



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO**

**DESAFIOS E ESTRATÉGIAS PARA DEMOCRATIZAÇÃO DO BIM  
EM MICROEMPRESAS DA INDÚSTRIA AEC NA REGIÃO  
METROPOLITANA DE BELÉM**

**Dayana Cristina Brarymi Borges Ramos**

Belém - PA  
2023

Dayana Cristina Brarymi Borges Ramos

**DESAFIOS E ESTRATÉGIAS PARA DEMOCRATIZAÇÃO DO BIM  
EM MICROEMPRESAS DA INDÚSTRIA AEC NA REGIÃO  
METROPOLITANA DE BELÉM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo como requisito básico para a obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador (a): Vanessa da Rosa Watrin

Belém - PA

2023

Dayana Cristina Brarymi Borges Ramos

**DESAFIOS E ESTRATÉGIAS PARA DEMOCRATIZAÇÃO DO BIM  
EM MICROEMPRESAS DA INDÚSTRIA AEC NA REGIÃO  
METROPOLITANA DE BELÉM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo como requisito básico para a obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Banca Examinadora

Local: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPA

Horário: 9:30

Data: 14/12/2023

---

**Vanessa da Rosa Watrin**

---

**Bruno Ramos Zemeró**

---

**Diego Augusto Coelho Uchôa**

Belém - PA

2023

## RESUMO

Nos últimos anos houve um aumento da demanda de tecnologias e ferramentas que otimizem o processo de projetar, assim como, o fluxo de informações entre arquitetos e engenheiros. Com essa necessidade a metodologia BIM (Building Information Modeling) passou a se destacar no mercado nacional e mundial. A adoção do BIM no Brasil foi planejada para ocorrer de forma gradual tanto no setor público quanto no setor privado. Contudo, mesmo com obrigatoriedade do BIM na esfera pública de acordo com o decreto N°: 10.306, é nítido o contraste do grau de maturidade quanto a implementação da metodologia no país, que se concentra na região Sul e Sudeste. O objetivo central da pesquisa é mapear os desafios e elencar estratégias por meio da identificação de fatores críticos de sucesso (FCS) para implementação do BIM em microempresas, que hoje correspondem à maior parte da indústria AEC. Propõe-se assim, analisar as microempresas da região metropolitana de Belém e investigar se o processo de implementação está sendo democrático e se os profissionais da arquitetura, engenharia e construção estão sendo contemplados com políticas públicas e o ensino da metodologia BIM.

**Palavras-chave:** Modelagem da Informação, Implementação do BIM, Democratização da Tecnologia.

## **ABSTRACT**

In Recent years there has been an increase in demand for technologies and tools that optimize the design process, as well as the flow of information between architects and engineers. With this necessity, the BIM (Building Information Modeling) methodology started to stand out in the national and world market. The adoption of BIM in Brazil was planned to occur gradually in both the public and private sectors. However, even with mandatory BIM in the public sphere according to Decree N°: 10.306, there is a clear contrast in the degree of maturity regarding the implementation of the technology in the country, which is concentrated in the South and Southeast regions. The central objective of the research is to map the challenges and list strategies through the identification of critical success factors (CSF) for the implementation of BIM in micro-enterprises, which today correspond to most of the AEC industry. It is proposed, therefore, to analyze the micro-enterprises in the metropolitan region of Belém and to investigate if the implementation process is being democratic and if architecture, engineering and construction professionals are being contemplated with public policies and the teaching of BIM methodology.

**Keywords:** Building Information Modeling, BIM Implementation, Democratization of Technology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo da vida da edificação.....	14
Figura 2: Dimensões do BIM.....	15
Figura 3: Níveis de maturidade BIM.....	15
Figura 4: Estágios de capacidades em BIM .....	16
Figura 5: Bim BR Roadmap.....	19
Figura 6: Trajetória do BIM no Brasil .....	20
Figura 7: Método convencional comparado ao método BIM Colaborativo.....	21
Figura 8:Arquivo IFC e interoperabilidade com diferentes .....	22
Figura 9: : Simulações utilizadas por diferentes disciplinas .....	22
Figura 10: Funcionamento do IPD .....	23
Figura 11: Implantação sem PIB .....	24
Figura 12: Implantação com PIB .....	24
Figura 13: Softwares BIM.....	25
Figura 14: Serviços prestados .....	31
Figura 15:Tempo de atuação no mercado .....	31
Figura 16: Utilização do BIM .....	32
Figura 17: Casos de uso do bim .....	32
Figura 18: Comparação BIM x CAD .....	34
Figura 19: Motivos da não adoção do BIM.....	36
Figura 20: Exemplo de fluxo de projetos em BIM.....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Seções e campos do formulário de pesquisa .....	27
Tabela 2: Frequência das vantagens observadas .....	33
Tabela 3: Frequência de fatores críticos de sucesso.....	34
Tabela 4: Frequência de desafios enfrentados.....	35
Tabela 5: Guias e Planos de Implementação BIM .....	38
Tabela 6: Diagnóstico - Tecnologia .....	39
Tabela 7: Diagnóstico - Processos .....	39
Tabela 8: Diagnóstico - Pessoas.....	39
Tabela 9: Planejamento - Casos de uso do BIM .....	40
Tabela 10: Planejamento - Posicionamento .....	40
Tabela 11: Planejamento - Objetivos de Implementação BIM .....	40
Tabela 12: Planejamento - Plano de comunicação.....	41
Tabela 13: Processos - Fluxograma de projetos em BIM .....	42
Tabela 14: Tecnologia - Infraestrutura tecnológica necessária.....	42
Tabela 15: Pessoas - Definição de papéis .....	43
Tabela 16: Pessoas - Plano de Treinamento.....	43
Tabela 17: Capacitações e conteúdos Estratégia BIM BR.....	44
Tabela 18: Etapas de Implementação.....	44
Tabela 19: Exemplo de cronograma de implementação .....	45
Tabela 20: Matriz do Grau de Maturidade BIM .....	45
Tabela 21: Classificação de Maturidade BIM.....	53

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI – Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

ASBEA – Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura

BDS - *Building Description System* – Sistema de Descrição da Construção

BIM – *Building Information Modeling* – Modelagem da Informação

BIM<sup>3</sup> - Matriz de Maturidade BIM

CAD - *Computer Aided Design* - Projeto assistido por computador

CAU/BR – Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CBIM – Câmara Brasileira de BIM

FCS – Fator Crítico de Sucesso

IFC - *Industry Foundation Classes* – Classes de base Industrial

IPD – *Integrated Project Delivery* – Entrega de Projeto Integrada

LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design* - Liderança em Energia e Design Ambiental

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços

NBR – Norma Brasileira

PIB – Plano de Implementação BIM

## SUMÁRIO

1. Introdução	9
1.1 Tema	9
1.2 Problematização	10
1.3 Justificativa	11
1.4 Objetivos	12
1.4.1 Objetivos gerais	12
1.4.2 Objetivos específicos	12
2. Revisão bibliográfica	13
2.1 A modelagem da informação na construção	13
2.2 Modelagem da Informação no mundo e no Brasil	16
2.3 Histórico de implantação e de políticas públicas do BIM no Brasil	17
2.4 Importância do BIM e sua implementação na indústria AEC	20
2.4.1 Objetos Paramétricos	21
2.4.2 Colaboração	21
2.4.3 Interoperabilidade	21
2.4.4 IFC	22
2.4.5 Simulações	22
2.5 Plano de Implementação BIM e Fatores Críticos de Sucesso	23
3. Metodologia da pesquisa	26
3.1 Revisão bibliográfica	26
3.2 Levantamento de dados	26
3.3 Tratamento e análise dos dados coletados	28
3.4 Mapeamento de desafios e estratégias	28
4. Estrutura do trabalho	29
5. Cronograma	29
6. Resultados e discussões	31
7. Conclusão: plano de implementação BIM (PIB)	38
7.1 Introdução ao BIM	38
7.2 Diagnóstico	38
7.3 Planejamento	40
7.4 Processos	41
7.5 Tecnologia	42

7.6 Pessoas	42
7.7 Etapas	44
7.8 Cronograma	45
7.9 Avaliação	46
8. Considerações finais	54
Referências	55
APÊNDICE A - PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM (PIB)	60
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO	93

## 1. Introdução

### 1.1 Tema

O processo de projetar é composto por diversas ações como planejamentos, representações e especificações que juntamente buscam contribuir para a execução de um projeto. “O resultado do processo projetual é a descrição de um objeto através de desenhos, maquetes, diagramas, analógicos ou digitais, e acompanhados de informações escritas a respeito de propriedades propostas” (MARTINEZ, 2000). E ao longo dos anos, esse processo vem se tornando cada vez mais digital.

Nos últimos anos, a indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) tem apresentado uma relevância significativa no cenário econômico do país, em 2022 o setor representou cerca de 7% do PIB (Produto Interno Bruto) de acordo com a CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) e prevê um crescimento de 2,5% no ano de 2023. Dessa forma, aumenta a demanda de tecnologias e ferramentas que otimizem o processo de projetar, assim como, o fluxo de informações entre arquitetos e engenheiros. Com essa necessidade a metodologia BIM (Building Information Modeling) passa a se destacar no mercado nacional e mundial.

A metodologia em questão vem liderando a “revolução da construção” e a criação de “edifícios inteligentes”. Esta já faz parte de diversas estratégias nacionais da construção civil de diversos países, como Reino Unido e Singapura, exemplos de adoção da metodologia. O Reino Unido se destaca pelo nível de maturidade e por ter tornado obrigatório o uso do BIM no setor público em 2016.

O Brasil iniciou uma mobilização para implementação do Building Information Modeling em 2018 com o decreto n°: 9.377, que cria o Comitê Gestor da Estratégia BIM. Em 2 de abril de 2020 foi publicado o decreto N°: 10.306 que determina o uso obrigatório do BIM para execução de obras e serviços de engenharia realizados, direta ou indiretamente, pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal.

Dentro da literatura técnico-científica são enumeradas uma série de vantagens quanto a utilização do BIM em comparativo com a metodologia tradicional do CAD (Computer-Aided Design), especialmente em relação a elaboração de projetos. Pode-se destacar como vantagens a melhoria da produtividade, pois o BIM facilita as revisões de projeto, a rapidez e precisão na extração de quantitativos e melhoria na compatibilização entre diferentes disciplinas (Costa et al., 2015; Santos et al., 2016; Succar et al., 2016; Steiner, 2016; Santos, 2016; ABDI, 2017; Maína, 2018; Carvalho, 2019; Coutinho et al., 2021; Eastman et al., 2021).

## 1.2 Problematização

De acordo com o mapeamento apresentado pelo DataSebrae (2020), o Brasil tinha cerca de 78.691 empresas de serviço de engenharia e 21.201 de serviços de arquitetura. Dentre essas empresas, as microempresas (que possuem até 9 colaboradores) representam cerca de 66% do total dessa categoria (DataSebrae, 2020). Esses dados destacam a importância das microempresas para a indústria AEC (arquitetura, engenharia e construção) brasileira, revelando uma necessidade de esforços para implementação de novas tecnologias nesse segmento que constitui a maior parte do mercado AEC.

Segundo o Mapeamento de Maturidade BIM Brasil, realizado em 2020 pela Sienge, empresa líder em gestão na construção civil no País, apenas 38,4% das empresas e profissionais no Brasil utilizam a metodologia BIM, sendo que a amostra da pesquisa se concentra nas regiões Sul e Sudeste. Além disso, o mapeamento identificou uma série de barreiras enfrentadas pelos profissionais para adesão da metodologia como financeiras, organizacionais, de mercado, falta de suporte e incentivo do poder público.

A transição para o BIM exige diversas adaptações no processo de trabalho (SOUZA; AMORIM; LYRIO FILHO, 2009). A digitalização do processo projetual, que antes era feito em pranchetas, se faz necessária para melhorar a eficiência e produtividade no desenvolvimento de projetos. É necessário alterar a forma como engenheiros e arquitetos adotam novas práticas. Tais líderes de equipe possuem décadas de experiência com clientes, desenvolveram métodos próprios, possuem familiaridade com as ferramentas e procedimentos realizados, etc. O desafio é unir, na transição CAD-BIM, a experiência desses profissionais com as novas capacidades que o BIM oferece, de forma a otimizar a produtividade da empresa (EASTMAN et al., 2011).

Conforme a CBIC, a adoção do BIM no Brasil está planejada para ocorrer de forma gradual tanto no setor público quanto no setor privado. Contudo, mesmo com obrigatoriedade do BIM na esfera pública de acordo com o decreto Nº: 10.306, é nítido o contraste do grau de maturidade quanto a implementação da metodologia no país, que se concentra na região Sul e Sudeste.

Além disso, de acordo com a pesquisa nacional sobre digitalização na arquitetura e urbanismo realizada em 2022 pelo BIM Fórum Brasil em parceria com o CAU/BR, 75,4% dos entrevistados reconhecem a importância do BIM para construção, mas 99% identifica necessidades de capacitação e treinamento ligadas a transformação digital e cerca de 71,2% teve sua adoção à metodologia interrompida por falta de recursos.

No que refere-se à região delimitada pela pesquisa, tem-se poucos dados a respeito do grau de implementação e de conhecimento da metodologia BIM pelas empresas da indústria AEC. A pesquisa nacional sobre digitalização na arquitetura e urbanismo é a mais recente realizada pelo CAU/BR sobre o assunto, porém apenas 75 respostas foram obtidas no estado do Pará enquanto 1390 foram obtidas no estado de São Paulo. Assim, as informações levantadas sobre o estado da região Norte podem não refletir efetivamente sua realidade.

### **1.3 Justificativa**

O setor da construção civil tem enfrentado o desafio de atender as demandas do crescimento populacional e, ao mesmo tempo, construir edificações que possam minimizar os impactos ambientais e contribuir para um desenvolvimento sustentável. O tema da sustentabilidade vem exigindo que empresas da indústria AEC adotem práticas que solucionem os problemas sociais, ambientais e econômicos ocasionados pelas suas atividades. A avaliação da sustentabilidade de uma construção implica na análise de diversas variáveis e requer tempo e a colaboração de diferentes profissionais.

Com o uso da metodologia BIM, segundo Eastman et al (2011), é possível atingir uma avaliação consistente e fiel dessas variáveis. Dessa forma, os estudos referentes a essa metodologia e seu processo de implementação são de extrema valia para que as empresas consigam de fato atingir as práticas que irão contribuir para construção de um futuro mais equilibrado para o planeta.

Ademais, sabe-se que o método projetual tradicional é passível de muitos erros, segundo Okamoto (2006), esta forma tradicional e sequencial de elaboração de projetos traz, como consequência, retrabalho, desperdícios, alto custo da produção e baixa qualidade dos produtos finais. O BIM se mostra uma alternativa interessante, uma vez que valoriza a integração entre os agentes e o trabalho colaborativo e simultâneo de diferentes disciplinas e equipes.

Conforme Menezes e outros (2011) o BIM ainda ocupa uma parcela reduzida do mercado de softwares para projetos, trazendo como uma das principais desvantagens o isolamento profissional em relação a outros escritórios e empresas que ainda utilizam outros tipos de CAD. A falta de entendimento a respeito da metodologia é uma barreira significativa no processo de implementação. Dessa forma, ao longo desse processo de adaptação são encontrados diversos percalços, como a falta de estudo sobre implementação do BIM. A falta de um plano de implementação é outro fator relevante, uma vez que as empresas não conseguem

identificar quais são os fatores críticos de sucesso para implementação da metodologia BIM no cenário em que se encontram e para ter um processo bem sucedido.

Segundo mapeamento realizado por Checcucci a respeito das publicações realizadas entre 2013 e 2018 sobre BIM, há uma escassez de trabalhos científicos acerca da sua implementação nas empresas brasileiras. Dessa forma, para elevar a maturidade do país na metodologia é necessário que as microempresas possuam acesso à informação, tecnologia, treinamentos e um planejamento para implementação eficiente do BIM.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivos gerais**

O objetivo desta pesquisa é mapear os desafios e elencar estratégias por meio da identificação de fatores críticos de sucesso (FCS) para implementação do BIM em microempresas da indústria AEC em Belém.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Identificar o perfil das microempresas da indústria AEC
- Mapear os desafios enfrentados na implementação do BIM
- Investigar a existência de políticas públicas de fomento de uso da metodologia BIM
- Levantar estratégias para implementação do BIM na região

## 2. Revisão bibliográfica

### 2.1 A modelagem da informação na construção

Em 1960 a arquitetura foi marcada pelo surgimento dos sistemas em CAD (Computer Aided Design), ou seja, a utilização de sistemas computacionais para auxiliar na criação, modificação, análise e otimização de um projeto. A partir dos anos 1970 já iniciava a busca por softwares que fossem além da capacidade do sistemas em CAD. Em 1975 surge através das pesquisas de Charles Eastman o conceito de BDS (*Building Description System* – Sistema de Descrição da Construção), que 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.”

Em 1982, foi fundada a GRAPHISOFT, responsável pelo desenvolvimento e lançamento do Archicad, em 1987. O programa foi reconhecido por ser o primeiro produto CAD para computador pessoal, na época apple macintosh, e também como a primeira implementação do BIM, uma vez que o software era capaz de criar geometrias em 2D e 3D. A partir disso, surgiu o conceito de Virtual Building da GRAPHISOFT que foi considerado revolucionário.

Foi em 1992, em um artigo publicado por G.A. van Nederveen e F.P. Tolman (1992) “Múltiplas visões de modelagem da construção” que foi utilizado pela primeira vez o termo *Modeling Building Information*, assim, criou-se espaço para um sistema computacional que permitisse o controle e gerenciamento dos processos e tecnologias que fazem parte dos projetos de construção.

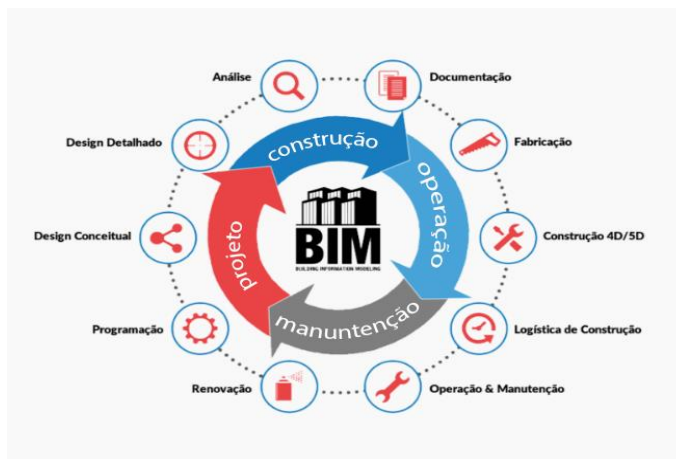
Nos anos 2000, a Revit Technology Corporation lança o Revit 1.0 para windows que foi responsável por trazer a modelagem paramétrica para o mercado. O software permitia uma modelagem com conexões entre as informações e com vínculos paramétricos. Em 2002, a Autodesk adquire a empresa Revit e populariza a sigla BIM (Building Information Modeling).

O Building Information Modelling - BIM ou Modelagem da Informação da Construção - é definido como o conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, que sirva a todos os participantes do empreendimento, em qualquer etapa do ciclo de vida da construção (BRASIL, Lei nº 10.306, 2020).

O ciclo de vida de uma edificação pode ser dividido em 4 grandes fases: o projeto, onde são criados os modelos 3d, assim como, os estudos de viabilidade e toda documentação

necessária; a construção, que é a obra de fato onde será executado o que está previsto no projeto; em seguida vem a operação fase em que o edifício está apto para uso e por último vem a manutenção, que pode ser de maneira preventiva ou para realizar eventuais reparos. A figura 1 ilustra bem o ciclo vida de um edifício.

Figura 1: Ciclo da vida da edificação



Fonte: Traduzido pela autora, 2023

O BIM está presente em todas as fases da existência de uma construção, pois reúne diversos níveis de informações. Esses níveis são chamados de dimensões do BIM (figura 2) que hoje somam um total de sete dimensões, sendo elas:

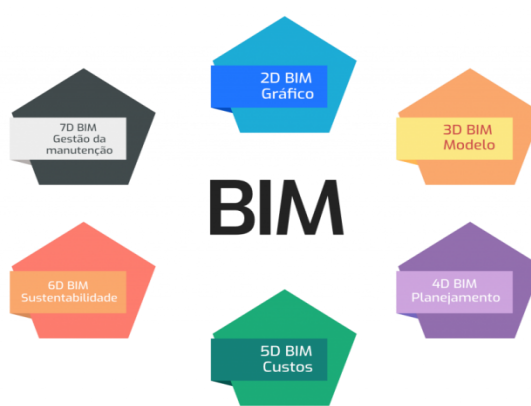
- 2D - Representações gráficas bidimensionais  
São as mesmas informações geradas pelas ferramentas CAD, como plantas baixas, cortes e vistas.
- 3D - Modelagem tridimensional  
É o modelo digital da edificação em suas três dimensões, é feito a partir de uma modelagem paramétrica que carrega dados e informações que já permitem checagens e verificação de conflitos.
- 4D - Planejamento  
É a dimensão que consiste no planejamento das atividades ao longo da vida do projeto. Os elementos do projeto são relacionados a um cronograma, deixando mais fácil a consulta do andamento da obra pelo gestor.
- 5D - Quantitativo e custos  
Nos softwares BIM é possível gerar quantitativos precisos de maneira automatizada relacionados a instâncias do projeto e seus respectivos custos.
- 6D - Sustentabilidade

É o nível associado à análise da eficiência energética, do consumo de água e do conforto térmico. Essa dimensão permite uma análise abrangente a respeito de sustentabilidade econômica, ambiental e social.

- 7D - Manutenção e gerenciamento de ativos

É a dimensão que corresponde ao gerenciamento do ciclo de vida da edificação. Ela usa dados como garantias, manuais de manutenção e especificações técnicas para prever a substituição de componentes, garantir a eficiência da edificação e direcionar os recursos de manutenção.

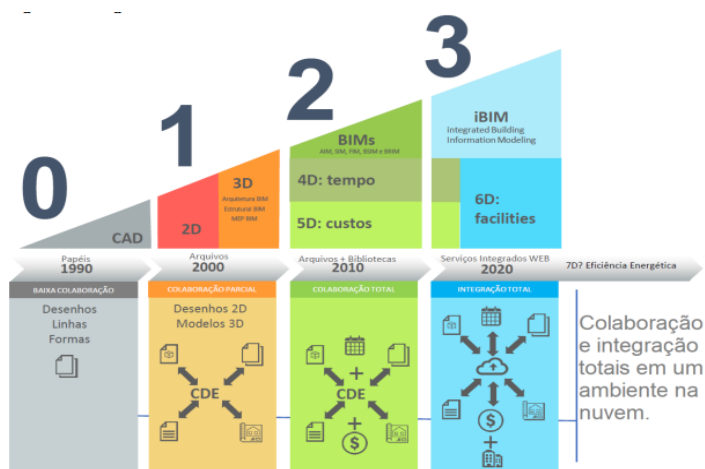
Figura 2: Dimensões do BIM



Fonte: Gonzaga, 2021

O BIM pode ser entendido de maneiras diferentes, uma vez que a percepção do profissional sobre a metodologia é moldada através da sua experiência própria. Portanto, se faz necessário definir em termos os níveis de maturidade BIM (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012). Na figura 3 está ilustrado os níveis de maturidade do BIM, que partem do nível zero ao nível três.

Figura 3: Níveis de maturidade BIM



Fonte: BEW & RICHARDS, 2008

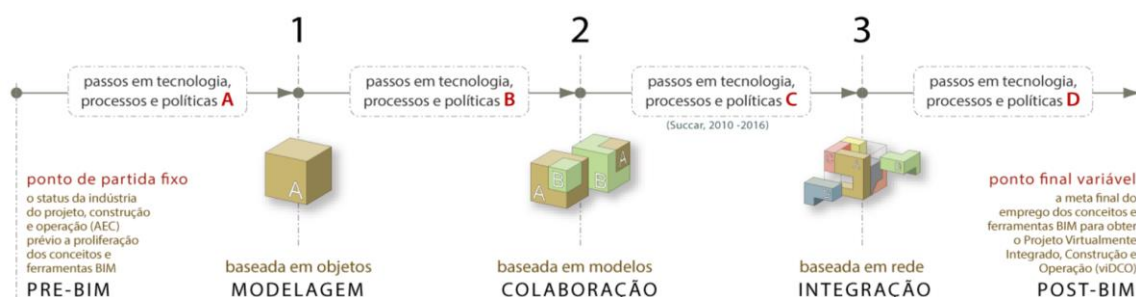
O nível zero é caracterizado por um estágio de colaboração baixa, onde há as práticas do uso de CAD (Computer Aided Design) e de documentação impressa compartilhada pela equipe. Neste nível há uma grande chance de erros humanos e incompatibilidade de versões (KHOSROSHAHI; ARAYICI, 2012).

O nível 1 refere-se a utilização do desenho 2D e do modelo 3D, porém as disciplinas ainda são tratadas de maneira separada a documentação final em sua maioria é de desenhos 2D (KHOSROSHAHI; ARAYICI, 2012).

O nível 2 já conta com a presença da interoperabilidade, tendo uma colaboração do modelo dentro de um servidor.

O nível 3 toda a informação gerada é integrada e interoperável entre as disciplinas através do compartilhamento do modelo em nuvem PESTANA (2019, p.23). Os profissionais envolvidos no projeto interagem em tempo real.

Figura 4: Estágios de capacidades em BIM



Fonte: Succar (2016)

## 2.2 Modelagem da Informação no mundo e no Brasil

Segundo estudo feito pela McGraw Hill com 97% de precisão, o BIM se mostra uma metodologia muito eficiente em diversos países. Governos de diversos países têm incentivado o uso da metodologia BIM, por meio de pesquisas e normatizações para construção.

Os Estados Unidos se tornaram um dos países pioneiros na adoção da metodologia, em 2003 foi criado o 3D-4D-BIM Program, um programa nacional incentivando o uso do BIM. Mas foi a partir de 2006 que o General Services Administration tornou obrigatório o uso da metodologia nos Estados Unidos.

Singapura foi o primeiro país no mundo a aderir a um sistema informatizado baseado em BIM para entrega de projetos, o Building and Construction Authority determinou o uso obrigatório da metodologia em 2008 e estipulou 26 dias para aprovação de projetos arquitetônicos e estruturais,

sendo o sistema mais rápido do mundo. A partir de 2011 os projetos de instalações elétricas e hidráulicas foram incorporados ao sistema.

O Reino Unido se tornou líder na Europa e também no mundo no que se refere a adoção do Building Information Modeling. A metodologia foi incluída como alicerce do seu plano de desenvolvimento e passou a ser obrigatória em 2016. O plano do governo é atingir o nível 3 de maturidade até 2025.

No Brasil a propagação do BIM ainda é pequena de acordo com Checcucci (2013), mas o governo brasileiro vem buscando maneiras de inserir o BIM no mercado público e privado. Segundo a pesquisa feita pela Sienge em 2020 com cerca de 643 empresas, 396 delas não utilizam o BIM, o que corresponde a uma porcentagem de 61.59% dos negócios. Então é um processo que vem ocorrendo de maneira gradativa, visto que o Building Information Modeling só se tornou obrigatório no setor público em 2021 com a lei N°: 14.133.

### **2.3 Histórico de implantação e de políticas públicas do BIM no Brasil**

Nos anos 2000 o Brasil teve algumas iniciativas pontuais tanto na esfera pública quanto na privada para implementação do BIM. Em 2006 a Diretoria de Obras do Exército iniciou esse processo, por exemplo. Em 2010, por uma iniciativa do Ministério do Desenvolvimento e Comércio Exterior (MDIC) foi criada a Comissão de Estudo Especiais (ABNT/CEE) - 134 para iniciar a normatização do BIM, surgindo a partir de então as seguintes normativas:

- ABNT NBR ISO 12006-2 (2010): Construção de edificações- Organização de informações da construção: Estruturas para classificação de informação.
- NBR 15965-1 (2011): Sistemas de classificação de informação de construção: Terminologias e estruturas.
- NBR 15965-2 (2012): Sistemas de classificação de informação de construção: Características de objetos de construção.
- NBR 15965-3 (2014): Sistema de classificação da construção. Parte 3: Processos da construção.
- NBR 15965-7(2012) Sistema de classificação da construção. Parte 7: Informação da construção. (ABNT, 2011 *apud* BARROS e MELO, 2011)

Tais normativas buscam padronizar nacionalmente os elementos a serem utilizados nos projetos. Dessa maneira, com a implementação através do BIM, não tenha perda de informações e

que as fases do projeto possam ser realizadas de maneira segura, do planejamento à execução (BARROS e MELO, 2020).

Durante a FEICON BATIMAT em 2014 a ASBEA (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura) lançou o seu “Guia AsBEA - Boas práticas em BIM”, que foi um marco na disseminação da metodologia no país por ser mais um instrumento facilitador de sua implementação.

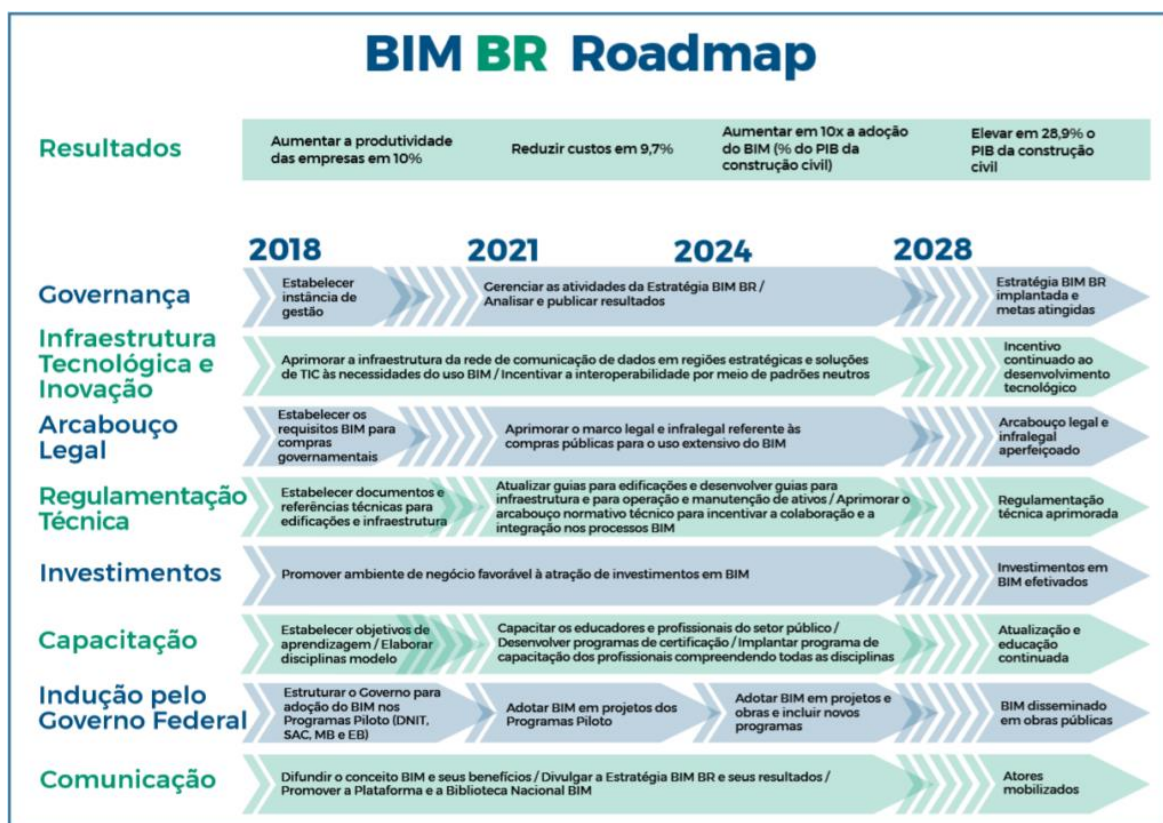
Posteriormente, começaram as iniciativas estatais. O Governo de Santa Catarina criou o LaBIM-SC em 2013. Em 2015 foi feita uma aliança entre o Governo de Santa Catarina e do Paraná para criar a Rede BIM GOV Sul. Os estados também lançaram instrumentos facilitadores como o “Caderno de apresentação de projetos em BIM” de Santa Catarina e “Caderno de especificações para contratação de projetos em BIM” do Paraná, ambos no ano de 2018.

No campo federal, em 2016 foi assinado o *Memorandum of Understanding* pelo MDIC em parceria com o Reino Unido, um acordo de cooperação para disseminação do BIM no Brasil. No mesmo ano, a CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) lançou a “Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras” que conta com instrumentos de implementação da metodologia.

Em 2018 surgem as primeiras políticas públicas voltadas para incentivo e adoção do BIM no país, neste ano o Ministério do Desenvolvimento Regional estabelece diretrizes para utilização do BIM em projetos habitacionais do Programa “Minha Casa, Minha Vida” em parceria com a ABDI (Associação Brasileira de Indústria e Comércio) que lançou a plataforma BIM BR, a primeira biblioteca pública nacional de objetos paramétricos e disponibilizado gratuitamente.

Ainda em 2018, no dia 17 de maio, foi assinado o decreto N° 9377/18 no qual institui a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM - Estratégia BIM e seu comitê, com objetivo de difundir a metodologia no país, coordenar a estruturação para adoção da metodologia, criar condições para investimento e desenvolver normas e parâmetros de utilização. Também ocorreu a criação de um Grupo de Apoio Técnico que prestará apoio técnico e administrativo ao Comitê Gestor e o assessorará no desempenho de suas funções. Na figura 5 é possível observar os indicadores metas elaborados para ampliar a implementação do BIM no setor.

Figura 5: Bim BR Roadmap



Fonte: MDIC, 2018.

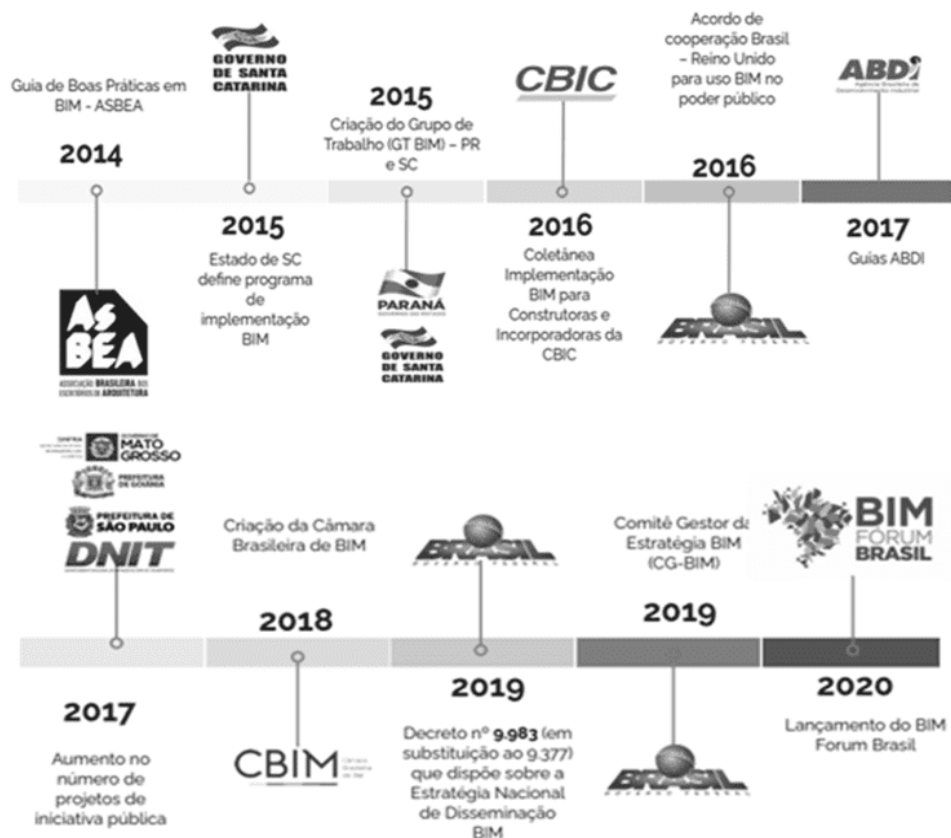
A partir dessa legislação foi criada também a Câmara Brasileira de BIM (CBIM), com intuito de promover o desenvolvimento tecnológico, a regulamentação e normatização de procedimentos, ferramentas e elementos de uso comum do BIM.

Segundo Coan et al. (2021), o acordo de cooperação entre o Brasil e o Reino Unido realizado em 2016, de fato foi marcante para a implementação do BIM no Brasil. Pode-se observar na figura 6 que em 2019 mais políticas públicas para disseminação da metodologia foram criadas. Foi instituído o decreto 9983, substituindo o 9377 de 2018, pautado na estratégia de implantação do BIM no país, o que motivou o Comitê de Estratégia BIM BR a lançar o BIM Fórum Brasil em 2020 (COAN et al., 2021).

Em seguida, é instituído o decreto N°: 10.306 no dia 2 de abril de 2020 o qual permite que entidades administrativas do governo tornem o BIM uma exigência na contratação de projetos e afirma que a partir de 2021 a metodologia será obrigatória. No dia 1 de abril de 2021 é sancionada a lei N°: 14.133 que torna o BIM obrigatório na contratação de licitações de obra e serviços de engenharia e arquitetura para esfera pública.

A partir desse ano, muitas iniciativas à políticas públicas surgiram. Através da plataforma Escola Virtual Gov, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços disponibilizou uma coletânea de cursos Gratuitos sobre BIM. Além disso, os conselhos profissionais, por exemplo, demonstram interesse para criação de planos. O Conselho Federal de Engenharia e Agronomia instituiu em 2022 a Comissão Temática para evolução do BIM no Brasil, com o objetivo de formular programas e políticas públicas do Sistema Confea/Crea e Mútua para a evolução do BIM no país. Enquanto o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), vem articulando parcerias com associações privadas e publicando editais para selecionar empresas de softwares e hardwares para possíveis descontos para profissionais.

Figura 6: Trajetória do BIM no Brasil



Fonte: Holsback, 2019 Coan et al 2021

#### 2.4 Importância do BIM e sua implementação na indústria AEC

O BIM é considerado a metodologia líder na “revolução da construção” por conta de seus diversos benefícios para as empresas da indústria AEC. Oliveira (2016) afirma que o uso da modelagem da informação possibilita agregar dados que vão além do uso de representações 3D, eles contribuem para consolidar um banco de dados, cronogramas de projeto, representações gráficas, gestão do tempo e geração de quantitativos automatizados, o que minimiza as falhas,

possibilita testar alternativas e análises através do modelo 3D. É possível também observar outras vantagens da metodologia BIM que fazem parte dos princípios da modelagem da informação.

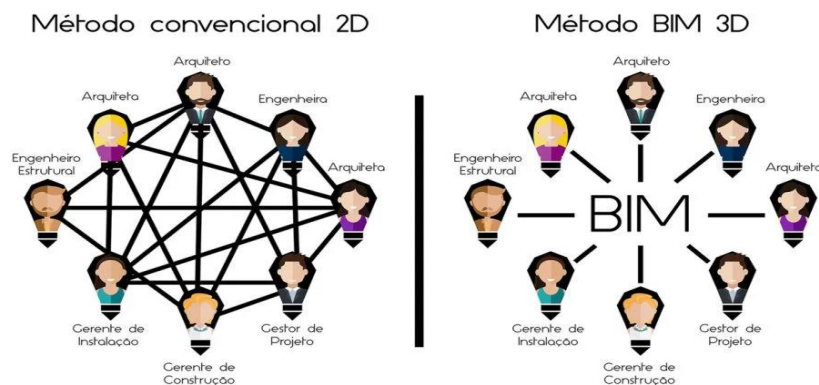
### 2.4.1 Objetos Paramétricos

Um objeto paramétrico é aquele que tem suas características regidas por parâmetros, que nada mais são do que dados a respeito daquele item como altura, largura, profundidade, fabricante e etc. Eles são essenciais para o *workflow* BIM, pois economizam tempo de modelagem e carregam informações essenciais para composição do modelo 3D.

### 2.4.2 Colaboração

A colaboração entre projetos na construção sempre foi necessária, mas com a metodologia BIM foi possível colaborar um modelo 3D de uma construção com diferentes disciplinas através de servidores ou do uso de nuvem. Projetos com alto nível de colaboração são aqueles que diversas equipes de diferentes disciplinas podem ter acesso ao mesmo modelo a medida que novas informações são adicionadas, o que garante também melhor compatibilização entre essas disciplinas e identificação de interferências. A figura 7 ilustra a comparação entre o método convencional e o colaborativo.

Figura 7: Método convencional comparado ao método BIM Colaborativo



Fonte: SPBIM, 2021

### 2.4.3 Interoperabilidade

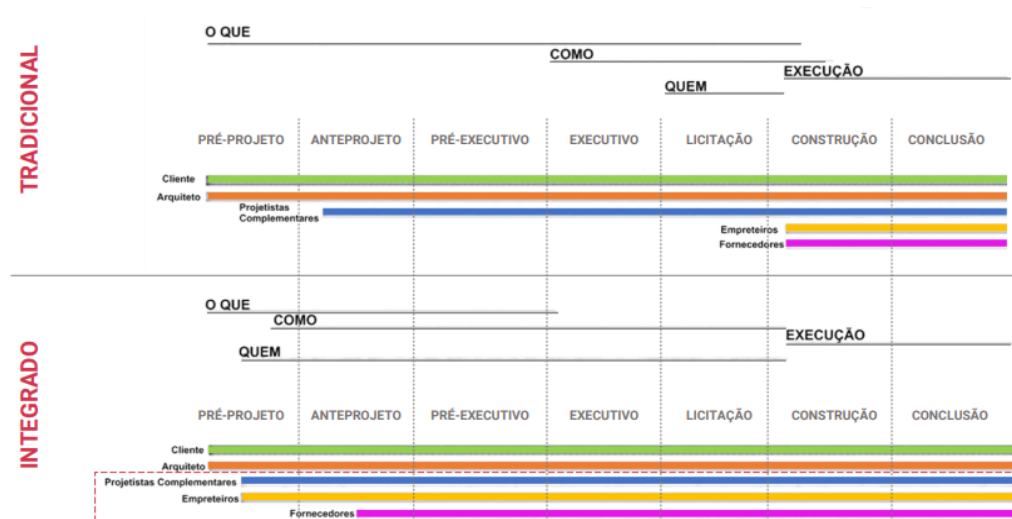
É definida como a capacidade de diferentes programas lerem o mesmo conjunto de dados, sem perder informação, através de um mesmo formato de arquivo. A interoperabilidade é também uma das bases do Open BIM, uma abordagem que busca alinhar diferentes fabricantes de softwares quanto ao padrão de dados trocados de programa para programa. Assim, o profissional AEC tem a



### 2.4.6 IPD

O IPD (Integrated Project Delivery) é uma metodologia criada pelo American Institute of Architects (AIA) que entrega de projeto que integra pessoas, sistemas, estruturas de negócios e práticas em um processo que aproveita de forma colaborativa os talentos e percepções de todos os participantes para otimizar os resultados do projeto, aumentar o valor para o proprietário, reduzir o desperdício e maximizar a eficiência em todas as fases do projeto, fabricação e construção. (AIA..., 2007). Assim, é uma ferramenta que pode ser utilizada juntamente com o Building Information Modeling pois essa integra informações enquanto o IPD integra objetivos entre as equipes de projeto.

Figura 10: Funcionamento do IPD



Fonte: Kfoury, 2020

### 2.5 Plano de Implementação BIM e Fatores Críticos de Sucesso

Para Gomes (2016), o Plano de Implementação BIM é um conjunto de ações que viabilizem a implementação do BIM em uma empresa, escritório ou organização. É um documento que mostra de forma detalhada todos os processos e infraestrutura relacionados à operacionalização da implementação BIM. O PIB define objetivos a curto, médio e longo prazo para implementação e traça as iniciativas necessárias para uso efetivo do BIM. Nas figuras 11 e 12 é possível observar a diferença no processo de implementação com e sem um PIB.

Figura 11: Implantação sem PIB

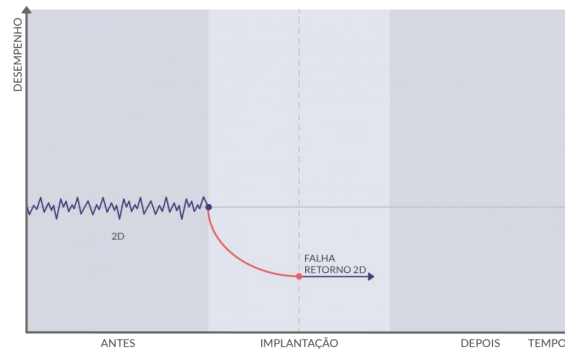
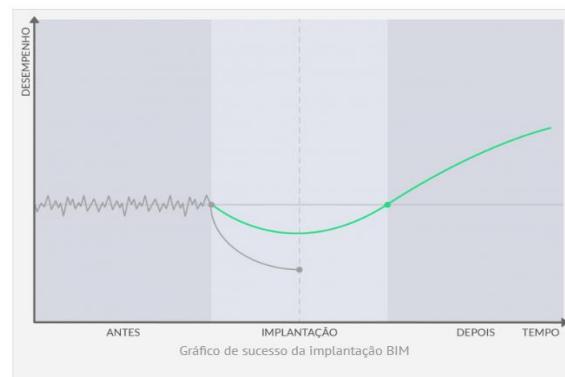


Figura 12: Implantação com PIB



Fonte: Gonçalves JR, 2020

Além disso, a decisão pela implementação do BIM pressupõe que a direção da empresa/organização tenha consciência de que esse passo envolverá mudança de cultura, investimentos em infraestrutura, treinamentos e revisão de processos. Assim, para incentivar a adesão da metodologia pelos colaboradores, é necessário que a adoção do PIB seja apoiada pela direção da empresa. É importante também que o documento passe por revisões, sendo avaliado e controlado de maneira cíclica a fim de prezar pela evolução da organização e proporcionar melhorias nas suas atividades (Gomes, 2016).

Ademais, é importante que a empresa nivele o grau de conhecimento da sua equipe a respeito do BIM como conceitos básicos, aplicações, diretrizes de modelagem e softwares utilizados. No quadro da figura 13 é possível observar as principais soluções do mercado para cada disciplina no processo de modelagem em BIM.

Figura 13: Softwares BIM

	SOFTWARE	EMPRESA	WEBSITE
<b>PROJETO ARQUITETÔNICO</b>	Revit Architecture	Autodesk	<a href="http://www.autodesk.com.br">http://www.autodesk.com.br</a>
	ArchICAD	Graphisoft	<a href="http://www.graphisoft.com/archicad">http://www.graphisoft.com/archicad</a>
	VectorWorks	Nemetscheck	<a href="http://www.vectorworks.net/architect">http://www.vectorworks.net/architect</a>
	Bentley Architecture	Bentley	<a href="http://www.bentley.com">http://www.bentley.com</a>
<b>PROJETO ESTRUTURAL</b>	EBERICK	AltoQi	<a href="http://www.altoqi.com.br/eberick">http://www.altoqi.com.br/eberick</a>
<b>PROJETO DE INSTALAÇÕES</b>	QiBuilder	AltoQi	<a href="http://www.altoqi.com.br/qibuilder">http://www.altoqi.com.br/qibuilder</a>
<b>ANÁLISE E COMPATIBILIZAÇÃO</b>	Naviswork	Autodesk	<a href="http://www.autodesk.com.br">http://www.autodesk.com.br</a>
	Synchro	Synchro	<a href="http://verano.com.br/producos/synchro">http://verano.com.br/producos/synchro</a>
	SOLIBRI	Nemetscheck	<a href="http://www.solibri.com.br">http://www.solibri.com.br</a>
	Tekla BIMSight	Trimble	<a href="http://www.tekla.com.br/producos/tekla-bimsight">http://www.tekla.com.br/producos/tekla-bimsight</a>
<b>COLABORAÇÃO BCF</b>	BIMcollab	KUBUS	<a href="http://www.bimcollab.com">http://www.bimcollab.com</a>

Fonte: Gonçalves JR, 2020

Sabe-se que o processo de implementação do Building Information Modeling é lento e gradual e que, diferentes empresas vão passar por diferentes desafios durante o andamento deste procedimento. Ressalta-se que a implementação da ferramenta também está relacionada com a experiência própria dos profissionais envolvidos e seus graus de conhecimento e contato com a metodologia. Do mesmo modo, para cada empreendimento e seus desafios haverá diferentes maneiras de mitigá-los, conforme também o contexto sócio-econômico da região que estão inseridos e possíveis estratégias a serem adotadas de acordo com os fatores críticos de sucesso identificados.

Um modo de acompanhar se o processo de implementação BIM está obtendo êxito é elaborar Fatores Críticos de Sucesso para acompanhar o procedimento. Os FCS são identificados por Leidecker e Bruno (1984) como características, condições ou variáveis que, quando sustentadas, mantidas ou gerenciadas adequadamente, podem ter um impacto significativo no sucesso de uma organização em uma determinada indústria. Assim, os FCS são essenciais para implementação de novas metodologias como o BIM.

### **3. Metodologia da pesquisa**

Neste estudo foi feita uma pesquisa aplicada com objetivos descritivos a partir do método dedutivo, com abordagem de análise quantitativa e qualitativa. Foram utilizados os procedimentos de pesquisa bibliográfica através da utilização de livros, artigos, bem como legislações pertinentes ao objeto de estudo, levantamento de dados de uma região através de formulário digital e estudo de caso a partir dos dados obtidos e conhecimentos adquiridos.

A metodologia de pesquisa deste trabalho foi dividida em quatro fases, sendo:

- Revisão Bibliográfica
- Levantamento de dados
- Tratamento e análise dos dados coletados
- Estudo de caso: mapeamento de desafios e estratégias

#### **3.1 Revisão bibliográfica**

A pesquisa bibliográfica foi feita através de estudos sobre os temas associados ao processo de implementação do BIM em empresas e microempresas da indústria AEC no Brasil e no mundo. Foi realizado um levantamento bibliográfico em fontes acadêmicas através de palavras-chave em ferramentas de busca on-line, que resultaram na obtenção de mapeamentos, levantamento estatísticos, trabalhos de conclusão de curso, teses de mestrado e artigos de periódicos nacionais e internacionais relacionados ao tema no período de 2018 a 2022. Com o resultado dessa pesquisa, foram catalogadas informações para fundamentação e cumprimento dos objetivos gerais e específicos do trabalho.

A partir da pesquisa bibliográfica foram formuladas questões norteadoras para o presente trabalho abordando os seguintes assuntos:

- O que é a metodologia BIM e qual a sua importância no contexto atual?
- O que consiste o processo de implementação do BIM?
- Qual o perfil das microempresas da indústria aec em Belém?
- Quais são os desafios enfrentados na implementação do BIM por essas empresas?
- Quais estratégias podem ser utilizadas para mitigar tais desafios?

#### **3.2 Levantamento de dados**

A partir dessas questões, foi elaborado um questionário online na plataforma google forms, com público-alvo direcionado para empresas e profissionais da indústria AEC na capital paraense.

O formulário deste estudo foi baseado nas pesquisas desenvolvidas por Oliveira, 2019; Cherpinski, 2022 e Martins, 2021. É formado 5 seções, conforme a tabela 1:

Tabela 1: Seções e campos do formulário de pesquisa

Seção	Nome	Campos
Seção 1	Identificação	Há quanto tempo atua no mercado?
		Quantos funcionários a empresa possui?
		Qual ramo da empresa?
		Quais serviços a empresa presta?
		A empresa utiliza a metodologia BIM ou pretende utilizá-la?
Seção 2	Avaliação da maturidade das empresas que utilizam BIM	Qual o tempo de uso do BIM na empresa?
		Em quais processos/etapas a empresa utiliza a metodologia BIM?
		Quais softwares são utilizados pela empresa?
		Qual estágio de implantação do BIM na empresa?
		Quantos funcionários são capacitados no uso do BIM?
		Foi realizado algum curso para capacitar os funcionários?
		Profissionais mais antigos são resistentes à adesão do BIM?
		Como é avaliado o grau de conhecimento da equipe sobre BIM no que se refere as necessidades da empresa?
		Há troca de informações com outros profissionais que também utilizam a metodologia?

		É realizada compatibilização do projeto através do BIM?
		Quais vantagens foram observadas na empresa com utilização do BIM?
Seção 3	Avaliação dos desafios enfrentados pelas empresas que utilizam o BIM ou pretendem utiliza-lo	Quais os principais desafios enfrentados pela empresa na adoção da metodologia BIM?
Seção 4	Avaliação das empresas que não querem utilizar o BIM	Por quais motivos a empresa não pretende aderir ao BIM?
Seção 5	Agradecimentos	Obrigada por participar desta pesquisa, sua colaboração ajudará a avaliar o grau de acesso e utilização do BIM na nossa região.

Fonte: Autora, 2023

### 3.3 Tratamento e análise dos dados coletados

Nesta etapa, será realizado o tratamento dos dados levantados através de métodos quantitativos e qualitativos. As informações obtidas no formulário serão filtradas, organizadas e esquematizadas para a próxima etapa que consiste na análise. Os resultados da pesquisa serão apresentados através de gráficos e tabelas. A análise dos dados qualitativos será descrita por meio de distribuição de frequência em porcentagem (%).

### 3.4 Mapeamento de desafios e estratégias

A última etapa consistirá na extração das informações obtidas nas análises para formulação de um mapeamento quanto aos desafios identificados, assim como, na elaboração de estratégias através da definição de FCS relacionadas aos desafios encontrados.



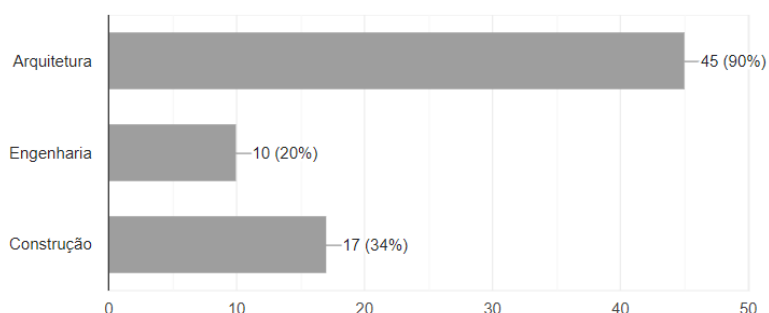
Apresentação do trabalho												X
--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

## 6. Resultados e discussões

O formulário desta pesquisa recebeu 50 respostas durante o período de julho a setembro de 2023, totalizando 3 meses de levantamento de dados. O formulário foi divulgado em diversas redes sociais com intuito de atingir o público alvo da pesquisa, as microempresas da indústria AEC de Belém. Os resultados obtidos revelam o atual cenário do processo de implementação BIM na cidade de Belém do Pará.

No que se refere a caracterização das microempresas que responderam à pesquisa, 45% delas são do ramo de arquitetura, 17% da construção e 10% de engenharia. Quanto aos serviços oferecidos por estas empresas, a maioria são projetos de arquitetura e interiores, como mostra a figura 14 abaixo.

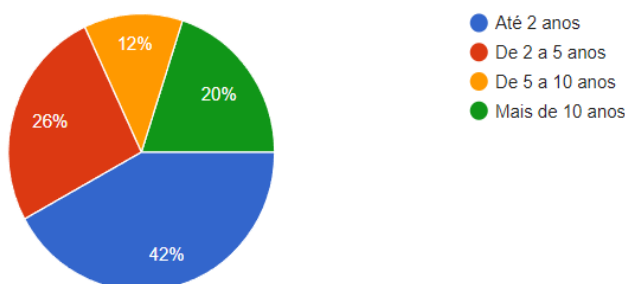
Figura 14: Ramo de Atuação



Fonte: Autora, 2023

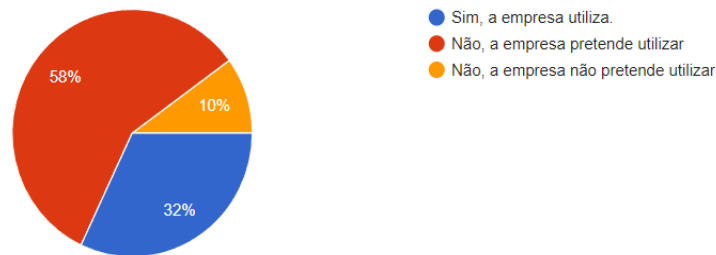
Outro dado interessante é o tempo de atuação, como mostra a figura 15, dessas empresas no mercado que são, majoritariamente, de 2 anos. Essa informação nos mostra que a maior parte dos profissionais da Indústria AEC empreendendo em Belém são jovens. Pode-se relacionar esse dado às respostas dadas à pergunta “A empresa utiliza a metodologia BIM ou pretende utilizá-la?” (figura 16), pois mais da metade das empresas não utilizam o BIM, porém pretendem aderir, mostrando um cenário de empresas jovens e dispostas a grandes mudanças.

Figura 15: Tempo de atuação no mercado



Fonte: Autora, 2023

Figura 16: Utilização do BIM

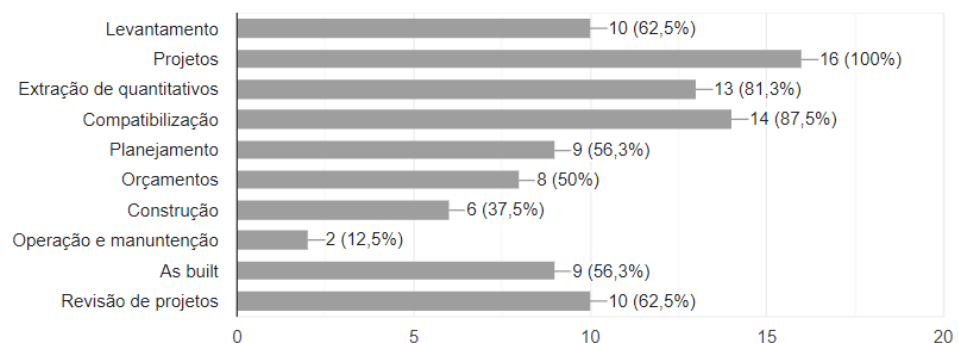


Fonte: Autora, 2023

Das 50 empresas que responderam à pesquisa, apenas 16 utilizam a metodologia. No formulário foi avaliado a maturidade BIM dessas empresas. Pode-se afirmar que 50% usam a metodologia há apenas 2 anos, evidenciando o quão recente são as iniciativas de implementação na cidade. Também foi questionado às 16 empresas qual o nível de maturidade que se encontram em relação a metodologia, os resultados obtidos surpreenderam pois 37,5% das empresas encontram-se no nível 2 e 25% no nível 3 de maturidade, apesar das iniciativas serem consideradas recentes.

A maior parte das empresas usam Revit (93,8%) e Archicad (18,8%) em seus processos BIM. Quanto aos casos de uso do BIM, a maior parte são em projetos, compatibilização e extração de quantitativos conforme a figura 17. Esse dado mostra o não entendimento das possíveis funcionalidades do BIM, uma vez que, muitos outros casos de uso não são adotados pelas empresas da região como por exemplo avaliação da sustentabilidade (LEED) e fabricação digital, itens que compõe a lista de 21 usos do BIM da Penn University.

Figura 17: Casos de uso do bim



Fonte: Autora, 2023

As empresas que utilizam a metodologia também responderam a respeito das vantagens observadas com a utilização do BIM, identificou-se uma frequência maior em “redução de

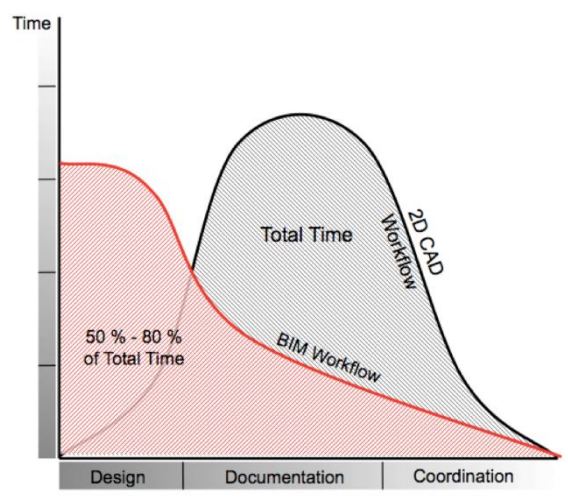
retrabalho” e “melhoria nas soluções de desenho”, conforme a tabela 1. A redução do tempo de trabalho e revisões é um dos maiores diferenciais da metodologia BIM em relação ao CAD, podemos observar essa comparação na figura 18. Pode-se ressaltar também que a vantagem de menor frequência é a de “Análises energéticas com modelo BIM”, o que é coerente com o fato de que não há casos de uso voltados para avaliação da sustentabilidade (LEED).

Tabela 2: Frequência das vantagens observadas

Vantagens observadas	Frequência (%)
Redução do retrabalho	100%
Melhoria nas soluções de desenho	93,8%
Melhoria nos processos de entrega de projeto	87,5%
Deteção de interferências	87,5%
Produtividade da equipe	81,3%
Estimativa de custos e extração de quantitativos	68,8%
Compatibilização com outras disciplinas	75%
Menor tempo de elaboração dos projetos	62,5%
Redução do custo da obra	56,3%
Troca de informações outros profissionais	56,3%
Aprovação mais rápida dos projetos	43,8%
Análises energéticas com modelo BIM	18,8%

Fonte: Autora, 2023

Figura 18: Comparação BIM x CAD



Fonte: Zigurat

Foi questionado às empresas que usam o BIM sobre os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) identificados no processo de implementação (tabela 2). De acordo com os dados, os fatores de maior importância no processo de implementação são os recursos humanos, seja o comprometimento da equipe ou capacidade técnica. Deve-se destacar também que “Incentivos Governamentais” foi o fator crítico de sucesso com menor frequência, demonstrando a escassez de iniciativas públicas para implementação do BIM na região.

Tabela 3: Frequência de fatores críticos de sucesso

Fatores Críticos de Sucesso	Frequência (%)
Coordenação e trabalho em equipe	81,3%
Conhecimento do software utilizado	68,8%
Engajamento dos Colaboradores	68,8%
Colaboradores qualificados	68,8%
Benefícios da metodologia	56,3%
Treinamentos pagos	56,3%

Comunicação assertiva entre colaboradores	43,8%
Cultura organizacional	43,8%
Treinamentos gratuitos	37,5%
Disponibilidade de Software (aquisição do programa)	37,5%
Disponibilidade de Hardware (aquisição de equipamento)	31,3%
Apoio da liderança	31,3%
Solicitação do cliente	25%
Política BIM (criação de manuais e documentos)	25%
Disponibilidade de recursos financeiros	18,8%
Incentivos governamentais	12,5%

Fonte: Autora, 2023

Quanto às 29 empresas que responderam que não utilizam o BIM, mas gostariam de aderir-lo aos seus processos, foi questionado quais os principais desafios enfrentados que travaram o processo de implementação, os resultados podem ser observados na tabela 4. Destaca-se os desafios de maior frequência “Falta de contato com o BIM no ensino superior”, “Dificuldade na capacitação em BIM” e “Barreiras financeiras”, fatores que dificultam o processo de implementação homogêneo na região e o torna menos democrático, isso devido a falta de contato com a metodologia e o baixo grau de conhecimento de muitos profissionais. Além disso, essas condições obrigam as microempresas a terem uma grande reserva de financeira para sanar sozinhas esses desafios.

Tabela 4: Frequência de desafios enfrentados

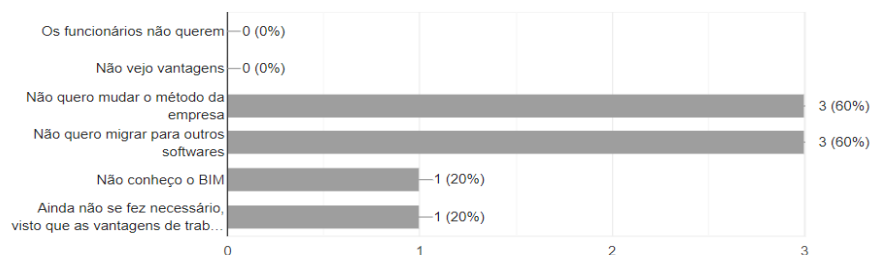
Desafios enfrentados na adoção do BIM	Frequência (%)
Falta de contato com o BIM no ensino superior	73,3%
Dificuldade na capacitação em BIM	62,2%
Barreiras financeiras, quanto aos softwares e equipamentos necessários	46,7%
Desconhecimento de políticas públicas facilitadoras como o "estratégia BIM"	37,8%

Barreiras financeiras, quanto aos treinamentos necessários	37,8%
Barreiras de mercado, não encontramos projetistas aptos ou com um custo viável para adoção da metodologia BIM	33,3%
Barreiras organizacionais, não temos estrutura de colaboradores grande o bastante para adotar a metodologia BIM	26,7%
Resistência por parte dos profissionais da organização na implementação do BIM	26,7%
Não encontramos suporte ou orientação para o processo de implantação da metodologia BIM	22,2%
Dificuldade de precificar projetos em BIM	20%
Falta de incentivo do Poder Público	13,3%
Barreiras de mercado, não encontramos Construtoras / Incorporadoras disponíveis a remunerar os trabalhos modelados em BIM	11,1%
A Direção da empresa não mostrou-se convencida para adoção da metodologia BIM	8,9%
Não tivemos retorno ou o retorno financeiro foi muito baixo, inviabilizando a adoção	2,2%
Não tenho opinião sobre o assunto	2,2%

Fonte: Autora, 2023

Por fim, também foi questionado as 5 empresas que responderam que “Não utilizam o BIM e não pretendem implementar” quais motivos as levaram a esse posicionamento e, de acordo com as respostas, pode-se afirmar que se configura como uma resistência à mudanças, conforme a figura 19.

Figura 19: Motivos da não adoção do BIM



Fonte: Autora, 2023

De modo geral, pode-se concluir que o cenário BIM na capital do Pará é constituído por microempresas jovens que buscam novas metodologias e tecnologias para seus serviços, porém esbarram em barreiras financeiras, na falta de qualificação e recursos humanos. A dificuldade de acesso à recursos estruturais imprescindíveis para implementação do BIM, como softwares e hardwares, é uma realidade que deixa esse processo menos democrático na nossa região. Além disso, os profissionais belenenses são obrigados a buscar capacitações particulares para suprir a ausência de ensino do BIM na região, visto que foram consultadas as grades curriculares de 10 faculdades de arquitetura e engenharia civil e nenhuma delas possui uma disciplina específica para ensino do BIM. Dessa forma, é essencial a atuação de entidades como os Conselhos, juntamente com o Governo Federal, na proposição de ações que amenizem a desigualdade do processo de implementação BIM na região e possibilitam acesso ao ensino BIM, através de cursos gratuitos, descontos em softwares e hardwares para profissionais registrados.

Além disso, com a falta de ensino da metodologia, a produção de materiais gratuitos são de extrema importância para difusão do conhecimento de maneira democrática. Trabalhos acadêmicos voltados para implementação e projetos BIM são essenciais para contribuir com o fomento do uso na região. Levando em consideração isso, foi produzido anexo a esta pesquisa um modelo de Plano de Implementação BIM (PIB) para profissionais da região. O PIB é baseado nos dados coletados da pesquisa, principalmente, os desafios e fatores críticos de sucesso identificados. Dessa maneira, profissionais da indústria AEC poderão, dentro da sua realidade, dar os primeiros passos para implementação da metodologia BIM.

## 7. Conclusão: plano de implementação BIM (PIB)

Baseado nos resultados obtidos pela pesquisa “Desafios e estratégias para democratização do BIM em microempresas da indústria AEC na região metropolitana de Belém”, a conclusão da presente pesquisa é a produção de um PIB que possa atender o atual cenário da capital. O material será enviado a todos os participantes da pesquisa e disponibilizado online de maneira gratuita com objetivo de contribuir com a difusão do conhecimento a respeito da metodologia de maneira democrática. O documento é baseado nos dados coletados da pesquisa, principalmente, nos desafios e fatores críticos de sucesso identificados. Dessa maneira, profissionais autônomos e microempresas da indústria AEC de Belém poderão, dentro da sua realidade, dar os primeiros passos para implementação da metodologia BIM.

### 7.1 Introdução ao BIM

Este tópico explica, de maneira bem resumida, o que é o BIM e um Plano de implementação BIM. Tem-se como princípio do processo de implementação os fundamentos do BIM propostos por Succar (2017) em que a metodologia se baseia em três dimensões fundamentais: tecnologia, pessoas e processos. Para elaboração do PIB proposto nesta pesquisa, além dos dados coletados, foram consultados os seguintes guias de Implementação BIM apresentados na tabela 4.

Tabela 5: Guias e Planos de Implementação BIM

Guias e Planos de Implementação BIM
Guia de Implantação e Implementação do BIM - BIM SC
Manual de Implantação do Piloto BIM - Autodesk
Plano de implantação BIM - PARANACIDADE
Guia AsBEA Boas Práticas em BIM - AsBEA
Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras - CBIC
Guias BIM - ABDI

Fonte: Autora, 2023

### 7.2 Diagnóstico

Neste tópico é proposto a realização de um diagnóstico organizacional com objetivo de definir a base sobre qual o processo de implementação será desenvolvido baseado nas dimensões citadas no tópico anterior: tecnologia, processos e pessoas. Para investigação do cenário atual da organização, é proposto no 1º passo um levantamento de estrutura de software e hardware, no 2º

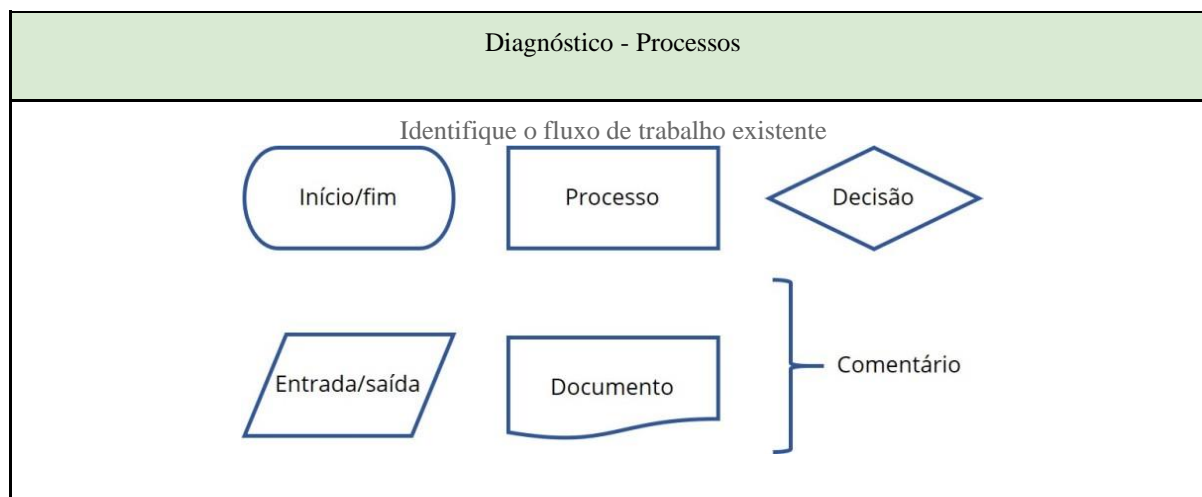
passo do fluxo de atividades realizadas e no 3º passo a qualificação e competências atuais e desejadas dos colaboradores, conforme as tabelas 6, 7 e 8. A fase de diagnóstico é muito importante e deve ser desenvolvida com apoio da liderança organizacional, sendo um fator crítico de sucesso apontado por 31,3% das empresas na pesquisa.

Tabela 6: Diagnóstico - Tecnologia

Diagnóstico - Tecnologia		
Item	Descritivo	Observações
Liste programas, equipamentos e sistemas existentes	Descreva o que existe e a utilização atual	Análises de capacidade e disponibilidade

Fonte: Autora, 2023

Tabela 7: Diagnóstico - Processos



Fonte: Autora, 2023

Tabela 8: Diagnóstico - Pessoas

Diagnóstico - Pessoas		
Função	Qualificações/competências atuais	Qualificações/competências desejadas
Identifique as funções existentes	Analise as qualificações atuais	Analise as qualificações desejadas

Fonte: Autora, 2023

### 7.3 Planejamento

Essa fase é imprescindível no processo de implementação, uma vez que a migração para metodologia BIM acarreta muitas mudanças. Para enfrentar o desafio identificado por 26,7% das empresas de resistência por parte dos profissionais da organização, é necessário que a equipe responsável pelo processo tenha bem definido no 1º passo os casos de uso de BIM a serem implementados (tabela 9), para no 2º passo determinar o posicionamento da empresa nesse novo cenário BIM (tabela 10) e no 3º passo traçar os objetivos da implementação BIM (tabela 11). No 4º passo essas informações devem ser apresentadas ao restante da organização através de um plano de comunicação (tabela 12), garantindo que os fatores críticos de sucesso identificados pelas empresas como trabalho em equipe (81,3%), engajamento (68,8%) e comunicação assertiva com os colaboradores (43,8%) sejam alcançados.

Tabela 9: Planejamento - Casos de uso do BIM

Planejamento - Casos de uso do BIM	
Fase do ciclo de vida	Caso de uso do BIM
Liste em que fases do ciclo de vida de um empreendimento sua empresa atua	Liste os casos de uso de interesse correspondentes a cada fase.

Fonte: Autora, 2023

Tabela 10: Planejamento - Posicionamento

Planejamento - Posicionamento	
Visão da empresa	Como o BIM aprimora essa visão
Exemplo: Ser o principal contratante geral para projetos complexos de construção.	O BIM permite maior precisão no projeto, diferenciando a empresa dos concorrentes.

Fonte: Autora, 2023

Tabela 11: Planejamento - Objetivos de Implementação BIM

Planejamento - Objetivos de implementação do BIM			
Objetivo	Meta	Indicador	Prazo
Diminuir a quantidade de erros de projeto	Criar template de projeto em BIM Criar fluxo de projeto em BIM	Reduzir o número de revisões em x (%)	Julho de 2024

Fonte: Autora, 2023

Tabela 12: Planejamento - Plano de comunicação

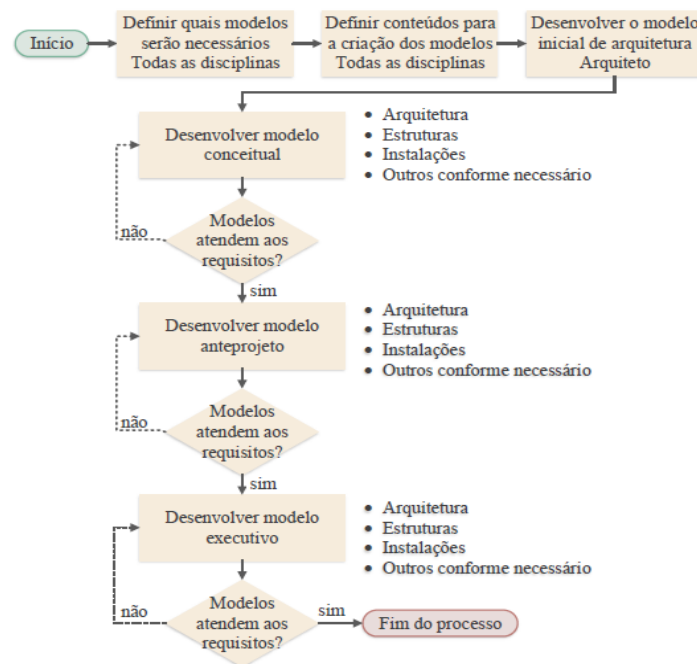
Planejamento - Plano de comunicação		
Ação a ser realizada	Objetivo	Público
Reunião com a equipe	Apresentar os benefícios da implementação BIM	Equipe de projeto arquitetônico

Fonte: Autora, 2023

#### 7.4 Processos

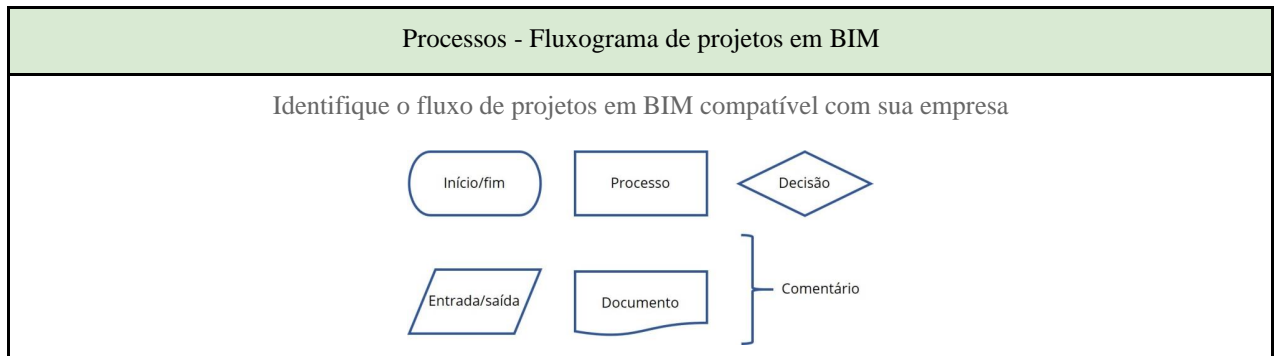
Nesta etapa do PIB, o 1º passo sugere estipular um novo fluxo de trabalho com o BIM inserido, conforme a tabela 13. Durante esse processo, deve-se observar as mudanças de fluxo interdisciplinares e de produção, que podem impactar em diferentes aspectos como prazos, escopos e responsabilidade. Nesta fase é possível também identificar os benefícios da metodologia na organização, apontado por 56,3% das organizações como fator crítico de sucesso, com fluxo de trabalhos mais eficazes e inteligentes conforme figura 20.

Figura 20: Exemplo de fluxo de projetos em BIM



Fonte: SILVA, 2018

Tabela 13: Processos - Fluxograma de projetos em BIM



Fonte: Autora, 2023

No 2º e 3º passo, é proposto a criação de biblioteca, templates próprios e padrões de nomenclatura, pois todos esses fatores facilitam os procedimentos comuns do processo projetual e são essenciais na eficiência produtiva.

## 7.5 Tecnologia

Nesse estágio, é importante definir a infraestrutura tecnológica necessária para apoiar os processos propostos uma vez que a disponibilidade de softwares e hardwares são fatores críticos de sucesso identificados por, respectivamente, 37,5% e 31,3% das empresas. Baseado no diagnóstico de tecnologia e nos processos definidos, no 1º passo desta etapa é necessário avaliar quais softwares são necessários para implementação da metodologia BIM e, conseqüentemente, quais requisitos de hardwares e redes são imprescindíveis. Essas informações podem ser obtidas com fabricantes e fornecedores e organizadas na tabela 14. Esse levantamento é necessário para que a organização possa fazer um bom planejamento financeiro dado que as barreiras financeiras quanto a tecnologia necessária são um desafio apontado por 46,7% das empresas na pesquisa.

Tabela 14: Tecnologia - Infraestrutura tecnológica necessária

Tecnologia - Infraestrutura tecnológica necessária				
Processo	Software necessário	Requisitos de Hardware	Requisitos de Rede	Valores
Liste os processos identificados	Liste os softwares necessários para cada processo	Identifique os requisitos de hardwares dos softwares	Identifique os requisitos de rede dos softwares	Consulte o valor necessário

Fonte: Autora, 2023

## 7.6 Pessoas

Essa é uma das fases mais importantes do processo pois concentra a maior parte dos desafios identificados, assim como, os principais fatores críticos de sucesso da implementação BIM. O 1º passo desta fase é a definição de papéis, para isso é necessário analisar o diagnóstico de pessoas realizado anteriormente e definir os novos papéis de acordo com os novos processos em BIM,

conforme a tabela 15. Essa definição é necessária para uma boa coordenação e trabalho em equipe e engajamento dos colaboradores identificados por, respectivamente, 81,3% e 68,8% dos respondentes como fatores críticos de sucesso.

Tabela 15: Pessoas - Definição de papéis

Pessoas - Definição de papéis		
Especialidade	Papel	Função
Arquiteto e Urbanista 01	Gerente BIM	Implementação BIM
Arquiteto e Urbanista 02	Coordenador BIM	Líder no projeto X em BIM
Arquiteto e Urbanista 03	Modelador BIM	Compatibilização
Designer de Interiores	Modelador BIM	Modelagem de Interiores
Estagiário	Modelador BIM	Modelagem de biblioteca

Fonte: Autora, 2023

No 2º passo desta etapa é a de treinamento, deve ser feita com atenção pois a falta de contato com o BIM no ensino superior e dificuldade de capacitação foram os principais desafios citados por, nesta ordem, 73,3% e 62,2% das respostas da pesquisa. Para sanar esses desafios, é necessário criar um plano de treinamento conforme a tabela 16, considerando a disponibilidade de treinamentos pagos e gratuitos, os quais são fatores críticos apontados por 68,8% e 37,5% das empresas para ter colaboradores qualificados e sucesso na implementação.

Devido o desconhecimento do programa Estratégia BIM por 37,8% das organizações que responderam o formulário da presente pesquisa, sendo esse um dos principais desafios apontados, foi feito um levantamento das capacitações gratuitas disponíveis através desta política brasileira apresentadas na tabela 17.

Tabela 16: Pessoas - Plano de Treinamento

Pessoas - Plano de Treinamento				
Treinamento	Objetivo	Responsável	Valor	Prazo
Liste os treinamentos necessários	Identifique os objetivos daquele treinamento	Defina um responsável	Consulte o valor necessário	Estabeleça um prazo

Fonte: Autora, 2023

Tabela 17: Capacitações e conteúdos Estratégia BIM BR

Capacitações e conteúdos Estratégia BIM BR
BIM - Conceituação Básica - MDIC em: <a href="https://www.escolavirtual.gov.br/">https://www.escolavirtual.gov.br/</a>
BIM - Implantação - MDIC em: <a href="https://www.escolavirtual.gov.br/">https://www.escolavirtual.gov.br/</a>
BIM - Fluxos de Trabalho - MDIC em: <a href="https://www.escolavirtual.gov.br/">https://www.escolavirtual.gov.br/</a>
Interação e Interoperabilidade BIM - MDIC em: <a href="https://www.escolavirtual.gov.br/">https://www.escolavirtual.gov.br/</a>
BIM - Projetos, Planejamento, Orçamentos e Contratos de Construção - MDIC em: <a href="https://www.escolavirtual.gov.br/">https://www.escolavirtual.gov.br/</a>
Democratizando BIM - ABDI em: <a href="https://www.escolavirtual.gov.br/">https://www.escolavirtual.gov.br/</a>
Conteúdos do Projeto Construa Brasil em <a href="https://www.gov.br/pt-br">https://www.gov.br/pt-br</a>
Plataforma BIM BR - ABDI em <a href="https://plataformabimbr.abdi.com.br/">https://plataformabimbr.abdi.com.br/</a>

Fonte: Autora, 2023

Além disso, é possível acessar mais capacitações e conteúdos sobre BIM mapeados pela ABDI (Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial) através do link: <https://airtable.com/applODKf17YTWy0dk/shrnYi7pqKm9s1C28/tbl8xMFD28iIBIuXL>. A Associação também disponibiliza capacitações online e ao vivo através de editais associados ao projeto Democratizando BIM que podem ser acessados no site <https://www.abdi.com.br/>.

## 7.7 Etapas

A implementação do BIM ocorre através de etapas e obtenção de maturidade de acordo com todos os tópicos citados anteriormente, ou seja, envolvendo tecnologia, processos e pessoas. O 1º passo é estabelecer as etapas do processo de implementação, conforme a tabela 18 que mostra um exemplo de como elas podem organizadas, associando-as a objetivos, metas e indicadores. É importante ressaltar que uma implementação é particular de cada empresa, pois suas diretrizes dependem diretamente do modo de operação particular dessa empresa. Além disso, deve-se considerar que o PIB e as etapas de implementação estão sujeitos a revisão e devem ser periodicamente avaliados e controlados, visando a evolução da organização.

Tabela 18: Etapas de Implementação

Etapas de Implementação			
Etapas	Objetivo	Meta	Indicador
Etapas 01	Definir processos BIM	Criação do fluxo de projeto bim	Fluxo de trabalho definido

Etapa 02	Garantir infraestrutura para implementação BIM	Aquisição de software Aquisição de Hardware	Software (sim ou não) Computadores (Unid)
Etapa 03	Formar equipes BIM	Definição de papéis Realização de treinamentos	Formação de equipe (s/n) Treinamento x Treinamento y
Etapa 04	Desenvolver projeto piloto 01 em BIM	Desenvolver modelo BIM 3D, 4D e 5D de arquitetura	EAP de arquitetura Template de arquitetura Extração de quantitativo Extração de Orçamento Extração de Cronograma
Etapa 05	Desenvolver projeto piloto 02 em BIM	Desenvolver modelo BIM 3D, 4D e 5D de engenharia	EAP de arquitetura Template de engenharia Extração de quantitativo Extração de Orçamento Extração de Cronograma

Fonte: Autora, 2023

## 7.8 Cronograma

Associado ao PIB deve-se formular um cronograma para seu cumprimento, relacionado aos prazos dos objetivos de implementação propostos. O 1º passo nessa fase é fazer um cronograma que abranja todo o ciclo de implementação e cada uma das etapas citadas ao longo do presente documento e sua avaliação, como mostra a Tabela 19.

Tabela 19: Exemplo de cronograma de implementação

Ciclo do PIB	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Introdução ao BIM	X											
Diagnóstico	X											
Planejamento		X										
Etapa 01 + Avaliação			X	X								
Etapa 02 + Avaliação					X	X						
Etapa 03 + Avaliação							X	X				
Etapa 04 + Avaliação									X	X		
Etapa 05 + Avaliação											X	X

Fonte: Autora, 2023

## **7.9 Avaliação**

A avaliação é uma fase essencial do PIB proposto, pois identifica possíveis revisões e ajustes no “caminho” da implementação. O método avaliativo sugerido é a Matriz de Maturidade BIM (BIm<sup>3</sup>) criada por Succar (2009). Essa matriz consiste em uma análise do conjunto de capacidades BIM e níveis de maturidade. O 1º passo é preencher a tabela 20 que ilustra a matriz proposta neste PIB. É uma auto-avaliação organizacional com baixo nível de detalhe, avaliando 10 competências, estágios do Bim e a escala da organização. Foi desconsiderada a escala macro, conforme orientação da BIM<sup>3</sup>, devido a ausência de consultor no processo.

Tabela 20: Matriz do Grau de Maturidade BIM

Matriz do Grau de Maturidade BIM						
Dimensões	Áreas/Grau de maturidade	A Inicial (pts. 0)	B Definido (max. pts. 10)	C Gerenciado (max. pts. 20)	D Integrado (max. pts. 30)	E Optimizado (max. pts. 40)
Tecnologia	Software aplicações, entregáveis e dados	O uso de softwares não é monitorado e regulamentado. Os modelos 3D são utilizados principalmente para gerar representações precisas em 2D. O uso de dados, armazenamento e trocas não são definidas dentro das organizações ou das equipes de projeto. As trocas sofrem de uma grande falta de interoperabilidade	O uso e a introdução de software é unificada dentro da organização ou das equipes de projeto. Os modelos 3D são produzidos para gerar entregáveis em 2D bem como em 3D. O uso de dados, armazenamento e trocas são bem definidos dentro da organização e das equipes de projeto. A interoperabilidade é definida e priorizada.	A seleção e o uso de softwares é gerenciada e controlada de acordo com o tipo de entregáveis definidos. Os modelos BIM são bases para as vistas 3D, representações 2D, quantificações, especificações e estudos analíticos. O uso de dados, armazenamento e as trocas são monitorados e controlados. O fluxo de dados é documentado e bem gerenciado. A interoperabilidade é obrigatória e monitorada de perto.	A seleção e a implantação de softwares seguem os objetivos estratégicos da empresa e não somente os requisitos operacionais. O processo de modelagem e seus entregáveis são bem sincronizados através dos projetos e firmemente integrados com os processos do negócio. O uso de dados interoperáveis, o armazenamento e as trocas são regulamentados e executados como parte global da organização ou como estratégia de uma equipe de projetos.	A seleção e o uso de ferramentas de software são continuamente revistos para aumentar a produtividade e alinhar com os objetivos estratégicos. Os entregáveis do processo de modelagem BIM são otimizados e revisados ciclicamente para se beneficiarem de novas funcionalidades dos softwares e suas extensões disponíveis. Todos os assuntos relacionados ao armazenamento, uso e troca de dados interoperáveis são documentados, controlados, refletidos e proativamente reforçados.
	Hardware equipamen	Os equipamentos para uso do BIM são	As especificações dos equipamentos –	Existe uma estratégia estabelecida para	As implantações de equipamentos são tratadas	Os equipamentos existentes e as soluções inovadoras são

to, entregáveis, localização e mobilidade	inadequados; as especificações técnicas existentes são muito baixas para a organização. A troca ou atualização dos equipamentos são tratados como itens de custo e realizados apenas quando são inevitáveis.	apropriadas para a entrega de produtos e serviços em BIM - são definidas, orçadas e normalizadas em toda a organização. As atualizações e substituições de hardware são itens de custo bem definidos.	documentar, gerenciar e manter o equipamento para uso do BIM. O investimento em hardware é bem orientado para melhorar a mobilidade do pessoal (quando necessário) e aumentar a produtividade do BIM.	como viabilizadoras do BIM. O investimento em equipamentos é integrado firmemente com os planos financeiros, as estratégias de negócios e com os objetivos de desempenho.	continuamente testadas, atualizadas e implantadas. O hardware torna-se parte da vantagem competitiva da organização ou da equipe do projeto.
Rede soluções, entregáveis e segurança e controle de acesso	As soluções de rede são inexistentes ou provisórias. Indivíduos, organizações (único local / dispersos) e equipes de projeto usam qualquer que seja a ferramenta para se encontrar, comunicar e compartilhar dados. As partes interessadas não têm a infraestrutura de rede necessária para coletar, armazenar e compartilhar	As soluções para compartilhamento de informações e controle de acesso são identificadas dentro e entre organizações. No projeto, as partes identificam as suas necessidades de compartilhamento de dados/informações. As organizações e as equipes de são conectadas por meio de conexões de banda relativamente baixas.	As soluções de rede para a coleta, armazenamento e compartilhamento do conhecimento dentro e entre as organizações são geridas através de plataformas comuns. As ferramentas de gerenciamento de conteúdo e de ativos são implantadas para regular os dados através de conexões de banda larga.	As soluções de rede permitem múltiplas facetas do processo BIM para ser integrado através do compartilhamento em tempo real de dados, informações e conhecimento. As soluções incluem redes/portais de projeto específicos que permitem o intercâmbio de dados intensivos (troca interoperável) entre as partes interessadas.	As soluções de rede são continuamente avaliadas e substituídas pelas últimas inovações testadas. As redes facilitam a aquisição de conhecimento, armazenamento e compartilhamento entre todas as partes interessadas. A otimização dos canais de dados, processos e comunicações integradas é rígida.

		conhecimento.				
Processos	Recursos Infraestrutura Física e de Conhecimento	O ambiente de trabalho não é reconhecido como fator de satisfação pessoal ou pode não ser favorável à produtividade. O conhecimento não é reconhecido como um ativo; O conhecimento em BIM é compartilhado informalmente entre pessoal (através de dicas, técnicas e lições aprendidas).	As ferramentas de trabalho, o ambiente e o local de trabalho são identificadas como fatores que afetam a motivação e a produtividade. O conhecimento é reconhecido como um ativo compartilhado, recolhido, documentado e assim transferido de tácito para explícito.	O ambiente de trabalho é controlado, modificado e seus critérios são gerenciados para aumentar a produtividade, a satisfação e a motivação do pessoal. O conhecimento é documentado e adequadamente armazenado	Os fatores ambientais internos e externos são integrados em estratégias de desempenho. O conhecimento é integrado em sistemas organizacionais é acessível e facilmente recuperável.	Os fatores físicos no local de trabalho são revisados para garantir a satisfação pessoal e um ambiente propício à produtividade. As estruturas de conhecimento responsáveis pela aquisição, representação e divulgação são revistas e reforçadas sistemicamente
	Atividades & Fluxo de trabalho Conhecimento, habilidade, experiência, papéis e dinâmicas relevantes	Ausência de processos definidos; as funções são ambíguas, as estruturas/dinâmicas das equipes são inconsistentes. O desempenho é imprevisível e a produtividade depende do heroísmo individual. Uma	As funções são informalmente são definidas. Cada projeto BIM é planejado independentemente. A competência é identificada e; o heroísmo se dilui conforme aumenta a competência, mas a produtividade é ainda imprevisível.	Aumenta a cooperação interna dentro da organização e são disponibilizadas ferramentas de comunicação para projetos transversais. O fluxo de informação é estabilizado; as funções em BIM são visíveis e os objetivos são atingidos de forma mais consistente.	As funções e os objetivos de competência fazem parte dos valores da organização. As equipes tradicionais são trocadas por equipes orientadas ao BIM na medida que os novos processos se tornam parte da cultura. A produtividade é consistente e previsível.	Os objetivos de competência são continuamente atualizados para corresponder com os avanços tecnológicos e alinhar com os objetivos organizacionais. As práticas em relação ao RH são revisadas proativamente para garantir que o capital intelectual corresponda com as necessidades dos

		mentalidade de 'dar voltas' ocorre na organização				processos.
	Produtos & Serviços Especificação, diferenciação e P&D	As entregas de modelos 3D (um produto BIM) sofrem de muitos altos ou muito baixos e níveis inconsistentes de detalhe e desenvolvimento.	Existem diretrizes para a quebra dos modelos e nível de detalhes. Passa a existir preocupação em se manter a coerência comercial com a técnica.	Adoção de produtos e serviços de forma similar ao Modelo de progressão de especificações (AIA 2012) ou similares. A inovação passa a ser um valor a ser perseguido como diferencial	Os produtos e serviços são especificados e diferenciados de acordo com o Modelo de progressão de especificações. A inovação é incorporada nas ações estratégicas e de marketing da organização.	Os produtos em BIM são constantemente avaliados e ciclos de retroalimentação promovem melhorias contínuas. A empresa passa a ser reconhecida como padrão de referência de mercado.
	Liderança & Gerenciamento Organizacional, estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação	Líderes sêniores e gerentes tem visões variadas a respeito do BIM. A implementação do BIM é conduzida sem uma estratégia e através de "tentativa e erro". O BIM é tratado como uma tecnologia; a inovação não é reconhecida como um valor.	Líderes sêniores e gerentes adotam uma visão comum sobre BIM. A implementação BIM sofre por falta de detalhes. O BIM é tratado como uma mudança de processos baseada em tecnologia.	A visão para a implementação do BIM é comunicada e entendida pela maioria dos colaboradores. A implementação do BIM é casada com planos de ações detalhados e com um regime de monitoramento.	A visão é compartilhada através de toda a equipe da organização e pelos parceiros externos de projetos. A implementação do BIM, seus requisitos, processos e inovações de produtos e serviços são integrados na estratégia.	Os agentes externos internalizaram a visão do BIM. A estratégia de implementação do BIM é continuamente revista e realinhada com outras estratégias. pontos pontos
Políticas	Preparatória:	Muito pouco ou nenhum treinamento	Os requisitos de treinamento são definidos e	Os requisitos de treinamento são	O treinamento é integrado nas estratégias	O treinamento é continuamente avaliado e

pesquisa, programas de treinamento educacional	disponível ao pessoal do BIM. Os meios para a educação e formação não são adequados para alcançar os resultados buscados.	fornecidos quando necessários. Os treinamentos são variados, permitindo flexibilidade na entrega do conteúdo.	gerenciados para aderirem aos amplos objetivos de competência e desempenho pré-definidos. Os treinamentos são adaptados para atingirem os objetivos de aprendizagem de uma maneira rentável.	organizacionais e metas de desempenho. O treinamento é tipicamente baseado nas funções e seus respectivos objetivos de competência. Os meios de treinamento são incorporados ao conhecimento e aos canais de comunicação.	melhorado. A disponibilidade de treinamento e seus métodos de entrega são adaptados para permitir o aprendizado contínuo e multimodal.
Regulatória: códigos, regulamentações, padrões, classificações, linhas-guia e valores de referência (benchmarks)	Não existem diretrizes para o BIM; documentação de protocolos ou padrões de modelagem. Há uma ausência de documentação e padrões de modelagem. O controle de qualidade não existe ou é informal; nem para modelos 3D nem para a documentação. Não há nenhum valor de referência de desempenho dos processos, produtos ou serviços	As diretrizes básicas do BIM estão disponíveis (ex.: manual de treinamento e padrões de entrega do BIM). Os padrões de modelagem e documentação estão bem definidos de acordo com os padrões aceitos no mercado. As metas de qualidade e as avaliações de desempenho estão definidas	As linhas-guia detalhadas do BIM estão disponíveis (treinamento, padrões, fluxo de trabalho). A modelagem, representação, quantificação, especificações e propriedades analíticas dos modelos 3D são gerenciadas através de planos de qualidade e padrões de modelagem detalhados. O desempenho em relação aos valores de referência é rigidamente monitorado e controlado.	As diretrizes do BIM são integradas nas políticas e estratégias de negócios. Os padrões em BIM e critérios de desempenho são incorporados em sistemas de melhoria de gestão da qualidade.	As linhas-guia do BIM são continua e proativamente refinadas para refletir as lições aprendidas e as práticas recomendadas do setor. A melhoria da qualidade e a adesão aos regulamentos e códigos são continuamente alinhados e refinados. Os valores de referência são revistos repetidamente para garantir a melhor qualidade possível em processos, produtos e serviços.

	Contratual : responsabilidades, recompensas e alocação de riscos	Os contratos seguem os modelos convencionais pre-BIM. Os riscos relacionados com base em modelos de colaboração não são reconhecidos ou são ignorados.	Os requisitos do BIM são reconhecidos. "Declarações definindo a responsabilidade de cada interessado em relação à gestão de informação" estão agora disponíveis.	Há um mecanismo para gerenciar a propriedade intelectual compartilhada do BIM e existe um sistema de resolução de conflitos do BIM.	A organização está alinhada através de confiança e dependência mútua, indo além das barreiras contratuais.	As responsabilidades os riscos e as recompensas são continuamente revistos e realinhados. Os modelos contratuais são modificados para conseguirem as melhores práticas e o maior valor à todas as partes interessadas.
Estágio	Estágio 1 Modelagem baseada em objetos: simples disciplina utilizada em uma fase do ciclo de vida	Implementação de uma ferramenta de modelagem baseada em objetos. Nenhuma alteração de processo ou política identificada para acompanhar essa implementação.	Os projetos-piloto são concluídos. São identificados os requisitos de processo e política do BIM. São preparados planos detalhados e sua estratégia de implementação.	Os processos e políticas em BIM são estimulados, padronizados e controlados.	As tecnologias, processos e políticas do BIM são integrados na estratégia organizacional e nos objetivos do negócio.	As tecnologias, processos e políticas do BIM são revistas continuamente para se beneficiarem da inovação e adquirir alvos de alto desempenho.
	Estágio 2 Colaboração baseada na modelagem: multidisciplinar, intercâmbi	A colaboração em BIM acontece para um fim específico; as capacidades de colaboração internas à empresa são incompatíveis com os parceiros de projeto. Pode haver falta de	A colaboração em BIM está bem definida, mas ainda é reativa. Existem sinais identificáveis de confiança e respeito entre os participantes do projeto.	A colaboração é proativa e multidisciplinar; os protocolos são bem documentados e gerenciados. Há confiança mútua, respeito e partilha de riscos e recompensas entre os participantes do projeto.	A colaboração de vários segmentos inclui agentes a jusante do processo. Caracteriza-se pelo envolvimento dos principais participantes durante as primeiras fases do ciclo de vida dos projetos.	A equipe multidisciplinar inclui todos os agentes-chave em um ambiente caracterizado pela boa vontade, confiança e respeito.

	o acelerado de modelos	confiança e respeito entre os participantes do projeto.				
	Estágio 3 Integração baseada em rede: intercâmbio simultâneo e interdisciplinar de modelos nD através das fases do ciclo de vida da edificação	Os modelos integrados são gerados por um conjunto limitado de agentes interessados do projeto - possivelmente por trás dos firewalls corporativos. A integração ocorre com pouco ou nenhum processo pré-definido, normas ou protocolos de intercâmbio. Não há nenhuma resolução formal dos papéis e responsabilidades dos agentes envolvidos.	Modelos integrados são gerados por um grande subconjunto dos agentes envolvidos no projeto. A integração segue guias de processo predefinidas, padrões e protocolos de intercâmbio. As responsabilidades são distribuídas e os riscos são atenuados através de mecanismos contratuais.	Os modelos integrados (ou partes) são gerados e gerenciados pela maioria dos agentes envolvidos no projeto. As responsabilidades são claras dentro de alianças temporárias do projeto ou parcerias de longo prazo. Os riscos e as recompensas são ativamente gerenciados e distribuídos.	Os modelos integrados são gerados e gerenciados por todos os agentes envolvidos no projeto. A integração baseada em rede é a norma e o foco não é mais sobre como integrar modelos e fluxos de trabalho, mas proativamente detectando e resolvendo a tecnologia, os processos e os desalinhamentos das políticas.	A integração dos modelos e dos fluxos de trabalho é continuamente revista e otimizada. As novas eficiências, alinhamentos, e os resultados são ativamente perseguidos por uma equipe de projeto interdisciplinar firmemente unida. Os modelos integrados contribuem para muitos agentes envolvidos ao longo da cadeia produtiva.
Escala	Micro Organizações: Dinâmicas e entregáveis	A liderança no processo BIM não existe e a implementação depende de “campeões” da	A liderança no processo BIM é formalizada; os diferentes papéis são definidos dentro da implementação.	As funções pré-definidas no processo BIM se complementam na gestão do processo de implementação.	As funções no processo BIM são integradas em estruturas de liderança da organização.	A liderança no processo BIM se alterna continuamente para permitir novas tecnologias, processos e resultados.

	s em BIM	tecnologia.				
	Meso Equipes de projeto: (múltiplas organizações): dinâmicas inter organizacionais e entregáveis em BIM	Cada projeto é executado de forma independente. Não existe acordo entre as partes interessadas para colaborar além do seu projeto atual em comum.	As partes interessadas pensam além de um único projeto. Os protocolos de colaboração entre os participantes do projeto são definidos e documentados.	A colaboração entre várias organizações ao longo de vários projetos é gerenciada através de alianças temporárias entre as partes interessadas.	Os projetos colaborativos são realizados por organizações interdisciplinares ou equipes de projeto multidisciplinar; uma aliança de muitos agentes-chave.	Os projetos colaborativos são realizados pela auto otimização das equipes de projeto interdisciplinar e inclui a maioria das partes interessadas.
Total de pontos						
Grau de maturidade						
Índice de maturidade						

Fonte: Adaptado pela autora, BIM<sup>3</sup>, 2016

Através do preenchimento desta matriz, conforme orientado no PIB, é possível no 2º passo chegar nos valores de “grau de maturidade” (1) e, conseqüentemente, no “índice de maturidade” (2). O último pode ser relacionado a tabela 21 chegando ao 3º passo onde é possível identificar em que nível e classificação de maturidade a organização se encontra no momento da avaliação.

$$\text{Grau de Maturidade} = \frac{X1+X2\dots+X15}{15} \quad (1)$$

$$\text{Índice de maturidade} = \frac{\text{Grau de Maturidade} \cdot 100}{40} \quad (2)$$

Tabela 21: Classificação de Maturidade BIM

Nome do nível	Classificação	%
Inicial	Baixa Maturidade	0-19%
Definido	Média-Baixa Maturidade	20-39%
Gerenciado	Média Maturidade	40-59%
Integrado	Média-Alta Maturidade	60-79%
Otimizado	Alta Maturidade	80-100%

Fonte: Adaptado de Silvério, 2018

## 8. Considerações finais

No presente trabalho foi possível identificar o perfil das microempresas da indústria AEC da região metropolitana de Belém que, de modo geral, pode-se concluir que o cenário BIM na capital do Pará é constituído por microempresas jovens que buscam novas metodologias e tecnologias para seus serviços, porém esbarram em barreiras financeiras, na falta de qualificação e recursos humanos.

Foram mapeados os principais desafios e fatores críticos de sucesso no processo de implementação do BIM na região, destacando a falta de contato com BIM no ensino superior, dificuldade de capacitação e barreiras financeiras como os principais desafios enfrentados; enquanto coordenação e trabalho em equipe, engajamento e qualificação dos colaboradores e conhecimento do softwares utilizados como os principais FCS encontrados.

Foi investigada a existência de políticas públicas de fomento do uso da metodologia, sendo as principais identificadas: a Estratégia BIM BR, lançada pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio e o Democratizando BIM, lançada pela Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Ambas oferecem capacitações e materiais de maneira gratuita. Contudo, conforme os dados coletados na pesquisa há um grande desconhecimento de tais políticas, sendo necessário maior divulgação e, também, atuação dessas instituições em níveis estaduais.

Por fim, foi elaborado um PIB baseado nos dados levantados nesta pesquisa, propondo uma série de estratégias para atenuar os principais dificuldades enfrentadas identificadas no processo de implementação BIM. Contudo, é importante ressaltar que o plano elaborado não mitiga um dos principais desafios que são as barreiras financeiras e, para sanar esse problema, é essencial democratização do acesso à tecnologia de software e hardware.

Como sugestão de melhorias para a pesquisa é possível aprimorar o PIB proposto elaborando modelos BIM de planos pilotos para diferentes estágios de implementação. Além disso, é interessante realizar um estudo de caso com microempresas com o perfil aqui selecionado utilizando o plano proposto e avaliar seus resultados.

## Referências

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **GUIA 6 – A Implantação de Processos BIM**, 2017. Disponível em: <https://www.abdi.com.br/projetos/BIM>. Acesso em: 13 mar. 2023.

AIA - AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **Integrated Project Delivery: A Guide**, 2007. Disponível em: <https://www.aiacontracts.org/resources/64146-integrated-project-delivery-a-guide>. Acesso em: 13 mar. 2023.

BARATER, E. S.; BINS, B.; DOS SANTOS, R. M.; HERRMANN, T. D. PROPOSTAS E INCENTIVOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA BIM NO BRASIL. **Salão do Conhecimento**, [S. l.], v. 5, n. 5, 2019. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/11973>. Acesso em: 3 maio. 2023.

BARROS, Fernando da Costa. MELO, Humberto Coelho de. **Estudo sobre os benefícios do BIM na interoperabilidade de projetos**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 01, Vol. 08, pp. 74-91. Janeiro de 2020. ISSN: 2448-0959, Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/interoperabilidade-de-projetos>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/interoperabilidade-de-projetos. Acesso em: 13 mar. 2023.

BRASIL, Lei nº 10.306, de 2 de abril de 2020. **Estabelece a utilização do Building Information Modeling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling - Estratégia BIM BR, Brasília, Presidência da República, 2020.** Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm). Acesso em: 13 mar. 2023.

CARVALHO, Jonatas Ribeiro. **Vantagens do sistema BIM nós ambientes de projeto e gestão da construção civil**. Dissertação de conclusão de curso, Universidade de Taubaté, SP, 2019. Departamento de Engenharia Civil, . Disponível em: <http://repositorio.unitau.br/jspui/bitstream/20.500.11874/3632/1/246545.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2023.

CHECCUCCI, Érica de Sousa. **Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018**. Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, 2019. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653708>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

CHERPINSKI, Heloísa F. M. Desenvolvimento de um plano de implementação da tecnologia BIM para escritórios de arquitetura. Dissertação de conclusão de curso da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Pará, Pará, 2022.

COAN, Débora Regina Thomaz do Nascimento. SOUZA, Normelio Junior de. QUEIROZ, Altamira de Souza. **Implantação do Building Information Modeling aos projetos de engenharia do sistema federal Brasileiro**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 2021. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/projetos-de-engenharia>. Acesso em: 13 mar. 2023.

COSTA, G. C. L. R., Figueiredo, S. H., Ribeiro, S. E. C. **Estudo comparativo da tecnologia CAD com a tecnologia BIM**. Revista de Ensino de Engenharia, 2015. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/454>. Acesso em: 13 mar. 2023.

COUTINHO, A. B., Moura, G. S., Teixeira, E. K. C. **Compatibilização de um projeto arquitetônico e hidrossanitário utilizando a metodologia BIM**. Monografia (graduação), Universidade Federal de São João Del-Rei, Ouro Branco, MG, 2019. Disponível em: <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/labhidromec/Compatibilizacao%20de%20um%20projeto%20arquitetonico%20e%20hidrossanitario%20utilizando%20a%20metodologia%20BIM.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2023.

EASTMAN, C. e outros. **An Outline of the Building Description System**. Research Report No.50, 1974. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=ED113833>. Acesso em: 13 mar. 2023.

EASTMAN, C., Eastman, C. M., Teicholz, P. et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owner, Manager, Designer, Engineers and Contractors** (p. 243). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2011.

KHOSROWSHAHI, F.; ARAYICI, Y. **Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry**. *Engineering Construction and Architectural Management*, v. 19, n. 6, p. 610–635, 2012.

MAÍNA, J. **CAD and BIM in architecture education: awareness, proficiency and advantages from the student perspective**. *Gazi University Journal of Science Part B: Art Humanities Design and Planning*, 2018.

MARTINEZ, Afonso Corona. **Ensaio sobre projeto**, Brasília, Universidade de Brasília, 2000.

MARTINS, Marllon Christian José. **Implementação do BIM : Desafios e estratégias para microempresas da indústria AEC**. Dissertação de conclusão de curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de São João del-Rei, Minas Gerais, 2021. Disponível em: <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ccivi/TCC%20-%20Marllon%20Martins-Site.pdf>. Acesso em 22 mar. 2023.

MENEZES, Alexandre Monteiro, PEREIRA JUNIOR, Mário Lucio, VIANA, Maria de Lourdes Silva, PALHARES, Sérgio Ricardo. **O BIM e os projetos de edificações: adequações e inadequações**. Santa Fé - Argentina: , 2011.

OLIVEIRA, Gustavo A. **Proposta de Manual para desenvolvimento de projeto em BIM através do método Design Science Research**. Mestrado Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019; Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-21102019-120632/publico/GustavoAparecidodeOliveiraCorr19.pdf>. Acesso em 22 mar. 2023.

OLIVEIRA, João. **Especificação do Nível de Desenvolvimento e Modelação por Objetivos**. Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2016.

OKAMOTO, Patricia Seiko. **Teoria e prática da coordenação de projetos de edificações residenciais na cidade de São Paulo**. Dissertação de MBA, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/15c754fd-c12c-43c3-a226-d00c7dd764ba/Patr%C3%ADciaSeikoOkamoto%20-%20PI.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2023.

SANTOS, A. C. V. **Implantação do sistema BIM no ato de projetar do Departamento de Projetos da UFMG**. Monografia (graduação). Universidade Federal de Minas Gerais, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/32716/1/GIFES%20-%20TCC%20-%20Ana%20Carolina%20Vaz%20dos%20Santos.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2023.

PESTANA, António Miguel Arriaga de Tavares. **Aplicação de BIM 7D e realidade aumentada em Facility Management**. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/12218>. Acesso em: 13 mar. 2023.

SEBRAE - Serviço brasileiro de apoio às micro e pequenas empresas. **Atualização de Estudo sobre a Participação de Micro e Pequenas Empresas na Economia Nacional**. Unidade de Gestão Estratégica, 2020.

SIENGE **Mapeamento de Maturidade BIM Brasil**. Relatório, 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/relatorio-mapeamento-de-maturidade-BIM/>. Acesso em: 13 mar. 2023.

SOUZA, L. L. A. de, Amorim, S. R. L., & Lyrio, A. de M. (2009). Impactos Do Uso Do BIM Em Escritórios De Arquitetura: Oportunidades No Mercado Imobiliário. *Gestão & Tecnologia De Projetos*, 4(2), p.26-53. 2009. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50958>. Acesso em: 13 mar. 2023.

SUCCAR, B. & KASSEM, M. **Building Information Modelling: Point of adoption**. In: CIB World Conference Proceedings, 2016.

SUCCAR, B. **Building Information Modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation In Construction, 2009. Disponível em: [\(PDF\) Building Information Modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders | Bilal Succar - Academia.edu](#). Acesso em: 10 Out. 2023.

SUCCAR, B. **Building information Modeling Maturity Matrix**. Handbook of research on Building Information Modeling and Construcion informatics: concepts and technologies, 2010. Disponível em: [\(PDF\) Building Information Modelling Maturity Matrix | Bilal Succar - Academia.edu](#). Acesso em: 10 Out. 2023.

STEINER, L. R. **Análise da implementação da plataforma BIM no setor da AEC do Estado de Santa Catarina**. Dissertação de conclusão de curso, Unisul, 2016. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/4701>. Acesso em: 13 mar. 2023.

## **APÊNDICE A - PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM (PIB)**

## **Apresentação**

Este documento é o produto final da pesquisa “Desafios e estratégias para democratização do BIM em microempresas da indústria AEC na região metropolitana de Belém”. O intuito da pesquisa foi fazer um levantamento de dados do cenário atual do uso do BIM na capital, identificando o perfil destas empresas, mapeando os desafios, investigando o ensino do BIM nos cursos de arquitetura e engenharia da região e elencando estratégias por meio da identificação de fatores críticos de sucesso (FCS) para implementação do BIM em microempresas.

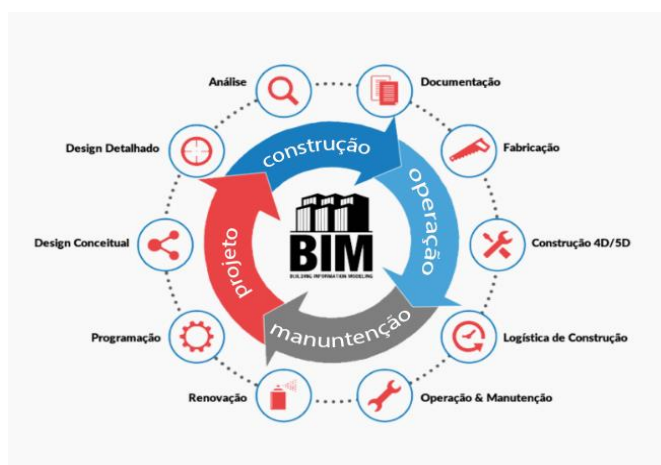
O plano de implementação aqui disposto é um material gratuito e disponibilizado publicamente com objetivo de contribuir com a difusão do conhecimento a respeito da metodologia de maneira democrática. O documento é baseado nos dados coletados da pesquisa, principalmente, nos desafios e fatores críticos de sucesso identificados. Dessa maneira, profissionais autônomos e microempresas da indústria AEC de Belém poderão, dentro da sua realidade, dar os primeiros passos para implementação da metodologia BIM.

## 1. Introdução ao BIM

O Building Information Modelling - BIM ou Modelagem da Informação da Construção - é definido como o conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, que sirva a todos os participantes do empreendimento, em qualquer etapa do ciclo de vida da construção (BRASIL, Lei nº 10.306, 2020).

O ciclo de vida de uma edificação pode ser dividido em 4 grandes fases: o projeto, onde são criados os modelos 3d, assim como, os estudos de viabilidade e toda documentação necessária; a construção, que é a obra de fato onde será executado o que está previsto no projeto; em seguida vem a operação fase em que o edifício está apto para uso e por último vem a manutenção, que pode ser de maneira preventiva ou para realizar eventuais reparos. A figura 1 ilustra bem o ciclo vida de um edifício.

Figura 1: ciclo da vida da edificação



Fonte: traduzido pela autora, 2023

O BIM está presente em todas as fases da existência de uma construção, pois reúne diversos níveis de informações. Esses níveis são chamados de dimensões do BIM (figura 2) que hoje somam um total de sete dimensões, sendo elas:

- 2D - Representações gráficas bidimensionais

São as mesmas informações geradas pelas ferramentas CAD, como plantas baixas, cortes e vistas.

- 3D - Modelagem tridimensional

É o modelo digital da edificação em suas três dimensões, é feito a partir de uma modelagem paramétrica que carrega dados e informações que já permitem checagens e verificação de conflitos.

- 4D - Planejamento

É a dimensão que consiste no planejamento das atividades ao longo da vida do projeto. Os elementos do projeto são relacionados a um cronograma, deixando mais fácil a consulta do andamento da obra pelo gestor.

- 5D - Quantitativo e custos

Nos softwares BIM é possível gerar quantitativos precisos de maneira automatizada relacionados a instâncias do projeto e seus respectivos custos.

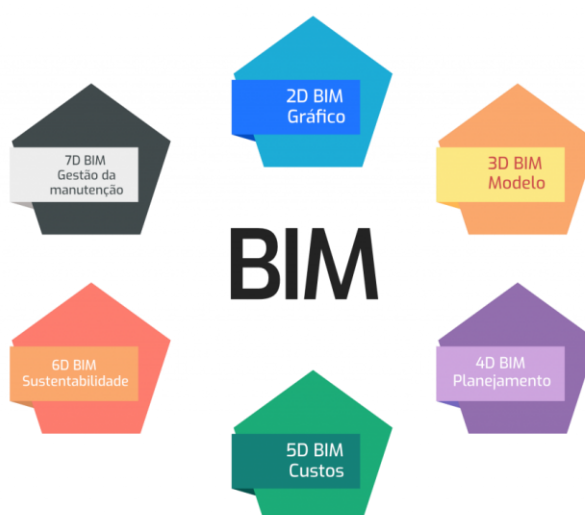
- 6D - Sustentabilidade

É o nível associado à análise da eficiência energética, do consumo de água e do conforto térmico. Essa dimensão permite uma análise abrangente a respeito de sustentabilidade econômica, ambiental e social.

- 7D - Manutenção e gerenciamento de ativos

É a dimensão que corresponde ao gerenciamento do ciclo de vida da edificação. Ela usa dados como garantias, manuais de manutenção e especificações técnicas para prever a substituição de componentes, garantir a eficiência da edificação e direcionar os recursos de manutenção.

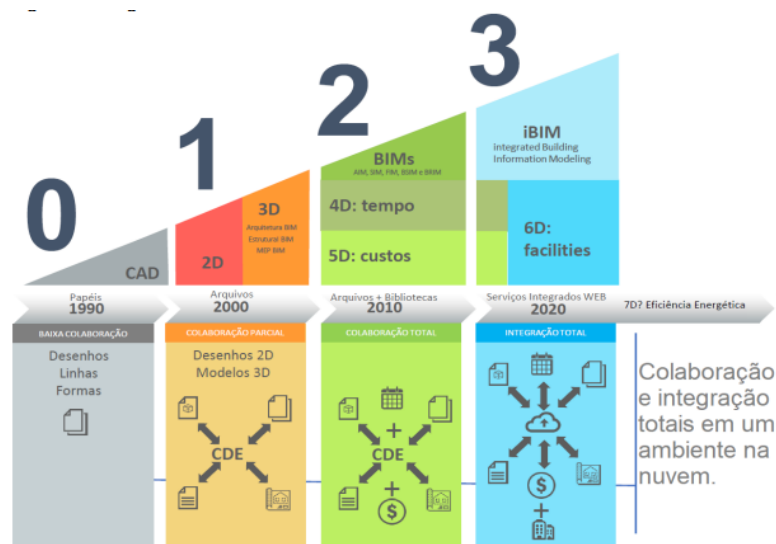
Figura 2: dimensões do BIM



Fonte: Gonzaga, 2021

O BIM pode ser entendido de maneiras diferentes, uma vez que a percepção do profissional sobre a metodologia é moldada através da sua experiência própria. Portanto, se faz necessário definir em termos os níveis de maturidade BIM (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012). Na figura 3 está ilustrado os níveis de maturidade do BIM, que partem do nível zero ao nível três.

Figura 3: níveis de maturidade BIM



Fonte: BEW & RICHARDS, 2008

O nível zero é caracterizado por um estágio de colaboração baixa, onde há as práticas do uso de CAD (Computer Aided Design) e de documentação impressa compartilhada pela equipe. Neste nível há uma grande chance de erros humanos e incompatibilidade de versões (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012).

O nível 1 refere-se a utilização do desenho 2D e do modelo 3D, porém as disciplinas ainda são tratadas de maneira separada a documentação final em sua maioria é de desenhos 2D (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012).

O nível 2 já conta com a presença da interoperabilidade, tendo uma colaboração do modelo dentro de um servidor.

O nível 3 toda a informação gerada é integrada e interoperável entre as disciplinas através do compartilhamento do modelo em nuvem PESTANA (2019, p.23). Os profissionais envolvidos no projeto interagem em tempo real.

Para que o BIM possa ser efetivamente aplicado, são necessários diferentes softwares e equipamentos em cada fase do ciclo de vida da edificação. Por exemplo, para o levantamento de informações, pode ser utilizado lasers de imagem que fornecem nuvens de pontos

georreferenciados. Para a modelagem da construção virtual há diferentes programas voltados para diferentes disciplinas. A compatibilização dessas disciplinas é realizada por softwares de checagem de conflitos que podem informar incompatibilidades. Também existem programas de gerenciamento de obras e de acompanhamento.

O BIM não é somente a digitalização do processo, como aconteceu do desenho à mão ao CAD. Mas sim uma mudança de paradigma que demanda dos participantes do processo novos conhecimentos, habilidades e, principalmente, trabalho colaborativo. Portanto, de acordo com os fundamentos do BIM propostos por SUCCAR (2017), pode-se afirmar que a efetiva implementação da metodologia BIM se baseia em três dimensões fundamentais: tecnologia, pessoas e processos.

Figura 4: 3 Fundamentos do BIM



Fonte: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC, 2017

## 1.2 O que é o Plano de Implementação BIM

Para Gomes (2016), o Plano de Implementação BIM é um conjunto de ações que viabilizem a implementação do BIM em uma empresa, escritório ou organização. É um documento que mostra de forma detalhada todos os processos e infraestrutura relacionados à operacionalização da implementação BIM. O PIB define objetivos a curto, médio e longo prazo para implementação e traça as iniciativas necessárias para uso efetivo do BIM. Nas figuras 4 e 5 é possível observar a diferença no processo de implementação com e sem um PIB.

Figura 4: Implantação sem PIB

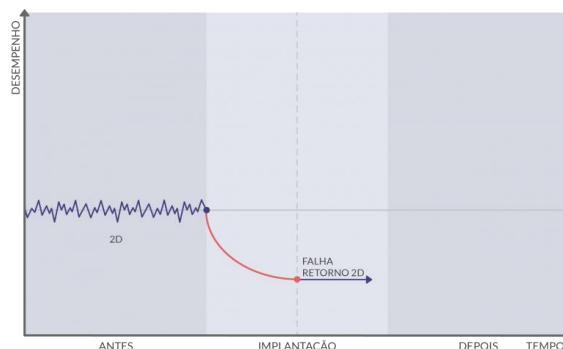
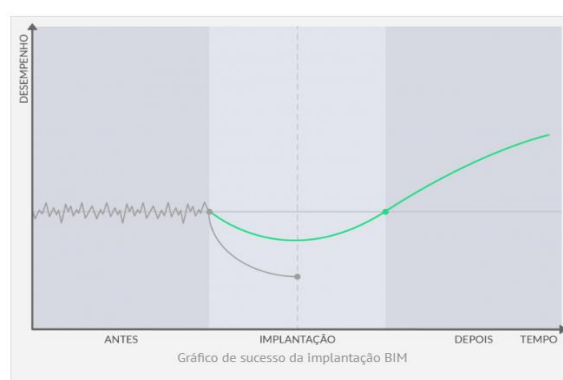


Figura 5: Implantação com PIB



Fonte: Gonçalves JR, 2020

Além disso, a decisão pela implementação do BIM pressupõe que a direção da empresa/organização tenha consciência de que esse passo envolverá mudança de cultura, investimentos em infraestrutura, treinamentos e revisão de processos. Assim, para incentivar a adesão da metodologia pelos colaboradores, é necessário que a adoção do PIB seja apoiada pela direção da empresa. É importante também que o documento passe por revisões, sendo avaliado e controlado de maneira cíclica a fim de prezar pela evolução da organização e proporcionar melhorias nas suas atividades (Gomes, 2016).

O principal estímulo para adoção do BIM ocorre por meio de iniciativas governamentais, através de guias e mandatos indicando as diretrizes e padronizações necessárias para o uso da metodologia de acordo com Borges (2019). Para elaboração deste trabalho, foram consultados os seguintes guias e Planos de Implementação BIM apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Guias e Planos de Implementação BIM

Guias e Planos de Implementação BIM
Guia de Implantação e Implementação do BIM - BIM SC
Manual de Implantação do Piloto BIM - Autodesk
Plano de implantação BIM - PARANACIDADE
Guia AsBEA Boas Práticas em BIM - AsBEA
Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras - CBIC
Guias BIM - ABDI

Fonte: Autora, 2023

## 2. Diagnóstico

Segundo o manual ABDI (2017), o diagnóstico da organização tem como principal objetivo definir a base sobre a qual o processo de implementação será desenvolvido, identificando e descrevendo o quadro atual de três dimensões, sendo elas tecnologia, processos e pessoas.

**1º Passo:** Fazer um levantamento da estrutura de software, que são os programas; hardware, que são os componentes eletrônicos; e rede, que são os provedores de internet e sua capacidade, conforme a tabela 2.

**2º Passo:** Realizar um levantamento do fluxo de atividades realizadas, de acordo com a tabela 3.

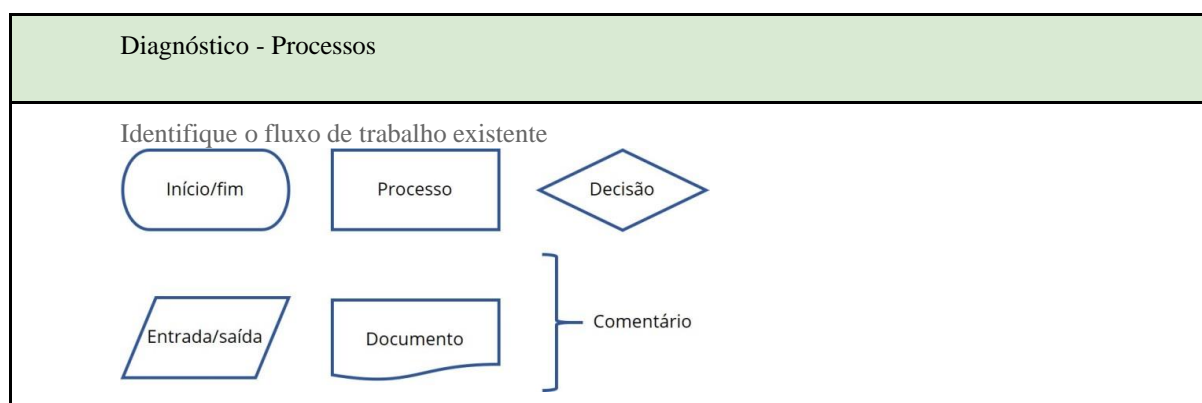
**3º Passo:** Avaliar a qualificação e competências atuais dos colaboradores e as desejadas, não se limitando a qualificações “tradicionais”, abrangendo até mesmo aspectos comportamentais (ABDI, 2017), como exemplificado na tabela 4.

Tabela 2: Diagnóstico - Tecnologia

Diagnóstico - Tecnologia		
Item	Descritivo	Observações
Liste programas, equipamentos e sistemas existentes	Descreva o que existe e a utilização atual	Análises de capacidade e disponibilidade

Fonte: Autora, 2023

Tabela 3: Diagnóstico - Processos



Fonte: Autora, 2023

Tabela 4: Diagnóstico - Pessoas

Diagnóstico - Pessoas		
Função	Qualificações/competências atuais	Qualificações/competências desejadas
Identifique as funções existentes	Analise as qualificações atuais	Analise as qualificações desejadas

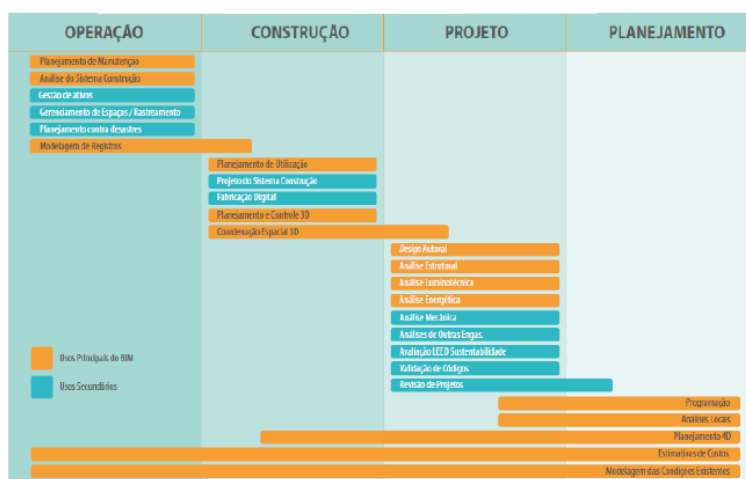
Fonte: Autora, 2023

### 3. Planejamento

De acordo com Gomes (2016) um processo de implementação BIM acarreta em diversas mudanças no planejamento estratégico da empresa ou organização. Para que sejam criadas diretrizes eficientes para a implementação é necessário identificar o perfil organizacional da empresa.

**1º Passo:** Identificar em que fase do ciclo de vida do empreendimento a empresa presta serviços e produtos e avaliar os casos de usos de BIM apresentados na figura 6 e identificar quais a empresa pretende utilizar, de acordo com a tabela 5.

Figura 6: 25 casos de uso do BIM Penn State Univ.



Fonte: CBIC, 2016

**2º Passo:** Avalie o posicionamento da empresa e como o BIM o permeia, de acordo com a tabela 6.

**3º Passo:** Defina as metas e indicadores para o processo de implementação baseado no método metas SMART ilustrado na figura 7 e elenca-lós conforme a tabela 7.

Figura 7: Metas SMART

S Específico (specific)	M Mensurável (measurable)	A Atingível (achievable)	R Relevante (relevant)	T Temporal (time bound)
O que você quer fazer?	Como você vai saber que alcançou o objetivo?	O objetivo esta ao seu alcance?	Você pode alcançar o objetivo de forma realista?	Quando você deseja alcançar o objetivo?

Fonte: Carvalho, 2021

**4º passo:** Crie um plano de comunicação para estimular e envolver os colaboradores no processo de implementação, em acordo com a tabela 8.

Tabela 5: Planejamento - Casos de uso do BIM

Planejamento - Casos de uso do BIM	
Fase do ciclo de vida	Caso de uso do BIM
Liste em que fases do ciclo de vida de um empreendimento sua empresa atua	Liste os casos de uso de interesse correspondentes a cada fase.

Fonte: Autora, 2023

Tabela 6: Planejamento - Posicionamento

Planejamento - Posicionamento	
Visão da empresa	Como o BIM aprimora essa visão
Exemplo: Ser o principal contratante geral para projetos complexos de construção.	O BIM permite maior precisão no projeto, diferenciando a empresa dos concorrentes.

Fonte: Autora, 2023

Tabela 7: Planejamento - Objetivos de Implementação BIM

Planejamento - Objetivos de implementação do BIM			
Objetivo	Meta	Indicador	Prazo
Diminuir a quantidade de erros de projeto	Criar template de projeto em BIM Criar fluxo de projeto em BIM	Reduzir o número de revisões em x (%)	Julho de 2024

Fonte: Autora, 2023

Tabela 8: Planejamento - Plano de comunicação

Planejamento - Plano de comunicação		
Ação a ser realizada	Objetivo	Público
Reunião com a equipe	Apresentar os benefícios da implementação BIM	Equipe de projeto arquitetônico

Fonte: Autora, 2023

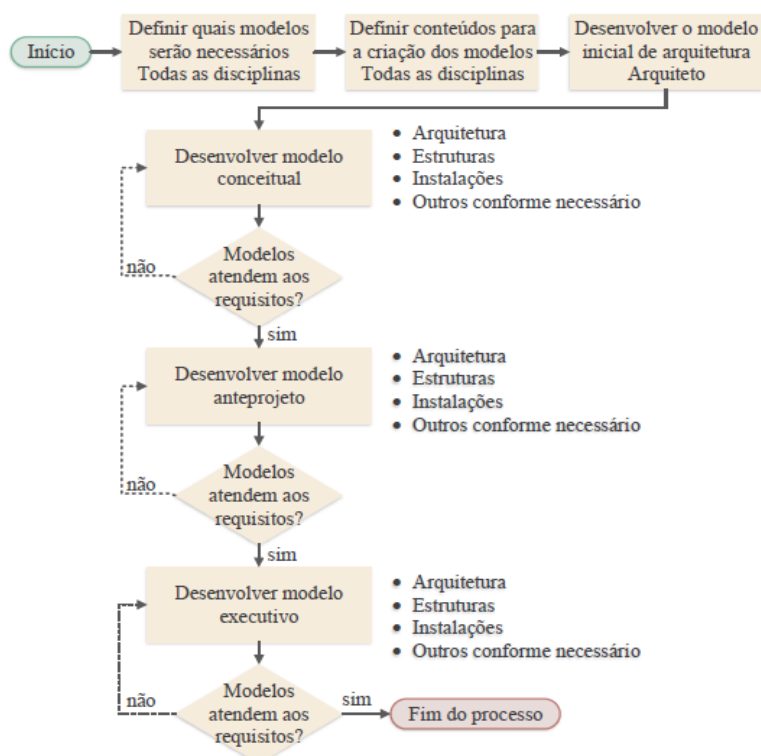
## 4. Processos

### 4.1 Fluxo de Trabalho em BIM

Como dito inicialmente, os fundamentos do BIM são tecnologia, pessoas e processos. No âmbito de processos é necessário mapear claramente e definir as atividades realizadas integradas com BIM. É importante salientar que a empresa deve estar aberta a grandes mudanças, pois qualquer esforço para manter os fluxos atuais não será bem-sucedido (ASBEA, 2013). Durante esse processo, deve-se observar as mudanças de fluxo interdisciplinares e de produção, que podem impactar em diferentes aspectos como prazos, escopos e responsabilidade.

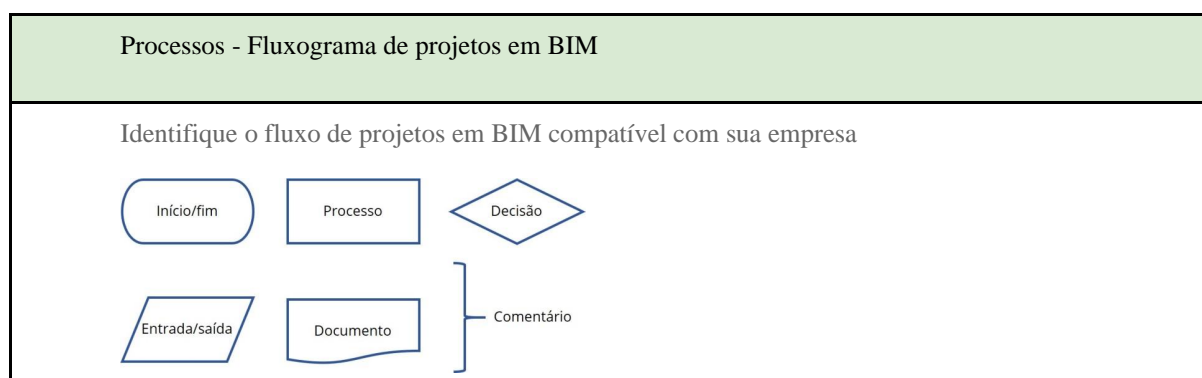
**1º Passo:** Defina de maneira cuidadosa os fluxos de trabalho em BIM, conforme a tabela 9. Na figura 8 observa-se um exemplo de fluxo de projetos em BIM.

Figura 8: Exemplo de fluxo de projetos em BIM



Fonte: SILVA, 2018

Tabela 9: Processos - Fluxograma de projetos em BIM



Fonte: Autora, 2023

## 4.2 Definição de padrões internos

O BIM trabalha com o fluxo de informações, por conta disso é importante ter uma base de dados e padrões organizados e definidos.

**2º Passo:** Crie uma biblioteca e templates próprios, ambos contribuem para definição de um padrão gráfico de entregáveis, assim como, permitem a organização estipular parâmetros para produzir informações uniformes e lógicas. Os templates também facilitam procedimentos comuns do processo projetual e são essenciais na eficiência produtiva. É importante que essa base de dados (bibliotecas e templates) sejam controlados e atualizados, recomenda-se designar um responsável para essa função. Esses documentos podem ser criados ou adaptados de plataformas como as listadas na figura 9.

Figura 9: Bibliotecas BIM

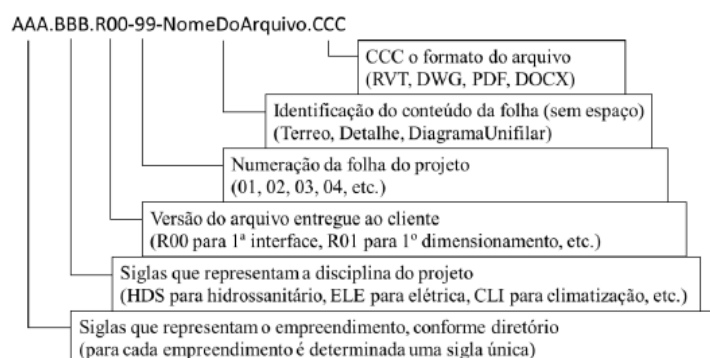
Plataforma	País	Disciplinas	Recursos	Formatos	URL
BIMobject	Suécia	A; MEP; PCI; HVAC; P	Objetos e plugins.	ARCHICAD, Revit, Allplan, Vectworks.	<a href="https://www.bimobject.com/">https://www.bimobject.com/</a>
Familia BIM	Brasil	A; MEP; PCI; HVAC.	Objetos, templates Revit, Rotinas para o Dynamo BIM.	Revit.	<a href="https://www.familiaabim.com.br/">https://www.familiaabim.com.br/</a>
Vitrine Revit	Brasil	A.	Objetos e cursos.	Revit.	<a href="https://www.vitrinerevit.com/">https://www.vitrinerevit.com/</a>
Plataforma BIMBR	Brasil	A; MEP; P.	Objetos, Contatos Profissionais Guias, Manuais e Normas, Planos de execução e Notícias.	Revit, ARCHICAD.	<a href="https://plataformaabimbr.abdi.com.br/">https://plataformaabimbr.abdi.com.br/</a>
Revit City	EUA	A; MEP; PCI; HVAC; P.	Objetos.	Revit.	<a href="https://www.revitycity.com/">https://www.revitycity.com/</a>
ARCAT	EUA e Canadá	A; MEP; PCI; HVAC.	Objetos.	Revit.	<a href="https://www.arcata.com/">https://www.arcata.com/</a>
Sweets	EUA e Canadá	A; MEP; PCI; HVAC.	Objetos.	Revit.	<a href="https://sweets.construction.com/">https://sweets.construction.com/</a>
NBS	Reino Unido, Canadá e Austrália	A; MEP; PCI; HVAC; P.	Objetos Plug-in Guias.	AECOSim, ARCHICAD, Revit, Vectorworks.	<a href="https://www.nationalbimlibrary.com/">https://www.nationalbimlibrary.com/</a>
Productspec	Nova Zelândia	A; MEP; HVAC.	Objetos e Templates.	ARCHICAD, Vectorworks, Revit.	<a href="https://productspec.co.nz/">https://productspec.co.nz/</a>
Parametric Components	EUA	A.	Objetos e Templates.	Revit.	<a href="https://parametriccomponents.com/">https://parametriccomponents.com/</a>
BIM Store	Reino Unido	A; MEP; P	Objetos, Fórum e Notícias.	Revit.	<a href="https://www.bimstore.co/">https://www.bimstore.co/</a>
Plannerly	EUA	Documentos	Plano de execução. Escopo. Planejamento Gerenciamento Verificação de modelo.	Não possui arquivos para softwares BIM.	<a href="https://www.plannerly.com/">https://www.plannerly.com/</a>

A – Arquitetura; MEP – Mecânica, elétrica e hidráulica; HVAC – Aquecimento, ventilação e ar-condicionado; PCI – Projeto de combate a incêndio; P – Paisagismo.

Fonte: Jessica Aida Pereira da Silva e Bruna Bitencourt Costa, 2020

**3º Passo:** Estabeleça um padrão interno de nomenclatura, todos os elementos utilizados pelo escritório devem possuir regras de nomenclatura, sejam eles arquivos, pastas, componentes digitais, documentos etc. Conforme o exemplo na figura 10.

Figura 10: Nomenclatura de arquivos de projeto



Fonte: Silva, 2018

## 5. Tecnologia

Nesse âmbito, é importante definir a infraestrutura tecnológica necessária para apoiar os processos propostos.

**Passo 1º:** Baseado no diagnóstico de tecnologia e nos processos definidos, avalie quais softwares são necessários para implementação da metodologia BIM e, conseqüentemente, quais requisitos de hardwares e redes são imprescindíveis. Essas informações podem ser obtidas com fabricantes e fornecedores e organizadas na tabela 10.

Tabela 10: Tecnologia - Infraestrutura tecnológica necessária

Tecnologia - Infraestrutura tecnológica necessária				
Processo	Software necessário	Requisitos de Hardware	Requisitos de Rede	Valores
Liste os processos identificados	Liste os softwares necessários para cada processo	Identifique os requisitos de hardwares dos softwares	Identifique os requisitos de rede dos softwares	Consulte o valor necessário

Fonte: Autora, 2023

## 6. Pessoas

### 6.1 Definição de papéis

É de extrema importância a definição dos papéis e funções dos colaboradores, pois a adesão da metodologia BIM requer modificações na rotina de trabalho e estabelecimento de novas funções antes inexistentes para êxito no processo de implementação.

As principais funções no processo BIM são *BIM Manager* (Gerente BIM), *BIM coordinator* (Coordenador BIM) e *BIM Modeler* (Modelador BIM) de acordo com Silva Filho, 2018. O Gerente BIM é responsável pela realização da implementação BIM e do PIB, gerenciando tecnologia, pessoas, processos e procedimentos. O coordenador BIM é responsável pela operação BIM em um projeto, gerenciando o fluxo e padronização das informações, além de oferecer suporte à equipe. Enquanto o modelador BIM é responsável pela parte operacional, desenvolvimento modelagem conforme os objetivos acordados.

**1º Passo:** Analise o diagnóstico de pessoas realizado e defina os novos papéis de acordo com os novos processos em BIM, conforme a tabela 11.

Tabela 11: Pessoas - Definição de papéis

Pessoas - Definição de papéis		
Especialidade	Papel	Função
Arquiteto e Urbanista 01	Gerente BIM	Implementação BIM
Arquiteto e Urbanista 02	Coordenador BIM	Líder no projeto X em BIM
Arquiteto e Urbanista 03	Modelador BIM	Compatibilização
Designer de Interiores	Modelador BIM	Modelagem de Interiores
Estagiário	Modelador BIM	Modelagem de biblioteca

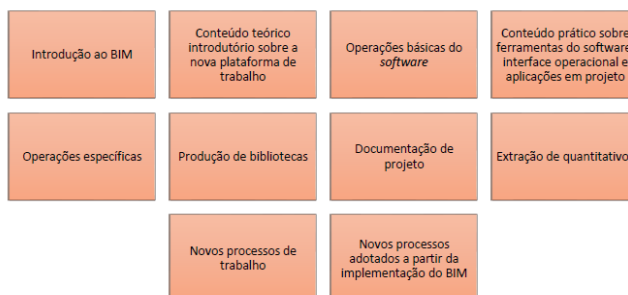
Fonte: Autora, 2023

## 6.2 Treinamentos

Para o desenvolvimento de papéis BIM e processos BIM é essencial a criação de um plano de treinamento.

**2º Passo:** Crie um plano de treinamento, conforme tabela 13. Esse plano deve contemplar as qualificações e competências almejadas no diagnóstico de pessoas, assim como, os papéis definidos anteriormente. É importante frisar também que os treinamentos não devem se limitar às ferramentas a serem implementadas, mas abranger a metodologia BIM como um todo, na figura 11 é possível observar um conteúdo de treinamento BIM e na figura 12 de um treinamento em uma ferramenta.

Figura 11: Treinamento de BIM



Fonte: Silva, 2018

Figura 12: Treinamento de Revit

#### **Introdução ao Autodesk Revit**

- Introdução à Modelagem da Informação da Construção (BIM)
- Visão geral da interface
- Configurações de projeto
- Trabalhando com vistas

#### **Arquitetura**

- Trabalhando com paredes, portas, janelas, forro, luminárias, mobiliário e demais componentes do projeto arquitetônico

#### **Estruturas**

- Trabalhando com fundações, pilares, vigas, sistemas de vigas, lajes e demais componentes do projeto estrutural

#### **Documentação**

- Configuração e criação de folhas
- Tabelas e quantitativos

#### **Famílias**

- Criação de famílias paramétricas

#### **Introdução ao Autodesk Revit MEP**

- Introdução à Modelagem da Informação da Construção (BIM)
- Visão geral da interface
- Configurações de projeto

Fonte: Cau Tocantins, 2014

Existem diversas fontes de treinamentos, que podem ser workshops, seminários, formações e etc; podem ser on-line ou presencialmente e também gratuitos ou pagos. Na tabela 12 é listado capacitações e conteúdos gratuitos criados através da Estratégia BIM BR, política pública nacional de disseminação do BIM.

Tabela 12: Capacitações e conteúdos Estratégia BIM BR

Capacitações e conteúdos Estratégia BIM BR
BIM - Conceituação Básica - MDIC em: <a href="https://www.escolavirtual.gov.br/">https://www.escolavirtual.gov.br/</a>
BIM - Implantação - MDIC em: <a href="https://www.escolavirtual.gov.br/">https://www.escolavirtual.gov.br/</a>

BIM - Fluxos de Trabalho - MDIC em: <a href="https://www.escolavirtual.gov.br/">https://www.escolavirtual.gov.br/</a>
Interação e Interoperabilidade BIM - MDIC em: <a href="https://www.escolavirtual.gov.br/">https://www.escolavirtual.gov.br/</a>
BIM - Projetos, Planejamento, Orçamentos e Contratos de Construção - MDIC em: <a href="https://www.escolavirtual.gov.br/">https://www.escolavirtual.gov.br/</a>
Democratizando BIM - ABDI em: <a href="https://www.escolavirtual.gov.br/">https://www.escolavirtual.gov.br/</a>
Conteúdos do Projeto Construa Brasil em <a href="https://www.gov.br/pt-br">https://www.gov.br/pt-br</a>
Plataforma BIM BR - ABDI em <a href="https://plataformabimbr.abdi.com.br/">https://plataformabimbr.abdi.com.br/</a>

Fonte: Autora, 2023

Além disso, é possível acessar mais capacitações e conteúdos sobre BIM mapeados pela ABDI (Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial) através do link: <https://airtable.com/appLODKf17YTWy0dk/shrnYi7pqKm9s1C28/tbl8xMFD28iIBluXL>. A Associação também disponibiliza capacitações online e ao vivo através de editais associados ao projeto Democratizando BIM que podem ser acessados no site <https://www.abdi.com.br/>.

Tabela 13: Pessoas - Plano de Treinamento

Pessoas - Plano de Treinamento					
Treinamento	Objetivo	Responsável	Valor	Prazo	
Liste os treinamentos necessários	Identifique os objetivos daquele treinamento	Defina um responsável	Consulte o valor necessário	Estabeleça um prazo	

Fonte: Autora, 2023

## 7. Etapas

A implementação do BIM ocorre através de etapas e obtenção de maturidade de acordo com todos os tópicos citados anteriormente, ou seja, envolvendo tecnologia, processos e pessoas. Algumas dessas etapas podem ser relacionadas a projetos pilotos, que nada mais é que um projeto definido para consolidar procedimentos a serem desenvolvidos em BIM, sendo um “produto final” daquela etapa.

**1º Passo:** Estabeleça as etapas do processo de implementação. A tabela 14 mostra um exemplo de como elas podem ser organizadas, associando-as a objetivos, metas e indicadores.

É importante ressaltar que uma implementação é particular de cada empresa, pois suas diretrizes dependem diretamente do modo de operação particular dessa empresa. Além disso, deve-se considerar que o PIB e as etapas de implementação estão sujeitos a revisão e devem ser periodicamente avaliados e controlados, visando a evolução da organização.

Tabela 14: Etapas de Implementação

Etapas de Implementação			
Etapa	Objetivo	Meta	Indicador
Etapa 01	Definir processos BIM	Criação do fluxo de projeto bim	Fluxo de trabalho definido
Etapa 02	Garantir infraestrutura para implementação BIM	Aquisição de software Aquisição de Hardware	Software (sim ou não) Computadores (Unid)
Etapa 03	Formar equipes BIM	Definição de papéis Realização de treinamentos	Formação de equipe (s/n) Treinamento x Treinamento y
Etapa 04	Desenvolver projeto piloto 01 em BIM	Desenvolver modelo BIM 3D, 4D e 5D de arquitetura	EAP de arquitetura Template de arquitetura Extração de quantitativo Extração de Orçamento Extração de Cronograma
Etapa 05	Desenvolver projeto piloto 02 em BIM	Desenvolver modelo BIM 3D, 4D e 5D de engenharia	EAP de arquitetura Template de engenharia Extração de quantitativo Extração de Orçamento Extração de Cronograma

Fonte: Autora, 2023

## 8. Cronograma

Associado ao PIB deve-se formular um cronograma para seu cumprimento, relacionado aos prazos dos objetivos de implementação propostos.

**1° Passo:** Faça um cronograma que abranja todo o ciclo de implementação e cada uma das etapas citadas ao longo do presente documento e sua avaliação, como mostra a Tabela 15.

Tabela 15: Exemplo de cronograma de implementação

Ciclo do PIB	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Introdução ao BIM												
Diagnóstico												
Planejamento												
Etapa 01 + Avaliação												
Etapa 02 + Avaliação												
Etapa 03 + Avaliação												
Etapa 04 + Avaliação												
Etapa 05 + Avaliação												

Fonte: Autora, 2023

## 9. Avaliação

Um aspecto importante é a avaliação das etapas do PIB para possíveis revisões e ajustes no “caminho” da implementação. Antes de apresentar o método avaliativo, é importante entender o que são competências em BIM, estágios de capacidade BIM e níveis de maturidade.

De acordo com Succar (2009) as competências em BIM são um conjunto de habilidades que caracterizam a capacidade de um agente para atender um requisito BIM. As competências em BIM são divididas nos seguintes campos de maneira resumida:

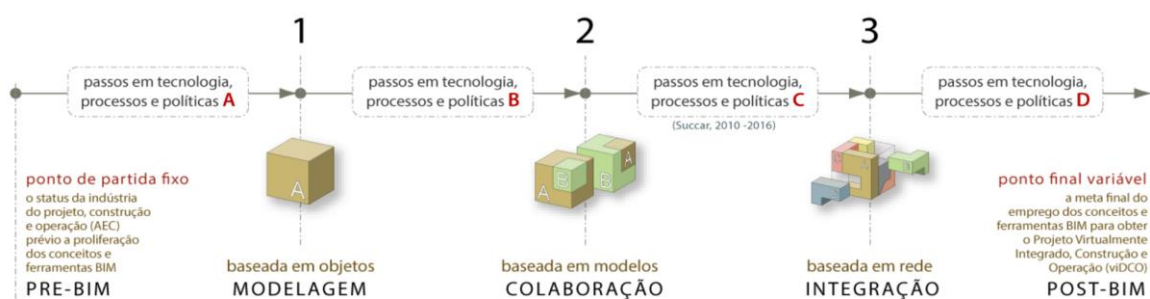
- a) Tecnologia: domínio de softwares, hardware e redes no fluxo de trabalho em BIM.
- b) Processos: domínio das fases de projeto e relações com diversos agentes no fluxo de trabalhos em BIM.
- c) Política: domínio da normalização e legalização no desenvolvimento de projetos em BIM.

Conforme Succar, Sher e Willians (2012) os estágios de capacidade em BIM são definidos como as habilidades mínimas de uma equipe ou organização para realizar tarefas inerentes

à modelagem da informação na construção, ou seja, as competências em BIM de um agente podem determinar o estágio evolutivo no BIM em que ele se encontra. Os estágios são definidos em:

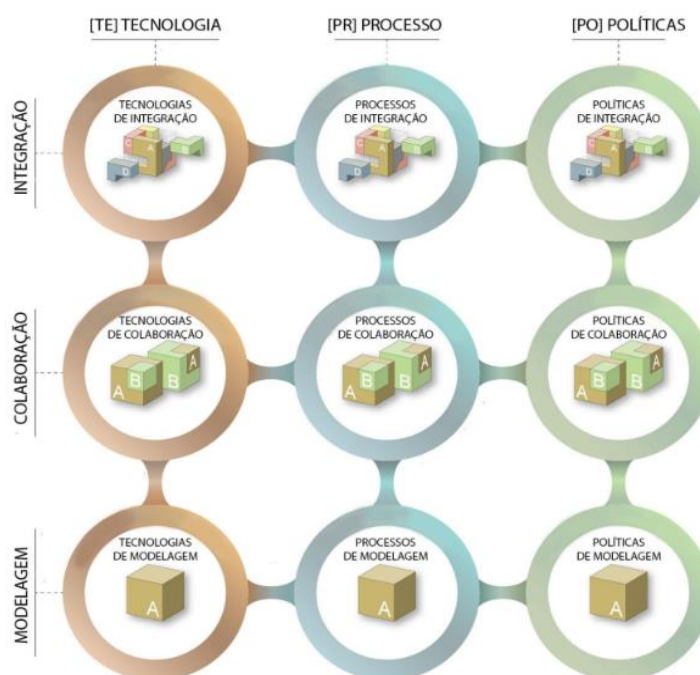
- Estágio 1: Modelagem - modelagem baseada em objeto, a empresa precisa ter implantado a ferramenta de modelagem.
- Estágio 2: Colaboração - colaboração baseada em modelo, a empresa precisa fazer um projeto colaborativo multidisciplinar.
- Estágio 3: Integração - integração baseada em rede, a empresa deve usar uma solução de rede baseada no compartilhamento de modelos com pelo menos duas disciplinas.
- IPD – Entrega de Projeto Integrado

Figura 13 - Estágios de capacidades em BIM



Fonte: Succar (2016)

Figura 14: Estágios e Competências BIM

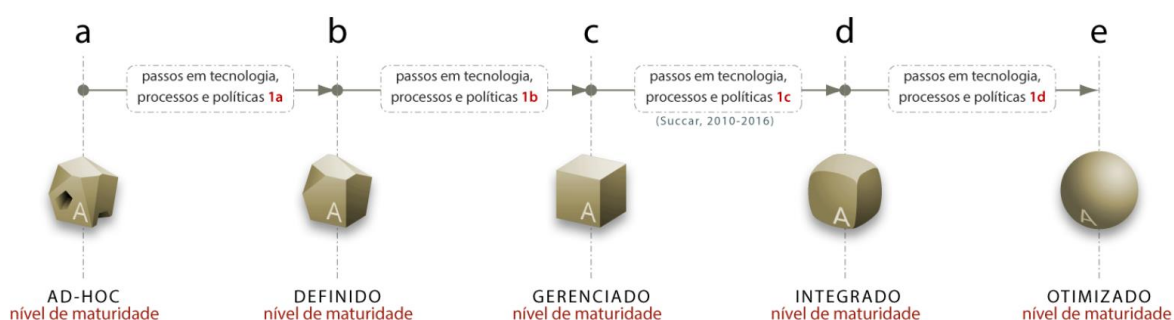


Fonte: Rodrigues, Ana (2018)

A figura 13 exemplifica os estágios de capacidade em BIM. Enquanto a figura 14 mostra como as competências dialogam com os estágios de capacidade em BIM.

A partir das competências e estágios do BIM, podemos chegar na definição de nível maturidade. O termo “maturidade BIM”, de acordo com Succar (2009) está relacionado à qualidade, a repetibilidade e o nível de excelência dos serviços em BIM. Assim, a maturidade BIM define a capacidade de realizar uma atividade ou de fornecer um serviço em BIM. Por meio do cálculo dessa maturidade é possível estabelecer se os objetivos e usos do BIM estão sendo atingidos pelo processo de implementação. A maturidade é medida através do Índice de Maturidade BIM, o qual tem cinco níveis, como mostra a figura 15.

Figura 15: Níveis de maturidade BIM



Fonte: Succar (2016)

Succar (2009) desenvolveu uma estrutura para classificar a adoção do BIM em organizações, empresas e equipes chamada Matriz de Maturidade BIM (BIM<sup>3</sup>). Essa matriz consiste em uma análise do conjunto de capacidades BIM e níveis de maturidade. A tabela 16 ilustra a matriz proposta neste PIB. É uma auto-avaliação organizacional com baixo nível de detalhe, avaliando 10 competências, estágios do Bim e a escala da organização. Foi desconsiderada a escala macro, conforme orientação da BIM<sup>3</sup>, devido a ausência de consultor no processo.

Tabela 16: Matriz do Grau de Maturidade BIM

Matriz do Grau de Maturidade BIM						
Dimensões	Áreas/Grau de maturidade	A Inicial (pts. 0)	B Definido (max. pts. 10)	C Gerenciado (max. pts. 20)	D Integrado (max. pts. 30)	E Optimizado (max. pts. 40)
Tecnologia	Software aplicações, entregáveis e dados	O uso de softwares não é monitorado e regulamentado. Os modelos 3D são utilizados principalmente para gerar representações precisas em 2D. O uso de dados, armazenamento e trocas não são definidas dentro das organizações ou das equipes de projeto. As trocas sofrem de uma grande falta de interoperabilidade	O uso e a introdução de software é unificada dentro da organização ou das equipes de projeto. Os modelos 3D são produzidos para gerar entregáveis em 2D bem como em 3D. O uso de dados, armazenamento e trocas são bem definidos dentro da organização e das equipes de projeto. A interoperabilidade é definida e priorizada.	A seleção e o uso de softwares é gerenciada e controlada de acordo com o tipo de entregáveis definidos. Os modelos BIM são bases para as vistas 3D, representações 2D, quantificações, especificações e estudos analíticos. O uso de dados, armazenamento e as trocas são monitorados e controlados. O fluxo de dados é documentado e bem gerenciado. A interoperabilidade é obrigatória e monitorada de perto.	A seleção e a implantação de softwares seguem os objetivos estratégicos da empresa e não somente os requisitos operacionais. O processo de modelagem e seus entregáveis são bem sincronizados através dos projetos e firmemente integrados com os processos do negócio. O uso de dados interoperáveis, o armazenamento e as trocas são regulamentados e executados como parte global da organização ou como estratégia de uma equipe de projetos.	A seleção e o uso de ferramentas de software são continuamente revistos para aumentar a produtividade e alinhar com os objetivos estratégicos. Os entregáveis do processo de modelagem BIM são otimizados e revisados ciclicamente para se beneficiarem de novas funcionalidades dos softwares e suas extensões disponíveis. Todos os assuntos relacionados ao armazenamento, uso e troca de dados interoperáveis são documentados, controlados, refletidos e proativamente reforçados.

	Hardware equipamento, entregáveis, localização mobilidade	Os equipamentos para uso do BIM são inadequados; as especificações técnicas existentes são muito baixas para a organização. A troca ou atualização dos equipamentos são tratados como itens de custo e realizados apenas quando são inevitáveis.	As especificações dos equipamentos – apropriadas para a entrega de produtos e serviços em BIM - são definidas, orçadas e normalizadas em toda a organização. As atualizações e substituições de hardware são itens de custo bem definidos.	Existe uma estratégia estabelecida para documentar, gerenciar e manter o equipamento para uso do BIM. O investimento em hardware é bem orientado para melhorar a mobilidade do pessoal (quando necessário) e aumentar a produtividade do BIM.	As implantações de equipamentos são tratadas como viabilizadoras do BIM. O investimento em equipamentos é integrado firmemente com os planos financeiros, as estratégias de negócios e com os objetivos de desempenho.	Os equipamentos existentes e as soluções inovadoras são continuamente testadas, atualizadas e implantadas. O hardware torna-se parte da vantagem competitiva da organização ou da equipe do projeto.
	Rede soluções, entregáveis e segurança e controle de acesso	As soluções de rede são inexistentes ou provisórias. Indivíduos, organizações (único local / dispersos) e equipes de projeto usam qualquer que seja a ferramenta para se encontrar, comunicar e compartilhar dados. As partes interessadas não têm a infraestrutura de rede necessária para coletar, armazenar e compartilhar conhecimento.	As soluções para compartilhamento de informações e controle de acesso são identificadas dentro e entre organizações. No projeto, as partes identificam as suas necessidades de compartilhamento de dados/informações. As organizações e as equipes de são conectadas por meio de conexões de banda relativamente baixas.	As soluções de rede para a coleta, armazenamento e compartilhamento do conhecimento dentro e entre as organizações são geridas através de plataformas comuns. As ferramentas de gerenciamento de conteúdo e de ativos são implantadas para regular os dados através de conexões de banda larga.	As soluções de rede permitem múltiplas facetas do processo BIM para ser integrado através do compartilhamento em tempo real de dados, informações e conhecimento. As soluções incluem redes/portais de projeto específicos que permitem o intercâmbio de dados intensivos (troca interoperável) entre as partes interessadas.	As soluções de rede são continuamente avaliadas e substituídas pelas últimas inovações testadas. As redes facilitam a aquisição de conhecimento, armazenamento e compartilhamento entre todas as partes interessadas. A otimização dos canais de dados, processos e comunicações integradas é rígida.

Processos	Recursos Infraestrutura Física e de Conhecimento	O ambiente de trabalho não é reconhecido como fator de satisfação pessoal ou pode não ser favorável à produtividade. O conhecimento não é reconhecido como um ativo; O conhecimento em BIM é compartilhado informalmente entre pessoal (através de dicas, técnicas e lições aprendidas).	As ferramentas de trabalho, o ambiente e o local de trabalho são identificadas como fatores que afetam a motivação e a produtividade. O conhecimento é reconhecido como um ativo compartilhado, recolhido, documentado e assim transferido de tácito para explícito.	O ambiente de trabalho é controlado, modificado e seus critérios são gerenciados para aumentar a produtividade, a satisfação e a motivação do pessoal. O conhecimento é documentado e adequadamente armazenado	Os fatores ambientais internos e externos são integrados em estratégias de desempenho. O conhecimento é integrado em sistemas organizacionais é acessível e facilmente recuperável.	Os fatores físicos no local de trabalho são revisados para garantir a satisfação pessoal e um ambiente propício à produtividade. As estruturas de conhecimento responsáveis pela aquisição, representação e divulgação são revistas e reforçadas sistemicamente
	Atividades & Fluxo de trabalho Conhecimento, habilidades, experiência, papéis e dinâmicas relevantes	Ausência de processos definidos; as funções são ambíguas, as estruturas/dinâmicas das equipes são inconsistentes. O desempenho é imprevisível e a produtividade depende do heroísmo individual. Uma mentalidade de 'dar voltas' ocorre na organização	As funções são informalmente são definidas. Cada projeto BIM é planejado independentemente. A competência é identificada e; o heroísmo se dilui conforme aumenta a competência, mas a produtividade é ainda imprevisível.	Aumenta a cooperação interna dentro da organização e são disponibilizadas ferramentas de comunicação para projetos transversais. O fluxo de informação é estabilizado; as funções em BIM são visíveis e os objetivos são atingidos de forma mais consistente.	As funções e os objetivos de competência fazem parte dos valores da organização. As equipes tradicionais são trocadas por equipes orientadas ao BIM na medida que os novos processos se tornam parte da cultura. A produtividade é consistente e previsível.	Os objetivos de competência são continuamente atualizados para corresponder com os avanços tecnológicos e alinhar com os objetivos organizacionais. As práticas em relação ao RH são revisadas proativamente para garantir que o capital intelectual corresponda com as necessidades dos processos.

	Produtos & Serviços Especificação, diferenciação e P&D	As entregas de modelos 3D (um produto BIM) sofrem de muitos altos ou muito baixos e níveis inconsistentes de detalhe e desenvolvimento.	Existem diretrizes para a quebra dos modelos e nível de detalhes. Passa a existir preocupação em se manter a coerência comercial com a técnica.	Adoção de produtos e serviços de forma similar ao Modelo de progressão de especificações (AIA 2012) ou similares. A inovação passa a ser um valor a ser perseguido como diferencial	Os produtos e serviços são especificados e diferenciados de acordo com o Modelo de progressão de especificações. A inovação é incorporada nas ações estratégicas e de marketing da organização.	Os produtos em BIM são constantemente avaliados e ciclos de retroalimentação promovem melhorias contínuas. A empresa passa a ser reconhecida como padrão de referência de mercado.
	Liderança & Gerenciamento Organizacional, estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação	Líderes sêniores e gerentes tem visões variadas a respeito do BIM. A implementação do BIM é conduzida sem uma estratégia e através de "tentativa e erro". O BIM é tratado como uma tecnologia; a inovação não é reconhecida como um valor.	Líderes sêniores e gerentes adotam uma visão comum sobre BIM. A implementação BIM sofre por falta de detalhes. O BIM é tratado como uma mudança de processos baseada em tecnologia.	A visão para a implementação do BIM é comunicada e entendida pela maioria dos colaboradores. A implementação do BIM é casada com planos de ações detalhados e com um regime de monitoramento.	A visão é compartilhada através de toda a equipe da organização e pelos parceiros externos de projetos. A implementação do BIM, seus requisitos, processos e inovações são integrados na estratégia.	Os agentes externos internalizaram a visão do BIM. A estratégia de implementação do BIM é continuamente revista e realinhada com outras estratégias. pontos pontos
Políticas	Preparatório: pesquisa, programas de treinamento educacional	Muito pouco ou nenhum treinamento disponível ao pessoal do BIM. Os meios para a educação e formação não são adequados para alcançar os	Os requisitos de treinamento são definidos e fornecidos quando necessários. Os treinamentos são variados, permitindo flexibilidade na	Os requisitos de treinamento são gerenciados para aderirem aos amplos objetivos de competência e desempenho pré-definidos. Os	O treinamento é integrado nas estratégias organizacionais e metas de desempenho. O treinamento é tipicamente baseado	O treinamento é continuamente avaliado e melhorado. A disponibilidade de treinamento e seus métodos de entrega são adaptados para permitir o aprendizado

	resultados buscados.	entrega do conteúdo.	treinamentos são adaptados para atingirem os objetivos de aprendizagem de uma maneira rentável.	nas funções e seus respectivos objetivos de competência. Os meios de treinamento são incorporados ao conhecimento e aos canais de comunicação.	contínuo e multimodal.
Regulatória: códigos, regulamentações, padrões, classificações, linhas-guia e valores de referência (benchmarks)	Não existem diretrizes para o BIM; documentação de protocolos ou padrões de modelagem. Há uma ausência de documentação e padrões de modelagem. O controle de qualidade não existe ou é informal; nem para modelos 3D nem para a documentação. Não há nenhum valor de referência de desempenho dos processos, produtos ou serviços	As diretrizes básicas do BIM estão disponíveis (ex.: manual de treinamento e padrões de entrega do BIM). Os padrões de modelagem e documentação estão bem definidos de acordo com os padrões aceitos no mercado. As metas de qualidade e as avaliações de desempenho estão definidas	As linhas-guia detalhadas do BIM estão disponíveis (treinamento, padrões, fluxo de trabalho). A modelagem, representação, quantificação, especificações e propriedades analíticas dos modelos 3D são gerenciadas através de planos de qualidade e padrões de modelagem detalhados. O desempenho em relação aos valores de referência é rigidamente monitorado e controlado.	As diretrizes do BIM são integradas nas políticas e estratégias de negócios. Os padrões em BIM e critérios de desempenho são incorporados em sistemas de melhoria de gestão da qualidade.	As linhas-guia do BIM são continuamente refinadas para refletir as lições aprendidas e as práticas recomendadas do setor. A melhoria da qualidade e a adesão aos regulamentos e códigos são continuamente alinhados e refinados. Os valores de referência são revistos repetidamente para garantir a melhor qualidade possível em processos, produtos e serviços.
Contratual: responsabilidades,	Os contratos seguem os modelos convencionais pre-	Os requisitos do BIM são reconhecidos. "Declarações	Há um mecanismo para gerenciar a propriedade intelectual compartilhada	A organização está alinhada através de confiança e	As responsabilidades os riscos e as recompensas são

	recompensas e alocação de riscos	BIM. Os riscos relacionados com base em modelos de colaboração não são reconhecidos ou são ignorados.	definindo a responsabilidade de cada interessado em relação à gestão de informação" estão agora disponíveis.	do BIM e existe um sistema de resolução de conflitos do BIM.	dependência mútua, indo além das barreiras contratuais.	continuamente revistos e realinhados. Os modelos contratuais são modificados para conseguirem as melhores práticas e o maior valor à todas as partes interessadas.
Estágio	Estágio 1 Modelagem baseada em objetos: simples disciplina utilizada em uma fase do ciclo de vida	Implementação de uma ferramenta de modelagem baseada em objetos. Nenhuma alteração de processo ou política identificada para acompanhar essa implementação.	Os projetos-piloto são concluídos. São identificados os requisitos de processo e política do BIM. São preparados planos detalhados e sua estratégia de implementação.	Os processos e políticas em BIM são estimulados, padronizados e controlados.	As tecnologias, processos e políticas do BIM são integrados na estratégia organizacional e nos objetivos do negócio.	As tecnologias, processos e políticas do BIM são revistas continuamente para se beneficiarem da inovação e adquirir alvos de alto desempenho.
	Estágio 2 Colaboração baseada na modelagem: multidisciplinar, intercâmbio acelerado de modelos	A colaboração em BIM acontece para um fim específico; as capacidades de colaboração internas à empresa são incompatíveis com os parceiros de projeto. Pode haver falta de confiança e respeito entre os participantes do projeto.	A colaboração em BIM está bem definida, mas ainda é reativa. Existem sinais identificáveis de confiança e respeito entre os participantes do projeto.	A colaboração é proativa e multidisciplinar; os protocolos são bem documentados e gerenciados. Há confiança mútua, respeito e partilha de riscos e recompensas entre os participantes do projeto.	A colaboração de vários segmentos inclui agentes a jusante do processo. Caracteriza-se pelo envolvimento dos principais participantes durante as primeiras fases do ciclo de vida dos projetos.	A equipe multidisciplinar inclui todos os agentes-chave em um ambiente caracterizado pela boa vontade, confiança e respeito.
	Estágio 3	Os modelos	Modelos integrados	Os modelos integrados	Os modelos	A integração dos

	Integração baseada em rede: intercâmbio simultâneo e interdisciplinar de modelos 3D através das fases do ciclo de vida da edificação	integrados são gerados por um conjunto limitado de agentes interessados do projeto - possivelmente por trás dos firewalls corporativos. A integração ocorre com pouco ou nenhum processo pré-definido, normas ou protocolos de intercâmbio. Não há nenhuma resolução formal dos papéis e responsabilidades dos agentes envolvidos.	são gerados por um grande subconjunto dos agentes envolvidos no projeto. A integração segue guias de processo predefinidas, padrões e protocolos de intercâmbio. As responsabilidades são distribuídas e os riscos são atenuados através de mecanismos contratuais.	(ou partes) são gerados e gerenciadas pela maioria dos agentes envolvidos no projeto. As responsabilidades são claras dentro de alianças temporárias do projeto ou parcerias de longo prazo. Os riscos e as recompensas são ativamente gerenciados e distribuídos.	integrados são gerados e gerenciados por todos os agentes envolvidos no projeto. A integração baseada em rede é a norma e o foco não é mais sobre como integrar modelos e fluxos de trabalho, mas proativamente detectando e resolvendo a tecnologia, os processos e os desalinhamentos das políticas.	modelos e dos fluxos de trabalho é continuamente revista e otimizada. As novas eficiências, alinhamentos, e os resultados são ativamente perseguidos por uma equipe de projeto interdisciplinar firmemente unida. Os modelos integrados contribuem para muitos agentes envolvidos ao longo da cadeia produtiva.
Escala	Micro Organizações: Dinâmicas e entregáveis em BIM	A liderança no processo BIM não existe e a implementação depende de “campeões” da tecnologia.	A liderança no processo BIM é formalizada; os diferentes papéis são definidos dentro da implementação.	As funções pré-definidas no processo BIM se complementam na gestão do processo de implementação.	As funções no processo BIM são integradas em estruturas de liderança da organização.	A liderança no processo BIM se alterna continuamente para permitir novas tecnologias, processos e resultados.
	Meso Equipes de projeto: (múltiplas organizações): dinâmicas	Cada projeto é executado de forma independente. Não existe acordo entre as partes interessadas para colaborar além do seu projeto atual em	As partes interessadas pensam além de um único projeto. Os protocolos de colaboração entre os participantes do projeto são definidos e	A colaboração entre várias organizações ao longo de vários projetos é gerenciada através de alianças temporárias entre as partes interessadas.	Os projetos colaborativos são realizados por organizações interdisciplinares ou equipes de projeto multidisciplinar; uma	Os projetos colaborativos são realizados pela auto otimização das equipes de projeto interdisciplinar e inclui a maioria das partes interessadas.

	inter organizaç ões e entregáveis em BIM	comum.	documentados.		aliança de muitos agentes-chave.	
Total de pontos						
Grau de maturidade						
Índice de maturidade						

Fonte: Autora, 2023

## Matriz do Grau de Maturidade BIM - Exemplo

Dimensões	Áreas/Grau de maturidade	A Inicial (pts. 0)	B Definido (max. pts. 10)	C Gerenciado (max. pts. 20)	D Integrado (max. pts. 30)	E Otimizado (max. pts. 40)
Tecnologia	Software: aplicações, entregáveis e dados			20		
	Hardware equipamento, entregáveis, localização mobilidade		10			
	Rede soluções, entregáveis e segurança e controle de acesso				25	
Processos	Recursos Infraestrutura Física e de Conhecimento	0				
	Atividades & Fluxo de trabalho Conhecimento, habilidades, experiência, papéis e dinâmicas relevantes			20		
	Produtos & Serviços Especificação, diferenciação e P&D			20		
	Liderança & Gerenciamento Organizacional, estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação				30	
Políticas	Preparatória: pesquisa, programas de treinamento educacional			20		
	Regulatória: códigos, regulamentações, padrões, classificações,			20		

	linhas-guia e valores de referência (benchmarks)					
	Contratual: responsabilidades, recompensas e alocação de riscos	0				
Estágio	Estágio 1 Modelagem baseada em objetos: simples disciplina utilizada em uma fase do ciclo de vida			20		
	Estágio 2 Colaboração baseada na modelagem: multidisciplinar, intercâmbio acelerado de modelos	0				
	Estágio 3 Integração baseada em rede: intercâmbio simultâneo e interdisciplinar de modelos nD através das fases do ciclo de vida da edificação	0				
Escala	Micro Organizações: Dinâmicas e entregáveis em BIM		10			
	Meso Equipes de projeto: (múltiplas organizações): dinâmicas inter organizacionais e entregáveis em BIM		10			
Total de pontos		0	30	120	55	0
Grau de maturidade						13.66
Índice de maturidade						34.15%

**Passo 1º:** Preencha a matriz conforme o exemplo anterior. Nela estão dispostos dois eixos: o eixo vertical é o conjunto de capacidades BIM e competências, além dos estágios e escalas organizacionais; o eixo horizontal trata-se do nível de maturidade avaliado. No cruzamento dessas informações é descrito um passo a ser dado pela organização e a pontuação atingida quando alcançado o nível e a capacidade relacionada. Os cinco níveis de maturidade BIM são pontuados, de 0 (zero) pontos ao Otimizado, com 40 (quarenta) pontos. A pontuação de 40 pontos é definida no documento Bim Exellency Initiative. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. É importante ressaltar que a pontuação é progressiva e acumulativa, logo, só pode-se alcançar um nível de maturidade mais alto quando o(s) anterior(es) forem completamente atingidos, segundo Santos (2016).

**Passo 2º:** Com a tabela preenchida, são extraídos dois valores: o grau de maturidade e o índice de maturidade. O grau de maturidade é obtido através da média aritmética dos pontos obtidos, sendo seu valor máximo de 40, conforme a fórmula (1). O índice de maturidade é uma porcentagem, obtida através de uma regra de 3, onde o grau de maturidade é relacionado a pontuação máxima (100%) dos 40 pontos, conforme a fórmula (2).

**Passo 3º:** Com o resultado do índice de maturidade, é possível identificar a classificação da maturidade BIM na tabela 17.

$$\text{Grau de Maturidade} = \frac{X1+X2\dots+X15}{15} \quad (1)$$

$$\text{Índice de maturidade} = \frac{\text{Grau de Maturidade}.100}{40} \quad (2)$$

Tabela 17: Classificação de Maturidade BIM

Nome do nível	Classificação	%
Inicial	Baixa Maturidade	0-19%
Definido	Média-Baixa Maturidade	20-39%
Gerenciado	Média Maturidade	40-59%
Integrado	Média-Alta Maturidade	60-79%
Otimizado	Alta Maturidade	80-100%

Fonte: Adaptado de Silvério, 2018

## **10. Pós-avaliação**

Após chegada ao resultado da classificação de Maturidade BIM a organização deve olhar para seus objetivos e averiguar se a classificação atingida corresponde ao que foi esperado neste estágio de implementação. Se a resposta for positiva, pode-se seguir para o próximo estágio, se for negativa é necessário revisar o plano e identificar o que deve ser ajustado para obter êxito nesta etapa.

## **APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO**

# Mapeamento de maturidade BIM de microempresas da indústria AEC na região metropolitana de Belém

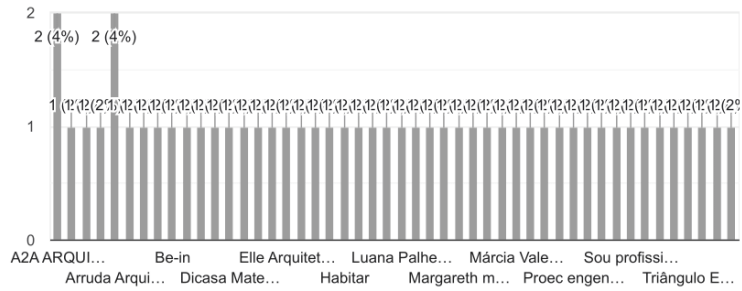
50 respostas

[Publicar análise](#)

Qual o nome da sua empresa ou da empresa em que você trabalha?

[Copiar](#)

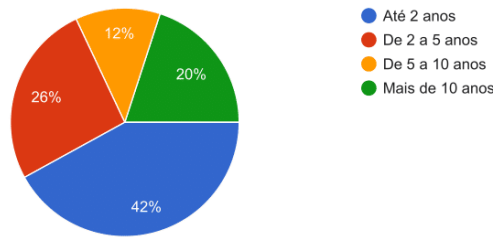
50 respostas



Há quanto tempo atua no mercado?

[Copiar](#)

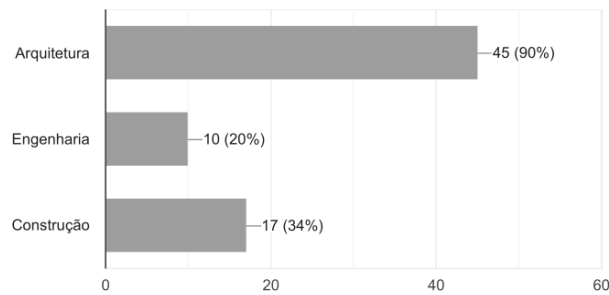
50 respostas



Qual ramo da empresa?

[Copiar](#)

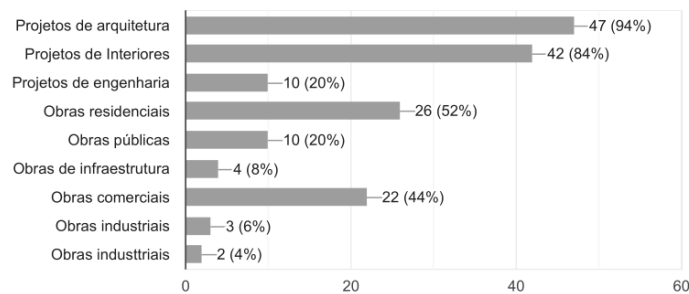
50 respostas

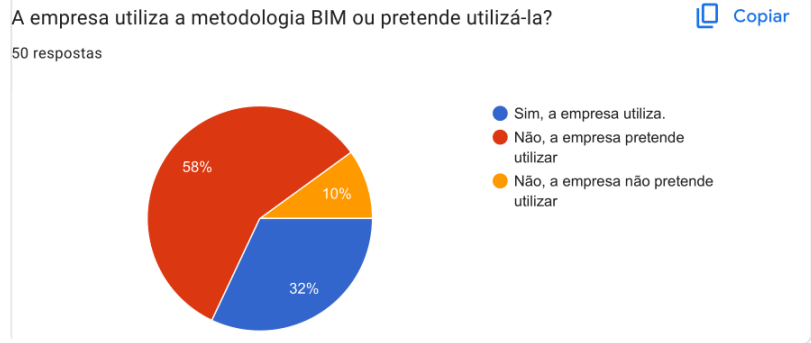


Quais serviços a empresa presta?

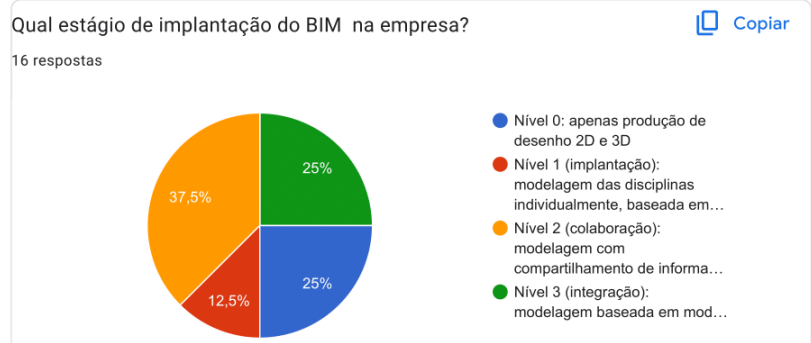
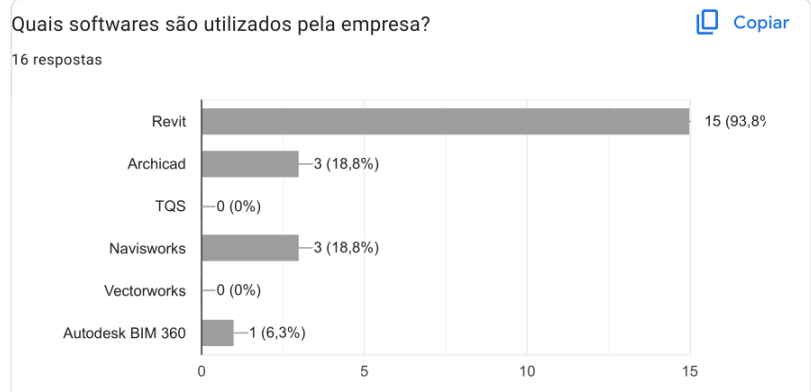
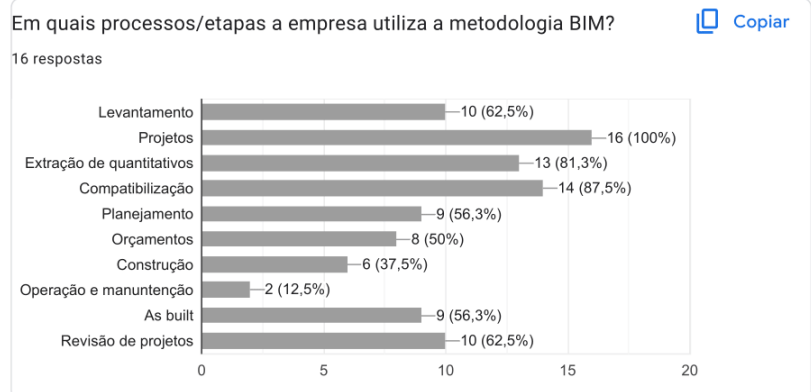
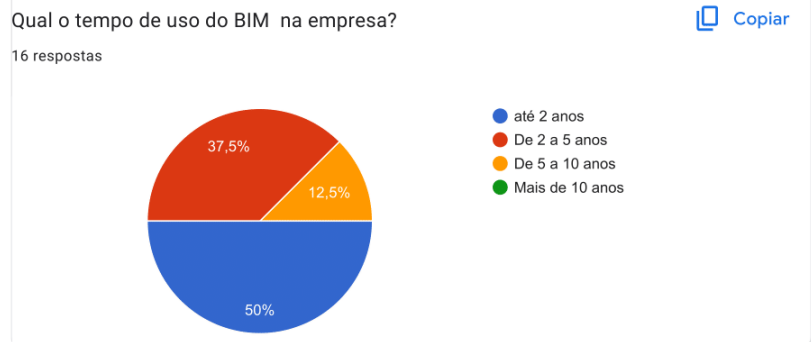
[Copiar](#)

50 respostas



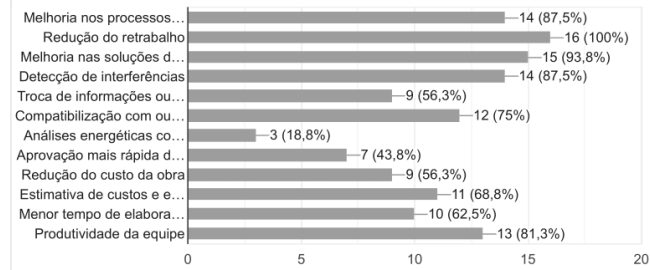


### Avaliação da Maturidade BIM



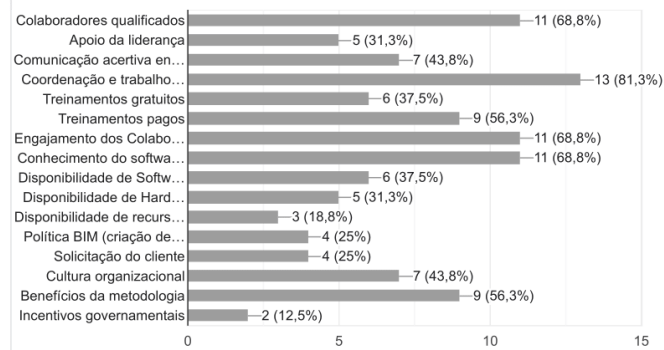
Quais vantagens foram observadas na empresa com utilização do BIM? [Copiar](#)

16 respostas



Quais fatores abaixo auxiliaram na implementação do BIM na sua empresa? [Copiar](#)

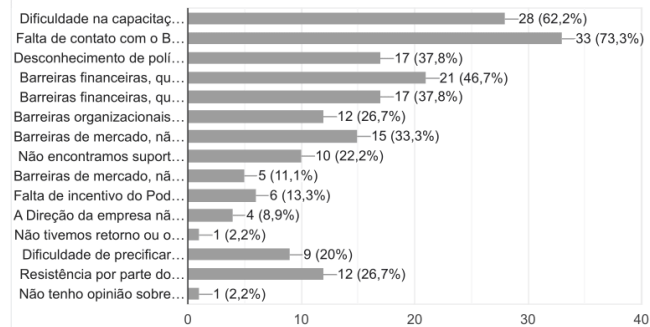
16 respostas



Avaliação dos desafios enfrentados

Quais os principais desafios enfrentados pela empresa na adoção da metodologia BIM? [Copiar](#)

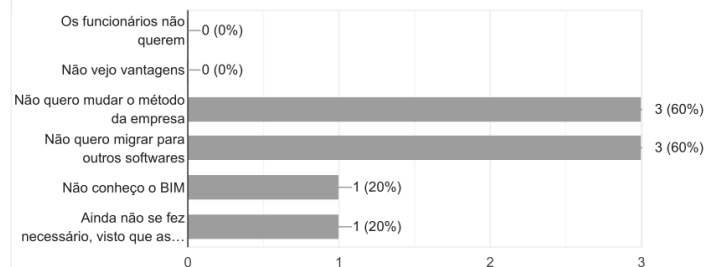
45 respostas



Avaliação da não adoção ao BIM

Por quais motivos a empresa não pretende aderir ao BIM? [Copiar](#)

5 respostas



Fim da pesquisa

