal em meio digital e através de algoritmos (ou scripts visuais) e a exigência de atendimento a requisitos de desempenho e eficiência energética (ANDRADE; BORGES; LIMA, 2017).

Quanto aos clientes, esses geralmente estão pouco envolvidos com os processos de concepção projetual, porém depositam a confiança na equipe de projeto e que esta tenha suficiente *expertise* na avaliação das consequências de suas decisões, que otimizem os disponibilizados e forneçam diversificadas opções de design mais sustentáveis. Para auxiliar e superar a capacidade limitada dos arquitetos e engenheiros de simular o maior número de possibilidades de projeto, ferramentas paramétricas de design estão sendo desenvolvidas.

A própria prototipação virtual, que consiste no primeiro exemplar (quando virtual, analítico) de um produto, pode oferecer diversas oportunidades de aumento de produtividade e menor desperdício de recursos através dos benefícios da prototipação, sendo esses o aperfeiçoamento da comunicação, colaboração e integração entre os diferentes atores envolvidos na serviço, melhor compreensão e visualização do projeto e, sendo o modelo alimentado com informações paramétricas, há a possibilidade do mesmo ser utilizado em testes e análises de viabilidade diversos (MULLER; SAFARRO, 2011).

A análise de projetos auxiliada por modelos tridimensionais paramétricos possibilita que sejam mensurados os variados impactos que a escolha de uma sistema de fechamento de envoltória e material de estrutura, por exemplo, podem resultar durante a construção e operação: a variação no consumo de energia em sistemas de condicionamento de ar, no consumo de energia adicional para iluminação artificial; a conformidade com normas e certificações, impacto ambiental através de métricas como CO², verificação de interferência, logística de canteiro, estimativa de custo, sequenciamento da construção e entre outros (KENSEK, 2018, p. 144).

Algumas ferramentas de modelagem paramétrica também possibilitam a personalização e extensão de suas funcionalidades através do suporte à scripts (sejam eles scripts em linguagem de programação ou scripts visuais). Os scripts podem ser uma forma de desenvolver uma nova forma de automatizar rotinas repetitivas pranchas relacionadas a documentação bidimensional ainda necessária no mercado como também possibilitar a simulação de formas complexas derivadas de dados do terreno e suas condições climáticas (EASTMAN, 2014, p. 56).

Contudo, nem todos estes benefícios são aproveitáveis quando não há a gestão adequada das informações e da forma como esses modelos devem ser alimentados. A ausência de normas e procedimentos adequados para gerir o processo de projeto pode fazer com que as informações extraídas de modelos paramétricos, ricos em dados relevantes para as diversas fases de um empreendimento, não sejam aproveitadas nas fases subsequentes à aprovação e desenvolvimento do projeto.

Para que sejam adotados processos internos que favoreçam os modelos de construção parametrizados, aconselha-se a migração gradual ou completa da empresa à metodologia da Modelagem da Informação da Construção (BIM), adotando conceitos relacionados às boas práticas de gerência de projetos, de dados

informacionais, de obras, caracterizando a adoção do BIM uma atividade extremamente estratégica e interdisciplinar.

O perfil da empresa que elabora e executa projetos de arquitetura e engenharia no Brasil é constantemente caracterizado na literatura como “empresas uniprofissionais que trabalham para clientes privados ou como subcontratadas de empresas maiores em contratos com o setor público” (COELHO, LIMA, MELHADO, 2015, p. 3) e que “tende a encontrar mais dificuldades [para implantar BIM], pois não está preparado financeiramente para investir em novas tecnologias, equipamentos e treinamentos ” (GARBINI, BRANDÃO, 2013, p. 135).

2.2 Building Information Model (BIM):

O conceito de *Building Information Modeling* (BIM), traduzido como Modelagem da Informação da Construção, é um método de modelagem da construção de maneira virtual que armazena as informações sobre a construção, sejam elas propriedade geométricas, desempenho mecânico, físico ou restrições e composição dos sistemas construtivos. Desse modo, o modelo virtual é também um banco de dados sobre uma edificação. Tal banco pode conter dados que auxiliam na identificação de interferências entre projetos de diferentes categorias (estrutural, hidrossanitário, elétrico, de vedação), na extração de quantitativos de materiais e no planejamento do canteiro de obras (EASTMAN, 2014).

O modelo tridimensional resultante deve relacionar os objetos ali inseridos de maneira temporal: para representar as propriedades de um edifício real, o modelo deve armazenar informações temporais para o faseamento do seu ciclo de vida (KENSEK, 2018, p. 25). Existem diversas ferramentas atreladas ao conceito disponíveis no mercado hoje, as três principais são o ArchiCAD, pioneira no conceito e comercializada desde o início dos anos 1980; o Revit, lançado em 2002 e a Benteley em 2004 (Figura 5)(EASTMAN, 2014, p. 57).

O BIM transformou a maneira como os requisitos básicos de um projeto são atendidos: estudos de viabilidade mais precisos, o rigor na detecção de interferências aumentou, a integração entre os projetos arquitetônico e complementares é cada vez mais efetiva, a compreensão do modelo virtual pelos clientes é potencializada com a utilização de ferramentas como a realidade virtual e a realidade aumentada.

Figura 5: Amostra de softwares e empresas desenvolvedoras de softwares relevantes para modelagem e gerenciamento de informações da construção.



Fonte: Adaptado de ARKANIUK (2020).

Um modelo BIM pode ser uma ferramenta para melhor gestão dos recursos disponibilizados de diversas maneiras, seja no início da concepção de uma edificação, durante a sua construção ou durante sua operação. Segundo a norma brasileira NBR 13532/1995 que define, entre muitas coisas, as etapas de um projeto arquitetônico, recomenda-se que sejam realizadas oito etapas de projeto antes da execução de uma obra. Elas são: levantamento de dados (LV-ARQ), programa de necessidades (PN-ARQ), estudo de viabilidade (EV-ARQ), estudo preliminar (EP-ARQ), anteprojeto ou de pré-execução (AP-ARQ), projeto legal (PL-ARQ), projeto básico (PB-ARQ) e projeto de execução ou projeto executivo (PE-ARQ).

Enquanto o levantamento de dados e o programa de necessidades contém intensa atividade de pesquisa e análise do material levantado, as etapas de estudo preliminar e anteprojeto são aquelas que mais caracterizam a concepção construtiva adotada pelos projetistas, especificando dimensões, localização dos ambientes no espaço considerado, as tecnologias empregadas assim como a defesa das soluções consideradas. O modelo BIM permite, assim como outros modelos tridimensionais, a simulação espacial e visual da edificação modelada, a possibilidade de simular a incidência solar sobre edificações. Mesmos modelos BIM esquemáticos permitem realizar estimativas de custo, baseados em objetos paramétricos menos complexos e mais genéricos que representam definições iniciais de estrutura, sistemas de refrigeração, iluminação, entre outros.

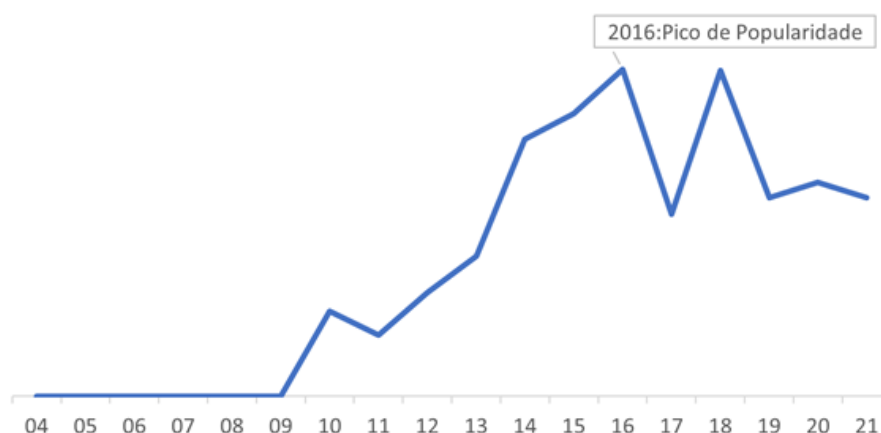
Essas definições iniciais possuem grande potencial de mudarem durante o processo de concepção da edificação e, devido às características paramétricas dos objetos inseridos no modelo, as propriedades e parâmetros associados a tais decisões são mais facilmente mudados e simulados, resultando em maior economia para o projeto como um todo, pois mudanças no início do projeto geram menor retrabalho e prejuízos do que em etapas posteriores (KENSEK, 2018, p. 43).

Modelos BIM podem ser úteis em qualquer fase de projeto. Entretanto, devido a característica geral dos projetos de aumentar o grau de especificação das informações conforme as etapas avançam, o modelo BIM também responde a essa sequência evolutiva do projeto. Os modelos BIM e os objetos que o compõem são modelados conforme o grau de detalhamento necessário para a etapa em que o modelo está alocado e, conseqüentemente, a quantidade de informações presente no modelo aumenta.

A quantidade de informações que um modelo BIM armazena depende, principalmente, da finalidade da modelagem e a forma como essas informações serão geridas. BILAL SUCCAR (2009) explora a criação de uma estrutura que explicita a importância de compreender os produtos BIM como mais do que uma ferramenta de projeto, mas também como um conceito de gerenciamento de projeto colaborativo. Como alternativa para a compreensão da migração da utilização de BIM como um método de gestão de projetos e medir a intensidade da adoção do BIM em um projeto ou instituição, foram propostos diversos conceitos: Maturidade BIM (*BIM Maturity*), Índice de maturidade (*Maturity Index*), Capacidade BIM (*BIM Capability*), Passos BIM (*BIM Steps*) e Estágios BIM (*BIM Stages*), que procuram determinar métricas para avaliar desde o desconhecimento do BIM e de suas ferramentas de modelagem até o domínio das mesmas e o seu uso na concepção de projetos colaborativos em equipes multidisciplinares e nas suas mais diversas fases, seja concepção, detalhamento, operação, reforma e demolição.

O conceito de maturidade e capacidade possuem em comum a sua origem e adaptação de disciplinas de desenvolvimento de software. A maturidade tem sido usada no contexto da implementação BIM há pelo menos 15 anos (NBIS, 2007) e se tornou popular a partir de abril de 2011 (Figura 6), meses seguinte a publicação da primeira versão da BIM³ (Matrix de Maturidade BIM) (SUCCAR, 2010).

Figura 6: Popularidade da busca pelo termo "BIM Maturity" no Google entre os anos de 2004 e 2021 (até setembro).



Fonte: GOOGLE TRENDS, 2021

O conceito de “Maturidade” se popularizou através da bem sucedida *Capability Maturity Model* – CMM desenvolvida entre os anos de 1986 e 1993 pelo Instituto de Engenharia de Software da Universidade Carnegie-Mellon (Estados Unidos) e em 1999, o *Project Management Institute*, associação como PMI cuja liderança na promoção e pesquisa de boas práticas na gestão de projetos é reconhecida mundialmente, já desenvolvia um modelo de maturidade adaptado a realidade dos gerentes de projetos (FRIEDRICH, SCHLICHTER, HAECK, 2003).

Maturidade tem como objetivo enquadrar organizações em níveis hierárquicos que descrevem a capacitação da mesma para o desenvolvimento e administração de softwares, à princípio (ALMEIDA, 2005), depois sendo ampliado para outros produtos e entregas. Alguns autores defendem que os níveis de maturidade não foram criados com o objetivo de se serem adotados como metas a se alcançar, mas um meio de avaliação da adequação da infraestrutura e processos do sistema de informação (TI) de uma empresa a proposta de valor e objetivos de negócio da mesma (PEDERIZA, 2003).

Os níveis de maturidade são utilizados como uma métrica para balizar pragmaticamente a situação da implementação BIM na empresa e identificar novas oportunidades de melhoria dos processos. Assim como as diversas partes interessadas podem estar em níveis divergentes, as próprias ferramentas e metodologias de avaliação de maturidade BIM possuem diferentes “estágios de desenvolvimento”, podendo ser fruto de pesquisas e investimentos de instituições

públicas como órgãos de regulação governamentais, departamentos responsáveis pelo projeto e execução de obras públicas, instituições particulares de pesquisa como universidades, institutos de pesquisa, entidades de classe, empresas desenvolvedoras de software (KENSEK, 2018).

Foram mapeadas mais de 25 matrizes, modelos, metodologias e escalas desenvolvidas para analisar o comprometimento da empresa, da equipe, de um projeto, de uma instituição de ensino quanto a adoção de processos, políticas e tecnologias BIM (KASSEM *et al*, 2020). Todas possuem em comum a oposição entre os níveis mais maduros, mais altos com os níveis menos maduros e também mais baixos (Quadro 2).

Quadro 2: Comparação de aspectos de processos de projeto em de empresas BIM e empresas convencionais.

Escritórios “Imaturos”	Escritórios “Maduros”
Não há missão, visão ou metas organizacionais estabelecidas.	Missão, visão, metas organizacionais alinhadas aos conceitos BIM.
As máquinas não desempenham satisfatoriamente a edição de dados e informações BIM.	Máquinas e ambientes destinados para o uso em processos de projetos BIM.
Processos não mapeados, atividades executadas espontaneamente.	Processos mapeados, regularmente revisados.
Funções ambíguas e fluxos de trabalho inconsistentes.	Papéis e responsabilidades bem definidos.
Qualidade e funcionalidade do produto sacrificadas	Há métricas para o monitoramento da qualidade dos produtos e processos
Não existe base histórica	Existe base histórica
Produtos 3D/BIM com qualidade “flutuante”, níveis de detalhe e desenvolvimento inconsistentes.	Aplicação de auditorias para avaliação da qualidade e planejamento de incrementos às entregas.
Modelagem voltada para detalhamento 2D ou representação tridimensional sem padronização prévia que podem gerar arquivos muito extensos e problemas de interoperabilidade entre softwares.	Documentação, modelagem e contratos definidos por diretrizes, códigos e regulamentos alinhados aos usos BIM do escritório.
Baixo investimento na melhoria do espaço físico e na adequação da infraestrutura aos processos BIM, podendo resultar no sucateamento dos recursos físicos. Colaboradores com defasagem em relação aos demais inseridos no mercado.	Políticas de aperfeiçoamento de recursos.

Fonte: Adaptado de ALMEIDA, 2005; SUCCAR, 2010; COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM, 2013.

Dada a diversidade de modelos e metodologias de diagnóstico da maturidade BIM que podem ser aplicadas a empresas, podem ser citadas várias escalas aplicáveis (Quadro 3), porém é recomendado utilizar aquela cujos conceitos que a sustenta estejam mais alinhadas ao objetivo estratégico da empresa e dá diretrizes de implantação do BIM.

Quadro 3: Níveis entre os três dos modelos de diagnóstico de maturidade BIM mais populares.

BIM ³ 3.0 (SUCCAR, 2010)	VDC SCORECARD (2010)	PENNSTATE 2.0 (2013)
Inicial	Prática Convencional	Não existente
		Inicial
Definido	Prática Típica	Gerenciado
Gerenciado	Prática Avançada	Definido
Integrado	Melhores Práticas	Quantitativamente gerenciado
Otimizado	Prática Inovadora	Otimizado

Fonte: Autora (2021).

2.2.1 Implementação BIM

As primeiras decisões que envolvem o planejamento da adoção de novos processos de projeto que envolvem a modelagem BIM possuem grande impacto no sucesso da mesma e são diretamente relacionadas à quantidade de recursos necessários (COELHO; LIMA; MELHADO, 2015).

Assim, o investimento na elaboração de um plano de políticas e processos de transição é não apenas uma decisão sábia como também uma prática recomendada pela *PennState University* (KREIDER; MESSNER, 2013), instituição líder na elaboração de diretrizes de implementação BIM, como também nos guias nacionais os quais foram produzidos a partir da adaptação das experiências e recomendações já descritas no exterior para o contexto brasileiro.

Foram consultados diversos materiais para a detecção dos procedimentos apontados, em especial os materiais de maior abrangência no Brasil: o Guia BIM (2013), realizado pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (Asbea), dividido em dois fascículos; a Coletânea BIM (2016), realizada pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

(SENAI), composta por cinco volumes e a Coletânea dos Guias BIM ABDI-MDIC (2017), realizados pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial e o Ministério da Economia Indústria, Comércio Exterior e Serviços, em seis volumes. Esses guias, importantes para a disseminação da metodologia BIM no país, possuem abrangência limitada quanto ao público desta pesquisa (micro e pequenas empresas), possuem como principal público incorporadoras e construtoras, deixando profissionais autônomos e empresas de pequeno porte menos assistidas quanto à implementação de processos BIM.

A primeira ação a ser feita nesse contexto é o diagnóstico da atuação da empresa, seja do ponto de vista dos processos de projeto, como também dos processos de negócio e infraestrutura tecnológica. A implementação do BIM em uma empresa tem menores chances de sucesso se não estiver alinhada aos objetivos estratégicos da mesma (EASTMAN et al, 2009, p. 198). A adesão do BIM depende da reflexão sobre qual a motivação da empresa para a transição para que sejam estabelecidos expectativas e objetivos a serem alcançados. Karen Kensek, professora pesquisadora do conceito BIM no MIT, defende que a "integração do processo BIM tem mais a ver com os processos da prática do que com apenas escolher plataformas de hardware e software" (2014, p. 109).

A identificação dos objetivos estratégicos da empresa possibilita também a compreensão do limiar de investimento (financeiro e econômicos) dos proprietários na transição para o BIM. Nessa situação, é sugerida a aplicação de técnicas frequentemente usadas por gestores de empresas para identificação da motivação para a implementação de inovação, sondagem entre as lideranças, os proprietários e investidores da empresa quanto ao engajamento na mudança de processos e políticas da empresa, análise de riscos e da viabilidade da implementação da mesma inovação.

Durante a realização da análise de risco, a discussão pode emergir problemas relacionados à indefinição da proposta de valor ou das atividades-chave da organização entre seus colaboradores, necessitando o esclarecimento de questões fundamentais relacionadas aos seus objetivos de negócio, exigindo a aplicação de outras ferramentas para estruturação de um Plano de Negócios⁵.

⁵ O Plano de Negócios é uma estratégia de planejamento e gerenciamento que descreve os objetivos, metas, atividades-chave, proposta de valor, recursos e outros atributos importantes para a gestão do ponto de vista de seu proprietário. Através do mesmo é possível avaliar holisticamente os processos tradicionais e inová-los. Algumas opções de instrumentos que

Entre as ferramentas, podemos citar a técnica SWOT, acrônimo de *Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats*, também conhecida como FOFA (acrônimo de Pontos fortes, Oportunidades, Pontos fracos e Ameaças). É uma ferramenta que pode ser usada individual ou colaborativamente para traçar planos de mitigação de ameaças e aproveitamento de oportunidades identificadas em um negócio.

A implementação do BIM em uma empresa deve considerar os três eixos que compõe o conceito: processos, pessoas e tecnologia. O primeiro passo que deve ser realizado para a implementação BIM é a identificação de qual o objetivo da implantação do BIM na empresa. Os benefícios do uso de BIM em projetos são amplamente divulgados e conhecidos e a definição do objetivo que motivou a transição da empresa influencia diretamente nos softwares escolhidos para dar suporte aos processos BIM e, conseqüentemente, no investimento necessário em infraestrutura tecnológica. Santos (2017) critica que carência de neutralidade de alguns consultores BIM quanto esses privilegiam alguma ferramenta de modelagem e promovem a compra de sua licença e treinamento antes de um diagnóstico preliminar alinhado à visão estratégica ampla e de longo prazo necessário para a adoção desta inovação.

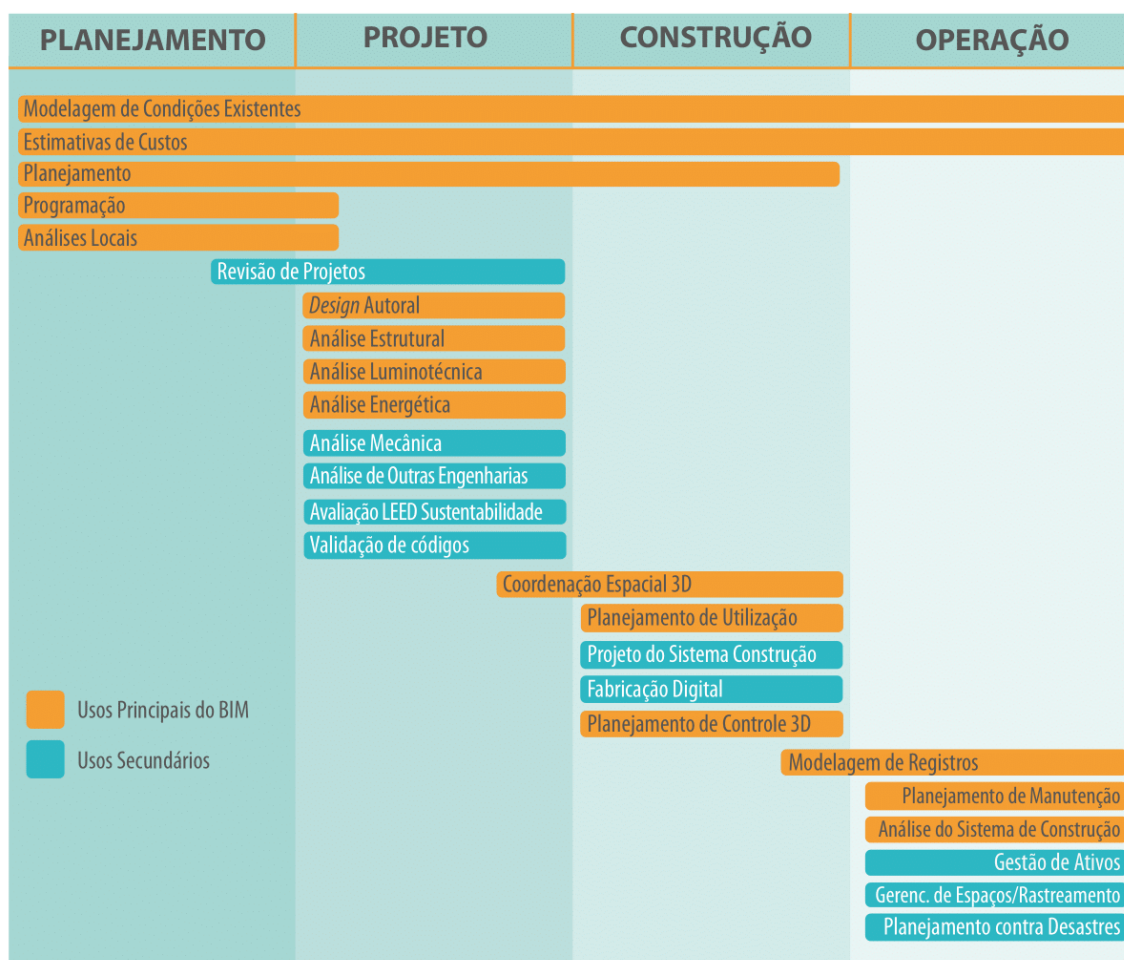
Em seguida, devem ser levantados os recursos disponíveis na empresa, sejam eles financeiro (capital), humanos, tecnológico e a infraestrutura física de apoio. Ao levantar os recursos humanos, são identificados os perfis compatíveis com os papéis que futuramente serão desempenhados nos projetos BIM: coordenador BIM, Gerente BIM (BIM *manager*), Especialista BIM, Modelador BIM, *trainee* BIM e estagiário BIM (PRAZERES, 2020). Outros especialistas especificam um número menor de papéis dentro de uma empresa de projeto: o Gerente do projeto, o modelador e o anotador/detalhador (BONNEAU, 2012 *apud* KENSEK, 2018). Se nas empresas de menor porte, a quantidade de pessoal é reduzida, as atribuições tendem, muitas vezes, a serem menos definidas.

Após a identificação da infraestrutura predial, de rede, da configuração dos computadores, devem ser definidas as Metas BIM (BIM *Goals*), usadas para determinar como, por que o BIM será usado nos projetos de uma organização e quais os seus usos em potencial (KREIDER; MESSNER, 2013) (Figura 7, Quadro

auxiliam a elaboração de um Plano de Negócio são: BM (Business Plan) Canvas, Lean Canvas, Matriz SWOT, Definição de Metas para PNEs, Análise 360° da oportunidade de negócio, 5 forças de Porter, Matriz BCG, (SEBRAE, 2021; BELYH, 2020).

4:Exemplo de identificação e ordenação de objetivos da implementação BIM através da discussão de casos de uso BIM.Quadro 4). Os mais tipos de Usos BIM mais comuns foram levantados e publicados em publicações internacionais disponibilizadas no site da Pennstate University como o “*BIM PROJECT EXECUTION PLANNING GUIDE*” e “*The Uses of BIM*”. Os usos BIM para o contexto brasileiro foram adaptados pela CBIC em 2016 no Volume 1 da “Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras”, no Fascículo I do “Guia AsBEA Boas práticas em BIM”, desenvolvido pela AsBEA em 2013 e de forma mais detalhada no Volume 5 do “Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras”. Deste ponto em diante, os procedimentos serão orientados para a parte mais prática da implementação, começando com o desenvolvimento de um cronograma e estipulação de padrões que serão necessários para a entrega dos resultados esperados.

Figura 7: 25 casos de uso BIM mapeados pela Pennstate University com destaque para os usos mais comuns no Brasil.



Fonte: CATELANI, 2016.

Quadro 4: Exemplo de identificação e ordenação de objetivos da implementação BIM através da discussão de casos de uso BIM.

Prioridade (1-3)	Metas BIM (descrição)	Usos BIM em potencial
2	Aumentar a produtividade	Revisões de projeto, Coordenação 3D
1	Aumentar a eficácia do Design	Design Autoral, Revisões de projeto, Coordenação 3D
3	Modelo registro preciso 3D para equipe de manutenção predial	Modelagem de registros, Coordenação 3D
3	Aumentar a eficácia das Metas de Sustentabilidade	Análise de engenharia, Avaliação LEED
2	Acompanhar o progresso durante a construção	Modelagem 4D
1	Identificar preocupações com o faseamento da execução da obra no canteiro	Modelagem 4D
3	Revisão de projeto	Revisões de projeto
3	Avaliar rapidamente o custo associado às mudanças de design	Estimativa de custo
2	Eliminar conflitos entre disciplinas	Coordenação 3D

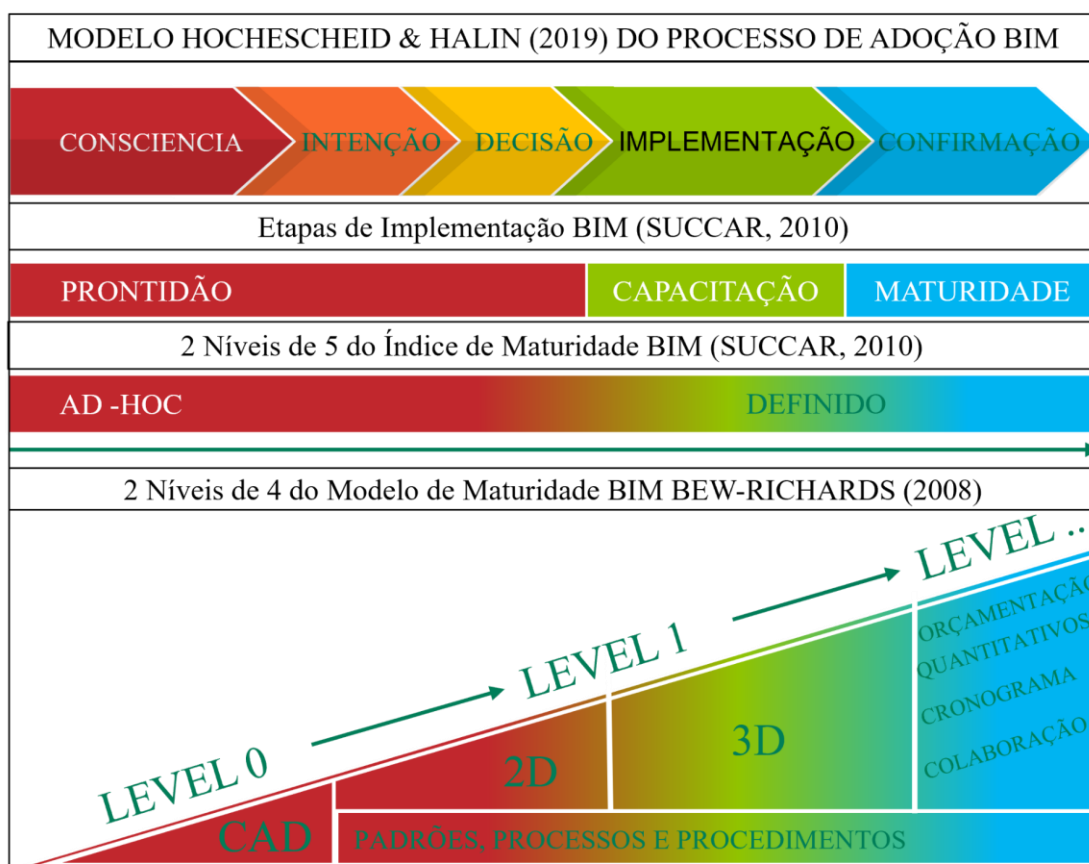
Fonte: Adaptado de Kreider; Messner (2013).

Esse período, bastante sensível para os pequenos escritórios, é superficialmente abordado em pesquisas de implementação. HOCHESCHIED & HALIN (2019) defendem essa posição e indicam que, baseado na Teoria da Difusão da Inovação, existem no mínimo três fases antes do planejamento da implementação do BIM: a **consciência** da existência do BIM, seguida pela **intenção** de adoção, fase em que é avaliada a possibilidade de uso, a terceira, que é a **decisão** de adoção (ou rejeição) da inovação, finalmente, a implementação como quarta fase, em que processos, ferramentas e métodos de **implementação** são estudados e o plano de implementação começa a ser executado. Por fim, a quinta e última fase consiste na **confirmação** da adoção, quando as mudanças são realmente incorporadas aos processos da empresa. Os modelos mais difundidos que se propõe a dispor a implementação de forma temporal e/ou evolutiva são os UK *Maturity Model*⁶ (DEPARTMENT OF BUSINESS, INNOVATION AND SKILLS, 2011) e o BIM *Maturity*

⁶ Desenvolvido por Mark Bew e Mervyn Richards em 2008, difundiu-se na indústria AECO após ser citado em 2011 no "BIM: A report for the Government Construction Client Group", documentos com estratégias para a implementação do BIM no Reino Unido, cuja iniciativa surgiu do setor público. Abrange desde o nível 0, que abrange processos tradicionais baseados em desenhos bidimensionais até o nível 3, quando o modelo BIM é utilizado em todo o ciclo de vida do empreendimento (SUCCAR, 2015).

*Index*⁷ (SUCCAR, 2010) (Figura 8). Ambos são ferramentas que auxiliam há anos na disseminação e compreensão do conceito, focadas em analisar mais concretamente a repetibilidade e previsibilidade das entregas e dos processos de colaboração. Contudo, não abordam mais detalhadamente as etapas de consciência, intenção e decisão de implementar o BIM, englobando em uma só categorias aqueles que ainda usam processos e procedimentos tradicionais.

Figura 8: Comparação entre o modelo de processo de adoção BIM com dois modelos de avaliação de maturidade BIM.



Fonte: Autora (2021).

As etapas de implementação (SUCCAR, 2010) procuram dispor temporalmente essas decisões, partindo da Prontidão⁸, etapa cuja finalização pode ser caracterizada

⁷ O nível Pré-BIM que refere-se a projetos em duas dimensões (2D) apresentados em papel (ou documentos eletrônicos com intenção de serem impressos); o primeiro nível (BIM Level 1) supõe que a equipe começou a construir modelagens em 3D, definindo alguns parâmetros para os objetos que serão manuseados pelas equipes colaborativas. O Nível 2 (BIM Level 2) é caracterizado por um modelo da construção mais completo e abrangente, adentrando em parâmetros BIM de dimensões de tempo e custo. No Nível 3 (BIM Level 3), de maneira resumida, espera-se a integração e a interoperabilidade pelo uso do formato IFC e tem como princípio norteador a integração entre equipes (SUCCAR, 2009).

⁸ BIM Readiness, cuja tradução literal é "Prontidão BIM", representa o nível de preparação de uma organização para a adoção de ferramentas, fluxos de trabalho, processos e procedimentos BIM (BIM Dictionary, 2019).

pela tomada de decisão de adoção do BIM e início da etapa da Capacitação⁹, a qual antecede a Maturidade. Terminadas essas etapas preliminares ao planejamento da implementação, são planejadas ações destinadas a organizar as informações levantadas previamente em documentos para a gerência da qualidade, entre elas o Plano de Execução BIM ou BEP, acrônimo de BIM *Execution Plan*. Para a elaboração do mesmo, devem ser acordados entre os membros da equipe diversos aspectos relacionados ao modelo e as informações contidas no mesmo: nível de detalhe, LOD¹⁰ inicial e final das famílias, finalidade do modelo (uso BIM), papéis assumidos pelos colaboradores, informações básicas relacionadas à situação in loco do terreno (cotas topográficas, coordenadas geográficas, entorno).

2.3 Definição de pequenos escritórios de arquitetura e engenharia

A definição de pequenos escritórios se baseia em diversos aspectos particulares dessas organizações como: renda bruta anual, quantidade de funcionários, complexidade dos projetos elaborados e executados assim como o papel que esse escritório ocupa dentro de projetos maiores (quando há um alto nível de terceirização envolvida). Inicialmente, é necessário compreender o conceito de micro e pequena empresa do ponto de vista fiscal e estatístico para, em seguida, explicitar a relação entre esses conceitos e empresas de arquitetura e engenharia, tradicionalmente também denominadas escritórios.

As micro e pequena empresas recebem tratamento diferenciado devido ao seu papel estratégico na economia brasileira como gerador de empregos, distribuição de renda, inclusão social, redução da informalidade, representando hoje 30% do Produto Interno Bruto (AGÊNCIA SEBRAE DE NOTÍCIAS, 2020) e 79% do total do número de empresas no país (DATA SEBRAE, 2020)¹¹. Os critérios que determinam o

⁹BIM Capability compreende as “habilidades mínimas de uma organização ou equipe para entregar resultados mensuráveis” (BIM Dictionary, 2019). Ela pode ser estimada através dos Estágios BIM (BIM Stages).

¹⁰ Em português Nível de Desenvolvimento, possibilita que objetos BIM (famílias e componentes) armazenem somente as informações necessárias para cada fase de desenvolvimento do projeto. Uma parede, por exemplo, que inicialmente interessa ser somente um elemento de vedação em etapas de coordenação espacial 3D, em etapas de quantificação e orçamentação deve conter informações mais específicas e torna-se um objeto mais complexo, com necessidade de indicação de características geométricas, composição química, físicas e etc.

¹¹ Do total de empresas brasileiras, 51% é composto por Microempreendedores Individuais (MEI), categoria de porte criada em 2008 através da Lei Complementar nº 128 criada com o intuito de reduzir a informalidade e legalizar a atividade de trabalhadores autônomos. O MEI não foi incluído na estatística citada no texto porque seu papel é formalizar trabalhadores autônomos não regulamentados e há indícios que a política do MEI está sendo usada como “processo de terceirização ou de substituição do emprego pela prestação de serviços” (OLIVEIRA, 2013). Outro fator é que os profissionais de engenharia e arquitetura são profissionais regulamentados e não são contempladas pelas políticas simplificadas do MEI, logo a categoria não voltará a ser citada no texto.

enquadramento de empresas por porte são dois: por receita bruta anual ou número de pessoas ocupadas.

A Lei Complementar nº. 123/2006 é aquela que utiliza como indicador a receita bruta anual da empresa, importante principalmente para o enquadramento fiscal dos negócios. A “Lei Geral da microempresa e empresa de pequeno porte”, como também é conhecida tal lei, determina que a microempresa é caracterizada pela receita bruta anual igual ou superior a R\$ 360.000,00 (trezentos e sessenta mil reais), enquanto a empresa de pequeno porte, a receita bruta anual entre R\$ 360.000,00 (trezentos e sessenta mil reais) e R\$ 4.800.000,00 (quatro milhões e oitocentos mil reais) (BRASIL, 2006).

O Sebrae, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, por sua vez, estabeleceu por meio da Nota Metodológica para o Cálculo de Indicadores Empresariais a partir do Cadastro Sebrae de Empresas (apud SEBRAE, 2017) que no setor de serviços, as microempresas são aquelas que possuem até 9 (nove) pessoas ocupadas e a pequena empresa, aquelas que possuem de 10(dez) à 49 (quarenta e nove) pessoas ocupadas.

Tendo em vista que existem pelo menos dois critérios oficiais que utilizam parâmetros, coube aos pesquisadores responsáveis por esta pesquisa determinar qual é a mais coerente para ser utilizada como definição no trabalho. O critério selecionado foi a classificação de empresas por receita bruta anual.

O fator decisivo para a escolha desta classificação foi a compreensão do termo por parte dos futuros respondentes dos questionários que serão aplicados durante a pesquisa e disponibilidade de dados estatísticos. A Lei 123/2006 também está alinhada a definição de porte empresarial utilizada pela Receita Federal para a aplicação de diferentes mecanismos de recolhimento de impostos, declaração de imposto de renda, regime jurídico (empresário individual, Empresa Individual de Responsabilidade Limitada, Sociedade Limitada Unipessoal e Sociedade Limitada), entre outros. Logo, os proprietários necessitam ter mínima familiaridade com o conceito de Porte Empresarial para manter as responsabilidades fiscais da empresa regulares.

Quanto à disponibilidade de dados, o site da Receita Federal oferece diversos serviços que permitem o acesso à dados públicos do Cadastro Nacional da Pessoa

Jurídica (CNPJ). Entre eles, há o serviço de consulta do Comprovante de Inscrição e Situação Cadastral (BRASIL, 2021) pelo qual qualquer cidadão munido do número de CNPJ de uma empresa consegue consultar informações públicas da mesma, seja CNAE principal, endereço, telefone e em qual porte a empresa está enquadrada. Também é possível acessar diversos dados brutos sobre pessoas jurídicas (BRASIL, 2020) que, devido a política de publicização dos dados abertos do CNPJ, estão disponíveis para a confecção de informações estatísticas variadas.

Para compreender melhor a atividade e qual a sua posição no cenário econômico, precisamos definir quem são os profissionais responsáveis pela produção em escritórios de arquitetura e engenharia.

A ideia de engenheiros e arquitetos como profissionais autônomos a oferecer serviços especializados, tal como é hoje, começou a ser formada a partir do final da Idade Média e início da era moderna, período conhecido como Renascimento. Durante o Renascimento, a manufatura e o crescimento do comércio na Europa geraram um excedente de capital que foi, em parte, convertido em investimentos maiores como construção de canais, pontes e obras de arte no geral. Dessa forma, foi criado o sistema de oficinas, espaço onde a combinação de conhecimentos eruditos com aprendizado em habilidades práticas teve grande influência na prática da arquitetura e engenharia (ADDIS, 2009).

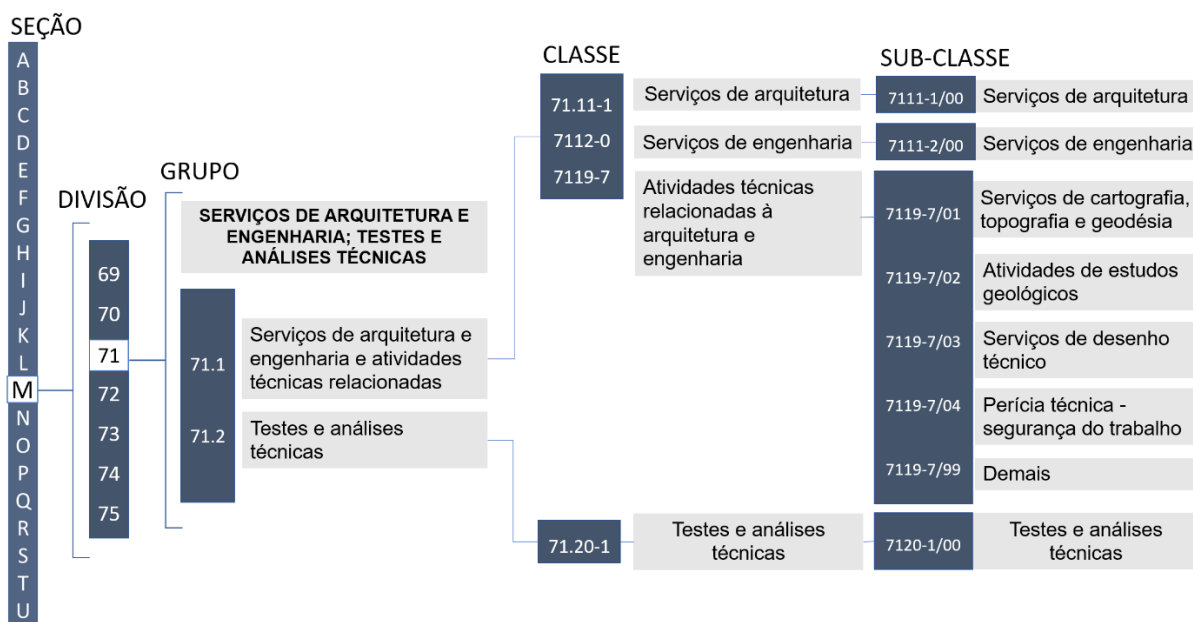
Historicamente, diversos termos como *atelier*, *estúdio* e *escritório* são usados para caracterizar o local que disponibiliza serviços de engenharia e, principalmente, arquitetura¹². Os dois primeiros possuem em comum o fato de serem frequentemente utilizados para preceder uma atividade artística como pintura, escultura, fotografia enquanto o último, a atividades intelectuais e de negócios (MICHAELIS, 2008).

Um negócio em funcionamento no Brasil necessita estar regular no CNPJ para atuar e, entre um dos requisitos para cadastrar a empresa no CNPJ, é a classificação da atividade principal, utilizando o sistema de Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). O CNAE também é usado para classificar atividades econômicas em levantamentos estatísticos e no processamento de dados estatísticos para a publicização pelos órgãos públicos.

¹² A utilização dos termos referidos continua bastante frequente. Em consulta realizada na versão brasileira do website Archidaily, em apenas dois dias (14 e 15 de abril de 2021), *ateliê/atelier*, *estúdio/studio* e *escritório*, os três foram citados diversas vezes como composição do nome de empresas prestadoras de serviços de arquitetura.

O CNAE é estruturado em seções, divisão, grupo, classes e subclasses. Aquelas que mais interessam ao tema estudado são as empresas contidas dentro da classificação da divisão 71 (Serviços de arquitetura e engenharias, teste e análises técnicas) da seção M. (IBGE, 2020) (Figura 9).

Figura 9: Estrutura dos níveis de classificação do CNAE.



FONTE: Adaptado de IBGE (2020).

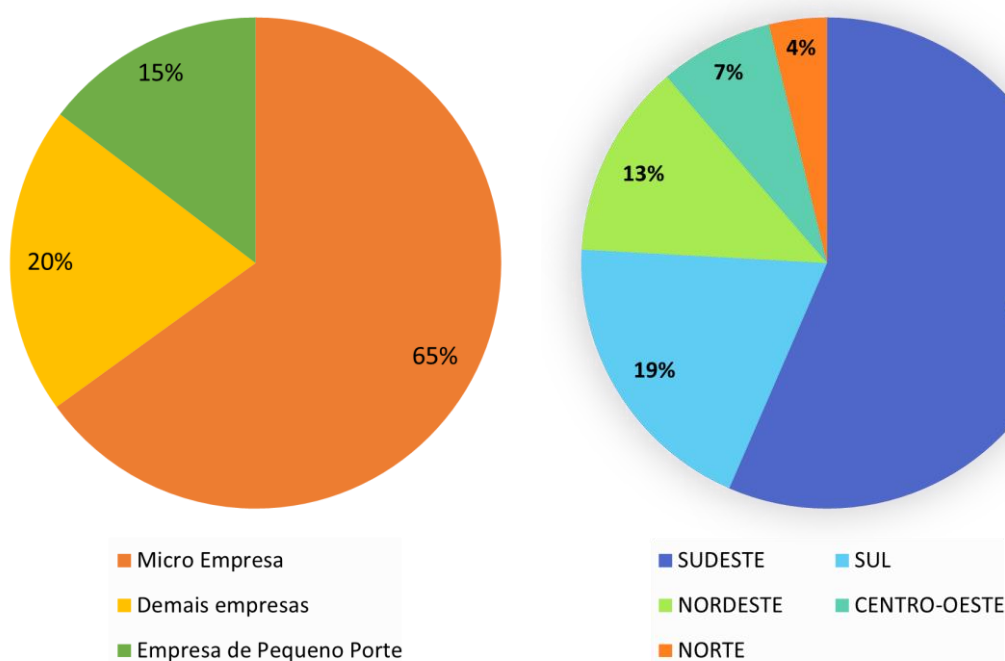
Com o intuito de compreender o contexto das micro e pequenas empresas de serviços de arquitetura e engenharias, teste e análises técnicas, foram levantadas as estatísticas com dados mais recentes e consolidados disponíveis por organizações de relevância relacionadas às atividades citadas anteriormente.

Nos websites da CBIC (2019), IBGE (2018) e SEBRAE (2020) foram encontrados dados referentes ao número de empresas, porte das mesmas por número de funcionários, salário médio dos mesmos e outras informações relevantes das empresas. Entretanto, os dados da CBIC e do IBGE são disponibilizados por seções do CNAE, insuficientes para caracterizar todas as nuances das diferentes áreas da indústria da construção civil, não discriminando os dados por divisões e tornando impossível extrair dados específicos sobre o porte de escritórios de arquitetura e engenharia. Os dados oriundos do sistema DataSebrae, por sua vez, são os mais recentes, atualizados em maio de 2020 com informações da Receita Federal do Brasil (RFB) e com possibilidade de filtragem por classe, hierarquicamente

inferiores à seção, divisão e grupo, tornando possível a extração de informações ainda mais específicas.

Os resultados demonstram que estas micro e pequenas empresas compõem 85% das empresas do grupo 71 (Figura 10a). Através da mesma fonte, também observamos a predominância dessas empresas na região sudeste e sul (Figura 10b), regiões melhores servidas de infraestrutura¹³ para empreender.

Figura 10: Distribuição de empresas prestadoras de serviços em engenharia e arquitetura (grupo 71) por porte(a) e por região brasileira (b).



FONTE: Adaptado de SEBRAE, 2020.

Essas empresas, ao decidirem adotar uma inovação como o BIM, precisam alocar pessoas, disponibilizar tempo para inventariar processos e recursos tecnológicos, dinheiro para aquisições e novas contratações. Implementar BIM é um passo estratégico e arriscado para a empresa de menor porte. Neste caso é ainda mais importante que os proprietários estejam cientes do esforço necessário para que o investimento empregado retorne, caso contrário, corre-se o risco de uma implementação malsucedida.

¹³ De acordo com a Endeavor, organização sem fins lucrativos que estimula e apoia empreendedores em todo o mundo, a infraestrutura abrange disponibilidade e qualidade de meios de comunicação, transporte, eletricidade, insumos, saneamento básico, "todo o conjunto de condições que permite que aconteça a produção de bens e serviços" (ENDEAVOR, 2015).

3 ANÁLISE DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS DE DIAGNÓSTICO PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM EM EMPRESAS

Dada evolução das fases do método DSR, nos capítulos anteriores foi possível revisar, esclarecer o problema, entendendo suas fases e, conseqüentemente, formular os requisitos necessários para solucionar o problema. O processo de formular requisitos envolve também a busca por soluções existentes, processo que também contribuiu para estruturar a classe de problemas da pesquisa: ferramentas de estudo da viabilidade de implementação BIM. Os artefatos identificados se aproximaram em solucionar problemas relacionados ao diagnóstico de maturidade BIM, não necessariamente utilizados para levantar os recursos e processos existentes para estudar a viabilidade de implementação futura.

O desenvolvimento de ferramentas e métodos para a avaliação de empresas, equipes ou projetos quanto a qualidade da adoção BIM datam desde 2007, ano de lançamento da pioneira *Capability Maturity Model* (NBIMS CMM), modelo desenvolvido pelo *National Institute for Building Sciences* (NIBS) como parte do projeto de padronização nacional do BIM (NBIMS). Desde então, diversas propostas foram criadas para atender a necessidade de qualificar a prática pós-implementação BIM, oriundas inicialmente de Institutos de pesquisa ou pesquisadores de pós graduação com o posterior lançamento de produtos mercadológicos voltados para o apoio de consultores e seus clientes.

Dentre os mais de 25 métodos e ferramentas já listados em relatórios e artigos (Wu *et al*, 2017; KASSEM *et al*, 2020), há mais três que se destacam: VDC/BIM Scorecard (2010); *BIM Maturity Matrix* (2010) e *BIM Assessment Profile* (2013). Esses últimos são frequentemente citados como inspiração para o desenvolvimento de novas ferramentas, sejam elas elaboradas por iniciativa privada (DU; LIU; ISSA, 2014; THE BIM PROFILER, 2021) ou não (BÖES, NETO, DE LIMA, 2021).

As seções a seguir irão abordar as principais ferramentas analisadas assim como a aplicabilidade da mesma em empresas de pequeno porte e a dificuldade de associada a utilização da ferramenta por usuários pouco familiarizados com expressões típicas do BIM. Dentre os 25 métodos e ferramentas já mapeados, foram selecionados aqueles que ou tiveram maior impacto na confecção de artefatos

similares ou possuem características favoráveis ao público alvo dessa pesquisa (proprietários de micro e pequenos escritórios).

3.1 NBIMS CAPABILITY MATURITY MODEL (NBIMS CMM)

NBIMS-US™ foi desenvolvido visando a padronização para maior eficiência no gerenciamento de ciclo de vida de uma edificação, estabelecendo desde padrões de referência para sistemas de classificação de informações da construção até mesmo padrões para processos e procedimentos de modelagem, troca de informações, execução e entregáveis BIM definidos em contrato (NBIMS-US, 2015). A sua primeira versão foi publicada em 2007 e foi atualizada mais duas vezes nos anos de 2011 e 2015. A CMM está inclusa desde a primeira versão, sendo retroalimentada nas versões posteriores, em especial na terceira (2015), com análises referentes as ferramentas semelhantes desenvolvidas a partir de 2007.

Também está organizada na seção relacionada a uma compilação de documentos de diversas fontes usados como guia pelos profissionais de diversos projetos BIM bem-sucedidos, cujo uso é recomendado nos níveis mais conceituais pelos times, que devem retroalimentá-los com suas próprias experiências e particularidades. A CMM (Através da CMM foi delimitado os requisitos necessários para que um time ou empresa possa denominar suas atividades como Modelagem da Informação da Construção, sendo que esses requisitos constituem o que o NBIMS denomina de Minimum BIM (2007) (Quadro 5). O mesmo não foi proposto para ser interpretado como métrica numérica a ser superada, mas como uma ferramenta de disseminação e conscientização da complexidade do “verdadeiro BIM”, cujo significado foi deturpado devido a interpretações equivocadas e atores interessados em tirar proveito da promoção do conceito no mercado (SUCCAR, 2011).

Figura 11) é um modelo que foi criado para auxiliar a indústria AECO a determinar a maturidade da implementação do BIM de maneira mais tangível em organizações a fim de possibilitar a especificação das métricas e metas a serem alcançadas. O método de autoavaliação está estruturado em onze áreas de interesse que podem ser classificadas do nível 1 (não implementada) ao nível 10 (totalmente satisfeita). O modelo foi disponibilizado na forma de estática (Tabular CMM) e na forma de uma planilha de Excel com algumas funções parametrizadas (Iterative CMM).

Através da CMM foi delimitado os requisitos necessários para que um time ou empresa possa denominar suas atividades como Modelagem da Informação da Construção, sendo que esses requisitos constituem o que o NBIMS denomina de Minimum BIM (2007) (Quadro 5). O mesmo não foi proposto para ser interpretado como métrica numérica a ser superada, mas como uma ferramenta de disseminação e conscientização da complexidade do “verdadeiro BIM”, cujo significado foi deturpado devido a interpretações equivocadas e atores interessados em tirar proveito da promoção do conceito no mercado (SUCCAR, 2011).

Figura 11: Tabular CMM com as premissas básicas do Minimum BIM destacadas em amarelo.

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

© NIBS 2007

Fonte: NBIMS-US (2015)

Quadro 5: Síntese do Minimum BIM com suas respectivas áreas de interesse

Area of Interest		Minimum BIM	
Original em inglês	Tradução (pt-BR)	Nível	Descrição
Data Richness	Riqueza de dados	5	O modelo BIM já pode ser aceito como fonte primária e oficial de dados.
Life-cycle Views	Visão de ciclo de vida	3	A fase construtiva é planejada e os dados adicionados ao modelo, havendo então ela e a fase de projeto disponíveis, não necessariamente ligadas uma a outra.
Change Management	Mudança gerencial	3	Consciência da necessidade de definição dos processos de negócio.
Roles or Disciplines	Papéis e Disciplinas	5	Papel dos colaboradores nas fases de construção e projeto bem definidas.

Business Process	Processos de negócio	3	Alguns processos de negócio estão definidos para que sejam coletados dados para a modelagem BIM.
Timeliness/ Response	Pontualidade/Resposta	3	O modelo BIM já armazena uma grande quantidade de informações, porém ainda não é usado como fonte oficial de informações, muitas delas ainda não integradas ao modelo.
Delivery Method	Método de entrega	5	BIM disponível para acesso na rede, porém com limitado controle da entrada de informações.
Graphical Information	Informação Gráfica	7	Desenhos baseados em objetos 3D inteligentes (parametrizados).
Spatial Capability	Capacidade Espacial	2	Coordenadas locais georreferenciadas
Information Accuracy	Precisão da informação	3	Informações referentes às áreas e volumes dos ambientes/espacos são alimentadas pelos dados presentes no modelo.
Interoperability/ IFC Support	Interoperabilidade IFC	5	Total interoperabilidade entre arquivos de um mesmo software.

Fonte: Autora (2021).

As áreas de interesse representam também questões e, mesmo que de maneira menos explícita, são questões fechadas de múltipla escolha que abordam principalmente aspectos relacionados às políticas internas das empresas, processos e troca de informações. A Iterative CMM aplica os mesmos princípios que a Tabular de maneira dinâmica (Figura 12), porém podem ser atribuídos pesos para as áreas de interesse e os subprodutos do seu uso são um gráfico de radar (Figura 13) e uma sugestão de certificação (

Figura 14).

Entre as desvantagens do uso desse modelo estão o difícil acesso ao mesmo: são indicados endereços eletrônicos inválidos para obter a Iterative CMM. A mesma também não possui instruções suficientes para o seu uso e a usabilidade é baixa (KASSEM et al, 2020). As áreas de interesse não compõem uma pergunta claramente formulada. As respostas se concentram mais na disponibilidade de recursos ou habilidades para execução de processos BIM do que de fato em qualidades concretas da empresa ou equipe.

Figura 12: Campos dinâmicos da Iterative CMM (captura de tela da planilha disponibilizada pela NBIMS)

B	C	D	E
The Interactive BIM Capability Maturity Model			
Area of Interest	Weighted Importance	Choose your perceived maturity level	Credit
Data Richness	84%	Data Plus Expanded Information	4.2
Life-cycle Views	84%	Add Construction/ Supply	2.5
Change Management	90%	Limited Awareness	2.7
Roles or Disciplines	90%	No ITIL Implementation	4.5
Business Process	91%	Initiation	2.7
Timeliness/ Response	91%	Limited Awareness	2.7
Delivery Method	92%	Full Awareness	2.7
Graphical Information	93%	Limited Control	4.6
Spatial Capability	94%	Full Control	6.5
Information Accuracy	95%	Limited Integration	1.9
Interoperability/ IFC Support	96%	Full Integration	2.9
Limited Ground Truth - 100 Spaces			2.9
Most Info Transfers Between COTS			4.8
Credit Sum			40.0
Maturity Level			Minimum BIM

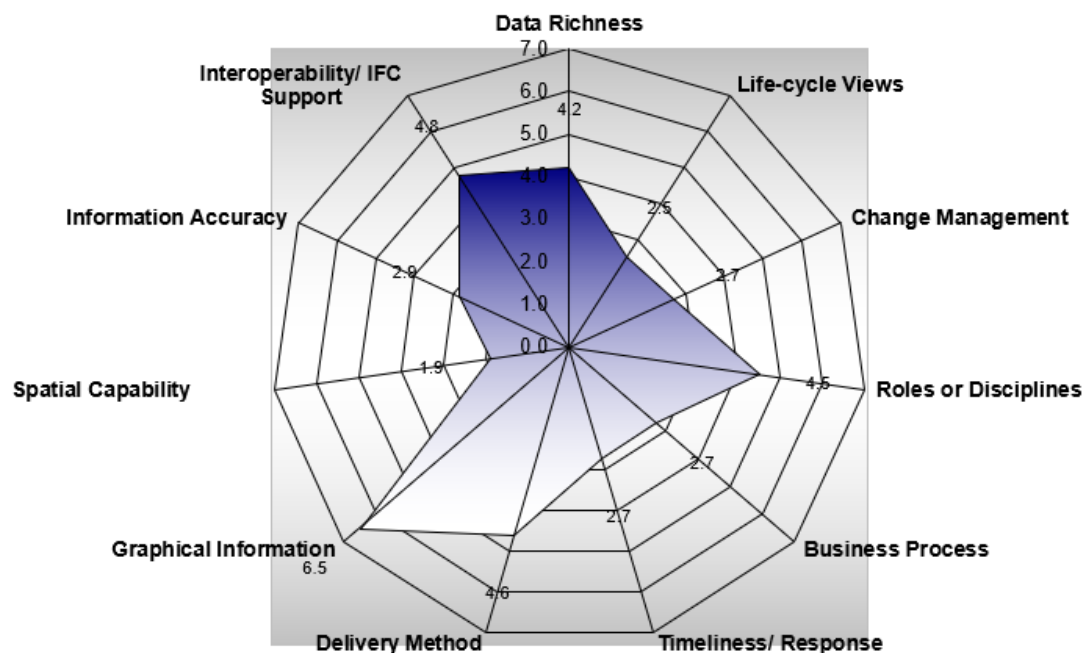


National Institute of
BUILDING SCIENCES
Facilities Information Council
National BIM Standard

Fonte: NBIMS-US (2015)

Figura 13: Gráfico de radar produzido pelas respostas selecionadas na Interactive CMM (captura de tela da planilha disponibilizada pela NBIMS)

Areas of Interest and their Respective Credits



Fonte: NBIMS-US (2015)

Figura 14: Sistema de pontuação sugerido pela NBIMS para certificação de Maturidade BIM (captura de tela da planilha disponibilizada pela NBIMS)

N	Points Required for Certification Levels		
	Low	High	
	40	49.9	Minimum BIM
	50	59.9	Minimum BIM
	60	69.9	Certified
	70	79.9	Silver
	80	89.9	Gold
	90	100	Platinum

Remaining Points Required For:	Certified	20.0
--------------------------------	-----------	------

Fonte: NBIMS-US (2015)

O modelo, se utilizado para o propósito sugerido pelos autores do NBIMS v.3, é uma ferramenta auxiliar para obtenção de informações para o planejamento estratégico de uma empresa, porém o sistema de pontuação para uma “futura” certificação demonstra ser inadequado para tal método que envolve autoavaliação, que não considera adequação para contextos diversos de porte empresarial e que não cobre aspectos que envolvem infraestrutura física e tecnológica, performance, suporte para aperfeiçoamento da equipe e padronização de processos e procedimentos.

Wu et al (2017) argumentou que a falta de diretrizes detalhadas para os usuários pode dificultar a compreensão do significado das questões de usuários menos familiarizados em BIM. Os mesmos pesquisadores apontam que inconsistência e contradições em algumas das áreas de interesse da CMM prejudica a validade dos resultados. A aplicação da ferramenta da NBIM não pode ser considerada adequada para avaliar a prontidão de uma organização (KASSEM et al, 2020).

3.2 VDC/BIM SCORECARD E DERIVAÇÕES

O VDC/BIM Scorecard começou a ser desenvolvido em 2010 por pesquisadores do CIFE (*Center for Integrated Facility Engineering*) da Universidade de Stanford (EUA), com o intuito de criar um sistema de pontuação objetiva de maturidade e de inovação em projetos da indústria da construção cuja prática adota BIM ou outros métodos de virtualização da construção. A proposta também engloba a avaliação holística¹⁴ das tecnologias, equipes e processos assim como ser de uso

¹⁴ Segundo o Dicionário de Sinônimos Online (2021), “Que defende uma compreensão global dos fenômenos, [...] abrangente, globalizante, holista, integral, totalizante”.

prático, objetivo, quantificável, adaptável e uma ferramenta de auxílio para *benchmarking*¹⁵ na AECO (KAM et al 2015).

O resultado da pesquisa são dois formulários: a versão completa que consiste em 22 métricas levantadas quando aplicado e a versão expressa, em 22 métricas que estão divididas em quatro áreas: Planejamento, Adoção, Tecnologia e Performance (Figura 15). As áreas possuem participação ponderada no *output* final do VDC Scorecard, assim como as divisões. Diferentemente do NBIMS CMM, a ferramenta está comprometida com a avaliação de projetos e suas respectivas equipes.

No website oficial da pesquisa, o material é disponibilizado para download em formato PDF, um tipo de documento virtual exclusivo para leitura, fazendo do conteúdo dos formulários menos dinâmica e dependente de transcrição para a sua aplicabilidade. No mesmo endereço web, não há informações suficientes para a autoaplicação e para a pontuação dos resultados, sendo necessária a interferência de um consultor para ser aplicado.

Os pesquisadores do CIFE desenvolveram uma avaliação que, mesmo na sua forma expressa, é longa, sendo esta composta por oito páginas de formulários¹⁶ e uma média de quatro horas de entrevista para completá-la (VCD SCORECARD, 2021).

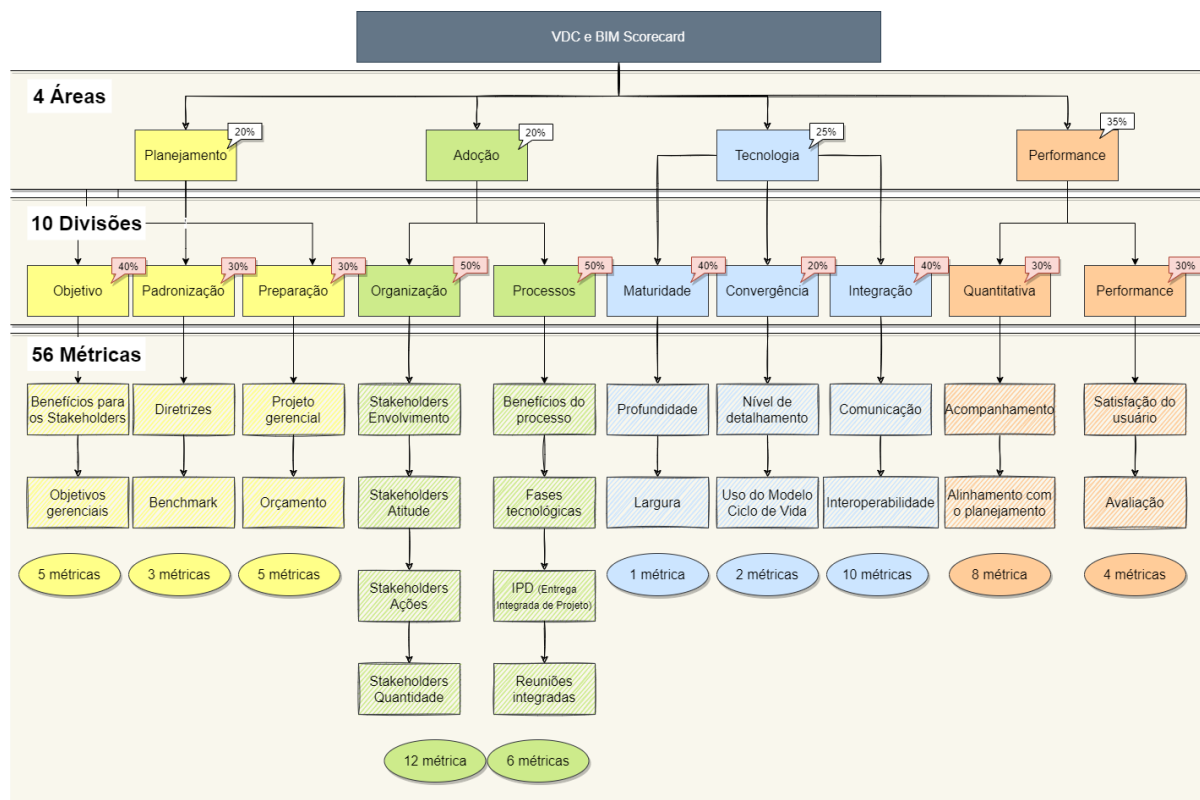
O VDC Scorecard foi também usado como referência para o desenvolvimento do SBI¹⁷ bimSCORE (OLDFIELD; KAM; RINELLAS, 2015), porém esse produto foi especificamente elaborado para a análise da adoção do BIM e sua interface (Figura 16) é destinada para ser uma ferramenta de apoio para consultores destinados a analisar a maturidade BIM de um projeto. Para acessar a plataforma é necessário ser consultor ou contratar os serviços de consultoria especializados do SBI.

Figura 15: Framework da composição do BIM e VDC Scorecard.

¹⁵ “Processo sistemático que busca práticas de excelência, ideias inovadoras e procedimentos efetivos de operação, que levam à performance superior” (ALBERTIN et al, 2015, p. 25).

¹⁶ Informações referentes a última versão (versão 2012 v.7) disponibilizada no website oficial da pesquisa.

¹⁷ Strategic Building Innovation, organização criada pelo engenheiro Dr. Calvin Kam, também o líder da equipe de pesquisa do VDC Scorecard no CIFE.

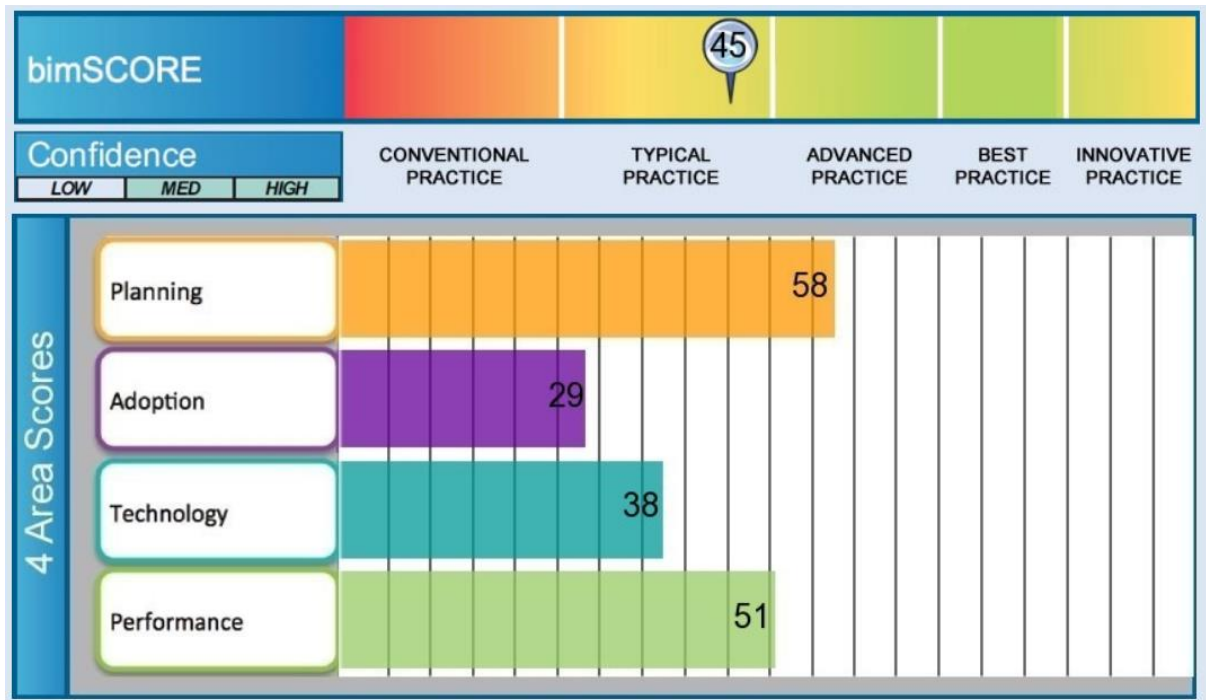


Fonte: Autora (2021).

As quatro áreas do framework do VDC Scorecard permanecem sem alterações no bimSCORE assim como o sistema de pontuação composto pela média ponderada das porcentagens atingidas em cada área. A classificação dos resultados é dividida em cinco níveis: o nível correspondente entre 0% e 25% é denominado Prática Convencional; entre 26% e 50%, Prática Típica; 51% e 75%, Prática Avançada; 76% e 90%, Melhores Práticas; 91% e 100%, prática inovadora.

Overfield, Kam e Rinella (2015) defendem que o SBI bimSCORE é escalável à quaisquer portes empresariais e customizável a diversos tipos de projetos, regiões e necessidades individuais de cada empresa, entretanto a sua composição estrutural não atende às características holísticas e adaptável destacadas por seus criadores (BRITTO, 2017, p. 98), pouco adequada para empresas de pequeno porte e para o contexto brasileiro dada a ocorrência de termos e técnicas comuns no mercado norte americano, mas pouco difundida no cenário brasileiro e desconhecidas por muitos profissionais do ramo (LIMA, 2019, p. 148).

Figura 16: Captura de tela da apresentação dos resultados do SBI bimSCORE.



Fonte: OVERFIELD, KAM; RINELLA (2015).

3.3 BIM MATURITY MATRIX E DERIVAÇÕES

Bim³ é “uma autoavaliação organizacional com baixo nível de detalhe” (SUCCAR, 2016). O pesquisador Bilal Succar, especialista em BIM que vêm publicando importantes pesquisas na área desde 2008, autor da avaliação (2010), usou como referência a *Software Capability Maturity Model (CMM)*, “um modelo para medição da maturidade de uma organização no que diz respeito ao processo de desenvolvimento e administração de software” (ALMEIDA, 2005) e os instrumentos criados posteriormente para a avaliação e capacitação em termos de qualidade das empresas de software.

A Bim³, modelo desenvolvido na Austrália e publicado em 2010, é composta por dois eixos: Conjuntos de Capacidades BIM (*BIM capability*¹⁸) e o Índice de Maturidade BIM (*BIM Maturity Index/BIMMI*). Há na matriz três Conjuntos de Capacidades BIM (Quadro 6) que aborda software, hardware, recursos, atividades, fluxos de trabalho, programas de treinamento, políticas contratuais e entre outros enquanto existem cinco níveis de maturidade (Figura 17) que evoluem somando 10 pontos conforme avançam em maturidade e cujas denominações (Inicial/*Ad-Hoc*,

¹⁸ Representa as “habilidades mínimas de uma organização ou time para entregar resultados mensuráveis” (BIM DICTIONARY, 2021).

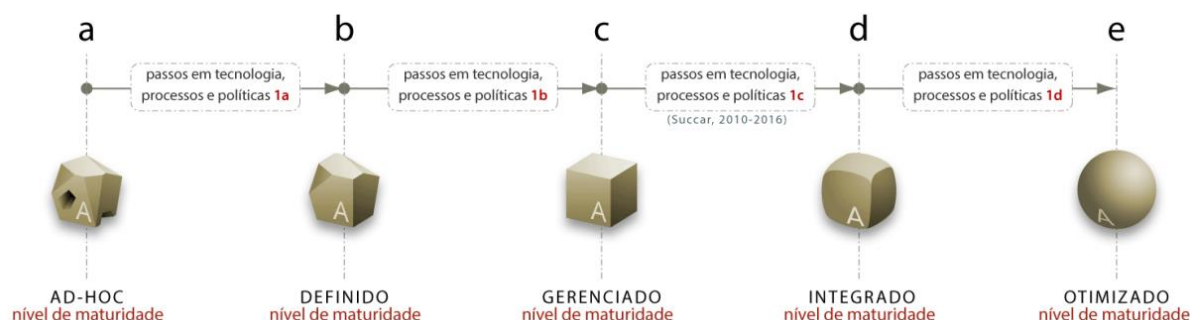
Definido, Gerenciado, Integrado e Optimizado) são análogas a algumas das denominações empregadas nos níveis de maturidade utilizados no contexto de desenvolvimento de software.

Quadro 6:Características dos Conjuntos de Capacidades BIM.

Conjuntos de capacidades	Capacidades BIM	Descrição
Tecnologia	Software	Aplicações, entregáveis e dados.
	Hardware	Equipamento, entregáveis, localização mobilidade.
	Rede	soluções, entregáveis e segurança e controle de acesso.
Processos	Recursos	Infraestrutura Física e de Conhecimento.
	Atividades e Fluxo de trabalho	Infraestrutura Física e de Conhecimento.
	Produtos & Serviços	Infraestrutura Física e de Conhecimento.
	Liderança & Gerenciamento	Infraestrutura Física e de Conhecimento.
Políticas	Preparatória	pesquisa, programas de treinamento educacional.
	Regulatória	códigos, regulamentações, padrões, classificações, linhas-guia e valores de referência (benchmarks).
	Contratual	responsabilidades, recompensas e alocação de riscos.

Fonte: Autor

Figura 17:Níveis de Maturidade BIM



Fonte: SUCCAR, 2016.

Uma das vantagens da Blm² é o engajamento gerado pela liderança internacional do autor na pesquisa do BIM através da BIME Initiative que reúne mais de 70 voluntários, entre eles professores do Brasil, Canadá, França, Alemanha e Austrália (CBIC, 2018), tornando a sua pesquisa, que envolve diversos conceitos

relacionados ao BIM, ainda mais difundida. Essa difusão resultou na tradução de diversas publicações acadêmicas da pesquisa e, conseqüentemente, da matriz em diversas línguas, entre elas o português brasileiro (Figura 18). Como consequência, a mesma já foi utilizada em pesquisas publicadas que levantavam a maturidade BIM (DANTAS FILHO et al, 2017; RODRIGUES, 2018; ALVES, 2019; VIANNA, CARVALHO, 2020; SILVA, 2020, TELES JUNIOR, 2018; LIMA, 2019; SIENGE & GRAND THORNTON, 2020. BÖES, NETO, DE LIMA, 2021). O método de avaliação de maturidade do Bim³ é simples, gratuita e pode ser usada para avaliar tanto projetos quanto organizações.

Figura 18: Captura de tela da Matrix de Maturidade BIM em português, traduzida pelo Professor Doutor Leonardo Manzione.

The figure displays four screenshots of the 'Matrix de Maturidade BIM v1.0' (BIM e os 3D Matrix de Maturidade BIM v1.0). Each screenshot shows a table with six columns: 'Assessoria', 'NÍVEL', 'DEFINIÇÃO', 'INDICADORES', 'NÍVEL', and 'COMENTÁRIOS'. The rows are categorized by 'CONJUNTO DE CAPACIDADES EM BIM' (BIM e os 3D Matrix de Maturidade BIM v1.0), 'PROCESSO', 'POLITICA', and 'ESCALA'. The tables contain detailed descriptions of BIM maturity levels and indicators.

Fonte: Adaptado de SUCCAR, 2016.

Sugere-se que a avaliação, cuja duração deve variar entre 60 e 90 minutos, seja realizada como uma atividade em grupo entre três e oito profissionais de diferentes níveis de experiência e função na organização e que seja liderada por “alguém com experiência relevante em ferramentas BIM, processos de trabalho e protocolos e suficiente visão do sistema e cultura organizacionais” (SUCCAR, 2016).

Assim como a NBIMS CMM, deve ser escolhida em cada linha qual descrição mais se adequa a realidade atual da empresa, de forma que as células anteriores representem um *status* já superado pela organização. O autor também indica que seja destacada a célula da maturidade atingida completamente, a célula que corresponde à maturidade parcialmente atingida e aquelas que ainda não foram atingidas.

Os princípios que guiaram o desenvolvimento da Matriz de Maturidade BIM foram que ela fosse específica, aplicável, flexível, cumulativa, informativa, granular, neutra, atual e com métricas alcançáveis. Entre as críticas relacionadas à ferramenta, é apontado pelos usuários que as respostas são longas, que elas abrangem muitos tópicos, a duração é demorada e “algumas das questões do método avaliativo BIM Maturity Matrix não se enquadram na realidade de organizações de pequeno porte” (LIMA, 2019, p.143). Logo, a aplicação da mesma para avaliar a situação pré-implementação é pouco viável, pois exigiria maior conhecimento prévio. Mesmo sendo bastante flexível, a Matriz de Maturidade BIM, a subjetividade, a ausência de questões “quantificáveis” tornam muito difícil a possibilidade de um usuário menos experiente em BIM utilizá-la, principalmente porque há muitos conceitos necessários para a compreensão da sua aplicação e, conforme os níveis vão aumentando, suas descrições se tornam mais complexas (WU et al, 2017, p.53).

Um produto derivado do BIm³ é o modelo de maturidade BIM para instituições de ensino superior (m²BIM-HEI). Enquanto o BIm³ se concentra em ser uma ferramenta flexível desenvolvida na Austrália, o m²BIM-HEI é produto de pesquisa em instituições de ensino superior brasileiras (BÖES, NETO, LIMA, 2019; BÖES, NETO, LIMA, 2021).

3.4 ORGANIZATIONAL BIM ASSESSMENT PROFILE E DERIVAÇÕES

A Universidade Estadual da Pensilvânia (*Pennsylvania State University/Penn State*), nos EUA, produz diversos materiais relevantes para a disseminação e padronização do BIM. Através do grupo de pesquisa *Computer Integrated Construction* (CIC), foram publicados guias de relevância para a comunidade de pesquisadores e entusiastas do BIM: *BIM Project Execution Plan Guide*, *The Uses of BIM* e o *BIM Planning Guide for Facility Owners*, o qual contém as instruções para o

uso da *Organizational BIM Assessment Profile*¹⁹ e a matriz em planilha Excel correspondente.

A ferramenta, apresentada ao público em 2013, é autoavaliativa e procura medir as organizações quanto a implantação do BIM. O objetivo é estimar o nível de maturidade de uma organização que está preparando o Planejamento Estratégico da Implementação BIM, identificando o seu status atual, sua competitividade, possíveis áreas de adoção e implementação de novos processos e tecnologias (COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM, 2013, p. 9). A sua aplicação é orientada pelo BIM Planning Guide for Facility Owners, que orienta que o BIM Assessment Profile seja conduzido pelos funcionários com maior conhecimento na área de implementação BIM na empresa.

Por meio de 20 questões, são aferidas as aptidões de uma organização em seis elementos de planejamento: Estratégia, Usos BIM, Processos, Informação, Infraestrutura e Recursos Humanos (Quadro 7). Cada uma das questões, que correspondem a uma linha na planilha, deve ser julgada conforme o grau de maturidade, em uma escala de seis níveis que varia de Não Existente (nível mais baixo de maturidade), Inicial, Gerenciado, Definido, Gerenciado Quantitativamente e Otimizado (nível mais maduro).

Quadro 7: Elementos de Planejamento BIM.

Elementos de Planejamento BIM - Principais	Elementos de Planejamento BIM – Subdivisões dos principais	Descrição
Estratégia	Missão organizacional e metas	Missão é o propósito fundamental para a existência de uma organização. Metas são objetivos específicos que a organização deseja realizar.
	Visão e Objetivos BIM	Visão é um retrato do que uma organização está se esforçando para se tornar. Objetivos são tarefas ou etapas específicas que, quando realizadas, movem a organização em direção aos seus objetivos.
	Suporte Gerencial	Em que nível o gerenciamento suporta o Processo de Planejamento BIM.
	BIM Champion	A BIM Champion é uma pessoa tecnicamente qualificada e motivada a orientar uma organização a melhorar seus processos, impulsionando a adoção, gerenciando resistência à mudança e garantindo a implementação do BIM

¹⁹ Perfil de Avaliação Organizacional BIM em português.

	Comitê de Planejamento BIM	Comitê de Planejamento do BIM é responsável pelo desenvolvimento da estratégia BIM da organização
Usos BIM	Usos do projeto	Os métodos específicos de implementação do BIM em projetos.
	Usos operacionais	Os métodos específicos de implementação do BIM dentro da organização.
Processos	Processos de Projeto	Documentação de Processos BIM de Projeto Externo.
	Processos Organizacionais	Documentação de Processos Organizacionais Internos BIM.
Informação	Quebra de elemento de modelo - Model Element Breakdown (MEB).	Estrutura de decomposição do elemento modelo (Model Element Breakdown Structure) são identificadores atribuídos a cada elemento físico ou funcional na quebra do modelo de instalação.
	Nível de desenvolvimento LOD	O Nível de Desenvolvimento (LOD) descreve o nível de completude ao qual um Elemento Modelo se desenvolveu.
	Dados de facility	Dados de Facility são informações não gráficas que podem ser anexadas a objetos dentro do Modelo que define várias características do objeto.
Infraestrutura	Software	Os programas e outras informações operacionais usadas por um computador para implementar o BIM.
	Hardware	Interconexões físicas e dispositivos necessários para armazenar e executar (ou executar) software BIM.
	Espaços Físicos	Áreas funcionais dentro de uma instalação usada para implementar adequadamente o BIM dentro da organização.
Recursos Humanos	Papeis e responsabilidades	As funções são a função principal assumida por uma pessoa dentro da organização e as responsabilidades são as tarefas ou obrigações que se é obrigado a fazer como parte dessa função.
	Hierarquia organizacional	Um arranjo de pessoal e grupo em grupos funcionais dentro da organização.
	Educação	Instruir formalmente sobre um assunto.
	Treinamento/formação	Treinar é ensinar de modo a fazer ajuste, qualificado ou proficiente em uma tarefa ou processo específico
	Prontidão para mudanças	A disposição e preparação do Estado de uma organização para integrar o BIM.

Fonte: Autora (2021).

Os níveis de maturidade eleitos pelo grupo de pesquisa CIC para compor a matriz em discussão são correspondentes aos existentes no *Capability Maturity Model Integration* (CMMI). O CMMI é um framework de melhoria de processos desenvolvido há mais de 20 anos pela *Software Engineering Institute* (SEI) da *Carnegie Mellon University* (EUA), frequentemente adotado na indústria de desenvolvimento de software e patrocinado pelo Departamento de Defesa dos EUA (LINSTEDT, OLSCHIMKE, 2016, p. 39). Ao adotá-la, os pesquisadores responsáveis pela

Organizational BIM Assessment Profile ampliaram o perfil dos usuários da ferramenta, incluindo atores de diferentes campos ao processo de implementação de um novo processo em uma organização, e seguindo a padronização de um modelo em voga em diversos setores.

A planilha disponibilizada para ser usada como ferramenta de avaliação (em inglês) é interativa e intuitiva devido a sua simplicidade (Figura 19) assim como os seus resultados que são apresentados na forma de um gráfico de radar (Figura 20), mais visualmente favorável para identificação de áreas de aprimoramento (LIMA, 2019, p. 144). Lima (2019) orienta que, para o contexto brasileiro, esse modelo deve ser preferencialmente aplicado em empresas em estágios iniciais de implementação BIM e naquelas de menor porte (p. 156) e inclusive sugere que deva ser referência para o modelo oficial do Governo Federal para a medição de maturidade BIM (p. 156).

As características mais desfavoráveis ao uso do modelo são a pouca flexibilidade, a subjetividade de parte das questões/métricas, a ausência de funções relacionadas ao *benchmarking* e da apresentação, por parte de seus criadores, de testes e experimentos que validem a ferramenta proposta (WU et al, 2017; KASSEM et al, 2020).

Quanto a avaliação da prontidão para a adoção do BIM na organização (BIM Readiness), o BIM Assessment Profile destaca a importância do alinhamento das estratégias projetuais com o planejamento estratégico e com o investimento em recursos humanos, porém não mede a prontidão para a implementação BIM. Há uma questão específica que aborda a preparação da empresa para a implementação de mudanças, contudo essa abordagem é genérica.

Dada a facilidade de compreensão e aplicação da ferramenta, a mesma também foi referência no desenvolvimento de outras três posteriores: BIM *Maturity Assessment Tool* (BMAT) desenvolvido pela Arup em 2014, BMAT, pela Universidade de Cambridge em 2018 e o BIM Profiler, pelo Bimconnect em 2019.

A primeira derivada citada foi criada pela Arup (BIM MATURITY MODEL ARUP, 2021), uma multinacional com sede em Londres, Reino Unido, que presta serviços nas áreas de engenharia, arquitetura e design. O seu uso ocorre também por meio de uma planilha excel, porém a mesma é voltada para avaliação de projetos e para avaliação de projetos já a caminho do BIM Nível 2, empresa com o BIM já

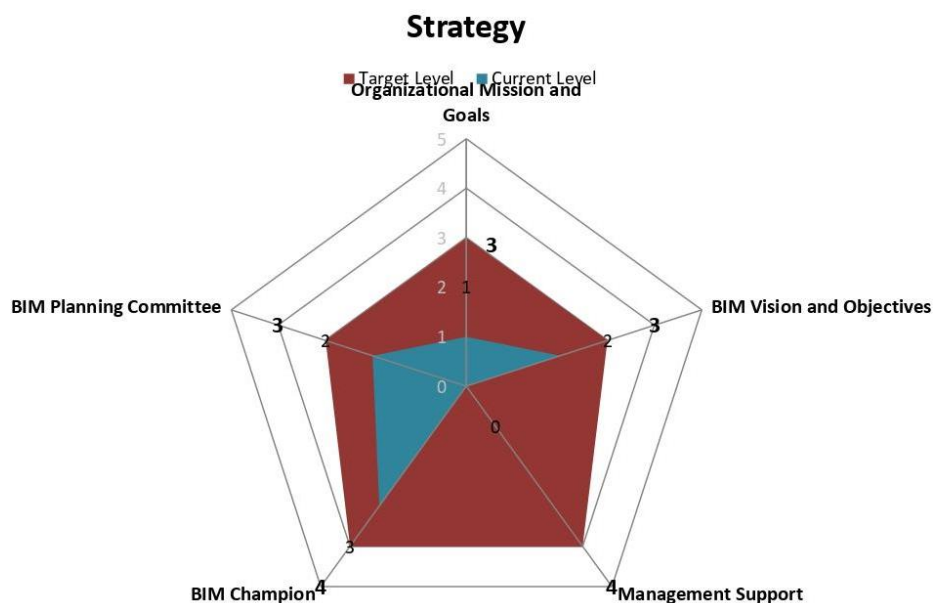
implementado e em fase de aperfeiçoamento. A BMAT da Universidade de Cambridge, instituição britânica, segue os mesmos princípios que a proposta da Arup (BTMAT CAMBRIDGE, 2021) é descrita como uma das suas principais referências, porém está disponível em uma plataforma online que reúne a avaliação e os resultados de diversos projetos.

Figura 19: Captura de tela de uma fração da planilha Excel usada para avaliar a maturidade de organizações

Planning Element	Description	Level of Maturity						Current Level
Information	Information Needs refer to Model Level of Development and Facility Data requirements	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0
Model Element Breakdown (MEB)	Model Element Breakdown Structure are identifiers assigned to each physical or functional element in the breakdown of the facility model.	No consistent Organizational Model Element Breakdown	Organizational Model Element Breakdown defined but not uniform within entire organization	Organizational Model Element Breakdown is uniform within the organization	Organizational Model Element Breakdown aligned with industry standards	Organizational Model Element Breakdown updated along with industry standards	Organizational modifications to industry standard model element breakdown are balloted for inclusion in industry standards	0
Level of Development (LOD)	The Level of Development (LOD) describes the level of completeness to which a Model Element developed	No consistent Level of Development	LOD defined but not standardized within the entire organization	LOD standardized within the organization	Organizational LOD standards aligned with industry standards	Model View Definitions & Information Delivery Manuals are used to define LOD	Organizational modification to MVDs and IDMs are balloted for inclusion in industry standards	0
Facility Data	Facility Data is non-graphical information that can be attached to objects within the Model that defines various characteristics of the object	No consistent facility data requirement	Facility data defined but not internally standardized	Facility data defined and standardized within the organization	Organizational facility data attributes aligned with industry standards	Facility data attributes aligned with open standards	Facility data attributes updated with open standards	0
Infrastructure	Technological and physical systems needed for the operation of BIM with the organization.	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0
Software	the programs and other operating information used by a computer to implement BIM	No BIM Software	Software capable of accepting BIM data	Basic BIM Software Systems	Advanced BIM software systems	All software systems available to all personnel	Program established for continuous updating of BIM software systems	0
Hardware	physical interconnections and devices required to store and execute (or run) BIM software	No Hardware capable of running BIM software	Some hardware capable of running basic BIM software	All Hardware Capable of Running Basic BIM Software	Some advanced hardware systems with the organization	All organization hardware is capable of running advanced BIM Software	Program established for continuous updating of BIM hardware systems	0
Physical Spaces	Functional areas within a facility used to properly implement BIM within the organization	No dedicated BIM space	Single workstation for viewing BIM data	Small Workspace for Collaborating with a screen large enough for multiple viewers	BIM room for collaborating with large screen viewing capability	Multiple collaborative workspaces within regular workspace	Program established for continuous updating of BIM spaces	0
Personnel	Human resources of an organization	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0
Roles and Responsibilities	Roles are the primary function assumed by a person within the organization and Responsibilities are the tasks or obligations that one is required to do as part of that role.	No roles and responsibilities documented	BIM is the responsibility of the BIM Champion	BIM is the responsibility of the interdisciplinary BIM Group	BIM responsibility lies with each operating unit	BIM responsibility lies with each person	BIM Responsibilities are regularly reviewed to ensure they are properly distributed	0
Organizational Hierarchy	An arrangement of personnel and group into functional groups within the organization	Organizational Hierarchy does not address BIM	BIM Champion outside of typical organizational hierarchy	Small BIM Implementation Team outside the typical organization hierarchy	Large interdisciplinary BIM Group created	BIM Champion defined within each operating unit	BIM Implementation Team supports BIM Use within operating units	0
Education	Education is to formally instruct about a subject	No Education Program	Ad hoc education as needed	Formal Presentations on what is BIM and the Benefits is has for the organization	Regularly conducted employee education sessions	On-Demand education program established for the organization	Education is seamlessly improved through lessons learned within the organization	0
Training	Train is to teach so as to make fit, qualified, or proficient in a specific task or process	No Training Program	Training program run by vendors - only for necessary personnel	Internal Training program for all personnel that may interact with BIM	Regularly conducted and routine training programs	On-Demand training program established for the organization	Training is seamlessly improved through lessons learned within the organization	0
Change Readiness	The willingness and state preparedness of an organization to integrate BIM	No Change Readiness Awareness	Established need for BIM	Upper management buy-in	Operating unit buy-in	All individuals buy-in	Willingness to change is part of the culture of the organization	0
Totals	This is the total for all the categories. Note this does reflect maturity in all sections. While the organization could score high, there could be some key areas not implemented that could hinder the organizations BIM Implementation.							15

Fonte: COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM (2013).

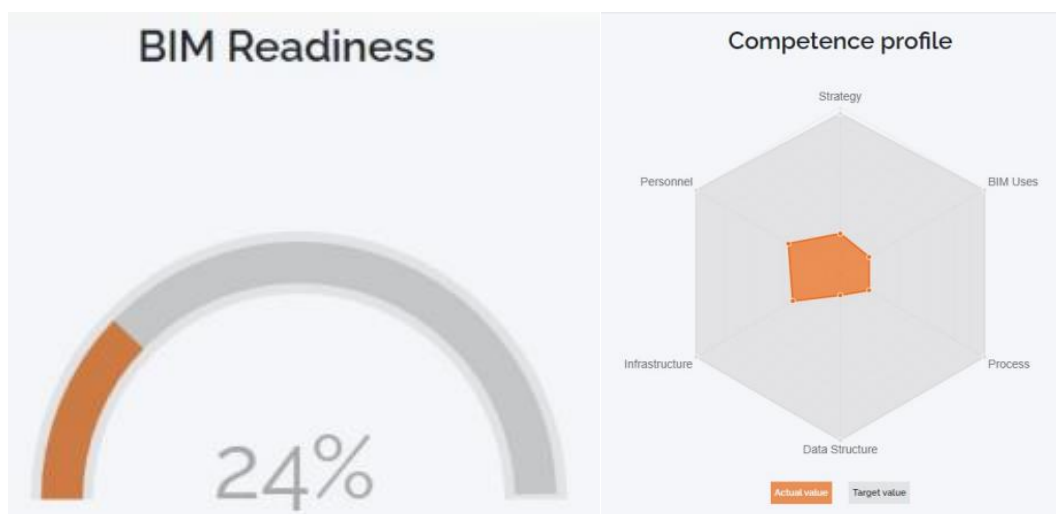
Figura 20: Captura de tela de um dos gráficos de radar que representam o resultado de um dos elementos de planejamento.



Fonte: COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM (2013).

O BIM Profiler (2021) está disponível em uma plataforma online e é uma ferramenta que se propõe a medir a Competência BIM de uma organização através de um questionário com alternativas representam uma escala de 0 a 5 para a situação atual como para a situação desejada. Tais questões são extremamente similares ao modelo da *PennState*, mas apresentada de forma mais dinâmica, o que ao mesmo torna a sua assimilação mais rápida como também descontextualiza os valores disponíveis para a escolha em cada questão devido a visualização da descrição de somente o valor selecionado para aquela métrica. Um dos destaques do BIM Profiler é a entrega em porcentagem do valor da Prontidão BIM da empresa, cujo embasamento para a sua avaliação não é explícito, e o perfil de capacidade de maneira visual por áreas (Figura 21).

Figura 21: Captura dos resultados disponibilizados pelo BIM Profiler.



Fonte: BIM Profiler (2021).

Existem ainda diversas outras ferramentas, entretanto são iniciativas isoladas para uma determinada situação ou empresa, como no caso de empresas de desenvolvimento de software e entre outros. O destaque que este trabalho deu as 8 ferramentas citadas acima foi por consequência da sua importância histórica para o desenvolvimento de outras ferramentas posteriores ou por valorizar os resultados obtidos por essas que já são referências na avaliação de maturidade BIM.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, a autora buscou analisar tais instrumentos de avaliação de maturidade com o intuito de identificar quais os problemas que as mesmas desejavam solucionar ou mitigar, visualizando nesta análise a classe de problemas em que as mesmas se encaixam e, conseqüentemente, compreendendo a inadequação delas para classe de problemas tratada nesta dissertação.

4 ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO BIM

O artefato a ser descrito neste capítulo não se propõe a ser uma ferramenta pronta para uso prático, mas sim uma série de recomendações e heurísticas a serem adotadas por aqueles que resolverem desenvolver um instrumento de estudo de viabilidade de implementação BIM em micro e pequenos escritórios. Não significa também que os resultados desta pesquisa não sejam úteis para avaliar as condições atuais de uma organização diante da possibilidade de adotar o BIM, pois o artefato foi desenvolvido como resposta à análise de um levantamento entre escritórios de arquitetura e engenharia de micro e pequeno porte. Durante a aplicação dos questionários que levantaram os dados foi possível identificar como o público se comporta ante a questões mais simples (objetivas, com respostas de múltipla escolha curtas) e complexas (enunciados mais longos, subjetivos ou com alternativas longas), as fontes de informações sobre BIM e implementação as quais possuíam acesso e entre outros. O levantamento possibilitou analisar as diferenças entre os escritórios com processos tradicionais de projeto e as condições pré-implementação dos escritórios que já adotaram processos BIM.

Com essas análises, foi identificada a condição existente que contribuíram para a implementação bem sucedida nestes escritórios e apontada como uma dificuldade por aquelas que ainda não haviam transicionado: a pré-existência de projetistas familiarizados com ferramentas de modelagem BIM ou a contratação de novos colaboradores com essa qualidade. Dentro deste contexto, cada vez mais pequenos escritórios estão sendo criados tendo como premissa a utilização de ferramentas BIM (ARAUJO, 2021; PEREIRA; FREIRE, 2021) e novas alternativas para “diluir” através do preparo prévio deverão ser identificadas. Para a construção do artefato foi fundamental a análise das informações levantadas pelo questionário e das ferramentas de mensuração da maturidade BIM assim como a utilização de técnicas de documentação de questionários (MELO & BIANCHI, 2015).

4.1 Questionários aplicados em escritórios de arquitetura e engenharia

O primeiro questionário foi elaborado com o intuito de identificar características em comum entre as pequenas empresas que já transacionaram para a metodologia BIM a mesma para voltar aos processos anteriores, com destaque para os

procedimentos adotados e características da empresa no princípio da implementação do BIM que foram decisivos para que a mesma fosse bem ou malsucedida.

Para a redação das questões foi consultada não somente a bibliográfica específica sobre o tema “Implementação do BIM em pequenas empresas”, mas também o estudo de técnicas de elaboração de questionários. Respaladas por autores referência no tema, as questões foram formuladas tendo em vista a forma como cada uma delas contribuiria para a pesquisa e foram revisadas por especialistas e pesquisadores da área do BIM que, gentilmente, se dispuseram a analisá-las. Foi também executado um teste entre alguns membros selecionados do grupo de pesquisa Algo+ritmo e pesquisadores do PPGEES que, também voluntariamente, orientaram a melhoria do questionário em questão.

Os sete participantes voluntários no teste apontaram que o questionário deveria ser mais curto, já que no teste a média foi de 20 minutos, porém houve dois questionários que demandaram cerca de 35 minutos para serem finalizados enquanto os demais demoraram uma média de 12 minutos. Alinhada a essa resposta, foi indicado que seria desejável uma maior proporção de questões de múltipla escolha.

A metodologia para a elaboração de questionários está relacionada às técnicas de coleta de dados, podendo ser aplicado em contato direto com o respondente ou contato por correio. Devido aos acontecimentos relacionados à disseminação global do vírus covid19 e a recomendação da Organização Mundial da Saúde para a manutenção da situação de isolamento social, os questionários foram enviados aos respondentes por e-mail e demais redes sociais online do modo que os participantes autoaplicaram os questionários (VIEIRA, 2009).

Os autores consultados afirmam, de forma homogênea, que a primeira ação que deve ser realizada ao iniciar os procedimentos relacionados à elaboração de um questionário é a definição clara da finalidade do mesmo, determinando as variáveis de interesse para a pesquisa em andamento através da revisão das hipóteses cuja constatação são desejáveis. A hipótese principal era “Empresas de micro e pequeno porte possuem dificuldade para implementar BIM” e ela derivou os seguintes questionamentos:

- A composição das equipes de projeto podem ter afetado a implementação ou podem retardar a iniciativa daqueles que ainda não implementaram?
- Os materiais apontados como referências de boas práticas de implementação BIM pelos especialistas conseguem alcançar as pessoas que lideraram a implementação nos pequenos escritórios?
- Como a implementação BIM em pequenos escritórios é abordada pela mídia especializada e entre criadores de conteúdo das redes sociais?
- Teriam os escritórios consciência da importância de um diagnóstico adequado da situação *a priori* da implementação para uma adoção bem sucedida?

As questões foram formuladas conforme método sugerido por MELO & BIANCHI (2015), que consiste em uma proposta metodológica de documentação da elaboração de questionários através do preenchimento de uma tabela (Figura 22) com campos que promovem a discussão das informações que o pesquisador deseja obter, como as perguntas que trarão a resposta, análise e reformulação das mesmas. A maior vantagem identificada pelos pesquisadores na técnica foi a possibilidade de revisar as questões elaboradas sem perder o objetivo principal do levantamento que é reforçar a hipótese levantada através da análise bibliográfica realizada.

Uma das recomendações mais consistentes para a elaboração de questionários é a necessidade de um sequenciamento lógico das perguntas para facilitar o preenchimento por parte do respondente assim como o estímulo para que esse finalize o questionário (RICHARDSON, 2017; MELO & BIANCHI, 2015; VIEIRA, 2009; GÜNTHER, 2003). Dadas as condições específicas do levantamento, a estrutura e sequencia exposta por GÜNTHER (2003) e foi a mais adequada (Quadro 8).

Figura 22: Resumo da estratégia metodológica MELO & BIANCHI adaptada para a pesquisa dessa dissertação.

Nome do pesquisador: Carolina M. Vendimiati		Departamento: PPGEES - FAENG - UFMS
Objetivo: Identificar características que proporcionam uma implementação BIM bem sucedida		Título do projeto: Estudo viabilidade de implementação BIM em micro e pequenas empresas.
O que quero saber:		Perguntas que trarão a resposta:
QUEM	liderou a implementação	Quem liderou o processo de implementação no escritório em que trabalha?
	decidiu implementar	Quem foi a pessoa que impulsionou a implementação BIM?
	capacitou a equipe no software	Como a empresa investiu na formação dos profissionais nas ferramentas BIM selecionadas?
O QUE	motivou a implementação	Quais foram as principais motivações para a implementação do BIM na empresa? (Selecione)
	é BIM	Na sua opinião, quais as vantagens e desvantagens do BIM?
	faria diferente em relação a implantação	O que poderia ter sido feito diferente durante a implementação ?
	poderia ter sido melhor planejado	
	existe de material de apoio micro e pequenos empresários para adoção do BIM eram padronizados os processos e procedimentos antes do BIM	Como você vê a abordagem do BIM em pequenas empresas na mídia especializada (revistas, antes da implementação, como os processos e procedimentos internos estavam disponíveis?
COMO	foi realizada a implementação? Gradual ou imediata?	Como foi executada a implementação do BIM nos projetos?
QUANTO(s), QUÃO	projetistas trabalhavam na empresa antes da implementação	A quantidade de projetistas após a introdução do BIM na empresa:
	Fucionários/colaboradores	Quanto colaboradores a empresa possui hoje?
	assertiva foi a implementação de novos processos	Os processos e procedimentos determinados ainda no período de implementação do BIM ainda vigoram?
	foi investido?	O quanto você acha que a empresa investiu na
	variação da demanda por projetos após a	Sobre a variação da demanda por projetos após a
	importante o diagnóstico pré-adoção é considerado pelos respondentes	O quanto importante você considera um diagnóstico sobre a situação atual da empresa diante de uma
QUAL/QUAIS	softwares eram usados anterior à transição	Quais softwares eram utilizados na empresa?
	softwares são atualmente usados	Qual(is) software de modelagem BIM foi
	a recepção à boas práticas de BIM divulgadas por organizações de renome	Qual a sua opinião sobre os procedimentos e processos de implementação indicados por
	Fontes de informação sobre BIM	Quais as suas principais fontes de informação
	os entregáveis após a implementação BIM	Atualmente, os entregáveis de projeto mais
	motivos para a retomada de processos e procedimentos antigos (pós adoção BIM)	Quais os motivos que mais motivaram a retomada não planejada de algumas das práticas e
	os procedimentos para elaboração de processos colaborativos	Sobre a troca de arquivos e processos colaborativos, assinale as alternativas que possuem características em comum com a forma é realizada a colaboração entre profissionais
Dados estatísticos	Profissão do respondente	Qual a sua profissão?
	Idade do respondente	Qual a sua faixa de idade?
	Tempo de atuação	Década de conclusão de curso:
	Função na empresa	Função na empresa/escritório:
	Porte da empresa	Porte da empresa (segundo enquadramento da Receita Federal):
	Idade da empresa	Em qual desses intervalos a empresa em que trabalha atualmente foi fundada?
	Localização da empresa	Em qual cidade o escritório está localizado?
	Especialidade do escritório	A produção do escritório é, majoritariamente, direcionada a projetos de:
	Tempo trabalhando na empresa	Há tempo você tem trabalhado nessa empresa/escritório?
Pergunta-Problema ↓→		Formulação de várias questões -brainstorm ↓
Hipótese		

Fonte: Autora (2021)

Quadro 8: Estrutura e Sequência - Conversa com Objetivo.

Identificação, perguntas sobre temas gerais, menos sensíveis	Conversa Preliminar: Estabelecer Confiança
Perguntas que tratam da temática, gradualmente mais específicas.	Manter a confiança do respondente
Levantamento de dados pessoais, perguntas específicas	Estabelecido um bom nível de confiança, as respostas são mais autênticas

Fonte: Adaptado de Günther (2003).

4.1.1 Análises das respostas

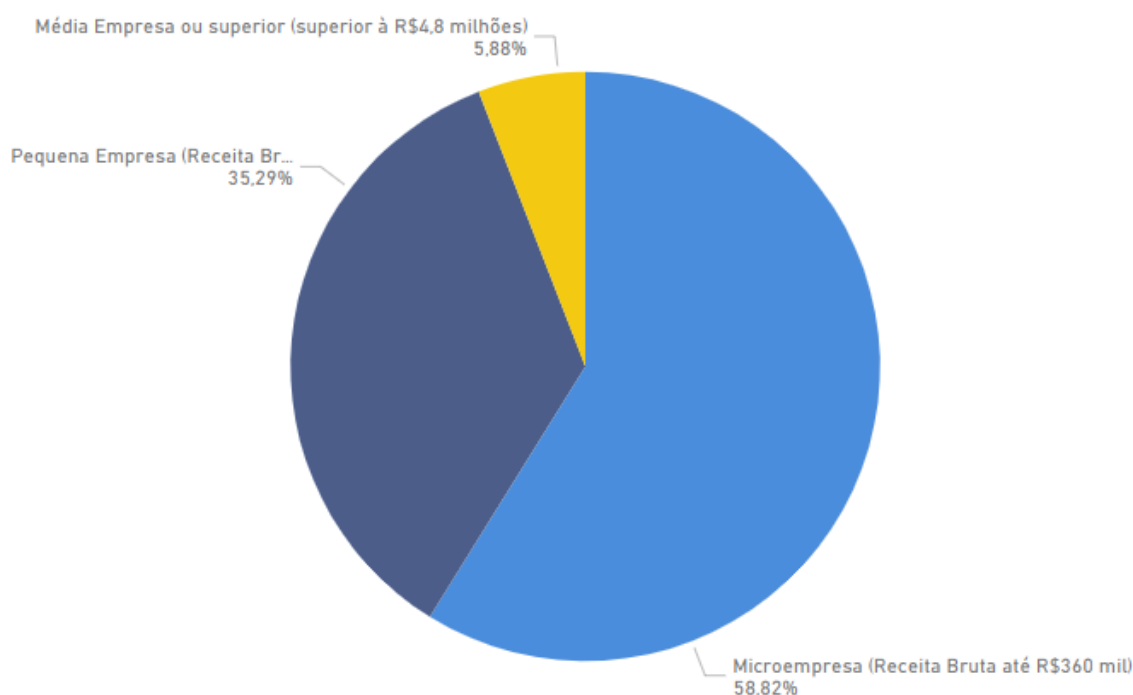
O formato de aplicação do questionário foi elaborado para adequar-se ao cenário de pandemia existente nos anos de 2020 e 2021, precisando submeter diversas etapas de coleta de dados e avaliação do protótipo a alterações que permitissem a sua aplicação remota. Em situações não sujeitas à necessidade de distanciamento social, poderiam ser aplicados os questionários de maneira presencial, e associá-los a entrevistas pré-estruturadas. Dada a condição imposta à essa pesquisa de mestrado, foi utilizada a ferramenta de coleta de dados através de formulários e questionários Microsoft Forms, compartilhada por meio de um endereço eletrônico. A interpretação dos dados foi auxiliada pela ferramenta Microsoft Power BI.

Foram recebidas 17 respostas, 16 válidas 9 de escritórios com o BIM já implementado e 7 de escritórios com processos de projeto tradicionais. A pesquisa buscou inicialmente, contactar por e-mail os escritórios, porém tal meio de comunicação, mais formal e que ampliava o tamanho da amostra, teve somente uma devolutiva resultante em dados entre 37 tentativas de contato. Das 26 tentativas de contato via aplicativo de mensagens por celular, 17 resultaram no preenchimento do formulário. O segundo meio de contato possibilitou também que participantes de outras regiões geográficas pudessem participar da pesquisa. Considerando o contato por aplicativo, a taxa de resposta foi de 65%. Mesmo assim, os dados obtidos não correspondem a uma amostra estatística por conta do tamanho da amostra e, por esse

motivo, os dados serão utilizados nesta pesquisa com a finalidade de compreender melhor o problema e validar a hipótese junto as afirmações oriundas de outros autores.

As primeiras questões abordam características comuns entre os respondentes e o lugar em que trabalhavam, como, por exemplo, o porte delas (Figura 23). Somente uma empresa (de médio ou superior porte) não se encaixava no perfil desejado pelos pesquisadores. Cerca de 59% eram microempresas, 62,5% dessas últimas foram criadas a partir do ano de 2015 e 18,75 entre 2010 e 2015. Entre aquelas que afirmaram já terem adotado o BIM, um terço (33%) das empresas foram criadas entre os anos 2015 e 2021 e outro terço (33%), entre os anos de 2010 e 2015 (Figura 24).

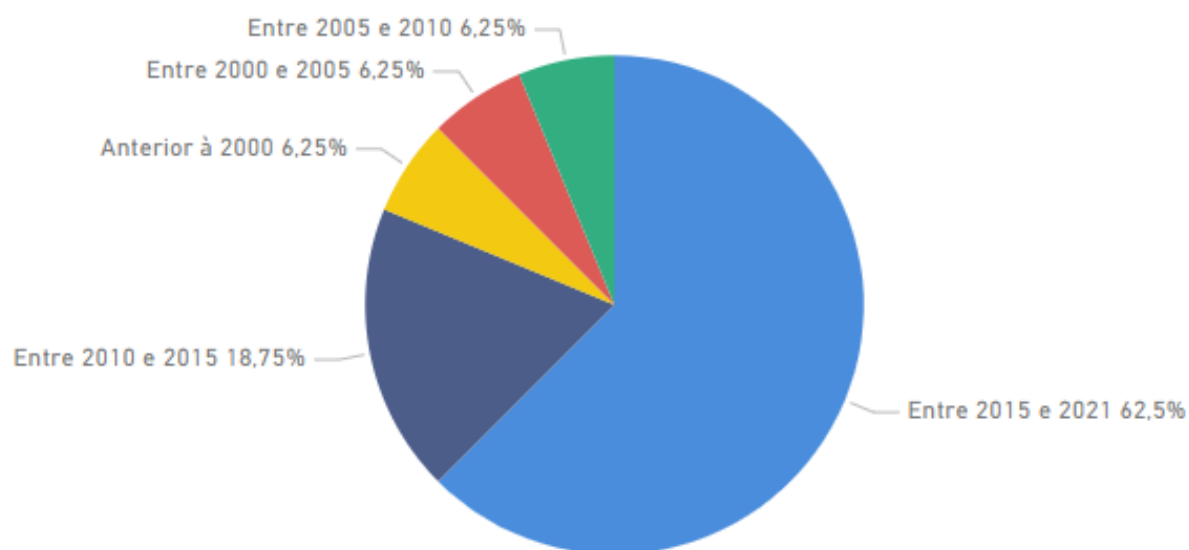
Figura 23: Gráfico da distribuição do porte das empresas que participaram da pesquisa²⁰



Fonte: Autora (2021)

²⁰Nos demais dados apresentados, foram consideradas somente as micro e pequenas empresas,. A única empresa de porte divergente não consta entre os demais dados e análises.

Figura 24: Intervalo de fundação das empresas que participaram da pesquisa.

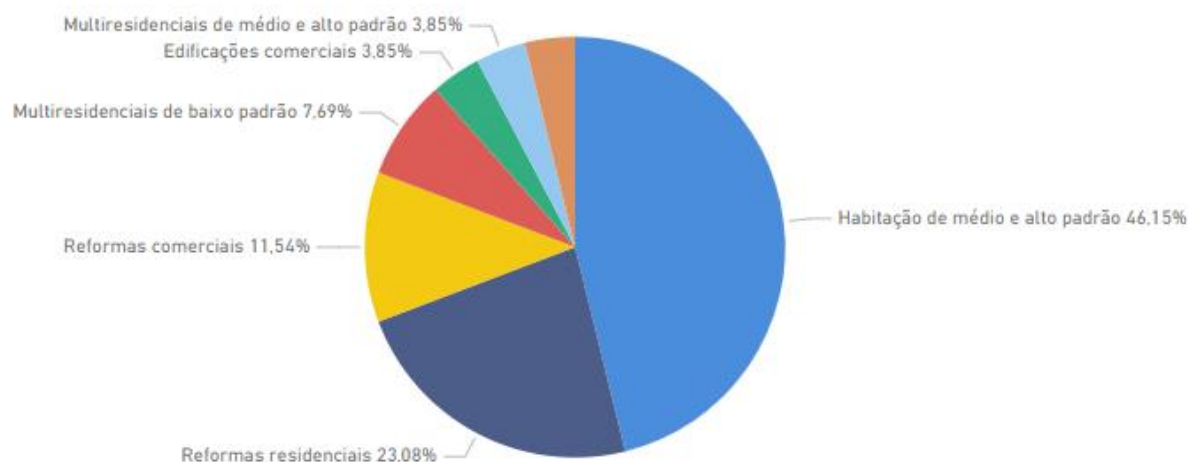


Fonte: Autora (2021)

Essas micro e pequenas empresas possuem como áreas de atuação predominantes a elaboração e execução de projetos residenciais de alto padrão (46,15%), reformas residenciais (23,08%) e comerciais (11,54%) (

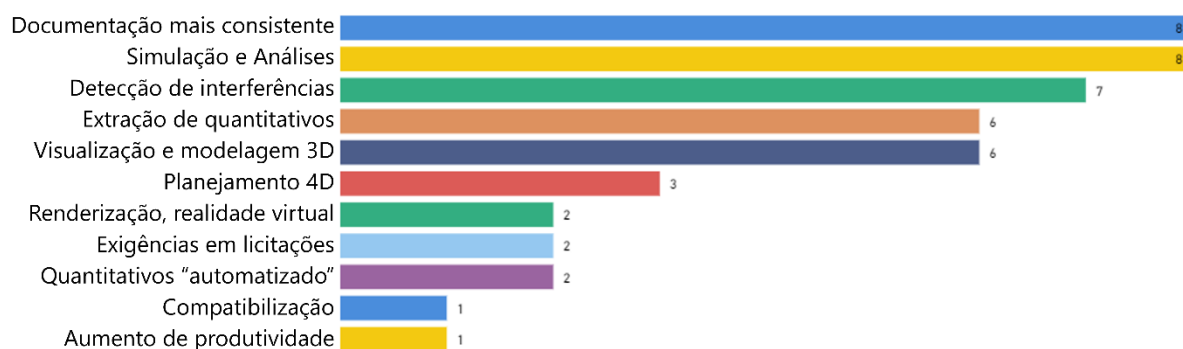
Figura 25). Tendo em vista a principal atividade entre todos os escritórios analisados, as características mais atraentes da Modelagem da Informação para elas são a detecção de interferências, documentação mais consistente e menos “manual”, simulação e análises e, com menor relevância dos que as anteriores, extração de quantitativos qual como a visualização e modelagem 3D, aspecto que pode ser usufruído através do uso de ferramentas de modelagem não BIM, bastante difundidas no mercado (Autocad 3D, Sketch Up, por exemplo) (Figura 26).

Figura 25: Principais áreas de atuação das empresas.



Fonte: Autora (2021)

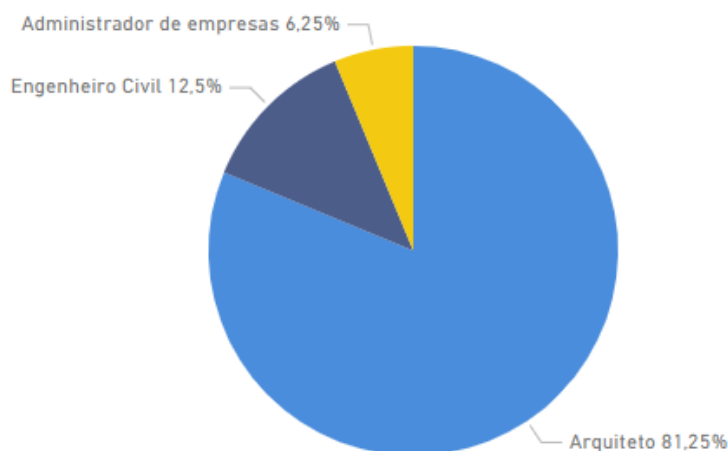
Figura 26: Motivações para adoção ou planejar a adoção do BIM.



Fonte: Autora (2021)

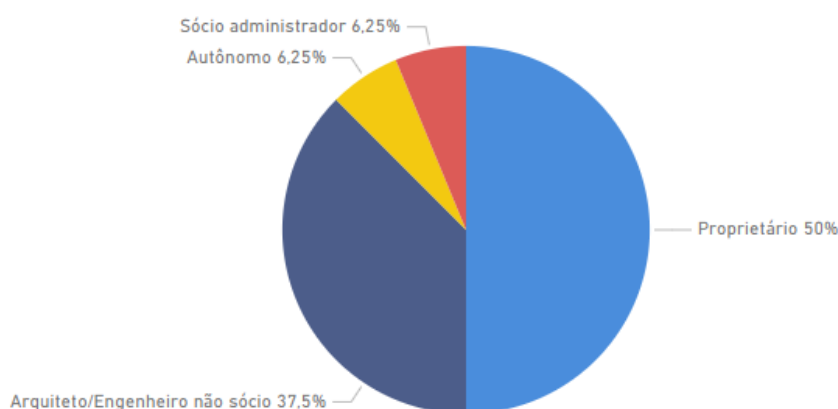
Para verificar se o perfil dos respondentes se aproximava das hipóteses levantadas pelos pesquisadores, algumas perguntas foram adicionadas ao questionário. Foram privilegiados escritórios de arquitetura no momento do envio dos questionários devido a formação do arquiteto como o líder do processo de desenvolvimento conceitual do projeto. A quantidade de arquitetos superou 81% ou quatro quintos do total (Figura 27) e, quanto ao papel dos respondentes dentro da organização, 56,25% foram os próprios proprietários ou autônomo que responderam ao levantamento e 37,5% eram arquitetos ou engenheiros não sócios (Figura 28).

Figura 27: Formação profissional do respondente.



Fonte: Autora (2021)

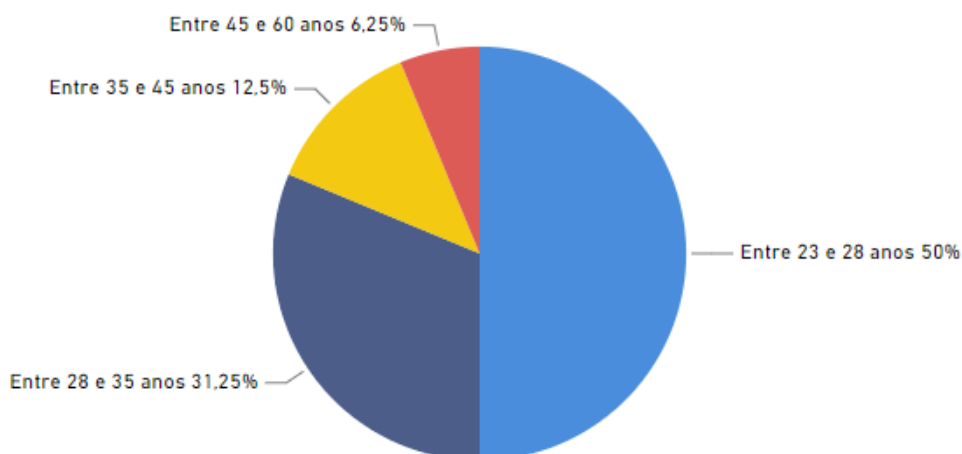
Figura 28: Papel do respondente dentro da empresa.



Fonte: Autora (2021)

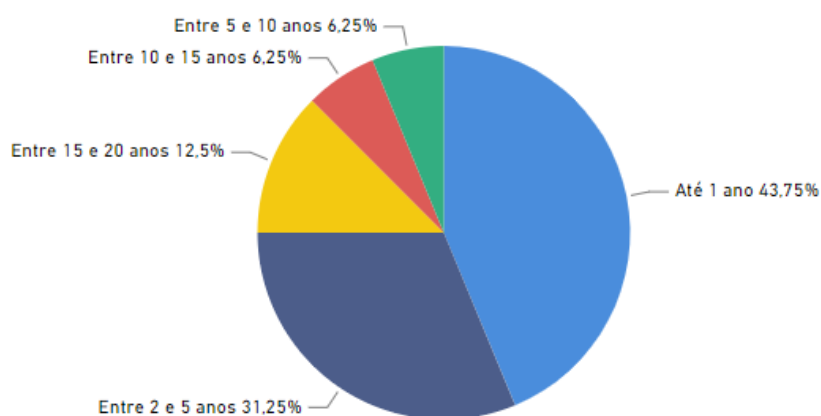
Os indivíduos são majoritariamente jovens, entre 23 e 35 anos (Figura 29), e a idade média entre os proprietários é, aproximadamente, 33 anos. Entre os respondentes, 41,18% está a menos de um ano trabalhando no escritório (Figura 30) e, entre aqueles que não são proprietários, a média de tempo de trabalhado no escritório estudado é de, no máximo, 1 ano e 8 meses e, 71% entre aqueles que não são proprietários estão a, no máximo, um, o que demonstra que esses não necessariamente dominam ou conhecem profundamente os processos que tradicionalmente existem ou existiram nos seus locais de trabalho.

Figura 29: Faixa etária dos respondentes.



Fonte: Autora (2021)

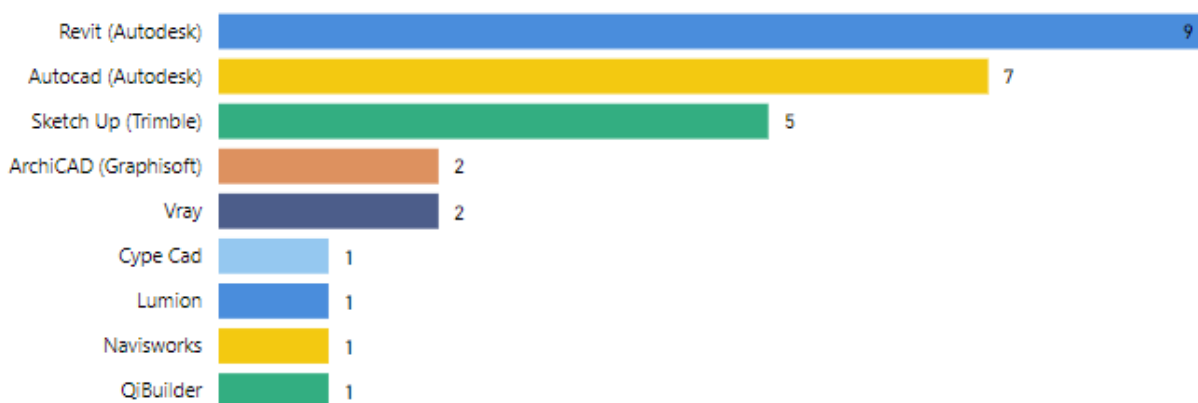
Figura 30: Tempo de trabalho dos respondentes na empresa.



Fonte: Autora (2021)

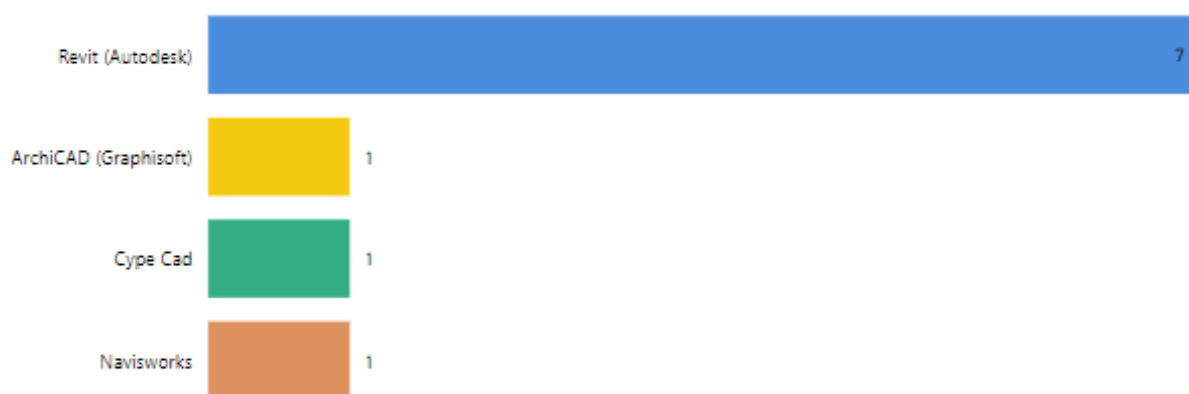
Questionou-se também quais os softwares utilizados nos escritórios (Figura 31), apontando para o domínio de softwares desenvolvidos pela Autodesk entre os demais. A quantidade de softwares utilizados em escritórios migraram para novos processos baseados na informação da construção (Figura 32) é consideravelmente menor do que entre aqueles que permanecem em processos tradicionais (Figura 33), sendo escolhidos ferramentas que atendem a diferentes demandas de projeto: o *Autocad*, software usado predominantemente para a manipulação de desenhos vetoriais; *Sketch Up*, para modelagem tridimensional e *Vray*, para renderização de modelos tridimensionais.

Figura 31: Softwares utilizados pelas empresas.



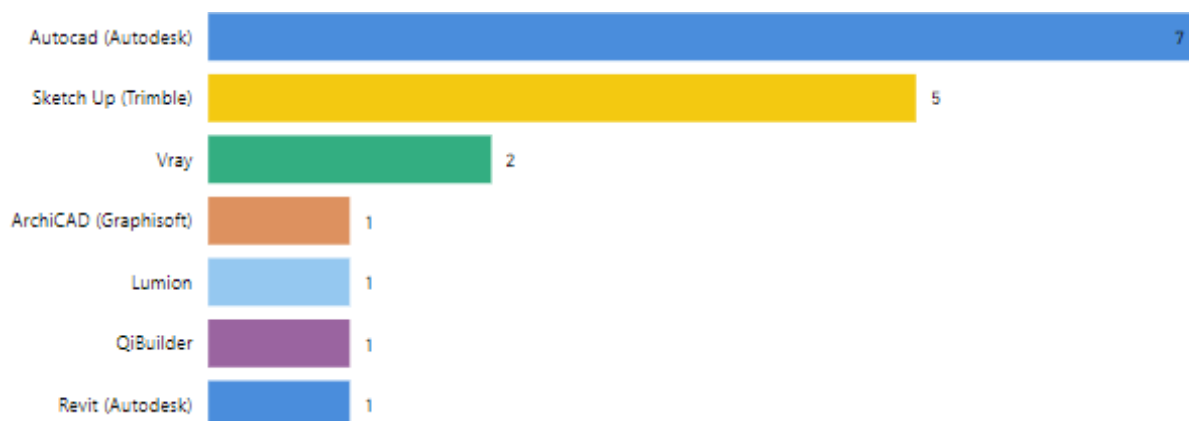
Fonte: Autora (2021)

Figura 32: Softwares utilizados nas empresas que já adotaram o BIM.



Fonte: Autora (2021)

Figura 33: Softwares utilizados pelas empresas que ainda não adotaram o BIM.

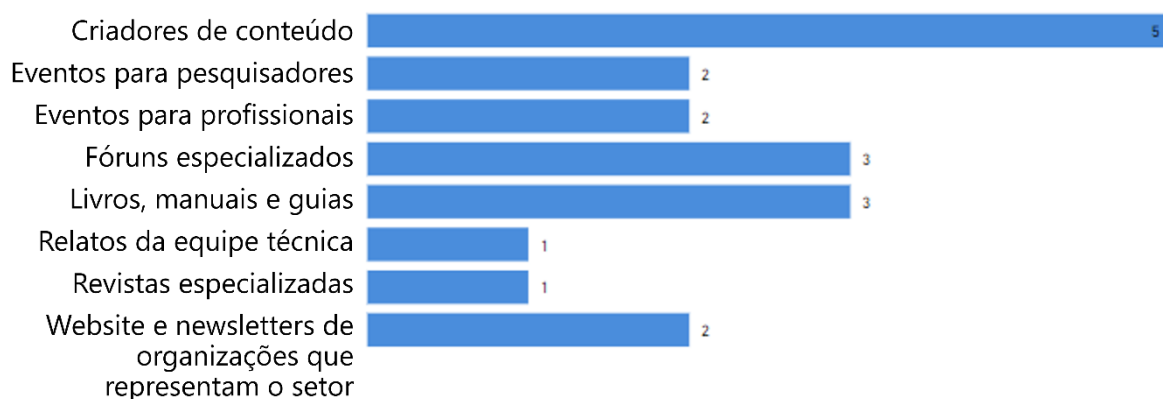


Fonte: Autora (2021)

A principal fonte de informações sobre BIM indicada foi a opção “Criadores de conteúdo (blog, Instagram, Facebook, LinkedIn)” seguida por “Fóruns especializados na troca e compartilhamento de conhecimentos sobre o BIM”, “Livros, manuais e guias

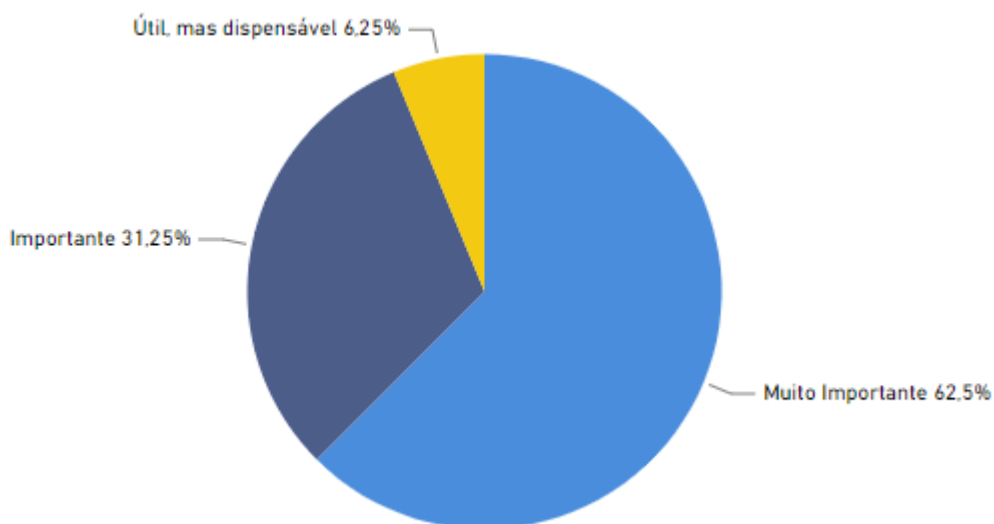
sobre BIM que são referências nacionais e internacionais” (Figura 34). A maioria dos respondentes também classificou como “muito importante” (62,5%) a realização de um diagnóstico sobre a situação atual da empresa diante de uma futura implementação BIM, enquanto outros 31,25% a consideraram “importante” (Figura 35)

Figura 34: Principais fontes de informações sobre o BIM.



Fonte: Autora (2021)

Figura 35: Grau de importância do diagnóstico da situação atual da empresa diante de uma futura implementação BIM.



Fonte: Autora (2021)

O número de colaboradores por empresa indicada por essa pesquisa resultou em uma média de 6 funcionários, sendo que 43,75% delas possui no máximo 3 colaboradores. As empresas com processos em CAD possuíam uma média significativamente inferior de colaboradores (2 pessoas) quando comparada com a média do grupo de “escritórios BIM” (9 pessoas). Uma das questões especificamente

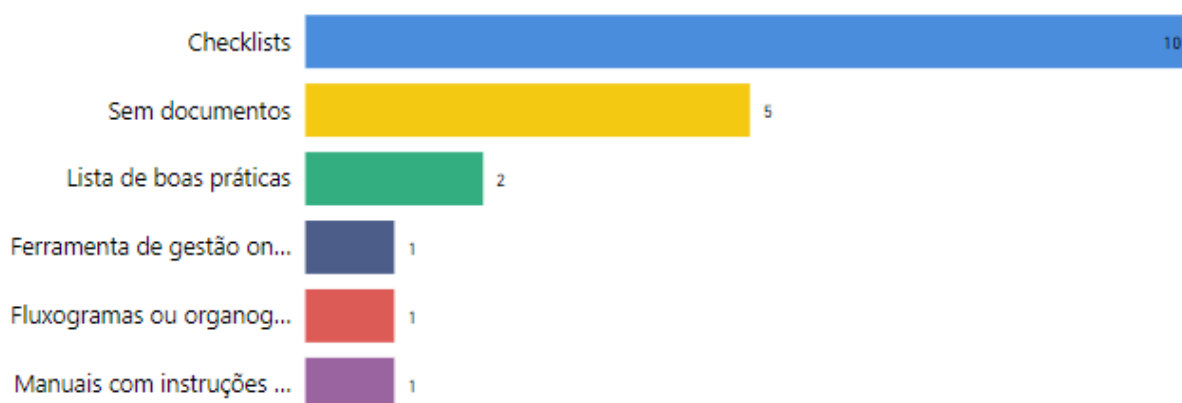
direcionada aos escritórios com BIM implementado solicitava que o profissional indicasse se o número de “colaboradores” da empresa sofreu alterações após a migração para o BIM, o que 66% responderam que “Não houve alteração na composição da equipe” enquanto o restante indicou que houve aumento do número de colaboradores. Com essa informação, é possível compreender uma das preocupações entre aqueles que se mantém nos processos tradicionais: se dois terços das empresas que já alcançaram as mudanças desejadas não tiveram aumento de despesas relacionadas à contratação de novos colaboradores e a média de profissionais na empresa deste perfil é de quase três vezes maior, os escritórios CAD precisariam aumentar o investimento em profissionais especializados.

Os principais entraves à implementação apontados foram “Falta tempo para dedicar-se à implementação/Impossibilidade de interrupção de outras atividades para a implementação” e “Custo do software e hardware”. Foram pontualmente indicadas a “Baixa disponibilidade de colaboradores que já trabalhem em BIM” e falta de profissionais capacitados em processos BIM para serem incorporados ao escritório.

Quanto aos processos e procedimentos de projeto, questionou-se quais os adotados no presente pelas empresas CAD e quais eram adotados previamente pelas empresas BIM, quando os processos tradicionais de projeto ainda vigoravam. Assim foi possível ter um vislumbre da maturidade e rigor da padronização dos procedimentos e processos estudados, tendo em vista que o objetivo de os estudar é levantar indicadores de como as atividades de projeto têm sido realizadas. Em processos BIM, a padronização de processos e procedimentos é uma das suas premissas pois o estabelecimento contínuo de padrões assegura uma maior produtividade e qualidade da produção (SILVA; DUARTE & OLIVEIRA, 2004).

Conforme as informações levantadas, o principal documento para padronização e qualidade que os escritórios com processos tradicionais disponibilizam aos seus colaboradores é o checklist (62,5%) (Figura 36). Uma das respostas indicou todas as alternativas da questão e 31,25% afirmaram trabalhar ou terem trabalhado sem diretrizes documentadas.

Figura 36: Documentos para padronização de documentos e arquivos em processos tradicionais de projeto.



Fonte: Autora (2021)

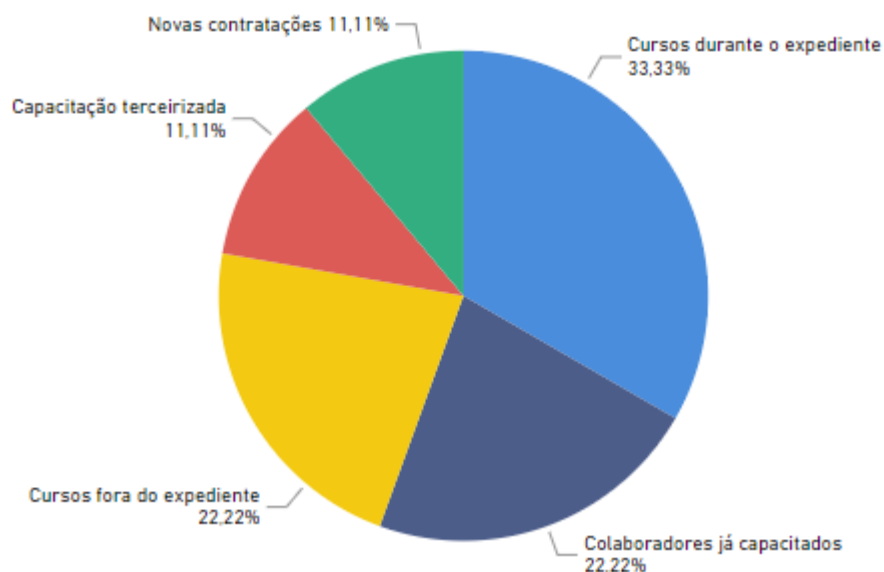
Houve duas questões de resposta aberta que procuraram entender a expectativa e o nível de conhecimento sobre BIM entre os profissionais que atuavam em escritórios CAD. A primeira questão, “O que você entende por BIM? Qual a sua opinião sobre o conceito aplicado em pequenos escritórios ou em projetos de baixa complexidade?”, recebeu respostas que demonstravam baixo conhecimento (“Só conheço por comentários de outros arquitetos. Não conheço bem BIM”), noções superficiais (“uma forma de pré calcular a quantidade de materiais otimizando o processo quantitativo e de custos”), incompletas ou equivocadas sobre o conceito BIM (“Um software que agiliza as etapas que todo projeto precisa passar, além de fornecer informações mais completas”) como também profissionais com noções mais completas e abrangentes da metodologia (“facilita os processos, análise mais requintada por causa da compatibilização das etapas”, “Tecnologia de compatibilização de projetos”, “Uma nova metodologia para execução de projetos através da modulação do real, mantendo todo um sistema até uma possível reforma”). Uma das respostas pontuou que “demanda tempo para aprender bem as configurações” para aplicar o conceito nos processos.

Sobre a aplicação do BIM em projetos de baixa complexidade ou pequenos escritórios, três profissionais dentre os sete válidos para o estudo de micro e pequenos escritórios CAD forneceram evidências que estão receptivos ou que enxergam a aplicação do BIM em pequena escala (“Aplicado em pequenos escritórios, otimiza a produção de projetos”, “entendendo bem o programa, os resultados podem ser visíveis em quaisquer escalas de projeto”, “Penso ser importante mesmo em pequena escala, pois facilita o planejamento de processos e gastos da obra”).

A segunda questão, “Qual a sensação que os textos que você lê sobre BIM transmitem? Eles estimulam e facilitam a compreensão do BIM ou o contrário? Por quê?”, foi respondida com, pelo menos, três tipos de feedbacks: Positivo e sucinto (“facilitam o esclarecimento”, “Estimulam, pois mostram as vantagens e a necessidade de tê-los”), Positivo porém insuficiente (“Esclarecem, mas somente a prática com softwares são capazes de transmitir as dificuldades que o profissional encontrará com sua implementação”, “Quanto a compreensão é mais difícil entender do que se trata apenas lendo, mas com auxílio de vídeos ou até mesmo do programa já ajuda e muito.”) e Complexo (“Os discursos impactam bastante por abordar sobre a produtividade, eficiência, todo o processo que eles trazem com resultados reais. Mas isso dá uma certa ‘exaustão’ quando precisa começar, talvez pela inexperiência, precisar adaptar e acabar demandando mais tempo para uma parte de configuração e desaminar indo para o caminho mais ‘fácil’, porém mais trabalhoso”, “Transmitem uma sensação de complexidade, a facilidade de compreensão varia de acordo com o autor do conteúdo”).

As questões desenvolvidas especificamente para os escritórios BIM abordaram o processo de implementação e as impressões do mesmo nos profissionais que responderam. Algumas abordaram aspectos relacionados aos procedimentos adotados durante a implementação, como na questão “Como foi executada a implementação do BIM nos projetos (referente a adoção progressiva ou total)?”, cuja maioria das respostas apontaram para a escolha de um projeto piloto para adoção do BIM e os demais projetos (já em andamento) foram finalizados conforme as instruções anteriores (66,67%) e uma minoria de 22,22% optou pela adoção total (independentemente do estágio de desenvolvimento). Dois terços acreditam que o valor investido pela empresa durante a implementação foi baixo, quase nulo (33,33%) ou pouco (33,33%) e, entre a maioria dos escritórios estudados, a equipe de projeto ou já era composta por colaboradores instruídos nas ferramentas adotadas (22,22%) ou poderia se capacitar através de cursos ou materiais de estudo disponibilizados pela empresa durante o expediente (33,33%) e fora (22,22%) (Figura 37).

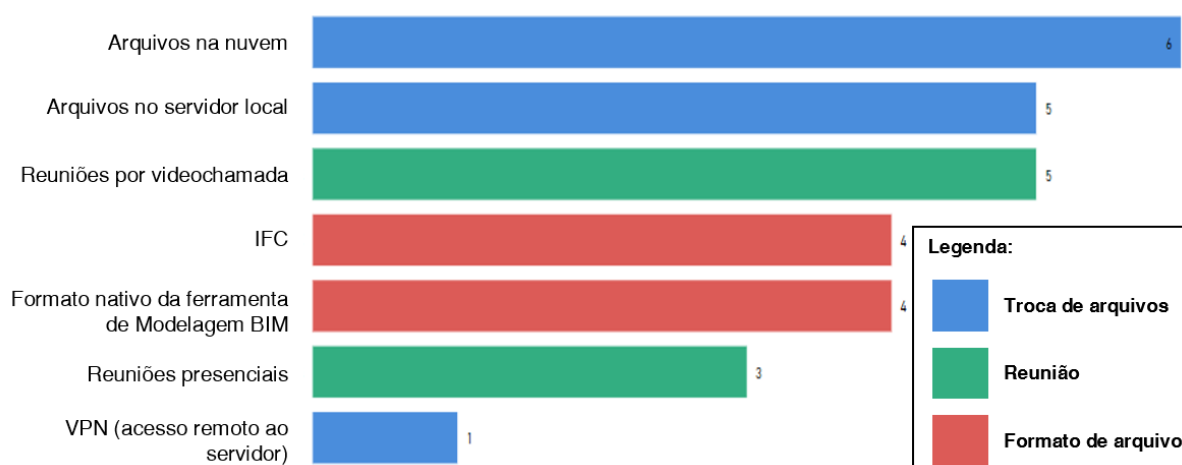
Figura 37: Investimento da empresa na formação dos profissionais nas ferramentas BIM selecionadas.



Fonte: Autora (2021)

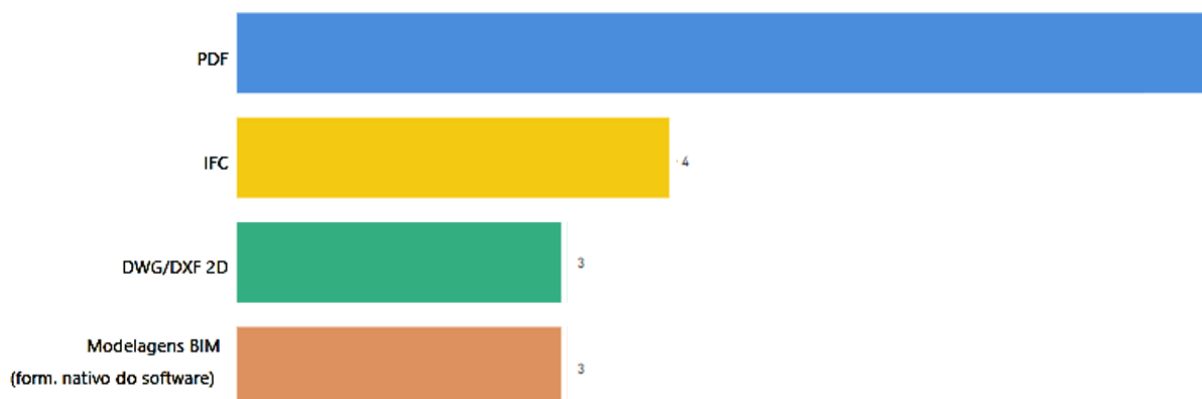
Os resultados oriundos da última questão citada estão coerentemente refletidos na não alteração da quantidade de colaboradores em 75% dos casos e aumento em 25%. A forma como esses colaboradores atuam em processos colaborativos se expressa na preferência pelo armazenamento e compartilhamento de arquivos armazenados em servidores acessados remotamente pela internet (“em nuvem”), reuniões remotas realizadas por meio de videoconferências, troca de informações do modelo por meio do IFC ou formato de arquivo nativo da ferramenta de modelagem (Figura 38) e as entregas ocorrem, majoritariamente, em PDF (pranchas com plantas, cortes, fachadas, perspectivas) e IFC (Figura 39), indicando quais as características de processos tradicionais e dos processos BIM coexistem entre os pequenos escritórios.

Figura 38: Características dos processos de colaboração entre disciplinas.



Fonte: Autora (2021)

Figura 39: Entregáveis mais comuns (definidos entre o profissional e o cliente).

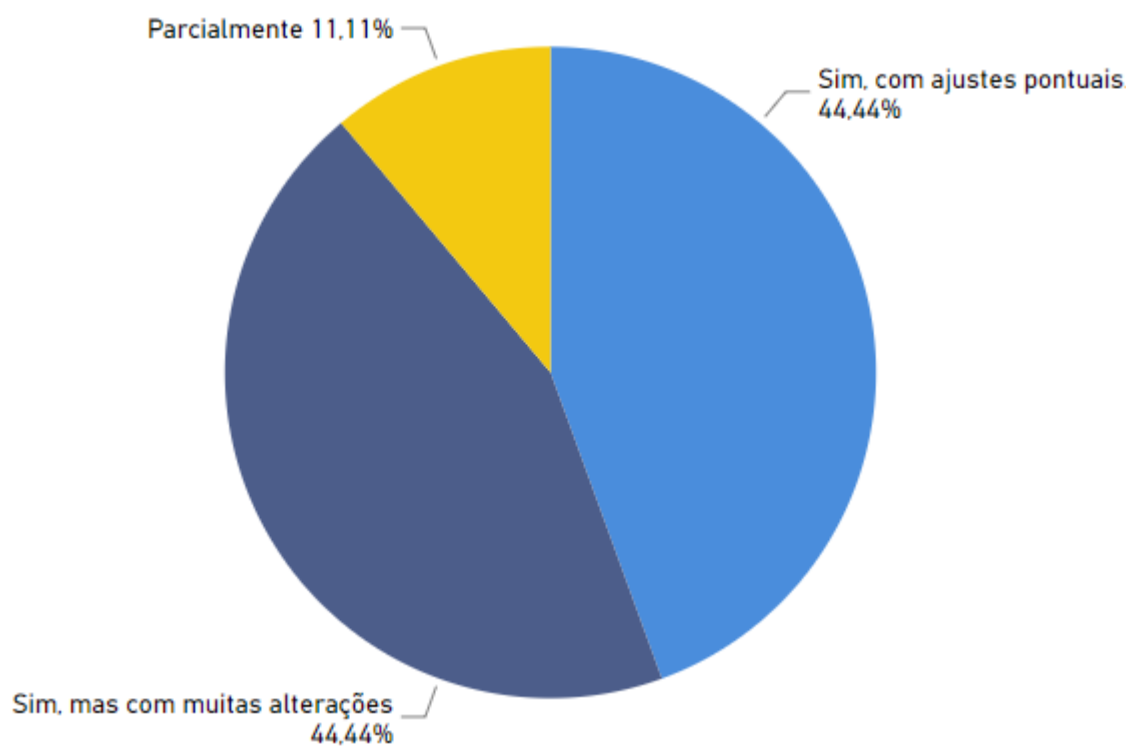


Fonte: Autora (2021)

Para compreender melhor as características dessa coexistência de procedimentos de processos tradicionais e dos processos BIM, os respondentes foram questionados se alguns dos processos e procedimentos planejados durante o período de implementação mostraram-se executáveis a longo prazo, o que 44,44% afirmaram que “sim, Sim, com alguns ajustes pontuais”, outros 44,44%, “Sim, porém foram necessárias muitas mudanças que somente a experiência poderia ter nos preparado” (Figura 40). Metade dos escritórios BIM não retomaram processos e procedimentos anteriores à implementação; entre aqueles que retomaram, 37,5% culpavam “Equipe menos produtiva por conta da adaptação ao processo de projeto em softwares” e somente um entre os respondentes justificou a retomada devido “Alguns procedimentos mostraram-se pouco vantajosos frente ao nível de

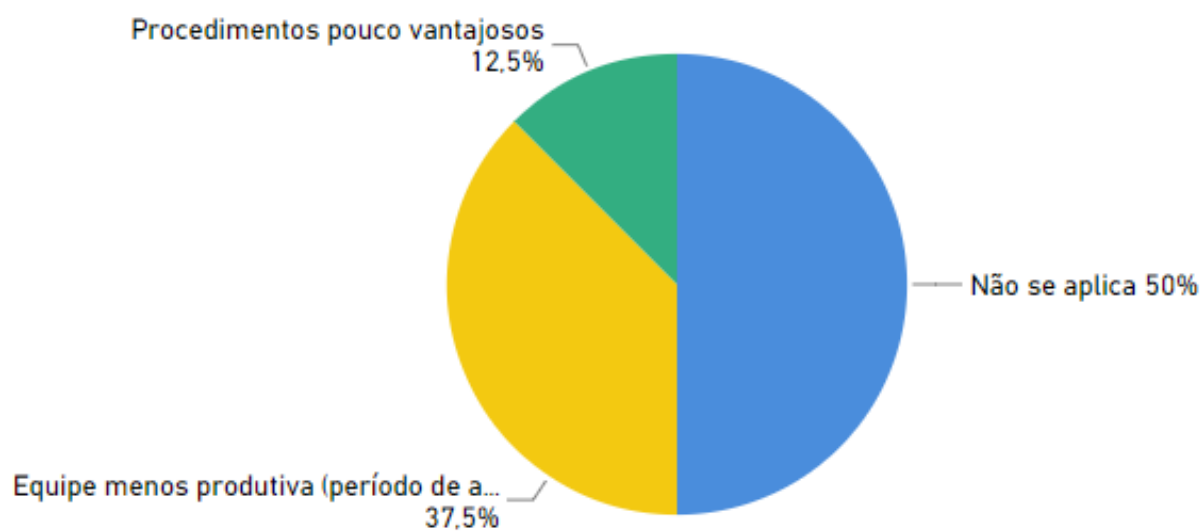
detalhamento e complexidade dos projetos que já fornecíamos aos nossos clientes/parceiros” (Figura 41).

Figura 40: Comprometimento dos escritórios com os processos e procedimentos BIM implementados.



Fonte: Autora (2021)

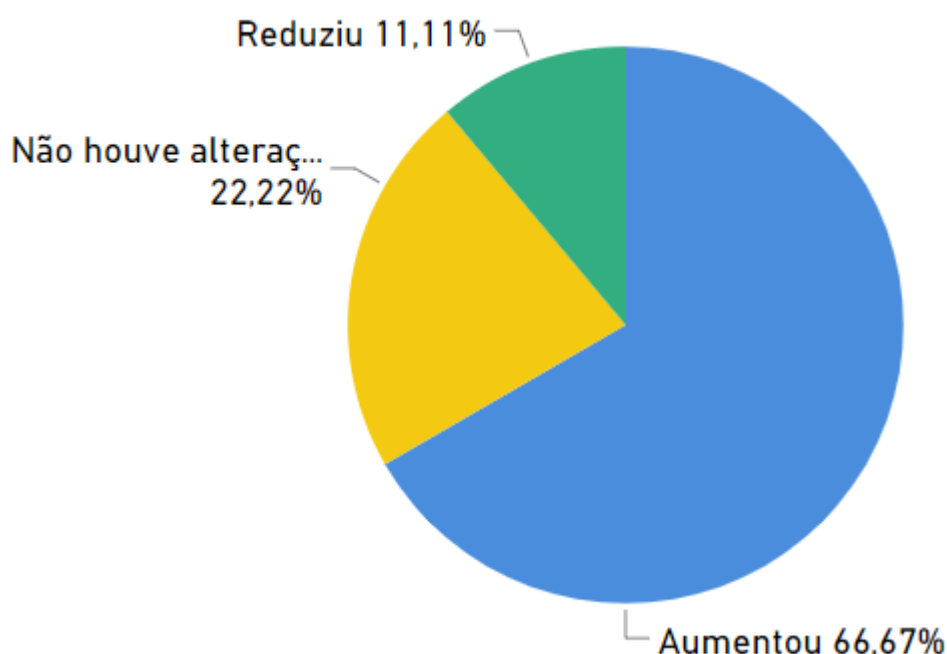
Figura 41: Qual o motivo para retomada de alguns dos procedimentos tradicionais



Fonte: Autora (2021)

Entre os benefícios da adoção do BIM, os profissionais de escritórios BIM citaram o aumento de produtividade, compatibilização em fase de projeto, extração de quantitativos, [...] detecção de conflitos antecipada, realidade virtual e aumentada, maior qualidade técnica de projeto, comunicação mais efetiva, melhor tempo de resposta e interação entre disciplinas, maior consistência na documentação de projeto, maior capacidade de análise e planejamento de execução. Para a questão “Na sua opinião, quais as vantagens e desvantagens do BIM?”, 44,44% atribuíram ao BIM somente expressões positivas como “Não há desvantagens”, “Só vejo vantagens”, “Inúmeras” e 66,67% observaram aumento na demanda por projetos (Figura 42).

Figura 42: Variação na demanda por projetos após a implementação.



Fonte: Autora (2021)

As desvantagens apontadas foram falta de modeladores BIM, valor dos softwares de modelagem, problemas relacionados à intercâmbio de informações entre softwares, arquivos muito grandes, treinamento indispensável na maioria das contratações por falta de profissionais de alto desempenho no mercado e críticas quanto a complexidade da implementação, expressa por sentenças como “sua implementação é complexa, principalmente devido a mudança de cultura por parte dos projetistas” e “Principal desvantagem: nível de complexidade para implementação em processos e metodologias existentes.”.

Quando questionados sobre “O que poderia ter sido feito diferente durante a implementação que não foi previsto e que daria melhor resultado nos processos de projeto?”, os participantes destacaram o alinhamento entre colaboradores internos e externos (“Troca de informações e alinhamento de metodologia com os [...] os projetistas de complementares”), a padronização e documentação (como o BIM Mandate, “Exige uma série de padronizações de procedimentos, nomenclatura de pastas, arquivos, controle de trocas de informações, etc, que foram sendo implementados depois que o uso do software já tinha se consolidado”), a capacitação e treinamento da equipe ininterrupta (durante a adoção e continuamente), e colaboração de toda a equipe (“A compreensão da equipe e da diretoria quanto à importância da adoção desses processos e o comprometimento para sua estruturação de forma colaborativa faz toda a diferença”). Destacou-se entre as respostas a descrição sucinta de um dos participantes sobre a experiência de implementar o BIM e como a situação da maioria dos escritórios está distante da mais favorável:

“A implementação foi realizada por um arquiteto funcionário do escritório que tinha como objetivo 1) aprender o Revit através um curso presencial em São Paulo pago pelo escritório e 2) realizar a implementação do BIM no escritório. Foi uma solução econômica que escolhemos, sabíamos dos pros e contras. Para maior eficiência na implementação, acredito que a contratação de um profissional especializado em implementação de recursos BIM em escritórios é a melhor solução, junto com a capacitação de toda a equipe anteriormente e em processo contínuo. No entanto, é uma solução economicamente inacessível para vários escritórios”

Em “Qual a sua opinião sobre os procedimentos e processos de implementação indicados por intuições de referências como CBIC, AsBea, Pennstate University, COBIM e outras?”, 44,44% dos participantes não estava familiarizado com esse tipo de materiais e entre os demais, a recepção é positiva, alguns a consideram fundamental e suficiente enquanto outros ressaltam ressalvas quanto a complexidade e equívocos que podem ser causados por uma má interpretação. A falta de familiaridade de uma porção significativa entre os profissionais também se manifesta em 44,44% das respostas em branco ou afirmando não ter opinião formada sobre a questão “Como você vê a abordagem do BIM em pequenas empresas na mídia especializada (revistas, websites), livros e manuais?”, evidenciando que tais conteúdos estão distantes de atingir o seu público e principalmente entre aqueles que

mais precisam (pequenas empresas). As demais respostas indicam descontentamento com a abordagem do BIM em pequenas empresas nesses meios de comunicação, seja por não abordar os pequenos negócios ou por fornecer conteúdo muito superficial e direcionada para a adoção de software. Uma das respostas chamou a atenção dos pesquisadores por expressar uma das principais questões discutidas nessa pesquisa: “O BIM tende a ser tratado de maneira muito complicada, que afasta pequenas empresas, que acabam achando que BIM é coisa de projeto grande e que vantagens não justificam todo o esforço de implementação em escritórios com projetos de pequeno porte”.

4.1.2 Análise das respostas quanto a hipótese de pesquisa

Uma das principais análises, quanto a hipótese de pesquisa indicado no capítulo introdutório, foi que as respostas recolhidas pelo questionário não representam uma amostra demográfica, porém consegue representar parte do perfil demográfico dos membros mais engajados com assuntos relacionados à pesquisa e desenvolvimento da área de projetos da indústria da construção. Os pesquisadores podem sustentar a hipótese de que entusiastas e especialistas em BIM são mais receptivos à colaboração em pesquisas científicas pois, mesmo que façam parte de um grupo menor²¹ (quando comparados aos profissionais que ainda não executam processos direcionados para a elaboração de modelos de informação da construção), 53% das respostas foram enviadas por empresas que adotaram o BIM.

A menor adesão aos questionários enviados por e-mail pode estar atrelada a duas hipóteses: uma que demonstra a desconfiança dos profissionais quanto ao compartilhamento de informações demográficas de seus escritórios ou a baixa adesão dos profissionais a participação em pesquisas científicas (seja ela causada pelo desinteresse em pesquisas científicas durante a prática profissional ou por pela menor visibilidade de retorno destas pesquisas no mercado). Outra hipótese também possível é que os questionários enviados por e-mail são filtrados para a caixa de SPAM (VIEIRA et al., 2010). Houve maior número de respostas entre aqueles que

²¹ Segundo levantamento da Fundação Getúlio Vargas em março de 2018, 9,2% das empresas utilizam “ferramentas” BIM (CASTELO, BEZERRA, 2018).

foram contactados através de mensagens diretas através do número de celular, pelo aplicativo WhatsApp, totalizando aproximadamente 53% do total.

Enquanto somente metade dos proprietários de escritórios que não implementaram BIM desejam implementá-lo no futuro, 75% dos escritórios que já implementaram BIM investiram no BIM por iniciativa do proprietário, contribuindo para demonstrar o quão importante é o engajamento dos líderes e gestores para que a adoção seja bem sucedida. Dentre todas as contribuições que esse levantamento produziu para essa pesquisa, a maior delas é a constatação de que as empresas que implementaram BIM investem em capital humano progressivamente, reduzindo o impacto da admissão de colaboradores já hábeis em ferramentas de modelagem BIM durante o planejamento da implementação.

As empresas ainda em processos CAD apontaram como maiores problemas a falta de Recursos Humanos já qualificados ou que pudessem ser alocados para essa tarefa e o custo de software e infraestrutura. Entre aqueles que adotaram, uma das situações apontadas que poderiam ser melhoradas seria a necessidade de treinamentos e alinhamentos da equipe rotineiros assim como a conscientização da alta gestão de que BIM não é só software. Entre esses, a maioria já possuía uma equipe capacitada em software ou contratações realizadas para essa finalidade. Nesses casos, uma parte de investimento em treinamento ou admissões foi planejada com maior antecedência, portanto muitos sentiram que o investimento foi baixo ou pouco porque o mesmo foi feito de forma discreta meses antes.

Assim, a tendência é os escritórios criarem condições prévias favoráveis à diminuição do valor da implementação através da contratação ou qualificação de mão de obra adequada à modelagem BIM. Da mesma forma, existem outras áreas, podendo ser elas processos, procedimentos, infraestrutura física ou predial, disponibilidade de hardware adequado, infraestrutura de rede que pedem investimentos e cujo impacto também pode ser feito de forma progressiva que diminua o montante destinado especificamente para a adoção BIM. Para que isso investimento a priori seja possível, é necessário que os gestores entendam o conceito BIM e façam um diagnóstico dos recursos disponíveis no pequeno escritório para que seja realizado um estudo de viabilidade de implementação BIM alinhado a um planejamento de longo prazo da empresa, reduzindo assim o risco de uma implementação falha ou a uma que extrapole o investimento previamente acordado.

Desta forma, a análise dos dados coletados e das ferramentas de maturidade existentes contribuiu para a superação da etapa da DSR denominada Identificação dos artefatos semelhantes e Configuração das Classes de Problemas e conduziu a pesquisa para as etapas diretamente relacionadas com o desenvolvimento do artefato.

4.2 Requisitos do artefato

Os capítulos anteriores permitiram a construir uma proposta de solução para a classe de problemas identificada. Observou-se não há uma cultura de incremento ou apropriação das soluções já existentes.

Foram mapeadas dezenas de soluções para o mesmo problema, porém poucos aproveitam o escopo de artefatos que já passaram por diversos testes, contribuições de grupos focais, investimentos de diversas fontes. Apontamos também que muitos dos artefatos, ao tentarem promover a sua adesão, utilizaram de revisões críticas em tom desfavorável de artefatos prévios. Algumas das soluções aqui destacadas identificaram novas oportunidades em artefatos já finalizados, como no caso do BIM Profiler, o BIM Score e a BIM Maturity for HEI's que, assim como esse trabalho, buscava solução para uma classe de problemas ligeiramente diferente. Por esse motivo, não foi adotado como produto das análises o desenvolvimento de um método ou artefato, mas uma revisão crítica cujo resultado é uma série de recomendações e requisitos que possam servir de apoio para soluções que sejam desenvolvidas especificamente para a classe de problemas que esta dissertação aborda. As fontes consultadas indicam que essa estratégia também pode ser denominada "*Design Propositions*".

Para atender as necessidades do micro e pequeno empreendedor cujo perfil foi estudado neste trabalho, foram identificados os atributos desejáveis em uma ferramenta de estudo ou diagnóstico da viabilidade de implementação. Os atributos fundamentais para tal tipo de artefato são:

- Ser Redigido em língua portuguesa;
- Estar disponível online;

- Sua Abordagem deve estar adaptada para uma linguagem acessível às micro e pequenas empresas, menos familiarizadas com o vocabulário comum entre aqueles que utilizam processos BIM;
- Ser Autorrealizável com interface intuitiva;
- Contribuir para a disseminação do BIM e desmistificação da ideia do “BIM é software”.

Esses atributos também podem ser denominados como algumas das heurísticas de construção dessas soluções futuras. Destaca-se que qualquer artefato concebido não conseguirá atender a todas as particularidades relacionadas ao seu público-alvo, dada a complexidade do planejamento de adoção de novos processos em ambientes empresariais. Porém objetiva-se facilitar o entendimento das possibilidades de aplicação do BIM em escritórios com limitações relacionadas ao micro e pequeno porte, possibilitando que o profissional identifique qual o lugar que ocupa quando se trata de informação da construção. Como discutido em tópicos anteriores, há diversas iniciativas de caráter acadêmico e profissional de desenvolvimento de ferramentas de diagnóstico de maturidade BIM. Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma referência para a elaboração de ferramentas que abordem as etapas anteriores a decisão de adoção do BIM.

Tendo em vista a proposta de artefato do tipo *design propositions*, cuja definição também contempla a elaboração de um “*template* para a criação de soluções para um determinado problema” (DENYER; TRANFIELD; VAN AKEN, 2008, p. 395, tradução nossa), foi elaborado um site como forma de publicização do artefato. As informações disponíveis nesta página também buscam explicitar o conceito BIM de maneira acessível, pois sabe-se que parte do público-alvo nem mesmo possui o mínimo de maturidade sobre o conceito para compreender o significado e propósito de uma implementação BIM.

Retomando as definições expostas no capítulo 2, nota-se que a definição da primeira etapa de implementação BIM, A Prontidão BIM, converge a etapa explorada nesta pesquisa.

Com base no observado nas ferramentas de maturidade e nas respostas dos questionários, a determinação de um mínimo de três áreas de avaliação e três níveis facilita a compreensão dos aspectos políticos, tecnológicos e processuais do conceito.

Os primeiros foram estruturados baseados nos “conjuntos de capacidades em BIM” (SUCCAR, 2010) que são Políticas, Processos e Tecnologias que buscaram abordar questões relacionadas a Elementos de Planejamento BIM (COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM, 2013), áreas de interesse (NIBS, 2007) e divisões (VCD, 2010).

A experiência da pesquisadora com o teste aplicado entre profissionais da área que não trabalhavam com BIM demonstrou a baixa adesão desse público com questionários e testes de longa duração. A sugestão é o desenvolvimento de uma ferramenta mais simples, composta por questões fechadas e mais objetivas foi respaldada pela dificuldade existente na criação de uma ferramenta de alto grau de assertividade sem que a mesma seja aplicada por um profissional que domine os conceitos envolvidos, pois conforme as questões se tornam mais complexas para aqueles que a respondem, suas respostas tendem a ser as alternativas que favoreçam um resultado mais alto, ou melhor classificado (VAN BERLO *et al*, 2012, p. 4).

Foi proposta uma minuta de questionário de estudo de viabilidade com 27 afirmações que podem ser confirmadas ou negadas pelos respondentes, repercutindo em questões dicotômicas. Algumas áreas possuem um número maior de questões do que outras, resultando também em um peso maior na composição do total da métrica, porque configuram em atributos fundamentais para a implementação que envolvem destinação de recursos e envolvem a sensibilização dos líderes do escritório (Quadro 9).

Quadro 9: Afirmações-chave para levantamento de dados suficientes para realizar o diagnóstico no contexto.

Área	Tópico	Questão
Políticas	Estratégico*	O objetivo estratégico do escritório tem a adoção do BIM como prioridade
		Modelos contratuais com Requisitos do modelo BIM definidos
		Oportunidades e riscos associados ao BIM claro entre os membros do time
		Treinamentos em BIM total ou parcialmente patrocinados pelo escritório
	Planejamento***	Usos BIM em potencial já mapeados
	Método de Entrega **	Projetos entregues no formato onde o projeto foi desenvolvido (.dwg, .skp, .rvt, .3ds e etc)
		Projetos entregues em IFC
	Performance (qualidade)***	Aplicação de checklist para controle de qualidade das entregas
		Lista (impressa ou online) de boas práticas para controle de qualidade

	Processos de negócio**	de	Processos de negócio documentados em notação BPMN ou similar
Processos	Usos BIM*		Modelagem para documentação mais consistente
			Modelagem para simulação e análise
			Modelagem para detecção de interferências
			Modelagem para extração de quantitativos
			Modelagem para visualização e renderização 3D
	Funções disciplinas ** e		Colaboradores designados para disciplinas ou funções específicas
			Há pelo menos um membro do time engajado e motivador da adoção do BIM
			Há pelo menos um membro do time com noções sobre processos de modelagem paramétrica
Tecnologia e infraestrutura	Infraestrutura*		Adoção do BIM é vista como mais do que a aquisição de um software
			O ambiente para reuniões do time possui espaço suficiente, com possibilidade de projeções e rascunho durante as discussões
			Os computadores disponíveis possuem desempenho satisfatório durante a execução de softwares 3D
			O proprietário tem planejada a aquisição de melhores recursos físicos (computadores, servidores) no futuro
	Modelagem		Existe um ambiente de compartilhamento de arquivos localizado na empresa (servidor) ou em nuvem.
			Há uma biblioteca de objetos tridimensionais paramétricos (.rfa, .gsm, .ifc, entre outros) em construção
			Os softwares utilizados em processos BIM serão adquiridos no futuro (adicionais ou não)
			Os colaboradores possuem habilidades mínimas de modelagem em softwares de modelagem paramétrica e/ou BIM
		Os dados inseridos nos modelos são estabelecidos através de listas/checklists/demais documentos	
* BIM Planning Element (COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM, 2013)			
** Area of Interest Chart (NBIS, 2007)			
*** Areas/Divisions (VDC, 2010)			

Fonte: Autora (2021).

O artefato construído tendo como base estas recomendações, deve avaliar desde a inexistência de iniciativas inovadoras que convirjam para o BIM como a existência de fatores que possam trazer vantagens em uma futura implementação. As afirmações também se baseiam nas informações derivadas dos dados coletados nos questionários aplicados, tendo em vista os usos BIM mais usados e desejados pelos respondentes e recomendações de organizações de referência citadas anteriormente.

Analisando as diretrizes na sua totalidade, essas dão destaque para a intenção de mudança e a disposição para iniciar mudanças internas. Considerando esse total, é possível estimar níveis derivados dos trabalhos desenvolvidos por Succar (2010) e pela Pennstate University (2013).

O artefato e o protótipos estão disponibilizados no site de publicitação da pesquisa que buscou aplicar uma linguagem visual simples e intuitiva para informar os resultados da pesquisa à comunidade como um todo (Figura 44, Figura 45).

Os níveis estão classificados da seguinte maneira: Definido, Inicial e Não existente. O nível final, aquele que corresponde a faixa entre 70 e 100%, é o Nível Definido que configura na prática projetual convencional acrescida do desenvolvimento de modelos tridimensionais abastecidos por informações paramétricas. Nessas situações, o proprietário já adota softwares que permitem a inserção de parâmetros em objetos, já planeja a adoção de BIM no futuro, se movimenta para a padronização de processos e procedimentos internos como também a aplicação de métricas para a homogeneização da qualidade dos produtos entregues pelo escritório.

A faixa intermediária entre 40 e 70%, denominada Nível Inicial, abriga as categorias de escritórios que, convencionalmente, utiliza a modelagem 3D com finalidade promocional, parte da concepção visual (nas empresas de arquitetura e design de interiores), ou na elaboração de modelos para cálculo estrutural, por exemplo. Nessa faixa, o impacto da especialidade da empresa no resultado é mais expressivo: nas empresas especializadas em disciplinas complementares, como instalações elétricas, de água fria, esgoto, o Nível de Maturidade (e consequentemente, de Prontidão) é estatisticamente mais alto do que o levantado nas empresas de arquitetura e cálculo estrutural por as primeiras serem as partes “mais passivas” no processo de colaboração, cobrando maior habilidade de padronização de procedimentos internos para conseguir submeter a empresas aos processos de contratação de prestação de serviço bastante heterogêneos existente no mercado e a natureza bastante específica dos softwares utilizados por tais projetistas (VAN BERLO *et al*, 2012, p. 5 e 7).

A faixa mais baixa, o Nível Não Existente, também reflete um grupo de empresas que necessitam resolver muitas questões relacionadas à suas políticas e processos internos, tornando os planos de uma futura implementação BIM secundários dada a emergência dessas fragilidades estratégicas da empresa.

Figura 43: Página inicial e página de acesso ao artefato no site da pesquisa.



Fonte: Autora (2021).

Figura 44: Páginas do artefato com contextualização e link para a planilha com as afirmações.

Este site foi desenvolvido com o construtor de sites **WIX.com**. Crie seu site hoje. [Comece já](#)

BIM em pequenos escritórios de arquitetura e engenharia

DIAGNÓSTICO PRÉ ADOÇÃO BIM EM PEQUENOS ESCRITÓRIOS

Abaixo, segue uma minuta de questionário de estudo de viabilidade de implementação BIM com 27 afirmações.
A partir delas, é possível estimar o nível de preparo de uma organização para receber uma implementação BIM.
Também permite identificar a disponibilidade do proprietário para a adoção de inovações que alterem os processos, políticas e tecnologias internas.
Este artefato foi desenvolvido visando propor requisitos e recomendações para a elaboração de uma ferramenta de diagnóstico prévio da disponibilidade de recursos adequados para a elaboração de um plano de adoção BIM bem-sucedido.

[Link para o artefato](#)

Políticas

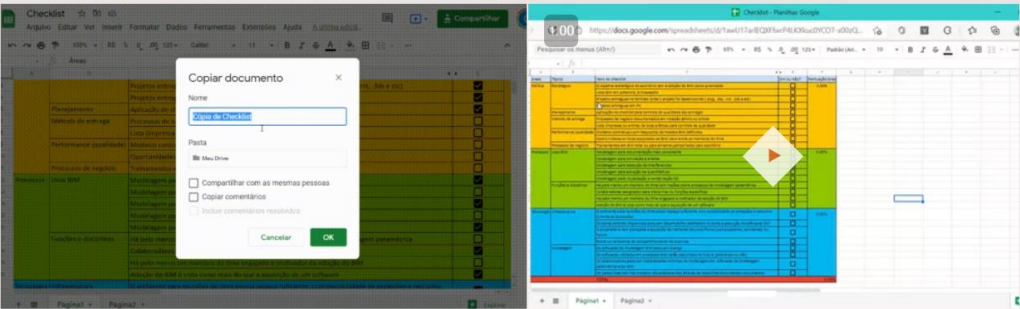
Processos

A tecnologia envolve a infraestrutura necessária para a operação, os programas e equipamentos ou computadores, a conexão com a internet e a rede interna, a segurança e o armazenamento de arquivos e o treinamento e aculturação adequado de seus usuários no processo BIM.

Aguardando static.wixstatic.com...

Este site foi desenvolvido com o construtor de sites **WIX.com**. Crie seu site hoje. [Comece já](#)

INSTRUÇÕES DE USO

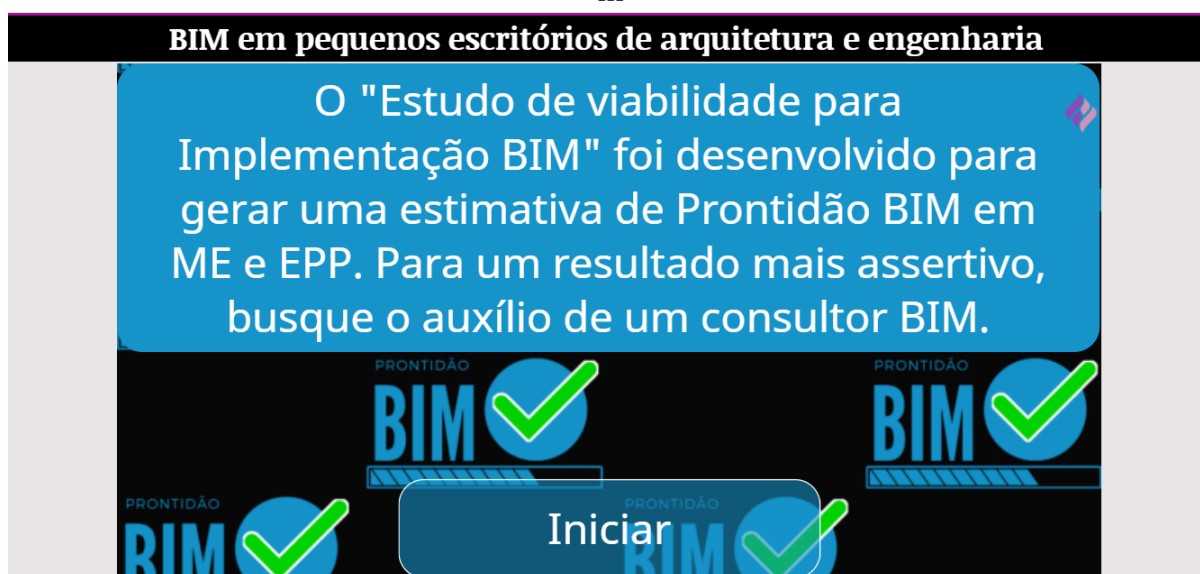


INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

0-40% - Preparação Inexistente	41-70% - Preparação Inicial	Acima de 70% Preparação Definida
--------------------------------	-----------------------------	----------------------------------

Fonte: Autora (2021).

Figura 45: Afirmações dispostas na forma de teste online disponibilizado no site como exemplificação das possíveis aplicações do artefato.



Fonte: Autora (2021).

Quanto mais baixo o nível, maior deverá ser o investimento, principalmente nas áreas de planejamento estratégico da empresa. No Não Existente, mesmo que a empresa possua hardwares e softwares compatíveis com a demanda para implementação BIM, se suas políticas internas não estiverem alinhadas com o objetivo da adoção do BIM, a implementação bem sucedida do BIM na empresa fica comprometida.

Para aquelas com porcentagem de afirmações verdadeiras menor, há uma grande quantidade de ações a serem decididas e discutidas internamente: o primeiro passo é, entre proprietários, estudar os usos do BIM para identificar a motivação da implementação: “é pelo aumento de produtividade? É pela modelagem 3D atrelada à documentação? É pela compatibilização de projetos? Ou é pelo planejamento 4D?”. Como as empresas que ainda não adotaram o BIM afirmaram, as despesas relacionadas à alocação de pessoas, contratação de softwares e treinamento são consideráveis e, portanto, o planejamento de estar alinhado aos objetivos estratégicos e ao plano de negócios da mesma, incluindo a elaboração de processos de transição e padronização interna.

Na situação do Nível Inicial, devem ser analisadas as afirmativas negadas para que as mesmas possam se converter em afirmativas verdadeiras. É previsível que nesses casos, as empresas provavelmente precisaram investir na padronização de

processos, procedimentos e eventualmente discutir o investimento em ferramentas de trabalho (software e hardware). É favorável discutir como melhorar os processos de projeto tendo em vista uma futura implementação BIM e refletir se as ferramentas usadas no momento estão adequadas a realidade atual e desejada.

O nível mais alto, o Definido, seria aquele que encaixaria uma empresa que já adotou BIM, caso se aplicasse essas afirmações neste contexto. O escritório do nível Definido já tem políticas internas alinhadas à adoção BIM, os recursos necessários para alterar processos e aprimorar a infraestrutura existente estão disponíveis e são bem menos significativos do que os valores que as empresas de outros níveis precisariam desembolsar. Caso já não tenha planejado a implementação, é interessante considerar investir na transição.

Entre essas ações apontadas, não devem ser negligenciadas as ações como a realização do inventário dos recursos disponíveis, o mapeamento dos processos de negócio, elaboração de diagramas de processos, o debate entre os usos BIM selecionados e as ferramentas adequadas para o caso assim como a padronização de procedimentos (*templates*, bibliotecas, modelagens, informações e entre outros).

A análise de cada linha da tabela possibilita que sejam debatidas internamente as noções pré-concebidas do conceito BIM e que a sua adoção seja considerada. Os temas tratados por elas também buscam instigar os proprietários dos escritórios a adotarem melhores práticas de projetos tal como a aplicação de conceitos de qualidade por meio da padronização de processos e procedimentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de contribuir para a disseminação de práticas que podem potencializar a gestão mais assertiva de obras e projetos. Através da disseminação das práticas de projeto e execução de edificações associadas aos conceitos BIM entre micro e pequenos escritórios de arquitetura e engenharia, é possível implementar diversos processos que podem gerar potenciais benefícios para o melhor aproveitamento de recursos, sejam eles econômicos ou ambientais.

O estudo do perfil destes micros e pequenos escritórios, das ferramentas existentes para a preparação para a adoção do BIM e a crítica que permeia a aplicação delas nas empresas com o perfil citado contribui para o embasamento de produtos voltados para esse público, desde ferramentas de diagnóstico, como também manuais e modelos mais práticos e adequados. Há abundância de programas de incentivo à adoção de inovações, cujos programas promovem financiamento de parte do investimento financeiro e econômico, direcionamento de profissionais especializados na adoção de inovação. Entretanto, devido ao enquadramento do CNAE dos escritórios não ser industrial ou a impossibilidade de abertura de CNPJ como microempreendedor individual, essa categoria de empresas fica “invisível” para receber esses incentivos.

A implementação do BIM bem-sucedida necessita do suporte de uma série de procedimentos. Estes envolvem mapeamento de processos adequado, padronização das trocas de informações, dos entregáveis, estruturação de minutas de contratos e planos de execução BIM, entre outros que envolvem um grande esforço e investimento. Portanto, esses procedimentos devem ser realizados somente após uma intensa análise das condições internas e externas da organização, cuja consequência da sua não realização são empresas arriscando seus limitados recursos em uma missão mal organizada.

Tendo em vista o objetivo principal de compreender o público estudado e propor requisitos mínimos para a elaboração de futuras ferramentas que os auxilie, o método de pesquisa DSR mostrou-se adequado devido a sua adequação a pesquisas cujo objetivo é projetar e desenvolver soluções descritivas. A condição inovadora dos estudos da aplicação do BIM em equipes reduzidas ou com pouca disponibilidade de

infraestrutura física e de pessoas não favorece que pesquisas do tipo “estudo de caso” ou “pesquisa-ação” tenham resultados práticos fora do ambiente acadêmico.

Foram discutidas a aplicação de questionários rápidos e simples como instrumento de estímulo à discussão sobre o investimento em condições propícias para a implementação de inovações como o BIM. Eles também são alternativa para a disseminação do conceito BIM de maneira menos mercadológica, combatendo “BIM Washing”.

Como sugestões para trabalhos futuros, podemos identificar desdobramentos voltados para o debate acadêmico quanto para o desenvolvimento de artefatos derivados, monetizados ou não por seus criadores:

- Elaboração de modelos de avaliação de maturidade adequados às condições atuais da construção civil nacional por consultores de implementação, empresas nacionais desenvolvedoras de soluções para modelagem da informação;
- Aplicação de pesquisas para afinamento do perfil analisado;
- Estudo de caso da aplicação de uma ferramenta cujo desenvolvimento é derivado dos requisitos mínimos propostos nesta pesquisa.

REFERENCIAS

ASBEA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia AsBEA Boas Práticas em BIM**. I ed. 2013

ASBEA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia AsBEA Boas Práticas em BIM**. II ed. 2015

ABDI. **Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC** /Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. – Brasília, DF: ABDI, 2017.

ADDIS, B. **EDIFICAÇÃO**: 300 anos de projeto, engenharia e construções. Porto Alegre: BOOKMAN, 2009.

AGÊNCIA SEBRAE DE NOTÍCIAS. **Pequenos negócios já representam 30% do Produto Interno Bruto do país**. Pequenas Empresas Grandes Negócios, 2020. Disponível em: <<https://revistapegn.globo.com/Negocios/noticia/2020/04/pequenos-negocios-ja-representam-30-do-produto-interno-bruto-do-pais.html>>. Acesso em: 09 abril 2021.

ALMEIDA, Kleber. As características do CMM e o desenvolvimento de software com qualidade. **Revista Eletrônica De Administração**, Garça, n. 8, jun 2005.

ALVES, J. C.; DREUX, V.P. Resíduos da construção civil em obras novas. **Interfaces Científicas-Exatas e Tecnológicas**, Aracaju v. 1, n. 1, p. 53-65, 2015.

ALVES, Rodrigo. ÍNDICE DE MATURIDADE BIM - Análise e comparação da performance BIM de escritórios de Arquitetura em Porto Alegre. In: SIC, XXXII, 2019, Porto Alegre. **XXXII SIC**.. Porto Alegre: UFGRS, 2019.

AMARILLA, Rosemara Santos Deniz; IAROZINSKI NETO, Alfredo. Análise comparativa dos principais processos de negócio de empresas do subsetor de edificações da construção civil. **Gestão & Produção**, v. 25, n. 2, p. 269-283, 2018.

ANDRADE, R. A.; BORGES, M. M.; LIMA, F. T. A. O projeto Integrado e o processo de projeto em BIM – aplicação de normas brasileiras. In: Congresso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital, 21, 2017, Concepción. **Anais...** Concepción, 2017.

ARAÚJO, Alan. **II WEBINAR BIM - Dia 4**. Algo+ritmo, 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=RgZDObP04vA>. Acesso em: 16 nov. 2021.

ARKANIUK, Eugen. **Overview of software for BIM (BIM) design**. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/overview-software-bim-design-eugen-arkaniuk?articleId=6631456060626485248>. Acesso em: 21 abr 2021.

ARROTEIA, Aline Valverde; AMARAL, Tatiana Gondim do; MELHADO, Silvio Burrantino. Gestão de projetos e sua interface com o canteiro de obras sob a ótica da Preparação da Execução de Obras (PEO). **Ambiente Construído**, Porto Alegre , v. 14, n. 4, p. 183-200, Dec. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13531: **Elaboração de projetos de edificações** - Atividades técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

BELYH, Anastasia. **Ultimate Guide to Business Plans**. Cleverism, 2020. Disponível em: <https://www.cleverism.com/ultimate-guide-business-plans/>. Acesso em: 22 set 2021.

BIM Dictionary. **BIM Dictionary**, 2019.

BIM MATURITY MODEL ARUP. **BIM Maturity Model**. Arup, 2021. Disponível em: <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/bim-maturity-model>. Acesso em: 17 ago. 2021.

BIS - DEPARTMENT OF BUSINESS, INNOVATION AND SKILLS. **A report for the Government Construction Client Group**. Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper: 2011. Disponível em: <https://www.cdbb.cam.ac.uk/system/files/documents/BISBIMstrategyReport.pdf>. Acesso em: 22 out 2021.

BÖES, J. S.; BARROS NETO, J. de P.; LIMA, M. M. X. de. BIM maturity model for higher education institutions. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 131-150, abr./jun. 2021.

BRASIL. **Dados públicos CNPJ**. Receita Federal, 2020. Disponível em: <https://receita.economia.gov.br/orientacao/tributaria/cadastros/cadastro-nacional-de-pessoas-juridicas-cnpj/dados-publicos-cnpj>. Acesso em: 15 abr 2021.

BRASIL. **Decreto nº 10306, de 02 de abril de 2020**. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR. Decreto Nº 10.306, de 2 de Abril de 2020. Brasília, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm. Acesso em: 19 jun. 2020.

BRASIL. **Emissão de Comprovante de Inscrição e de Situação Cadastral**. REDESIM, Receita Federal. Disponível em: http://servicos.receita.fazenda.gov.br/Servicos/cnpjreva/Cnpjreva_Solicitacao.asp. Acesso em: 15 abril 2021.

BRASIL. **Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006**. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 15 dez. 2006.

BRASIL. **Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006**. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte; [...] e revoga as Leis no 9.317, de 05/12/1996, e 9.841, de 05/10/1999. Brasília, DF: Presidência da República., 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LCP/Lcp123.htm. Acesso em: 15 abr. 2021.

BRASIL. **Lei federal nº 5194, de 24 de dezembro de 1966**. Regula o exercício das profissões de engenheiro, arquiteto e Engenheiro agrônomo, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 27 dez. 1966.

BRITTO, Saulo Almeida dos Santos. **Composição estrutural do VDC scorecard: triangulação transformativa concomitante da aplicabilidade pela neutralização das suas medidas**. 2017. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

BTMAT CAMBRIDGE. **Assessments**. BTMAT, 2021. Disponível em: bimmaturitytool.herokuapp.com/dashboard#!/assessments/assessment/611b2efcd92eb2001500347a. Acesso em: 17 ago. 2021.

CARVALHO, H.; SCHEER, S. **A utilização de modelos BIM na gestão de resíduos de construção e demolição**. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

CASTELO, A. M.; BEZERRA, I. **A construção digital**. Blog do IBRE - Instituto Brasileiro de economia. FGV, 2019. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-digital>. Acesso em: 19 out 2021.

CBIC (Brasil). **Banco de dados: CBIC**. CBIC. 2019. Disponível em: www.cbicdados.com.br/menu/empresas-de-construcao/estabelecimentos-na-construcao. Acesso em: 29 out. 2020.

CBIC. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília: CBIC, 2016.

CBIC. **Especialista em BIM, Bilal Succar participa de evento da CBIC e diz que o País está progredindo na implantação da ferramenta desses processos**. Agencia CBIC, 2018. Disponível em: <https://cbic.org.br/especialista-em-bim-bilal-succar-participa-de-evento-da-cbic-e-diz-que-o-pais-esta-progredindo-na-implantacao-da-ferramenta/>. Acesso em: 1 ago 2021.

COELHO, K.M.; LIMA,, T.F.; MELHADO, S.. Implementação da modelagem da informação da construção em empresa de arquitetura: um estudo de caso. In: Encontro Brasileiro De Tecnologia De Informação E Comunicação Na Construção, 7., 2015, Recife. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015

COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM. **BIM Planning Guide for Facility Owners. Version 2.0**. State College, PA: The Pennsylvania State University, 2013. Disponível em: <http://bim.psu.edu>. Acesso em: 16 dez 2020.

DANTAS FILHO, J. B. P. et al. Identificação de passos BIM para colaboração baseada em modelo usando medição de maturidade. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, 1, 2017, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 2017.

DENYER, David; TRANFIELD, David; VAN AKEN, Joan Ernst. Developing design propositions through research synthesis. **Organization studies**, v. 29, n. 3, p. 393-413, 2008.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JÚNIOR, José Antonio Valle. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2015.

DU, Jing; LIU, Rui; ISSA, Raja RA. BIM cloud score: benchmarking BIM performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 11, p. 04014054, 2014.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ENDEAVOR. **Infraestrutura: Informações importantes**. Endeavor Brasil, 2015. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/estrategia-e-gestao/infraestrutura/>>. Acesso em: 15 abril 2020.

FERRARI, Alessandro. **Principais desafios das pequenas empresas na adoção do BIM**. BIMEXPERTS, 2019. Disponível em: <https://www.bimexperts.com.br/post/principais-desafios-do-bim-para-pequenas-empresas>. Acesso em: 26 jan 2021.

FRIEDRICH, R., SCHLICHTER, J., & HAECK, W.. **The history of OPM3**. Paper apresentado no PMI® Global Congress 2003-EMEA, The Hague, South Holland, The Netherlands. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2003.

GARBINI, M. A. L.; BRANDÃO, D. Q. Implantação da tecnologia BIM analisada em quatro escritórios de arquitetura. **Cadernos Proarq**, v. 21, p. 125-146, 2013.

GOOGLE TRENDS. **BIM Maturity**. Pesquisar, 2021. Disponível em: <https://trends.google.com.br/trends/explore?date=all&q=BIM Maturity>. Acesso em: 14 set 2021.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. **Caderno de apresentação de projetos em BIM**. Cadernos, 2021. Disponível em: <https://www.saude.sc.gov.br/index.php/informacoes-gerais-documentos/projetos-e-obras-orientacoes/cadernos/8986-caderno-apresentacao-projetos-em-bim/file>. Acesso em: 08 nov 2021.

GÜNTHER, H. **Como Elaborar um Questionário** (Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, Nº 01). Brasília, DF: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental, 2003.

HARON, Ahmad Tarmizi. **Organisational Readiness To Implement Building Information Modelling: A Framework For Design Consultants In Malaysia**. 2013. 299 f. Tese (Degree of Doctor of Philosophy) - School of the Built Environment, Faculty of Business, Law and the Built Environment, University of Salford Manchester, Salford, 2013.

HATMOKO, Jati Utomo Dwi et al. Investigating building information modelling (BIM) adoption in Indonesia construction industry. In: **MATEC Web of Conferences**. EDP Sciences, 2019. p. 02006.

HOCHSCHEID, Élodie; HALIN, Gilles. Micro BIM adoption in design firms: Guidelines for doing a BIM implementation plan. In: Creative Construction Conference, 2019. **Proceedings....** Budapest University of Technology and Economics, 2019. p. 864-871.

HOŁA, B. Identification and evaluation of processes in a construction enterprise. **Archives of Civil and Mechanical Engineering**, v. 15, n. 2, p. 419-426, 2015.

IBGE (Brasil). **Concla. IBGE | Concla: busca online**. Busca online, 2020. Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html>. Acesso em: 26 out. 2020.

IBGE. **Demografia das empresas e estatísticas de empreendedorismo**: IBGE. Demografia das Empresas e Estatísticas de Empreendedorismo. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/22649-demografia-das->

empresas-e-estatisticas-de-empreendedorismo.html?=&t=result%E2%80%A6.

Acesso em: 29 out. 2020.

INSTITUTO SENAI DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO CIVIL. **Edital programa de residência BIM Nº 002/2021**. Instituto SENAI de tecnologia em construção civil, 2021. Disponível em:

[https://www.senaipr.org.br/tecnologiaeinovacao/nossarede/construcaocivil/uploadAddress/Edital-Programa-de-Residencia-BIM\[95233\].pdf](https://www.senaipr.org.br/tecnologiaeinovacao/nossarede/construcaocivil/uploadAddress/Edital-Programa-de-Residencia-BIM[95233].pdf). Acesso em: 02 fev. 2021.

ISSA, Carolina; FERREIRA, Emerson, BORGES, Juliana. Avaliação da eficiência energética e da sustentabilidade em edificações com uso de ferramentas BIM. In: Congresso Português de Building Information Modelling, 3., 2020, Porto. **Anais...** Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2020.

KAM, K. et al. **The VDC Scorecard: Formulation and Validation**. CIFE (Center for Integrated Facility Engineering) Working Paper, Stanford, #WP135, 2016.

KASSEM, Mohamad et al. **Building Information Modelling: Evaluating Tools for Maturity and Benefits Measurement**. Centre for Digital Built Britain: London, UK, p. 184, 2020.

KENSEK, K. **Building Information Modeling: BIM: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

KOWALTOWSKI, Doris Catharine Cornelie Knatz et al. Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. **Ambiente Construído**, v. 6, n. 2, p. 7-19, 2006.

KREIDER, Ralph G.; MESSNER, John I. **The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses. Version 0.9**. Pensilvânia: The Pennsylvania State University, 2013. Disponível em: <<http://bim.psu.edu>>

LEITE, Carlos; AWAD, Juliana di Cesare Marques. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

LEUSIN, Sergio. **BIM está matando o BIM**. LinkedIn, 2021. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/bim-está-matando-o-sergio-leusin>. Acesso em: 24 fev 2021.

LIMA, Luciana de Oliveira et al. **Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do building information modeling (BIM)**. 2019. Dissertação de Mestrado (Mestrado em engenharia civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

LINSTEDT, Dan; OLSCHIMKE, Michael. **Building a scalable data warehouse with data vault 2.0**. In: _____. Building a Scalable Data Warehouse with Data Vault 2.0. Waltham: Morgan Kaufmann, 2016.

MANSUR, R. **Implementando um escritório de projetos**. Rio de Janeiro: Brasport, 2007

MANZIONE, Leonardo. **Equívocos nas implementações BIM**. Make BIM: 2018. Disponível em: <https://www.makebim.com/2018/05/27/equivocos-nas-implementacoes-bim/>. Acesso em: 06 maio 2021.

MATTANA, Letícia; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. Contribuição do BIM para a sustentabilidade econômica de edificações. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.3, n.2, p.134-146, maio 2017.

MEADOWS, D. H. E. A. **The limits to growth: a report to the club of Rome**. New York: Universe Books, 1972.

MELO, Waisenhowerk Vieira de; BIANCHI, Cristina dos Santos. Discutindo estratégias para a construção de questionários como ferramenta de pesquisa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, 2015.

MICHAELIS. **Dicionário escolar língua portuguesa**. 3. ed. São Paulo: Melhoramentos, 2008.

MÜLLER, Ana Luiza; SAFFARO, Fernanda Aranha. A prototipagem virtual para o detalhamento de projetos na construção civil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 105-121, jan./mar. 2011.

NBIS - NATIONAL BIM STANDARD PROJECT COMMITTEE. **National building information modeling standard, version 1, Part 1: Overview, principles, and methodologies**. Washington: National Institute of Building Sciences, 2007.

NBIS - NATIONAL BIM STANDARD PROJECT COMMITTEE. **National building information modeling standard, version 3, Part 1: Overview, principles, and methodologies**. Washington: National Institute of Building Sciences, 2015.

NIZAM, Raja Shahmir; ZHANG, Cheng; TIAN, Lu. A BIM based tool for assessing embodied energy for buildings. **Energy and Buildings**, v. 170, p. 1-14, 2018.

OLDFIELD, J.; KAM, K.; RINELLAS, T. **Target, Track, Evaluate, Benchmark, and Improve BIM Performance of Firms and Projects**. Las Vegas. Autodesk University. 3 dez. 2015. Apresentação. 62 slides. color. Apresentação em Mesa Redonda promovida pela Autodesk University. Disponível em: <https://www.autodesk.com/autodesk-university/class/Target-Track-Evaluate-Benchmark-and-Improve-BIM-Performance-Firms-and-Projects-2015>. Acesso em: 8 jul. 2021.

ONU. **Conheça os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU**. Nações Unidas Brasil, 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>>. Acesso em: 05 maio 2019.

OSMANI, Mohamed. **Construction waste**. In: LETCHER, Trevor M.; VALLERO, Daniel (Ed.). *Waste: A handbook for management*. Oxford: Academic Press, 2019.

PEDERIVA, Andrea. The COBIT® maturity model in a vendor evaluation case. *Information Systems Control Journal*, v. 3, p. 26-29, 2003.

PEREIRA, Lucas; FREIRE, Lucas. **II WEBINAR BIM - Dia 3**. Algo+ritmo, 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xs7q6PiAgCA>. Acesso em: 16 nov. 2021

PPGEES. **Apresentação**. PPGEES, 2021. Disponível em: <https://ppgees.ufms.br/apresentacao/>. Acesso em: 04 maio 2021.

PRAZERES, Rychard. **Introdução a conceitos e processos em BIM: Pós-Graduação em Master BIM: Ferramentas de Gestão e Projeto (IPOG)**. 13-15 de nov de 2020. Notas de Aula.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Guia do Conhecimento em Gerenciamento de projetos - Guia PMBOK**. [S.l.]: Project Management Institute, 2017.

RODRIGUES, Ana Raquel Silvério. **Grau de Maturidade em BIM: Estudos de Caso em empresas projetistas de Arquitetura na cidade de São Paulo**. 2018. 182 f. Dissertação (Especialista em Gestão de Projetos na Construção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SACOMANO, J. B. et al. **Administração de produção na construção civil: o gerenciamento de obras baseado em critérios competitivos**. São Paulo: Arte & Ciência, 2004.

SANTOS, Eduardo Toledo. BIM bem feito. **Estrutura**, São Paulo, ano 1, ed. 3, p. 63 - 65, abr. 2017.

SEBRAE (Brasil). **DataSEBRAE: total de empresas brasileiras**. Total de empresas brasileiras. 2020. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/totaldeempresas/>. Acesso em: 29 out. 2020.

SEBRAE. **Anuário do trabalho nos pequenos negócios: 2015**. 8. ed. BRASÍLIA: DIEESE, 2017.

SEBRAE. **Indicadores**. DataSEBRAE, 2021. Disponível em: <https://datasebraeindicadores.sebrae.com.br/resources/sites/data-sebrae/data-sebrae.html#>. Acesso em: 17 mar 2021.

SEBRAE. **Total de empresas brasileiras**. DataSEBRAE, 2020. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/totaldeempresas/>. Acesso em: 29 out 2020.

SHAPIRO, Gideon Fink. **Setting a Standard in Building Information Modeling**. ARCHITECT, 2014. Disponível em:

https://www.architectmagazine.com/technology/setting-a-standard-in-building-information-modeling_o. Acesso em: 31 maio 2021.

SIENGE & GRAND THORNTON. **Mapeamento de maturidade BIM Brasil**. Sienge, 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/relatorio-mapeamento-de-maturidade-bim/>. Acesso em: 11 ago. 2021.

SILVA, Adriano Macedo; VENDIMIATI, Carolina Martinez; DOS SANTOS JÚNIOR, Ricardo Egídio. Virtualização na construção: aplicações na gestão de saúde e segurança do trabalho. **Brazilian Journal of Business**, v. 2, n. 3, p. 2645-2667, 2020.

SILVA, L. F. **Avaliação da Maturidade BIM em empresas da indústria da arquitetura, engenharia e construção em Goiânia**. 2020. 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2020.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Catálogo de Normas Técnicas - Edificações**. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG/CBIC, 2017.

SUCCAR, B. **BIM ThinkSpace. Episode 22: The Wedge and the S-Curve**. BIM ThinkSpace, 2015. Disponível em: https://www.bimthinkspace.com/2015/02/#_edn2. Acesso em: 22 out 2021.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, p. 357-375, 2009.

SUCCAR, Bilal; KASSEM, Mohamad. Building information modelling: Point of adoption. In: CIB World Conference Proceedings, 1, 2016, Tampere. **CIB World...** Tampere: CIB Programme Committee, 2016.

SUCCAR, Bilal. **Building information modelling maturity matrix**. Handbook of research on building information modeling and construction informatics: Concepts and technologies. IGI Global, 2010. p. 65-103.

SUCCAR, Bilal. **Episode 16: Understanding BIM Wash**. BIM ThinkSpace, 2011. Disponível em: <https://www.bimthinkspace.com/2011/06/episode-16-understanding-bim-wash.html> . Acesso em: 06 maio 2021.

TELES JUNIOR, Ricardo César Bezerra. **Mensuração da maturidade BIM nas construtoras cearenses**. 2018. 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2018.

THE BIM PROFILER. **Are you BIM-Ready? The BIM-Profiler will help you assess your company**. BIM Profiler, 2021. Disponível em: profiler.bimconnect.org. Acesso em: 12 de jul 2021.

VALLE, J. A. S. **Identificação e Análise de Fatores Relevantes para a Implantação de Escritórios de Gerenciamento de Projetos de Construção Civil pelo Conceito do Project Management Office**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)- Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.

VAN BERLO, L. et al. BIM Quickscan: Benchmark Of Bim Performance In The Netherlands. In: CIB W78 International Conference, 29, 2012, Beirut. **Proceedings ...** Beirut: 2012.

VCD SCORECARD. **Survey Input Forms**. VDC and BIM Scorecard, 2021. Disponível em: vdcscorecard.stanford.edu. Acesso em: 13 jul 2021.

VIANA, Camille; Souza, Clara; PÉREZ, Cristina; COSTA, Dayana. Análise dos fluxos físicos em canteiro de obra por meio do uso de simulações BIM 4D e com base em algoritmos genéticos. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, 1.; Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 10., 2017, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Marketing Aumentado, 2017.

VIANNA, V; CARVALHO, M. AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO BIM NO CONTEXTO DE ÓRGÃOS PÚBLICOS BRASILEIROS. In: Congresso Português de Building Information Modelling, 3, 2020, Porto. **Anais...** Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2020.

VIEIRA, Rubia Nunes; DE ALMEIDA MELLO, Gláucia Nolasco. Investigação Sobre a Origem de Erros e Inconformidades em Obras de Engenharia **Civi**. In: Congresso Internacional sobre patologias e reabilitação das construções, XVII, 2021, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2021.

VIEIRA, Sonia. **Como elaborar questionários**. São Paulo: Atlas, 2009.

WU, C. et al. Overview of BIM maturity measurement tools. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, V. 22, pg. 34-62, 2017.

APENTICE A - Questionário para escritórios “BIM”

01 - Processos de Implementação do BIM em pequenas empresas - BIM já adotado pela empresa

Meu nome é Carolina Martinez Vendimiati, sou mestranda na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul e, com o apoio da orientadora desta pesquisa, a arquiteta e Dra. Mayara Dias, gostaria de saber algumas informações sobre você. As informações resultantes do levantamento serão usadas para compreender melhor o perfil de profissionais da indústria da construção que já implementaram ou gostariam de implementar BIM. O tempo médio para responder a este questionário são 10 minutos.

* Obrigatória

* Este formulário registrará seu nome. Preencha-o.

1. Qual a sua profissão? *

- ☐ Arquiteto
- ☐ Engenheiro Civil
- ☐ Engenheiro Eletricista
- ☐ Engenheiro Ambiental
- ☐ Estagiário de arquitetura
- ☐ Estagiário de engenharia

☐

Outra

2. Qual a sua faixa de idade? *

- ☐ Entre 18 e 23 anos
- ☐ Entre 23 e 28 anos
- ☐ Entre 28 e 35 anos
- ☐ Entre 35 e 45 anos
- ☐ Entre 45 e 60 anos
- ☐ Acima de 60 anos

3. Década de conclusão de curso: *

- ☐ Anterior à 1980
- ☐ Entre 1980 e 1990
- ☐ Entre 1990 e 2000
- ☐ Entre 2000 e 2010
- ☐ Entre 2010 e 2020
- ☐ 2020 em diante

4. Função na empresa/escritório: *

- ☐ Proprietário
- ☐ Arquiteto/Engenheiro não sócio
- ☐ Arquiteto/Engenheiro Júnior
- ☐ Estagiário

☐

Outra

5. Porte da empresa (segundo enquadramento da Receita Federal):

*

- ☐ Microempresa (Receita Bruta até R\$360 mil)
- ☐ Pequena Empresa (Receita Bruta entre R\$360 mil até R\$4,8 milhões)
- ☐ Média Empresa ou superior (superior à R\$4,8 milhões)

6. Em qual desses intervalos a empresa/escritório em que atualmente trabalha atualmente foi fundada? *

- ☐ Anterior à 2000
- ☐ Entre 2000 e 2005
- ☐ Entre 2005 e 2010
- ☐ Entre 2010 e 2015
- ☐ Entre 2015 e 2021

7. Em qual cidade o escritório está localizado? *

- ☐ Campo Grande/MS

☐

Outra

8. A produção do escritório é, majoritariamente, direcionada a projetos de: (Selecione uma ou mais) *

- ☐ Habitação de médio e alto padrão
- ☐ Edificações comerciais
- ☐ Reformas residenciais
- ☐ Reformas comerciais
- ☐ Multiresidenciais de baixo padrão
- ☐ Multiresidenciais de médio e alto padrão
- ☐ Industrias

☐

Outra

9. Há tempo você tem trabalhado nessa empresa/escritório? *

- ☐ Até 1 ano
- ☐ Entre 1 e 2 anos
- ☐ Entre 2 e 5 anos
- ☐ Entre 5 e 10 anos
- ☐ Entre 10 e 15 anos
- ☐ Entre 15 e 20 anos
- ☐ Mais de 20 anos

10. E-mail *

11. Quem foi a pessoa que impulsionou a implementação BIM na empresa:

- ☐ O(s) proprietário(s)
- ☐ Arquiteto/Engenheiro não sócio
- ☐ Arquiteto/Engenheiro Júnior
- ☐ Estagiário
- ☐ Cliente/parceiro específico

☐

Outra

12. Quais foram as principais motivações para a implementação do BIM na empresa? (Selecione uma ou mais)

- ☐ Visualização e modelagem 3D
- ☐ Planejamento 4D
- ☐ Extração de quantitativos
- ☐ Simulação e Análises (estruturais, energéticas, térmicas, luminotécnicas, de sombreamento)
- ☐ Detecção de interferências
- ☐ Documentação mais consistente e menos "manual"
- ☐ Aplicações relacionadas à renderização, realidade virtual e aumentada
- ☐ Exigências relacionadas ao uso de tecnologias BIM em licitações

☐

Outra

13. Quem liderou o processo de implementação no escritório em que trabalha?

- ☐ Consultor/temporário
- ☐ Profissional sócio/proprietário
- ☐ Arquiteto/engenheiro não sócio/proprietário
- ☐
- Outra

14. Antes da implementação, como os processos e procedimentos internos estavam disponíveis para a consulta?

- ☐ Os processos e procedimentos da empresa não estavam documentados
- ☐ Checklists
- ☐ Lista de boas práticas
- ☐ Fluxogramas ou organogramas
- ☐ Manuais com instruções detalhadas
- ☐
- Outra

15. Quais softwares eram utilizados na empresa? (Selecione uma ou mais)

☐ Autocad (Autodesk)

☐ Civil 3D (Autodesk)

☐ Revit (Autodesk)

☐ Sketch Up (Trimble)

☐ ArchiCAD (Graphisoft)

☐ Rhinoceros

☐ QiBuilder

☐ TQS

☐ CypeCAD

☐

Outra

16. Como foi executada a implementação do BIM nos projetos?

☐ Foi escolhido um projeto-piloto para a implementação e os projetos já iniciados foram finalizados como nos antigos processos

☐ Os projetos, independentemente do estágio de desenvolvimento em que se encontravam, adotaram processos BIM

☐ Usamos os processos BIM somente nos projetos de alta complexidade

☐ Utilizamos processos BIM somente em projetos que envolvem vários projetistas de diferentes disciplinas

☐

Outra

17. Os processos e procedimentos determinados ainda no período de implementação do BIM ainda vigoram na empresa?

- ☐ Sim, com alguns ajustes pontuais.
- ☐ Sim, porém foram necessárias muitas mudanças que a somente a experiência poderia ter nos preparado.
- ☐ Parcialmente, existem ainda alguns projetos novos em que não conseguimos adotar o BIM
- ☐ Não, insistimos em alguns projetos além do piloto, mas a implementação BIM mostrou-se pouco produtiva na nossa realidade e não entregou as qualidades que buscávamos.
- ☐ Não, durante o projeto piloto descobrimos que o BIM não era exatamente o que esperávamos e decidimos voltar para o método de trabalho que já usávamos com algumas adaptações para o aproveitamento de algumas das vantagens dos softwares BIM.

18. Atualmente, os entregáveis de projeto mais comumente acordados são: (Selecione uma ou mais)

- ☐ Pranchas em PDF
- ☐ Modelagens BIM em formato nativo do software
- ☐ Projeções em 2D (plantas, cortes, fachadas e outros) em DWG/DXF
- ☐ Arquivo IFC
- ☐

Outra

19. Sobre a troca de arquivos e processos colaborativos, assinale as alternativas que possuem características em comum com a forma é realizada a colaboração entre profissionais (sejam eles internos ou externos):

- ☐ Arquivos compartilhados através da "nuvem".
- ☐ Arquivos compartilhados através de um servidor local.
- ☐ Arquivos compartilhados através de um servidor local e acessados remotamente por VPN
- ☐ Reuniões presenciais entre colaboradores.
- ☐ Reuniões entre colaboradores através de videochamadas.
- ☐ Colaboração em arquivos nativos.
- ☐ Colaboração em arquivos IFC

20. Quais os motivos que mais motivaram a retomada não planejada de algumas das práticas e procedimentos anteriores à implementação BIM? (Selecione uma ou mais)

- ☐ Equipe menos produtiva por conta da adaptação ao processo de projeto em softwares.
- ☐ O investimento necessário para implementar era incompatível com a disponibilidade de recursos da empresa.
- ☐ Não houve o retorno esperado em produtividade ou qualidade do projeto.
- ☐ Alguns procedimentos planejados para os novos processos de trabalho se tornaram "burocracias" que aumentavam a complexidade do trabalho.
- ☐ Alguns procedimentos mostraram-se pouco vantajosos frente ao nível de detalhamento e complexidade dos projetos que já fornecíamos aos nossos clientes/parceiros.
- ☐

Outra

21. Na sua opinião, quais as vantagens e desvantagens do BIM?

22. O que poderia ter sido feito diferente durante a implementação que não foi previsto e que daria melhor resultado nos processos de projeto?

23. Quanto as mudanças na composição equipe após a implementação:

- ☐ Os funcionários e colaboradores foram mantidos e a qualificação necessária foi acordada com o proprietário da empresa
- ☐ Foi necessário contratar pessoas mais qualificadas e dispensar aquelas que não contribuíam para a adoção do BIM
- ☐ Foram contratados profissionais já experientes em métodos BIM ou ferramentas BIM
- ☐ Os projetistas já estavam familiarizados com o softwares adequados para a implementação BIM, portanto não houve alteração na composição da equipe significativa
- ☐

Outra

24. A quantidade de projetistas após a introdução do BIM na empresa:

- ☐ Aumentou
- ☐ Diminuiu
- ☐ Não houve alteração na composição da equipe

25. Quantos colaboradores (projetistas e estagiários) a empresa possui hoje?

O valor deve ser um número

26. Qual software de modelagem BIM foi escolhido? Se houver mais algum que considere importante para a sua produção hoje, acrescente no outros. (Selecione uma ou mais)

- ☐ Revit (Autodesk)
- ☐ ArchiCAD (Graphisoft)
- ☐ AECOsim Building Designer (Bentley)
- ☐ TEKLA Structure
- ☐ TQS
- ☐ EBERICK
- ☐ QIBUILDER
- ☐

Outra

27. Como a empresa investiu na formação dos profissionais nas ferramentas BIM selecionadas?

- ☐ A empresa contratou um consultor que ministrou cursos.
- ☐ A empresa comprou cursos para os projetistas se especializarem neles durante alguns minutos do expediente
- ☐ A empresa disponibilizou alguns minutos durante o expediente para os projetistas se familiarizarem e estudarem os softwares através de vídeos e tutoriais gratuitos disponibilizados na internet.
- ☐ A empresa disponibilizou material para os projetistas estudarem, porém fora do expediente
- ☐ A empresa não pode disponibilizar tempo ou material necessário para o estudo dos softwares BIM adotados.
- ☐ Os funcionários já conheciam as ferramentas.
- ☐ A empresa contratou novos profissionais especializados nessas ferramentas para compor a equipe.

28. O quanto você acha que a empresa investiu na implementação?

- ☐ O investimento foi baixo, quase nulo.
- ☐ Investiu um pouco pois decidiu diluir as despesas, investindo aos poucos.
- ☐ Investiu o suficiente para fazer a implementação satisfatoriamente, porém alguns investimentos tardios foram necessários e realizados progressivamente.
- ☐ A empresa se comprometeu e investiu o necessário para implementação.
- ☐ A empresa superou o necessário para a implementação, investindo também em cursos e trazendo profissionais especialistas em diversos aspectos da implementação.

29. Sobre a variação da demanda por projetos após a implementação do BIM:

- ☐ Não houve alteração.
- ☐ Houve redução.
- ☐ Aumentou a demanda, devido à investimento em Marketing.
- ☐ Aumentou a demanda, devido à aumento de produtividade e assertividade.
- ☐ Aumentou a demanda, devido à estreitamento da relações com profissionais e colaboradores de outros escritórios que trabalham em BIM.
- ☐ Aumentou a demanda, devido à clientes interessados especificamente no BIM.
- ☐
- Outra

30. Qual a sua opinião sobre os procedimentos e processos de implementação indicados por intuições de referências como CBIC, AsBea, Pennstate University, COBIM e outras: (Selecione uma ou mais)

- ☐ Não estou familiarizado com materiais desse tipo.
- ☐ Para a implementação na empresa, também buscamos relatos das experiências de outros profissionais que já utilizam BIM em suas empresas.
- ☐ Tais materiais de apoio também sugerem e/ou impõem alguns procedimentos e documentos desnecessários, cuja aplicação no contexto de micro e pequenas empresas tornam a implementação BIM um processo muito complexo, dificultando e desestimulando a adoção em pequenos escritórios.
- ☐ Importantes para a qualidade da execução do BIM em empresas com grandes projetos, porém relativamente distante da realidade das empresas de menor porte com projetos de baixa complexidade.
- ☐ Os materiais de apoio à implementação BIM (como os descritos acima) são também complexos e, se mal interpretado, impõem muitas burocracias que diminuem a produtividade.
- ☐ Acredito que os procedimentos e padronizações sugeridos por tais instituições de renome são fundamentais para um produto de qualidade ser resultado da implementação e o líder da implementação deve compreender e adaptá-los para a sua realidade.
- ☐ Os manuais e guias para implementação são mais do que suficientes para a implementação, a dificuldades provem de falta de experiência e má compreensão do BIM.

31. Como você vê a abordagem do BIM em pequenas empresas na mídia especializada (revistas, websites), livros e manuais?

32. Quais as suas principais fontes de informação sobre o BIM?

- ☐ Revistas especializadas em arquitetura e engenharia (físicas, online, newsletter).
- ☐ Website e newsletters de organizações que representam o setor, classes profissionais, fabricantes de insumos entre outros.
- ☐ Criadores de conteúdo (blog, Instagram, Facebook, LinkedIn).
- ☐ Eventos para profissionais (seminários, webinars, conferencias, entre outros).
- ☐ Eventos para pesquisadores da área da construção civil (seminários, conferencias, simpósios, entre outros)
- ☐ Fóruns especializados na troca e compartilhamento de conhecimento sobre o BIM.
- ☐ Livros, manuais e guias sobre BIM que são referências nacionais e internacionais.

Outra

33. O quão importante você considera um diagnóstico sobre a situação atual da empresa diante de uma futura implementação BIM? Um diagnóstico que esclarecesse a dimensão do esforço que deverá ser empregado no caso da adoção do BIM?

- ☐ Muito Importante
- ☐ Importante
- ☐ Útil, mas dispensável
- ☐ Dispensável
- ☐ Desnecessário

Este conteúdo não é criado nem endossado pela Microsoft. Os dados que você enviar serão enviados ao proprietário do formulário.

 Microsoft Forms

APÊNDICE B – Questionário para escritórios “CAD”

02 - Processos de Implementação do BIM em pequenas empresas - BIM não implementado

Meu nome é Carolina Martinez Vendimiati, sou mestranda na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul e, com o apoio da orientadora desta pesquisa, a arquiteta e Dra. Mayara Dias, gostaria de saber algumas informações sobre você. As informações resultantes do levantamento serão usadas para compreender melhor o perfil de profissionais da indústria da construção que já implementaram ou gostariam de implementar BIM. O tempo médio para responder a este questionário são 10 minutos.

* Obrigatória

* Este formulário registrará seu nome. Preencha-o.

1. Qual a sua profissão? *

☐ Arquiteto

☐ Engenheiro Civil

☐ Engenheiro Eletricista

☐ Engenheiro Ambiental

☐ Estagiário de arquitetura

☐ Estagiário de engenharia

☐

Outra

2. Qual a sua faixa de idade? *

- ☐ Entre 18 e 23 anos
- ☐ Entre 23 e 28 anos
- ☐ Entre 28 e 35 anos
- ☐ Entre 35 e 45 anos
- ☐ Entre 45 e 60 anos
- ☐ Acima de 60 anos

3. Década de conclusão de curso: *

- ☐ Anterior à 1980
- ☐ Entre 1980 e 1990
- ☐ Entre 1990 e 2000
- ☐ Entre 2000 e 2010
- ☐ Entre 2010 e 2020
- ☐ 2020 em diante

4. Função na empresa/escritório: *

- ☐ Proprietário
- ☐ Arquiteto/Engenheiro não sócio
- ☐ Arquiteto/Engenheiro Júnior
- ☐ Estagiário

☐

Outra

5. Porte da empresa (segundo enquadramento da Receita Federal)

*

- ☐ Microempresa (Receita Bruta até R\$360 mil)
- ☐ Pequena Empresa (Receita Bruta entre R\$360 mil até R\$4,8 milhões)
- ☐ Média Empresa ou superior (superior à R\$4,8 milhões)

6. Em qual desses intervalos a empresa/escritório em que atualmente trabalha atualmente foi fundada? *

- ☐ Anterior à 2000
- ☐ Entre 2000 e 2005
- ☐ Entre 2005 e 2010
- ☐ Entre 2010 e 2015
- ☐ Entre 2015 e 2021

7. Em qual cidade o escritório está localizado? *

- ☐ Campo Grande/MS

☐

Outra

8. A produção do escritório é, majoritariamente, direcionada a projetos de: (Selecione uma ou mais) *

☐ Habitação de médio e alto padrão

☐ Edificações comerciais

☐ Reformas residenciais

☐ Reformas comerciais

☐ Multiresidenciais de baixo padrão

☐ Multiresidenciais de médio e alto padrão

☐ Indústrias

☐

Outra

9. Há tempo você têm trabalhado nessa empresa/escritório? *

☐ Até 1 ano

☐ Entre 1 e 2 anos

☐ Entre 2 e 5 anos

☐ Entre 5 e 10 anos

☐ Entre 10 e 15 anos

☐ Entre 15 e 20 anos

☐ Mais de 20 anos

10. E-mail *

11. Há pessoas interessadas no uso do BIM ou de tecnologias relacionadas com o BIM (softwares de modelagem como Revit e Archicad)?

☐ Não estamos interessados em implementar BIM

☐ Sim, o(s) proprietário(s)

☐ Sim, o arquiteto/Engenheiro não sócio

☐ Sim, o arquiteto/Engenheiro Júnior

☐ Sim, o estagiário

☐ Sim, alguns clientes/parceiros específicos

☐

Outra

12. Quais dos usos e potenciais do BIM abaixo listados você acredita que mais favorecerá o escritório em que trabalha? (Selecione uma ou mais)

☐ Visualização e modelagem 3D

☐ Planejamento 4D

☐ Extração de quantitativos "automatizada"

☐ Simulação e Análises (estruturais, energéticas, térmicas, luminotécnicas, de sombreamento)

☐ Detecção de interferências

☐ Documentação mais consistente e menos "manual"

☐ Aplicações relacionadas à renderização, realidade virtual e aumentada

☐ Possibilidade de participação em licitações que exigem o uso de tecnologias BIM.

☐

Outra

13. Quais softwares são utilizados na empresa? (Selecione uma ou mais)

☐ Autocad (Autodesk)

☐ Civil 3D (Autodesk)

☐ Revit (Autodesk)

☐ Sketch Up (Trimble)

☐ ArchiCAD (Graphisoft)

☐ Rhinoceros

☐ QiBuilder

☐ TQS

☐ CypeCAD

☐

Outra

14. Como os processos e procedimentos internos estão disponíveis para que os projetistas possam consultá-los com o intuito de manter documentos/arquivos organizados e padronizados?

☐ Os processos e procedimentos da empresa não estão documentados

☐ Checklists

☐ Lista de boas práticas

☐ Fluxogramas ou organogramas

☐ Manuais com instruções detalhadas

☐

Outra

15. Quantos colaboradores (projetistas e estagiários) o escritório em que atua possui hoje?

O valor deve ser um número

16. O que você entende por BIM? Qual a sua opinião sobre o conceito aplicado em pequenos escritórios ou em projetos de baixa complexidade?

17. Por quais motivos o escritório ainda não adotou BIM ou não tem interesse em adotá-lo? (Selecione uma ou mais)

- ☐ Falta de formação em BIM
- ☐ Falta de compreensão do que é o BIM e seus benefícios
- ☐ Baixa disponibilidade de colaboradores que já trabalhem em BIM
- ☐ Falta tempo para dedicar-se à implementação/Impossibilidade de interrupção de outras atividades para a implementação
- ☐ Falta pessoas dedicadas à implementação
- ☐ Custo do software e hardware
- ☐

Outra

18. Quais as suas principais fontes de informação sobre o BIM?

- ☐ Revistas especializadas em arquitetura e engenharia (físicas, online, newsletter).
- ☐ Website e newsletters de organizações que representam o setor, classes profissionais, fabricantes de insumos entre outros.
- ☐ Website e newsletters de empresas desenvolvedoras/revendedoras de softwares.
- ☐ Criadores de conteúdo (blog, Instagram, Facebook, LinkedIn).
- ☐ Eventos para profissionais (seminários, webinars, conferencias, entre outros).
- ☐ Eventos para pesquisadores da área da construção civil (seminários, conferencias, simpósios, entre outros)
- ☐ Fóruns especializados na troca e compartilhamento de conhecimento sobre o BIM.
- ☐ Livros, manuais e guias sobre BIM que são referências nacionais e internacionais.

19. O quão importante você considera um diagnóstico sobre a situação atual da empresa diante de uma futura implementação BIM? Um diagnóstico que esclarecesse a dimensão do esforço que deverá ser empregado no caso da adoção do BIM?

- ☐ Muito Importante
- ☐ Importante
- ☐ Útil, mas dispensável
- ☐ Dispensável
- ☐ Desnecessário

20. Qual a sensação que os textos que você lê sobre BIM transmitem? Eles estimulam e facilitam a compreensão do BIM ou o contrário? Por quê?



Este conteúdo não é criado nem endossado pela Microsoft. Os dados que você enviar serão enviados ao proprietário do formulário.

 Microsoft Forms