

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia de Materiais e Construção

Amanda Moreira Diniz

**ANÁLISE DE IMPLEMENTAÇÃO DE BIM EM CONSTRUTORAS NO
BRASIL: uma revisão bibliográfica**

Belo Horizonte
2022

Amanda Moreira Diniz

**ANÁLISE DE IMPLEMENTAÇÃO DE BIM EM CONSTRUTORAS NO
BRASIL: uma revisão bibliográfica**

Monografia de especialização apresentada à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Construção Civil.

Orientador: Prof. Aldo Giuntini de Magalhães

Belo Horizonte
2022

D585a

Diniz, Amanda Moreira.

Análise de implementação de BIM em construtoras no Brasil [recurso eletrônico] : uma revisão bibliográfica / Amanda Moreira Diniz. – 2022.
1 recurso online (47 f. : il., color.) : pdf.

Orientador: Aldo Giuntini de Magalhães.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em
Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.

Bibliografia: f. 46-47.

Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Construção civil. 2. Modelagem de informação da construção.
I. Magalhães, Aldo Giuntini de. II. Universidade Federal de Minas Gerais.
Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 69



ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: AMANDA MOREIRA DINIZ

MATRÍCULA: 2020683347

RESULTADO

Aos 30 dias do mês de agosto de 2022 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:
"ANÁLISE DE IMPLEMENTAÇÃO DE BIM EM CONSTRUTORAS NO BRASIL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA"

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

APROVADO

APROVADO COM CORREÇÕES

REPROVADO

NOTA: 95

CONCEITO: A

BANCA EXAMINADORA:

Nome

Prof. Dr. Aldo Giuntini de Magalhães

Assinatura

Nome

Profª. Drª. Danielle Meireles de Oliveira

Assinatura

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA EM CONSTRUÇÃO CIVIL: "GESTÃO E TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL"

Belo Horizonte, 30 de agosto de 2022

Coordenador do Curso

Prof. Antonio Neves
de Carvalho Júnior
Coordenador do Curso

RESUMO

Este estudo analisou a aplicação da metodologia BIM (*Building Information Modeling*) em construtoras brasileiras, investigando as principais dificuldades identificadas na literatura quanto à sua implementação e as causas subjacentes para a baixa adesão, além dos benefícios que essa abordagem oferece para modificar esse cenário. A pesquisa baseou-se em uma revisão bibliográfica abrangente, visando mapear o progresso da implementação do BIM nas construtoras do país. Inicialmente, abordamos o modelo geral de implementação proposto pela CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), seguido pela análise de dois casos de sucesso em construtoras de grande porte: Construtora A, localizada em São Paulo, e Construtora B, sediada em Belo Horizonte. Através da análise comparativa desses processos e identificação de suas interseções, elaboramos uma proposta geral para a implementação do BIM em empresas do setor. Apesar de ainda ser um campo em desenvolvimento e de não ter atingido todo o seu potencial em termos de interoperabilidade, as empresas estudadas já relataram benefícios tangíveis decorrentes da implementação do BIM, como melhorias na integração da equipe, transparência nos orçamentos e outros ganhos significativos.

Palavras-chave: BIM; BIM no Brasil; Implementação BIM em construtoras; Building Information Modeling.

ABSTRACT

This study analyzed the application of the Building Information Modeling (BIM) methodology in Brazilian construction companies, investigating the main difficulties identified in the literature regarding its implementation and the underlying causes for low adoption, as well as the benefits that this approach offers to change this scenario. The research was based on a comprehensive literature review aimed at mapping the progress of BIM implementation in the country's construction companies. Initially, we addressed the general implementation model proposed by CBIC (Brazilian Chamber of the Construction Industry), followed by the analysis of two successful cases in large construction companies: Constructor A, located in São Paulo, and Constructor B, headquartered in Belo Horizonte. Through the comparative analysis of these processes and the identification of their intersections, we developed a general proposal for BIM implementation in sector companies. Despite being a field still in development and not having fully realized its potential in terms of interoperability, the studied companies have already reported tangible benefits stemming from BIM implementation, such as improvements in team integration, transparency in budgets, and other significant gains.

Keywords: BIM; BIM in Brazil; BIM implementation in construction companies; Building Information Modeling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de vida BIM	12
Figura 2 – Curva de esforço (Patrick Macleamy Curve).....	13
Figura 3 – Dimensões do BIM	15
Figura 4 - TimeLine BIM na história do BIM	16
Figura 5 – VDC de projeto estrutural, arquitetônico e complementares	18
Figura 6 - Detecção de inconsistência no modelo, Hard Clash.....	19
Figura 7 - Interoperabilidade BIM.....	21
Figura 8 – 4 Etapas centrais para difundir o BIM no Brasil	25
Figura 9 - BIM BR Roadmap.....	28
Figura 10 - Softwares que interagem com BIM	30
Figura 11 - Principais passos para um projeto de implementação BIM.....	32
Figura 12 - Fluxo primeiros passos BIM na empresa.	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	9
2.1. OBJETIVO GERAL	9
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3. METODOLOGIA	10
4. BIM	11
4.1. HISTÓRIA DO BIM	13
4.2. BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO BIM	17
4.3. VDC	17
4.4. PARAMETRIZAÇÃO E INTEROPERABILIDADE	20
5. IMPLANTAÇÃO DO BIM NO BRASIL	22
6. FERRAMENTAS E SISTEMAS BIM	29
7. IMPLEMENTAÇÃO BIM EM CONSTRUTORAS	31
7.1. IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA CONSTRUTORA A	32
7.2. IMPLEMENTAÇÃO CONSTRUTORA B	35
7.3. ANÁLISE DAS IMPLEMENTAÇÕES	37
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

REFERÊNCIAS

BEZERRA, Ana Maria Castelo Itaguara. **A construção digital**. 2018. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-digital>. Acesso em: 15 ago. 2022.

BRASIL. Miriam Addor. Asbea. **Guia AsBEA: boas práticas em bim**. Boas práticas em BIM. 2015. Disponível em: <https://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2022.

BRASIL. Wilton Silva Catelani. CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras: implementação bim**. 2. ed. Brasília, Df: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação, 2016. 72 p.

COAN, Débora; SOUZA, Normelio; QUEIROZ, Altamira. **Implantação do Building Information Modeling aos projetos de engenharia do sistema federal Brasileiro**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 06, Ed. 12, Vol. 01, pp. 84-110. Dezembro de 2021. ISSN: 2448-0959, Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/projetos-de-engenharia>. Acesso em 28 jun. 2022.

DANTAS FILHO, João Bosco Pinheiro; BARROS NETO, José de Paula; ANGELIM, Bruno Maciel. Mapeamento do fluxo de valor de processo de construção virtual baseado em BIM. **Ambiente Construído**, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 343-358, dez. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000400201>.

DELATORRE, Joyce. **BIM na prática: como uma empresa construtora pode fazer uso da tecnologia bim**. Como uma empresa construtora pode fazer uso da tecnologia BIM. 2018. Disponível em: <https://docplayer.com.br/2391579-Bim-na-pratica-como-uma-empresa-construtora-pode-fazer-uso-da-tecnologia-bim.html>. Acesso em: 22 jul. 2022.

EASTMAN, Chuck ; TEICHOLS, Paul ; SACKS, Rafael ; LISTON, Kathleen. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. 1. ed. Bookman 2013.

ENTENDENDO a Modelagem de Informação da Construção (BIM). 2020. Disponível em: <https://www.crasainfra.com/post/entendendo-a-modelagem-de-informa%C3%A7%C3%A3o-da-constru%C3%A7%C3%A3o-bim>. Acesso em: 01 ago. 2022.

FARIAS, Júlio César. **A história do BIM**. 2021. Disponível em: <https://spbim.com.br/a-historia-do-bim/>. Acesso em: 15 jun. 2022.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA CASA CIVIL. SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. Decreto nº 6.6.2017, de 05 de junho de 2017: **Institui o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modelling**. Brasília, 05 junho 2017. Disponível em: https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/Decreto---Comit-Estratgico-BIMa_site-Planalto-10.05.2017.pdf. Acesso em: 20 jul. 2022.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA SECRETARIA-GERAL SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. Decreto nº 9377, de 17 de maio de 2018. **Institui A Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling**. Brasília, 17 maio 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm. Acesso em: 20 jul. 2022.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA SECRETARIA-GERAL SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. Decreto nº 9983, de 22 de agosto de 2019. **Dispõe Sobre A Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e Institui O Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling**. Brasília, 22 de agosto de 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm. Acesso em: 20 jul. 2022.

SILVA, Rafael F. T. D. **Democratizando o BIM**: conceituação básica em bim. Conceituação Básica em BIM. 2021. Disponível em: <https://eadbim.abdi.com.br/curso/conceituacao-basica-de-bim/>. Acesso em: 10 ago. 2022.

SOUZA, L. L. A. de; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. de M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. p.26-53, 2009. DOI: 10.4237/gtp.v4i2.100. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50958>. Acesso em 10 ago. 2022.

THULER, Danielle Ferreira. **Análise da implantação do BIM em uma construtora de grande porte voltada à habitação popular**. 2019. 54 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

BIM - Building Information Modeling

AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção

VDC - Virtual Design and Construction

AIA - American Institute of Architects

BDS - Building Description System

CAD - Computer Aided Design

GLIDE - Graphical Language for Interactive Design

IFC - Industry Foundation Classes

DXF - Drawing eXchange Format

1. INTRODUÇÃO

O BIM (*Building information modeling*) é um método que tem como objetivo melhorar o processo da construção de uma edificação, desde a concepção projetual até a sua construção. Os conceitos de integralidade da informação, visam gerenciar os processos de forma mais efetiva, por meio de uma única plataforma de ferramentas e tecnologias que administram o banco de informações e dados fornecidos. O uso desses dados é utilizado simulando a construção em si, em um modelo tridimensional, facilitando a concepção geral, uma vez que permite a associação de vários usuários com o compartilhamento e colaboração dos diferentes agentes. A diferença entre BIM e a modelagem 3D tradicional é que BIM inclui dados e informações que vão além da geometria pura, podendo a partir disso extrair quantitativos, análises, além de atualizações automáticas, utilizando objetos paramétricos e inteligentes.

O BIM representa uma evolução na forma de se desenvolver projetos e se mostra uma metodologia fundamental para a qualidade da construção.

A conseqüente melhora do produto (projeto/obra), melhora o processo que vem a ser cada vez mais automatizado, diminuindo erros e retrabalhos dos profissionais AEC (Arquitetura, engenharia e construção). Com isso, otimiza-se o processo, diminuindo custos e tempo final, e ainda facilita o compartilhamento de informações entre esses profissionais.

Chuck Eastman, no BIM Handbook, ed. 1, pag.22, afirma que:

Substituir um ambiente CAD 2D ou 3D por um sistema BIM envolve mais do que aquisição de software, treinamento e atualização de hardware. O uso efetivo do BIM requer que mudanças sejam feitas em quase todos os aspectos do negócio das empresas (...). Requer um entendimento profundo e um plano para implementação antes que a conversão possa começar.

Hoje, já são mais do que claros os benefícios do BIM. O que se busca, ainda, é a repercussão e difusão dessa metodologia de projeto.

A monografia busca entender quais as dificuldades para disseminação no Brasil, uma vez que a discussão sobre BIM vem sendo realizada desde 2000 e, em 2018, uma pesquisa da FGV (Fundação Getúlio Vargas) apontou que apenas 9,2%

das construtoras nacionais adotam a metodologia – 13,9% se tratando das empresas de edificações residenciais (CASTELO, 2018).

Vamos então, buscar dados par compreender o processo de implementação em construtoras de grande porte no Brasil, analisando alguns dos estudos de caso apresentados para verificar similaridades de implementação entre eles, além das dificuldades encontradas nos processos de implementação.

Para isso, serão abordados conceitos do BIM, os benefícios de sua utilização, o cenário de implementação no Brasil e suas dificuldades e as iniciativas das autoridades públicas para fomentar essa implementação.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O estudo tem como objetivo analisar as pesquisas que buscam entender a aplicação da metodologia BIM (*Building information modeling*) em construtoras do Brasil. Visto que é recorrente, em diferentes diagnósticos, a conclusão de que existe uma baixa adesão na indústria AEC (Arquitetura, engenharia e construção) se comparado aos benefícios que essa ferramenta proporciona. O presente trabalho busca entender quais são as principais dificuldades apontadas pelos estudiosos para a implementação dessa ferramenta em construtoras brasileiras, assim como as principais causas para essa baixa adesão, além dos benefícios que eles apresentam como contraponto para alterar essa realidade.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Buscar entender como os autores abordam o que é BIM, suas vantagens e desvantagens;

Revisar a história e utilização no Brasil e quais os incentivos para disseminação da metodologia;

Verificar se os incentivos para disseminação no Brasil se mostraram eficientes;

- Compreender quais as dificuldades enfrentadas a nível nacional;
- Compreender o processo de implementação em uma empresa;
- Evidenciar quais são os principais benefícios de sua implementação, de acordo com as referências bibliográficas mapeadas;
- Verificar as consequências enumeradas pelos autores sobre o processo de implementação e quais as dificuldades encontradas;
- Analisar os dados de implementação dos estudos de caso.

3. METODOLOGIA

O estudo foi baseado numa revisão da bibliografia sobre o tema, por meio do cruzamento de diferentes referências, com o objetivo de apresentar os caminhos já trilhados na implementação do BIM em construtoras brasileiras. Para tanto, foram apresentados os princípios e características do BIM e como diferentes autores analisaram a implementação dele no campo da construção civil. Outro fato relevante foi as possíveis confusões sobre o tema, associando o BIM apenas ao software responsável pelo processo de modelagem.

Os textos foram selecionados mediante pesquisas no *Google Academics*, assim como nas bases de dados do Portal Periódicos Capes. Foram identificadas e definidas as palavras-chave: (A) BIM, (B) BIM no Brasil, (C) Implementação BIM em construtoras, (D) *building information modeling*. Os artigos foram então pré-selecionados com base nas palavras-chave e, em seguida, com a leitura dos resumos, foram escolhidos aqueles que melhor se encaixavam no tema proposto nessa monografia.

O referencial teórico foi elaborado por meio de pesquisa bibliográfica, articulando pesquisas e estudos publicados por variados autores sobre o tema em questão.

Após o entendimento das ferramentas e dos processos gerais de implementação em uma empresa, elegemos estudos de caso de implementação em construtoras de grande porte, do Brasil.

Este trabalho se classifica como revisão bibliográfica, uma pesquisa qualitativa sobre diferentes autores, na qual o estudo destes e a comparação entre eles permite a revisão e análise da bibliografia que versa sobre a implementação do BIM.

4. BIM

O BIM (*Building Information Modeling*) trata da modelagem da informação da construção, uma metodologia capaz de implementar e organizar todas as informações pertinentes a uma edificação. De acordo com o a CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) o BIM é:

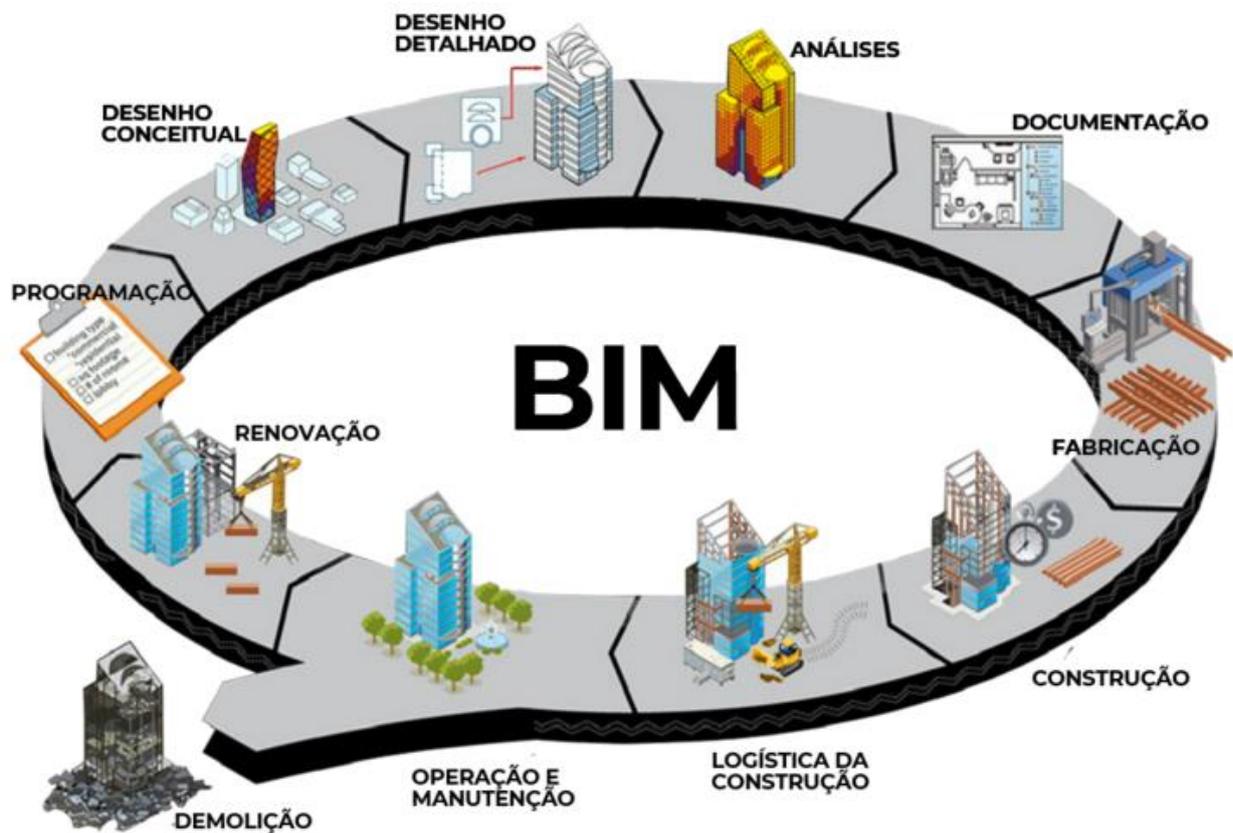
(...) um conjunto de tecnologias, informações e processos combinado em plataformas digitais para auxiliar a projeção e o gerenciamento de uma edificação em todas as suas etapas. Essa tecnologia pode ser aplicada a todo o ciclo de um empreendimento ou em apenas uma das fases: na concepção e conceituação do projeto; desenvolvimento e construção; após a obra pronta, entregue e ocupada para utilização; na gestão do empreendimento; ou, ainda, na manutenção, trazendo mais facilidade e tranquilidade aos proprietários. (CATELANI, 2016)

Eastman prefere abordar a definição do BIM por meio da exposição daquilo que não pode ser considerado BIM. Isso facilita a compreensão já que muitos dos profissionais da indústria AEC (*Architecture, Engineering and Construction*) não tem o entendimento correto do que esse modelo propõe, restringindo o BIM à ferramenta de modelagem utilizada no projeto. Ele afirma que essa confusão se dá pelo fato de softwares conterem esse nome – a exemplo do Revit que é apresentado como um software BIM. Portanto, segundo Eastman, não são BIM:

Modelos que só contém dados 3D, sem atributos de objetos. (...) Estes são bons para visualização, mas não fornecem suporte para integração de dados e análise de projeto. **Modelos sem suporte para comportamento.** (...) Estes não se utilizam de inteligência paramétrica. (...) **Modelos que são compostos de múltiplas referências a arquivos CAD 2D que devem ser combinados para definir a construção.** É impossível assegurar que o modelo 3D resultante será factível, consistente, contabilizável, e que mostrará inteligência com respeito aos objetos contidos nele. **Modelos que permitem modificações de dimensões em uma vista que não são automaticamente refletidas em outras vistas.** Isso permite erros no modelo que são muito difíceis de detectar. (...) (EASTMAN, 2014, p. 15 e 16)

A modelagem da informação da construção permite a realização de toda a edificação em um modelo virtual, denominado VDC (*Virtual Design and Construction*), o que garante a tomada de decisões críticas de forma antecipada. Evitando surpresas durante a fase de construção, momento no qual uma alteração pode gerar grandes prejuízos financeiros. A Figura 1 representa o Ciclo de Vida do BIM:

Figura 1 - Ciclo de vida BIM

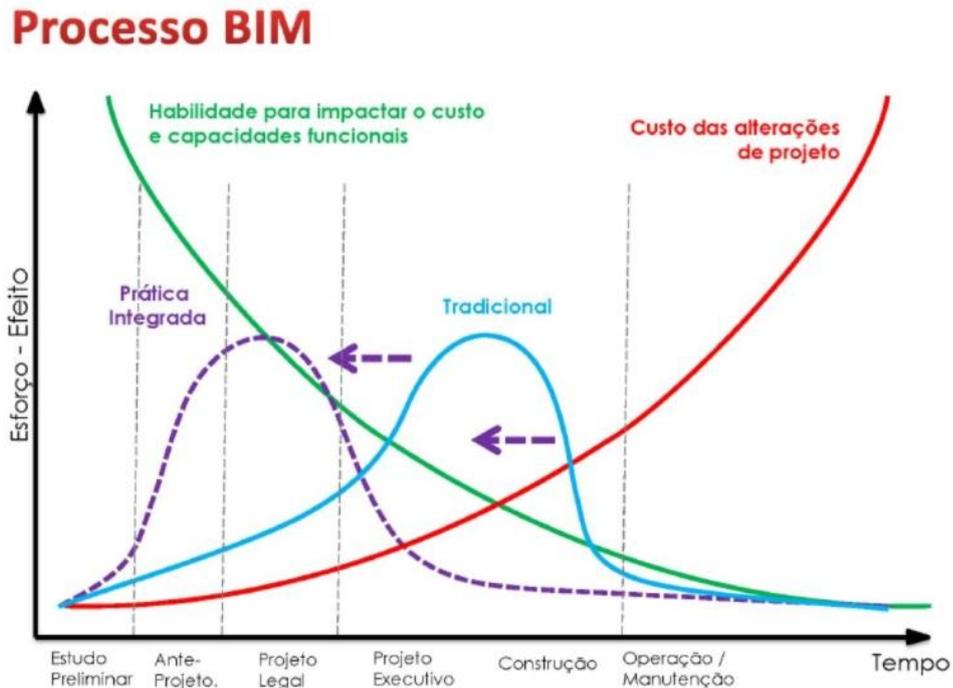


Fonte: CRASA Infraestrutura (2020).

Isso possibilita a execução do modelo virtual da edificação, antes do início da execução da obra, o que permite prever e eliminar grande parte dos erros de projeto e compatibilização, além da inserção de uma grande quantidade de informação atrelada ao modelo 3D, propiciando seu uso em todo o ciclo de vida da edificação. A

Figura 2, extraída da AIA (*American Institute of Architects*), mostra como essa ferramenta está associada à economia no empreendimento, uma vez que as alterações são feitas ainda no início, onde o custo de ajustes é menor.

Figura 2 – Curva de esforço (Patrick Macleamy Curve).



Fonte: AsBEA (2015).

4.1. HISTÓRIA DO BIM

Charles M. Eastman foi pioneiro nos estudos de BIM no mundo. Na década de 80, ele e sua equipe do Instituto de Tecnologia da Geórgia, criaram o BDS (*Building Description System*), conceito que quebrava paradigmas quando o assunto é projeto de construção, isso porque propõe a utilização de sistemas computacionais (softwares) em vez de projetos elaborados em papel. Ele vislumbrava a facilitação do processo de projeção e a documentação destes, até então, feitas nos chamados CAD (*Computer Aided Design*). Conforme Farias descreve no portal SPBIM:

Segundo Eastman *et al.* (1974): O sistema BDS foi iniciado para mostrar que uma descrição baseada em computador de um edifício poderia replicar ou melhorar todos os pontos fortes de desenhos como um meio para a elaboração de projeto, construção e operação, bem como eliminar a maioria de suas fraquezas. (FARIAS, 2021)

As ferramentas de CAD representavam um avanço no método de projeção. Benefícios como as impressões ilimitadas dos arquivos, edições rápidas e repetição de arquivos, otimizavam o tempo de produção do projeto, se comparados aos desenhos feitos à mão. No entanto, ainda não representava uma mudança no método projetual, uma vez que o projetista a utilizava com a finalidade da representação, tal qual o desenho à mão. Enquanto o BIM, desdobramento das ideias e conceitos do BDS, prevê a construção virtual de objetos com inteligência (informação) vinculados ao ambiente tridimensional e de documentação.

Em 1992, G.A. Van Nederveen e F.P. Tolman, guiados pelos conceitos de Eastman, escrevem um artigo abordando a necessidade de se basear na construção para se modelar com informação, esse mesmo trabalho apresenta essa abordagem como *Modelling Building Information – Modelo de Informação de Construção*.

Em 2002, a empresa Autodesk¹ compra o Revit, da Revit Technologies, e lança um guia que renomeia com a sigla BIM o *Building Information Modeling*.

Com o tempo, novas dimensões de modelagem foram agregadas à metodologia. Ao todo são 5 dimensões e elas falam das dimensões alcançadas pela metodologia, sendo o BIM 3D, a modelagem paramétrica; BIM 4D, o planejamento; o BIM 5D: a orçamentação; o BIM 6D, a sustentabilidade, e o BIM 7D a Gestão e Manutenção da edificação, conforme Figura 3:

¹ Empresa de software que comercializa softwares BIM como o Revit, Navisworks, AutoCad, etc.

Figura 3 – Dimensões do BIM



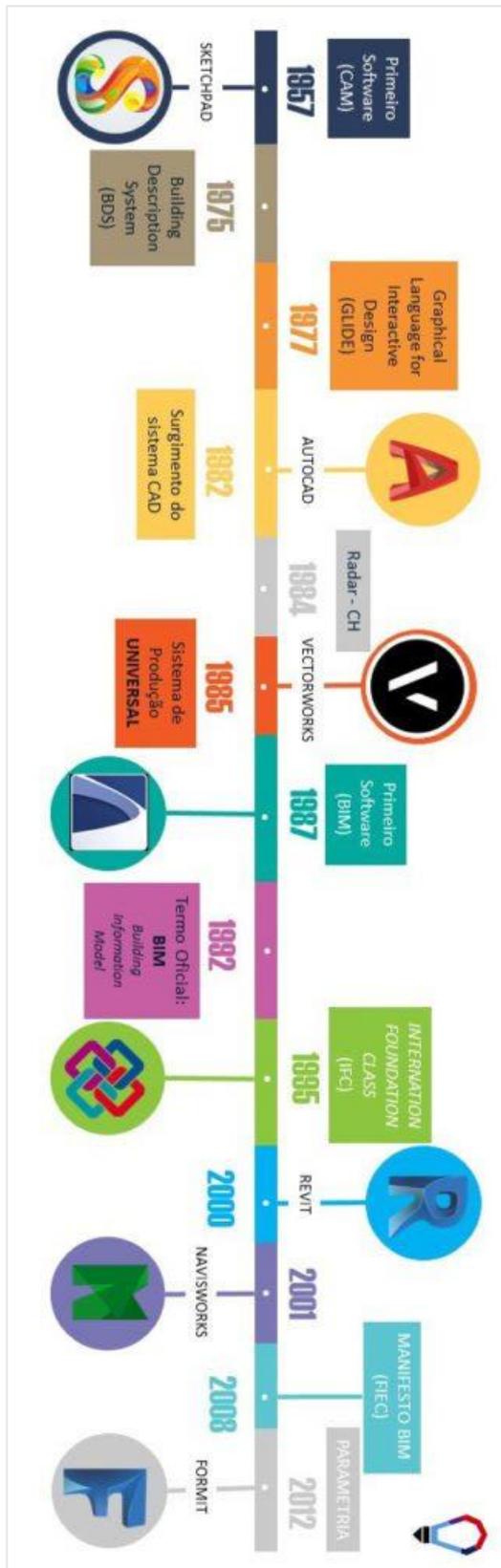
Fonte: SPBIM (2021).

Ainda de acordo com a SPBIM, “dessa forma, o BIM passou a prover todas as informações necessária aos desenhos, desde à expressão gráfica, à análise construtiva, à quantificação de trabalhos/tempos de execução, desde a fase inicial do projeto, até a conclusão da obra”. Sendo o BIM “um protótipo da construção real”.

Quando o Eastman publicou o artigo BDS (Building Description System) o mesmo também discutiu ideias e parâmetros do que deveria ser/conter em uma representação 3D de alta qualidade, e, a partir desses conceitos, Eastman programou em 1977, o GLIDE (Graphical Language for Interactive Design), que além da visualização gráfica CAM, também oferecia um banco de dados classificável que permitiu ao usuário recuperar informações categoricamente por parâmetros tais como materiais ou fornecedores. (SPBIM, 2021)

A SPBIM desenvolveu uma linha do tempo dos principais softwares BIM –
Figura 4 – desenvolvidos a partir do GLIDE:

Figura 4 - TimeLine BIM na história do BIM



Fonte: SPBIM (2021).

4.2. BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO BIM

O BIM trabalha no projeto de forma integrada e não redundante. Além disso, no projeto paramétrico, pode-se exportar atributos vinculados aos objetos, parâmetros de distância, ângulos e regras (como *vinculado a, paralelo a e distante de*). Essas regras paramétricas modificam automaticamente as geometrias associadas, reduzindo retrabalho e inconsistências. Além da facilidade de trabalhar em conjunto por IFC (*Industry Foundation Classes*) e/ou gerar arquivos base conforme necessidade. (EASTMAN, 2013).

Algumas facilidades trazidas pelo BIM dão uma noção do alcance dessa ferramenta que é base para realimentação de análise e simulações, colaboração entre áreas, mensuração de quantitativos e análise de viabilidade. Conforme Eastman (2013) afirma no capítulo 5 do Manual de BIM: Um Guia De Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores:

O BIM é uma transição significativa na prática de projeto, sendo uma mudança de paradigma. Diferente do CAD cujo fim é automação da produção dos desenhos, o BIM redistribui os esforços, dando ênfase à concepção do projeto, com métodos simples e de maneira consistente, através de uma base sólida de análise, simulações e custos, além dos avanços na visualização de todas as fases do projeto. (EASTMAN, 2013)

Outro benefício é a *Virtual Design and Construction (VDC)*, que trata da visualização da construção antes da obra o que permite a integração entre todo os projetistas.

4.3. VDC

O emprego da metodologia BIM permite uma visão integrada, relacionando diferentes níveis do projeto, prevenindo desperdícios de material, do recurso à mão de obra, mas também de tempo. A possibilidade de simular diferentes cenários de

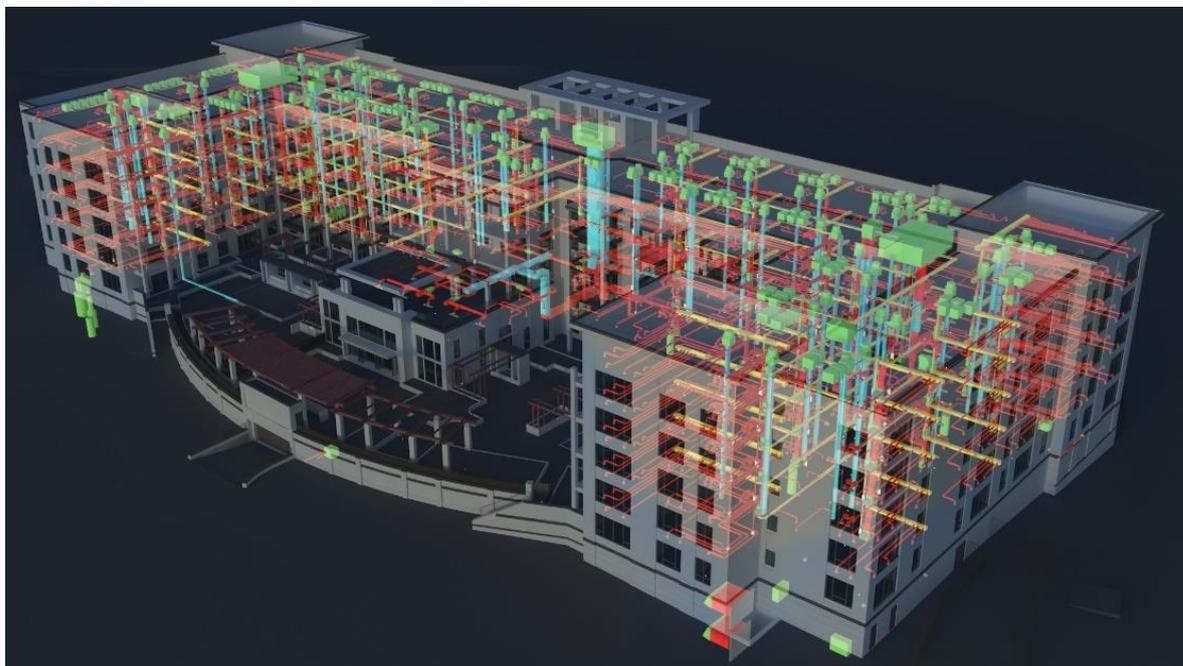
maneira virtual também permite, em paralelo, a compreensão sobre a melhor maneira de executar determinado processo. Assim, as principais questões do projeto já seriam sanadas antes da execução dele, deixando menos espaço para imprevistos e, conseqüentemente, onerando menos a obra, conforme gráfico da Figura 1.

Dantas Filho, Barros Neto e Angelin (2016) descrevem no artigo Mapeamento do fluxo de valor de processo de construção virtual baseado em BIM a seguinte forma:

I. Criação do *template* de arquitetura: um modelo base contendo uma série de configurações predefinidas de forma a diminuir o retrabalho;

II. Processo de modelagem, que é composto de vários subprocessos de modelagem de cada disciplina de projeto, com sequenciamento similar à construção real, conforme Figura 5. Onde já é possível registrar inconsistências, omissões e/ou divergências. registros de inconsistências de informações de projeto, tais como omissões e divergências.

Figura 5 – VDC de projeto estrutural, arquitetônico e complementares

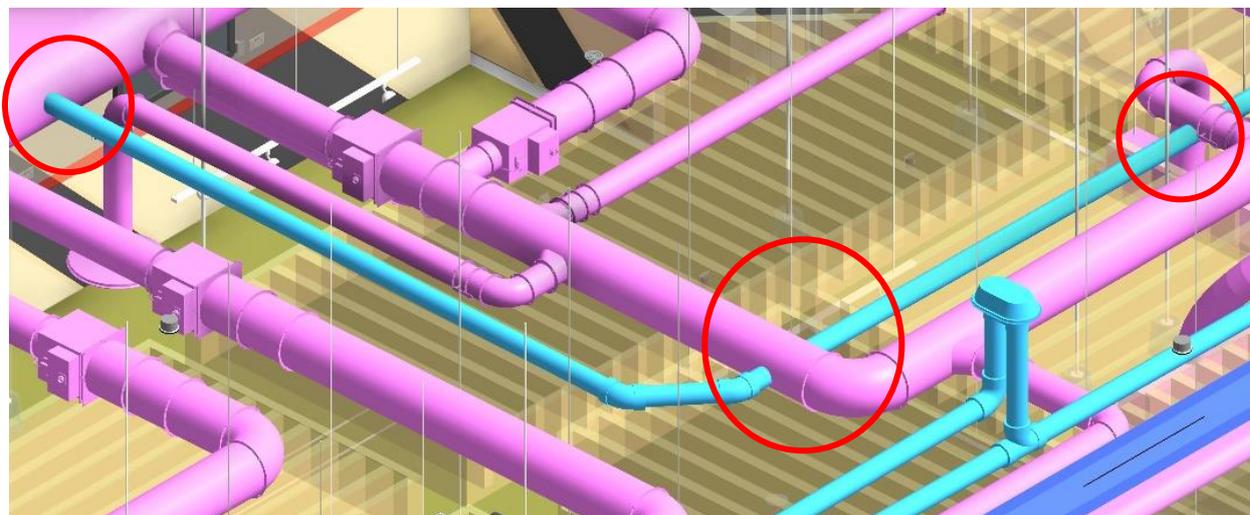


Fonte: INDBIM (Acesso em 20 de julho de 2022).

III. Análise BIM: Concluída a modelagem, reúnem-se os modelos de todas as disciplinas, a partir do qual serão verificadas e estudadas, conforme necessidade, as possíveis interferências e incipiências do projeto. A identificação dessas interferências é chamada *Clash Detection* (detecção de conflito), como mostra a Figura 6. Os conflitos verificados nessa análise são classificados quanto ao nível de severidade. Tal classificação traz a possibilidade da categorização e organização das informações, colaborando com a tomada de decisão dos profissionais envolvidos. A ASBEA (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura) classifica os conflitos segundo três dimensões (ASBEA, 2015, v. 2, p. 19):

- a) *Soft Clash* (Conflito suave): quando os componentes não respeitam uma distância mínima exigida em relação a outro elemento ou sistema;
- b) *Hard Clash* (Conflito severo): componentes que se sobrepõem (conforme Figura 6);
- c) *Time Clash* (Conflito de tempo): elementos que podem se colidir ao longo do tempo, como durante a construção ou o uso do edifício.

Figura 6 - Detecção de inconsistência no modelo, Hard Clash.



Fonte: INDBIM (Acesso em 20 de julho de 2022). Editado pela autora.

IV. A partir dessa análise, um relatório de requisições de informação é gerado para orientar os projetistas na busca de soluções.

V. Por fim, o último processo que visa atender os requisitos do cliente é denominado dimensão 5D – referente à orçamentação, como mostrado na Figura 3.

4.4. PARAMETRIZAÇÃO E INTEROPERABILIDADE

Como aponta Eastman, são muitas as contribuições das regras paramétricas para o processo de projeto. Elas são capazes de identificar quando determinada modificação viola a viabilidade do objeto, além de trabalhar no projeto de forma integrada e não redundante.

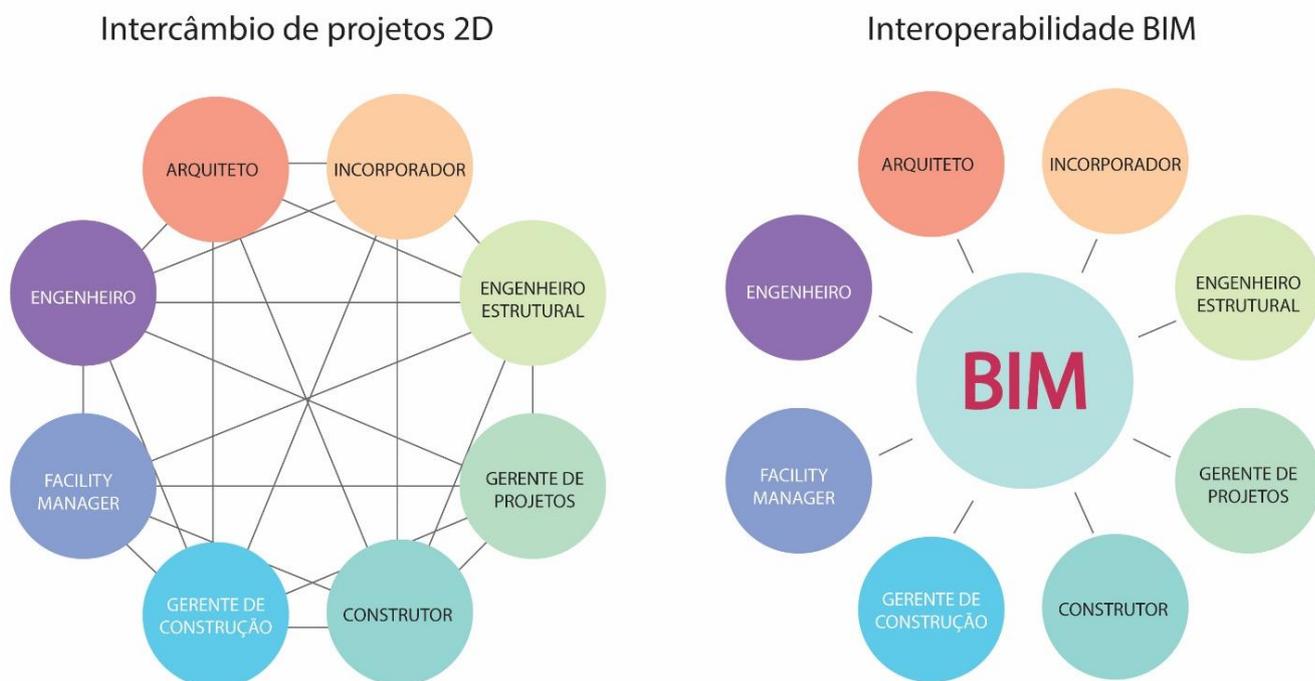
Ademais, no projeto paramétrico, pode-se exportar atributos vinculados aos objetos, parâmetros de distância, ângulos e regras como *vinculado a, paralelo a e distante de*.

Tomando-se como exemplo uma alteração simples que um projetista precisa fazer em uma janela de tipologia X. O projetista pode inserir dados como dimensão da janela, altura de peitoril, materiais e/ou quaisquer outros parâmetros e, assim, quando ele alterar algum dado de uma janela X, todas as outras janelas, da mesma tipologia, serão alteradas automaticamente e todas as vistas relacionadas também. Além disso, o quantitativo de materiais também é recalculado conforme a nova dimensão do objeto. Isso faz com que o tempo de projeto seja reduzido consideravelmente.

Outro benefício trazido pela utilização do BIM é a facilidade de trabalhar em conjunto por IFC e/ou gerar arquivos base conforme necessidade. Essa capacidade de trabalharem conjunto intercambiando softwares por meio de um método padrão é denominada interoperabilidade, como apresentado na Figura 7.

Nenhuma aplicação pode suportar sozinha todas as tarefas associadas ao projeto e à produção de uma construção. A *interoperabilidade* representa a necessidade de passar dados entre aplicações, permitindo que múltiplos tipos de especialistas e aplicações contribuam para o trabalho em questão. A interoperabilidade baseia-se no tradicionalmente em intercâmbio de formatos de arquivos, como DXF (*Drawing eXchange Format*) (...) (EASTMAN, 2019, p. 66)

Figura 7 - Interoperabilidade BIM



Fonte: Utilizandobim - Adaptado pela autora

São claros os benefícios econômicos, de interoperabilidade e de projeto, trazendo qualidade que reflete em toda vida útil do empreendimento. Benefícios como redução de variabilidade, tempo de ciclo, melhoria contínua, gestão visual, detecção de interferências, estimativa automática de custo, visualização do status do projeto, simulação de planos de ataque e fabricação controlada por computador.

Tais benefícios podem atingir todos os agentes envolvidos em um empreendimento, os proprietários, as empresas fornecedoras, os profissionais, arquitetos e engenheiros, operadores e outros. Existe uma antecipação das decisões de projeto de fases futuras para fases iniciais. Um volume maior de decisões é tomado ainda na concepção, onde o impacto da mudança no orçamento é menor (como apresentado na Figura 2).

Em contrapartida, a extração de documentos de projeto, na forma como estávamos acostumados, passa a acontecer após um amadurecimento maior dos modelos[...]. (ASBEA, 2015, p. 12). Dessa forma, entende-se que um projeto realizado em metodologia BIM, ao mesmo tempo que se tem um ganho de produtividade (como

um todo), a elaboração de projetos em si se torna mais lenta, uma vez que ocorre a antecipação de várias informações para as etapas iniciais do projeto.

5. IMPLANTAÇÃO DO BIM NO BRASIL

O Brasil deu seus primeiros passos para a disseminação do BIM com a criação da Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção, ABNT/CEE-134, em 2009, por iniciativa do MDIC (Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior). Somente em 2017, foi publicado um decreto com intuito de disseminar a ferramenta no país, o decreto de 5 de junho de 2017, este foi revogado pelo decreto nº 9.377, de 2018. O decreto de 2018, por sua vez, foi revogado pelo Decreto 9.983, de 2019, vigente na presente data.

A respeito da implementação, o portal da CRASA INFRA afirma que o BIM é uma realidade a nível mundial, o Reino Unido está à frente da implementação do BIM, já exigindo interoperabilidade em seus projetos, desde 2016. Na América do Sul, o Chile exige BIM para licitações em hospitais, desde 2011. Já no Brasil, desde 2021, é obrigatório o uso de BIM nos projetos públicos.

A Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção foi responsável pelas normas que regem o BIM no Brasil, conforme Tabela 1, que traz dados do site da ABNT.

As normas listadas na Tabela 1 incluem desde conceitos gerais do BIM até os passos e/ou objetos de uma construção, passando pela vida da edificação. A relação do BIM com as normas é estreita, uma vez que o BIM carregará todas as informações da construção. Informações estas úteis ao planejamento, projeto, gerenciamento, obra, operação e manutenção de empreendimentos da construção civil.

Coaen, Souza e Queiroz (2021) identificam como principal gargalo da construção civil do Brasil a baixa qualidade de projeto e afirmam que isso se deve ao tempo de obra, que consideram longo.

A maioria desses problemas provém de projetos inadequados, tanto de edificações como de infraestrutura, dessa forma, o conjunto de fases operacionais da construção, necessita incorporar tecnologias e processos mais eficazes na sua atividade, objetivando ampliar a

qualidade de seus projetos aprimorando sua produtividade. (COAEN, SOUZA e QUEIROZ. 2021)

Tabela 1 – Normas que se relacionam com o BIM

ISSO	DATA	NOME	OBJETIVO
ISO 19650-1:2018	27/05/2022	Organização da informação acerca de trabalhos da construção - Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção. Parte 1: Conceitos e princípios.	Este Documento estabelece os conceitos e fundamentos para a gestão da informação no estágio de maturidade descrito como "modelagem da informação da construção (BIM), de acordo com a série ABNT NBR ISO 19650".
ISO 19650-2:2018	27/05/2022	Organização da informação acerca de trabalhos da construção - Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção. Parte 2: Fase de entrega de ativos.	Este Documento define os requisitos para a gestão da informação, na forma de um processo de gestão, no contexto da fase de entrega de um ativo, e as importantes trocas de informação que nela ocorrem, ao se utilizar a modelagem da informação da construção (BIM).
PR 1015:2022	07/06/2022	Ambiente Comum de Dados.	Esta Prática Recomendada apresenta orientações para contratação e uso do Ambiente Comum de Dados (CDE) baseadas nas boas práticas de mercado, considerando as diretrizes da ABNT NBR ISO 19650, Partes 1 e 2.
NBR 15965-1:2011	14/07/2011 (Norma em revisão).	Sistema de classificação da informação da construção. Parte 1: Terminologia e estrutura.	Esta Norma define a terminologia, os princípios do sistema de classificação e os grupos de classificação para o planejamento, projeto, gerenciamento, obra, operação e manutenção de empreendimentos da construção civil
NBR 15965-2:2012	10/07/2012 (Norma em revisão).	Sistema de classificação da informação da construção. Parte 2: Características dos objetos da construção.	Esta parte da ABNT NBR 15965 define as terminologias, o sistema de classificação e os grupos de classificação relativos às características dos objetos da construção. O sistema de classificação se aplica ao planejamento, projeto, obra, operação e manutenção de empreendimentos da construção civil.
NBR 15965-3:2014	16/12/2014	Sistema de classificação da informação da construção. Parte 3: Processos da construção.	Esta parte da ABNT NBR 15965 tem por objetivo apresentar a estrutura de classificação que define os processos da construção, para aplicação na tecnologia de modelagem da informação da construção, pela indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).
NBR 15965-7:2021	01/12/2015	Sistema de classificação da informação da construção. Parte 7: Informação da construção.	Esta parte da ABNT NBR 15965 apresenta a estrutura de classificação que define as informações (ou dados referenciados e utilizados durante o processo de criação e manutenção de um objeto construído) para aplicação na tecnologia de modelagem da informação da construção, pela indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).
NBR 16757-1:2018	30/05/2018	Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais Parte 1: Conceitos, arquitetura e modelo	Esta Norma tem como principal objetivo fornecer uma estrutura de dados para catálogos eletrônicos de produtos, a fim de transmitir dados de produtos de instalações prediais, automaticamente, para modelos de aplicativos para sistemas prediais. Isso inclui um metamodelo para a especificação de classes de produtos e suas propriedades e um metamodelo para os dados do produto que são trocados em catálogos de produtos. Os dados do produto devem seguir as especificações para os seus grupos de produtos.
NBR 16757-2:2018	30/05/2018	Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais Parte 2: Geometria.	Esta parte da NBR ISO 16757 descreve a modelagem geométrica de produtos para sistemas prediais. A descrição é otimizada para o intercâmbio de dados de catálogo de produtos.

Fonte: Autoria própria

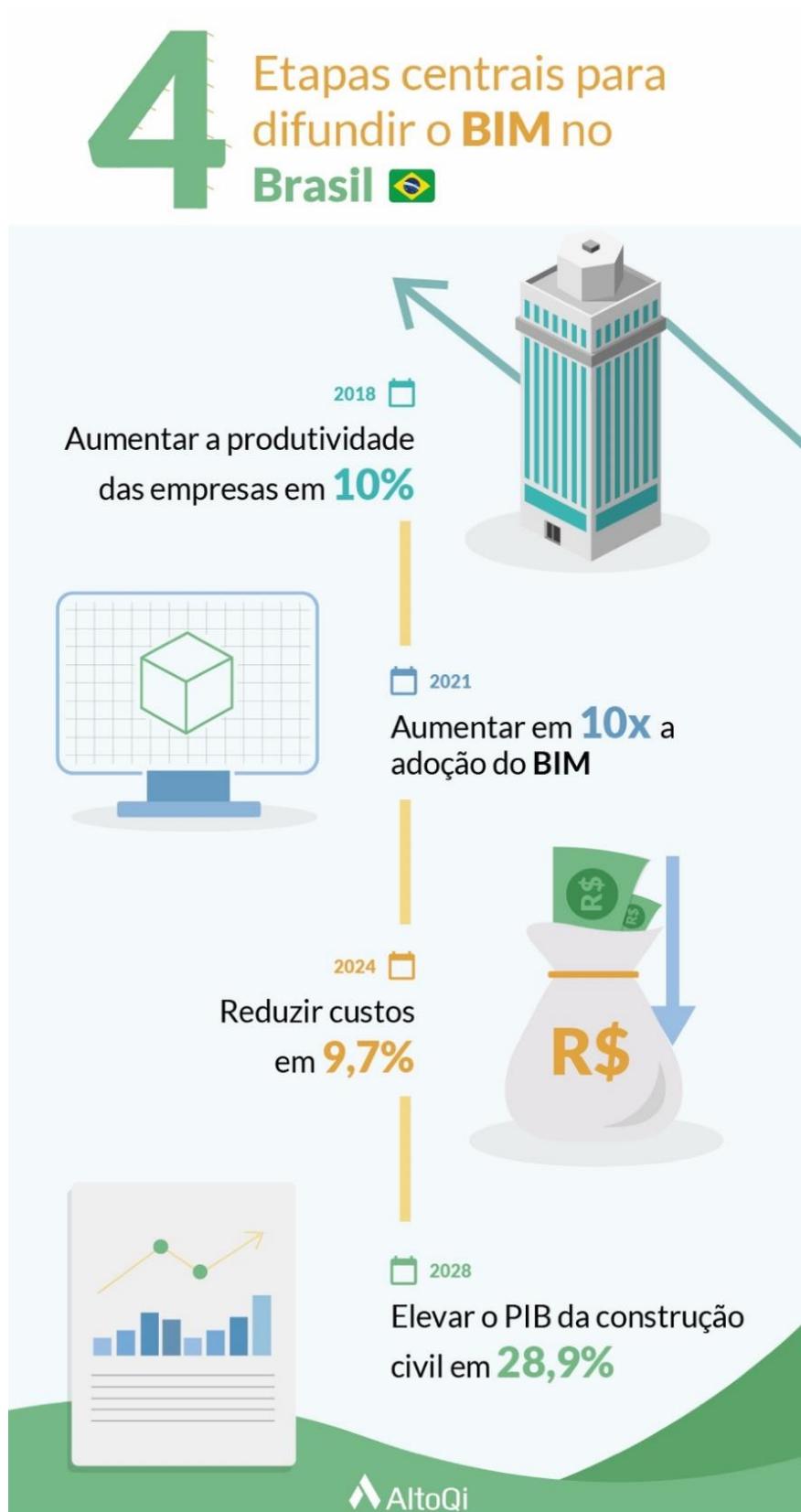
A publicação do decreto federal 9.377/18, de 17 de maio de 2018, instituiu a “Estratégia BIM BR” e previa um calendário para a difusão do modelo BIM no território nacional. O programa se baseou em um diagnóstico que apontava que apenas 5% do PIB da Construção Civil no país havia adotado o BIM, até então, e previa uma estratégia dividida em quatro etapas, previstas para serem implementadas entre 2018 e 2028. Além disso, também foi publicado o “Guia da Construção Inteligente para construtoras e órgãos governamentais”. (FGV, 2018) Por meio desse diagnóstico verificou-se que o PIB da Construção Civil que recorrem ao BIM corresponderiam a apenas 9,2% das empresas do setor do país.

A instituição do programa “Estratégia BIM BR” veio acompanhada de prognósticos promissores por parte da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) que estimava “um aumento de 10% na produtividade do setor e uma redução de custos que pode chegar a 20%”, com o objetivo final de “aumentar em 10 vezes a implementação/utilização do BIM”, como pode-se verificar na Figura 8.

A criação de um programa desse porte pelo governo federal sinaliza a importância do processo de implantação do BIM estar presente em toda a cadeia produtiva e não ser apenas utilizado por alguns campos isoladamente. Se por um lado, o BIM pode envolver importantes ganhos para a produção, ao garantir precisão e otimização de processos, isso só ocorre quando as ferramentas são adequadamente empregadas.

Trata-se de uma revolução transformadora na maneira como os projetos de engenharia são desenvolvidos, já que a aplicação do *Building Information Modelling* integra todo o ciclo de vida da obra, possibilitando o gerenciamento das informações e trazendo uma clareza muito maior ao canteiro de obras. (ZIMERMANN, 2018)

Figura 8 – 4 Etapas centrais para difundir o BIM no Brasil



Fonte: AltoQi (Acesso em 2022).

O programa trouxe o que se fazia necessário para o desenvolvimento de uma estratégia, por parte do Governo Federal, que incentivasse o uso correto desse importante avanço tecnológico, garantindo o desenvolvimento e a modernização da indústria da construção brasileira. O “Guia da Construção Inteligente para construtoras e órgãos governamentais” elege três fases de implantação do BIM no Brasil, sendo:

FASE 1 (janeiro de 2021):

Focada em projetos de arquitetura e de engenharia para construções novas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM. Nesta fase será proposta a exigência do BIM na elaboração dos modelos de arquitetura e de engenharia referentes às disciplinas de estrutura, de hidráulica, de AVAC (aquecimento, ventilação e ar-condicionado) e de elétrica, na detecção de interferências e na revisão dos modelos de arquitetura e de engenharia, na extração de quantitativos e na geração de documentação gráfica, a partir desses modelos. (ESTRATÉGIA BIM BR, 2018)

De fato, a metodologia BIM passou a ser obrigatória para obras públicas no Brasil a partir de janeiro de 2021, conforme decreto nº 9.983/2019. Essa fase compreende o chamado BIM 4D (o planejamento).

FASE 2 (a partir de janeiro de 2024):

Deverá incluir a aplicação do BIM na execução direta ou indireta de projetos de arquitetura e de engenharia e também obras, referentes a construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM. Esta fase abrangerá além dos usos previstos na fase anterior, orçamentação e planejamento da execução de obras e a atualização do modelo e de suas informações como construído (as built). (ESTRATÉGIA BIM BR, 2018)

Essa fase compreende o BIM 5D (orçamentação).

FASE 3 (a partir de janeiro de 2028):

Deverá incluir a aplicação do BIM a projetos de arquitetura e de engenharia e obras referentes a construções novas, reformas, ampliações e reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM. Esta fase abrangerá além dos usos previstos nas fases anteriores, os serviços de gerenciamento e de manutenção do empreendimento após sua construção, cujos projetos de arquitetura e engenharia e obras tenham sido realizados ou executados com aplicação do BIM. (ESTRATÉGIA BIM BR, 2018)

Com a implantação dessas fases, o Brasil passaria a contemplar o BIM 7D (Gestão e Manutenção da edificação), diferente do que se tem hoje, com a fase 1 implementada, que contempla o BIM 4D.

A cartilha desenvolvida pelo governo traz uma jornada que almeja alcançar 4 etapas, com as seguintes metas:

ABDI (2019) afirma que, pretendendo ampliar a sinergia entre os vários agentes envolvidos e acelerar o processo de implantação e difusão em BIM no Brasil, o Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, MDIC e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), vêm articulando e formalizando parcerias com agentes estratégicos. Nesse contexto, já foram estabelecidos acordos e convênios com a ABNT e o Exército Brasileiro. Vale ressaltar que no ano de 2020, a ABDI lançou o curso básico “Democratizando o BIM”, totalmente online e gratuito, com o intuito de contextualizar os fundamentos históricos e normativos da plataforma ABDI (2019). O Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços estabelece a elaboração de processos por etapas a fim de acumular resultados positivos ao longo dos anos. (COAN, 2021)

Para alcançar tais resultados, os desafios foram divididos entre as áreas de governança, infraestrutura tecnológica a inovação, arcabouço legal, regulamentação técnica, investimentos, capacitação, indução pelo governo federal e comunicação. A Figura 9 apresenta o *Roadmap* e suas metas.

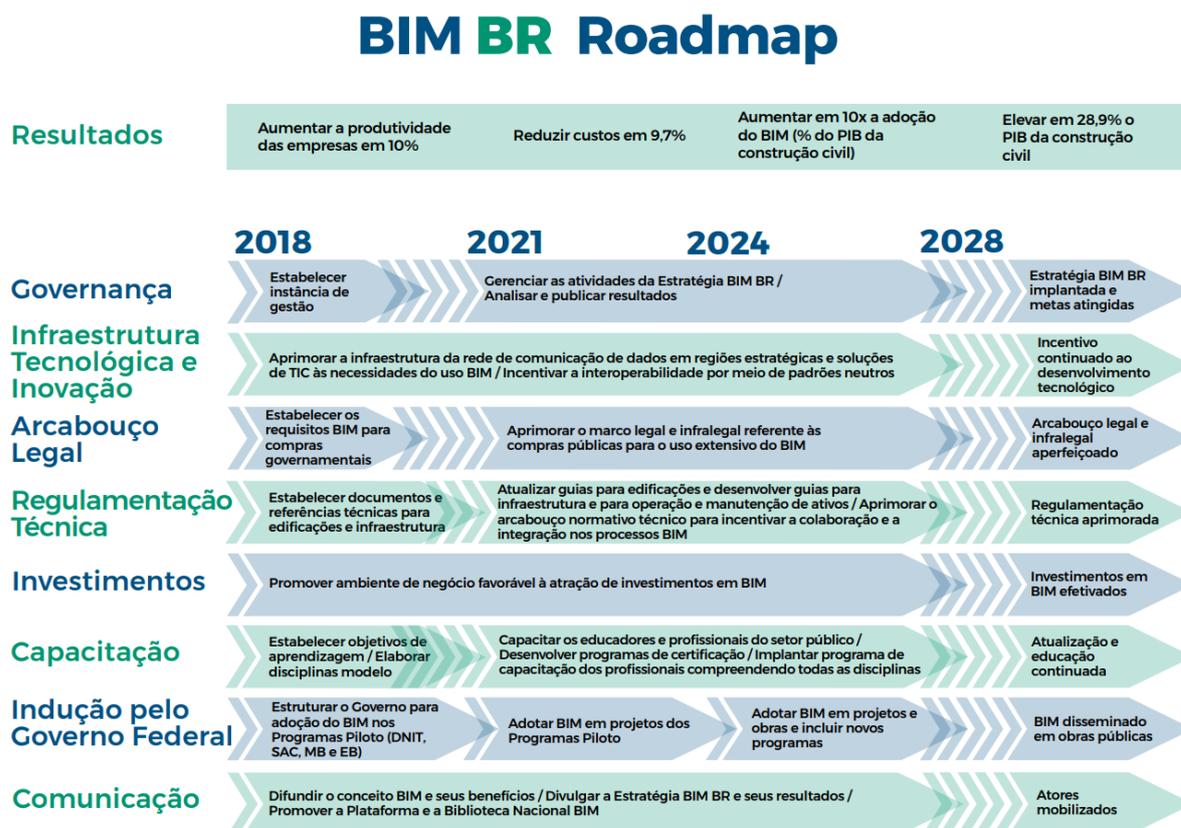
Essas frentes precisarão cumprir atividades que vão desde o aprimoramento da infraestrutura da rede de comunicação de dados, requisitos BIM para compras governamentais, promoção de ambiente favorável às negociações, capacitação profissional, regulamentação e mobilização de atores.

Para que a disseminação do BIM ocorra de maneira efetiva, o Governo Federal, além de propor objetivos específicos e metas, também irá estabelecer atos normativos para compras e contratações públicas, utilizando-se do poder de compra.

Os resultados esperados pela implementação da Estratégia BIM BR são:

1. Assegurar ganhos de produtividade ao setor de Construção Civil;
2. Proporcionar ganhos de qualidade nas obras públicas;
3. Aumentar a acurácia no planejamento de execução de obras, proporcionando maior confiabilidade de cronogramas e orçamentação;
4. Contribuir com ganhos em sustentabilidade por meio da redução de resíduos sólidos da Construção Civil;
5. Reduzir prazos para conclusão de obras;
6. Contribuir com a melhoria da transparência nos processos licitatórios;
7. Reduzir necessidade de aditivos contratuais de alteração do projeto, de elevação de valor e de prorrogação de prazo de conclusão e de entrega da obra;
8. Elevar o nível de qualificação profissional na atividade produtiva;
9. Estimular a redução de custos existentes no ciclo de vida dos empreendimentos.

Figura 9 - BIM BR Roadmap.



Fonte: Estratégia BIM BR (2018).

6. FERRAMENTAS E SISTEMAS BIM

Outra recorrência na análise dos textos foi a apresentação de diferentes ferramentas BIM. Como já mencionado, o BIM não trata de um programa específico, ele é uma metodologia de trabalho que se baseia no trabalho colaborativo, na interoperabilidade, nos fluxos de trabalho circulares e na coordenação. Analisou-se quais as ferramentas mais implementadas nas empresas dos textos estudados e verificar se há similaridade.

A escolha das ferramentas para implementação do BIM nas empresas se mostrou um desafio, uma vez que a oferta é grande e não há garantia de que um software se adeque à empresa. Muitas vezes é necessário testar mais de uma ferramenta. A Figura 10 apresenta algumas das ferramentas que interagem com o BIM, disponíveis no mercado atual, de acordo com quadro desenvolvido por Mattana (2017).

Conforme a apostila *Conceituação Básica em BIM – Democratizando o BIM – ABDI*, p. 53:

As soluções 5D mais conhecidas no Brasil são os softwares Naviswork, da Autodesk, que atua na extração de quantitativos, podendo atribuir no próprio software ou importar cinco tipos de custos – material, mão de obra, equipamentos, subcontratados e total –, e Vico Office, da Trimble, que também possibilita a orçamentação via plugins em outros softwares ou via importação de arquivos IFC. Outros exemplos de softwares de 5D são o STR Vision CPM, da empresa StrVision (<https://www.strvision.com/>), o PriMus IFC, da empresa ACCA (<https://www.accasoftware.com/>), o Bexel Manager, da empresa homônima (<https://bexelmanager.com/>), entre outras soluções nacionais (como a da Gryfus Quantum BIM, a da Volare Sisplo BIM e o plugin OrçaFascio). (ABDI, sem data)

Figura 10 - Softwares que interagem com BIM



Fonte: Librelotto (2017).

7. IMPLEMENTAÇÃO BIM EM CONSTRUTORAS

Foram identificados diferentes métodos de implementação nos estudos. O presente estudo aborda primeiramente a implementação geral sugerida como modelo pela CBIC (Câmara Brasileira de Indústria e Construção). Adiante, a implementação em duas construtoras de grande porte – Construtora A, sediada em São Paulo e construtora B, sediada em Belo Horizonte. A partir daí, vê-se como ocorreu cada implementação, os pontos em comum entre elas e a sugestão da CBIC e quais dificuldades encontradas.

A CBIC (2016) afirma que a implementação em construtoras não obedece a um padrão, mas estabelece 10 passos gerais que considera passos principais, conforme pode-se verificar na Figura 11.

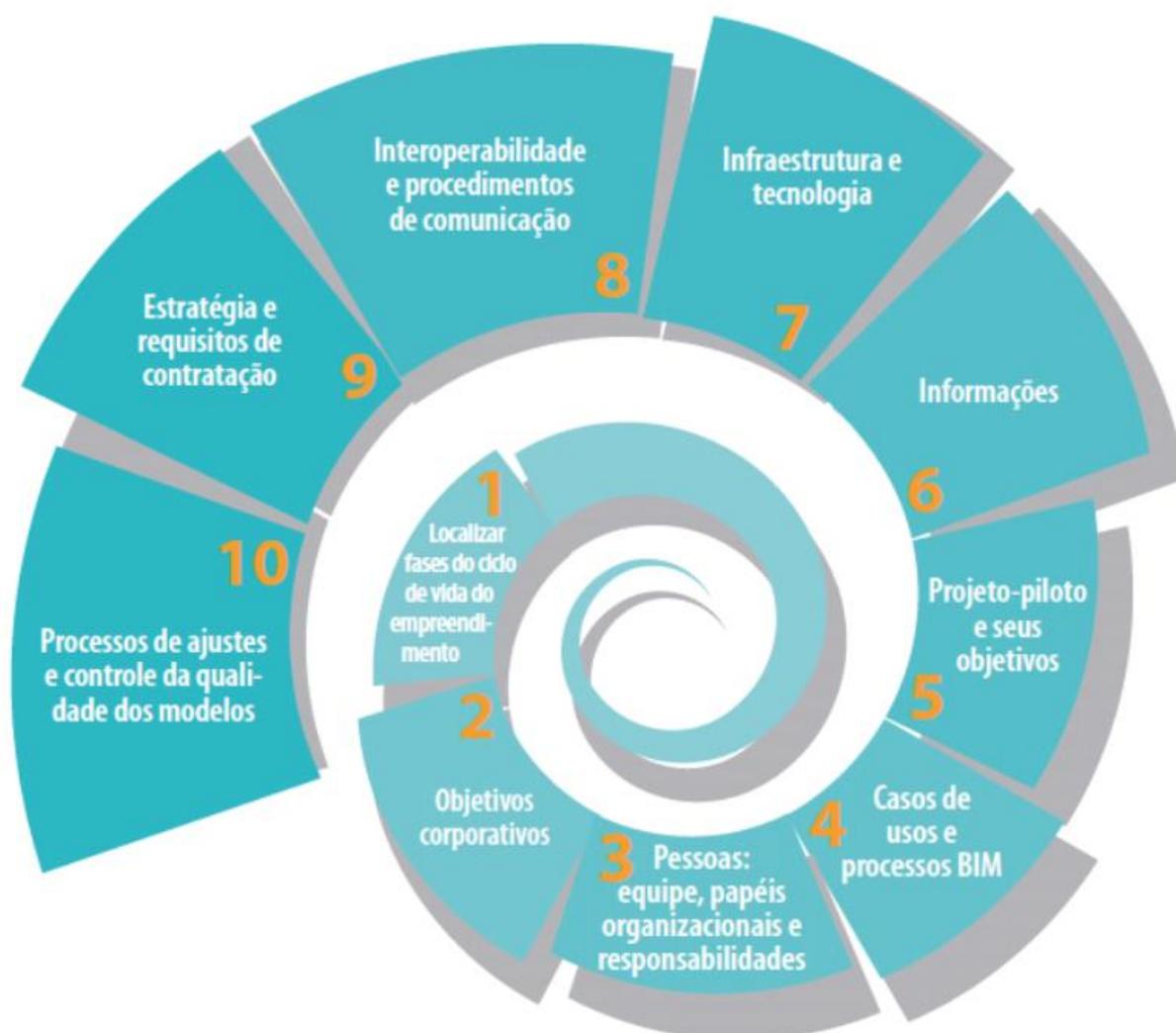
A localização, na figura que representa o ciclo de vida de um empreendimento (...), é uma das principais fases de atuação da empresa ou organização que deseja realizar uma implementação BIM, pois ajuda muito na definição dos objetivos e na identificação dos principais processos que deverão ser mapeados e revistos. Esse é o primeiro principal passo indicado para um projeto de implementação e deverá nortear todo o processo. (CBIC, 2016, p. 30)

Uma das questões mais recorrentes no debate sobre a implementação do BIM em construtoras apontadas pela bibliografia é que, devida a complexidade e agentes envolvidos na construção civil, não existe uma metodologia de implementação que não precise de ajustes. Tampouco existe softwares preestabelecidos e com garantia de sucesso. Toda a metodologia e softwares serão necessários processos de tentativa, erro e ajustes.

De maneira geral, as referências estudadas mencionavam com recorrência a importância do planejamento, alinhamento da cultura da empresa e que a implementação demanda tempo, investimento e dedicação.

Os tópicos 7.1 e 7.2 trazem como exemplo a implementação do BIM em duas construtoras brasileiras de grande porte.

Figura 11 - Principais passos para um projeto de implementação BIM



Fonte: CBIC (2016).

7.1. IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA CONSTRUTORA A

Joyce Delatorre², apresenta – no artigo “BIM na prática: Como uma empresa construtora pode fazer uso da tecnologia BIM” – o caso de uma empresa de grande

² Formada em arquitetura pela FAU-USP (2008) e em engenharia civil pela EPUSP (2008). Desde 2007 atua com tecnologias BIM. Por um ano e meio trabalhou na Autodesk do Brasil onde ministrou treinamentos dos softwares Autodesk para grandes empresas de projeto, construtoras, incorporadoras e instituições de ensino. Há mais de três anos trabalha na Método Engenharia, empresa de engenharia, gestão e construção de empreendimentos na qual é Coordenadora do Núcleo BIM e

porte, sediada em São Paulo, SP, que trabalha em BIM há pelo menos 11 anos e foi ganhadora do Prêmio de Excelência BIM do Sinduscon-SP, por duas vezes. A autora define como principais objetivos da construtora utilizar as informações do modelo para a gestão de informações na obra. E para isto, a empresa investiu em BIM para o desenvolvimento de um sistema que integrasse as informações de escopo, prazo e custo. O artigo não cita os softwares adotados pela empresa, mas aponta os passos que foram necessários para implementação do BIM nela.

No texto, Delatorre indica métodos para implementação BIM em construtoras e afirma que “a decisão estratégica de implementar a tecnologia BIM é um grande passo e exige tempo e dedicação para que o seu planejamento e execução seja feito de maneira adequada”.

Diante disto, a autora pondera que é necessário que cada empresa desenvolva seus processos e crie mecanismos para lidar com eventuais situações e indica que o desenvolvimento desta nova metodologia deve envolver (DELATORRE, sem data, p. 4):

- a) Pessoas: Capacitação dos profissionais envolvidos para a aplicação dos novos processos e utilização das novas ferramentas.
- b) Processos: Revisão dos processos atuais de trabalho para adequá-los ao uso da tecnologia BIM.
- c) Ferramentas: Desenvolvimento de ferramentas que auxiliem na gestão do processo e investimento em customizações de software necessárias.
- d) Envolvimento dos especialistas de cada disciplina em que será aplicada a nova tecnologia para que estes auxiliem na definição dos requisitos e na validação dos novos processos de trabalho.

A implementação irá variar de acordo com os resultados que a empresa busca atingir, mas, de maneira geral, é importante que ela envolva uma boa análise do perfil

responsável pela implementação e gestão do uso da tecnologia. Foi palestrante em eventos, dentre os quais se destacam: AUGI CADCamp (2007), Mesa Redonda BIM Mackenzie (2010), Arquitetura Digital: BIM, Sustentabilidade e Inovação (2011). É integrante do Grupo Técnico BIM-AsBEA e membro do Comitê Técnico da ABNT/CEE-134 sobre Modelagem da Informação da Construção (BIM). Possui Certificação Autodesk Revit Professional 2011 e tem conhecimento nos softwares AutoCAD, Revit, Autodesk Civil 3D e Navisworks Manage.

da empresa e de como o BIM agregaria valor e ela. Verificada a necessidade, o projeto de implementação deve conter metas objetivas e estar em sintonia com a diretoria e a visão organizacional da empresa, com o escopo e os requisitos de projeto claros. Diante disso, verificar quais softwares são os mais adequados, capacitar a equipe para a operação deles e identificar usuários-chave em cada setor. É interessante que se avalie os processos e ferramentas atuais para criar uma base de comparação. Daí, partir para atualização de softwares e até hardwares, se necessário. O planejamento do projeto deve conter etapas claras e buscar por otimização e melhoria contínua. (DELATORRE, sem data, p. 4).

Thuler afirma que a implementação varia de empresa para empresa, mas deve envolver:

- Apoio da Alta Diretoria;
- Análise de como o BIM pode agregar valor à sua empresa;
- Definição de metas claras e objetivas;
- Alinhamento com a visão organizacional;
- Definição do escopo;
- Definição dos requisitos do projeto;
- Definição dos requisitos de equipe e identificação de usuários chave;
- Programação de treinamentos;
- Avaliação dos processos e ferramentas atuais;
- Definição de softwares e hardwares necessários;
- Planejamento do projeto em etapas claras;
- Medição dos resultados por meio de indicadores bem definidos;
- Processo de melhoria contínua e busca por otimização.

No caso da construtora, objeto da análise da autora, um dos seus principais objetivos é:

Utilizar as informações do modelo para a gestão de informações na obra. Para isto está se investindo no desenvolvimento de um sistema que integre as informações de escopo, prazo e custo. Com isso, será possível utilizar o modelo como representante do escopo do projeto e vinculá-lo aos processos de controle de prazos e custos, resultando em um processo construtivo mais

estruturado, embasado pelas informações integradas de planejamento e orçamento. (DELATORRE, sem data, p. 4)

A autora cita como principais desafios da construtora estudada: quebrar os paradigmas existentes no processo executivo, viabilizar tecnologicamente a integração e definir os níveis controláveis e aplicáveis de informação a serem planejados e controlados na obra.

7.2. IMPLEMENTAÇÃO CONSTRUTORA B

Danielle Ferreira Thuler traz, em sua monografia “Análise da implantação do BIM em uma construtora de grande porte voltada à habitação popular”, um estudo de caso de uma construtora de grande porte, sediada em Belo Horizonte, MG, denominada construtora B.

Ela aponta que a empresa se interessou pela implementação do BIM para manter seu protagonismo no mercado e porque seu foco estava voltado para cada vez mais buscar produtos replicáveis e em grande escala de produção. Além dos benefícios do BIM como um banco de dados unificado, interoperabilidade, melhoria dos projetos executivos e consequente redução de erros na execução, a empresa vislumbrava uma melhora na gestão financeira. Outro ponto relevante levantado pela autora são as planilhas de quantitativo geradas automaticamente, que reduzem as chances de superfaturamento na obra. (THULER, 2018)

A autora descreve o processo de implementação do BIM na empresa, que se iniciou com a busca por consultoras de implementação da ferramenta e necessitou testes com 3 consultoras diferentes até contratar a 3ª consultora, em 2017. O entrevistado pela autora afirma que “As primeiras empresas não tinham expertise sobre o processo de implementação em empresa de grande porte e teria havido conflitos de visão de parceria”, e essas tentativas oneraram o processo.

De acordo com o Entrevistado 1, a Consultora C, cuja parceria definitiva foi firmada em 2017, teve que ser criada especialmente para atender às demandas da empresa. Fizeram uma busca no mercado por profissionais individuais com as características adequadas a dar suporte às particularidades do processo de implantação na companhia, formando-se, assim, um grupo

consultor, que atualmente trabalha *in loco*, oferecendo um serviço exclusivo, sendo responsável pelo escopo das atividades BIM, como a criação/definição dos processos e fluxos, capacitação dos colaboradores, desenvolvimento de famílias, *plug-ins*, *templates* e documentos elaborados para explicar e detalhar a modelagem, os chamados BIM *Mandates*, início de projetos pilotos e definição de melhorias. (THULER, 2018)

Para pensar o melhor fluxo de trabalho BIM, desenvolveu-se o *roadmap* da empresa em si e o envolvimento de cada equipe em cada etapa. A partir daí, a equipe de projetos foi estabelecida como o foco da primeira implementação BIM na empresa. Foi feita aquisição da infraestrutura e criação de manuais e padronização do novo fluxo, a escolha dos ponto-focais (funcionários responsáveis pela disseminação da cultura BIM) de cada setor/núcleo e, após isso, o treinamento das equipes. Em 2018 todos os projetos já estavam sendo produzidos em BIM.

Foi um *benchmark* que levou a escolha dos seguintes softwares: Revit, para modelagem, ProjectWise (PW), para documentação e Navigator, para design *Review*/visualizador de modelos 3D.

Segundo levantamento da autoria, o Revit foi o escolhido dentro os softwares de modelagem por ter se mostrado mais apto aos projetos de engenharia e pelo fato de a Autodesk ser uma empresa consolidada no mercado.

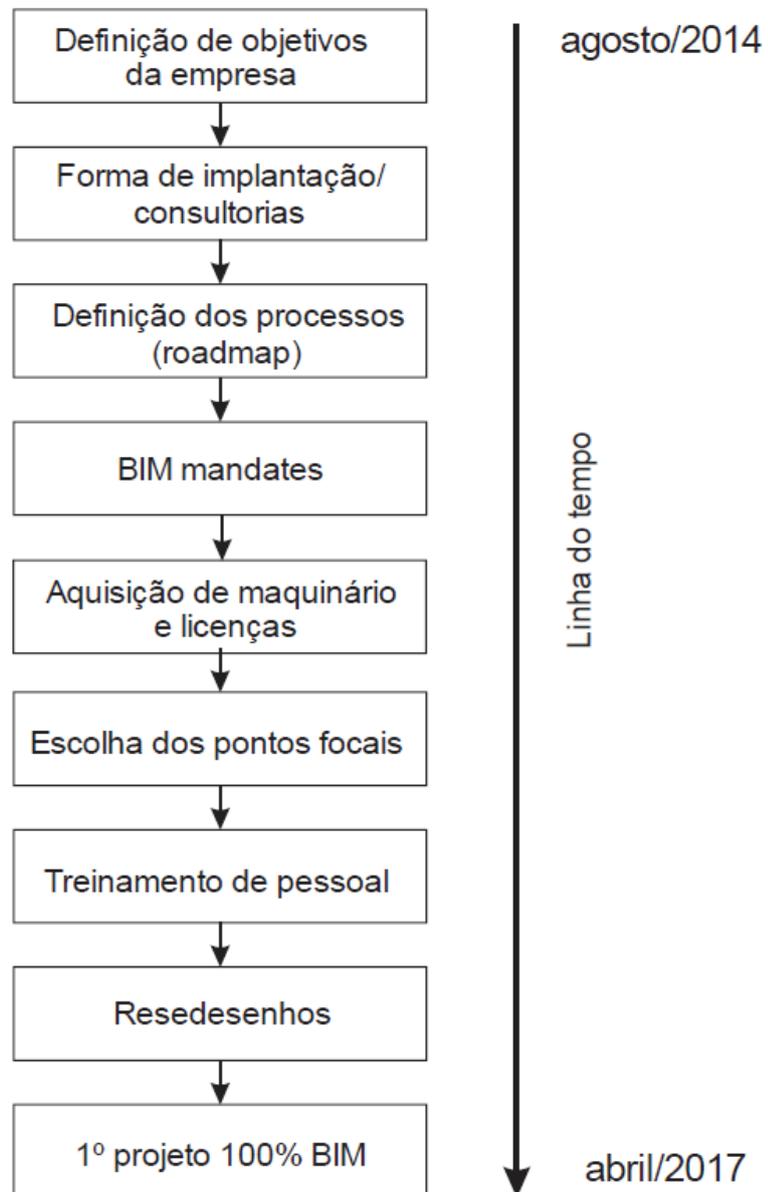
Já o PW teria demonstrado falhas e o desempenho BIM se apresentou insuficiente uma vez que ele bloquejava o fluxo de projeto da empresa, não permitindo o trabalho colaborativo entre setores distintos.

O *Navigator* foi fornecido à empresa como forma de pacote do PW. Porém também não se mostrava eficiente nos setores de conferência e gestão.

Sobre a implementação do BIM na empresa e por meio do resultado dos questionários aplicados pela autora, ela afirma que a comunicação dentre as áreas e a qualidade da informação do projeto foram os pontos de maior ganho, com menos incoerências e erros. O potencial do modelo BIM não é atingido devido à de interoperabilidade. Sobre os custos, ainda não haviam observado mudanças expressivas, acredita-se que pelo fato do BIM não estar inserido na rotina de todos os colaboradores, mas também, porque não havia muito tempo decorrido desde a sua implementação. (Thuler, 2018, p.41)

A Figura 12 apresenta os passos da implementação BIM na empresa.

Figura 12 - Fluxo primeiros passos BIM na empresa.



Fonte: THULER (2018).

7.3. ANÁLISE DAS IMPLEMENTAÇÕES

Diante do exposto, verifica-se que a implementação do BIM em empresas de grande porte tem passos que se assemelham. A Tabela 2 apresenta as etapas de

implementação nas empresas A e B, e as etapas básicas sugeridas pela CBIC. Identificam-se 5 principais áreas se repetindo no processo de implementação:

- a) Diagnóstico: é importante conhecer profundamente a empresa antes de implementar o BIM;
- b) Definição das metas e processos: Deve-se estabelecer metas claras e objetivas, que levem em consideração o diagnóstico e processos bem definidos que norteiem a equipe;
- c) Ferramenta: *benchmark* é bem-vindo, antes da escolha das ferramentas disponíveis no mercado, tanto de hardware quanto de software;
- d) Pessoal: Contratação de consultoria, capacitação da equipe e contratação;
- e) Avaliação e ações de melhoria.

Tabela 2 - Tabela comparativa de implementação BIM nas empresas.

	CBIC	EMPRESA A	EMPRESA B
1	Localizar fases do ciclo de vida	Apoio da Alta Diretoria;	Diagnóstico
2	Objetivos corporativos	Análise de como o BIM pode agregar valor à sua empresa;	Definição de objetivos da empresa
3	Pessoas: equipes, papéis organizacionais e responsabilidades	Definição de metas claras e objetivas;	Forma de implantação/consultorias
4	Casos de usos e processos BIM	Alinhamento com a visão organizacional;	Definição dos processos (roadmap)
5	Projeto-piloto e seus objetivos	Definição do escopo;	BIM mandates
6	Informações	Definição dos requisitos do projeto;	Aquisição de maquinário e licenças
7	Infraestrutura e tecnologia	Definição dos requisitos de equipe e identificação de usuários chave;	Escolha dos pontos focais
8	Interoperabilidade e procedimentos de comunicação	Programação de treinamentos;	Treinamento de pessoal
9	Estratégia e requisitos de contratação	Avaliação dos processos e ferramentas;	Redesenhos (Passar pjtos existentes para revit)
10	Processos de reajustes e controle de qualidade	Definição de softwares e hardwares necessários;	Contratação de profissionais BIM
11		Planejamento do projeto em etapas claras;	
12		Medição dos resultados através de indicadores bem definidos;	
13		Processo de melhoria contínua e busca por otimização.	
	DIAGNÓSTICO		
	DEFINIÇÃO DAS METAS E PROCESSOS		
	FERRAMENTAS		
	PESSOAL		
	AVALIAÇÃO E AÇÕES DE MELHORIA		

Fonte: Autoria própria

Por meio da análise comparativa exposta na Tabela 2, verificando as interseções dentre os processos, chega-se a uma sugestão de implementação geral, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Sugestão de passos para implementação BIM em empresas

Sugestão de passos para Implementação BIM em empresas	
1	Diagnóstico da empresa
2	Mapeamento de processos (roadmap)
3	Plano de valores e metas da empresa
4	Definição escopo e procedimentos a serem seguidos
5	Aquisição de software e hardware
6	Treinamento da equipe
7	Contratações (Consultoria e pessoal)
8	Definição dos usuários-chave
9	Aplicação da metodologia
10	Melhoria contínua

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 3 apresenta os passos para implementação do BIM em empresas, conforme análise das implementações estudadas. Porém, é importante ter em mente que, para o sucesso da implementação BIM em uma empresa, é necessária uma boa gestão com profissionais capacitados para desenvolver todos os projetos e acompanhamentos necessários em BIM.

Além disso, há de se considerar o alto investimento e, até que a empresa comece a ver avanços significativos de tempo gasto para desenvolvimento de projetos, integração de equipe e diminuição nos orçamentos, leva tempo e muito estudo. Muitas vezes é necessário rever estratégias e softwares adotados inicialmente. Por isso é importante um diagnóstico que também abranja a saúde financeira da empresa.

Outro ponto importante é a mentalidade da equipe com relação a mudanças, é interessante que ela não esteja apegada a métodos tradicionais e encare com entusiasmo a implementação e os treinamentos. O passo 8 (Definição de usuários chave) também auxiliaria nesse processo de assimilação e incentivo.

A decisão pela implementação da plataforma BIM em empresa de projeto pressupõe que sua direção tenha a consciência de que esse passo envolverá mudança de cultura, investimentos em infraestrutura, treinamentos e revisão de processos de trabalho. Para o seu sucesso, é importante a participação não só da alta gerência na decisão, bem como o envolvimento e conscientização de toda a equipe no processo, principalmente quando se trata de uma equipe heterogênea, com diferentes níveis de experiência profissional e de aptidão para novas tecnologias. (AsBEA, 2013, p. 7)

O passo 10, que diz sobre a Melhoria Contínua, é um processo de gestão essencial que ditará, inclusive, o sucesso dessa implementação.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia BIM (Building Information Modeling) sem dúvida se revela como um caminho promissor para a melhoria da indústria da construção civil (SAIEG et al., 2018). Ela proporciona uma compreensão mais profunda dos projetos e seus processos, permitindo a tradução desse conhecimento em decisões mais assertivas na fase de planejamento, onde seu impacto é mais significativo – reduzindo custos e aumentando a eficácia.

Embora seja importante reconhecer que a adoção do BIM não é uma solução universal para todos os desafios da construção civil, ela representa um atalho valioso para que a indústria dê passos substanciais em direção à valorização de projetos bem concebidos, ao planejamento rigoroso, aos testes, estudos e simulações realizados em computadores antes do início das atividades em canteiros de obras (CBIC, 2016, p. 99).

A implementação do BIM representa um avanço significativo na qualidade dos projetos, na construção e na vida útil das edificações como um todo. A obrigatoriedade do uso do BIM em projetos de obras públicas tem impulsionado sua adoção no Brasil. No entanto, a escassez de profissionais especializados em BIM, que dominem todas as etapas do projeto, ainda é um obstáculo para a realização plena do potencial dessa metodologia. Contudo, este estudo reconhece que o BIM é um catalisador importante de mudanças para o setor da construção civil, especialmente por sua capacidade de identificar inconsistências logo na fase de projetos e reduzir desperdícios.

Apesar de ainda estar em uma fase inicial de desenvolvimento e não ter atingido todo o seu potencial em termos de interoperabilidade, as empresas analisadas já têm relatado benefícios tangíveis com a implementação do BIM, incluindo melhorias na integração da equipe e maior transparência nos orçamentos.

A implementação do BIM, no entanto, exige tempo e investimentos significativos, sendo um dos principais desafios para sua disseminação. A resistência à mudança e à inovação por parte dos profissionais é outro obstáculo, uma vez que o Brasil tende a adotar uma abordagem mais tradicional na construção. As referências destacam a importância da mudança de cultura nas empresas, incentivando uma cultura orientada para a tecnologia e uma gestão eficiente que possa pensar a longo prazo, mesmo quando os benefícios não são imediatos.

Uma dimensão adicional da implementação do BIM é a transformação no envolvimento dos profissionais ao longo de todo o processo de projeto. Ao adotar o BIM, a presença desses profissionais se torna mais intensiva, envolvendo-os desde as fases iniciais em colaboração com outros agentes, como os responsáveis pelos projetos complementares. Esse cenário pode propiciar uma maior valorização da fase de projeto, que frequentemente é subestimada no contexto da construção no Brasil.