

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE – UNIVILLE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PRPPG
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS

**ESTUDO DAS BARREIRAS PARA APLICABILIDADE DO BIM NO ÂMBITO
DA ETAPA DE EXECUÇÃO DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

JOICE TONTINI

Joinville/SC

2023

JOICE TONTINI

**ESTUDO DAS BARREIRAS PARA APLICABILIDADE DO BIM NO ÂMBITO
DA ETAPA DE EXECUÇÃO DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de pesquisa apresentado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade da Região de Joinville - Univille.

Orientador: Prof. Dr. Claiton Emilio do Amaral.

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Paula Testa Pezzin.

Joinville/SC

2023

Catálogo na publicação pela Biblioteca Universitária da Univille

T667e	<p>Tontini, Joice</p> <p>Estudo das barreiras para aplicabilidade do BIM no âmbito da etapa de execução de obras de construção civil / Joice Tontini; orientador Dr. Claiton Emilio do Amaral; coorientadora: Dra. Ana Paula Testa Pezzin. – Joinville: UNIVILLE, 2023.</p> <p>90 f.: il.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos – Universidade da Região de Joinville)</p> <p>1. Modelagem de informação da construção. 2. Construção civil. 3. Indústria de construção civil - Gerenciamento de recursos de informação. I. Amaral, Claiton Emilio do (orient.). II Pezzin, Ana Paula Testa (coorient.). III. Título.</p> <p>CDD 690.0285</p>
-------	---

Termo de Aprovação

“Estudo das Barreiras para Aplicabilidade do Bim no Âmbito da Etapa de Execução de Obras de Construção Civil”

por

Joice Tontini

Banca Examinadora:

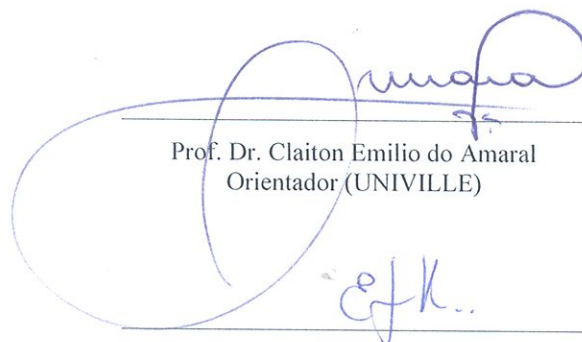
Prof. Dr. Claiton Emilio do Amaral
Orientador (UNIVILLE)

Profa. Dra. Ana Paula Testa Pezzin
Coorientadora (UNIVILLE)

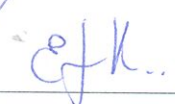
Prof. Dr. Ricardo Aurélio Quinhões Pinto
(UFSC)

Prof. Dr. Marcio Rogério do Nascimento
(UNIVILLE)

Dissertação julgada para a obtenção do título de Mestra em Engenharia de Processos, área de concentração Desenvolvimento e Gestão de Processos e Produtos e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos.



Prof. Dr. Claiton Emilio do Amaral
Orientador (UNIVILLE)



Prof. Dra. Elisabeth Wisbeck
Vice-Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos

Joinville, 28 de abril de 2023.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a minha família, pelo privilégio de aprender e conviver repleta de carinho, por todo apoio, incentivo e reconforto em todos os momentos difíceis, a vocês serei eternamente grata.

Sobretudo, a pessoa mais incrível e especial de caráter irrefutável que me orienta e motiva, a quem dedico minha maior inspiração e vitórias alcançadas na vida, que sempre esteve ao meu lado me protegendo e destinando seu esforço, sempre com toda força e perseverança que me ensinou a ter, a minha estrela preferida, meu ídolo e eterno herói, meu amado avô Raulino Pazzetto.

Agradeço também a Deus por sua incessante bondade e amor, por acompanhar e iluminar meus caminhos, que apesar de todos os percalços há uma grande proteção divina e um belo futuro infinito ao lado de quem amamos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Claiton Emilio do Amaral e co-orientadora Profa. Dra. Ana Paula Testa Pezzin, pelos valiosos esclarecimentos, compreensão, sugestões e recomendações enriquecedoras.

Meus sinceros agradecimentos também a todos que contribuíram com a pesquisa, aos participantes pela colaboração e tempo cedidos, ao corpo docente pelos conhecimentos transmitidos e a Univille pela oportunidade da conclusão desse mestrado.

RESUMO

Estudo das barreiras para aplicabilidade do BIM no âmbito da etapa de execução de obras de construção civil.

A construção civil enfrenta muitos desafios em um mercado que está em constante evolução. Em função disso, inovações e otimizações de processos são primordiais e necessárias para manutenção e/ou aumento da competitividade das empresas. Atualmente, um dos meios mais eficazes para atingir este objetivo é a implantação de *Building Information Modelling* (BIM), que é um modelo de sistematização das atividades de uma empresa que oferece diversas melhorias como, interoperabilidade, informações mais completas e precisas, integração das equipes, e afins. Contudo, para sua utilização, muitas empresas têm se deparado com determinadas barreiras, as quais este trabalho visa apresentar e analisar, sobretudo na fase de implantação, mas também verificar possíveis persistências e demonstrar os benefícios e impactos deste modelo. Esta pesquisa relaciona as barreiras identificadas na literatura com as evidências observadas em um levantamento de campo realizado por meio do desenvolvimento e aplicação de um questionário, aplicado a diretores, gerentes, supervisores ou responsáveis técnicos de empresas que utilizam o BIM no estado de Santa Catarina. Os resultados evidenciaram a incidência e a frequência das barreiras no âmbito da etapa de execução de obras de construção civil, bem como geraram dados e informações úteis para servir de base para o estabelecimento de estratégias para melhorar a aplicabilidade do BIM.

Palavras-chave: Building Information Modelling; Barreiras; Execução de obras.

ABSTRACT

Study of the barriers to the applicability of BIM in the context of the execution stage of civil construction works.

Construction faces many challenges in a constantly evolving market. As a result, process innovations and optimizations are paramount and necessary for maintaining and/or increasing the competitiveness of companies. Currently, one of the most effective means of achieving this goal is the implementation of Building Information Modelling (BIM), which is a system of systematization of the activities of a company that offers several improvements such as interoperability, more complete and accurate information, team integration, teams, and others. However, for its use, many companies have encountered specific barriers, which this work aims to present and analyze, especially in the implementation phase, but also to verify possible persistence and demonstrate the benefits and impacts of this model. This research relates the barriers identified in the literature with the evidence observed in a field survey conducted through the development and application of a questionnaire applied to directors, managers, supervisors or technicians of companies that use BIM in Santa Catarina. The results showed the incidence and frequency of barriers in the scope of the construction of construction works, as well as generated valuable data and information to serve as the basis for establishing strategies to improve BIM applicability.

Keywords: Building Information Modelling; Barriers; Execution of works.

RESUMEN

Estudio de las barreras a la aplicabilidad de BIM en el contexto de la etapa de ejecución de obras de construcción civil.

La construcción civil se enfrenta a numerosos retos en un mercado en constante evolución. En consecuencia, las innovaciones y optimizaciones de procesos son esenciales y necesarias para mantener y/o aumentar la competitividad de las empresas. Actualmente, una de las formas más efectivas para lograr este objetivo es la implementación de Building Information Modeling (BIM), que es un modelo de sistematización de las actividades de una empresa que ofrece varias mejoras como interoperabilidad, información más completa y precisa, integración de equipos y otros. Sin embargo, para su uso, muchas empresas han enfrentado ciertas barreras, que este trabajo pretende presentar y analizar, especialmente en la fase de implementación, pero también para verificar la posible persistencia y demostrar los beneficios e impactos de este modelo. Esta investigación relaciona las barreras identificadas en la literatura con la evidencia observada en un levantamiento de campo realizado a través del desarrollo y aplicación de un cuestionario, aplicado a directores, gerentes, supervisores o gerentes técnicos de empresas que utilizan BIM en el estado de Santa Catarina. Los resultados mostraron la incidencia y frecuencia de barreras dentro de la etapa de ejecución de obras de construcción civil, además de generar datos e información útil que sirva de base para establecer estrategias para mejorar la aplicabilidad de BIM.

Palabras-llave: Modelado de Información de Construcción; Barreras; Ejecución de obras.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01 – PIB Brasil X PIB Construção Civil (Variação %) - 2004 a 2021
- Figura 02 – Dispersão PIB nacional X PIBCC
- Figura 03 – Taxa (%) crescimento do setor da construção civil no 3º trimestre de 2022
- Figura 04 – Dimensões do BIM
- Figura 05 – BIM no ciclo de vida da edificação
- Figura 06 – Níveis de maturidade do BIM
- Figura 07 – Principais países onde as iniciativas BIM são mais evidentes e notáveis
- Figura 08 – Desempenho do mercado formal de trabalho catarinense
- Figura 09 – Número de empregos por setor econômico
- Figura 10 – Nº de empresas construção civil Florianópolis, Joinville e Lages
- Figura 11 – Nº de empresas construção civil SC
- Figura 12 – Fluxograma do processo metodológico
- Figura 13 – Resultado da questão 01 sobre o porte que a empresa se enquadra de acordo com sua Receita Operacional Bruta
- Figura 14 – Resultado da questão 02 sobre o padrão de edificação executada com maior frequência pela empresa
- Figura 15 – Resultado da questão 03 sobre a área das edificações executadas com maior frequência pela empresa
- Figura 16 – Resultado da questão 04 sobre o tempo de atuação da empresa com processos de modelagem BIM
- Figura 17 – Resultado da questão 05 se a empresa possui uma forma padronizada para coleta de dados e informações junto ao contratante de modo a deixar claro os seus requisitos (preço, cronograma físico-financeiro, padrões de qualidade, sustentabilidade, etc.) e, com isso, atendê-lo na sua plenitude
- Figura 18 – Resultado da questão 06 sobre a interação do modelo BIM entre as equipes
- Figura 19 – Resultado da questão 07 sobre as dimensões do BIM utilizadas nos projetos

Figura 20 – Resultado da questão 08 sobre os serviços BIM que as empresas realizam

Figura 21 – Resultado da questão 09 sobre o meio em que se dá a visualização e o acompanhamento das plantas e detalhamentos dos projetos no canteiro de obras

Figura 22 – Resultado da questão 10 sobre o envolvimento e a cooperação das equipes construtivas no desenvolvimento dos projetos

Figura 23 – Resultado da questão 11 sobre a comunicação e controle da empresa com o canteiro de obras

Figura 24 – Resultado da questão 12 sobre a classificação (conforme o grau alcançado na empresa) dos benefícios para execução de construções que o BIM tem potencial de oferecer a partir da sua plena utilização

Figura 25 – Resultado da questão 13 sobre os desafios enfrentados para execução de construções no período de implantação do BIM

Figura 26 – Resultado da questão 14 sobre os desafios que persistem na execução de construções com a metodologia BIM

Figura 27 – Resultado da questão 16 sobre a etapa de maiores resultados com a aplicação de BIM

Figura 28 – Resultado da questão 17 sobre as áreas da construção civil que têm maior potencialidade para evolução utilizando a metodologia BIM

Figura 29 – Resultado da questão 18 sobre o percentual de melhorias que o BIM proporcionou a empresa

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Principais barreiras difundidas na literatura

Quadro 02 – Principais benefícios difundidos na literatura

Quadro 03 – Resultado da questão 15 descritiva, se foram identificados outros benefícios ou barreiras para execução de construções

Quadro 04 – Resultado da questão 19 descritiva, sobre qual a principal justificativa para a disseminação e adoção do BIM não estar sendo mais célere no Brasil

Quadro 05 – Resultado da questão 20 descritiva, sobre as conclusões ou considerações que a empresa faz sobre a utilização de BIM para a construção civil

Quadro 06 – Compilado dos benefícios e barreiras mais evidentes do levantamento por meio de questionário.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BDS - *Building Description System*

BIM - *Building Information Modelling*

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CAD - *Computer Aided Design*

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEP - Comitê de ética em pesquisa

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICC - Indústria da construção civil

MDIC - Ministério da indústria, comércio exterior e serviços

PIB - Produto interno bruto

PIBCC - Produto interno bruto da construção civil

PMEs - Pequenas e médias empresas

SDE - Secretaria do Desenvolvimento Econômico Sustentável

SIE - Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1. OBJETIVOS	17
1.1 OBJETIVO GERAL.....	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL	18
2.2 BIM.....	21
2.2.1 Evolução processual.....	24
2.2.2 Barreiras	28
2.2.3 Benefícios	30
2.3 SANTA CATARINA	32
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	37
3.1 LEVANTAMENTO POR MEIO DE QUESTIONÁRIO	38
3.2 ANÁLISE DOS DADOS.....	39
3.3 FLUXO METODOLÓGICO.....	39
4. RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS	41
4.1. CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS	41
4.2. FORMA DE ATUAÇÃO COM BIM.....	45
4.3. POSIÇÕES PESSOAIS DOS PARTICIPANTES SOBRE BIM.....	49
CONCLUSÃO	63
REFERÊNCIAS	65
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO	72
APÊNDICE B – COMPILADO DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO APLICADO	79

INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo observou-se grande evolução da construção civil no Brasil. No entanto, nos últimos 20 anos, em função do aumento da competitividade de mercado, percebe-se que em relação aos outros setores da economia, a construção civil apresenta um certo atraso no uso de modernos recursos tecnológicos tanto nas atividades de projeto quanto de execução das obras. Normalmente, as obras de construção civil são produtos únicos, com baixa capacidade de automação e apresentam também uma importante lacuna entre concepção e execução (ARROTEIA *et al.*, 2014; EASTMAN *et al.*, 2014).

Isso se deve inclusive, a realização de modificações necessárias na fase de execução, provenientes da identificação tardia de interferências entre o projeto arquitetônico e os projetos complementares (estrutural, elétrico, hidrossanitário, preventivo de incêndio, telemático, etc.), condições não previstas do canteiro de obras, desperdício ou falta de materiais devido à falta de precisão em quantitativos e controle, cronogramas incoerentes, retrabalhos, entre outros (SOUSA e MEIRIÑO, 2013).

Para cada alteração necessária, é indispensável determinar a causa, avaliando as implicações adicionais de serviços, aumento dos custos, a ampliação dos prazos de execução das atividades, como também resolução do imprevisto (EASTMAN *et al.*, 2014). Neste sentido, diante do sistema defasado utilizado, ocorrências de divergências em obras e acréscimos ocasionados por seu desenvolvimento são constantes e sequenciais, influenciando inclusive em descontentamentos dos usuários.

Desta forma, a amplitude e constante evolução da construção civil, associados a crescente competitividade de mercado tornam necessárias atualizações em seus processos, incorporando tecnologias para elaboração de projetos e execução de obras mais robustas e eficazes com intuito de otimizar a qualidade e produtividade.

Entre outras medidas, essa otimização pode ser alcançada por meio da implementação do *Building Information Modeling* - BIM (Modelagem de Informação da Construção). Segundo Baia *et al.* (2014), o BIM pode ser descrito

como um conjunto de informações geradas e mantidas no decorrer de todo o ciclo de vida de uma edificação.

O BIM é utilizado para construções com interoperabilidade¹ e coerência entre as fases gastando o mínimo de recursos e tempo, trabalhando com várias dimensões e gerando objetos paramétricos, diferentemente dos métodos antecessores. Assim, permite em um programa de visualização gráfica a contemplação real do andamento da obra, a fim de estabelecer as melhores formas de execução (BAIA *et al.*, 2014).

Entretanto, nesse processo de evolução têm sido encontradas barreiras culturais, organizacionais e tecnológicas, como também na capacitação dos profissionais, na resistência às mudanças geralmente dos funcionários mais experientes, falta de conhecimento da tecnologia BIM, adaptação e mudanças necessárias na nova maneira de trabalhar entre várias outras, implicando inclusive, nos esforços voltados à qualidade nos canteiros de obras (ARROTEIA *et al.*, 2014).

No campo a que se refere as pequenas, médias e grandes empresas, também há necessidade de aperfeiçoamentos, almejando resultados eficientes e contribuindo com a competitividade. De acordo com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, em 2020 as pequenas empresas possuíam receita operacional bruta entre R\$ 360 mil e R\$ 4,8 milhões de reais ao ano, as médias empresas possuíam receita operacional bruta entre R\$ 4,8 milhões e R\$ 300 milhões de reais ao ano, e as grandes empresas possuíam receita operacional bruta superior a R\$ 300 milhões de reais ao ano.

Mesmo a metodologia BIM sendo relativamente nova no Brasil, possibilita vasto aperfeiçoamento na área da construção civil, onde para alcançar seus plenos resultados, bem como contribuir para a celeridade na adoção da mesma, são imprescindíveis estudos que demonstrem as diversas barreiras a serem transpostas, colaborando inclusive com a disseminação de conhecimentos sobre o BIM para, dessa forma, possibilitar o aproveitamento irrestrito dos benefícios que essa metodologia tem a oferecer.

¹ Capacidade de duas ou mais unidades organizacionais ou redes de trocar informações e compartilhar dados com possibilidade de leitura em diferentes aplicações computacionais (SHEHZAD *et al.*, 2021). Dessa forma, há grande relevância na abordagem das questões de interoperabilidade de informações integradas ao uso do BIM (CORREA *et al.*, 2021).

Neste contexto, diante de todos os fatos mencionados e visto que a construção civil é dinâmica e relaciona-se à busca por aperfeiçoamento, juntamente com sua amplitude e constante atualização, este estudo visa, através da literatura e levantamento de campo, demonstrar e avaliar o impacto, bem como os benefícios e as barreiras para a aplicabilidade do BIM, em empresas do setor da construção civil que já usufruem deste método na fase de execução de obras.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GERAL

Levantar e avaliar as barreiras para aplicabilidade da metodologia BIM no âmbito da etapa de execução de obras de construção civil, realizadas por empresas no estado de Santa Catarina.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para o alcance do objetivo geral desse estudo, foram delineados alguns objetivos específicos a serem atingidos.

- a) Identificar na literatura as eventuais barreiras para a implementação de BIM no âmbito da etapa de execução de obras de construção civil;
- b) Desenvolver um instrumento de pesquisa para coleta de dados de campo referentes às barreiras para aplicabilidade do BIM em empresas;
- c) Comparar o que foi levantado na literatura com os dados coletados em campo como forma de diagnosticar a situação e determinar as barreiras predominantes na região da realização do estudo;
- d) Averiguar o impacto e os benefícios do uso do BIM para o projeto e execução de obras de construção civil como forma de demonstrar e sensibilizar os atores envolvidos neste processo, da importância de conhecer e buscar meios para suplantar as barreiras existentes;
- e) Identificar quais barreiras podem ser enfrentadas após a implantação do BIM.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para a compreensão do assunto e êxito na proposta dessa dissertação, faz-se necessário a revisão da literatura, assim obtendo embasamento no referencial existente, onde serão abordados estudos relacionados a temática e explanação da região de pesquisa.

2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL

O setor da construção civil é um dos mais empregadores e pertinentes para a economia, com mais de 200 mil empresas atuantes no mercado, sendo de grande relevância estudos sobre o mesmo (MAIA e IAROSZINSKI NETO, 2016).

Segundo Alves (2017), a construção civil “complementa a base produtiva e cria externalidades positivas [...], sendo de importância estratégica para a sustentação do desenvolvimento econômico e social brasileiro”.

De acordo com Cunha (2012), é notável a significância social do setor de construção civil para o país, de forma a ser uma atividade influente na redução do déficit habitacional e a geração de empregos, abrindo caminhos para o progresso social.

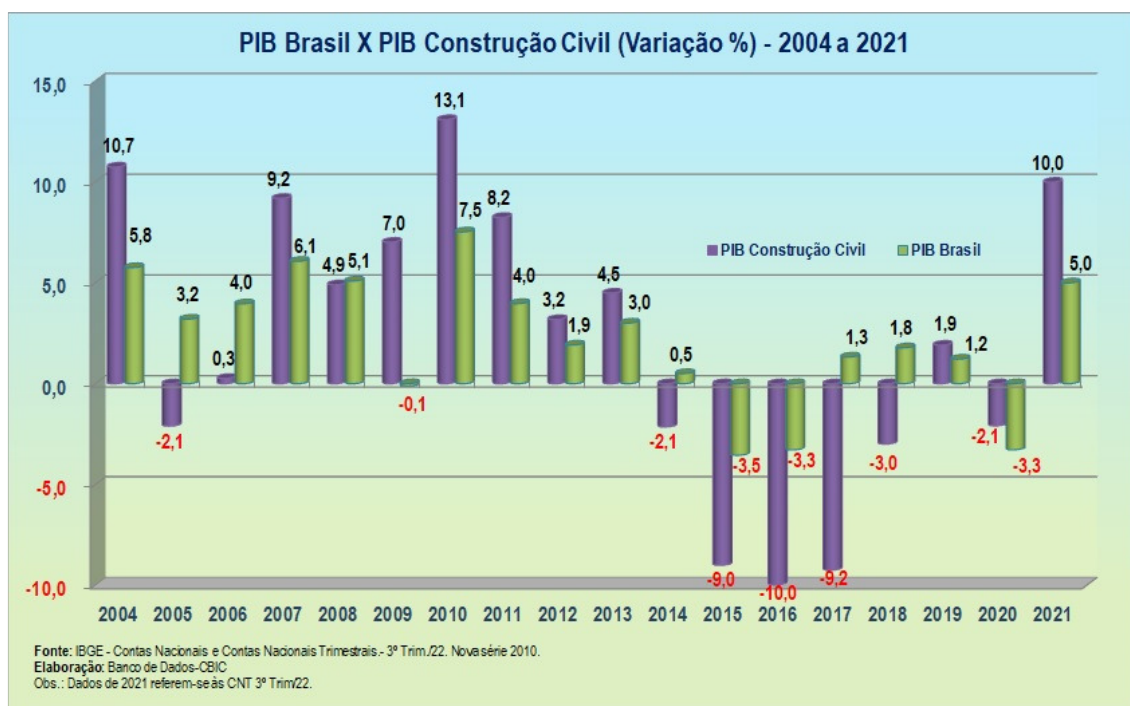
Inclusive, esse setor “é responsável pela construção de toda a infraestrutura de um país, proporcionando, assim, o crescimento de toda a cadeia produtiva” (VIEIRA e NOGUEIRA, 2018, p. 367), colaborando significativamente para renda, tributos e empregos diretos/indiretos, dessa forma, possuindo também conexão com outros setores, tornando a atividade fundamental para o desenvolvimento econômico brasileiro. (VIEIRA e NOGUEIRA, 2018).

A Indústria da Construção Civil (ICC) além de ser um dos principais setores industriais do país, provoca ampla influência na economia, sendo caracterizada por:

Consumir grande parte dos recursos naturais disponíveis; empregar elevadas quantidades de mão de obra; dar vida a uma cadeia produtiva complexa ao seu entorno; disponibilizar a infraestrutura necessária para o crescimento de uma comunidade. (SOUZA *et al.*, 2015).

Conforme Souza *et al.* (2015), a ICC se estabelece em sincronia com a economia e o Produto Interno Bruto (PIB) do país, dessa forma, tendo grande significância para economia, sendo inclusive parte considerável do PIB brasileiro. A figura 01 demonstra a variação do PIB nacional e o PIB da Construção Civil (PIBCC).

Figura 01 - PIB Brasil X PIB Construção Civil (Variação %) - 2004 a 2021.

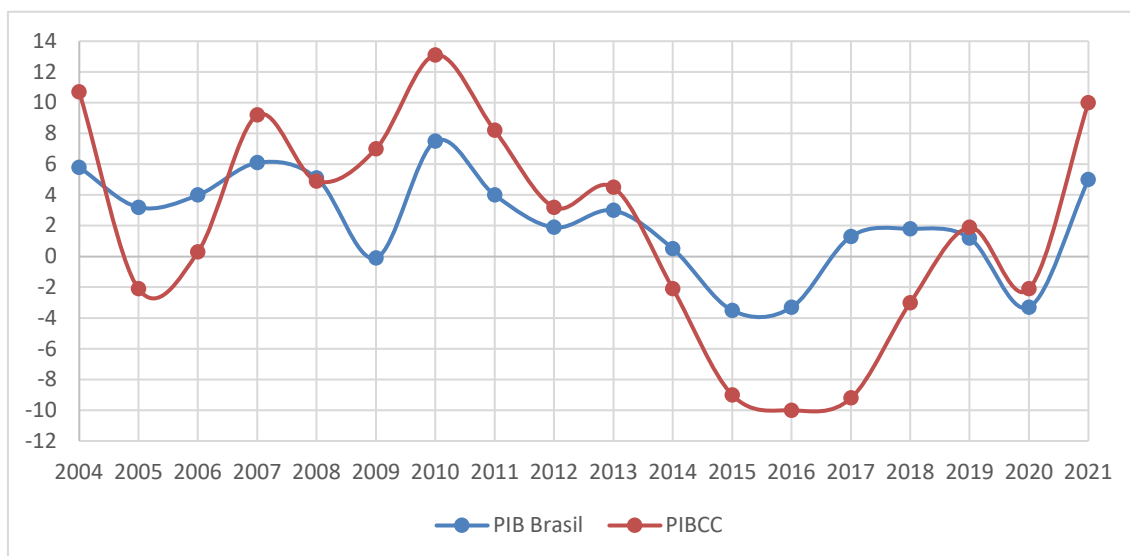


Fonte: CBIC, 2022.

No gráfico da figura 01 é possível observar que em momentos de retração da construção civil houve queda na atividade econômica do país, de modo geral, em praticamente todos os anos analisados, ocorre desempenho conjunto do PIBCC e o PIB do país, onde mesmo quando a construção civil apresentou oscilações contrárias, nos anos subsequentes retornou o sentido de direcionamento do PIB nacional.

A figura 02 mostra a dispersão entre o PIB do país e da construção civil, onde pode-se verificar que a construção civil evidencia atuação mais volátil que o PIB nacional, sendo também intermitente, mas de um modo mais amplo sempre aderente à evolução da economia brasileira.

Figura 02 - Dispersão PIB nacional X PIBCC.



Fonte: A Autora, 2022.

Os dados da figura 03 apresentada a seguir, mostram a taxa percentual das contas nacionais do 3º trimestre de 2022 em relação a outros trimestres/períodos. Segundo IBGE, as contas nacionais compreendem:

As informações sobre geração, distribuição e uso da renda no País, acumulação de ativos não financeiros e relações entre a economia nacional e o resto do mundo, abrangendo indicadores como Produto Interno Bruto - PIB, PIB per capita, e Renda Nacional Bruta, entre outros aspectos.

Figura 03 - Taxa (%) crescimento do setor da construção civil no 3º trimestre de 2022.



Fonte: CBIC, 2022.

É possível observar que atualmente, a construção civil encontra-se em ascensão, estando entre os maiores índices percentuais, de forma que novas práticas e inovações são visadas para contribuir para o aumento da competitividade do setor privado e benefícios a produtividade.

Segundo Alves (2017), é possível considerar a construção civil como um setor-chave para a economia brasileira e “investir nesse setor é contribuir para o crescimento da economia do país e uma sociedade cada vez melhor”.

Nessa configuração, explana-se que os investimentos nessa área, são essenciais para o crescimento industrial, social e econômico do Brasil, como novas inovações para ascensão do setor.

2.2 BIM

O termo *Building Information Modeling* (BIM), em português Modelagem da Informação da Construção, não possui um consenso sobre sua definição, sendo descrito por autores de diversas maneiras, mas é irrefutável sua progressão no setor da construção civil (MASOTTI, 2014).

Segundo a CBIC (2016) e Fernandes (2021), BIM é um conjunto de tecnologias, informações e processos que reúne diversos dados paramétricos em um modelo único, combinado em plataformas digitais para auxiliar a projeção e o gerenciamento de uma edificação em todas as suas etapas, durante todo o ciclo de vida da construção.

De acordo com Ray Crotty (2012), “a abordagem BIM compreende a comunicação, a troca de dados, padrões e protocolos necessários para todos os sistemas e equipes conversarem entre si.”

O Caderno BIM da Secretaria de Planejamento do Estado de Santa Catarina (2014), define BIM como um processo que permite a gestão da informação, durante todo o ciclo de vida da edificação, por meio de modelos digitais e tridimensionais ricos de informações.

Conforme Batista (2010, p. 74), o BIM “tem como princípio a construção virtual do edifício. Feita através de um modelamento 3D que utiliza como elemento básico objetos parametrizados, que permitem associações de informações não-geométricas sobre o projeto”.

Checucci (2014, p. 44), também salienta que “o foco do processo de projeto é deslocado da produção de documentos para a modelagem e a análise do edifício virtual”.

Ainda segundo Checucci (2014, p. 67), “realizar análises e simulações, [...] buscando aperfeiçoar os processos que fazem parte do ciclo de vida da edificação, [...] é uma das vantagens do modelo BIM”. Dessa forma, o modelo possui várias dimensões, conforme representado as principais na figura 04 e descritas a seguir.

Figura 04 – Dimensões do BIM



Fonte: Garibaldi, 2020.

- Dimensão 3D: relaciona-se a modelagem paramétrica, é a representação em 3 dimensões dos projetos elaborados, possibilitando a geração de visualizações no modelo tridimensional, de forma a caracterizar uma construção virtual, onde cada componente possui características específicas;
- Dimensão 4D: está conexa ao planejamento do cronograma da obra, onde é inserida a variável tempo, possibilitando a visualização dinâmica das etapas da construção;
- Dimensão 5D: associada a orçamentação, adiciona a variável custo, possibilitando a realização de estimativas dos valores relativos à obra;

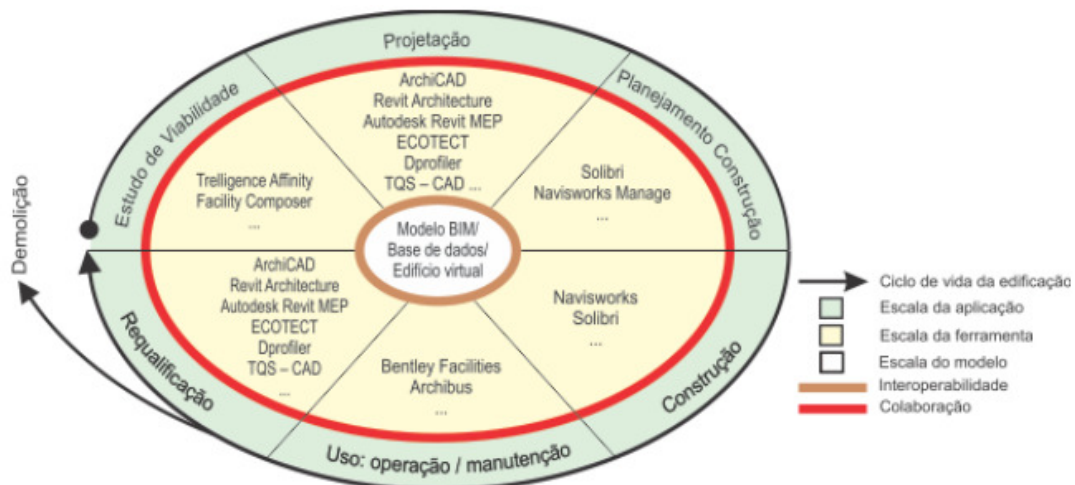
- Dimensão 6D: possibilita encontrar a solução mais sustentável, através de análises avaliando os impactos no meio em que está inserido;
- Dimensão 7D: referente a gestão e manutenção da construção, onde é indispensável conter várias especificações refletindo ao que foi executado, para gerenciamento e procedimentos de manutenção sempre que necessário.

De acordo com a CBIC (2016), a tecnologia BIM pode ser aplicada a todo o ciclo de um empreendimento, portanto, possibilitando “uma única plataforma de informações que pode atender todo o ciclo de vida de um objeto construído”.

Mello (2012), descreve que o modelo amadurece junto com o empreendimento por possuir informações a cada etapa, e se estas estiverem em concordância, ou seja, continuidade entre as etapas, é possível a maximização dos ganhos em todos os elos do ciclo.

Por meio da ilustração mostrada na figura 05, Checcucci (2014) demonstra a relação entre o modelo virtual e as diversas fases do ciclo da edificação, onde a interoperabilidade requer que seja possível a utilização do modelo por diferentes programas e a comunicação a interface de mecanismos de comunicação entre os diferentes profissionais.

Figura 05 – BIM no ciclo de vida da edificação.



Fonte: Checcucci, 2014.

Esta variedade e abrangência apresentada sobre o BIM, demonstra a complexidade que envolve esta modelagem, a qual traz inovações e desenvolvimentos indispensáveis nos processos e métodos de trabalho.

2.2.1 Evolução processual

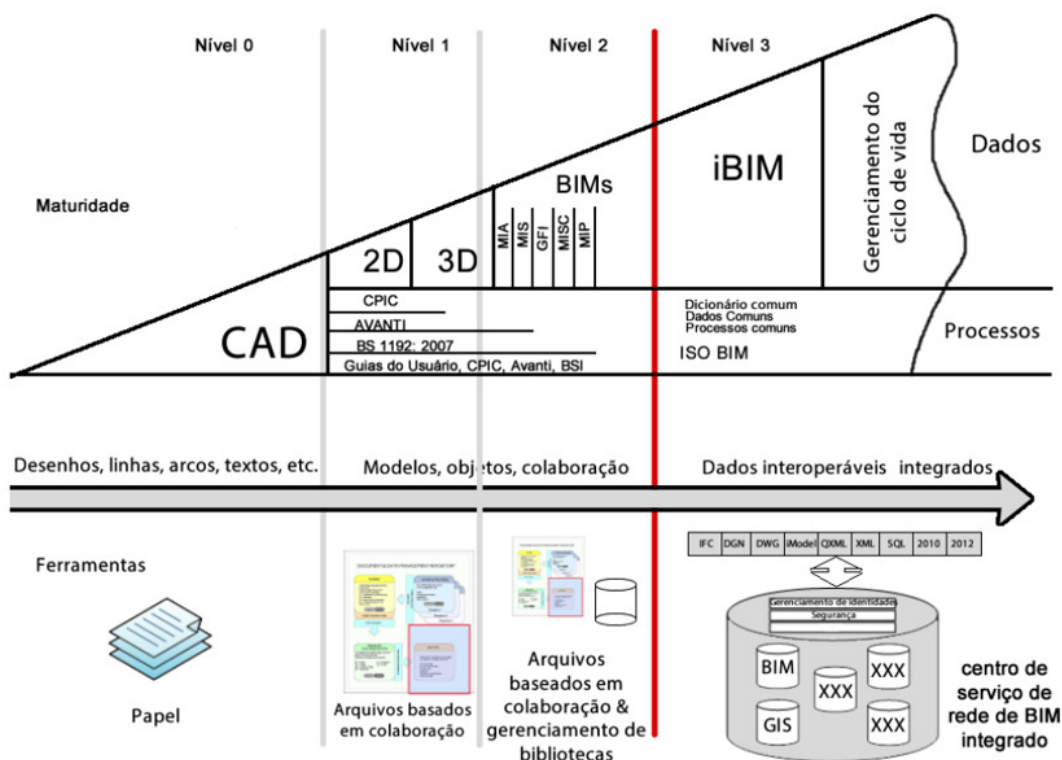
Ao longo do tempo, houve grande evolução no processo de projeto na indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), passando do desenho feito em pranchetas para o desenho digital feito no computador, o *Computer Aided Design* – CAD (Projeto Assistido por Computador). Entretanto, a base continuou principalmente na forma de desenhos, com elementos sem parametrização (COELHO, 2017).

Em 1975, percepções voltadas a BIM começaram a surgir, inicialmente como BDS (*Building Description System* – Sistema de Descrição da Construção), com a publicação do norte-americano Charles M. Eastman (SAEPRO; MENEZES, 2011).

Nos últimos tempos, uma nova mudança vem acontecendo nessa área, onde está ocorrendo a passagem do CAD para o BIM (*Building Information Modeling*), termo divulgado por Nederveen e Tolman em artigo datado de 1992. Porém, apesar de ser principiada em 1992, somente em 2005 essa plataforma começou a ser amplamente divulgada, quando Laiserin e Chuck Eastman conjuntamente a Paul Teichloz (*Stanford CIFE*) organizaram a *First Industry-Academic Conference* em BIM (MENEZES, 2011). Assim, iniciou uma mudança ainda maior que a anterior, ocasionando uma transformação de processo com esse banco de dados integrado.

Conforme Menezes (2011, p. 158), “muitas vezes, entendia-se que implementar o BIM era comprar os programas computacionais e treinar os usuários, mas isso era bem mais complexo”. A Figura 06 representa os níveis de maturidade do BIM.

Figura 06 - Níveis de maturidade do BIM.



Fonte: BIM industry working group, 2011.

Coelho (2017), salienta que a adoção do BIM é alcançada de forma progressiva, sendo possível delinear 04 níveis para a obtenção da implementação do BIM até sua completa funcionalidade, sendo o alicerce de seus conceitos os subsequentes.

O nível 0, ou pré-BIM, pode ser compreendido por não contemplar a metodologia BIM, assim não possuindo colaboração nem interligação entre as disciplinas, envolve a representação CAD 2D sem a utilização de objetos com informações/características.

No nível 1, é introduzida a modelagem 3D baseada em objetos, através de uma ferramenta colaborativa, com automação de detalhes, quantitativos e visualizações 3D, porém está na fase de transição, ou seja, cada disciplina mantém seus próprios dados.

O nível 2, é caracterizado pela troca de informações e colaboração baseadas em modelos, onde o fluxo de dados é compartilhado entre as disciplinas, inclui as variáveis tempo e custo, ou seja, dimensões 4D e 5D, sendo possível o controle e visualização das fases da obra e integrando estimativas de

custo. Neste nível, iniciaram também as simulações e as análises das fases da construção com detecção de interferências entre os projetos.

Por fim, de acordo também com Tobin (2008), no nível 3, o BIM já começava a transformar a estrutura do método tradicional, com integração total entre todos os agentes envolvidos no empreendimento. Nessa fase é feito o uso de uma plataforma unificada (repositório centralizado na nuvem, conhecido como Open BIM) possibilitando integração em rede, ou seja, permite a troca de informações entre os envolvidos de forma interativa em tempo real em um único local compartilhado, proporcionando que as informações estejam sempre atualizadas, o que prove também a globalização dos serviços e interoperabilidade.

Eastman *et al.* (2014) afirmam que BIM é um dos mais promissores desenvolvimentos relacionados a AEC, salientando também que:

Incorpora muitas das funções necessárias para modelar o ciclo de vida de uma edificação, proporcionando a base para novas capacidades da construção e modificações nos papéis e relacionamentos da equipe envolvida no empreendimento. Quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita um processo de projeto e construção mais integrados que resulta em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos.

Com mudanças desse patamar, a difusão e evolução do BIM são crescentes, principalmente em países mais desenvolvidos, como Estados Unidos e Reino Unido, onde sua utilização já ocorre a longo tempo (COELHO, 2017).

No Brasil, a tecnologia da plataforma BIM chegou em meados dos anos 2000, estabelecendo-se inicialmente com maior intensidade no segmento de projetos de arquitetura. Contudo, por ser vantajosa e por contribuir para minimizar os erros, reduzir retrabalho e facilitar diversos aspectos de otimização e qualidade da obra inclusive menos desperdício, essa plataforma vem expandindo no setor, possibilitando assim o desenvolvimento de projetos com modelagem paramétrica e interoperabilidade (FARIAS, 2019).

Diante disso, algumas construtoras já estão exigindo de seus parceiros a utilização do BIM, como também, nessa ampliação da solicitação do mesmo destaca-se o incentivo do governo com a obrigatoriedade de seu uso em obras públicas, imposto com o Decreto Presidencial nº. 9.377 de 17 de maio de 2018

devido à implantação da Estratégia nacional de disseminação do BIM (*Estratégia BIM BR*) (IPOG, 2019).

Segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a expectativa é de que haja um aumento de 10% na produtividade do setor e uma redução de custo que pode chegar a 20%. [...] A iniciativa também pretende aumentar em dez vezes a implantação da plataforma BIM. Com isso, espera-se que 50% do PIB da construção civil utilize a metodologia até 2024 (FARIAS, 2019).

Para isso, a exigência do BIM no Poder Público será realizada de forma escalonada. Segundo Farias (2019) dividindo-se em três etapas:

- Jan/2021: a exigência da plataforma BIM se dará na elaboração de modelos para a arquitetura e engenharia nas disciplinas de estrutura, hidráulica, AVAC e elétrica, na detecção de interferências, na extração de quantitativos e na geração de documentação gráfica;
- Jan/2024: os modelos deverão contemplar algumas etapas que envolvem a obra, como o planejamento da execução, orçamentação e atualização dos modelos e de suas informações como construído (*“as built”*).
- Jan/2028: passará a abranger todo o ciclo de vida da obra ao considerar atividades do pós-obra. Será aplicado, no mínimo, nas construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância.

A figura 07, demonstra que o Brasil está entre os principais países onde as iniciativas BIM são mais evidentes e notáveis. A CBIC (2017) salienta que o BIM em um futuro próximo não será mais opção e, sim, condição para qualquer empresa continuar atuante na indústria da construção civil.

Figura 07 - Principais países onde as iniciativas BIM são mais evidentes e notáveis.



Fonte: CBIC, 2017.

Porém, ainda estamos dando os primeiros passos nessa complexa e radical mudança aplicada por essa metodologia revolucionária. Deste modo, para adoção do BIM em larga escala por vários profissionais e empresas, é inerente o surgimento de diversas barreiras a serem desbravadas durante sua implantação e utilização, necessitando enfoque e pesquisas com relação aos impactos e minimização das dificuldades dessa mudança de paradigma.

2.2.2 Barreiras

Para a adoção e utilização do BIM é necessário que haja receptividade dos utilizadores, os quais precisam entender os benefícios para assegurar sua motivação; qualificação dos profissionais, para gerar e introduzir informações no modelo; padronização do sistema e métodos, e controle da informação introduzida no modelo, a fim de evitar propagação de erros ou omissão/perdas de informação (MONTEIRO e MARTINS, 2011).

Dessa forma, a necessidade do abastecimento irrestrito, contínuo e fidedigno de informação ao modelo BIM se torna um fator importante, que carece de comprometimento de toda a equipe em organizar as informações e nutrir o modelo (MASOTTI, 2014).

Apesar de várias empresas adotarem BIM, grande parte ainda “hesita em apostar em inovação e mudanças de processo, devido especialmente a

necessidade de investimento em *softwares*, estrutura e capacitação da equipe, além da mudança de cultura da empresa” (MASOTTI, 2014).

As barreiras estão relacionadas inclusive a resistência às mudanças por parte das organizações e pessoas envolvidas, por rejeição ao que não possuem domínio, particularidades e aspectos inerentes da tecnologia BIM, como esforço, aprendizado e investimento, sendo complexo calcular e comprovar retorno sobre o investimento, dificuldade de entendimento e compreensão sobre o BIM e seus reais benefícios, questões culturais e peculiaridades do ambiente e do mercado brasileiro, como a presunção de que erros e desperdícios já estão incorporados aos orçamentos e historicamente acabaram sendo relevados pela indústria, trabalho em equipe, o risco de perder funcionários após qualificados, e o fator de que os maiores beneficiados pela adoção BIM são os contratantes (CBIC, 2016).

Outros autores também salientam questões financeiras, como investimentos e pouca compreensão dos custos pelos clientes, falta de pessoal com competências para colaboração e comunicação através das tecnologias, ausência de preparação, especialização dos profissionais e desafio em entender o conceito BIM para sua plena utilização. (DEGASPERI *et al.*, 2016).

O Quadro 01 apresenta uma síntese das principais barreiras à implementação do BIM identificadas na literatura.

Quadro 01 - Principais barreiras difundidas na literatura

Resistência a mudança cultural
Investimento para aquisições tecnológicas
Impasses em encontrar e contratar profissionais experientes
Desafios de aprendizagem e capacitação dos profissionais
Período de adaptação com baixa produtividade
Dificuldades com parcerias/terceiros
Comprometimento dos profissionais envolvidos para nutrir o modelo

Fonte: A autora, 2023.

Dado que as barreiras existentes contribuem com a redução de celeridade na adoção do BIM, e visto as mudanças que essa metodologia proporciona, é necessário transpô-las para atingir os plenos benefícios da metodologia BIM.

2.2.3 Benefícios

Segundo Mello (2012, p. 2), o BIM do ponto de vista tecnológico caracteriza-se pela “criação e uso de informação computacional internamente consistente e coordenada”. Assim, os softwares BIM agem como grandes gerenciadores e organizadores de dados e informações que integram um modelo BIM, o que possibilita a obtenção automatizada, de todas as quantidades de serviços e componentes dos modelos, representando consistência, precisão e agilidade de acesso às informações.

A tecnologia BIM suporta informações confiáveis, de alta qualidade e completamente coordenadas sobre o escopo, quantificação e custo do projeto, tendo como vantagens competitivas: maior velocidade na entrega (economia de tempo); melhor coordenação (menos erros nos desenhos); diminuição de custos (economia de dinheiro); maior produtividade usando um único modelo digital; trabalho com melhor qualidade; novas oportunidades de receita e negócios; mais foco no *design*; redução do retrabalho (JUSTI, 2008).

A visualização 3D permite uma melhor observação do que está sendo projetado, contribuindo para a garantia da consistência e da integridade das soluções projetadas com objetos parametrizados e inteligentes que se adequam a eventuais modificações. Além de oferecer funcionalidades para a detecção automática de interferências geoespaciais entre objetos, que possibilita a resolução de uma das principais fragilidades da construção, os erros de projetos que frequentemente causam retrabalhos e atrasos na execução das obras (CBIC, 2017).

O BIM gera “projetos mais detalhados, na produção de informação de forma mais eficiente e confiável, na redução de erros e conflitos de projeto, e numa otimização geral dos custos e prazos na execução de tarefas”, o que garante redução de erros e maior assertividade ao longo de todo o processo de projeto, onde é possível inclusive a criação e o gerenciamento de projetos de maneira mais rápida, mais econômica e com menor impacto ambiental (MONTEIRO e MARTINS, 2011).

Lino (2019, p. 3) exalta que,

A possibilidade de detecção de erros ainda na fase de concepção e projeto, gera inúmeros benefícios à obra. Minimizar incompatibilidades e conseqüentemente retrabalhos provenientes das mesmas está diretamente ligado à minimização dos custos da execução, e atendimento ao orçamento e cronograma.

O planejamento BIM permite ir além da modelagem da obra a construir, com a possibilidade da modelagem do próprio processo de construção, ou seja, é possível experienciar a execução da obra virtualmente antes da execução no canteiro de obras. Esse recurso permite maior controle sobre as etapas da construção, identificação prévia de conflitos e problemas específicos da fase de construção, que poderão ser avaliados e contornados previamente (CBIC, 2016, 2017).

Por permitir planejar com precisão, alocar recursos, evitar desperdícios e retrabalhos, gera redução de incertezas e riscos, economia e redução de discontinuidades durante a execução, aumento de produtividade e diminuição do tempo de entrega da obra, maior aderência da execução da obra ao orçamento e planejamento, aumentando a qualidade do planejamento, eficácia no atendimento aos prazos e assertividade (CBIC, 2016, 2017).

Modelos BIM possuem elementos parametrizados, dessa forma, é possível a inclusão das características dos elementos vinculadas diretamente a geometria. Informações que possibilitam a extração de quantitativos ser alcançada com maior agilidade e precisão, permitindo calcular com maior eficiência os gastos (LINO, 2019).

De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) (2017, p. 7), é possível observar os seguintes benefícios do BIM:

Maior precisão de projetos (especificação, quantificação e orçamentação); possibilidade de simulação das diversas etapas da construção, permitindo a identificação e eliminação de conflitos antes mesmo da construção e diminuindo retrabalhos e desperdícios (resíduos); disponibilização de simulação de desempenho dos elementos, de sistemas e do próprio ambiente construído; gestão mais eficiente do ciclo de obra; diminuição de prazos e custos; e maior consistência de dados e controle de informações e processos, resultando em maior transparência nas contratações públicas e privadas.

Quadro 02 - Principais benefícios difundidos na literatura.

Comunicação assertiva, com interoperabilidade e integração das equipes
Facilidade de visualização e informação mais completa, com melhor apresentação aos colaboradores, fornecedores e clientes, gerando aumento da competitividade
Quantitativo e planejamento mais precisos, com maior controle e atenuação de desperdícios
Compatibilização de projetos, com mitigação de interferências gerando redução de retrabalho

Fonte: A autora, 2023.

Inclusive, ressalta-se que o BIM é apresentado como um recurso para os problemas de documentação, comunicação, e gestão das informações de projeto, tendo uma boa e adequada resposta em condições de execução desafiadoras, como, edificações mais complexas, logísticas complicadas e ritmos acelerados (CBIC, 2017 e BENAZZI, 2018).

“O benefício chave do modelo BIM deriva da habilidade de partilhar um único modelo digital integrado, consistente, capaz de suportar todos os aspectos no ciclo de vida do projeto da construção” (CRESPO e RUSCHEL, 2007, p. 3).

Diante dos benefícios e eficácia proporcionados pelo BIM, ele se torna necessário para as construções nos diversos locais, inclusive para maior contribuição com o desenvolvimento do país.

2.3 SANTA CATARINA

Entre as unidades federativas do Brasil, Santa Catarina possui 95,4 mil km², sendo o menor estado do sul do país e o segundo estado do Brasil em geração de novos postos de trabalho, em janeiro de 2023 o estado criou 15.727 novas vagas com carteira assinada, atrás apenas de São Paulo com 18.663 novas vagas, ou seja, estando no segundo lugar no *ranking* nacional. O resultado positivo para o mês de janeiro teve grande mérito a indústria catarinense, onde conforme a figura 08, pode destacar-se o setor da construção com 3.583 novas vagas, portanto, os indicadores demonstram a intenção de investir do industrial catarinense (SC.GOV.BR, 2023).

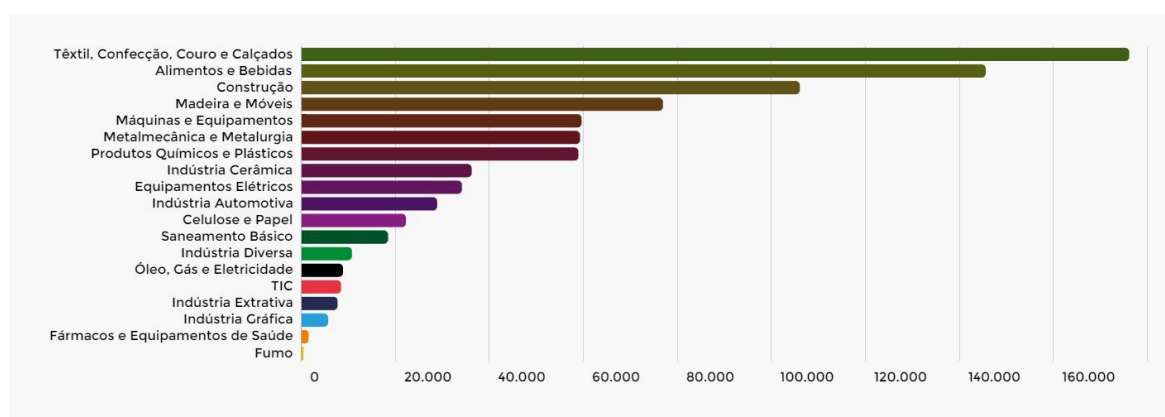
Figura 08 - Desempenho do mercado formal de trabalho catarinense.

Setor	Janeiro de 2023
Indústria	12.955
<i>Indústria geral</i>	9.372
<i>Construção</i>	3.583
Serviços	4.683
Agropecuária	1.490
Comércio	-3.401
Total	15.727

Fonte: MTE e Observatório FIESC, 2023.

Referente ao número total de empregos nos setores catarinenses em 2021, o setor de Construção também é destaque com 105.960 mil empregos, representando 12,25% (FIESC, 2022).

Figura 09 - Número de empregos por setor econômico.



Fonte: MTE e FIESC, 2022.

A metodologia BIM está em constante crescimento, onde foram elaborados vários decretos para utilização e avanço do *Building Information Modelling* no país, como o decreto nº 10.306 de 2020, que estabelece direta ou indiretamente a utilização do BIM na execução de obras e serviços de engenharia efetuadas pelos órgãos e entidades da administração pública federal, no âmbito da estratégia nacional de disseminação do *Building Information Modelling* - Estratégia BIM BR, modificada pelo Decreto nº 9.983, de 2019, processo progressivo e de grande valia (PLANALTO, 2020).

O estado de Santa Catarina se destaca entre os estados à vanguarda em relação à adoção da metodologia BIM, inclusive o governo estadual disponibilizou um caderno de apresentação de projetos em BIM, documento base que contém os procedimentos descritos e normatizados para elaboração de projetos com a metodologia. Além disso, busca continuamente a promoção do BIM, onde é possível observar iniciativas como a Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade (SIE), que a partir 2019 tem se engajado com investimentos para treinamentos e suportes técnicos, e o decreto nº 1.370 de 2021 que institui a estratégia BIM SC, para estruturação e disseminação BIM no setor público, além de iniciativas com produção de conteúdo, eventos, associações e afins (BIBLUS, 2020; SIE, 2021).

Estudos realizados pela ABDI e participantes, sobre o mapeamento de maturidade do BIM no Brasil nos anos de 2020 e 2022, considerados a maior pesquisa de maturidade sobre o uso do BIM pela indústria da construção brasileira, apesar de não definirem métricas ou indicadores nacionais/estaduais para o BIM, apresentam destaque com maior participação nas regiões Sul e Sudeste do país, onde Santa Catarina possuía percentual estadual relativo a participação 5,75% em 2020 ampliando para 9,00% em 2022, ou seja, subindo do quinto para o terceiro estado com maior participação na pesquisa, demonstrando interesse gradativo sobre a metodologia BIM (ABDI *et al.*, 2020 - 2022).

O Estado de Santa Catarina tem 295 municípios, onde Joinville, Lages e a capital Florianópolis destacam-se entre as maiores cidades, assim consequentemente possuem ascendente utilização do BIM, devido a velocidade de modernização e competitividade acelerada (SC.GOV.BR, n.d.).

Florianópolis situa-se no litoral catarinense, com 516.524 habitantes (2021) e 674.844 km² de extensão territorial (2022), e PIB per capita de R\$ 41.885,53 (2020), destaca-se nos setores de tecnologia, turismo, serviços e construção civil (IBGE, 2023).

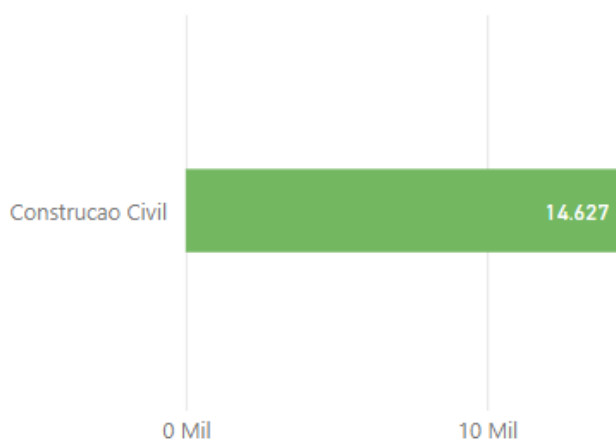
Com 604.708 habitantes (2021), Joinville é maior cidade em população e polo industrial catarinense, localizado no norte do estado com extensão territorial de 1.127.947 km² (2021), possui PIB per capita R\$ 60.890,86 (2020) (IBGE, 2023).

Localizado na Serra Catarinense, Lages é o maior município em extensão territorial do Estado, com área de 2.637.660 km² (2021), possuindo 157.158 habitantes (2021) e PIB per capita R\$37.369,21 (2020) (IBGE, 2023).

No cenário empresarial, esses municípios destacam-se também pela forte presença de empresas e outras organizações atuantes, estando entre os 13 que possuem mais unidades, tendo assim importante participação dos serviços para a geração de empregos (IBGE, 2020).

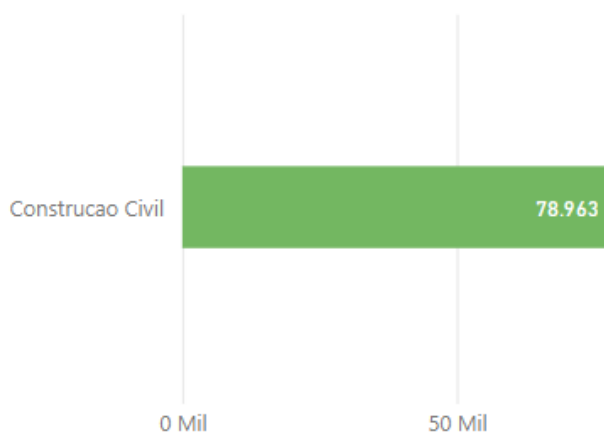
Ressalta-se também, que esses municípios em conjunto representam cerca de 18,52% do número de empresas no setor da construção civil de Santa Catarina. A figura 10 demonstra o número de empresas atuantes na construção civil nos municípios de Florianópolis, Joinville e Lages, e a figura 11 demonstra o número de empresas atuantes na construção civil no estado de Santa Catarina.

Figura 10 - Nº de empresas construção civil Florianópolis, Joinville e Lages.



Fonte: SEBRAE, Receita federal do Brasil (RFB), 2020.

Figura 11 - Nº de empresas construção civil SC.



Fonte: SEBRAE, Receita federal do Brasil (RFB), 2020.

Diante do apresentado no referencial teórico, observa-se que o setor da construção civil é de grande influência para a economia federal e municipal, com métricas em ascendência, bem como os municípios de Florianópolis, Joinville e Lages expressivos para setor da construção civil de Santa Catarina.

Nota-se também, busca pelo aprimoramento e evolução do setor da construção civil, sendo instituídos constantemente pelo governo federal e municipal, decretos e diretrizes para a promoção do *Building Information Modeling* (BIM), atual metodologia para impulsionar transformação e evolução do setor, que proporciona diversos benefícios, contudo, enfrenta barreiras para sua aplicabilidade, os quadros 01 e 02 páginas 27 e 30 respectivamente, demonstram os principais benefícios e barreiras da metodologia BIM difundidos na literatura.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Realiza-se a presente pesquisa, no intuito de contribuir para o avanço do desenvolvimento da ciência relativo a um tema atual e benéfico para construção civil, onde nesta etapa, pretende-se apresentar os processos e métodos utilizados para a realização da pesquisa, sendo essa embasada na literatura com alcance dos resultados mediante levantamento de dados de campo por meio do desenvolvimento e aplicação de um questionário.

Este estudo traz uma abordagem quali-quantitativa. No âmbito qualitativo a pesquisa de caracteriza pela interpretação de informações e expressão de opiniões, analisando criticamente os dados obtidos com intuito de aquisição e disseminação de conhecimentos referentes ao BIM para construção civil na interface de execução de obras em empresas de Santa Catarina. No âmbito quantitativo este trabalho envolve a relação numérica na forma de valores percentuais para avaliação dos dados coletados.

Classifica-se como pesquisa científica descritiva, pois visa buscar as características e correlações envolvendo BIM. Gil (2002, p. 42), enfatiza que “entre as pesquisas descritivas, salientam-se aquelas que têm por objetivo estudar as características de um grupo” e, também, “visam descobrir a existência de associações entre variáveis”.

Quanto aos procedimentos técnicos compreendeu inicialmente pesquisa bibliográfica e documental, desenvolvendo-se a partir de contribuições já estabelecidas, por bases de publicações científicas como portal de periódicos da CAPES, EBSCO, *google* acadêmico e demais bases de dados confiáveis, apresentando informações pertinentes com finalidade de compreensão e avaliação do tema, diminuindo assim a subjetividade do autor para validação dos resultados.

A partir da observância, análise e interpretação da literatura, foram identificadas primordialmente as barreiras para aplicabilidade do BIM na fase de implantação desta metodologia, bem como verificou-se possíveis resistências e foram evidenciados benefícios e impacto do modelo BIM. Posteriormente, foi avaliada a interação das informações adquiridas no levantamento literário com a

real situação e vivências das empresas, procedimento este, realizado por meio de levantamento com auxílio de instrumento avaliativo (questionário).

3.1 LEVANTAMENTO POR MEIO DE QUESTIONÁRIO

A fase de levantamento de dados iniciou-se com a elaboração de um questionário elencado com base no referencial teórico considerando os objetivos da pesquisa, englobando questões objetivas com alternativas de respostas e questões subjetivas com possibilidade de elaboração das respostas, onde os participantes puderam assinalar a opção correspondente a caracterização da empresa ou quando oportuno, responder de forma a expressar opiniões.

Portanto, para alcançar os objetivos da pesquisa, o questionário conteve estrutura semi-aberta, com questões formuladas tomando como base a elaboração de um perfil/caracterização da empresa, forma de atuação com BIM e as posições pessoais (vivências, opiniões e experiências) dos participantes com essa metodologia, contendo variáveis quantitativas e qualitativas, utilizando perguntas de múltipla-escolha, caixas de seleção, grades e parágrafos.

A pesquisa foi realizada com diretores, gerentes, supervisores ou responsáveis técnicos de empresas que utilizam a tecnologia BIM e trabalham com execução de obras de construção civil no estado de Santa Catarina, com intuito de obter a percepção de profissionais com vivência e conhecimentos da utilização do modelo BIM e assegurando o nível comparativo entre as empresas com retornos de mesma propensão intelectual para a pesquisa.

Os municípios participantes foram Joinville, Florianópolis e Lages, visto que as empresas de ambas cidades foram receptivas a pesquisa e têm importante contribuição e difusão no estado Santa Catarina, segundo a Secretaria do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDE (2022), estão entre os 12 municípios que respondem por 50% da economia estadual.

A validação do questionário se deu por meio de análise crítica preliminar e opiniões realizada por efetivos usuários da metodologia BIM, onde foi observada a necessidade da realização de alguns ajustes e assim efetuada a depuração da quantidade de questões para 20. Foram realizadas alterações em algumas perguntas de forma a adequar os termos utilizados e, com isso, reduzir

a complexidade das questões para melhorar a compreensão e a assertividade nas respostas obtidas.

Após a submissão do questionário à Plataforma Brasil para aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (Parecer nº 52072521.1.0000.5366), o questionário contendo 20 questões foi aplicado a 29 empresas de forma *online* por meio da ferramenta *googleforms*, onde obteve-se 18 respostas de pequenas e médias empresas (PMEs), gerando um índice de retorno de aproximadamente 62%, o que demonstra interesse das empresas a respeito do assunto.

3.2 ANÁLISE DOS DADOS

Para alcance dos resultados, os dados coletados via aplicação do questionário foram analisados em três etapas conforme as bases do instrumento de coleta.

- I. A primeira etapa é referente a caracterização das empresas, que permitiu traçar um perfil das empresas participantes;
- II. A segunda etapa trata da forma de atuação das empresas pesquisadas com o BIM, o que permitiu avaliar o grau de utilização da metodologia;
- III. A terceira etapa faz referência as posições e visões pessoais dos participantes sobre a metodologia BIM.

Estas etapas tiveram suas análises embasadas no levantamento da literatura compilado com o levantamento por meio do questionário, analisadas criticamente e estatisticamente, onde os dados foram apresentados de forma quantitativa em gráficos e qualitativa por meio de descrição, notando a totalidade das etapas e informações obtidas, apresentando resultados de acordo com os objetivos traçados.

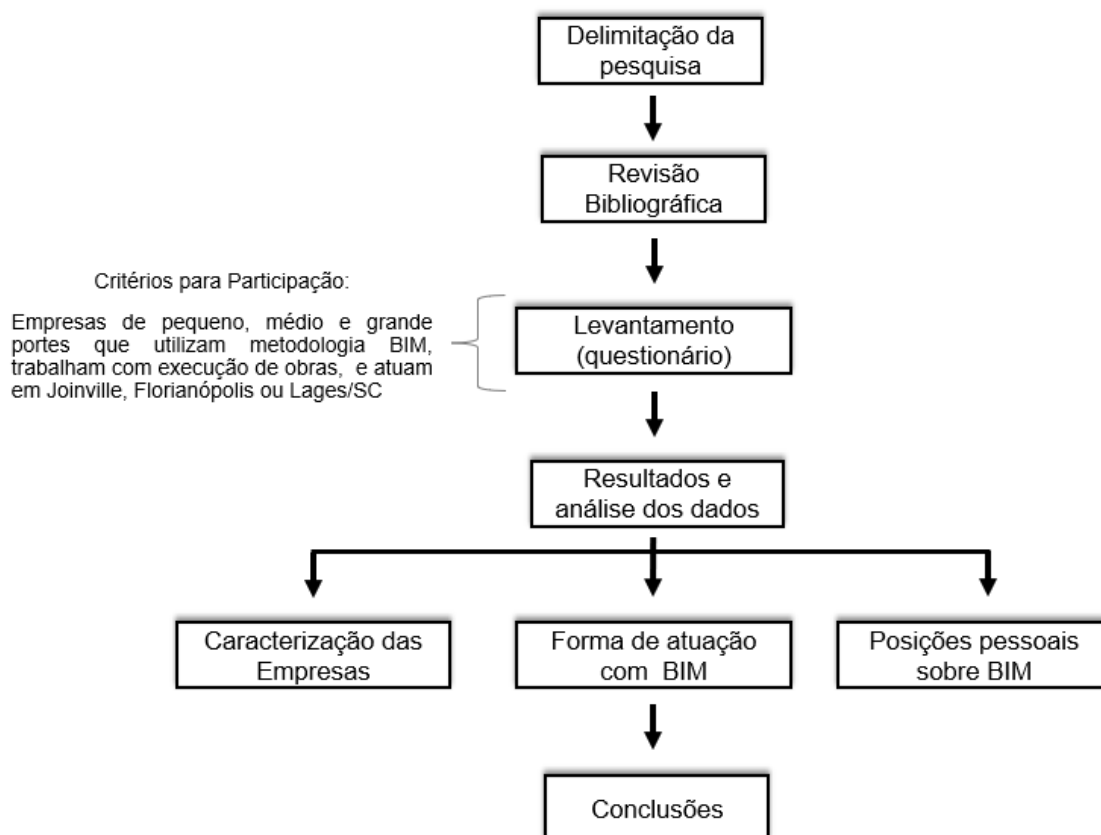
3.3 FLUXO METODOLÓGICO

A figura 12 demonstra o fluxo metodológico seguido para o desenvolvimento da pesquisa, delimitada visando a grande progressão e mudanças de paradigmas que a metodologia BIM oferece para construção civil, motivada pela necessidade de evolução e atendimento às demandas do

mercado, mas que ainda carece de estudos sobre as barreiras enfrentadas para sua aplicabilidade para ampliar a celeridade da expansão de sua utilização.

Inicialmente, foi realizada uma revisão da literatura para a construção de um referencial teórico e norteamento da elaboração de um questionário, o qual após aprovação do comitê de ética em pesquisa (CEP), teve aplicação em empresas de pequeno, médio e grande portes que trabalham com execução de obras utilizando metodologia BIM atuando nos municípios de Joinville, Florianópolis ou Lages/SC, foram feitas realizadas as análises e obtidos os resultados a partir de três etapas embasadas no levantamento em concordância com a literatura, possibilitando o alcance dos objetivos para devida conclusão da pesquisa.

Figura 12 - Fluxograma do processo metodológico.



Fonte: A autora, 2023.

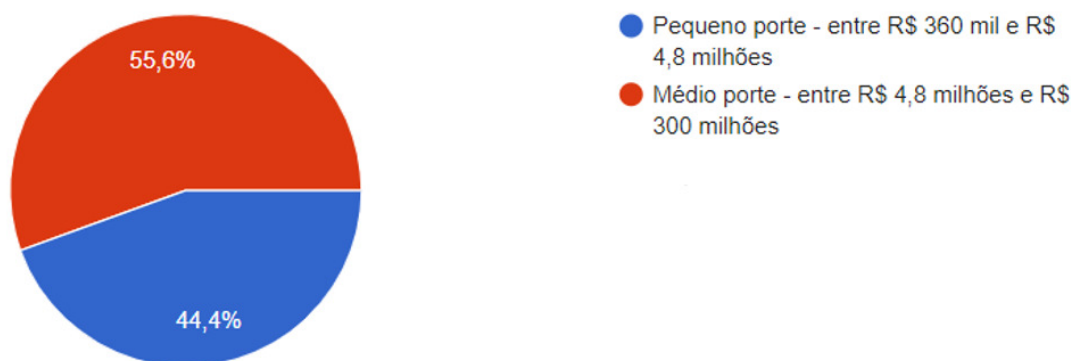
4. RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos resultados referente às perguntas dispostas no Apêndice A – Questionário aplicado, se apresenta em concordância com a metodologia, subdividindo-se em três etapas, caracterização das empresas, forma de atuação com BIM e posições pessoais sobre BIM.

4.1. CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS

As figuras de 13 a 17 apresentam os resultados dos itens do questionário que determinam a caracterização das empresas participantes. Este conjunto de itens permitiu a partir dos dados levantados traçar um perfil das empresas participantes. A figura 13 representa o porte das empresas.

Figura 13 - Resultado da questão 01 sobre o porte que a empresa se enquadra de acordo com sua Receita Operacional Bruta.



Fonte: A autora, 2023.

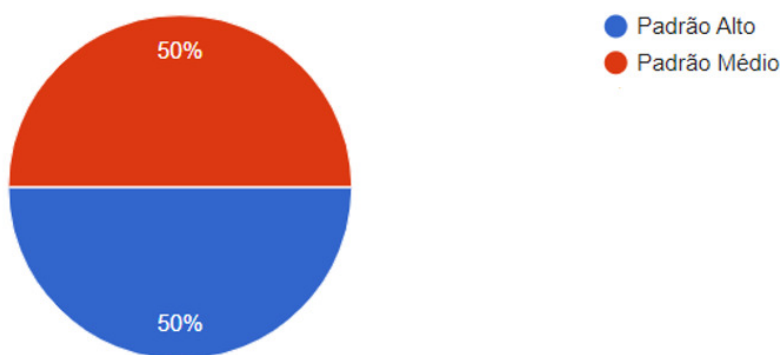
É possível observar a predominância na pesquisa de empresas de médio porte com 55,6%, seguida por pequeno porte 44,4% totalizando 100%, portanto, as empresas de grande porte não atingiram participação. Segundo relatos das grandes empresas abordadas que declinaram da participação da pesquisa, isso se deve por estarem em estágios mais avançados de uso da metodologia BIM e terem seu próprio procedimento de utilização.

Fato este, que contribuiu com maior validade da pesquisa, gerando dados mais significantes reduzindo a amplitude de porte, sendo ainda as PMEs “uma

importante força motriz na economia brasileira, e estão inseridas em um cenário atual que sofre impactos e passa por diversas transformações, mas que também significam oportunidades” (GLOBO, 2022), inclusive relativos as barreiras enfrentadas pelas PMEs que “possuem peculiaridades que costumam limitar seu desempenho, como: poucos recursos financeiros, humanos e tecnológicos” (SÁ E SILVA, 2022).

Segundo Sá e Silva (2022), há diversidade entre o nível de implementação do BIM, sobretudo nos casos de empresas com portes menores da construção civil. A figura 14 demonstra o padrão de edificação executada com maior frequência.

Figura 14 - Resultado da questão 02 sobre o padrão de edificação executada com maior frequência pela empresa.

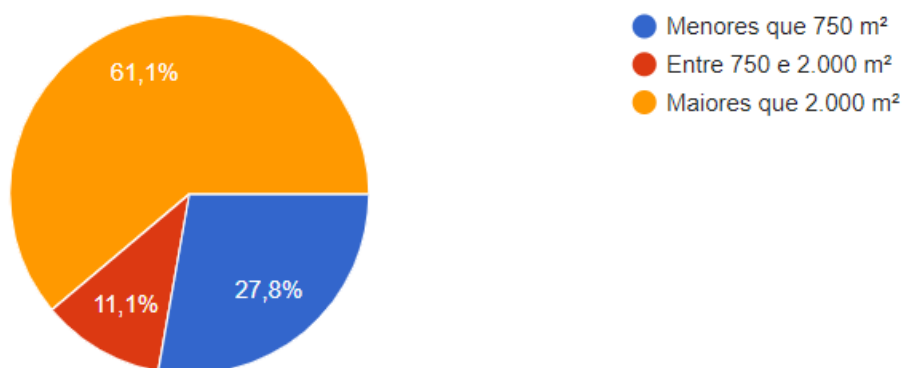


Fonte: A autora, 2023.

Verifica-se ausência de baixo padrão de construção, tendo equilíbrio percentual entre alto e médio padrões, ambos correspondendo a 50%, este resultado demonstra que as empresas participantes, as quais utilizam a metodologia BIM, buscam realizar obras de padrão superior, visto inclusive os custos da metodologia para sua implementação e benefícios para os consumidores. “Cada organização possui seus próprios métodos e características, porém visa atender a padrões de qualidade cada dia mais elevados, além de consumidores mais críticos” (SAWAMURA e SCARIOT, 2020, p. 2). Dessa forma, ressalta-se a importância da adoção da metodologia BIM, que corrobora para aprimorar a qualidade das obras de construção civil. A figura

15 expressa os resultados sobre a área das edificações executadas com maior frequência.

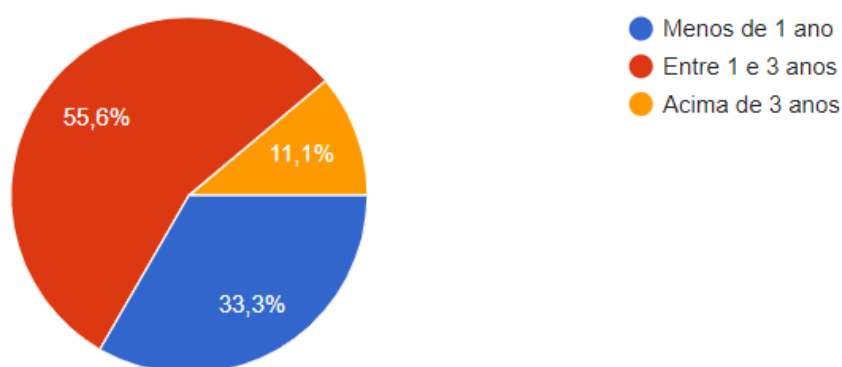
Figura 15 - Resultado da questão 03 sobre a área das edificações executadas com maior frequência pela empresa.



Fonte: A autora, 2023.

Com 61,1%, prevalecem as edificações executadas acima de 2.000 m², que geralmente compreendem maior complexidade, acarretando em ampla vantagem na utilização da metodologia BIM, visto que são mais evidentes em empreendimentos de maior porte e complexidade (SILVA, 2017). A figura 16 exhibe o tempo de atuação da empresa com utilização do BIM.

Figura 16 - Resultado da questão 04 sobre o tempo de atuação da empresa com processos de modelagem BIM.

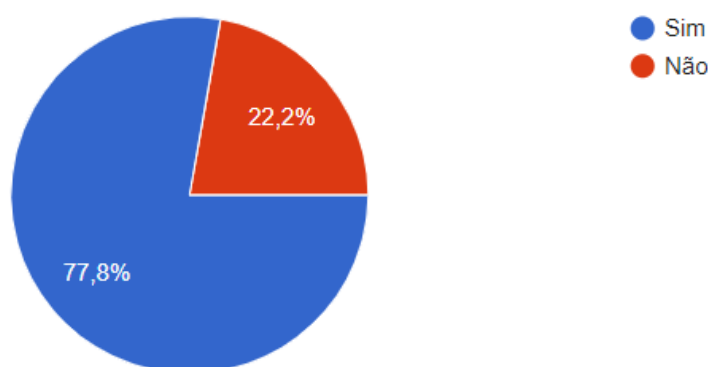


Fonte: A autora, 2023.

Observa-se que das empresas participantes 33,3% atuam com BIM há menos de 1 ano, 55,6% entre 1 e 3 anos, e apenas 11,1% acima de 3 anos, inclusive segundo a ABDI *et. al* (2022), 70% das empresas participantes da pesquisa de mapeamento de maturidade do BIM no Brasil se veem trabalhando

com essa metodologia nos próximos anos. Assim, pode-se sugerir que a metodologia BIM está em ascensão em Santa Catarina e no Brasil, sendo um dos desenvolvimentos recentes mais promissores na indústria AEC. “Além disso, pode-se notar que os obstáculos e desafios à implementação do BIM é um assunto preocupante que recentemente vem sendo motivação de estudos” (LANDIM, 2020, p. 44), desta forma torna-se importante explicar suas barreiras e notável o interesse pela ascensão da metodologia BIM. A figura 17 aponta se existe forma padronizada para coleta de dados e informações junto ao contratante.

Figura 17 - Resultado da questão 05 se a empresa possui uma forma padronizada para coleta de dados e informações junto ao contratante de modo a deixar claro os seus requisitos (preço, cronograma físico-financeiro, padrões de qualidade, sustentabilidade, etc.) e, com isso, atendê-lo na sua plenitude.



Fonte: A autora, 2023.

Nota-se que 77,8% das empresas possuem padronização na coleta de dados e informações junto ao contratante, sendo de grande importância para melhor aproveitamento dos benefícios proporcionados pela ferramenta BIM e satisfação do contratante, sendo que cada cliente necessita de adaptações em seus projetos, conforme suas peculiaridades.

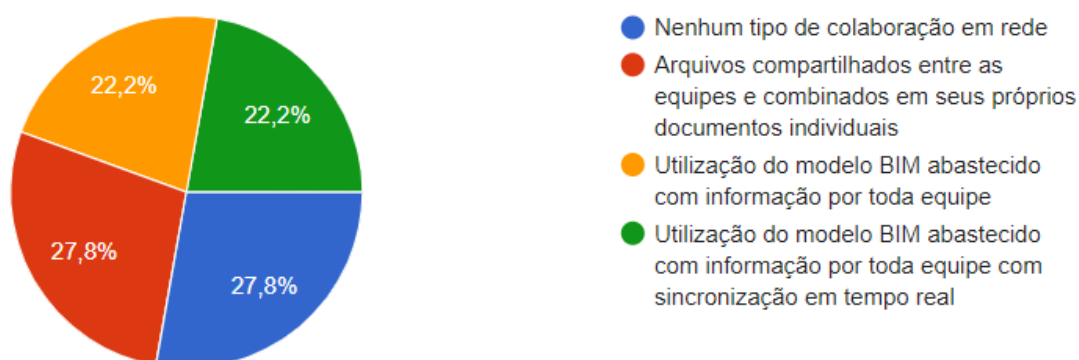
Manenti (2018), apresenta em seu estudo colocações sobre a importância de o cliente ter consciência do que está contratando, para alcance de melhores resultados, evitando inclusive dificuldades com diferentes expectativas.

Diante as respostas desta etapa, se torna possível realizar a caracterização das empresas participantes, onde constatou-se que apesar de terem critérios elevados para execução de construções, possuem pouco tempo de utilização da metodologia BIM.

4.2. FORMA DE ATUAÇÃO COM BIM

As figuras de 18 a 23 retratam os resultados referentes a forma de atuação das empresas participantes com a metodologia BIM, que permitiu, a partir dos dados levantados por meio da aplicação do questionário, avaliar o grau de utilização da metodologia dessas empresas. A figura 18 dispõe sobre a interação do BIM entre as equipes.

Figura 18 - Resultado da questão 06 sobre a interação do modelo BIM entre as equipes.



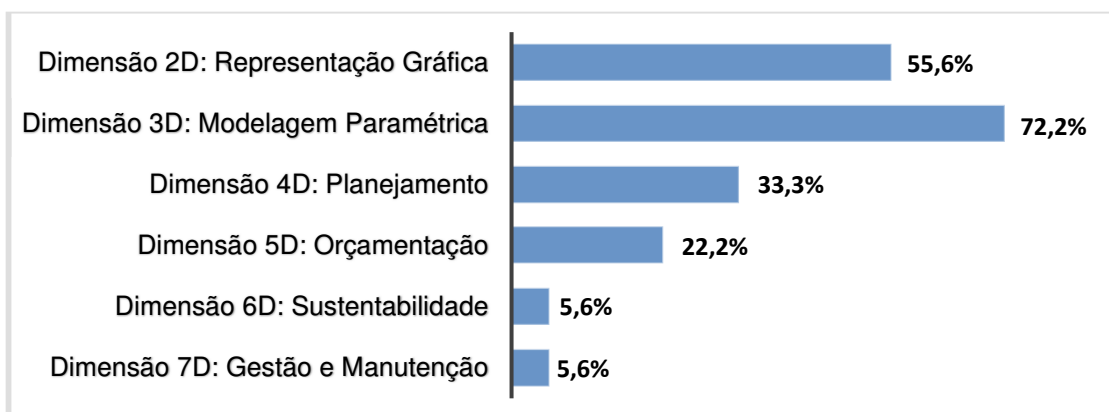
Fonte: A autora, 2023.

Não se percebe nível de colaboração predominante, visto que os percentuais apresentados estão equilibrados, contudo, é possível observar que a interação entre as equipes ainda se encontra em fase inicial, onde apenas 22,2% utilizam a plenitude de interação do modelo BIM.

Para absorção plena dos benefícios do BIM, sem perdas, é essencial garantir a interoperabilidade para compartilhamento de dados em um empreendimento em tempo real.

A interoperabilidade representa a necessidade de troca de informações e dados entre os programas, permitindo que haja interação de maneira eficaz e eficiente entre eles. Atributo importante, pois é necessária a utilização de vários programas para executar todas as funções que o conceito do BIM propõe. (BATISTA, 2010). A figura 19 apresenta as dimensões utilizadas nos projetos BIM.

Figura 19 - Resultado da questão 07 sobre as dimensões do BIM utilizadas nos projetos.

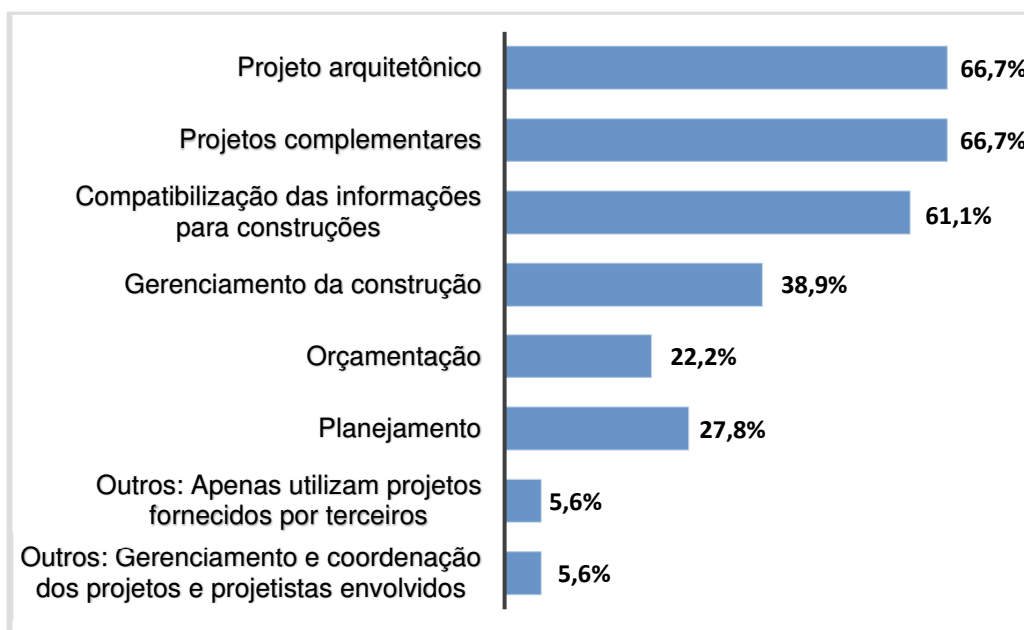


Fonte: A autora, 2023.

É possível observar maior utilização até a quinta dimensão entre 72,2% e 22,2%, com destaque para modelagem paramétrica que representa 72,2%, tendo a sexta e sétima dimensões apenas 5,6% de utilização cada, perante a possibilidade de obtenção de um total de 100% para cada item da figura.

O modelo BIM possui várias dimensões que “carregam informações definidas em cada etapa ou processo do projeto/execução da obra, ou seja, possui “n” camadas de informações”, porém, as demais após a sétima dimensão são menos difundidas na literatura e conseqüentemente, menos utilizadas. (STEINER, 2016, p. 33). A figura 20 aponta sobre os serviços BIM que as empresas realizam.

Figura 20 - Resultado da questão 08 sobre os serviços BIM que as empresas realizam.

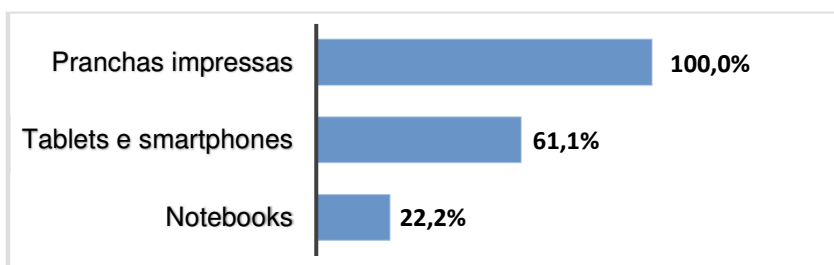


Fonte: A autora, 2023.

Dentre as empresas participantes é possível observar que 66,7% realizam os projetos arquitetônicos e complementares, como execução da obra era critério para participação, afirma-se que a maioria das empresas participantes possuem fluxo interno para o desenvolvimento de projetos.

Porém, “é muito comum empresas de vários setores terceirizarem serviços para diminuir os gastos e facilitar o processo. Essa atitude está muito presente no setor da Construção Civil” (STEINER, 2016). A figura 21 apresenta a forma de visualização e acompanhamento das plantas e detalhamentos dos projetos no canteiro de obras.

Figura 21 - Resultado da questão 09 sobre o meio em que se dá a visualização e o acompanhamento das plantas e detalhamentos dos projetos no canteiro de obras.

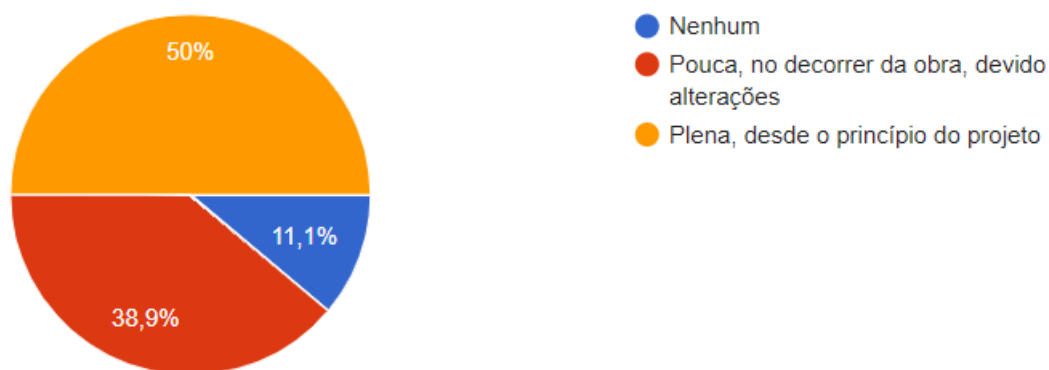


Fonte: A autora, 2023.

É possível observar que as pranchas impressas são predominantes no canteiro de obra com 100% de utilização, porém é notável a inclusão de meios tecnológicos auxiliando na visualização e interação entre as equipes.

Meios tecnológicos, auxiliam as equipes de obra no processo de entendimento do projeto, além de possibilitarem que novas informações ou alterações possam ser carregadas e abastecidas por toda equipe em tempo real através de modelos sincronizados pela internet (MASOTTI, 2014). A figura 22 exhibe o envolvimento e a cooperação das equipes construtivas no desenvolvimento dos projetos.

Figura 22 - Resultado da questão 10 sobre o envolvimento e a cooperação das equipes construtivas no desenvolvimento dos projetos.



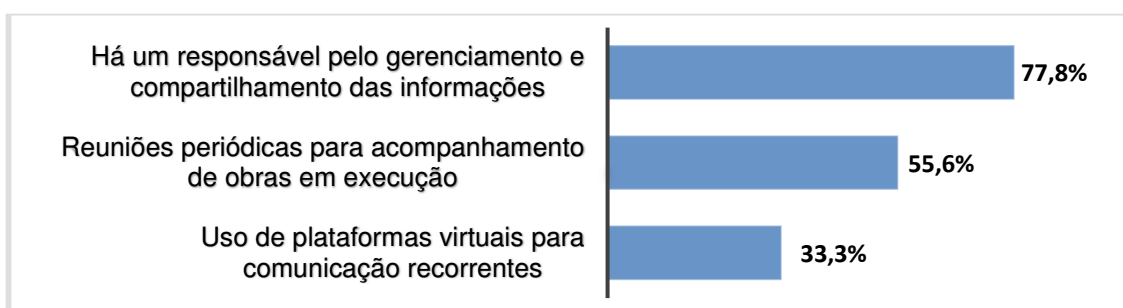
Fonte: A autora, 2023.

Verifica-se equilíbrio percentual entre as empresas participantes, onde 50% possuem total envolvimento e cooperação entre as equipes construtivas, e 11,1%, 38,9% respectivamente, possuem nenhuma ou pouca interação apenas devido a alterações no decorrer da obra, ou seja, não interagem desde o início do projeto.

A obra necessitará ser “concebida através da participação multidisciplinar integrada, onde todos tenham a compreensão global do modelo, viabilizando a transferência contínua de conhecimento entre os diversos participantes” (CHECCUCCI *et al.*, 2011, p. 2).

Portanto, a metodologia BIM promove a colaboração e interação entre os envolvidos no ciclo de vida da edificação, dessa forma para atuação em seu último nível de desenvolvimento (nível 3) um dos parâmetros necessários é a interação entre as equipes nas fases do processo. A figura 23 refere-se à comunicação e controle da empresa com o canteiro de obras.

Figura 23 - Resultado da questão 11 sobre a comunicação e controle da empresa com o canteiro de obras.



Fonte: A autora, 2023.

De forma majoritária, 77,8% das empresas participantes possuem pelo menos um funcionário responsável pelo gerenciamento e compartilhamento das informações, porém, nota-se também de maneira positiva, que há interação entre as formas de comunicação e controle (funcionário responsável, reuniões periódicas e plataformas virtuais).

O BIM impõe o desenvolvimento de novas formas de cooperar, criar e compartilhar o conhecimento. Onde, a tecnologia sozinha não é capaz de resolver problemas da gestão da informação durante o ciclo de vida da edificação. Assim, faz-se essencial a comunicação e controle constantes, avaliando e atualizando os processos envolvidos (CHECCUCCI *et al.*, 2011).

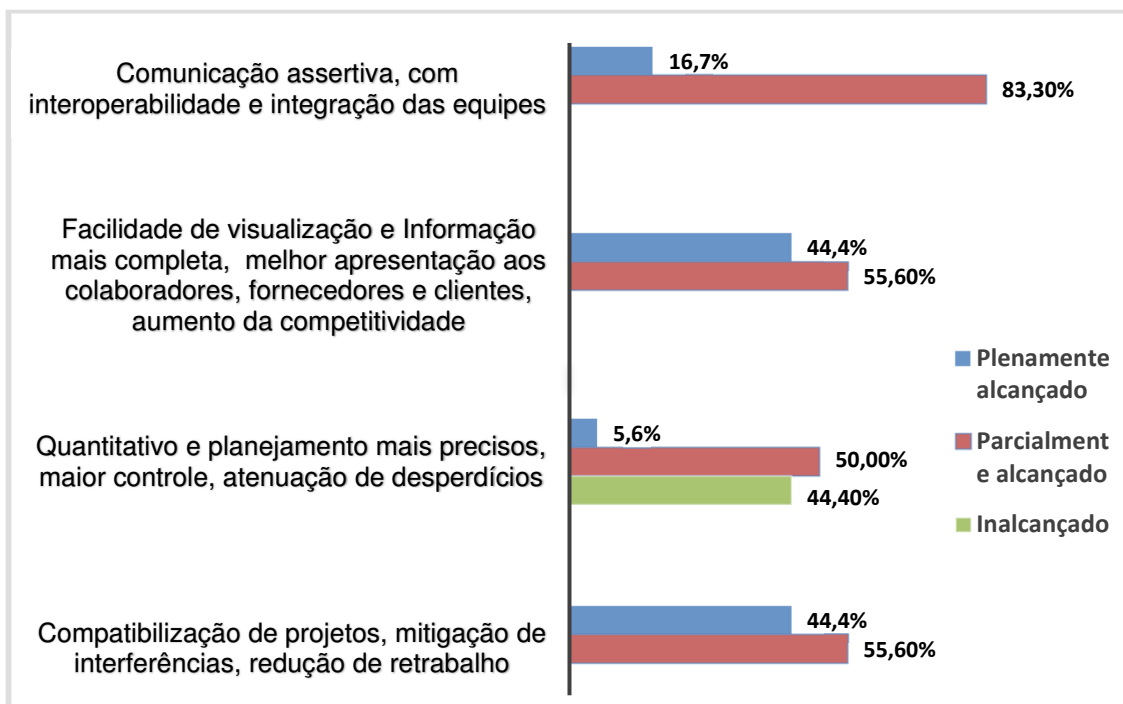
Diante das respostas desta etapa relativa à forma de atuação com BIM, é possível sugerir que as empresas estão em ascensão quanto ao aprimoramento e assertividade perante a metodologia BIM, porém, ainda é necessário percorrer um longo caminho, visto a grande maioria das empresas ainda estão com grau de maturidade somente até nível 2.

4.3. POSIÇÕES PESSOAIS DOS PARTICIPANTES SOBRE BIM

Os resultados dos quadros de 03 a 05 e figuras de 24 a 29 fazem referência as posições e visões pessoais dos participantes sobre a metodologia BIM, que a partir dos dados levantados por meio de questionário, combinados com a literatura e as etapas de análise anteriores permitiu, concluir o alcance dos objetivos da pesquisa.

A figura 24 apresenta a classificação dos benefícios do BIM em sua plena utilização, para a execução de construções conforme o grau alcançado na empresa.

Figura 24 - Resultado da questão 12 sobre a classificação (conforme o grau alcançado na empresa) dos benefícios para execução de construções que o BIM tem potencial de oferecer a partir da sua plena utilização.



Fonte: A autora, 2023.

Analisando as respostas, constata-se que os benefícios com maior facilidade para alcance ambos correspondentes a 44,4% cada são referentes a compatibilização de projetos, mitigação de interferências, redução de retrabalho; e facilidade de visualização e informação mais completa, melhor apresentação aos colaboradores, fornecedores e clientes, aumento de competitividade. Tendo maior dificuldade no alcance o benefício quantitativo e planejamento mais precisos, maior controle e atenuação de desperdícios, com apenas 5,6% alcançado, 50% parcialmente alcançado e sendo o único a ter percentual inalcançado, este com 44,4%.

Observa-se que este resultado está correlacionado com as questões anteriores, os serviços que a empresa realiza, as quais obtiveram os menores percentuais dentre as opções disponibilizadas, e as dimensões utilizadas tendo grande redução após a terceira dimensão.

Visto os percentuais parcialmente alcançados relativo a 50% em conjunto com o baixo percentual alcançado de 5,6% pressupõe-se uma provável maior dificuldade na obtenção de resultados, pressupondo inclusive terceirização ou

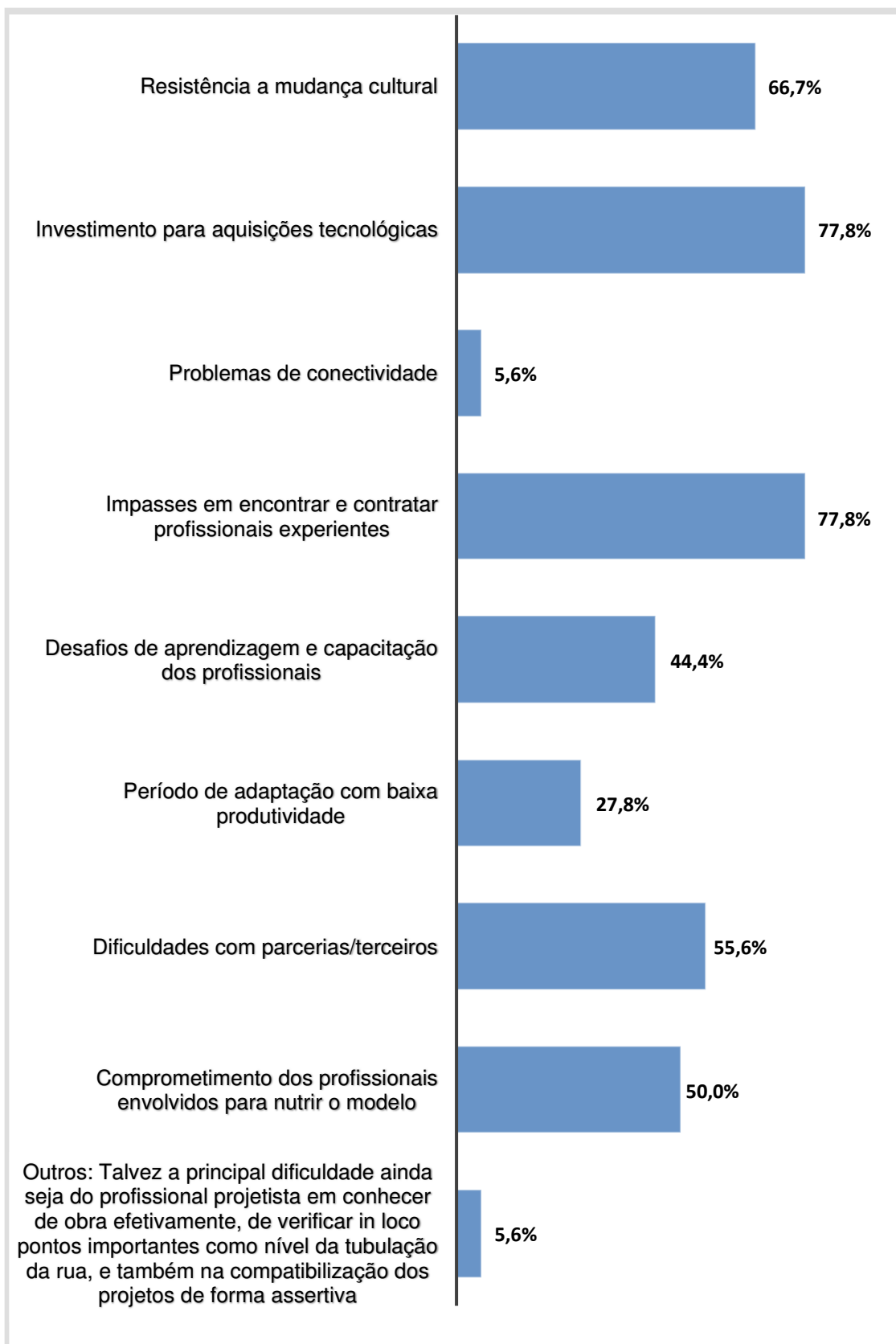
elaboração em somente algumas execuções de obras, devido ao percentual inalcançado de 44,4%.

A não obtenção de índices mais elevados dentre as empresas participantes, relaciona-se também as questões anteriores, inclusive envolvimento e cooperação das equipes construtivas no desenvolvimento dos projetos, que demonstrou que metade das empresas participantes não integram as equipes construtivas no desenvolvimento do projeto, estando dessa forma mais suscetível a redução de comunicação assertiva, informações menos completas, não atenuação de desperdício e retrabalho, entre outros.

Observa-se que todos os benefícios são passíveis de alcance, porém, são relativos ao grau de maturidade da empresa com BIM e utilização da plenitude dessa metodologia dentre o ciclo de vida da construção.

Correlaciona-se essa questão com a caracterização das empresas participantes, que apesar de terem critérios elevados para execução de construções, possuem pouco tempo de utilização da metodologia BIM e, ainda é possível observar na forma de atuação das empresas com a metodologia BIM, que a grande maioria das empresas ainda estão com grau de maturidade somente até nível 2, ou seja, o grau de maturidade e não utilização da metodologia BIM em todo ciclo de vida da edificação, não possibilitam a plenitude do alcance de seus resultados. A figura 25 simboliza as barreiras enfrentadas para execução de construções no período de implantação do BIM.

Figura 25 - Resultado da questão 13 sobre os desafios enfrentados para execução de construções no período de implantação do BIM.



Fonte: A autora, 2023.

As principais barreiras para implantação do BIM ambas com 77,8% são referentes a investimentos para aquisições tecnológicas e impasses em encontrar e contratar profissionais experientes, seguidos com 66,7% referente a resistência a mudança cultural. Essas são as barreiras difundidas com maiores frequências na literatura.

Conforme pesquisa nacional da ABDI e parcerias (2020), a maioria dos participantes apontam barreiras financeiras, quanto aos *softwares* e equipamentos necessários como principal barreira para a não adoção da metodologia BIM.

Salienta-se também, relativo à opinião de uma empresa para execução de obras, evidência de dificuldade pouco difundida na literatura, referente ao conhecimento prático do projetista. A figura 26 apresenta os desafios que persistem na execução de construções com BIM.

Figura 26 - Resultado da questão 14 sobre os desafios que persistem na execução de construções com a metodologia BIM.



Fonte: A autora, 2023.

Nota-se que as principais barreiras a persistirem na execução de construções com a metodologia BIM são referentes a investimentos para aquisições tecnológicas e dificuldades com parcerias/terceiros, ambas com 50% cada. Mesmo após a implantação, investimento para aquisições tecnológicas permanece entre as maiores barreiras relatadas, porém, reduzindo o percentual para 50%, juntamente com dificuldades com parcerias/terceiros de igual percentual, que obteve a menor redução em relação as dificuldades de implantação.

Observa-se também que houve diferenciações das posições com maiores percentuais em relação as dificuldades na implantação referentes a figura anterior, verifica-se assim, que a resistência a mudança cultural com terceiro maior percentual para implantação 66,7% passou a ocupar a sexta posição com 27,8% com o decorrer da utilização do BIM, isso devido a evolução do conhecimento e utilização da metodologia BIM.

A redução pode estar relacionada a maior dificuldade de rejeição de algo que estamos habituados, e a maioria das pessoas tem dificuldades com as mudanças, e alguns de fato, não querem mudar (CBIC, 2016).

Impasses em encontrar e contratar profissionais experientes também teve grande redução de 77,8% para 38,9%, devido a necessidade de contratação ser maior no período de implantação, visto que funcionários com experiência podem contribuir para norteamento e menores conhecimentos sobre a ferramenta e resistência cultural dos funcionários já atuantes na empresa, também houve grande redução nas dificuldades de comprometimento dos profissionais envolvidos para nutrir o modelo de 50% para 22,2%.

Entretanto, algumas barreiras tiveram elevação no percentual, sendo elas período de adaptação com baixa produtividade de 27,8% para 38,9% e problemas de conectividade de 5,6% para 11,1%, como as empresas buscam evoluir precisam estar em constante aprendizado necessitando se adaptar constantemente e necessitando cada vez mais de conectividade. O quadro 03 é relativo com a vivência das empresas e se identificam outros benefícios ou barreiras para execução de construções.

Quadro 03 - Resultado da questão 15 descritiva, se foram identificados outros benefícios ou barreiras para execução de construções.

O BIM interativo entre diferentes fornecedores de projetos do mesmo empreendimento, facilita muito a modificação constante dos mesmos, geralmente impactando negativamente nos outros colaboradores que precisam refazer as novas interferências.
A maior dificuldade está em alinhar informações com todos os projetistas envolvidos no processo.
Investimento inicial devido à dificuldade de entendimento do valor gerado pela implantação.
Cultura.
Assertividade em melhoria continua.
Dificuldade de alguns clientes perceberem o valor agregado em investir até 30% a mais em projetos BIM e gerenciamento do que a metodologia convencional.
Solucionar todos os problemas de compatibilização já na fase de projeto e não na obra, isso muda o dia a dia do canteiro de obras. Engenheiro e mestre de obras podem focar em reduzir custo e melhorar a qualidade ao invés de só apagar incêndio de projeto mal compatibilizado.
A principal barreira é achar que o software é a solução do problema, quando na verdade a capacitação do profissional que opera o software, no caso um engenheiro ou arquiteto, é o grande desafio. Os profissionais têm que ter mais conhecimento prático, não só teórico. As soluções não são bem pensadas, computador e papel aceitam qualquer coisa, mas não se pensa na operacionalização das coisas.
No processo BIM só tem benefícios, a maior delas é a compatibilização dos projetos evitando os erros na produção.
Cliente geralmente não tem a percepção e não entende o custo.
A execução dos projetos 100% conforme o planejado.
38,89% não identificaram outros benefícios ou barreiras para execução de construções.

Fonte: A autora, 2023.

Nas respostas apresentadas verifica-se itens relacionados a comunicação assertiva, investimentos tecnológicos, resistência cultural e compatibilização relatados com frequência na literatura. Entretanto, encontra-se barreiras em alinhar informações entre os envolvidos no processo, conhecimento prático dos profissionais para elaboração dos projetos, dificuldade na percepção dos clientes sobre a relação custo/benefício, relatam também assertividade em melhoria continua e execução dos projetos 100% conforme o planejado.

Empresas constataam a execução de projetos exatamente como planejados, onde observa-se a veracidade das respostas apresentadas no questionário referentes a utilização plena do BIM.

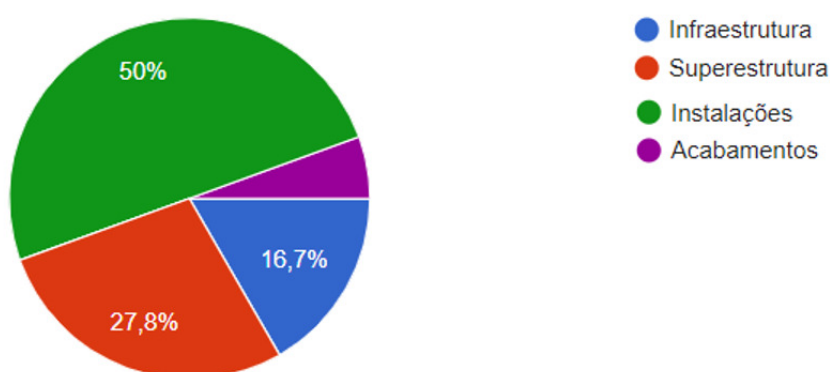
Profissionais projetistas sem experiência prática podem ter impactos contra produtivos na metodologia BIM, sendo imprescindível a capacitação tanto na área profissional quanto relativa ao BIM, contudo, de forma que o mesmo profissional ao utilizar a metodologia BIM terá melhores resultados pessoais, visto que a metodologia necessita de interação entre profissionais para obter plenos resultados.

O BIM necessita de “interação entre os participantes de um projeto, centralizando todos os dados em um modelo único, de modo que todos tenham acesso à mesma informação atualizada” (COELHO, 2017, p. 43).

O surgimento de barreiras para alinhamento de informações entre os envolvidos no processo deriva-se de a metodologia necessitar de interoperabilidade e colaboração de todos os envolvidos, o que traz inclusive a necessidade de planejamento estruturado e de um responsável pelo gerenciamento do BIM.

O BIM *manager* ou gerente BIM, é o agente capacitado para analisar dados, implantar, liderar e coordenar processos e projetos da metodologia BIM de forma estruturada dentro das organizações (SILVA, 2022). A figura 27 representa a visão das empresas participantes relativa à etapa de maiores resultados com a aplicação da metodologia BIM.

Figura 27 - Resultado da questão 16 sobre a etapa de maiores resultados com a aplicação de BIM.



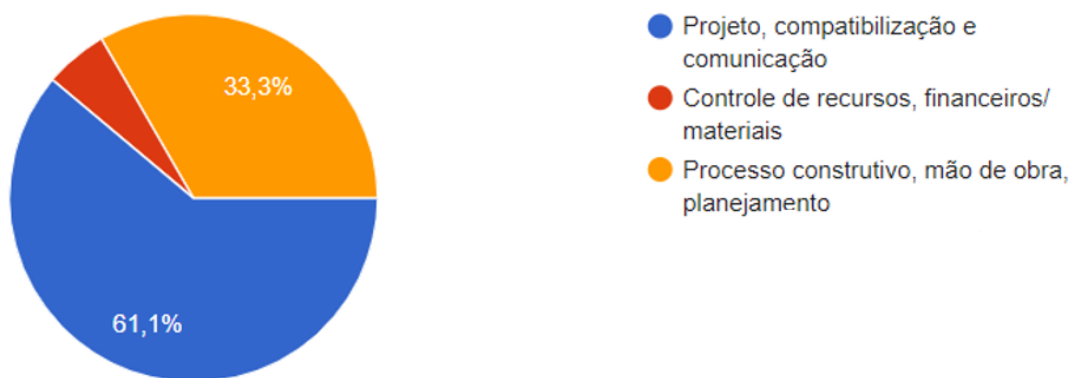
Fonte: A autora, 2023.

Constata-se a ausência de percentual para vedação e baixo percentual para acabamentos, o que demonstra que os maiores resultados foram encontrados em instalações apresentando 50%, seguido por superestrutura com

27,8%, portanto relaciona-se ao grande destaque da compatibilização de projetos, onde a resolução dos principais *clashes* (conflitos) são relativos à superestrutura com instalações.

O BIM proporciona localizar automaticamente as interferências entre os objetos que compõem um modelo. Com o aumento da precisão e detecção das incompatibilidades dos projetos, que auxilia na tomada de melhores decisões para o projeto. (CAMPESTRINI *et al.*, 2015). A figura 28 dispõe sobre as áreas da construção civil com maior potencialidade para a evolução.

Figura 28 - Resultado da questão 17 sobre as áreas da construção civil que têm maior potencialidade para evolução utilizando a metodologia BIM.



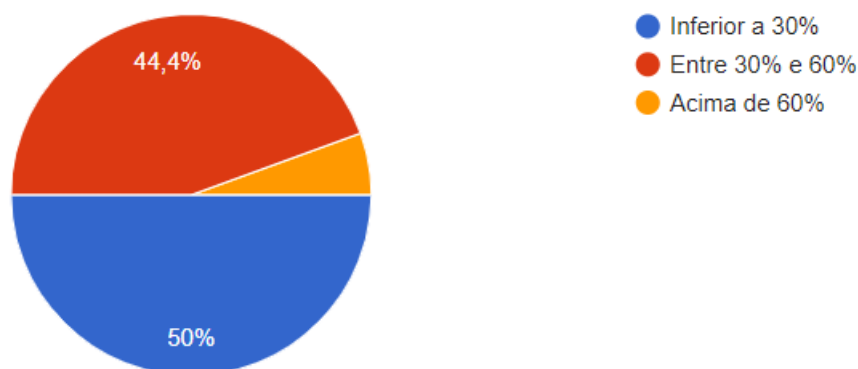
Fonte: A autora, 2023.

Nota-se a inexistência de percentual para qualidade, visualização e divulgação, e baixo percentual para controle de recursos, financeiros/materiais, demonstrando que para as empresas participantes a área com maior potencialidade para evolução com BIM é referente a projeto, comunicação e compatibilização, com 61,1%, seguida com 33,3% por processo construtivo, mão de obra, planejamento.

As áreas descritas são as que mais utilizam a metodologia BIM, isso devido a serem amplas e a base para as construções, ou seja, a fase de orçamentação (5D), vem após o planejamento (4D) e projeto (3D), também é válido ressaltar que projetos influenciam diretamente processo construtivo.

Empresas construtoras tem muitos problemas com a qualidade dos projetos, e este é um fator incisivo para a percepção dos benefícios que o BIM pode promover no curto prazo (MASOTTI, 2014). A Figura 29 demonstra o percentual de melhorias que a metodologia BIM proporcionou as empresas.

Figura 29 - Resultado da questão 18 sobre o percentual de melhorias que o BIM proporcionou a empresa.



Fonte: A autora, 2023.

Os resultados demonstram que há parcialidade entre melhorias inferiores e superiores a 30%, porém pode-se observar um impacto positivo, visto que a implantação da metodologia BIM é recente nas empresas, conforme a figura 13 apenas 11,1% apresentam utilização a mais de 03 anos, e conforme análise da forma de atuação com BIM a maturidade encontra-se na grande maioria somente até nível 2.

O quadro 04 abaixo, exhibe que as principais justificativas apontadas para a disseminação e adoção do BIM não estar sendo mais célere referem-se principalmente ao custo/investimentos, capacitação dos profissionais e resistência a mudança cultural. Em menor escala comentam sobre dificuldades em encontrar parcerias e profissionais, falta de padronização e normas, e organização e capacidade gerencial.

Vistos os resultados obtidos nessa questão, pode-se analisar que as principais respostas estão entre as mais citadas entre as barreiras, também é possível acrescentar nas barreiras menos difundidas na literatura a falta de padronização e normas, organização e capacidade gerencial. O quadro 05 apresenta as conclusões ou considerações que as empresas fazem sobre a utilização da metodologia BIM para a construção civil.

Quadro 04 - Resultado da questão 19 descritiva, sobre qual a principal justificativa para a disseminação e adoção do BIM não estar sendo mais célere no Brasil.

Custos de aquisição e treinamentos e Cultura das Organizações estarem amarradas ao passado.
Capacitação dos profissionais antigos no mercado.
Necessidade de mudança cultural.
Mudança cultural e investimentos.
Cultura e custo.
O alto investimento inicial para adotar o BIM acaba por desfocar o ganho de produtividade e lucratividade que as plataformas geram em longo prazo. Falta de capital, informação ou até culturalmente falando, não há interesse pelos benefícios de se ter um projeto totalmente integrado. A falta de padronização e normas sobre modelagem tridimensional e paramétrica também influenciam na implementação do BIM.
Velocidade projetual, compatibilização de projetos e facilidade em orçar e planejar a obra.
Mudança cultural.
Cultural, Resistência de profissionais em sua zona de conforto de buscarem evolução, se aprofundarem no tema e não se restringir na elaboração, modelagem 3D e compatibilizações, afinal o BIM é muito mais que isso.
Resistência cultural, construção civil é um setor muito tradicional.
A ferramenta é ótima, mas carece ainda de muita capacitação. Os custos envolvidos também ainda são muito altos, então a popularização da ferramenta se dá de forma mais lenta.
Resistência a mudança.
Custo / falta de profissionais habilitados.
Valores altos de investimento.
Capacitação dos profissionais e, poucos parceiros/técnicos utilizam a plataforma.
Investimentos altos.
Organização e capacidade gerencial.
Profissionais capacitados, dificuldade de levar os ganhos para o canteiro.

Fonte: A autora, 2023.

Quadro 05 - Resultado da questão 20 descritiva, sobre as conclusões ou considerações que a empresa faz sobre a utilização de BIM para a construção civil.

Ele certamente é uma ferramenta inovadora e que em poucos anos se fará obrigatória, assim como a 20 anos atrás observamos acontecer com o AutoCad.
É indispensável em construções modernas, no entanto ainda há uma dificuldade de cooperação do uso da ferramenta por projetistas antigos no mercado de trabalho.
Ótima metodologia, traz muito mais transparência ao processo, obra podendo analisar a edificação com todas as instalações sobrepostas gerando uma grande interação a fim de resolução de problemas.
No futuro breve aumentará a produtividade.
Ferramenta útil, mas carece de simplificações para o usuário de obra.
O uso do BIM permite um maior suporte em todas as fases de uma obra, o que leva ao maior controle de projeto e execução, possibilidade análises amplas além do que processos manuais oferecem, redução de erros, facilidade de informação e interpretação de projeto. Porém todo esse rol de vantagens vem de um alto custo de investimento em equipamento, software e qualificação profissional.
Que para uma empresa ter resultados expressivos, é de extrema importância a aplicação do BIM.
Benefícios de assertividade em termos de custo, prazo, redução de retrabalho e melhoria contínua.
Que agregou e facilitou bastante para nossa empresa, principalmente no planejamento, integração de disciplina e soluções (possível através das simulações) o que reflete em maior produtividade na obra na materialização do projeto que foi concebido com essa metodologia.
Traz muita eficiência e assertividade para o processo construtivo. As empresas que não utilizarem certamente ficarão para trás por perda de competitividade. BIM se tornará necessário para a sobrevivência de empresas no setor.
A ferramenta é imprescindível e será fundamental para o desenvolvimento da construção civil, não só no âmbito de projetos, mas também de tecnologias construtivas, soluções de industrialização do processo de construção, interface entre disciplinas, mas ainda precisa de desenvolvimento humano, os operadores da ferramenta tem que conhecer de obra a fundo, não só superficialmente.
É a tecnologia deste momento, temos que aproveitá-la para melhorar nossos resultados.
É uma excelente metodologia que deve ser cada vez mais seguida.
Nenhuma.
A plataforma permite melhor integração entre as equipes de cada projeto, acesso às informações de forma mais rápida, fiel (confiabilidade) e eficiente. Entendimento geral pelas equipes de projetos e de campo, no que diz respeito ao planejamento dos projetos e execução.
Maior assertividade nos processos, evitando colisões de processos e eliminando o retrabalho e desperdícios.
De grande importância, não deveria existir projetos sem BIM.
O BIM demanda que os profissionais envolvidos tomem mais decisões ainda na fase de projetos, muitos não estão acostumados a chegar em níveis de detalhes tão grandes. O custo e tempo da fase de projetos aumenta muito e só faz sentido se na obra também forem utilizados e seguidos os projetos 100%.

Fonte: A autora, 2023.

Perante as respostas, é notório o impacto positivo que a metodologia BIM proporciona, sendo descrita pelas empresas como uma excelente metodologia que deve ser cada vez mais seguida, de caráter inovador e indispensável, com diversos benefícios, além de aumento da produtividade, eficiência e assertividade para o processo construtivo, que será fundamental para o desenvolvimento da construção civil, que em poucos anos se fará obrigatória, tornando-se necessária para as empresas obterem resultados expressivos e a sobrevivência no setor.

Diante do apresentado nos resultados e análises dos dados, observa-se que a pesquisa aponta predominância de participação relativa a pequenas e médias empresas de Santa Catarina, utilizando a metodologia BIM em sua maioria 3 anos ou menos, com maturidade até nível 2, o que demonstra um longo caminho a ser percorrido para obter a plenitude dos benefícios que BIM apresenta potencial de proporcionar. O quadro 06 apresenta os benefícios e barreiras mais evidentes do BIM referentes ao resultado do levantamento por meio de questionário com as empresas participantes.

Quadro 06 – Compilado dos benefícios e barreiras mais evidentes do levantamento por meio de questionário.

Benefícios mais evidentes do BIM
Facilidade de visualização e informações mais completas
Redução de interferências e retrabalho
Aumento na produtividade, eficiência e assertividade
Barreiras mais evidentes do BIM - Período de implantação
Impasses em encontrar e contratar profissionais experientes
Investimentos para aquisições tecnológicas
Resistência a mudança cultural
Barreiras mais evidentes do BIM - Após implantação
Investimento para aquisições tecnológicas
Dificuldades com parcerias/terceiros

Fonte: A autora, 2023.

Nota-se alteração na predominância das barreiras após a implantação do BIM com relação ao período de implantação, havendo inclusão de dificuldades

com parcerias/terceiros e redução de impasses em encontrar e contratar profissionais experientes e resistência a mudança cultural. Ressalta-se inclusive que foram encontradas outras barreiras menos difundidas na literatura, sendo a principal referente a dificuldade na percepção dos clientes sobre a relação custo/benefício, onde é necessário o entendimento para percepção do projeto como um processo e não apenas como um produto.

O BIM surgiu no meio tecnológico como uma solução para a construção civil, visando a ampliação na produtividade, inovação e colaboração entre as equipes, dando celeridade aos processos, reduzindo desperdícios e retrabalhos. (CONCEIÇÃO e MIRANDA, 2022).

O grau de maturidade da empresa com BIM e utilização da plenitude dessa metodologia dentro o ciclo de vida da construção, são fatores importantes para possibilitarem a plenitude do alcance de seus benefícios, dessa forma evidencia-se que a maioria dos participantes necessitam de evoluções, contudo é possível constatar que todos os benefícios apresentados demonstram-se passíveis de alcance.

É notável que apesar das barreiras existentes evidenciadas, o BIM traz diversos benefícios, possuindo impacto positivo, e grande apreço por usuários dessa metodologia, sendo descrito pelos participantes como fundamental para o desenvolvimento da construção civil.

CONCLUSÃO

A adoção do *Building Information Modeling* (BIM) é desafiadora para qualquer empresa, visto que essa metodologia proporciona quebra de paradigmas, reformulando expressivamente o processo de trabalho habitual, se tornando um aliado significativo para a ascensão da construção civil, contudo, por ser uma metodologia recente, com informações e tecnologias em frequente evolução, é inerente ao seu processo de implementação o surgimento de barreiras para sua adoção e aplicabilidade.

As referências bibliográficas consultadas possibilitaram o embasamento e identificação dos principais e mais difusos benefícios e barreiras do BIM para a etapa de execução de obra de construção civil, os quais confirmaram no levantamento de campo por meio do questionário aplicado.

Os resultados da pesquisa evidenciam que as principais barreiras para implantação do BIM compreendem impasses em encontrar e contratar profissionais experientes, investimentos para aquisições tecnológicas e resistência a mudança cultural. Após a implantação do BIM ocorreu alteração na predominância das barreiras, tornando as principais barreiras investimento para aquisições tecnológicas e dificuldades com parcerias/terceiros.

Diante da compilação dos resultados da pesquisa, sugere-se contínuos incentivos do governo, bem como disseminação e inserção do BIM em universidades, afim de reduzir aversões culturais à implantação do BIM e ampliações de conhecimentos para sua utilização, recomenda-se também para empresas a busca de aporte de gerenciamento BIM e incentivos a especializações dos colaboradores, percebendo ainda, que BIM não é somente o futuro e sim realidade.

A principal barreira encontrada menos difundida na literatura é referente a dificuldade na percepção dos clientes sobre a relação custo/benefício, evidenciando ser imprescindível a disseminação de conhecimento sobre os benefícios do BIM.

Por sua vez, exaltam-se resultados positivos sobre os benefícios e impactos da metodologia BIM, como facilidade de visualização e informações mais completas, redução de interferências e retrabalho, aumento na produtividade, eficiência e assertividade para o processo construtivo, sendo

inclusive descrita pelas empresas como uma excelente metodologia que deve ser cada vez mais seguida, e em poucos anos se fará obrigatória, tornando-se necessária para a sobrevivência das empresas no setor.

Nesta perspectiva, é possível afirmar que apesar das barreiras encontradas, os benefícios se sobressaem ocasionando impacto positivo para a adoção e utilização do BIM pelas empresas, dessa forma, a pesquisa contribui inclusive para elucidar e facilitar a disseminação do conhecimento a empresas que pretendem implantar o modelo, como também as que já atuam com o mesmo.

Como sugestão para trabalhos futuros, vê-se a necessidade de novos estudos abrangendo empresas catarinenses para verificar o percentual de utilização da metodologia na região, possibilitando estudos inclusive de exploração das barreiras para grandes empresas, bem como o grau de dificuldade na aplicação do BIM em função do tipo de obra. Sugere-se também estudos que provejam diretrizes para implantação de um plano estratégico para melhorar o processo de aplicabilidade do BIM nas empresas. Além dos itens citados, existe ainda a sugestão de pesquisas futuras voltadas a implantação da metodologia BIM em universidades.

REFERÊNCIAS

ABDI *et al.* **Mapeamento de maturidade BIM Brasil.** 2020, 2022.

ABDI; MDIC. **Classificação da Informação no BIM.** Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Vol. 2, 38 p. Brasília, DF, 2017.

ALVES, W. **A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira.** 2017. Disponível em <<https://pt.linkedin.com/pulse/constru%C3%A7%C3%A3o-civil-como-instrumento-do-desenvolvimento-da-wagner-alves>>. Acesso em 14/09/2022.

ARROTEIA, Aline Valverde; AMARAL, Tatiana Gondim; MELHADO, Silvio Barrantino. **Gestão de projetos e sua interface com o canteiro de obras sob a ótica da Preparação da Execução de Obras (PEO).** vol.14, n.4, 2014.

BAIA, Denize Valéria Santos; MIRANDA, Antônio Carlos de Oliveira; LUKE, Washington Gutemberg. **Uso de Ferramentas BIM para o Melhor Planejamento de Obras da Construção Civil.** IV Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa. 2014.

BATISTA, T. L. **O processo de projeto na era digital.** um novo deslocamento da prática profissional. Belo Horizonte. 2010.

BENAZZI, especialistas BIM. **O que é BIM (Building Information Modeling).** 2018. Disponível em <<https://benazzibim.com.br/not%C3%ADcias/o-que-%C3%A9-bim-building-information-modeling>>. Acesso em 18/09/2020.

BIBLUS. **BIM em Santa Catarina: o estado da metodologia, 2020.** Disponível em <<https://biblus.accasoftware.com/ptb/bim-em-santa-catarina-o-estado-da-metodologia/>>. Acesso em 20/11/2020.

BIM INDUSTRY WORKING GROUP. **A report for the Government Construction Client Group.** Building Information Modelling (BIM) Working Party - Strategy Paper. 2011.

BNDES. **Porte de empresa.** Disponível em <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/porte-de-empresa>>. Acesso em 15/08/2020.

CAMPESTRINI, F. T.; GARRIDO, C. M.; MENDES R. Jr.; SCHEER S. FREITAS, D. C. M. **Entendendo BIM.** Curitiba, PR. 2015.

CBIC. **Banco de dados: 3º trimestre de 2022.** Brasília, DF, 2022.

CBIC. **BIM é a inovação aplicada à construção civil.** Brasília, DF, 2016.

CBIC. **Implementação BIM.** Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras. Brasília, DF, v. 2. 2016.

CBIC. **10 motivos para evoluir com BIM – 2ª Edição.** Brasília, DF. 2017.

CHECCUCCI, S. E. **Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em engenharia civil e o papel da expressão gráfica neste contexto.** Salvador, BA, 2014.

CHECCUCCI, S. E.; PEREIRA, C. P. A.; AMORIM L. A. **Colaboração e interoperabilidade no contexto da modelagem da Informação da construção (BIM).** XV CONGRESO SIGRADI, 2011.

COELHO, L. F. J. **Estudo empírico para proposta de diretrizes para implantação do BIM em pequenas e médias empresas no Brasil.** Rio de Janeiro. 2017.

CONCEIÇÃO, P. N.; MIRANDA V. T. **Processos da tecnologia BIM e seus impactos na construção civil.** Rio de Janeiro. 2022.

CORRÊA, L de A. *et al.* **Ontology and interoperability in construction planning automation with 4D BIM: a systematic review.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 12., Maceió, 2021. Anais [...] Maceió: ANTAC, 2021.

CRESPON, Cláudia Campos; RUSCHEL, Coeli Regina. **Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto.** Porto Alegre. 2007.

CROTTY, Ray; **The Impact of Building Information Modelling**. Nova Iorque, 2012.

CUNHA, C. G. **A importância do setor de construção civil para o desenvolvimento da economia brasileira e as alternativas complementares para o funding do crédito imobiliário no Brasil**. Rio de Janeiro. 2012.

DEGASPERI, B. A.; NETO, M. E.; DEGASPERI, R. L. F.; AGUIAR, A. F.; VIVAS, R. D. **Estudo da tecnologia BIM e os desafios para sua implantação**. Capixaba da Serra. 2016.

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

FARIAS, Vanessa. **Plataforma BIM exigência pelo governo federal inicia em 2021**. Buildin construção e informação. 2019. Disponível em <<https://www.buildin.com.br/plataforma-bim/>>. Acesso em 05/09/2020.

FERNANDES. C. G. **BIM na Gestão de Projetos: Desafios para as partes interessadas**. Minho. 2021.

GARIBALDI, B. C. B. **Do 3D ao 7D – Entenda todas as dimensões do BIM**. Sienge, 2020. Disponível em <<https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>>. Acesso em 17/11/2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas Editora, ed. 4. 2002.

GLOBO. **O mercado atual de pequenas e médias empresas no Brasil**. Tendências e oportunidades nos negócios. Brasil, 2022.

GOVERNO DE SANTA CATARINA, **Caderno de especificações de projetos em BIM**. Brasil, versão 2.0. 2014.

GOVERNO DE SANTA CATARINA – SC.GOV.BR. **Santa Catarina é o segundo estado do Brasil e o primeiro do Sul em geração de novos postos de**

trabalho. Disponível em < <https://estado.sc.gov.br/noticias/santa-catarina-e-o-segundo-estado-do-brasil-e-o-primeiro-do-sul-em-geracao-de-novos-postos-de-trabalho/>>. Acesso em 09/03/2023.

IBGE. **Contas nacionais.** Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais.html#:~:text=Compreende%20as%20informa%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20gera%C3%A7%C3%A3o,Nacional%20Bruta%2C%20entre%20outros%20aspectos.>>. Acesso em 16/11/2022.

IBGE. **Portal cidades.** Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>. Acesso em 25/11/2022.

IPOG engenharia e arquitetura. **Saiba mais sobre a tecnologia BIM e seja um profissional desejado pelo mercado.** 2019. Disponível em <<https://blog.ipog.edu.br/engenharia-e-arquitetura/tecnologia-bim/>>. Acesso em 22/08/2020.

JUSTI, A. R. **Implantação da plataforma revit nos escritórios brasileiros:** relato de uma experiência. Rio de Janeiro, v. 3, nº 1. 2008.

LANDIM, G. F. E. A. **Os obstáculos à implantação da tecnologia BIM como plataforma no desenvolvimento de projetos na construção civil: uma revisão sistemática de literatura.** Cajazeiras. 2020.

LINO, A. R. **Análise dos benefícios da adoção da tecnologia BIM em comparação com a tecnologia CAD através de estudo de caso em edificação residencial de pequeno porte.** Palmas, TO, 2019.

MAIA, Alessandra Tourinho; IAROSINSKI NETO, Alfredo. **Quais as principais características organizacionais das empresas dos diferentes segmentos da construção civil?** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16. 2016.

MANENTI, M. E. **Diretrizes para elaboração do plano de execução BIM para contratos de projetos de edificações.** Florianópolis, SC. 2018.

MASOTTI, C. F. L. **Análise da implementação e do impacto do BIM no Brasil.** Florianópolis, SC. 2014.

MELLO, R. B. **BIM e custos:** maximize os dados do modelo com o Navisworks e o Quantity Takeoff. Autodesk, São Paulo. 2012.

MENEZES, B. B. L. G. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM.** Cadernos de arquitetura e urbanismo, v.18, n.22, 21º sem. 2011.

MONTEIRO, A.; MARTINS, P. J. **Building Information Modeling (BIM) - teoria e aplicação.** International conference on engineering, Covilhã. 2011.

OBSERVATÓRIO FIESC. **Indicadores.** Disponível em <<https://observatorio.fiesc.com.br/indicadores>>. Acesso em 12/12/2022.

OBSERVATÓRIO FIESC. **Indústria catarinense inicia o ano com segundo maior saldo de empregos formais do país.** Disponível em <<https://observatorio.fiesc.com.br/publicacoes/industria-catarinense-inicia-o-ano-com-segundo-maior-saldo-de-empregos-formais-do-pais>>. Acesso em 09/03/2023.

PLANALTO, Presidência da República, secretaria geral, subchefia para assuntos jurídicos. **Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020.** Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm>. Acesso em 19/08/2020.

SÁ, L. M.; SILVA, L. F. **Barreiras à implementação do BIM: uma análise bibliométrica acerca das pesquisas sobre a adoção do conceito no setor AEC de 2010 a 2021.** Gestão & Tecnologia de Projetos. São Carlos, v. 17, n2. 2022.

SAEPRO. **Breve histórico do BIM.** Disponível em <<https://www.ufrgs.br/saepto/saepto-2/conheca-o-projeto/breve-historico-do-bim/>>. Acesso em 19/08/2020.

SAWAMURA, A. B. J.; SCARIOT, L. A. K. **Metodologia BIM: os desafios para implantação no mato grosso nas cidades de sorriso e sinop e benefícios agregados a obra.** Florença, Sinop, MT, 2020.

SEBRAE. **Data SEBRAE – Painel de empresas** - fonte Receita Federal do Brasil (RFB). 2020.

Secretaria do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDE. **Santa Catarina tem cinco municípios entre os 100 maiores PIBs do Brasil.** 2022. Disponível em < [https://www.sde.sc.gov.br/index.php/noticias/3830-santa-catarina-tem-cinco-municipios-entre-os-100-maiores-pibs-do-brasil#:~:text=No%20Estado%2C%20Joinville%20\(R%24,%24%2011%2C9%20bilh%C3%B5es\)](https://www.sde.sc.gov.br/index.php/noticias/3830-santa-catarina-tem-cinco-municipios-entre-os-100-maiores-pibs-do-brasil#:~:text=No%20Estado%2C%20Joinville%20(R%24,%24%2011%2C9%20bilh%C3%B5es)>)>. Acesso em 22/12/2022.

Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade – SIE. Governo de Santa Catarina – SC.GOV.BR. **Portal BIM SIE.** Disponível em <<https://www.bim.sc.gov.br/>>. Acesso em 23/03/2023.

SILVA, P. C. **A plataforma BIM aplicada no planejamento de obras.** Brasília, DF, 2017.

SILVA, Q. D. M. **Utilização da metodologia BIM para o gerenciamento de projetos: O gerente BIM na construção civil.** Caruaru. 2022.

SHEHZAD, H. M. F. *et al.* **The role of interoperability dimensions in building information modelling.** Computers in Industry, v. 129, p. 103444, 2021.

SOUSA, O. K.; MEIRIÑO, M. J. **Aspectos da implantação de ferramentas BIM em empresas de projetos relacionados à construção civil.** Artigo aceito em 2013, pelo IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão.

SOUZA, A. B.; OLIVEIRA C. A. C.; SANTANA O. C. J.; NETO V. C. A. L.; SANTOS G. D. **Análise dos indicadores pib nacional e pib da indústria da construção civil.** Revista de Desenvolvimento Econômico, Salvador, v. 17, n. 31, p. 140-150, jan./jun. 2015.

STEINER, R. L. **Análise da implementação da plataforma BIM no setor da AEC do estado de Santa Catarina.** Palhoça, SC. 2016.

TOBIN, J. **Proto-Building: To BIM is to Build.** AEC Bytes. 2008.

VIEIRA, B. A.; NOGUEIRA, L. **Construção civil: crescimento versus custos de produção civil.** Sistemas & Gestão, 2018, Vol. 13, No. 3, pp. 366-37.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO

Pesquisa sobre Building Information Modelling (BIM)

1. Em que porte a empresa se enquadra de acordo com sua Receita Operacional Bruta? *

- Pequeno porte - entre R\$ 360 mil e R\$ 4,8 milhões
- Médio porte - entre R\$ 4,8 milhões e R\$ 300 milhões
- Grande porte - Superior a R\$ 300 milhões

2. Qual o padrão de edificação executada com maior frequência pela empresa? *

- Padrão Alto
- Padrão Médio
- Padrão Baixo

3. Qual a área das edificações executadas com maior frequência pela empresa? *

- Menores que 750 m²
- Entre 750 e 2.000 m²
- Maiores que 2.000 m²

4. Qual o tempo de atuação da empresa com processos de modelagem BIM? *

- Menos de 1 ano
- Entre 1 e 3 anos
- Acima de 3 anos

5. A empresa possui uma forma padronizada para coleta de dados e informações junto ao contratante de modo a deixar claro os seus requisitos (preço, cronograma físico-financeiro, padrões de qualidade, sustentabilidade etc.) e, com isso, atendê-lo na sua plenitude? *

- Sim
- Não

6. Qual a interação do modelo BIM entre as equipes? *

- Nenhum tipo de colaboração em rede
- Arquivos compartilhados entre as equipes e combinados em seus próprios documentos individuais
- Utilização do modelo BIM abastecido com informação por toda equipe
- Utilização do modelo BIM abastecido com informação por toda equipe com sincronização em tempo real

7. Quais dimensões do BIM são utilizadas nos projetos? *

Caso assinale "outro" especifique sua resposta

- Dimensão 2D: Representação gráfica
- Dimensão 3D: Modelagem Paramétrica
- Dimensão 4D: Planejamento
- Dimensão 5D: Orçamentação
- Dimensão 6D: Sustentabilidade
- Dimensão 7D: Gestão e Manutenção
- Outro: _____

8. Quais serviços BIM a empresa realiza? *

Caso assinale "outro" especifique sua resposta

- Projeto arquitetônico
- Projetos complementares
- Compatibilização das informações para construções
- Gerenciamento da construção
- Orçamentação
- Planejamento
- Outro: _____

9. A visualização e o acompanhamento das plantas e detalhamentos dos projetos no canteiro de obras se dá por qual meio? *

- Pranchas impressas
- Tablets e smartphones
- Notebooks

10. Qual o envolvimento e a cooperação das equipes construtivas no desenvolvimento dos projetos? *

- Nenhum
- Pouca, no decorrer da obra, devido alterações
- Plena, desde o princípio do projeto

11. Como se dá a comunicação e controle da empresa com o canteiro de obras? *

É possível assinalar mais de uma alternativa, e caso assinale "outro" especifique sua resposta

- Há um responsável pelo gerenciamento e compartilhamento das informações
- Reuniões periódicas para acompanhamento de obras em execução
- Uso de plataformas virtuais para comunicação recorrentes
- Outro: _____

12. Dos benefícios para execução de construções que o BIM tem potencial de oferecer a partir da sua plena utilização, classifique os itens abaixo conforme o grau alcançado em sua empresa *

	Inalcançado	Parcialmente alcançado	Plenamente alcançado
Comunicação assertiva, com interoperabilidade e integração das equipes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Facilidade de visualização e Informação mais completa, melhor apresentação aos colaboradores, fornecedores e clientes, aumento da competitividade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Quantitativo e planejamento mais precisos, maior controle, atenuação de desperdícios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Compatibilização de projetos, mitigação de interferências, redução de retrabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Quais desafios para execução de construções foram enfrentados no período *
de implantação do BIM?

É possível assinalar mais de uma alternativa, e caso assinale "outro" especifique sua resposta

- Resistência a mudança cultural
- Investimento para aquisições tecnológicas
- Problemas de conectividade
- Impasses em encontrar e contratar profissionais experientes
- Desafios de aprendizagem e capacitação dos profissionais
- Período de adaptação com baixa produtividade
- Dificuldades com parcerias/terceiros
- Comprometimento dos profissionais envolvidos para nutrir o modelo
- Outro: _____

14. Quais desafios para execução de construções com a metodologia BIM ainda *
persistem atualmente?

É possível assinalar mais de uma alternativa, e caso assinale "outro" especifique sua resposta

- Resistência a mudança cultural
- Investimento para aquisições tecnológicas
- Problemas de conectividade
- Impasses em encontrar e contratar profissionais experientes
- Desafios de aprendizagem e capacitação dos profissionais
- Período de adaptação com baixa produtividade
- Dificuldades com parcerias/terceiros
- Comprometimento dos profissionais envolvidos para nutrir o modelo
- Outro: _____

15. Caso tenham sido identificados outros benefícios ou barreiras para execução de construções, descreva-os a seguir *

Sua resposta

16. Qual a etapa de maiores resultados com a aplicação de BIM? *

- Infraestrutura
- Superestrutura
- Vedação
- Instalações
- Acabamentos

17. Quais áreas da construção civil têm maior potencialidade para evolução utilizando a metodologia BIM? *

- Projeto, compatibilização e comunicação
- Controle de recursos, financeiros/materiais
- Processo construtivo, mão de obra, planejamento
- Qualidade, visualização e divulgação

18. Em sua visão, qual o percentual de melhorias que o BIM proporcionou a empresa? *

- Inferior a 30%
- Entre 30% e 60%
- Acima de 60%

19. Na sua opinião qual a principal justificativa para a disseminação e adoção do * BIM não estar sendo mais célere no Brasil?

Sua resposta

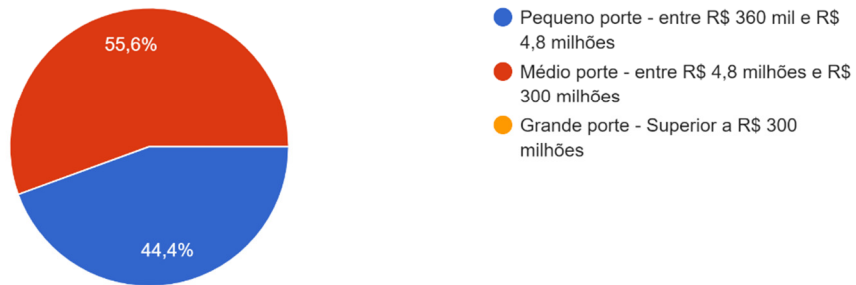
20. Quais conclusões ou considerações a empresa faz sobre a utilização de BIM * para a construção civil?

Sua resposta

APÊNDICE B – COMPILADO DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO APLICADO

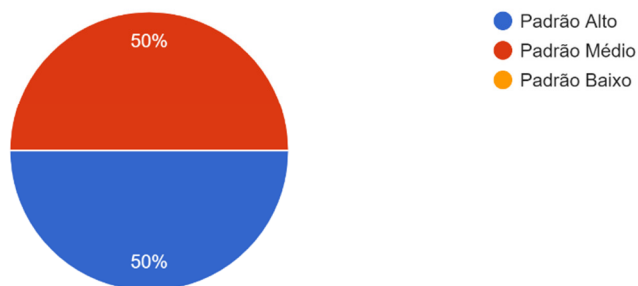
1. Em que porte a empresa se enquadra de acordo com sua Receita Operacional Bruta?

18 respostas



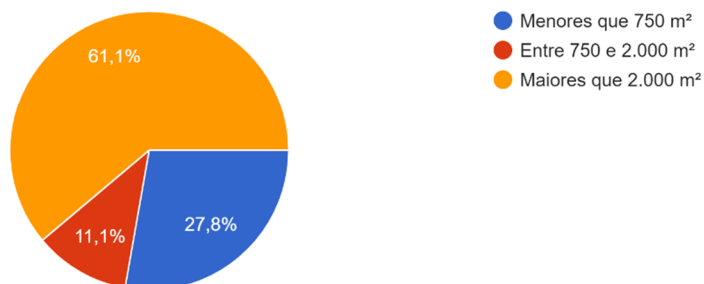
2. Qual o padrão de edificação executada com maior frequência pela empresa?

18 respostas



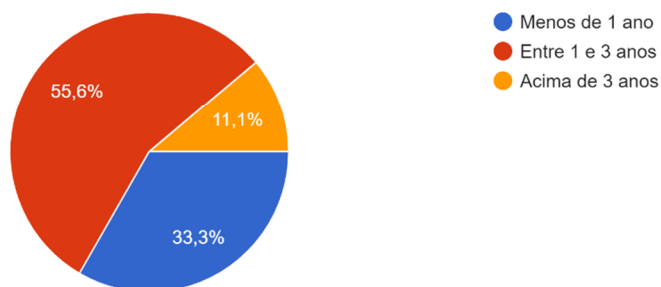
3. Qual a área das edificações executadas com maior frequência pela empresa?

18 respostas



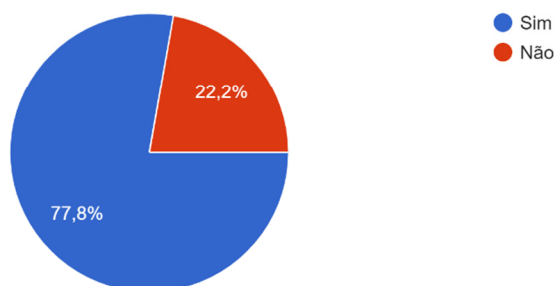
4. Qual o tempo de atuação da empresa com processos de modelagem BIM?

18 respostas



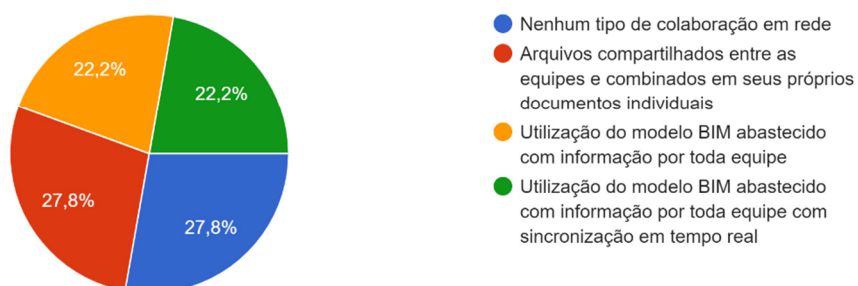
5. A empresa possui uma forma padronizada para coleta de dados e informações junto ao contratante de modo a deixar claro os seus requisitos (ex: modelo de contrato, etc.) e, com isso, atendê-lo na sua plenitude?

18 respostas



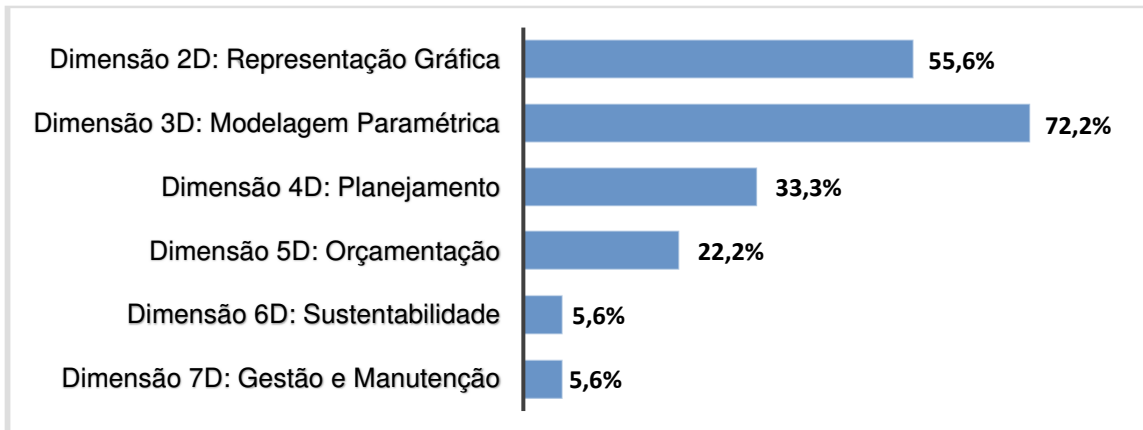
6. Qual a interação do modelo BIM entre as equipes?

18 respostas



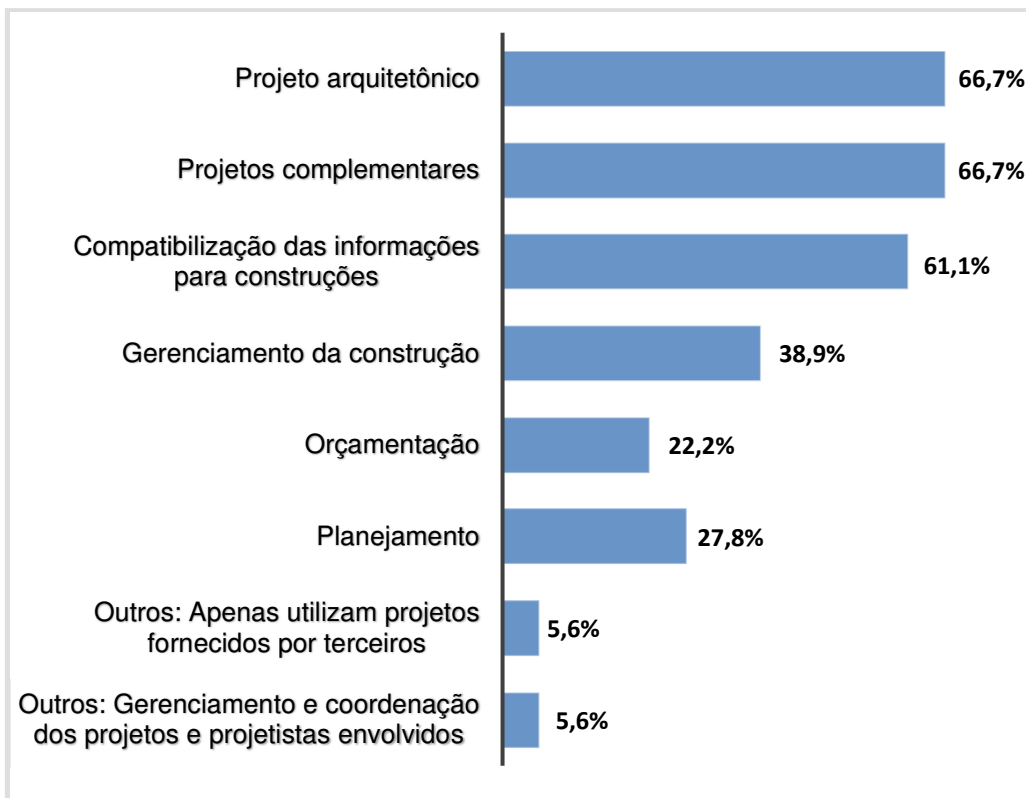
7. Quais dimensões do BIM são utilizadas nos projetos?

18 respostas



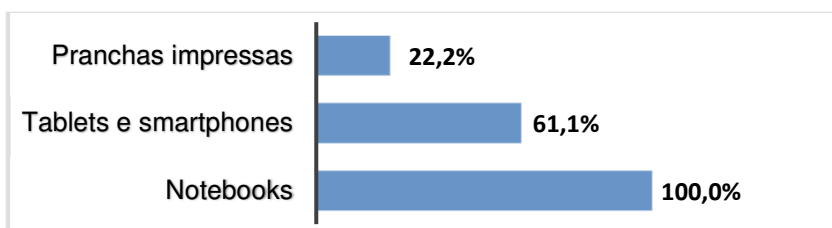
8. Quais serviços BIM a empresa realiza?

18 respostas



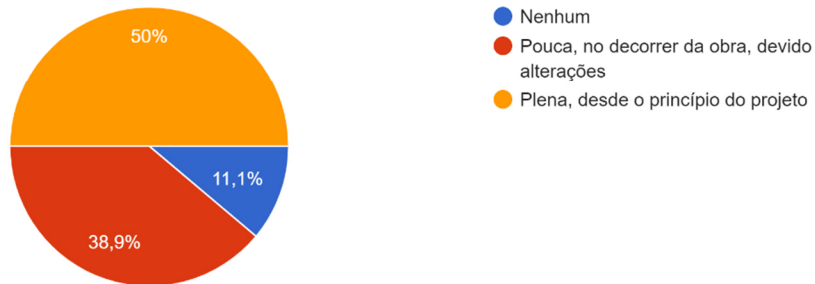
9. A visualização e o acompanhamento das plantas e detalhes dos projetos no canteiro de obras se dá por qual meio?

18 respostas



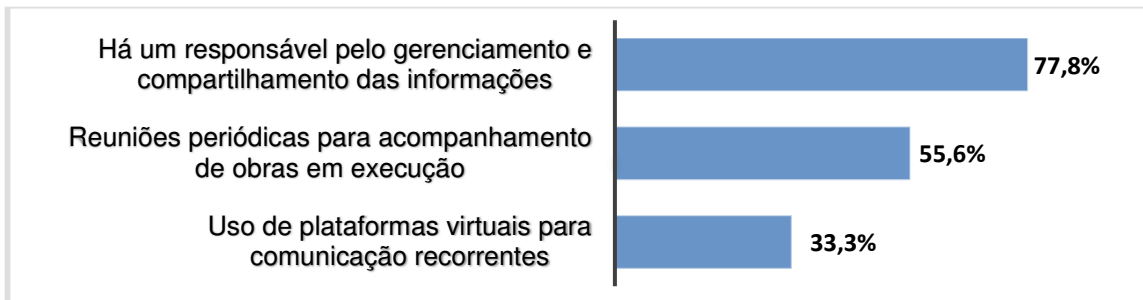
10. Qual o envolvimento e a cooperação das equipes construtivas no desenvolvimento dos projetos?

18 respostas

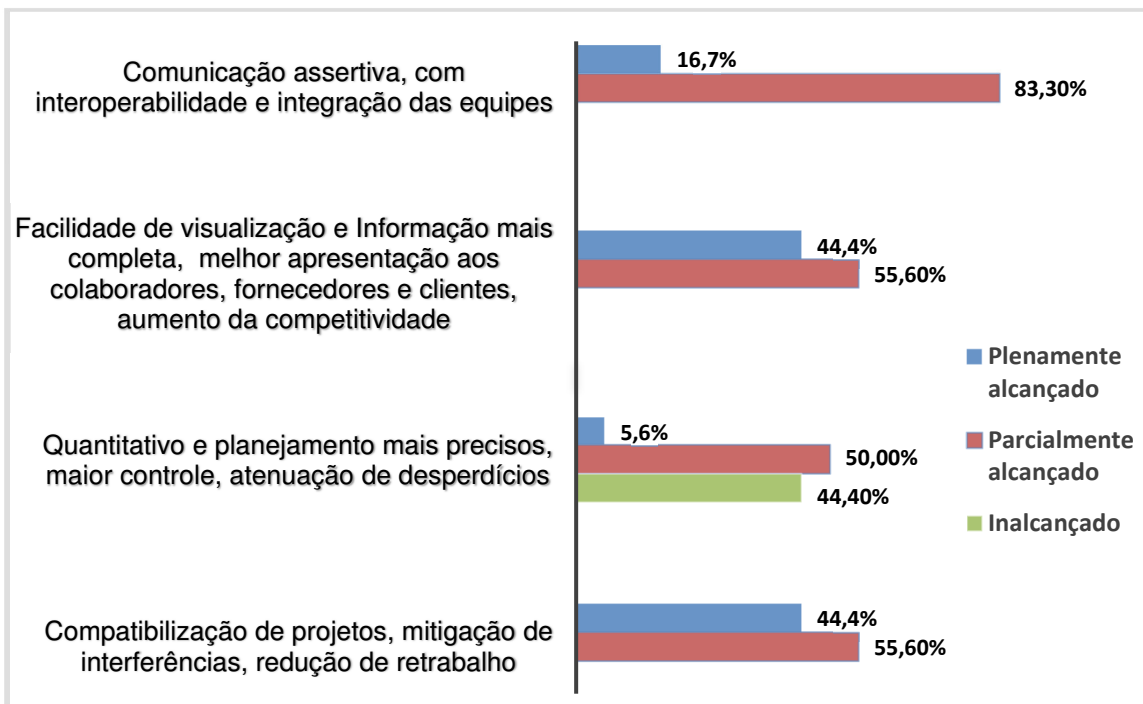


11. Como se dá a comunicação e controle da empresa com o canteiro de obras?

18 respostas



12. Dos benefícios para execução de construções que o BIM tem potencial de oferecer a partir da sua plena utilização, classifique os itens abaixo conforme o grau alcançado em sua empresa



13. Quais desafios para execução de construções foram enfrentados no período de implantação do BIM?

18 respostas



14. Quais desafios para execução de construções com a metodologia BIM ainda persistem atualmente?

18 respostas



15. Caso tenham sido identificados outros benefícios ou barreiras para execução de construções, descreva-os a seguir

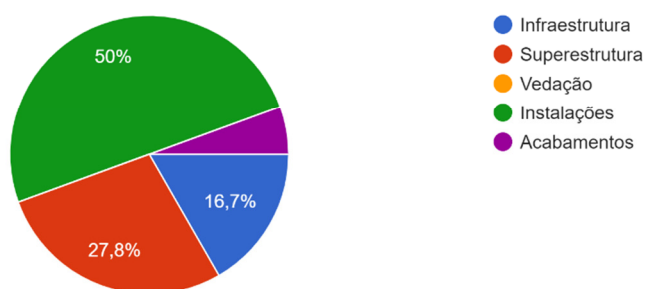
18 respostas

O BIM interativo entre diferentes fornecedores de projetos do mesmo empreendimento, facilita muito a modificação constante dos mesmos, geralmente impactando negativamente nos outros colaboradores que precisam refazer as novas interferências.
A maior dificuldade está em alinhar informações com todos os projetistas envolvidos no processo.
Investimento inicial devido a dificuldade de entendimento do valor gerado pela implantação.
Cultura.

Assertividade em melhoria continua.
Dificuldade de alguns clientes perceberem o valor agregado em investir até 30% a mais em projetos BIM e gerenciamento do que a metodologia convencional.
Solucionar todos os problemas de compatibilização já na fase de projeto e não na obra, isso muda o dia a dia do canteiro de obras. Engenheiro e mestre de obras podem focar em reduzir custo e melhorar a qualidade ao invés de só apagar incêndio de projeto mal compatibilizado.
A principal barreira é achar que o software é a solução do problema, quando na verdade a capacitação do profissional que opera o software, no caso um engenheiro ou arquiteto, é o grande desafio. Os profissionais tem que ter mais conhecimento prático, não só teórico. As soluções não são bem pensadas, computador e papel aceitam qualquer coisa, mas não se pensa na operacionalização das coisas.
No processo Bim só tem benefícios, a maior delas é a compatibilização dos projetos evitando os erros na produção.
Cliente geralmente não tem a percepção e não entende o custo.
A execução dos projetos 100% conforme o planejado.
38,89% não identificaram outros benefícios ou barreiras para execução de construções.

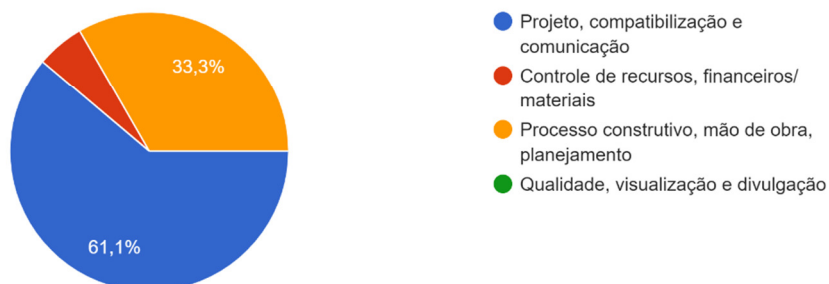
16. Qual a etapa de maiores resultados com a aplicação de BIM?

18 respostas



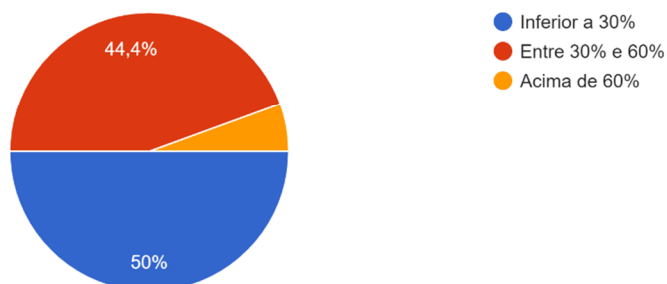
17. Quais áreas da construção civil têm maior potencialidade para evolução utilizando a metodologia BIM?

18 respostas



18. Em sua visão, qual o percentual de melhorias que o BIM proporcionou a empresa?

18 respostas



19. Na sua opinião qual a principal justificativa para a disseminação e adoção do BIM não estar sendo mais célere no Brasil?

18 respostas

Custos de aquisição e treinamentos e Cultura das Organizações estarem amarradas ao passado.
Capacitação dos profissionais antigos no mercado.
Necessidade de mudança cultural.
Mudança cultural e investimentos.
Cultura e custo.
O alto investimento inicial para adotar o BIM acaba por desfocar o ganho de produtividade e lucratividade que as plataformas geram em longo prazo. Falta de capital, informação ou até culturalmente falando, não há interesse pelos benefícios de se ter um projeto totalmente integrado. A falta de padronização e normas sobre modelagem tridimensional e paramétrica também influenciam na implementação do BIM.

Velocidade projetual, compatibilização de projetos e facilidade em orçar e planejar a obra.
Mudança cultural.
Cultural, Resistência de profissionais em sua zona de conforto de buscarem evolução, se aprofundarem no tema e não se restringir na elaboração, modelagem 3D e compatibilizações, afinal o BIM é muito mais que isso.
Resistência cultural, construção civil é um setor muito tradicional.
A ferramenta é ótima, mas carece ainda de muita capacitação. Os custos envolvidos também ainda são muito altos, então a popularização da ferramenta se dá de forma mais lenta.
Resistência a mudança.
Custo / falta de profissionais habilitados.
Valores altos de investimento.
Capacitação dos profissionais e, poucos parceiros/técnicos utilizam a plataforma.
Investimentos altos.
Organização e capacidade gerencial.
Profissionais capacitados, dificuldade de levar os ganhos para o canteiro.

20. Quais conclusões ou considerações a empresa faz sobre a utilização de BIM para a construção civil?

18 respostas

Ele certamente é uma ferramenta inovadora e que em poucos anos se fará obrigatória, assim como a 20 anos atrás observamos acontecer com o AutoCad.
É indispensável em construções modernas, no entanto ainda há uma dificuldade de cooperação do uso da ferramenta por projetistas antigos no mercado de trabalho.
Ótima metodologia, traz muito mais transparência ao processo, obra podendo analisar a edificação com todas as instalações sobrepostas gerando uma grande interação a fim de resolução de problemas.
No futuro breve aumentará a produtividade.

Ferramenta útil, mas carece de simplificações para o usuário de obra.
O uso do BIM permite um maior suporte em todas as fases de uma obra, o que leva ao maior controle de projeto e execução, possibilidade análises amplas além do que processos manuais oferecem, redução de erros, facilidade de informação e interpretação de projeto. Porém todo esse rol de vantagens vem de um alto custo de investimento em equipamento, software e qualificação profissional.
Que para uma empresa ter resultados expressivos, é de extrema importância a aplicação do BIM.
Benefícios de assertividade em termos de custo, prazo, redução de retrabalho e melhoria contínua.
Que agregou e facilitou bastante para nossa empresa, principalmente no planejamento, integração de disciplina e soluções (possível através das simulações) o que reflete em maior produtividade na obra na materialização do projeto que foi concebido com essa metodologia.
Traz muita eficiência e assertividade para o processo construtivo. As empresas que não utilizarem certamente ficarão para trás por perda de competitividade. BIM se tornará necessário para a sobrevivência de empresas no setor.
A ferramenta é imprescindível e será fundamental para o desenvolvimento da construção civil, não só no âmbito de projetos, mas também de tecnologias construtivas, soluções de industrialização do processo de construção, interface entre disciplinas, mas ainda precisa de desenvolvimento humano, os operadores da ferramenta tem que conhecer de obra a fundo, não só superficialmente.
É a tecnologia deste momento, temos que aproveitá-la para melhorar nossos resultados.
É uma excelente metodologia que deve ser cada vez mais seguida.
Nenhuma.
A plataforma permite melhor integração entre as equipes de cada projeto, acesso às informações de forma mais rápida, fiel (confiabilidade) e eficiente. Entendimento geral pelas equipes de projetos e de campo, no que diz respeito ao planejamento dos projetos e execução.

Maior assertividade nos processos, evitando colisões de processos e eliminando o retrabalho e desperdícios.

De Grande importância, não deveria existir projetos sem BIM.

O BIM demanda que os profissionais envolvidos tomem mais decisões ainda na fase de projetos, muitos não estão acostumados a chegar em níveis de detalhes tão grandes. O custo e tempo da fase de projetos aumenta muito e só faz sentido se na obra também forem utilizados e seguidos os projetos 100%.

Termo de Autorização para Publicação de Teses e Dissertações

Na qualidade de titular dos direitos de autor da publicação, autorizo a Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE) a disponibilizar em ambiente digital institucional, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/IBICT) e/ou outras bases de dados científicas, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o texto integral da obra abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data 24/08/2023.

1. Identificação do material bibliográfico: Tese Dissertação Relatório Técnico

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Autora: Joice Tontini _____

Orientador: Prof. Dr. Claiton Emilio do Amaral _____

Coorientadora: Profa. Dra. Ana Paula Testa Pezzin _____

Data de Defesa: 28/04/2023 _____

Título: Estudo das barreiras para aplicabilidade do BIM no âmbito da etapa de execução de obras _____ de _____ construção civil _____

Instituição de Defesa: Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE _____

3. Informação de acesso ao documento:

Pode ser liberado para publicação integral Sim Não

Havendo concordância com a publicação eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese, dissertação ou relatório técnico.


Assinatura do autor

Joinville, 24/08/2023

Local/Data