

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**O USO DA METODOLOGIA BIM NO GERENCIAMENTO E COORDENAÇÃO DE  
PROJETOS**

Aluno: Jansen Zanini Martins

Área de concentração: Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade

Linha de pesquisa: Tecnologia de Produção do Ambiente Construído

Orientador: Márcio Augusto Roma Buzar

Brasília, DF

Dezembro/2023

## **AGRADECIMENTOS**

À medida que concluo esta etapa significativa, não posso deixar de expressar minha gratidão pelos passos desta caminhada.

A Deus, a Ti dedico este momento de gratidão, você foi a luz que guiou meus passos e sustentou com sua sabedoria minha mente quando resolvi enfrentar esse desafio.

À minha família, especialmente à minha esposa Débora, minhas filhas Giovanna e Rafaella e meu filho Eduardo. Agradeço pela paciência, por minhas ausências, pelo amor e apoio incondicional, fruto de um lar repleto de compreensão e parceria mútua. Cada passo desta jornada foi abençoado por Deus. Vocês são bençãos em minha vida. Obrigado! Gratidão eterna!

Aos meus pais, Walkiria e Joneiton, e meus irmãos, Juliana e Joneiton. Vocês moldaram minha jornada desde o início. Saibam que minha caminhada até aqui foi de muita luta, mesmo com as dificuldades de aprendizagem durante minha adolescência. Reconheço hoje que minha educação e conquista são frutos das sementes que plantaram (mãe e pai, vocês sempre acreditaram em mim).

Ao meu Professor Orientador Mário Buzar que guiou meus passos principalmente nos momentos que me senti perdido durante a pesquisa. Saiba que sua orientação foi mais do que acadêmica, foi o caminho durante esta dissertação.

Aos arquitetos Fábio Fortes e Chico Jr. por terem sido instrumentos de inspiração e conhecimento, direcionando suas energias em prol do meu conhecimento proporcionando aprendizado por meio das trocas de experiências.

À Universidade de Brasília pela receptividade, um lugar que não apenas forneceu educação de qualidade, mas também se tornou um terreno fértil para o crescimento pessoal e acadêmico. Obrigado pela oportunidade de estudar aqui.

## **RESUMO**

A metodologia Building Information Modeling (BIM) tem sido amplamente utilizada para a elaboração, coordenação e planejamento de projetos de construção. Ela estabelece critérios mais consistentes para a produção de projetos, permitindo uma visão completa da construção em todas as suas etapas. Nesta pesquisa apresenta-se conceitos, diretrizes e instrumentos relevantes para a implementação do BIM nos processos de projeto, bem como a Matriz de Maturidade BIM. Esta matriz é um instrumento que avalia o nível de adesão e implementação do BIM dentro de uma organização, permitindo diagnosticar o grau e índice de maturidade da implementação BIM. Ela é um ferramental eficaz para gerir a metodologia BIM e sua aplicação. Para isso, elaborou-se um estudo de caso aplicando o método da Matriz de Maturidade BIM, que permite avaliar o estado atual da implementação do BIM em uma organização, destacando benefícios, aprimoramentos, lacunas e recomendações com base nos resultados aferidos. Ao final, elencou-se os pontos relevantes desta matriz, a fim de contribuir para o aperfeiçoamento dos processos e sistemáticas em produção de projetos em BIM.

**Palavras-chave:** BIM, Gerenciamento de Projetos, Coordenação de Projetos, Matriz de Maturidade, Implementação BIM

## **ABSTRACT**

The Building Information Modeling (BIM) methodology has been widely used for the development, coordination, and planning of construction projects. It establishes more consistent criteria for project production, allowing a comprehensive view of construction at all stages. In this research, relevant concepts, guidelines, and tools for BIM implementation in design processes are presented, along with the BIM Maturity Matrix. This matrix is an instrument that assesses the level of BIM adoption and implementation within an organization, enabling the diagnosis of the degree and maturity index of BIM implementation. It serves as an effective tool for managing the BIM methodology and its application. To achieve this, a case study was conducted using the BIM Maturity Matrix method, which evaluates the current state of BIM implementation within an organization, highlighting benefits, enhancements, gaps, and recommendations based on the measured results. In conclusion, the key points of this matrix were identified to contribute to the improvement of processes and systematic approaches in BIM project production.

**Keywords:** BIM, Project Management, Project Coordination, Maturity Matrix, BIM Implementation.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Adoção da metodologia BIM. Schweitzer & Iamamoto (2020).....     | 12 |
| Figura 2 - Ciclo de vida da construção. ....                                | 13 |
| Figura 3 - Marcos da metodologia BIM no Brasil.....                         | 20 |
| Figura 4 - Itens do BIM desenvolvidos nas empresas.....                     | 25 |
| Figura 5 - Fase de implantação BIM - Decreto 10.306/2020.....               | 27 |
| Figura 6 - Linha do tempo da normatização BIM.....                          | 30 |
| Figura 7 - Gráfico 3D ao 7D. ....   | 35 |
| Figura 8 – Dimensões BIM – 3D ao 10D.....                                   | 35 |
| Figura 9 - Dimensões BIM.....   | 41 |
| Figura 10 - 25 casos de usos BIM.....                                       | 43 |
| Figura 11 - Usos BIM. ....  | 44 |
| Figura 12 - Interoperabilidade. ....  | 46 |
| Figura 13 - O arquivo IFC inclui geometria e dados. ....                    | 46 |
| Figura 14 - Interoperabilidade no REVIT.....                                | 47 |
| Figura 15 – Comparativo LOD.....  | 58 |
| Figura 16 - Matriz ND – Região ou Faixa ND.....                             | 60 |
| Figura 17 - Plano de Execução BIM.....                                      | 62 |
| Figura 18 - Infográfico de Ambiente Comum de Dados. ....                    | 67 |
| Figura 19 - Fluxo BIM em arquitetura.....                                   | 73 |
| Figura 20 - Fluxo de trabalho. ....   | 75 |
| Figura 21 - Etapas de projeto.....  | 77 |
| Figura 22 - Esquema genérico de um processo de projeto tradicional.....     | 78 |
| Figura 23 - Projeto tradicional. ....                                       | 79 |
| Figura 24 - Arranjo - Tradicional de Projetos X Engenharia Simultânea. .... | 80 |
| Figura 25 - Projeto Integrado.....  | 81 |
| Figura 26 - Fluxo básico de projeto. ....                                   | 82 |
| Figura 27 - Fluxo das etapas de projeto.....                                | 84 |
| Figura 28 - Recorte da etapa projeto - Fluxo das etapas de projeto. ....    | 84 |
| Figura 29 - Tabela do nível de desenvolvimento do modelo BIM.....           | 86 |
| Figura 30 - Grau de nível de detalhamento.....                              | 86 |
| Figura 31 - ND e Etapa de projeto.....                                      | 87 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 32 - Etapas das capacidades BIM.....                                       | 90  |
| Figura 33 - Índice de Maturidade BIM. ....  | 91  |
| Figura 34 - Níveis de maturidade BIM.....   | 94  |
| Figura 35 - Gráfico de competências. ....   | 95  |
| Figura 36 - Maturidade BIM - Tecnologia. ....                                     | 96  |
| Figura 37 - Maturidade BIM - Processo.....  | 97  |
| Figura 38 – Maturidade BIM - Política. ....                                       | 98  |
| Figura 39 - Competências BIM.....   | 99  |
| Figura 40 - Sistematização do Estudo de Caso. ....                                | 105 |
| Figura 41 - Entrevistas aplicada ao diagnóstico de Maturidade BIM.....            | 106 |
| Figura 42 - Competências BIM.....   | 108 |
| Figura 43 - Painel de Resultados das Notas de Maturidade por Competência. ....    | 124 |
| Figura 44 - Painel de Resultados das Notas de Maturidade, Geral e Específica. ... | 128 |

## LISTA DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 1 - LOD e Descrições. ....                              | 59  |
| Tabela 2 - Tabela LOD e etapa de projeto. ....                 | 88  |
| Tabela 3 - Grau de maturidade BIM. ....                        | 100 |
| Tabela 4 - Matriz de Maturidade BIM ....                       | 111 |
| Tabela 5 - Grau de Maturidade BIM. ....                        | 112 |
| Tabela 6 - Resultado da Nota de Maturidade Geral. ....         | 121 |
| Tabela 7 - Resultado da Nota de Maturidade de Tecnologia. .... | 121 |
| Tabela 8 - Resultado do Nota de Maturidade Processo. ....      | 122 |
| Tabela 9 - Resultado Nota de Maturidade Política. ....         | 122 |
| Tabela 10 - Resultado da Nota de Maturidade Capacidade. ....   | 123 |
| Tabela 11 - Matriz de grau de maturidade BIM. ....             | 126 |

## **LISTA DE SIGLAS**

ABECE - Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

AIA – American Institute of Architects

AsBEA – Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura

BIM – Building Information Modeling

CAD – Computer-Aided Design

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CBIM – Comitê de Desenvolvimento do BIM

CEPLAN – Centro de Planejamento Oscar Niemeyer

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

ES – Engenharia Simultânea

IBRAOP - Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas

IFC – Industry Foundation Classes

ISO – International Organization for Standardization

LOD – Level of Development

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

NIBS - National Institute of Building Sciences

NBR – Norma Brasileira

ND – Nível de Desenvolvimento / Nível de Detalhamento

NI – Nível de Informação



## Sumário

---

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | INTRODUÇÃO .....  | 11 |
| 1.1   | DIRETRIZES DA PESQUISA .....                              | 15 |
| 1.1.1 | OBJETIVOS DA PESQUISA .....                               | 16 |
| 1.1.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                | 16 |
| 1.2   | MÉTODO DE PESQUISA.....                                   | 17 |
| 2     | PARANORAMA BIM .....                                      | 18 |
| 2.1   | MARCOS HISTÓRICOS DO BIM NO BRASIL.....                   | 18 |
| 2.2   | O PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....                        | 21 |
| 2.3   | O CONCEITO DE PROJETO .....                               | 22 |
| 2.4   | BIM NO BRASIL .....                                       | 24 |
| 2.5   | LEIS E DECRETOS FEDERAIS SOBRE O BIM .....                | 26 |
| 2.6   | ABNT NBR .....  | 28 |
| 2.7   | ISO .....   | 30 |
| 3     | BIM - BUILDING INFORMATION MODELING.....                  | 32 |
| 3.1   | DIMENSÕES BIM.....  | 34 |
| 3.2   | USOS BIM.....   | 41 |
| 3.3   | INTEROPERABILIDADE .....                                  | 45 |
| 3.3.1 | INDUSTRY FOUNDATION CLASSES - IFC .....                   | 48 |
| 3.4   | COMPATIBILIZAÇÃO.....                                     | 49 |
| 3.4.1 | Clash Detection - Detecção de Interferência .....         | 51 |
| 3.5   | INTERCAMBIALIDADE .....                                   | 52 |
| 3.6   | PROCESSO COLABORATIVO BIM E TROCA DE INFORMAÇÕES .....    | 54 |
| 3.6.1 | PRINCÍPIOS DO PROCESSO COLABORATIVO BIM.....              | 55 |
| 3.6.2 | FUNCIONALIDADES DO PROCESSO COLABORATIVO BIM.....         | 56 |
| 3.6.3 | ESPECIFICIDADES DO PROCESSO COLABORATIVO BIM .....        | 56 |
| 3.7   | NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO E/OU DETALHAMENTO – LOD/ND..... | 57 |
| 4     | INSTRUMENTOS DE GESTÃO EM BIM .....                       | 61 |
| 4.1   | PLANO DE EXECUÇÃO BIM .....                               | 61 |
| 4.2   | PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO .....                             | 63 |
| 4.3   | GESTÃO DE INFORMAÇÃO.....                                 | 64 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4.4   | AMBIENTE COMUM DE DADOS (CDE).....         | 66  |
| 4.5   | CADERNO DE REQUISITOS.....                 | 67  |
| 4.6   | PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO.....                | 68  |
| 4.7   | GERENCIAMENTO E COORDENAÇÃO EM BIM.....    | 70  |
| 4.7.1 | GESTOR E COORDENADOR BIM .....             | 72  |
| 5     | PRINCÍPIOS DO PROCESSO BIM.....            | 75  |
| 5.1   | FLUXO DO PROJETO EM BIM.....               | 75  |
| 5.1.1 | PROCESSO TRADICIONAL DE PROJETOS .....     | 76  |
| 5.1.2 | PROCESSO INTEGRADO .....                   | 79  |
| 5.2   | FLUXO DE TRABALHO BIM .....                | 81  |
| 5.3   | MAPA DE PROCESSO .....                     | 83  |
| 5.4   | LOD/ND – CONFORME ETAPA DE PROJETO.....    | 85  |
| 6     | MATURIDADE BIM .....                       | 89  |
| 6.1   | ESTÁGIOS DE CAPACIDADE BIM.....            | 89  |
| 6.2   | NÍVEIS DE MATURIDADE BIM .....             | 91  |
| 6.3   | COMPETÊNCIAS BIM.....                      | 95  |
| 6.4   | MATRIZ DE MATURIDADE BIM .....             | 100 |
| 7     | ESTUDO DE CASO .....                       | 102 |
| 7.1   | CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA .....  | 103 |
| 7.2   | METODOLOGIA DO ESTUDO DE CASO.....         | 103 |
| 7.3   | SISTEMATIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO .....     | 104 |
| 7.4   | MÉTRICA DA PESQUISA .....                  | 109 |
| 7.5   | DIAGNÓTICO DO GRAU DE MATURIDADE BIM ..... | 112 |
| 7.6   | RESULTADOS AFERIDOS .....                  | 120 |
| 7.6.1 | NOTA DE MATURIDADE GERAL .....             | 121 |
| 7.6.2 | NOTA DE MATURIDADE ESPECÍFICA.....         | 121 |
| 7.6.3 | GRAU E ÍNDICE DE MATURIDADE BIM.....       | 125 |
| 8     | CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                 | 130 |
| 8.1   | SUGESTÕES DE PESQUISAS COMPLEMENTARES..... | 133 |
| 9     | APÊNDICES.....                             | 134 |
| 10    | REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....              | 135 |



# 1 INTRODUÇÃO

---

O uso da informática no processo de projeção arquitetônica, estrutural e instalações prediais no Brasil vive um momento de massificação por todo território nacional, principalmente nas capitais estaduais e federal. Um país com dimensões continentais possui um quadro sociocultural bastante heterogêneo em suas realidades, inclusive no grau de auxílio que a informática vem prestando à elaboração dos projetos na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção - AEC. Em alguns estados, normalmente os mais desenvolvidos do país, o uso de meios digitais é presença natural na maioria dos grandes ou pequenos escritórios envolvidos com produção de serviços de arquitetura, engenharia e construção.

Segundo pesquisa realizada por Schweitzer & Iamamoto (2020) a adoção do método BIM nas empresas mais jovens (entre 0 a 10 anos de existência) representam cerca de 55,5% das empresas que adotam o BIM em seus processos de trabalho. Entre as empresas mais antigas, com 11 a 31 anos de operação, a adoção do BIM é constante. No entanto, há um salto significativo na adoção entre as empresas com 31 a 35 anos de operação. Entre as empresas que não adotam o BIM, a maioria (53,5%) está na faixa de menos de um ano a 15 anos de operação. No entanto, há um interessante comportamento nas empresas com mais de 40 anos de operação, nas quais se observa a maior adoção percentual da Metodologia BIM. Isso indica que, apesar da maioria das empresas na amostra ter entre 0 e 10 anos de operação, há evidências de sucesso na adoção do BIM em empresas com mais de quatro décadas de operação.

A pesquisa (Figura 1 - ) mostra também que essas empresas estão concentradas mais nas regiões Sudeste e Sul do país, com São Paulo sendo o estado que mais concentra empresas que aderiram o processo BIM em suas tratativas de projeto e obra.

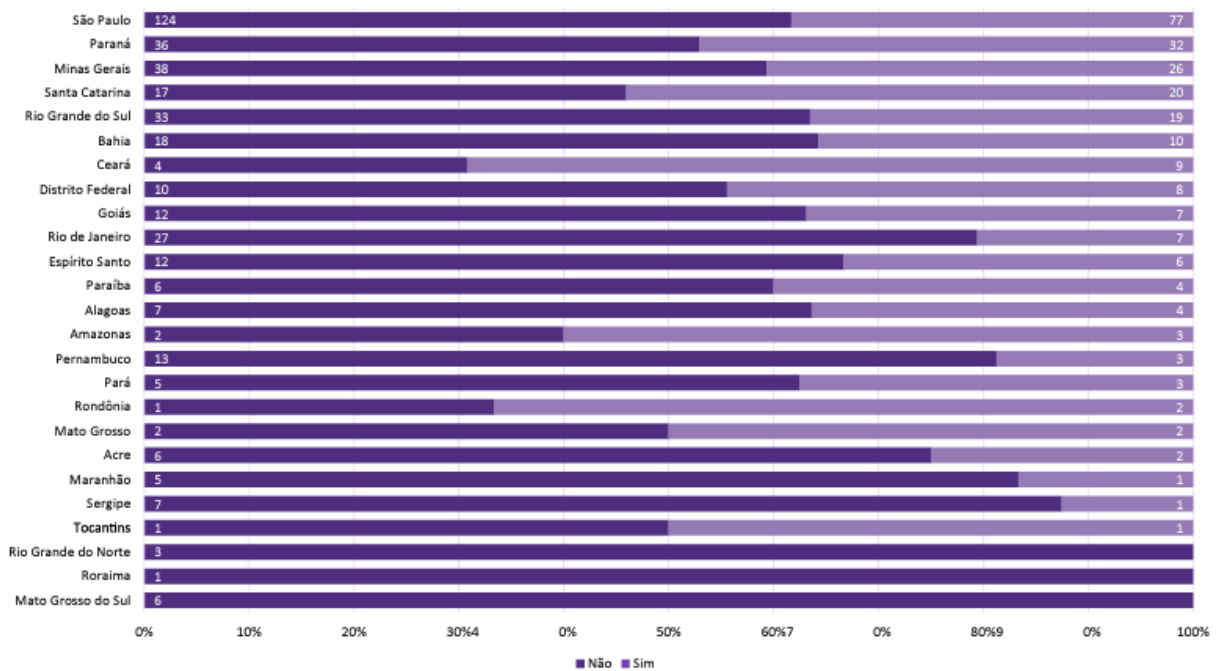


Figura 1 - Adoção da metodologia BIM. Schweitzer & Iamamoto (2020)

O desenvolvimento da tecnologia BIM na engenharia e construção civil traz novos processos e preocupações. As etapas de elaboração, coordenação e planejamento precisam ajustar-se para permitir a intercambialidade de dados entre as ferramentas digitais e a compatibilização entre disciplinas envolvidas no processo de projeção.

Os modelos BIM revelam-se como uma excelente ferramenta para o processo de planejamento e construção, e também para as fases posteriores a edificação como a manutenção predial pós-ocupação, item essencialmente para preservação da edificação, e com auxílio da tecnologia BIM e os modelos tridimensionais gerados, tornaria mais facilitada a coordenação das informações e controle dos itens de infraestrutura já que os componentes possuiriam grande capacidade de armazenar informação úteis. (ALMEIDA, 2018)

De acordo com Coelho (2017), o tratamento inicial pela tecnologia BIM ou metodologia BIM surgiu na década dos anos 70 com Charles M. Eastman, publicado por AIA Journal tratando sobre o trabalho de “Building Description System” onde trata de elementos que estão iterativos e eles podem criar seções, planos isométricos ou perspectivas. Assim, os desenhos derivados do mesmo objeto concebido seriam automaticamente consistentes nas apreciações das vistas, podendo inclusive elencar tipos de análise quantitativa aliada a

descrição de objeto, além de fatores como quantidade de material empregado e dados de estimativa de custo podem assim gerar mais informações deste elemento.

Na década de 1980, os primeiros aplicativos que podiam criar modelos 3D com informações adicionadas começaram a aparecer, no entanto, apenas no começo do século seguinte é que eles se tornaram amplamente difundidos. O termo definido como “Building Description System”, que significa “Sistema de Descrição da Construção”, aparece quando elementos são criados por meio de assistência computacional, e foi evoluindo ao longo dos anos seguintes. (ABDI, 2017)

De acordo com o Guia 1 do Processo de Projeto BIM do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (ABDI, 2017), o BIM é um conceito que foi introduzido há mais de três décadas, sendo inicialmente proposto por Chuck Eastman, e a expressão "Building Modeling" começou a ser utilizada por volta de meados dos anos 80 (1986). Esse termo evoluiu para " Building Information Modeling", como mencionado por F. Tolman em um artigo publicado em 1992.

Segundo Simões (2013), um modelo determinado como BIM é um modelo com uma riqueza de informações, onde as informações dos modelos produzidos, seja arquitetônica, estrutural e/ou instalações prediais, gera uma representação digital com características físicas e funcionais com conhecimento compartilhado obtendo informações sobre o modelo de forma confiável definido um ciclo de vida da construção (Figura 2) como existente desde sua concepção/idealização até sua respectiva demolição.



Figura 2 - Ciclo de vida da construção.  
Fonte curbi.pt (2022)

As ferramentas BIM têm potencial para melhorar significativamente a qualidade dos processos e produtos da construção civil, tanto em projetos privados quanto públicos. Segundo Pereira (2013), a qualidade do processo de projeto e construção envolve decisões antecipadas e controladas, integração da equipe de projeto e simulações durante o desenvolvimento do projeto.

Neste contexto, Fabricio & Melhado (1999) destacam que a complexidade dos projetos e a evolução da tecnologia segmentaram as etapas do desenvolvimento do projeto, prejudicando a comunicação e a integração das equipes. Eles argumentam que muitos erros de projeto são causados pela incompatibilidade entre os projetos de diferentes disciplinas.

Neste sentido, a compatibilização e a intercambialidade de projetos visam resolver esses problemas, gerenciando e integrando as especialidades do projeto para minimizar conflitos e melhorar a eficiência do trabalho.

Na administração pública federal, a maioria das organizações tem um departamento técnico que lida com projetos, transformações, adequações ao ambiente construído, fiscalização de obras e manutenção de edifícios. Para atender a essas necessidades de forma eficaz, é necessário elaborar novos modelos de gestão para aplicar aos processos de projetos de arquitetura e engenharia, visando uma melhor integração, comunicação e relação custo-benefício na área de projeto, construção e manutenção de edifícios.

Assim, é possível avaliar a gestão de projetos, com a necessidade de aumentar a eficiência de procedimentos no desenvolvimento e controle de projetos, a fim de alcançar a sustentabilidade e melhorar a qualidade dos projetos de construção.

A principal vantagem da plataforma BIM sobre a tecnologia CAD é a capacidade de desenvolver projetos 2D e 3D simultaneamente. Isso permite uma visualização mais precisa do projeto, reduzindo erros de compatibilidade entre as disciplinas do projeto. Segundo Eastman et al. (2011), a plataforma BIM cria um modelo virtual preciso de um edifício, construído digitalmente. Este modelo mantém a geometria exata e os dados relevantes para apoiar a construção, fabricação e fornecimento de materiais necessários.

Recentemente o BIM no Brasil ganhou avanço com as publicações das legislações que fomentam o crescimento do BIM no mercado de construção no país. Os decretos nº

9.983 e nº 10.306 criam condições favoráveis para a capacitação dos profissionais e estimulam. (BRASIL, 2019)

A importância da aplicação do método BIM nos processos de projetos, especialmente em licitações públicas, é amplamente reconhecida e apoiada pelo governo federal. No entanto, cabe aos projetistas aprofundar seus estudos sobre como essas ferramentas podem auxiliar na compatibilização, intercambialidade e interoperabilidade.

Atualmente, os projetistas devem se referenciar a várias normativas e se preocupar com o desenvolvimento qualificado dos sistemas hidrossanitários nas edificações brasileiras. Eles devem visar a construção de edifícios melhores, mais baratos, com maior vida útil, menor desperdício e mais adequados aos seus usos.

Além disso, é importante discutir como os projetos estão se comunicando e se desenvolvendo com a tecnologia BIM e como as ferramentas computacionais estão auxiliando os projetistas a melhorar suas informações projetuais e documentais entregáveis, esclarecendo o objeto construído e as compatibilidades dos sistemas e infraestruturas envolvidas.

Compreende-se claramente a relevância do uso da metodologia BIM na construção civil. É importante ressaltar que, ao identificar as competências essenciais para um processo de projeto BIM eficiente, a pesquisa destaca a Matriz de Maturidade BIM como um guia orientador para o gerenciamento e a coordenação de projetos.

Dessa forma, o foco da pesquisa é investigar as ferramentas relevantes no contexto do processo de projeto BIM, com ênfase nos instrumentos de gestão. Especificamente, ressalta-se o uso da Matriz de Maturidade BIM como um instrumento significativo para avaliar a implementação da metodologia BIM. Essa avaliação visa mensurar as capacidades do BIM nos procedimentos internos de instituições e empresas que adotam essa abordagem em seus processos de produção de projetos.

## **1.1 DIRETRIZES DA PESQUISA**

O trabalho desta dissertação é fornecer uma visão do uso da metodologia BIM no gerenciamento e coordenação de projetos que destaca os instrumentos de implementação



do BIM por meio da aplicação do diagnóstico da Matriz do Grau de Maturidade BIM desenvolvido por Bilal Succar.

### 1.1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

O propósito central desta pesquisa é enfatizar a relevância dos instrumentos para aplicação da metodologia BIM na esfera da construção civil, com um enfoque específico no âmbito do gerenciamento e coordenação de projetos. Paralelamente, a investigação visa identificar instrumentos relevantes no processo de projeto BIM, destacando a utilização da Matriz de Maturidade BIM como instrumento significativo para avaliar a implementação da metodologia BIM, mensurando suas capacidades nos procedimentos internos das instituições/empresas que adotam o BIM em seus processos de produção de projetos.

Dessa maneira, a pesquisa não apenas ressalta a importância intrínseca do BIM, mas também sublinha a necessidade de identificar e aprimorar continuamente os processos BIM dentro do gerenciamento e coordenação de projetos, reforçando a abordagem dos elementos essenciais na implementação e na maximização dos benefícios do BIM.

### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O objetivo específico desta dissertação é analisar e destacar as principais questões relacionadas ao gerenciamento e coordenação de projeto BIM. Cabe destacar 5 pontos relevantes:

- a. Identificar os principais elementos da implementação da metodologia BIM, elencando instrumentos e processos;
- b. Estudar a Matriz de Maturidade BIM para diagnosticar o Grau e Índice de Maturidade da implementação BIM dentro de uma organização;
- c. Aplicar estudo de caso utilizando a Matriz de Maturidade BIM;
- d. Apresentar os resultados encontrados destacando os aspectos encontrados na adoção da implementação do BIM;
- e. Destacar os benefícios e aprimoramentos da implementação do BIM no gerenciamento e coordenação de projetos BIM.

## 1.2 MÉTODO DE PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa descritiva que inicialmente realiza uma revisão bibliográfica sobre o tema, com o intuito de corroborar através da leitura e análise de material impresso ou digital os aspectos históricos e a importância do uso da Metodologia Bim no controle e gestão de projeto. Além disso, a pesquisa buscar informações e conhecimentos sobre o gerenciamento e coordenação de projetos em BIM que estão sendo empregados no atual contexto na esfera pública, e neste sentido faz-se uma pesquisa exploratória sobre o tema.

Busca-se entender e sistematizar as melhores práticas e metodologias para o gerenciamento e coordenação de projetos BIM, incluindo o uso de ferramentas de colaboração, a definição de processos e fluxos de trabalho, a definição de padrões e protocolos de comunicação, entre outros. Também é importante avaliar as limitações e desafios encontrados na aplicação do BIM em projetos reais, para que se possam propor soluções que contribuam para a superação desses obstáculos.

Como parte da pesquisa, bibliográfica, faz-se um estudo da situação contemporânea, no Brasil, do uso do BIM no gerenciamento e coordenação de projetos, buscando trabalhos que abordem a aplicação dessa metodologia em diferentes áreas da construção civil, tais como arquitetura, engenharia, construção e operação. Além disso, é importante garimpar estudos que apresentem soluções para os principais desafios enfrentados no processo de implantação do BIM, como a falta de padronização, a resistência à mudança e a falta de integração entre os diferentes softwares utilizados.

Por último, aplica-se um questionário baseado em roteiros de entrevistas com o propósito de analisar as competências destacadas por Bilal Succar para implementação do BIM. Isso nos permite avaliar o Índice e Grau de Maturidade BIM, proporcionando uma compreensão mais profunda através da aplicação de um estudo de caso.

## 2 PARANORAMA BIM

---

### 2.1 MARCOS HISTÓRICOS DO BIM NO BRASIL

A adoção da tecnologia BIM (Building Information Modeling) no Brasil tem sido impulsionada por diversos marcos ao longo dos últimos anos com abordagens de alguns dos principais marcos que comprovam a evolução do uso do BIM no país.

O primeiro marco da adoção do BIM no Brasil foi a criação do Comitê de Desenvolvimento do BIM (CBIM) em 2008, uma iniciativa conjunta de diversas entidades ligadas ao setor da construção civil, como a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e a Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (ABECE). O CBIM tinha como objetivo difundir o BIM no Brasil e criar uma cultura de colaboração entre os diversos atores envolvidos na construção civil.

Em 2011, o governo federal lançou o Plano Nacional de BIM, com o objetivo de estimular a adoção do BIM em todas as obras públicas do país. O plano previa a criação de uma plataforma colaborativa para a troca de informações entre os diversos atores envolvidos na construção civil, como arquitetos, engenheiros, construtoras e fornecedores. O plano também estabeleceu um cronograma para a adoção gradual do BIM em todas as obras públicas do país.

Em 2014, foi lançado o Guia de Boas Práticas BIM pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ADOOR et al., 2015). O guia estabelece diretrizes para a implementação do BIM nas fases de projeto, construção e manutenção de edificações. Segundo o presidente da ASBEA na época, José Armênio de Brito Cruz, o guia "é um marco importante para a consolidação do BIM no Brasil"

Em 2015, foi publicado o Caderno de Implementação BIM de Santa Catarina, elaborado pela Secretaria de Estado da Infraestrutura de Santa Catarina em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina. O caderno estabelece um modelo de implementação do BIM em obras públicas e privadas no estado. Segundo o secretário da Infraestrutura de Santa Catarina na época, João Carlos Ecker, o caderno "é uma ferramenta fundamental para a disseminação do BIM no estado". (SEINFRA-SC, 2015)

Também em 2015, foi criado o Grupo BIM Santa Catarina e Paraná, formado por diversas entidades ligadas ao setor da construção civil nos dois estados. O grupo tem como

objetivo fomentar o uso do BIM na região e promover a troca de experiências entre os profissionais do setor.

Em 2016, foi lançada a Coletânea de Cooperação Brasil, uma iniciativa da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) que reúne uma série de documentos e guias relacionados ao BIM. A coletânea inclui desde manuais de boas práticas até casos de sucesso na aplicação do BIM em obras públicas e privadas.

Em 2017, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) lançou uma série de guias para a implementação do BIM em diversos setores da economia, como a indústria automotiva, aeroespacial, naval, de defesa e de mineração. Os guias têm como objetivo ajudar as empresas a incorporar a tecnologia BIM em seus processos produtivos, aumentando a eficiência e a qualidade dos produtos. (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017)

Em 2017 também, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) lançou uma série de Cadernos de Especificações Técnicas de Infraestrutura de Transportes que incluem diretrizes para a utilização do BIM em projetos de rodovias, ferrovias e hidrovias. A expectativa do BIM é que a tecnologia possa permitir aprimorar a gestão de projetos, reduzir custos e prazos e melhorar a qualidade da obra, por isso a sua adoção é fundamental para o setor de infraestrutura. (DNIT, 2021) i

Em 2018, foi criada a Câmara Brasileira de BIM (CB-BIM), uma entidade sem fins lucrativos que tem como objetivo promover a disseminação do BIM no país. Com a criação da câmara resulta em um passo importante para a consolidação do BIM no Brasil, pois permite a união dos diversos setores envolvidos e a criação de ações conjuntas para a disseminação da tecnologia. (CBIM, 2018)

Em 2019, foi publicado o Decreto nº 9.983, que estabelece a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM. Segundo o texto do decreto, a Estratégia BIM tem como objetivo a modernização da construção civil brasileira, por meio da adoção do BIM como ferramenta tecnológica para aprimorar a gestão de projetos e obras. (BRASIL, 2019)

Também em 2019, foi criado o Comitê Gestor da Estratégia BIM, responsável por coordenar a implementação da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM torna uma ferramenta importante que pode transformar a indústria da construção no Brasil, aumentando a produtividade e reduzindo os custos. (CBIC, 2019)

Por fim, em 2020, foi lançado o BIM Fórum Brasil, uma iniciativa que reúne diversas entidades e empresas do setor da construção civil para promover a disseminação do BIM no país com o objetivo de criar um ambiente de cooperação entre as empresas e entidades envolvidas com o BIM, promovendo a troca de conhecimentos e experiências. (BIM FÓRUM BRASIL, 2023). No mesmo ano a publicação do Decreto nº 10.306 fortalece o fomento ao BIM considerando a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, o que elenca mais abrangência nas licitações pelo Brasil.

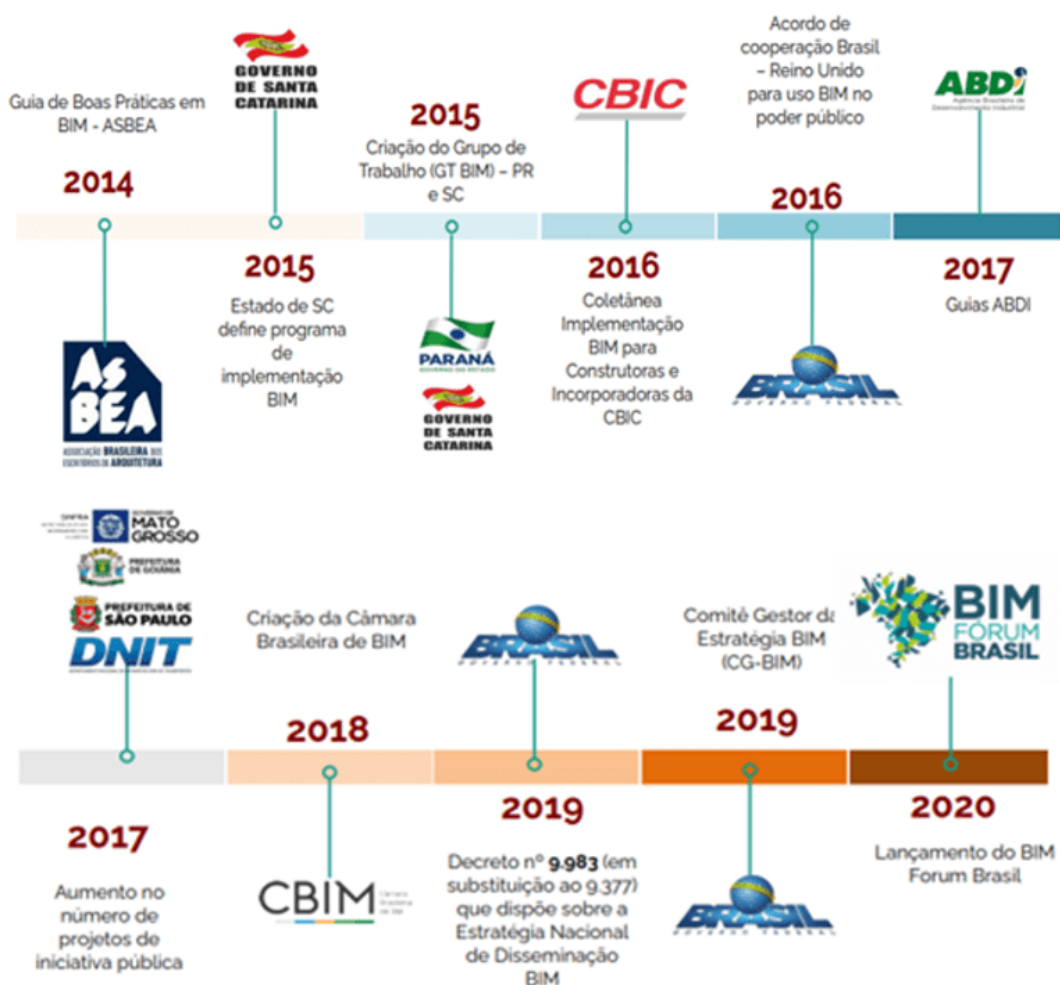


Figura 3 - Marcos da metodologia BIM no Brasil.  
 Fonte: (COAN; SOUZA; QUEIROZ, 2021)

Neste sentido, a adoção do BIM no Brasil tem sido impulsionada por diversos marcos ao longo dos últimos anos, desde a criação de guias de boas práticas até a publicação de decretos governamentais. A criação da CB-BIM e do Comitê Gestor da Estratégia BIM

também são marcos importantes para a disseminação da tecnologia no país. A expectativa é que a adoção do BIM continue a crescer no Brasil nos próximos anos, impulsionando a modernização da indústria da construção civil e aumentando a eficiência e qualidade dos projetos e obras.

## **2.2 O PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

O projeto exerce função crucial pois é o fator determinante para as inúmeras variáveis que determinam o nível de qualidade e produtividade da construção (SILVA; SOUZA, 2003), principalmente quando o assunto é tratado à nível de recurso público, o que busca evitar as eventuais disparidades do projeto licitado com a obra executada, determinando uma qualidade licitatória mais aperfeiçoada.

Devido à sua importância, o processo e coordenação de projetos de engenharia dentro de unidades gestoras, devem ser aprimorados constantemente para que sejam evitados distorções financeiras e acréscimos com aditivos durante a execução da obra, demonstrando uma deformidade na produção dos conteúdos (projeto – construção), diferente das necessidades do ato construtivo do objeto.

A Construção Civil é uma área que engloba diversas atividades relacionadas à construção de edificações, desde a elaboração de projetos arquitetônicos e estruturais até a execução da obra em si. Neste sentido, a cartilha da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2017) expõe que é importante e fundamental obter um bom planejamento de projeto com a finalidade de colaborar com o sucesso da construção, e ainda destaca, através desse processo, que é nele que é possível definir as especificações técnicas, os materiais indispensáveis, os prazos, as etapas da construção e os custos envolvidos, além de possibilitar a identificação e prevenção de possíveis problemas e falhas, assegurando assim a qualidade e segurança da obra, garantindo que o projeto seja executado dentro do prazo, do orçamento e das especificações técnicas estabelecidas, além de minimizar os riscos e maximizar os resultados.

Nesta fase de planejamento é possível definir os objetivos, as metas e as estratégias para a execução da obra, devendo também ser elaborado com base no projeto

arquitetônico, estrutural e de instalações prediais, levando em consideração os prazos, o orçamento, os recursos disponíveis, as normas e as regulamentações aplicáveis.

Algumas das principais atividades a serem realizadas para um bom desenvolvimento de projetos incluem:

1. Definir objetivos e metas claras para a obra;
2. Elaborar um planejamento detalhado, com um cronograma realista e um orçamento bem definido;
3. Identificar os recursos necessários para a execução da obra, como mão de obra, materiais, equipamentos, entre outros;
4. Definir um sistema de controle e gestão da obra, com mecanismos de acompanhamento e avaliação constantes;
5. Estabelecer canais de comunicação claros e efetivos entre a equipe da obra, os clientes e demais partes interessadas;
6. Monitorar regularmente o andamento da obra e avaliar os resultados alcançados em relação ao planejado;
7. Identificar possíveis desvios e tomar as medidas corretivas necessárias para garantir o sucesso do projeto.

Assim, o planejamento e controle de obra são fundamentais para garantir que a obra seja executada com eficiência e eficácia, cumprindo as expectativas do cliente e atendendo às normas e regulamentações aplicáveis. Por isso, é importante dedicar tempo e recursos para elaborar um planejamento bem estruturado e implementar um sistema de controle de obra eficiente e efetivo.

## **2.3 O CONCEITO DE PROJETO**

Um projeto é uma empreitada temporária que busca alcançar metas específicas por meio de um planejamento e execução coordenada de atividades. Com uma natureza única, cada projeto é delimitado por escopo, cronograma e recursos, liderado por uma equipe multidisciplinar. O resultado é a entrega de resultados tangíveis, como produtos ou serviços, que atendam às expectativas dos envolvidos.

O projeto de arquitetura e engenharia é um documento que contém informações técnicas necessárias para a elaboração de um projeto de engenharia, incluindo desenhos, cálculos, especificações e outras informações relevantes para a construção de uma obra. Ele é elaborado a partir do anteprojeto, que é a primeira versão do projeto, com informações mais detalhadas e precisas.

Os princípios e diretrizes que norteiam a elaboração do projeto básico de arquitetura e engenharia incluem:

1. Definição clara do objeto do projeto: é importante que o objeto do projeto esteja definido de forma clara e precisa, de modo que todas as informações relevantes para a sua execução possam ser incluídas no projeto básico.
2. Identificação das necessidades do cliente: o projeto básico deve levar em consideração as necessidades e expectativas do cliente em relação à obra a ser construída, incluindo aspectos como funcionalidade, durabilidade, custo, prazo, entre outros.
3. Atendimento às normas e regulamentações: o projeto básico deve atender às normas e regulamentações aplicáveis, tanto em relação à segurança e qualidade, quanto em relação ao meio ambiente e à saúde pública.
4. Viabilidade técnica e econômica: o projeto básico deve ser viável do ponto de vista técnico e econômico, levando em consideração os recursos disponíveis e os prazos estabelecidos.
5. Compatibilidade com outras obras e instalações: o projeto básico deve ser compatível com outras obras e instalações existentes ou planejadas, de modo a garantir a integração e a eficiência do conjunto.

Além desses princípios e diretrizes, o projeto de engenharia deve conter informações detalhadas sobre as características da obra a ser construída, como desenhos, cálculos, especificações técnicas, lista de materiais e equipamentos, cronograma, orçamento, entre diversos outros documentos complementares associados as disciplinas envolvidas. Ele serve como base para a elaboração do projeto executivo, que é a versão final do projeto, com informações ainda mais detalhadas e precisas.

Conforme descrito pelo caderno de recomendações básicas do Tribunal de Contas da União (2014), o projeto é considerado o elemento mais crucial para a execução de obras



públicas, já que equívocos em sua definição ou elaboração podem prejudicar a obtenção dos resultados desejados, cabendo sua elaboração ser submetida à aprovação formal da autoridade competente.

Deste modo, o documento de engenharia deve ser completo e deve atender aos requisitos estipulados, cabendo incluir todos os elementos necessários para definir e caracterizar o objeto da contratação, ter um nível de precisão adequado e ser baseado em estudos técnicos que garantam a viabilidade técnica e o tratamento ambiental adequado do projeto. Além disso, ele deve permitir a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e prazo de execução. (MPDFT, 2020)

## **2.4 BIM NO BRASIL**

No Brasil, o BIM tem se tornado cada vez mais popular no país, com a indústria da construção procurando aproveitar seus benefícios, como redução de erros, aumento da produtividade e melhoria na tomada de decisão. Como é sabido o BIM permite a colaboração entre os diferentes profissionais envolvidos no projeto, utilizando um modelo digital tridimensional para integrar informações e garantir a qualidade e eficiência na construção.

Os diferentes setores da construção, como arquitetura, engenharia, construção e operação, podem trabalhar juntos usando uma representação digital do projeto. Isso permite a integração de informações, como desenhos, cálculos, materiais, orçamentos e programação, em um único modelo. O resultado é uma visão mais clara e precisa do projeto, o que ajuda a identificar erros e problemas antes da construção começar, o que pode levar a significativas economias de tempo e custos.

Segundo dados da pesquisa realizada pela CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) em parceria com o SENAI Nacional, apenas 9,2% das empresas de construção adotaram o BIM no país. A pesquisa também mostrou que mais de 60% das obras terminam com orçamento acima do previsto e 61,4% são entregues com atraso.

Apesar disso, há iniciativas do governo e do setor privado para fomentar o uso do BIM no Brasil. Em 2018, o governo federal estabeleceu o prazo de 2021 para que os órgãos públicos federais adotassem a metodologia em seus projetos. Além disso, grandes

empresas da construção têm investido no BIM como uma forma de melhorar a eficiência e a qualidade de seus projetos.

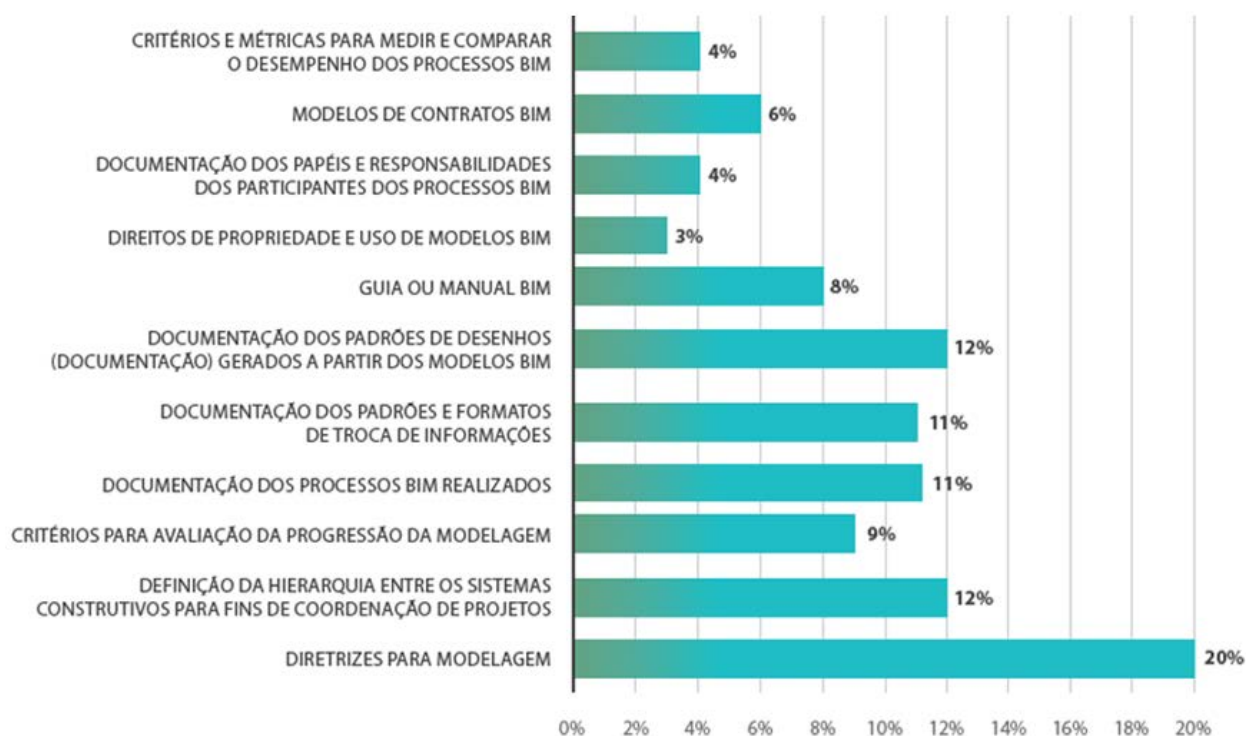


Figura 4 - Itens do BIM desenvolvidos nas empresas.  
Fonte: Campos & Almeida (2019)

As autoras Campos & Almeida (CAMPOS; ALMEIDA, 2019) realizaram uma pesquisa sobre o uso do BIM, a qual revelou que atualmente é mais comum em edificações, especialmente em residências, obras viárias, de montagem e de artes especiais, embora seu uso em acabamentos ainda seja muito limitado. Com as iniciativas governamentais, espera-se que sua adoção se expanda para outras áreas

No entanto, a pesquisa realizada pela FGV com 700 empresas de construção em março de 2018 revelou que apenas 9,2% das empresas brasileiras adotaram o BIM, e seu uso é desigual. No entanto, a Coordenação de Planejamento e Inteligência da ABDI aponta que se metade das empresas adotarem o BIM na próxima década, espera-se um crescimento de 7% na economia da construção civil brasileira, o que representaria um aumento de R\$ 21,9 bilhões no PIB do setor em 2018.

No Brasil, a adoção do BIM tem sido estimulada por órgãos públicos, como a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), que veem nele

uma oportunidade de melhorar a qualidade e eficiência da construção, além de estimular a inovação na indústria. Algumas empresas de construção já adotam o BIM em seus projetos, e é esperado que sua utilização continue a crescer no futuro.

A utilização do BIM ainda não possui uma norma específica, porém há esforços sendo feitos para regularizá-la. Em colaboração com a indústria da construção, a ABNT tem desenvolvido normas BIM para estabelecer padrões na implementação dessa tecnologia no Brasil.

Além disso, algumas organizações, como a Fundação Vanzolini, têm criado programas de certificação BIM para profissionais da construção, visando aprimorar suas habilidades e conhecimentos na área. Esses programas também ajudam a estabelecer padrões para a utilização do BIM e incentivam a sua adoção.

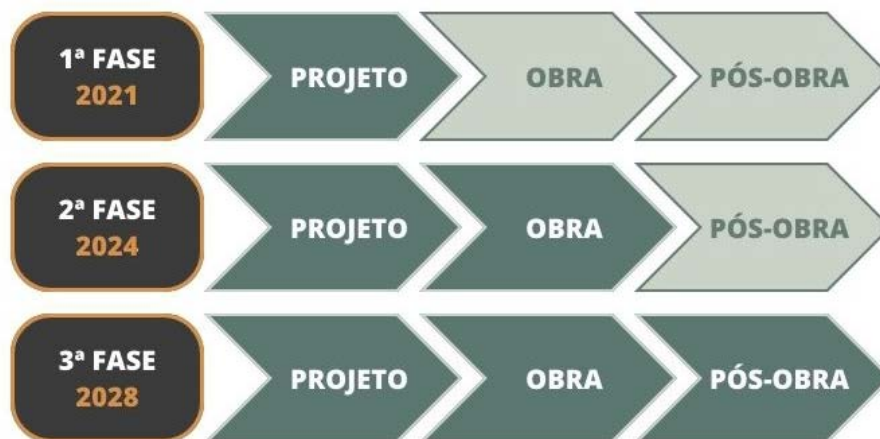
Ainda assim, a regulamentação do BIM no Brasil ainda está em desenvolvimento, e é importante que as empresas e profissionais da construção mantenham-se atualizados sobre as iniciativas em andamento e como elas podem afetar suas práticas. No futuro, é provável que vejamos uma normatização cada vez mais sólida e estruturada do BIM no Brasil.

## **2.5 LEIS E DECRETOS FEDERAIS SOBRE O BIM**

O decreto que estabelece as diretrizes para a implantação do BIM no Brasil é o Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, na qual instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling (BIM) e estabeleceu a obrigatoriedade do uso do BIM em obras públicas no Brasil, e é considerado um importante marco na adoção do BIM no Brasil, pois significa que todas as obras públicas financiadas com recursos da União deverão ser projetadas e executadas utilizando a metodologia BIM.

A obrigatoriedade do uso do BIM em obras públicas é uma iniciativa importante para modernizar a indústria da construção no Brasil. Assim, o BIM é uma tecnologia avançada que permite a criação de modelos virtuais tridimensionais de edifícios e outras estruturas. Esses modelos incluem informações detalhadas sobre todos os aspectos da construção, desde a concepção até a operação e manutenção, permitindo uma gestão mais eficiente e sustentável do ciclo de vida da construção.

No mesmo decreto observa-se a implantação de um cronograma para a implementação do BIM em obras públicas no Brasil. A primeira fase da implantação do BIM abrange as obras de grande porte e de infraestrutura, com prazo para implantação até 2021. A segunda fase abrange as demais obras públicas, com prazo para implantação até 2024, e na terceira fase expõe elementos para o pós-obra, alinhado para a questão de gestão e manutenção das edificações e afins, com prazo para 2028.



*Figura 5 - Fase de implantação BIM - Decreto 10.306/2020.  
Fonte: Autor (2023)*

Além disso, o decreto determina a criação de um Comitê Gestor da Estratégia BIM, que tem como objetivo coordenar a implementação do BIM no Brasil e monitorar o cumprimento dos prazos estabelecidos. O comitê é composto por representantes de diversos órgãos governamentais e da sociedade civil.

Segundo o próprio Decreto, a iniciativa é importante para a modernização da indústria da construção no Brasil e tem o intuito de estimular a adoção de práticas mais eficientes e sustentáveis, contribuindo para o desenvolvimento do setor e para a melhoria da qualidade de vida da população.

Outro Decreto de supra importância é o Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, que é complementar ao Decreto nº 9.983/2019, que estabelece a Política Nacional de Qualidade do Projeto e da Construção (PNQC), que tem como objetivo melhorar a qualidade e a eficiência dos projetos e obras de construção civil no país.

A PNQC é uma política abrangente que engloba diversos aspectos da construção civil, desde o planejamento até a execução e manutenção das obras. O objetivo principal da PNQC é melhorar a qualidade e a eficiência dos projetos e obras de construção, reduzir os custos e os prazos de execução, e aumentar a segurança e a sustentabilidade das construções.

O decreto estabelece a obrigatoriedade do uso do BIM em todas as fases do ciclo de vida das obras de construção pública no Brasil, incluindo o planejamento, o projeto, a execução e a operação e manutenção. Além disso, o decreto estabelece a criação de um Sistema Nacional de Qualidade do Projeto e da Construção (SNQC), que tem como objetivo promover a disseminação das boas práticas e dos padrões de qualidade na construção civil.

O SNQC será gerido pelo Comitê Gestor da Estratégia BIM, estabelecido pelo Decreto nº 9.983/2019. O comitê tem a responsabilidade de elaborar e implementar a política nacional de qualidade do projeto e da construção, incluindo a regulamentação e a supervisão das atividades relacionadas ao BIM.

Assim, o Decreto nº 10.306/2020 é uma iniciativa importante para a melhoria da qualidade e da eficiência das obras de construção civil no Brasil. A Política Nacional de Qualidade do Projeto e da Construção e o Sistema Nacional de Qualidade do Projeto e da Construção, estabelecidos pelo decreto, têm como objetivo promover a adoção de práticas mais eficientes e sustentáveis na construção civil, com destaque para o uso do BIM em todas as fases do ciclo de vida das obras.

## **2.6 ABNT NBR**

A ABNT NBR 15965 é uma norma técnica brasileira que estabelece as diretrizes para a implementação do BIM em projetos de construção no Brasil. Ela foi desenvolvida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em colaboração com a indústria da construção e é considerada uma referência para a implementação do BIM no país.

A NBR 15965 abrange aspectos técnicos, organizacionais e contratuais relacionados ao uso do BIM, fornecendo diretrizes para a criação e gestão de modelos BIM durante todo o ciclo de vida do projeto, desde o planejamento até a operação e manutenção da

edificação. Ela também define os requisitos para o intercâmbio de informações entre as partes interessadas, garantindo a compatibilidade e integridade dos dados.

A ABNT NBR 15965 é importante porque fornece uma base comum para a implementação do BIM no Brasil, permitindo que os profissionais da construção trabalhem de forma mais eficiente e colaborativa, além de ajudar a garantir a qualidade e a integridade dos projetos. Além disso, a norma incentiva a inovação na indústria da construção, estimulando a utilização de tecnologias avançadas para melhorar a eficiência e eficácia da construção.

Esta ABNT NBR 15965 é uma norma abrangente que cobre muitos aspectos da implementação do BIM em projetos de construção, e é composta por várias partes, que abrangem diferentes aspectos da implementação do BIM em projetos de construção no Brasil, como:

- Parte 1: Diretrizes gerais: Esta parte da norma estabelece as diretrizes gerais para a implementação do BIM em projetos de construção no Brasil, incluindo as diretrizes para a gestão da informação e o uso de tecnologias BIM.
- Parte 2: Intercâmbio de informações: Esta parte da norma fornece diretrizes para o intercâmbio de informações entre as partes interessadas, incluindo os padrões de comunicação e os formatos de arquivos utilizados.
- Parte 3: Estruturação do modelo: Esta parte da norma define as diretrizes para a estruturação do modelo BIM, incluindo as informações que devem ser incluídas e a forma como elas devem ser organizadas.
- Parte 4: Processos de trabalho: Esta parte da norma estabelece as diretrizes para a implementação de processos de trabalho eficientes e colaborativos, incluindo a gestão da informação, o planejamento e o gerenciamento de mudanças.
- Parte 5: Qualidade: Esta parte da norma define os requisitos para garantir a qualidade e a integridade dos dados incluídos no modelo BIM, incluindo a validação e verificação dos dados.
- Parte 6: Contratos: Esta parte da norma inclui diretrizes para o uso do BIM em contratos, incluindo as responsabilidades das partes interessadas e as exigências para a gestão de mudanças.

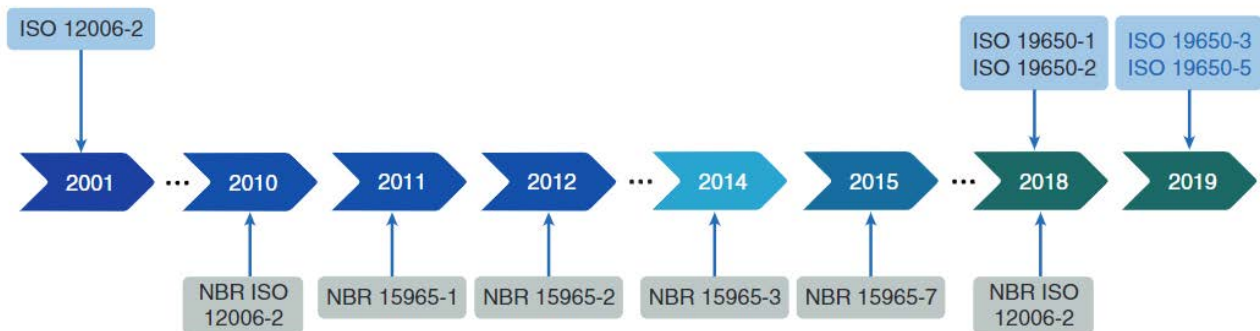


Figura 6 - Linha do tempo da normatização BIM.  
 Fonte: Blumenschein et al.(2019)

As normativas estão sendo elaboradas desde o ano de 2001, período em que, segundo Blumenschein et al. (2019), a ABNT 15965 teve como base a ISSO 19650:2018, e esta NBR cobre todos os aspectos importantes da implementação do BIM em projetos de construção no Brasil, fornecendo diretrizes claras e compreensíveis para a indústria da construção.

## 2.7 ISO

A ISO (International Organization for Standardization) desenvolve normas técnicas para diversos setores, incluindo a construção civil. Quando se trata do BIM (Building Information Modeling), que é uma abordagem integrada para o planejamento, projeto, construção e operação de edificações, a ISO também desempenha um papel importante.

A ISO desenvolveu uma série de normas relacionadas ao BIM para promover a padronização e a interoperabilidade entre os diferentes sistemas BIM. Algumas das normas relevantes incluem:

- ISO 19650 - Gestão de Informações na Construção usando BIM:

A ISO 19650 é uma série de normas que trata da gestão de informações na construção usando o BIM. Ela fornece diretrizes para a organização, a estruturação e a troca de informações ao longo do ciclo de vida de uma construção. A norma ISO 19650 é composta por duas partes principais: Parte

1 (ISO 19650-1) e Parte 2 (ISO 19650-2), que tratam, respectivamente, dos conceitos e princípios e dos processos de gestão de informações.

- ISO 12006 - Estrutura para classificação de informações na construção:

Esta norma fornece uma estrutura para a classificação de informações na construção, o que é essencial para garantir a consistência e a compreensão entre os diferentes participantes do processo de construção. A classificação é uma parte fundamental do BIM, pois permite a organização e a categorização eficientes das informações relacionadas ao projeto e à construção.

- ISO 16757 - Dicionário e biblioteca de objetos BIM:

Essa norma aborda a padronização dos objetos BIM, fornecendo um dicionário e uma biblioteca para descrever características e propriedades específicas dos elementos construtivos. Isso facilita a interoperabilidade entre diferentes plataformas e sistemas BIM.

Segundo o levantamento feito por Blumenschein et al (2019), a estratégia BIM BR do Governo Federal Brasileiro tem como base as normativas internacionais ISO 12006-2 e ISO 19650, ambas fundamentadas na padronização britânica do British Standardization Institute – BSI. Até o presente momento, a legislação brasileira incorpora as seguintes normativas referentes à estratégia BIM: NBR ISO 12006-2 (ABNT, 2018) e NBR 15.965 (ABNT, 2011) - Partes 1, 2, 3 e 7 já foram publicadas.

A implementação dessas normas ajuda a criar um ambiente mais consistente e eficiente para a troca de informações ao longo do ciclo de vida de uma construção. Além disso, contribui para a redução de erros, melhorando a colaboração entre os participantes do projeto e otimizando a gestão da informação desde a concepção até a operação do edifício.

É importante ficar atento às atualizações e revisões dessas normas, pois a indústria BIM continua evoluindo, e as normas são ajustadas para refletir as melhores práticas e inovações no setor da construção.



### 3 BIM - BUILDING INFORMATION MODELING

---

É importante notar que o BIM não é apenas um programa específico ou vários programas com os mesmos objetivos de desenvolvimento. O BIM deve ser entendido como um processo ou um método de trabalho, pois se baseia na ideia de um objeto inteligente, para que com o auxílio de programas que utilizem esse processo, existam produtos, como o próprio projeto, compatível com projetos de diversas áreas. Além de informações evolutivas do edifício sobre tempos de construção e manutenção, custos de construção, simulações de projetos - informações sobre luz natural e ventilação - ou seja, o processo fornece informações completas para a Simulação e acompanhamento das obras e sua manutenção.

Segundo Esteves (2012) o processo BIM é associado à interoperabilidade e compartilhamento das informações produzidas pelas diferentes disciplinas e softwares, interagindo com uma comunicação entre os projetos (modelos) e agentes (projetistas) com a possibilidade de gerar um modelo digital como produto final de uma construção contendo todas as informações necessárias das diferentes especialidades envolvidas. Sendo assim, o modelo BIM é uma base de dados na qual possui todas as informações de uma construção desde o surgimento da ideia até sua extinção (ciclo de vida da construção), ofertando o modelo tridimensional como uma forma de gestão de projetos.

Segundo os guias da CBIC (2016), o BIM é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação ou instalação e ensaiar seu desempenho, gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais), através de todo seu ciclo de vida.

O Guia BIM da ABDI argumenta que o BIM não é uma ideia recente e sua disseminação passou a ter relevância juntamente com a capacidade de processamento das unidades computacionais necessárias e acessíveis no mercado da construção civil, tornando mais aceito aos usuários dentro do panorama da construção permitindo maior amplitude de desenvolvimento de técnicas e metodologias para produtos de projetos.

Desde as primeiras discussões sobre BIM, o principal argumento tem sido considerar o processo de projeto em relação às interações entre os elementos e suas representações, bem como poder desenvolver por meio desses objetos a representação da edificação em

um modelo virtual, porém o BIM não é apenas um modelo tridimensional. Segundo Eastman (2011), “BIM é uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de edificações”.

Um modelo BIM se caracteriza pelos objetos ou componentes da edificação que são representados digitalmente de modo inteligente, “sabem” o que são e podem ser associados com gráficos computacionais, dados, atributos e regras paramétricas. Além disso, possuem dados descritivos de seu comportamento necessários para análises e processos de projeto, tais como levantamentos de quantitativos, especificações e análise energética.

O processo de projeto BIM pode ser classificado como uma inovação disruptiva porque altera profundamente as soluções de engenharia, levando a novas soluções e abordagens aos mercados. À medida que se desenvolve, novos mercados vão surgindo, tornando-se em uma inovação radical. Em maior ou menor grau, pelo menos, é uma mudança na cultura organizacional e de todos os envolvidos, principalmente nos processos de projeto dentro do mercado da construção civil.

Quando se fala em BIM, muitas vezes as pessoas discutem softwares e computadores, mas é válido anunciar que pessoas e processos estão vinculados a uma organização eficaz para implementar a abordagem BIM baseada em três aspectos fundamentais: tecnologia, pessoas e processos, unidos por Processos, Padrões e Melhores Práticas.

Cabe alertar que qualquer escolha relativa à infraestrutura de implantação tem prós e contras e deve ser avaliada adequadamente levando em consideração o modelo de negócio (projeto/construção que se pretende), as opiniões da equipe de produção, as experiências compartilhadas por outras empresas e o suporte oferecido pelos fornecedores. Consoante o ponto de partida, o escritório terá de planejar uma transição ou substituição que envolva a formação adequada à equipe, consoante o seu papel e envolvimento no processo, que está inerentemente associado à organização.

Portanto, para desenvolver projetos de forma adequada aliada ao método BIM é necessário gerar uma quebra de paradigma, observando três pilares básicos como pessoas, processos e ferramentas, realizando um novo conceito de desenvolvimento de projetos de engenharia, voltado para esta tecnologia.

Deste modo, para obter um fluxo bem de projetos bem estabelecido, o projeto paramétrico em modelos tridimensionais na tecnologia BIM deve ser considerado, pois é através dessas inserções paramétricas que os projetos podem interagir e criar um modelo completo que efetivamente vincule todos os campos relacionados (refiro-me à arquitetura, instalação prediais e estrutura do edifício) para ofertar melhor qualidade de projeto, e vincular à uma boa execução com menor equívoco ou mal informadas.

### **3.1 DIMENSÕES BIM**

O BIM é baseado em uma cadeia de informações fornecidas pelos profissionais envolvidos, principalmente os projetistas responsáveis na fase de elaboração de projeto. Isso traz consigo uma diminuição na probabilidade de erros em projetos, e em consequência equívocos na execução de obra. Assim, a parametrização deve ser capaz de produzir componentes que devem compor objetos paramétricos capazes de transformar um sistema produtivo que gere um modelo 2D para 3D, 4D, 5D, 6D e 7D, a depender do nível de informação necessários disposto pelo projetista no modelo de produção. Assim, segundo o caderno BIM do MPDFT (2020) são propostos vários subconjuntos no processo BIM que comumente são descrito pelos termos de dimensões como: 3D (modelo de objeto), 4D (tempo), 5D (custo), 6D (operação) e até mesmo 7D (sustentabilidade). e até mesmo 8D (segurança).

Alguns autores e pesquisadores reforçam essas dimensões como algo primordial na definição do modelo produzido e reforçam a escala de detalhes construtivos, necessários ou não, com foco na necessidade do projetista e finalidade.

Segundo Eastman et al. (2011) a capacidade do BIM é multidimensional, com possibilidade de possuir um número infinito de dimensões BIM “nD”, já que existem possibilidades ainda não estudadas e aferidas. Assim, alguns autores como Dáros (2019), expõem argumentos de outros estudos das dimensões, pontuando as dimensões 8D a 10D. Eles descrevem de maneira sucinta 3 novas dimensões, ainda em estudo, sobre segurança, construção enxuta e construção industrializada, respectivamente.



Figura 7 - Gráfico 3D ao 7D.  
 Fonte: (BOMFIM; LISBOA; MATOS, 2016).

Atualmente, a técnica de aplicação do BIM vem aperfeiçoando o cenário da construção civil no âmbito de projetos de engenharia e arquitetura, alcançando patamares maiores com planejamentos em dimensões, do 3D ao 7D (Figura 7), implementando os custos, associados com os cronogramas das obras e as manutenções da edificação, ou seja, o gerenciamento de todo o ciclo de vida da construção, pré-obra, obra e pós-obra. (BIBLUS, 2017)



Figura 8 – Dimensões BIM – 3D ao 10D.  
 Fonte: (ARNAL, 2018)

Nas argumentações de Arnal (2018), outras dimensões são elencadas de modo relevante para o processo de planejamento BIM que reforças as dimensões anteriores, mas

eleva o potencial do método de trabalho com as dimensões 8D que trata da segurança nas execuções voltada para o conceito de Acidente Zero, com sequência a dimensão 9D que traz consigo a introdução da filosofia de gerenciamento enxuto no setor de construção, chamando-a de construção enxuta, e por último a dimensão 10D que transformar o setor da construção num setor mais produtivo integrando as novas tecnologias através da sua digitalização denominando-a como construção industrializada, conforme ilustrado pela Figura 8.

Porém, alguns diferem entre os termos dimensionais não havendo consenso na bibliografia relacionado aos atributos BIM e seus usos, como por exemplo às dimensões 6D com “Sustentabilidade” e 7D com “Gestão das Instalações” atribuídos como 6D sendo “Gestão das Instalações ou facilities” e o 7D como “Sustentabilidade”.

Seguindo essa linha de raciocínio, neste estudo será adotado as considerações propostas por Ignasi Arnal, especificamente desenvolvida na "Teoria dos 10D's do BIM". É pertinente, neste contexto, esclarecer o papel de cada dimensão no BIM, detalhando as definições correspondentes a cada uma delas.

#### **a. BIM 3D | MODELAGEM**

A dimensão 3D está associada à modelagem tridimensional de todos os elementos que compõem o projeto em um ambiente virtual. Nesse ambiente, são reunidas informações gráficas e não gráficas. Essa é conhecida como dimensão 3D ou Modelo Paramétrico.

Nesse modelo, são incluídas informações sobre índices e especificações técnicas dos elementos da edificação, permitindo a definição de dimensões, localização espacial, materiais e a geração de relatórios de extração de quantitativos. Além disso, a parametrização dos elementos facilita a compatibilização das disciplinas de projeto.

O modelo 3D traz diversos benefícios, como a visualização otimizada do projeto, a simplificação da comunicação e compartilhamento das etapas do projeto, o auxílio à logística, a facilidade de colaboração entre equipes multidisciplinares e a redução do retrabalho.

## **b. BIM 4D | PLANEJAMENTO**

A dimensão 4D é uma extensão da modelagem 3D que incorpora a variável tempo no planejamento da obra. A utilização de programas de planejamento permite que sejam descritos os prazos envolvidos na execução do projeto e como ele irá evoluir, facilitando o monitoramento e o controle do processo construtivo. Esses softwares realizam simulações virtuais da execução da obra e dos processos construtivos, permitindo uma definição precisa antes da execução real.

Segundo o caderno do MPDFT (2012), a modelagem 4D é útil em diversas etapas do empreendimento, como no estudo de viabilidade, planejamento, construção, monitoramento e fiscalização. O software permite a análise de diferentes cenários para a execução da obra, a definição da logística do canteiro de obras, alocação de equipes e equipamentos, além da verificação do andamento da obra em tempo real. Também é possível integrar o cronograma financeiro para extrair quantitativos precisos e facilitar o controle de medições e elaboração de relatórios financeiros e orçamentos.

## **c. BIM 5D | ORÇAMENTO**

A quinta dimensão, conhecida como 5D, incorpora o custo como uma variável adicional ao modelo 3D e ao planejamento 4D. Essa dimensão busca extrair informações precisas de custo dos elementos que compõem o modelo, a fim de permitir que os orçamentistas obtenham com maior exatidão as quantidades dos componentes e, conseqüentemente, o custo geral do projeto. Para isso, é importante que a extração de quantitativos ocorra de forma automatizada, diretamente do modelo, e que esteja integrada a softwares BIM de orçamentação ou a tabelas específicas para a geração do orçamento.

Sendo assim, a dimensão 5D envolve a modelagem dos componentes, o planejamento do tempo e o cálculo de custos precisos, ou seja, para que ela aconteça de forma eficaz é necessário que as dimensões anteriores (3D e 4D) estejam com modelo adequado com informações pertinentes objetivando o levantamento de quantitativos e custo do modelo virtual projetado.

#### **d. BIM 6D | SUSTENTABILIDADE**

A dimensão 6D tem como foco a criação de projetos sustentáveis, termo que surgiu para evidenciar a responsabilidade da indústria da construção civil em relação aos objetivos da sustentabilidade.

De acordo com Motta e Aguiar (2008), o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável destaca princípios básicos para a construção sustentável, como a utilização das condições naturais do local da obra, a integração da construção ao meio ambiente natural, a redução do impacto ao entorno, a promoção de gestão sustentável da implantação da obra e a utilização de matérias-primas com histórico de contribuição para o meio ambiente, entre outros.

A dimensão 6D atua por meio de simulações energéticas, térmicas e acústicas, com o objetivo de identificar alternativas mais eficientes em relação a conforto e custo, aumentando a precisão e consistência das estimativas de uso de energia e eficiência do desempenho real da construção por meio da implementação de tecnologias adequadas relacionadas ao BIM. (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017)

Os impactos da indústria da construção civil sobre o meio ambiente são preocupantes, como afirmam Valoto & Andrade (2011), que apontam que 40% da extração de recursos naturais é destinada a essa indústria, sendo que metade da energia gerada é utilizada no funcionamento das edificações e metade dos resíduos sólidos urbanos são gerados por esse setor. Diante desses dados alarmantes, a discussão sobre os problemas ambientais relacionados ao setor tem crescido, e a busca por tecnologias e inovações que atendam a essa demanda é intensa. Assim, entende-se que os projetos a serem desenvolvidos e dotado devem atender os princípios supracitados, inclusive com a adoção de ferramentas para simulação e análises energéticas, térmicas e acústicas dentro do BIM.

#### **e. BIM 7D | GESTÃO E MANUTENÇÃO**

A dimensão 7D é uma dimensão que é extraída a partir de informações importantes obtidas a partir do modelo, como manuais de manutenção, garantias e especificações técnicas. Essas informações permitem uma gestão mais eficiente da operação e

manutenção da edificação, contribuindo para a tomada de decisões mais precisas. É crucial manter as informações atualizadas ao longo da vida útil da edificação, a fim de garantir a confiabilidade das informações extraídas. O MPDFT atualmente utiliza o sistema RESOLVE para a gestão de manutenção de suas edificações e está estudando a possibilidade de integrá-lo com softwares BIM de operação e manutenção.

Inicialmente, a ideia é criar uma réplica digital básica para gerenciamento de ativos e manutenção, que possa evoluir gradualmente para um gêmeo digital no futuro. Para ser considerado um gêmeo digital, é necessário que exista uma réplica física e uma réplica digital conectadas, oferecendo interação em tempo real. A réplica virtual deve receber dados em tempo real e produzir previsões de como a réplica física será afetada por esses dados. O BIM fornece dados para o Gêmeo Digital e juntos, ampliam os conhecimentos e permitem a elaboração de respostas efetivas para determinadas situações, possibilitando tomadas de decisão mais assertivas.

As edificações atuais possuem alguns sistemas automatizados, como ar-condicionado, iluminação externa, subestação, geradores, ventiladores, reservatórios e bombas de esgoto e águas pluviais e necessitam de ferramentais de controle e automação por modernização na indústria da construção, permitindo avanços tecnológicos.

#### **f. BIM 8D | SEGURANÇA**

A dimensão oito do BIM, também conhecida como BIM 8D, está relacionada ao conceito de Acidente Zero, que busca garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores durante o projeto, a execução da obra e a fase de manutenção.

O BIM 8D enriquece o modelo geométrico da construção com informações sobre segurança durante as fases de projeto e execução da obra.

Na prática, é possível modelar todas as partes do canteiro de obras, incluindo cercas, áreas de armazenamento, andaimes, máquinas e sinalização, entre outros elementos. A tecnologia avançada, como a realidade virtual e a renderização em tempo real, torna possível visualizar o canteiro de obras de forma realista.



### **g. BIM 9D | CONSTRUÇÃO ENXUTA**

A dimensão 9D é sobre a introdução da filosofia de gestão lean construction no setor da construção, traduzida literalmente como construção enxuta.

De acordo com o site BibLus (2017), a dimensão 9D do BIM, também conhecida como "Construção Enxuta", é responsável por agilizar e otimizar todas as etapas envolvidas na construção de um empreendimento por meio da digitalização de seus processos.

A ausência de um planejamento adequado pode ocasionar atrasos na entrega da obra e aumento nos custos iniciais. O BIM 9D surge como um método destinado a reduzir os desperdícios, minimizar a produção de resíduos no canteiro, aprimorar o aproveitamento dos recursos empregados na execução da obra e elevar a eficiência da equipe de trabalho.

### **h. BIM 10D | CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA**

Esta dimensão trata da construção industrializada que é considerada a solução para a baixa produtividade no setor da construção, otimizando cada fase do ciclo de vida da obra, desde o projeto até a gestão da infraestrutura e equipamentos.

O BIM 10D é uma ferramenta que centraliza os dados para otimizar todas as atividades do projeto usando tecnologia e ajudando no trabalho dos gerentes de projeto. A construção industrializada proporciona uma visão completa para o gerenciamento de um ativo, incluindo as fases de projeto, construção e manutenção, e pode ser utilizada para alinhar diversos setores, como financeiro, comercial, ambiental, segurança e análise de risco.

Um software BIM 10D oferece inúmeras possibilidades para qualquer tipo de projeto e pode ser usado em todas as fases do processo, graças ao apoio de tecnologias inteligentes e recursos digitais que automatizam até as tarefas mais complexas.

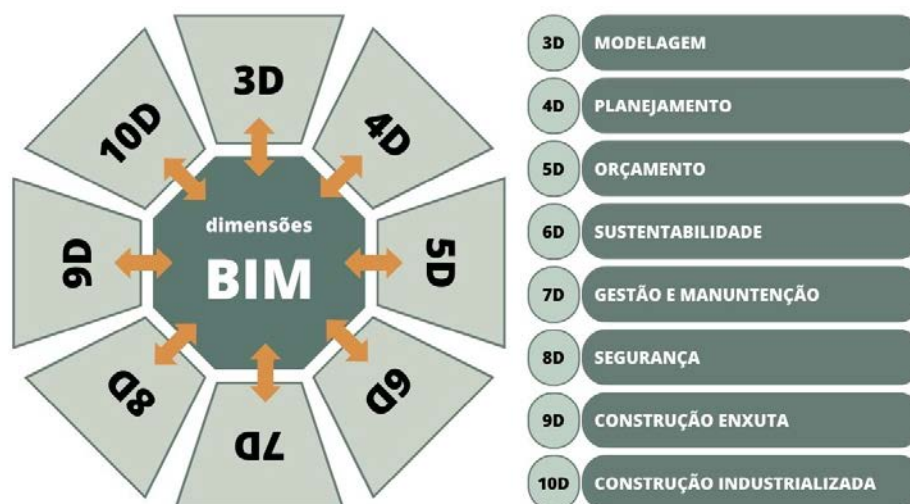


Figura 9 - Dimensões BIM.  
Fonte: Autor (2023)

## 3.2 USOS BIM

Os usos do BIM são diversos e podem ser aplicados em diferentes etapas do ciclo de vida de um edifício, desde a concepção até a operação e manutenção. A seguir, alguns exemplos de usos do BIM na indústria da construção civil:

- Projeto: O BIM pode ser usado para criar modelos 3D precisos e detalhados do edifício, o que pode ajudar a visualizar e identificar problemas de design antes da construção. Além disso, o BIM pode ser usado para gerar informações de quantificação, estimativas de custos e especificações técnicas.
- Colaboração: O BIM pode ser usado para melhorar a colaboração entre as equipes de projeto, engenharia, construção e operação. O modelo BIM pode ser compartilhado entre todas as partes interessadas, permitindo que cada equipe visualize e atualize as informações relevantes. Isso pode ajudar a reduzir erros, retrabalho e melhorar a comunicação entre as equipes.
- Análise de desempenho: O BIM pode ser usado para simular e analisar o desempenho do edifício em diferentes condições, incluindo iluminação, ventilação, consumo de energia e conforto térmico. Essas análises podem ajudar a otimizar o uso de recursos e a reduzir os custos operacionais do edifício.

- Fabricação e construção: O BIM pode ser usado para gerar informações de fabricação e construção, incluindo plantas de fabricação e detalhamento de peças pré-fabricadas. Isso pode ajudar a otimizar o processo de construção, reduzir o desperdício e melhorar a qualidade da construção.
- Operação e manutenção: O BIM pode ser usado para gerenciar informações de operação e manutenção do edifício, incluindo informações de equipamentos, manuais de usuário e programas de manutenção. Isso pode ajudar a reduzir os custos de manutenção e prolongar a vida útil do edifício.

Os usos do BIM são diversos e podem trazer benefícios significativos para a indústria da construção civil. Desde a melhoria da colaboração entre as equipes até a redução de custos e prazos de entrega, o BIM pode ajudar a otimizar os processos de projeto, construção e operação de edifícios.

Eastman et al. (2011) observa que o BIM tem um potencial enorme para solucionar a precisão da documentação do projeto ofertando uma eficiência do projeto, melhorando as representações e reduzindo conflitos e erros, além de aperfeiçoar a colaboração dos membros da equipe.

Além de Eastman, a empresa fabricante (AUTODESK, 2022), fabricante de softwares voltados para a tecnologia BIM, argumenta que a colaboração é um ponto chave e essencial para implementação do método BIM, e com isso permite que as partes interessadas possam trabalhar juntas com o objetivo comum.

Ao tratar de sobre análise de desempenho, a National Institute of Building Sciences - NIBS (2023) considera que o objeto BIM pode ser analisado e simulado com o objetivo de verificar seu desempenho, garantindo desta maneira uma forma de atender aos requisitos de desempenho no que se refere há termos energéticos e ambiente interno confortável.

A Autodesk (2022) qualifica o BIM como auxiliar na otimização do processo de fabricação e construção, conduzindo consigo a redução do tempo de construção, redução dos custos e melhorando a qualidade dos projetos ofertando informações mais precisas para a construção.

O uso do BIM possibilita, segundo a NIBS (2023), uma gestão das informações relacionadas à operação e manutenção do edifício, como dados dos equipamentos,

manuais de usuário e planos de manutenção. Essa abordagem pode contribuir para diminuir os gastos com manutenção e ampliar a vida útil da construção.

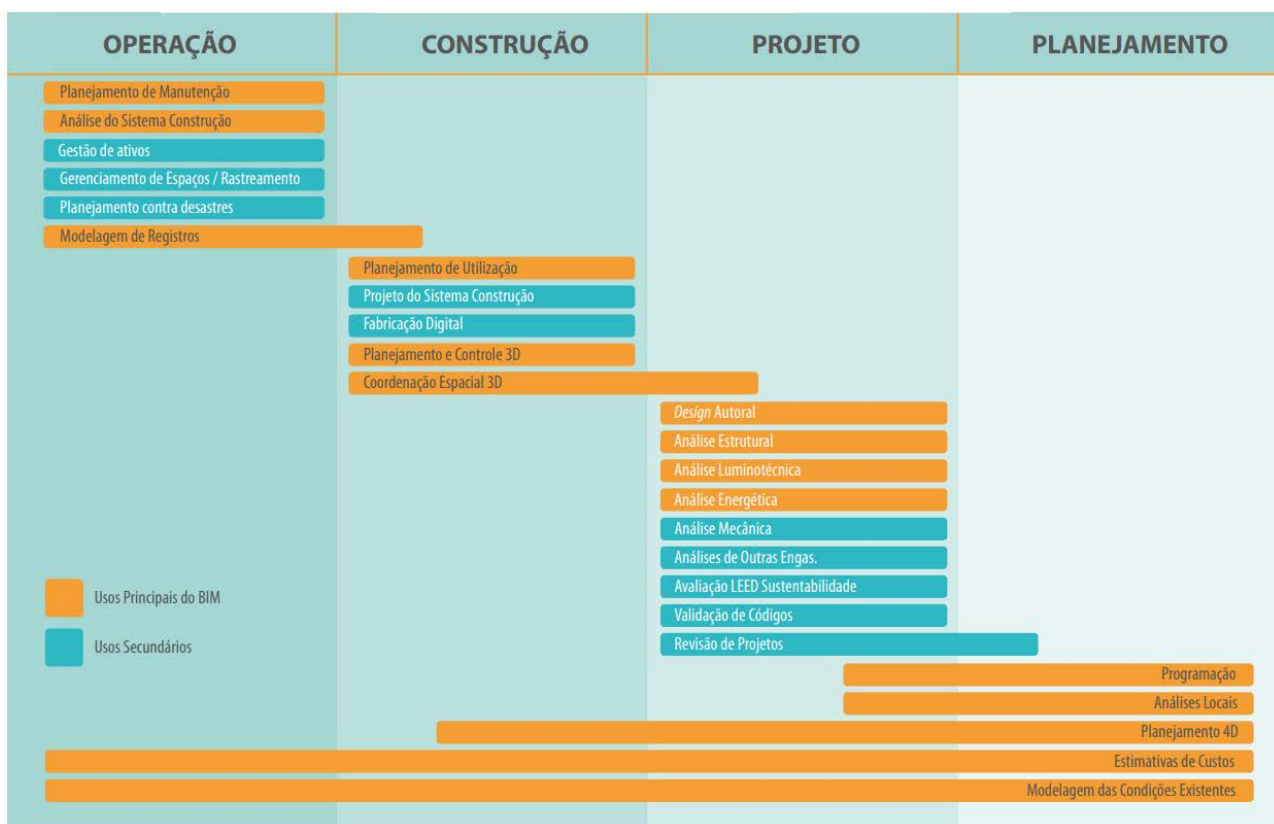


Figura 10 - 25 casos de usos BIM.  
 Fonte: CBIC (2016)

A Coletânea BIM do CBIC (2016) apresenta uma pesquisa da PennState University que pontua uma análise dos casos de usos BIM a partir das grandes etapas do ciclo de vida de um empreendimento, organizada em ordem reversa (Figura 10).

Esta abordagem invertida realça o conceito do ciclo de vida da informação, que é um dos princípios fundamentais da tecnologia BIM, e também estimula a ideia de que um plano de implementação BIM bem-sucedido requer a identificação dos casos de uso mais convenientes e apropriados para serem executados inicialmente, levando em conta os possíveis usos futuros que poderão ser realizados a partir dos modelos BIM desenvolvidos.

Caso a equipe identificar esses possíveis usos futuros, será necessário estudá-los cuidadosamente e determinar as informações mínimas necessárias para sua realização, incorporando-as ao processo de desenvolvimento e implementação. Adotar essa

perspectiva de começar a implementação BIM com o fim em mente ajudará a identificar os futuros usos das informações que poderão ser relevantes durante as fases posteriores do ciclo de vida de um projeto.

**Projeto:**

- concepção do projeto;
- documentação do projeto;
- visualização do projeto;
- compatibilização dos projetos;
- revisão de projeto;
- análise de eficiência energética;
- avaliação de critérios de sustentabilidade;
- análises de engenharia;
- extração de quantitativos.



Figura 2 : Usos do BIM para projeto - Fonte: Autores

**Construção:**

- planejamento da logística de canteiro;
- planejamento e controle 4D;
- coordenação 3D;
- fabricação digital;
- gestão de custos;
- mock-ups virtuais.



Figura 3 : Usos do BIM para Construção - Fonte: Autores

**Operação e Manutenção:**

- programação de manutenção preventiva;
- análise dos sistemas do edifício;
- gerenciamento do edifício;
- gerenciamento dos espaços;
- plano de evacuação do edifício;
- modelo consolidado (final).



Figura 4 : Usos do BIM para Operação de Manutenção - Fonte: Autores

Figura 11 - Usos BIM.  
Fonte: Addor et al. (2015)

No Guia da AsBEA é possível observar que os usos BIM já apresentam em estudo e evolução, com definições de processo BIM de modo a ser estudado e aprimorado em cada fase processual, conforme mostra a Figura 11. (ADDOR et al., 2015)

### **3.3 INTEROPERABILIDADE**

A princípio, e de forma conceitual, os ferramentais BIM estão bem direcionados para concepção projetuais mais orientadas e mais precisa, minimizando equívocos apresentados nos projetos multidisciplinares. Além disto, essas ferramentas orientam os coordenadores, gestores, projetistas e auxiliares para melhor compreenderem os objetos construídos a partir de modelos tridimensionais. Nesse contexto, os modelos e informações contidas auxiliam na análise de cada disciplina envolvida na concepção do projeto.

As teorias de projeto em BIM iniciam por um raciocínio em gerar modelos tridimensionais com a capacidade de integração entre as diversas disciplinas necessárias para produção do objeto a ser edificado. Assim, com a aplicação da metodologia BIM, é possível atender a demanda de mercado, mesmo em situações em que os projetos são complexos, possibilitando uma análise do projetista para conceber da melhor maneira seu projeto de forma colaborativa, facilitando verificações dos gestores ou gerentes de projetos evitando desgastes com retrabalhos futuros minimizando o cronograma da atividade.

Com o avanço e expansão da tecnologia BIM em cenários da construção civil em todo o país, empresas como Autodesk, Bentley Systems Inc., Graphisoft, dentre outras, continuam a desenvolver as suas aplicações (softwares) aliadas a ferramentas orientadas para a utilização da metodologia BIM.

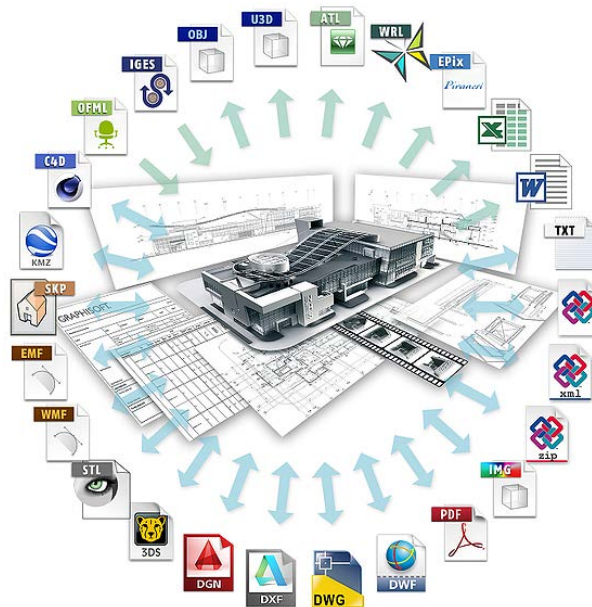


Figura 12 - Interoperabilidade.  
 Fonte: (DÁROS, 2019)

Deve-se notar que a empresa de software Autodesk na década de 1990, juntamente com outras, começou a trabalhar em um modelo de ajuste de estrutura de dados com parâmetros que poderiam ser lidos e interpretados de forma semelhante por todos os programas BIM participantes da iniciativa derivam do que hoje chamamos de IFC (Industry Foundation Layers), abrindo caminho para o desenvolvimento do que é conhecido como "Open Bim". (DE FREITAS, 2017)

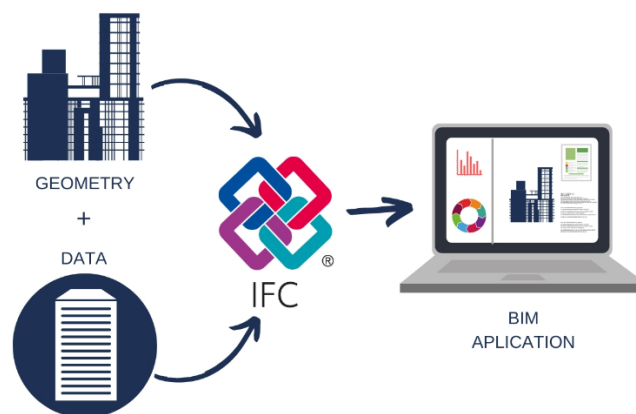


Figura 13 - O arquivo IFC inclui geometria e dados.  
 Fonte: MAJCHER (2019)

O software Revit é uma ferramenta computacional que aplica a tecnologia BIM para equipes de arquitetura, engenharia e construção (AEC), auxiliando na criação de construções virtuais e infraestruturas de alta qualidade. Ele permite a modelagem precisa de formas, estruturas e sistemas em 3D, simplificando a documentação com revisões instantâneas conforme os projetos mudam. Além disso, o Revit pode ser usado em várias áreas de engenharia, incluindo instalações prediais e engenharia estrutural. Uma característica notável do Revit é a opção de colaboração, que permite o acesso compartilhado aos modelos, facilitando a coordenação e a comunicação dentro da equipe.

Segundo o fabricante Autodesk é possível desenvolver projetos até 70% mais rápidos, tornando o processo de prazos e entregas mais ágeis melhorando o fluxo de cronograma para as construções, que por sua essência sempre são pontuadas com prazos curtos.



*Figura 14 - Interoperabilidade no REVIT.  
Fonte: (MACHADO, 2019)*

O Revit da empresa Autodesk abrange várias disciplinas e resolve questões como interferências de modelos, auxiliando nas análises de compatibilidade e incoerência de projetos. A capacidade de trabalhar de forma colaborativa integra profissionais e técnicos de várias atividades, direcionando para uma qualidade de projeto mais qualificada.

Os documentos criados no Revit são salvos no formato RVT, comum a todas as outras disciplinas envolvidas. Isso demonstra a capacidade do software de extrair informações e



calcular a quantidade de materiais, áreas e volumes, em conjunto com a compatibilização simultânea dos elementos, corroborando para uma melhor interoperabilidade e integração de pessoas e projetos mais colaborativos. O ambiente de trabalho do Revit e suas funcionalidades seguem o mesmo raciocínio de produção de elementos. Ao modelar todos os componentes em detalhes, resulta-se em um modelo esquemático ou compacto mais informativo, auxiliando as equipes de gerência e execução.

### 3.3.1 INDUSTRY FOUNDATION CLASSES - IFC

O IFC (Industry Foundation Classes) é um padrão aberto e neutro de arquivo para modelagem de informações de construção que permite que diferentes softwares BIM se comuniquem e compartilhem dados sem perda de informações ou de precisão.

Este formato é um arquivo desenvolvido pelo BuildingSMART International, uma organização sem fins lucrativos que promove o uso do BIM em todo o setor de construção, e tem como objetivo permitir que as informações sejam trocadas entre diferentes softwares BIM de forma consistente, precisa e sem perda de dados.

Segundo o caderno da CBIC (2016) este formato orientado pelo modelo e objetos tridimensionais direciona para cobrir aspectos do projeto, contratação, fabricação, construção, montagem, manutenção e outras áreas na indústria da construção civil, com o intuito de abranger várias etapas do processo (pré-projeto – projeto – obra) e permitir que seu uso seja viabilizado para um trabalho colaborativo e viável na interoperabilidade das plataformas BIM.

Dentro do gerenciamento de projetos, o gestor BIM tem o IFC com o forte aliado na análise e verificações das informações dos projetos produzidos pelos membros da equipe, pois é por meio deste que a interoperabilidade entre os softwares BIM utilizados em um projeto podem interagir e garantir as informações dos mesmos, e permite a colaboração e coordenação da equipe de projeto.

Neste sentido, os membros da equipe podem trabalhar juntos em um mesmo modelo, evitando a necessidade de enviar arquivos de um software para outro. Isso reduz o tempo de espera para a obtenção das informações necessárias, aumentando a eficiência do projeto como um todo.

A importância do IFC no processo de gestão BIM é que ele permite que os dados de um projeto sejam transferidos e compartilhados com facilidade entre diferentes programas BIM, independentemente do software utilizado para criar o modelo. Isso significa que as informações sobre o projeto podem ser facilmente acessadas e atualizadas por todos os membros da equipe envolvida no projeto, incluindo arquitetos, engenheiros, construtores e proprietários.

O uso do IFC permite que o gestor BIM trabalhe com diferentes softwares BIM em um mesmo projeto, facilitando a troca de informações e evitando a perda de dados. Além disso, o IFC ajuda o gestor BIM a garantir a qualidade dos dados, pois os modelos BIM são verificados em relação às informações de normas e padrões.

O gestor BIM também pode utilizar o IFC para fazer uma auditoria do modelo BIM, verificando se todas as informações estão corretas e coerentes, e se o modelo está de acordo com as especificações do projeto. Com isso, é possível reduzir os erros e retrabalhos no projeto, economizando tempo e dinheiro.

Assim, as equipes podem colaborar de forma mais eficiente e reduzir a possibilidade de erros e retrabalhos devido à falta de comunicação ou inconsistências nos dados. Isso leva a um processo de construção mais eficiente e eficaz, com menos tempo e custos envolvidos. Além disso, a padronização do IFC ajuda a garantir que os modelos de BIM sejam compatíveis com as normas e regulamentos do setor, o que é especialmente importante em projetos governamentais e de infraestrutura crítica.

### **3.4 COMPATIBILIZAÇÃO**

O aperfeiçoamento da tecnologia BIM na construção civil, principalmente nos procedimentos de desenvolvimento de projetos, proporciona uma fase importante e de supra relevância que caracteriza para solucionar alguns dos gargalos da execução de obras. Nesse contexto, a fusão das disciplinas pode ser analisada de maneira conjunta, ofertando uma visão geral ou pontual das questões de projetos

Com a chegada do BIM e de novos softwares capazes de gerir elementos geométricos com informações espaciais (essa como mais importante neste procedimento), que determinam suas dimensões e características peculiares, é possível realizar uma

compatibilização entre as disciplinas envolvidas na etapa de projeto. Isso possibilita projetar, planejar, construir e gerenciar uma concepção virtual da construção a ser realizada, em primeiro lugar, em geometria com elementos necessários e suas diversas fases.

Assim, a tecnologia permite que autores, gerentes, projetistas (principalmente estes), diretores e demais envolvidos no processo de projeção de uma futura construção possam reduzir os equívocos projetuais e evitar omissões em todos os processos, pois a composição dos elementos das disciplinas envolvidas no processo de projeção podem, de forma clara e relevante, informar uma compatibilização prevendo um planejamento mais sistematizado no qual é possível avaliar as intercorrências das interseções dos modelos produzidos, contribuindo para uma melhor ampliação de informações com intuito de direcionar uma melhor qualidade de projeto.

As peculiaridades de cada projeto são singulares, mas sabe-se que diferentes profissionais colaboram de maneira necessária para o atendimento específico de cada disciplina envolvida, porém com o auxílio da metodologia BIM é possível realizar colaborações entre esses profissionais de forma eficiente e organizada.

O BIM tem uma abordagem baseada no modelo tridimensional em que, por meio deste, conduz consigo informações pertinentes e necessárias capazes de compartilhar com todos os envolvidos na cadeia construtiva do modelo virtual.

Dessa forma, o projeto concebido pelos projetistas permite que sejam realizadas contribuições pelos profissionais envolvidos em diferentes fases da etapa de projeto, cabendo assim realizar mudanças simultâneas nos modelos, sem interrupção do trabalho dos profissionais envolvidos, sendo possível gerar alterações a todos o momento de forma síncrona, e em um único modelo (caso assim seja).

Desta forma, a facilidade de observar e analisar os elementos construtivos de uma edificação, por exemplo portas, janelas, pilares, tubulações, dentre outros, é prontamente observada na compatibilização das disciplinas envolvidas, sem que haja interferências inesperadas que poderão gerar muitos erros construtivos na etapa de obra.

Neste sentido, a compatibilização de projetos em BIM conduz para uma precisão maior do que em métodos tradicionais na elaboração de projetos, em que muitas vezes, este processo é feito de maneira manual envolvendo muitos profissionais. Com isso, a

análise e verificação de interferências no modelo BIM pode ser quase que automatizado, disponibilizando apontamentos importantes permitindo soluções anterior ao início da execução da obras, e assim permitindo aos gestores uma previsibilidade melhor nos custos efetivos, além de reduzir estouro orçamentários (já que é mais fácil e menos oneroso corrigir imperfeições durante a fase de projeto) e contribuindo para diminuição de retrabalho, gerando melhor engajamento da equipe no envolvimento do projeto e até mesmo gerar economia de tempo e dinheiro.

A metodologia também permite uma perfeita comunicação com todas as disciplinas envolvidas na etapa de projeto (cito arquitetura, estrutura e instalações prediais), o que é um fator de muita relevância para a compatibilização de projetos em BIM, em que muitas vezes o processo de compatibilização impede, de maneira significativa, que os projetistas trabalhem com versões desatualizadas ou ultrapassadas, evitando conduzir para as etapas subsequentes os projetos com diversidades de erros ocasionando uma distorção no orçamentos e cronograma de obras.

### 3.4.1 Clash Detection - Detecção de Interferência

A compatibilização de projetos é um processo importante no desenvolvimento de projetos de construção, uma vez que permite a detecção e resolução antecipada de conflitos e erros entre diferentes disciplinas e sistemas presentes no projeto. Na metodologia BIM, a compatibilização de projetos é realizada com a ajuda do clash detection, ou choque de interferências.

O clash detection é uma ferramenta que permite a detecção de colisões e interferências entre os elementos do projeto, considerando as informações tridimensionais e os dados inseridos em um modelo BIM. Com essa ferramenta, é possível verificar a adequação dos sistemas e componentes projetados, antes da construção.

Para realizar o clash detection, são necessários modelos BIM de todas as disciplinas envolvidas no projeto, que podem incluir arquitetura, estrutura, instalações hidráulicas, elétricas, mecânicas e outras. Esses modelos são integrados em um modelo único, que permite a análise das interferências entre eles.

O processo de compatibilização de projetos com clash detection envolve algumas etapas, que incluem a identificação dos elementos que podem causar conflitos, a análise das interferências detectadas, a resolução dos conflitos por meio de ajustes ou alterações nos projetos, e a validação da solução adotada.

Com a compatibilização de projetos realizada com o uso do clash detection, é possível evitar problemas como atrasos na construção, retrabalhos, desperdício de materiais e custos adicionais. Além disso, é possível garantir a qualidade e a segurança da obra, reduzindo riscos de acidentes e falhas estruturais.

Na implantação da metodologia BIM o clash detection é um forte aliado por uma estratégia eficaz, com intenção de buscar o aperfeiçoamento da colaboração entre as equipes de projeto e com isso garantir uma melhor precisão do modelo BIM. Assim, no gerenciamento de projetos, o gestor BIM pode ter ampla visualização do modelo e suas informações, permitindo a detecção e resolução antecipada de conflitos e interferências entre diferentes disciplinas e sistemas presentes no projeto. (Wong et al. (2019)

A compatibilização de projetos com clash detection auxilia a identificar e resolver conflitos entre elementos do modelo 3D em projetos de construção. Esses conflitos podem ocorrer quando elementos de diferentes disciplinas, como arquitetura, estrutura e instalações, são projetados separadamente e depois integrados no modelo geral. Sem a detecção antecipada de conflitos, os problemas podem surgir durante a construção, causando atrasos, retrabalho, desperdício de materiais e custos adicionais. (EASTMAN et al., 2011)

### **3.5 INTERCAMBIALIDADE**

Intercâmbio é um termo utilizado para descrever um processo de troca entre duas partes. Na prática, o intercâmbio pode ser realizado em diversas áreas, como educação, cultura, negócios, turismo, entre outras.

O objetivo principal do intercâmbio é proporcionar aos participantes a oportunidade de conhecer novas culturas, ampliar seus horizontes e adquirir novos conhecimentos. Além disso, o intercâmbio permite o desenvolvimento de habilidades interpessoais, como a capacidade de adaptação a novos ambientes, o respeito às diferenças culturais e a

construção de relações de amizade e profissionais em nível global. O intercâmbio pode ser uma experiência enriquecedora e transformadora na vida pessoal e profissional das pessoas.

Neste sentido, e voltado à aplicação em BIM, o intercâmbio pode ser descrito como uma maneira de como as informações são conduzidas entre aplicativos ferramentais computacionais no processo de metodologia BIM, oportunizando uma abordagem colaborativa que integra informações de projetos, desde o planejamento até a construção e gerenciamento de instalações. No entanto, para que a colaboração ocorra de forma eficiente e eficaz, é necessário que haja intercambialidade entre as diferentes plataformas e aplicativos de software BIM.

A intercambialidade na metodologia BIM refere-se à capacidade de diferentes aplicativos e plataformas de software BIM compartilharem informações com precisão e eficiência. Isso é importante porque diferentes profissionais e empresas envolvidos em um projeto de construção podem estar usando diferentes aplicativos e plataformas BIM. Se esses aplicativos e plataformas não forem intercambiáveis, pode haver perda de informações, inconsistências e retrabalho desnecessário.

Para garantir a intercambialidade no BIM, é necessário seguir diretrizes claras e padronizadas. Uma das diretrizes mais amplamente utilizadas para a interoperabilidade BIM é o Industry Foundation Classes (IFC), que é um formato de arquivo padronizado para a troca de informações BIM. O IFC permite que diferentes aplicativos e plataformas de software BIM compartilhem informações de forma precisa e eficiente, garantindo a intercambialidade.

Além disso, outras abordagens e padrões têm sido desenvolvidos para garantir a intercambialidade na metodologia BIM, como o OpenBIM e o COBie. O OpenBIM é uma iniciativa de colaboração global que visa promover a interoperabilidade e a intercambialidade na metodologia BIM. Ele se concentra em garantir que os diferentes aplicativos e plataformas de software BIM possam trabalhar juntos de forma eficiente, independentemente do fornecedor ou tecnologia. O COBie, por sua vez, é um formato de arquivo para a troca de informações de construção que fornece uma maneira padronizada de compartilhar informações de construção, como especificações de materiais, equipamentos e sistemas.

A intercambialidade na metodologia BIM não só promove a colaboração eficaz entre diferentes profissionais e empresas envolvidos em um projeto de construção, mas também ajuda a reduzir custos e melhorar a qualidade do projeto. Isso é especialmente importante em um ambiente em que a construção sustentável é cada vez mais importante e as empresas precisam trabalhar juntas para atender a padrões mais altos de eficiência e sustentabilidade.

Assim, a intercambialidade é um componente crítico na metodologia BIM, permitindo que diferentes aplicativos e plataformas de software BIM trabalhem juntos de forma eficiente e eficaz. Para garantir a intercambialidade, é importante seguir diretrizes padronizadas, como o IFC, o OpenBIM<sup>1</sup> e o COBie<sup>2</sup>, para garantir a colaboração eficaz entre diferentes profissionais e empresas envolvidos em um projeto de construção. Com a intercambialidade adequada, a metodologia BIM pode oferecer uma abordagem mais colaborativa, eficiente e sustentável para a construção de edifícios e infraestruturas.

### **3.6 PROCESSO COLABORATIVO BIM E TROCA DE INFORMAÇÕES**

O processo colaborativo em BIM segue uma abordagem inovadora para projetar, construir e gerenciar edifícios e infraestrutura. O objetivo principal nesta abordagem é permitir que todos os membros de uma equipe trabalhem juntos em um único modelo centralizado, atualizado em tempo real, e que contenha informações precisas e completas sobre o projeto.

O principal objetivo da colaboração no processo de projeto em BIM é melhorar a eficiência e a qualidade do projeto, construção e operação de edifícios e infraestrutura. Sendo assim, a Autodesk (2022) confirma que a colaboração entre equipes de projeto e construção, a visualização e simulação em 3D, o planejamento e o gerenciamento de projetos, a análise de desempenho e a documentação e entrega do projeto final são parte

---

<sup>1</sup> OpenBIM é uma abordagem colaborativa para a metodologia BIM que visa promover a interoperabilidade aberta e a colaboração entre diferentes aplicativos para desenvolvimento de projetos BIM, dotados com diferentes plataformas de softwares BIM.

<sup>2</sup> COBie é uma sigla que representa a "Troca de informações de construção de operações de construção". Trata-se de uma especificação utilizada para a entrega de informações de gerenciamento de instalações, que fornece uma estrutura padrão para o intercâmbio de informações sobre instalações novas e existentes, tais como edifícios e infraestrutura.

importantes e possível dentro da integração do modelo BIM e essencial para o bom andamento e soluções das questões da colaboração.

Nesta perspectiva, o MPDFT (2020) aponta a colaboração como algo primordial por se tratar do envolvimento de uma série de processos complexos nos quais diversos agentes devem trabalhar de forma conjunta e compartilhar informações de suas definições por um longo período de elaboração. Quando a tecnologia BIM é empregada durante a fase de projeto, a colaboração é facilitada por meio do intercâmbio e compartilhamento de modelos BIM ou seus componentes e dados.

Para Manzione (2013), no processo de projeto BIM as informações precisam ser filtradas, idealizadas e transformar em um fluxo sucessivos das interações dos modelos BIM projetados. Assim, os mesmos precisam ser mesclados afim de identificar interferências, novas informações que fora agregada ao modelo e, em consequência disso, apontar novos problemas percebidos.

Sendo assim, as equipes podem trabalhar de forma mais eficiente e colaborativa, reduzindo erros e o tempo de conclusão do projeto, permitindo uma leitura ampla do conjunto projetado por todos os envolvidos no processo de elaboração, bem como gestores, gestores e diretores, parte também importante da colaboração.

### 3.6.1 PRINCÍPIOS DO PROCESSO COLABORATIVO BIM

Dentro do processo colaborativo BIM existem alguns princípios fundamentais que favorecem as integrações dos membros/equipes que são: a colaboração, centralização, padronização e integração. A colaboração é fundamental para o sucesso do processo BIM, pois todos os membros da equipe trabalham juntos no mesmo modelo, compartilhando informações e resolvendo problemas em conjunto. A centralização é importante porque o modelo centralizado é a fonte única de verdade para todas as informações relacionadas ao projeto. A padronização é fundamental para garantir a consistência e a qualidade dos dados, e a integração é necessária para que o BIM seja usado em todas as fases do projeto, desde o planejamento até a construção e a operação.

Para Leusin (2018) o processo colaborativo em BIM agrega valor para melhores resultados na comunicação entre os membros de uma equipe de projeto com um aumento



considerável nas trocas de informações entre as disciplinas, mas, com isso, aumenta a demanda por sistemas que organizem as trocas de informações por meio digital ofertando uma melhor segurança e com rastreamento mais eficaz das informações encaminhadas.

### 3.6.2 FUNCIONALIDADES DO PROCESSO COLABORATIVO BIM

O processo colaborativo BIM oferece várias funcionalidades que melhoram a qualidade e a eficiência do projeto, construção e operação de edifícios e infraestrutura. A modelagem 3D é a base do BIM, permitindo a visualização e manipulação dos elementos do projeto. A coordenação do projeto é outra funcionalidade importante do BIM, permitindo que as equipes colaborem em tempo real, coordenando os projetos e compartilhando informações.

A análise de desempenho é outra funcionalidade importante do BIM, permitindo que os projetos sejam avaliados em relação a diversos fatores, como sustentabilidade, eficiência energética e segurança. A gestão de projetos também é uma funcionalidade importante do BIM, permitindo que o planejamento, a estimativa de custos, a programação e a documentação sejam gerenciadas de forma integrada.

### 3.6.3 ESPECIFICIDADES DO PROCESSO COLABORATIVO BIM

O processo colaborativo BIM tem algumas especificidades que precisam ser consideradas. O uso de software especializado é fundamental para criar e gerenciar o modelo digital. A colaboração remota também é uma parte importante do processo colaborativo BIM, permitindo que as equipes trabalhem em diferentes locais e fuso horários. O uso de padrões e normas é fundamental para garantir a consistência e a qualidade dos dados. O treinamento especializado é necessário para que os membros da equipe possam usar o software e colaborar efetivamente no processo BIM. Além disso, a cultura organizacional também deve ser considerada, pois a implementação do BIM pode exigir mudanças na forma como as equipes trabalham e se comunicam.

De acordo com a pesquisa realizada pela (DODGE DATA & ANALYTICS, 2020), a adoção do BIM continua a crescer em todo o mundo, especialmente em grandes projetos de construção. A pesquisa também mostrou que as principais razões pelas quais as

empresas adotam o BIM incluem melhorar a coordenação do projeto, melhorar a qualidade do projeto e aumentar a eficiência da equipe.

Em suma, o processo colaborativo BIM é uma abordagem inovadora e colaborativa para projetar, construir e gerenciar edifícios e infraestrutura. Com base em princípios fundamentais de colaboração, centralização, padronização e integração, o BIM oferece várias funcionalidades para melhorar a eficiência e a qualidade do projeto, construção e operação de edifícios e infraestrutura. No entanto, para implementar com sucesso o BIM, as empresas devem considerar as especificidades do processo, incluindo o uso de software especializado, a colaboração remota, o uso de padrões e normas, o treinamento especializado e a cultura organizacional.

### **3.7 NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO E/OU DETALHAMENTO – LOD/ND**

No processo BIM um dos itens relevantes para o desenvolvimento de projetos no processo BIM é a qualidade em que o modelo se apresenta e a maneira como ele é conduzido na relação de informações dos componentes inseridos no projeto, e nesse processo de criação a amostragem dos objetos inseridos dentro do sistema BIM compõem um item significativo para que o modelo se enquadra dentro do conjunto projetual.

Dentro do universo de contratação em BIM o LOD – Nível de detalhamento instrui a todos os envolvidos a qualidade dos modelos e informações que nele pertence. Assim, o conceito inicial segundo o Guia CBIC (2016) sobre LOD está ligado a definição do escopo de contratação de serviços de modelagem BIM realizados por terceiros, que especifica de maneira clara qual é o principal objetivo do LOD no processo de contratação, e assim servindo de referência para que as equipes possam especificar entregáveis BIM, definindo claramente o que deve ser incluído em cada um deles, e também estabelecendo com um padrão que pode ser utilizado como referência em contratos e planejamentos de trabalhos baseados em BIM, estabelecendo o fluxo de trabalho com a equipe e confiando nas informações incorporadas nos modelos BIM pelos agentes de projeto.

Alguns autores como a CBIC (2016), pontua que o termo LOD como nível de desenvolvimento (Level of Development) de um elemento do modelo BIM. Neste sentido, o

termo é visto como nível de confiança das informações fornecidas pelo projeto, em que os usuários podem ter informações já incorporadas em um modelo BIM.

Em outros momentos, o termo LOD tem ligação como nível de detalhamento (Level of Detail) de um modelo BIM. Neste sentido o termo transmite como a quantidade de detalhes que os elementos de um modelo BIM possuem em sua concepção como componente.



Figura 15 – Comparativo LOD.  
Fonte: Adaptado de CBIC (2016)

Em ambos os cenários o LOD é estabelecido como um componente de níveis, como uma escadaria, em que cada nível possui uma nomenclatura padrão, que pode várias como padrão de referência, que define a quantidade e qualidade dos dados que estão sendo alimentados em um modelo BIM, seja ele na disciplina de arquitetura, instalações prediais ou estrutura. EM outras palavras, o LOD define o conteúdo de um projeto BIM em diferentes estágios de desenvolvimento e é enriquecido com detalhes à medida que o projeto avança, passando de um conceito inicial simples para um modelo real edificável.

Segundo BIM Fórum Brasil (2020) “O Nível de Desenvolvimento (LOD) é uma referência que permite aos integrantes de indústria AEC especificar e articular com grande nível de clareza o conteúdo e a confiabilidade dos modelos BIM em diferentes etapas do projeto e da construção.”

O nível de detalhamento de cada disciplina do modelo se organiza em cinco níveis de forma progressiva. A referência parte do nível 100 até o 500 e cada etapa subsequente usa a anterior como ponto de partida, padronizando a quantidade de informação contida em cada elemento BIM como apresentado a seguir: (CBIC, 2016)

*Tabela 1 - LOD e Descrições.  
Fonte: Adaptado de CBIC (2016) pelo Autor.*

| <b>LOD</b>     | <b>DESCRIÇÃO</b>  |
|----------------|---|
| <b>LOD 100</b> | Neste nível os componentes de um modelo podem ser representados graficamente através de um símbolo ou outra forma genérica de representação gráfica. As informações associadas são podem ser relacionadas a outros elementos.   |
| <b>LOD 200</b> | Neste segundo nível os elementos tem a capacidade de expressar por um sistema genérico, exibindo tamanho, forma, quantidade e orientação. As informações contidas podem estar associadas aos elementos não gráficos   |
| <b>LOD 300</b> | Neste nível, os componentes de um modelo têm a possibilidade de serem visualizados por um sistema particular apresentando tamanhos, formas, quantidades e orientações específicas. As informações são incorporadas e é viável associar dados não gráficos aos elementos   |
| <b>LOD 350</b> | Para este nível, os componentes de um objeto podem ter capacidade de serem visualizados de maneira gráfica com um sistema específico exibindo características de tamanho, forma, quantidade e interface com outros sistemas. As informações podem associadas a dados não gráficos   |
| <b>LOD 400</b> | No nível em questão, os elementos de um modelo podem ser visualmente retratados de um sistema específico apresentando detalhes de tamanho, forma, quantidade e orientação, juntamente com informações detalhadas de processo de fabricação, montagem e instalação. As informações nos objetos podem ser a elementos não gráficos. |
| <b>LOD 500</b> | No último nível, a verificação em campo dos elementos de um modelo inclui a análise visual de características como tamanho, formas, localização, quantidades e orientações. Adicionalmente, é possível associar informações não gráficos nestes elementos.  |

Segundo o CBIC (2016) o conceito de LOD endereça várias questões que surgem quando BIM é utilizado como ferramenta de comunicação ou colaboração, ou seja, quando outros usuários que não sejam os próprios autores de um modelo BIM extraem informações dele, sendo assim um facilitador da colaboração.

| MATRIZ ND (Ndt<br>x Ni)                   |         | NÍVEL DE INFORMAÇÃO |         |         |         |         |         |
|---|---------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|   |         | Ni 100              | Ni 200  | Ni 300  | Ni 350  | Ni 400  | Ni500   |
| N<br>Í<br>V<br>E<br>L<br>H<br>E<br>D<br>E | Ndt 100 | ND 100              | 100;200 | 100;300 | 100;350 | 100;400 | 100;500 |
|   | Ndt 200 | 200;100             | ND 200  | 200;300 | 200;350 | 200;400 | 200;500 |
|   | Ndt 300 | 300;100             | 300;200 | ND 300  | 300;350 | 300;400 | 300;500 |
|   | Ndt 350 | 350;100             | 350;200 | 350;300 | ND 350  | 350;400 | 350;500 |
|   | Ndt 400 | 400;100             | 400;200 | 400;300 | 400;350 | ND 400  | 400;500 |
|   | Ndt 500 | 500;100             | 500;200 | 500;300 | 500;350 | 500;400 | ND 500  |

Figura 16 - Matriz ND – Região ou Faixa ND.  
Fonte: MPDFT (2020)

O caderno BIM do MPDFT (2020) traz uma condicionante interessante que será adotada a divisão do Nível de Desenvolvimento (ND) em níveis de Detalhe e de Informação (Ni) de forma independente, para mensurar o desenvolvimento do projeto. Isso permitirá que elementos no modelo sejam entregues em diferentes níveis de detalhe e informação, acabando com a necessidade de que os níveis sejam iguais.

Os projetos elaborados seguirão o ND a ser perseguido e não necessariamente atingido para todos os elementos. Por exemplo, um projeto executivo de Arquitetura definido para ter ND300 conterá a maioria dos elementos com Ndt e Ni na graduação 300 ou próximo a ela e não necessariamente todos com Ndt 300 e Ni 300. Alguns elementos podem ter Ndt menores e Ni maiores. O LOD dos modelos/projetos pode variar para cada disciplina conforme a necessidade de informações.

Assim, a equipe técnica do MPDFT considerará o Nível de Desenvolvimento (ND) como um requisito importante para o projeto, mas dever-se-á usar apenas as informações necessárias para a atividade em questão, conforme a ISO 19650. Assim, os elementos produzidos pela equipe já possuem Ndt e Ni 300 e 400 e foram desenvolvidos em projetos pilotos anteriores. Isso permite que esses elementos sejam utilizados desde as fases iniciais do projeto, facilitando a elaboração com também mantém uma biblioteca atualizada obtendo vantagem para inserir elementos com ND maiores desde as fases de estudo e anteprojeto.

## 4 INSTRUMENTOS DE GESTÃO EM BIM

---

### 4.1 PLANO DE EXECUÇÃO BIM

O Plano de Execução BIM (PEB ou PExBIM) é um documento essencial no contexto da modelagem da informação da construção, que descreve como um projeto de construção será desenvolvido, executado e gerenciado usando a metodologia BIM. Ele é uma parte fundamental da implementação bem-sucedida do BIM em um projeto de construção.

Com ele é possível estabelecer vários critérios como objetivos, metas, estrutura organizacional, atribuir responsabilidade, contribuir para padronização, estabelecer estratégia de colaboração, estipular nível de detalhamento (LOD) necessário, configurar gestão de alterações e mudanças, protocolos de atividades, garantir qualidade, além de definir os ferramentais a serem utilizados e relacionar as documentações entregáveis do processo de projeção.

Conforme destacado por Leusin (2018), é crucial incorporar ao planejamento do PEB não apenas o programa arquitetônico essencial, mas também os principais elementos, sejam eles de natureza técnica ou financeira, alinhados com os programas relacionados a instalações prediais, estrutura e demais requisitos essenciais para a elaboração do projeto BIM. Além disso, dentro do planejamento, é importante estabelecer diretrizes para a técnica construtiva aplicada, caracterizando o objeto de forma abrangente.

Neste sentido, o plano de execução visa otimizar a colaboração e integração das informações ao longo do ciclo de vida de um projeto, que inicia no processo de concepção do objeto a ser construído até a operação e manutenção. Assim, estabelecer as condicionantes dos autores e suas funções dentro do PEB desenvolvimento do projeto BIM, engrandece os aspectos da modelagem das informações para um projeto mais específico em cada fase com as atividades e dados relacionados.

Segundo a BibLusBIM (2022), um bom Plano de Execução BIM deve ser adequado a cada projeto em específico, mas é necessário observar algumas condicionantes essenciais para a identificação dos itens elaborado:

- Identificação dos objetivos e usos do BIM no projeto: é crucial descrever o potencial do BIM a ser explorado nesse contexto. Após a definição dos campos de aplicação do BIM, torna-se imperativo identificar os membros da equipe

responsáveis por cada um desses campos, especificando seus níveis de competência, experiência e habilidades.

- Identificar os entregáveis BIM: necessário reconhecer os produtos finais e documentos a serem gerados utilizando a metodologia BIM ao longo do projeto.
- Identificação das fases do processo BIM: Determinação das etapas do processo BIM, incluindo a modelagem das informações, e a definição clara de funções e responsabilidades de cada membro da equipe.
- Determinação da infraestrutura: estabelecimento dos requisitos de infraestrutura, como ferramentas, tecnologias e recursos, necessários para desenvolver um Plano de Execução BIM eficaz.
- Definição das regras para interoperabilidade: estabelecimento de diretrizes claras para a troca de informações entre as disciplinas envolvidas no projeto especificando o método para compartilhamento.



*Figura 17 - Plano de Execução BIM.  
Fonte BibLusBIM (2022)*

Assim, para que um Plano de Execução BIM (PEB ou PExBIM) ser relevante, é necessário que os requisitos das especificações de cada item forneçam informações substancial descrevendo os campos de aplicação do BIM para o projeto em questão. Estes dados devem identificar funções, responsabilidade, prazos, custo e forma de entrega, tanto do modelo BIM produzido, quanto dos documentos entregáveis. Deste modo, este documento é essencial para o acompanhamento do gerente e coordenador BIM.

## 4.2 PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO

Um programa de capacitação em BIM é uma iniciativa educacional destinada a fornecer treinamento e conhecimento em relação à metodologia BIM, que é amplamente utilizada na indústria da construção para melhorar o planejamento, projeto, construção e gerenciamento de edifícios e infraestruturas. Aqui estão os principais componentes de um programa de capacitação em BIM:

- **Objetivos de Aprendizado:** Determine os objetivos específicos de aprendizado que você deseja alcançar com o programa. Isso pode incluir a compreensão dos princípios do BIM, o domínio de ferramentas de software BIM, a aplicação de BIM em projetos reais e muito mais.
- **Público-Alvo:** Identifique o público-alvo do programa, como arquitetos, engenheiros, construtores, gerentes de projeto, estudantes ou profissionais da indústria da construção.
- **Conteúdo do Curso:** Desenvolva o conteúdo do curso, que pode incluir módulos sobre modelagem 3D, colaboração, gerenciamento de dados, análise de custos, planejamento, simulações, normas e regulamentos, entre outros.
- **Instrutores Qualificados:** Contrate instrutores ou formadores qualificados em BIM, com experiência prática e conhecimento em software BIM, como Autodesk Revit, ArchiCAD, Bentley MicroStation, ou outros.
- **Ferramentas e Software:** Certifique-se de que os participantes tenham acesso às ferramentas e software BIM necessários para o treinamento. Isso pode incluir licenças de software ou acesso a laboratórios de informática.
- **Metodologia de Ensino:** Determine a abordagem de ensino, que pode incluir aulas presenciais, aulas online, tutoriais em vídeo, exercícios práticos, estudos de caso e projetos de grupo.
- **Certificação:** Ofereça a possibilidade de certificação ou credenciais reconhecidas na área de BIM para os participantes que concluírem com sucesso o programa.



- Avaliação: Implemente métodos de avaliação para medir o progresso e a compreensão dos participantes. Isso pode incluir testes, projetos práticos e apresentações.
- Suporte pós-curso: Forneça suporte contínuo para os participantes após a conclusão do programa, incluindo acesso a recursos, comunidades online e oportunidades de aprendizado contínuo.
- Atualização: Mantenha o programa atualizado, uma vez que a tecnologia e as melhores práticas em BIM evoluem ao longo do tempo.
- Parcerias e Networking: Estabeleça parcerias com empresas e organizações da indústria da construção para criar oportunidades de networking e acesso a projetos reais de BIM.

Um programa de capacitação em BIM pode ser personalizado de acordo com as necessidades e recursos disponíveis, seja para indivíduos que desejam aprimorar suas habilidades ou para empresas que buscam capacitar sua equipe. É importante que o programa seja estruturado e abrangente, a fim de proporcionar aos participantes as habilidades necessárias para utilizar eficazmente o BIM em seus projetos e tarefas profissionais.

### **4.3 GESTÃO DE INFORMAÇÃO**

A gestão de informações desempenha um papel essencial no desenvolvimento de projetos com a metodologia BIM, uma abordagem inovadora que transformou a indústria da construção. Deste modo, é necessário aprimorar a criação e o controle de modelos 3D repletos de informações para todas as fases de um empreendimento, desde o planejamento até a operação, sendo possível estabelecer uma gestão sólida de informações, com foco em aspectos-chave relacionados à troca de dados e à interoperabilidade.

A modelagem e padronização desempenham um papel crucial, pois os modelos BIM representam todos os componentes de um projeto de construção em um ambiente digital

tridimensional. A adesão a padrões de modelagem estabelecidos por organizações como a extensão desenvolvida pela BuildingSMART<sup>3</sup> International é fundamental.

A escolha das plataformas e ferramentas de software BIM é igualmente importante, uma vez que muitos projetos envolvem equipes multidisciplinares. A interoperabilidade é a chave, garantindo que arquitetos, engenheiros e outros possam colaborar em um ambiente comum de dados.

De acordo com De Andrade (2012), a administração de dados nos sistemas BIM é o princípio central que viabiliza a colaboração em várias etapas do ciclo de projeto, simplificando a incorporação, extração e atualização de informações no modelo central do BIM. Com isso, a adoção do BIM oferece benefícios notáveis em termos de eficiência e economia de custos na construção. Isso se deve à sua capacidade de detectar discrepâncias, omissões e possíveis obstáculos no processo construtivo e suas implicações desde as fases iniciais do design, ao mesmo tempo em que aprimora as alternativas automatizadas para extrair dados quantitativos e para o planejamento.

Isso se deve pelo fato que permitir elaboração de padrões de troca de dados, como Industry Foundation Classes (IFC) e Construction Operations Building Information Exchange (COBie)<sup>4</sup>, facilitando a comunicação e a compreensão de informações entre sistemas BIM diferentes.

Esta gestão de informações desempenha um papel central na manutenção da organização e atualização de informações. Isso envolve a implementação de diretrizes para nomenclatura de arquivos, a estruturação de pastas e o controle de versões. Além disso, a colaboração e coordenação eficazes são essenciais para a troca de informações, facilitadas por verificações de interferências (clash detection) que identificam problemas e coordenam soluções de maneira eficiente, sendo possível gerenciar padronização dos documentos,

---

<sup>3</sup> BuildSmarth é uma organização que promove a padronização e a interoperabilidade com o objetivo de melhorar a acessibilidade, usabilidade, gerenciamento e sustentabilidade dos dados digitais na indústria de ativos construídos, promovendo o openBIM. Os processos openBIM podem ser definidos como informações compartilháveis do projeto que suportam uma colaboração perfeita para todos os participantes do projeto independente dos fornecedores de softwares.

<sup>4</sup> O COBie (Construction Operations Building Information Exchange) é um formato de dados padronizado que facilita a troca de informações de construção entre várias aplicações e plataformas BIM. Ele é apresentado como uma planilha eletrônica que contém detalhes sobre equipamentos, materiais, sistemas e componentes de construção, além de informações relacionadas à gestão de instalações e manutenção.

abrangendo desenhos, relatórios e especificações assegurando que todos os participantes do projeto possam ter informações simultâneas, coesas e seguras. (LEUSIN, 2018)

Além disso, para que haja segurança nas informações e proteção dos dados, é necessário estabelecer critérios de segurança a fim de evitar perda de informações nos projetos BIM. Neste sentido, a equipe de projeto, coordenadores e gestores BIM deve receber treinamento adequado para que o uso das ferramentas BIM seja usado da melhor forma possível, entendendo os princípios da gestão de informações dos modelos BIM para que não haja prejuízo no processo de projeção.

Assim, como o projeto em BIM tem uma equipe multidisciplinar ampla, a gestão dos dados permite que todos os integrantes da equipe possam colaborar de maneira mais eficiente, evitando erros e ofertando uma melhor qualidade em projeto. Isso se deve pelo fato de realizar a troca eficaz de informações em prol do sucesso no projeto BIM.

#### **4.4 AMBIENTE COMUM DE DADOS (CDE)**

Na metodologia BIM, o "Ambiente Comum de Dados" (Common Data Environment - CDE) é um componente fundamental para a colaboração eficaz e a gestão de informações em um projeto de construção. O CDE é essencial para permitir que todas as partes envolvidas compartilhem, acessem e gerenciem as informações de forma centralizada, garantindo a integridade, a precisão e a atualização contínua dos dados ao longo do ciclo de vida do projeto. Portanto, este ambiente é fundamental para promover a eficiência, reduzir erros, melhorar a coordenação e facilitar a tomada de decisões informadas em todas as fases do projeto, desde o planejamento até a operação e manutenção.

Trata-se de um sistema centralizado que serve como repositório seguro para armazenar, compartilhar e gerenciar todas as informações relacionadas a um projeto de construção. O CDE atua como um ponto de encontro para todas as partes envolvidas no projeto, permitindo a colaboração eficiente e a troca de informações em tempo real.

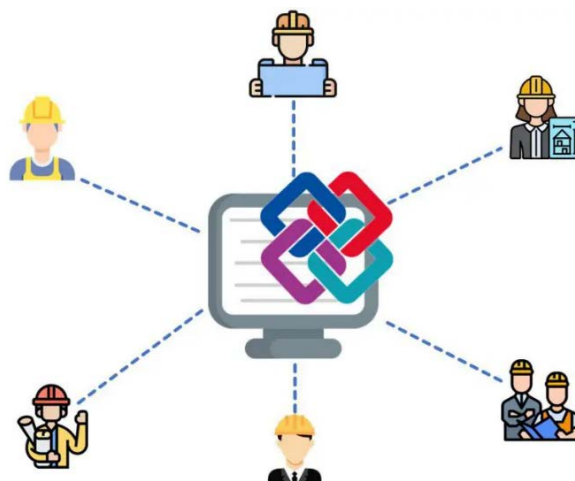


Figura 18 - Infográfico de Ambiente Comum de Dados.  
Fonte: BibLusBIM (2023)

Dentro do CDE, as informações são organizadas e estruturadas de maneira a facilitar o acesso e a atualização por diferentes membros da equipe, bem como por outras partes interessadas, como proprietários, empreiteiros e consultores. Para Leusin (2018), ele ajuda a manter a integridade e a consistência dos dados, controlando as versões e garantindo que todos estejam trabalhando com as informações mais atualizadas.

O Ambiente Comum de Dados é crucial para promover a transparência, minimizar erros e conflitos, e otimizar a eficiência em todo o ciclo de vida do projeto. Além disso, contribui para a conformidade com os padrões de troca de informações em BIM e com regulamentos de segurança de dados, garantindo a segurança das informações do projeto.

## 4.5 CADERNO DE REQUISITOS

O Caderno de Requisitos BIM é um documento essencial no contexto de projetos que adotam a metodologia BIM (Building Information Modeling). Sua importância reside na função de definir claramente as diretrizes e critérios que devem ser seguidos ao longo de todo o ciclo de vida de um projeto. Ele atua como um guia que estabelece as expectativas do cliente, das partes interessadas e dos envolvidos no projeto em relação à implementação e ao uso do BIM.

Stradiotto (2018) argumenta que os cadernos BIM, guias e manuais, são essenciais para estejam definidos os procedimentos necessários na apresentação de projeto em BIM

por prestadores de serviço que remetem seus entregáveis aos poderes públicos a fim de submeter análise juntos aos órgãos competentes.

Este documento desempenha vários papéis cruciais no gerenciamento e coordenação de projetos BIM. Em primeiro lugar, especifica as expectativas de modelagem, definindo o que deve ser entregue por meio de modelos BIM, incluindo os níveis de detalhe (Nd) e as informações necessárias (Ni). Além disso, promove a padronização ao estabelecer normas para a nomenclatura de elementos, a classificação de objetos, a definição de propriedades e a organização de modelos. Essa padronização é vital para garantir a consistência e a interoperabilidade entre as diferentes disciplinas e equipes envolvidas no projeto.

O Caderno de Requisitos BIM também desempenha um papel importante na gestão de dados, definindo como as informações devem ser organizadas, compartilhadas, atualizadas e controladas. Isso é essencial para evitar conflitos e garantir que as informações sejam confiáveis e atualizadas ao longo do projeto.

Outro aspecto crítico é a coordenação eficiente, uma vez que o Caderno de Requisitos BIM define as regras para identificar e resolver conflitos nos modelos. Essa coordenação eficaz é fundamental para prevenir erros, omissões e garantir que o projeto siga de acordo com o planejado, economizando tempo e recursos.

Neste sentido, o Caderno de Requisitos BIM facilita a comunicação entre as partes envolvidas, garantindo que todos compreendam as necessidades e diretrizes do projeto. Ele ajuda a estabelecer critérios de aceitação e métricas de desempenho que devem ser atendidos, contribuindo para a garantia da qualidade ao longo do projeto.

Sendo assim, o Caderno de Requisitos BIM é um pilar fundamental para a implementação bem-sucedida do BIM em um projeto, proporcionando uma base sólida para uma colaboração eficaz, coordenação precisa e gerenciamento de informações, resultando na entrega bem-sucedida de projetos BIM de alta qualidade.

## **4.6 PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO**

Um plano de implementação BIM é um documento estratégico detalhado que descreve as etapas e diretrizes para adotar e integrar com êxito a metodologia BIM em uma organização ou projeto. Este plano é essencial para garantir que a transição para o BIM

seja conduzida de maneira eficaz e para que os benefícios dessa abordagem sejam plenamente realizados.

O plano começa com a definição de objetivos claros e uma justificativa para a implementação do BIM. Os objetivos podem abranger a melhoria da eficiência, a redução de custos, o aumento da qualidade do projeto, o fortalecimento da colaboração e o cumprimento de requisitos regulatórios.

Callegari (2007) pontua que a estratégia de implementação é baseada no princípio de viabilizar a aplicação da tecnologia BIM como meio de impulsionar a melhoria dos recursos tecnológicos da organização e seus processos de modo a gerar uma evolução constante nos métodos e aplicações existente, ou até mesmo uma nova sistemática de produção de projetos. Deste modo, o objetivo é alcançar o potencial máximo dos ferramentais computacionais promovendo avanço na evolução das tecnologias, bem como oportunizar aprimoramento tecnológico nos níveis de entendimento para produção de projetos dentro de um processo multidisciplinar tornando-o mais eficazes e eficientes.

Neste sentido, o gerenciamento e coordenação de equipe requer mais atenção e controle por parte dos gestores, pois as diretrizes implementadas para o BIM na organização devem estar alinhadas com a equipe de trabalho. Assim, a equipe é fundamental para o sucesso da implementação, e suas responsabilidades devem estar claramente definidas no plano de implementação.

Os padrões e normas BIM devem estar definidos e identificados neste planejamento de modo a garantir a conformidade e consistência nas práticas de modelagem e colaboração, bem como relatar a seleção das ferramentas de software BIM e sua compatibilidade com os padrões definidos, que pretende alinhar a tecnologia BIM aos objetivos do projeto.

Neste planejamento devem estar abordados sobre as diferentes disciplinas envolvidas no processo de projeto, como arquitetura, engenharia e construção, colaborarão no ambiente BIM, incluindo também o compartilhamento de modelos, a troca de informações e os fluxos de trabalho integrados.

Este documento estabelece diretrizes abrangentes para a criação e manutenção de modelos BIM, delineando aspectos como níveis de detalhe, informações a serem incorporadas e procedimentos de revisão e atualização. A coleta e compartilhamento de

dados são estrategicamente planejados para assegurar a integridade e rastreabilidade das informações ao longo do ciclo de vida do projeto, bem como, e de modo adicional, dados relevantes devem ser passíveis de verificação afim de avaliar as melhorias envolvidas em prol da compreensão das partes favorecendo o sucesso do BIM.

No entanto, um plano de implementação BIM é um guia estratégico que aborda todos os aspectos críticos necessários para garantir o sucesso na adoção da metodologia BIM em uma organização ou projeto. Ele serve como uma bússola, garantindo que a transição para o BIM seja bem-sucedida e que seus benefícios sejam plenamente aproveitados.

## **4.7 GERENCIAMENTO E COORDENAÇÃO EM BIM**

O gerenciamento de projetos em BIM é uma abordagem que visa otimizar o processo de construção através da modelagem virtual do edifício. Dentro deste processo é possível visualizar etapas de projeto, construção e operação do edifício, e é baseado em um modelo digital que contém informações detalhadas sobre todos os aspectos da construção, incluindo geometria, materiais, sistemas mecânicos, elétricos, hidráulicos, entre outros.

Com o objetivo de fornecer uma melhor compreensão e visualização do projeto de construção e permitindo uma melhor coordenação e colaboração entre as equipes envolvidas no projeto, o BIM busca nos softwares específicos a função de que conter a possibilidade de apontamentos de informações contidas no modelo digital, para que seja viável o compartilhamento facilitado entre os membros da equipe, permitindo que as alterações sejam feitas rapidamente e de forma colaborativa.

Apesar de o modelo 3D ser a parte mais visível do BIM, mesmo sendo um equívoco limitar o BIM ao 3D, os processos do BIM são muito mais complexos, mesmo sendo o BIM um modelo tridimensional. Embora a base de tudo seja dum modelo BIM, este se caracteriza por desempenhar uma série de funções que vão além da representação 3D. Ele é constituído por "objetos virtuais", representações digitais que integram geometria e informações sobre o uso, com regras paramétricas que regulam a sua aplicação nos projetos. (Leusin, 2021)

Além disso, o gerenciamento de projetos em BIM também permite a análise do desempenho do edifício em diversas etapas do projeto, desde o conceito até a operação.

Com a utilização de ferramentas de simulação e análise, é possível identificar problemas e encontrar soluções antes da construção física do edifício, reduzindo assim os custos e os riscos associados a esses problemas.

Outra vantagem do gerenciamento de projetos em BIM é a redução de erros e retrabalhos, uma vez que todas as informações são armazenadas em um único modelo digital e podem ser acessadas e atualizadas por todos os membros da equipe. Isso permite que o projeto seja executado de forma mais eficiente, economizando tempo e recursos.

Uma das principais vantagens do BIM é a capacidade de criar um modelo virtual 3D do edifício, que contém informações detalhadas sobre todos os aspectos do projeto, incluindo a geometria, a estrutura, os sistemas mecânicos, elétricos, hidráulicos, entre outros. Esse modelo digital pode ser compartilhado facilmente entre as equipes envolvidas no projeto, permitindo uma melhor coordenação e colaboração entre elas.

Outra vantagem importante do BIM é a possibilidade de realizar análises de desempenho do edifício em diferentes fases do projeto. Com o uso de ferramentas de simulação e análise, é possível testar diferentes cenários e identificar problemas antes mesmo da construção física do edifício. Isso ajuda a reduzir os custos e os riscos associados a problemas que só seriam identificados durante a construção.

O BIM também oferece a possibilidade de fazer um planejamento detalhado da construção, permitindo uma melhor gestão dos recursos e do tempo de construção. Com a utilização de softwares específicos de gerenciamento de projetos em BIM, é possível planejar a sequência das atividades, definir o cronograma, o orçamento e as metas de desempenho do projeto.

Além disso, o BIM também pode ajudar a melhorar a comunicação com os clientes e as partes interessadas no projeto. Com o modelo digital, é possível apresentar uma visão mais clara e detalhada do projeto, facilitando a compreensão e a tomada de decisões. Também é possível criar visualizações em tempo real do modelo, o que ajuda a envolver os clientes e as partes interessadas no processo de construção.

Por fim, é importante destacar que o gerenciamento de projetos em BIM não é apenas uma abordagem tecnológica, mas também uma abordagem colaborativa e integrada. É necessário um esforço conjunto de todas as equipes envolvidas no projeto para que o BIM



seja bem-sucedido. É preciso uma mudança de cultura e de mentalidade para adotar essa abordagem, o que pode levar algum tempo e esforço, mas os resultados valem a pena.

#### 4.7.1 GESTOR E COORDENADOR BIM

A implementação do BIM tem sido uma grande transformação na indústria da construção, oferecendo vantagens significativas em termos de eficiência, qualidade e sustentabilidade em todas as fases do processo de construção. Nesse sentido, o papel do gestor BIM é crucial, pois é responsável pela coordenação e gerenciamento de todas as atividades BIM no processo de projeto. Este artigo discute as competências, requisitos e responsabilidades do gestor BIM, com base em referências e pesquisas recentes.

O gestor BIM, ou gerente BIM como alguns também nomeiam, deve possuir habilidades técnicas, gerenciais e de liderança. De acordo com Gursel et al. (2019), as competências técnicas deste personagem no processo BIM incluem conhecimentos avançados em modelagem BIM, compreensão dos princípios de interoperabilidade, colaboração e coordenação de projetos, além de familiaridade com as normas e diretrizes BIM.

A capacidade de gerenciar conflitos, tomar decisões informadas, liderar equipes e gerenciar recursos de maneira eficiente devem ser atributos fundamentais na gestão do projeto, nas quais suas competências de liderança incluem habilidades de comunicação, motivação e engajamento de equipes multidisciplinares. (EASTMAN et al., 2011)

Assim, o gestor BIM deve ter formação em arquitetura, engenharia ou tecnologia da informação, com conhecimentos sólidos em processos de projeto e construção, além de experiência em coordenação de projetos. De acordo com Gursel et al. (2019), este profissional também deve possuir certificações em BIM, como a Certificação Profissional BIM (CPBIM) ou a Certificação de Modelagem de Informações de Construção (CM-BIM), porém no Brasil isso não tem sido uma pauta importante dentro de empresas, escritórios e corporações.

Além dessas competências, as responsabilidades incluem a coordenação de todos os aspectos do processo BIM, incluindo a criação e manutenção do modelo BIM, a coordenação das informações entre as diversas disciplinas, a garantia da qualidade do

modelo e a criação de procedimentos de gestão de dados BIM. O gestor BIM também é responsável pela identificação e solução de problemas de coordenação, bem como pela elaboração de relatórios de progresso e desempenho. (EASTMAN et al., 2011)

Deste modo, o gestor BIM é uma figura crucial para a implementação bem-sucedida do BIM no processo de projeto, coordenando todas as atividades BIM no processo de projeto, garantindo a qualidade do modelo, a coordenação entre as disciplinas e a gestão dos dados BIM, bem como o cuidado na implementação bem-sucedida do BIM dentro da infraestrutura da organização.

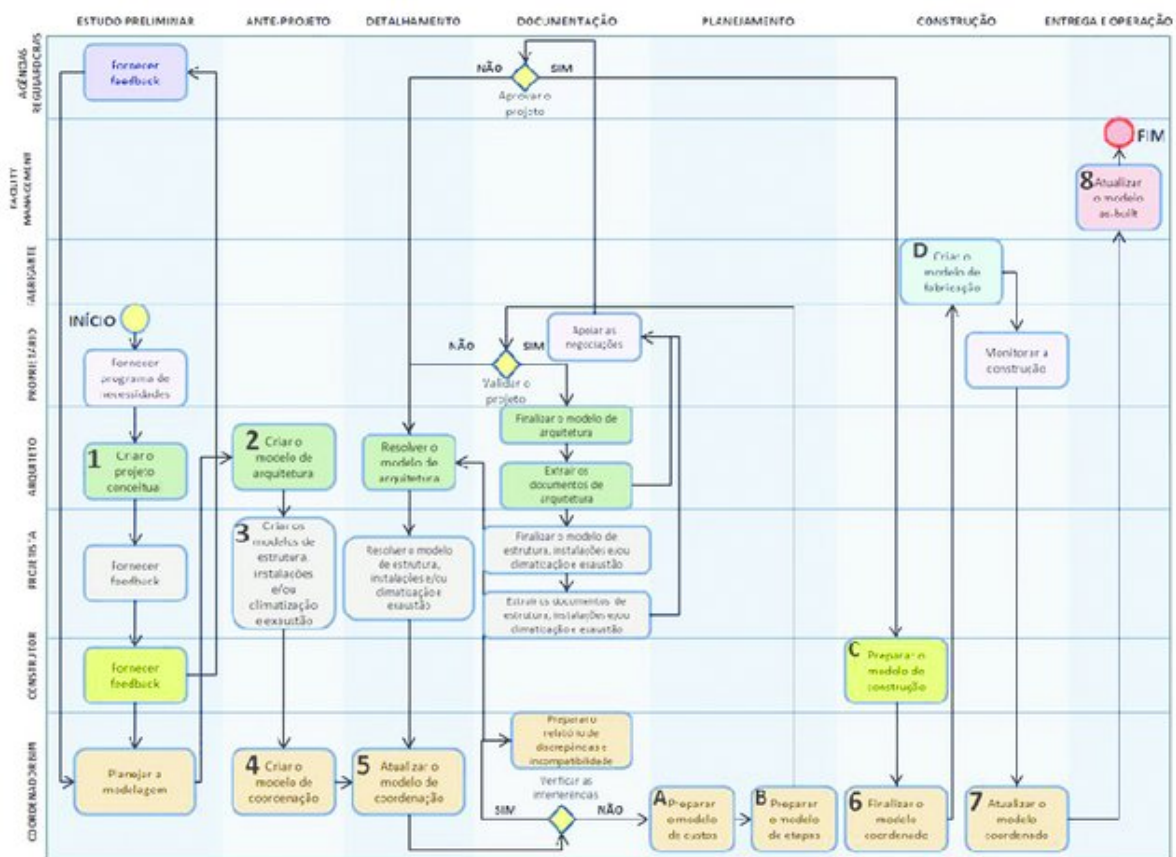


Figura 19 - Fluxo BIM em arquitetura.  
Fonte: Barison & Santos (2016)

Barison & Santos (2016) relatam que no modelo norte-americano, o arquiteto é responsável por gerenciar todo o fluxo de trabalho BIM desde o início do projeto, com supervisão do coordenador BIM. No entanto, no Brasil, um fluxo de trabalho BIM diferente está emergindo, no qual o proprietário (incorporadora/cliente) designa um coordenador de projetos para interagir com as equipes, fornecer informações, fazer revisões no projeto e

acompanhar a obra. O papel de Gerente BIM pode ser desempenhado por um consultor BIM terceirizado contratado. Cada escritório de projetos teria um gerente do modelo (gestor BIM) para o projeto, que estabeleceria as diretrizes e padrões de modelagem de sua disciplina. O processo ideal de desenvolvimento de um modelo BIM no Brasil, considerando modelos federados, pode ser dividido em oito etapas, representado pela Figura 19.

## 5 PRINCÍPIOS DO PROCESSO BIM

### 5.1 FLUXO DO PROJETO EM BIM

O fluxo de trabalho tradicional ocorre de forma distribuída, no qual cada especialista (estrutural, elétrico, hidráulico, arquetônico, dentre outros) desenvolve sua competência no projeto de forma independente. Desta forma, o controle do projeto é deficiente e leva à reorganização, informações inconsistentes, incompatibilidade, falta de dinamismo, etc. O trabalho BIM ocorre de forma integrada, através de modelos paramétricos, no qual especialistas podem trabalhar em conjunto, dando a conhecer incompatibilidades nas fases iniciais de cada fase. A Figura 20 mostra uma representação de organizações tradicionais e BIM para o fluxo de trabalho.

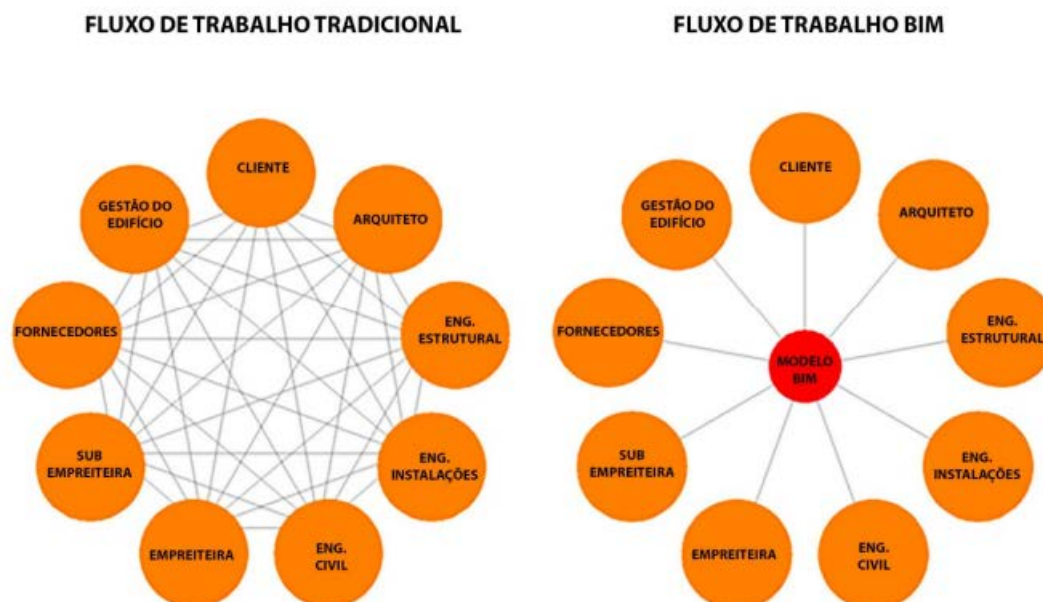


Figura 20 - Fluxo de trabalho.  
Fonte: Adaptado Flach (2017)

No fluxo de trabalho em modo tradicional gera uma quantidade maior de troca de informações ponto a ponto, ou seja, cada disciplina deve ser preparada e encaminhada a cada profissional da equipe de projeto, sendo necessária uma maior coordenação e atenção dos arquivos e suas versões, motivando a condução direta do arquivo de cada autor (projetista, gestor, gerente, diretor e etc) para que seja possível breve análises das informações do objeto de projeto. Se observarmos a solução gráfica desenvolvida

reparamos em um arquivo central capaz de absorver as informações plantadas e desenvolvidas pelos atores de cada disciplina envolvida, e as mesmas acontecem de forma a colaborar e, de forma mais rápida, transmitir as informações para um modelo de projeto.

A necessidade de trabalho colaborativo é essencial para produção de elementos e projeto BIM. argumenta que os profissionais projetistas das disciplinas a ser concebida devem trabalhar de forma integrada identificando os valores de cada especificidade no conjunto edificado virtualmente, e assim ela precisa ser produzida de maneira global garantindo uma boa comunicação entre os projetistas, evitando o desgaste de falhas em projetos, e em consequência equívocos de projeto in loco no canteiro de obras, deixando os executores e fiscais de obras com uma tarefa árdua de corrigir os equívocos não racionados antes da construção. (SANTANA, 2009)

A utilização de programas computacionais que possibilitam a modelagem 3D facilita por assessorar na criação de projetos com informações aprofundadas, podendo reduzir o custo total do projeto além de ofertar uma entrega documental mais qualificada.

No projeto colaborativo com interoperabilidade bem estabelecida e com compatibilizado das informações bem coordenada, é possível gerar um modelo tridimensional mais robusto com qualidade final mais apurada, além de permitir verificações automáticas previamente estruturada nos softwares com atendimento dos requisitos normativos, evitando os equívocos projetuais, e em consequência má execução dos serviços nas instalações de obra. Diante disso, o projeto tridimensional ganha um elevado patamar e fornece ao executor de obra um grau de detalhamento elevado, fazendo com que a interpretação pertinente e de fácil leitura, além de contribuir para a redução de desperdício de materiais e tempo na execução.

### 5.1.1 PROCESSO TRADICIONAL DE PROJETOS

A adoção de softwares CAD em substituição aos métodos tradicionais de lápis e papel trouxe uma metodologia de trabalho mais eficiente e melhor tratamento de projetos. Esses sistemas usam vetores de coordenadas para inserir elementos como linhas, pontos e textos em um espaço virtual com precisão matemática. Embora tenham evoluído ao longo dos anos, passando de objetos em duas dimensões para superfícies e sólidos em três dimensões, a forma de projetar não foi alterada de forma significativa. Essa mudança foi

mais uma transferência das ferramentas de desenho para o computador, o que reduziu erros, tempo de dedicação e proporcionou maior facilidade na aplicação de alterações necessárias, sem modificar o resultado final da representação.

No método convencional de elaboração de projetos as interfaces ocorrem predominantemente de forma unidirecional, ou seja, as informações são produzidas e transmitidas somente após a formulação como base para a próxima etapa, tornando o processo sequencial e alongado. (FABRICIO; MELHADO, 1999)

Dentro do processo de projeto tradicional as entregas são realizadas de modo cronológica, por meio de uma sequência lógica considerando as etapas projetuais necessária para a elaboração de projetos. Assim, as fases estudo preliminar, anteprojeto, projeto executivo, dentre outros, ocorrem passo a passo, não colaborando com comunicação e colaboração entre os envolvidos.



Figura 21 - Etapas de projeto.  
Fonte: MPDFT (2020)

Neste contexto, Fabricio & Melhado (1999) reforça a importância que em muitos projetos acabam priorizando a definição do produto, sem levar em conta as implicações em relação à sua produção, e assim, conseqüentemente, as especificações e detalhamentos do produto tendem a ser incompletos, inconsistentes e incompatíveis, o que muitas vezes resulta em mudanças e ajustes improvisados durante a execução da obra.

O mesmo autor ainda aponta que os projetos acabam sendo orientados para a definição do produto sem considerar adequadamente a forma e as implicações quanto à produção das soluções adotadas. Mesmo assim, é comum que as especificações e detalhamentos de produto sejam incompletas, falhas e incompatíveis e acabem tendo que

ser modificadas ou resolvidas durante a obra, quando a equipe de produção decide amadoristicamente sobre características e especificações do edifício não previstas em projeto.

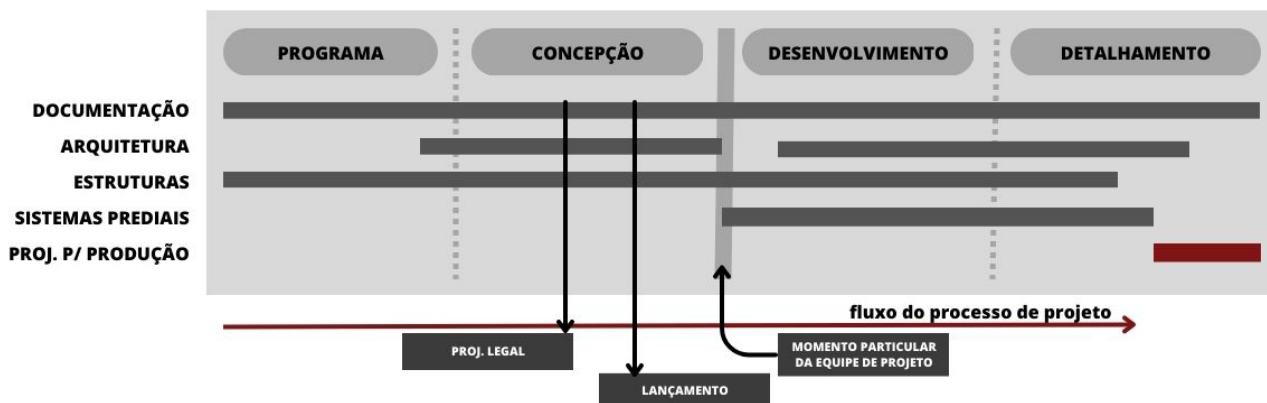


Figura 22 - Esquema genérico de um processo de projeto tradicional.  
Fonte: Adaptado de Fabricio & Melhado (1999)

Com o modo linear dos projetos tradicionais, é notória que a fase de concepção do edifício ocorre de forma separada do desenvolvimento do projeto, ou seja, a atuação do arquiteto ocorre previamente e com reduzida interação com os demais projetistas e com o pessoal da obra. Muitas vezes, somente após a etapa de lançamento, é feita a contratação dos demais projetistas que irão participar do desenvolvimento do projeto, conforme Figura 22.

Neste processo fragmentado e sequencial, a possibilidade de colaboração entre projetistas é bastante reduzida e problemática, uma vez que a proposição de modificações por um projetista de determinada especialidade implica na revisão de projetos já mais amadurecidos de outras especialidades significando enormes retrabalhos ou até mesmo o abandono de projeto inteiros.



Figura 23 - Projeto tradicional.  
Fone: (CATELANI, 2016a)

O argumento de Catelani (2016a) sobre as atividades de projeto com condutas tradicionais de gestão de projeto aponta para uma sistemática pouco colaborativa, e ainda reforça a ideia de que o BIM conduz consigo uma nova maneira de produção de projetos com foco em projeto integrado, detalhando uma melhor conceituação em trabalhos colaborativos.

### 5.1.2 PROCESSO INTEGRADO

O processo integrado do projeto em BIM envolve a colaboração e integração de várias disciplinas ao longo do ciclo de vida do projeto, desde o planejamento até a construção e operação da edificação. Isso é possível devido à natureza digital do BIM, que permite que diferentes profissionais trabalhem em um modelo 3D compartilhado e atualizem as informações em tempo real.

Na busca de um processo que almeja o aperfeiçoamento na qualidade de projeto de um objeto construído, deve iniciar com o estabelecimento de objetivos claros e a definição de requisitos específicos. Porém, os diferentes profissionais envolvidos (arquitetos, engenheiros, projetistas, entre outros) necessitam trabalhar em conjunto para criar um modelo BIM preciso e completo que reflita todas as informações do projeto.

Durante o processo de criação do modelo BIM, os diferentes profissionais trabalham em suas próprias disciplinas para criar e inserir informações relevantes, como o projeto estrutural, as instalações elétricas e hidráulicas, a iluminação e o paisagismo, entre outros aspectos. Essas informações são então combinadas em um único modelo digital, que



permite a detecção de possíveis conflitos ou erros, como problemas de interferência entre as diferentes disciplinas.

No contexto do projeto BIM, a engenharia simultânea é aplicada de forma a garantir a integração e coordenação das diversas disciplinas envolvidas no projeto, tais como arquitetura, estrutura, instalações e outras. O uso do modelo 3D BIM permite que as diversas disciplinas possam trabalhar de forma integrada e simultânea, compartilhando informações e reduzindo conflitos e inconsistências no projeto.

O processo integrado em BIM também permite que as alterações no projeto sejam atualizadas em tempo real, evitando a perda de informações ou o retrabalho. Além disso, o modelo digital pode ser usado para análise e simulação, permitindo que os profissionais avaliem diferentes cenários e tomem decisões informadas.

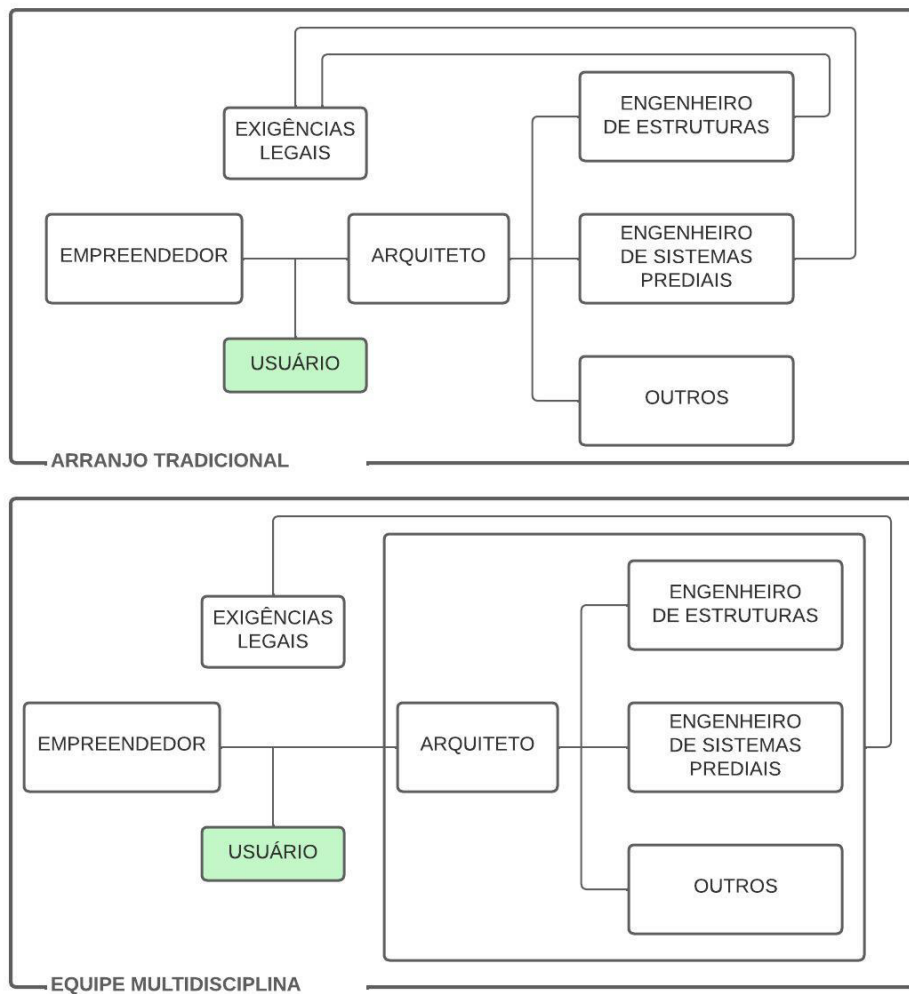


Figura 24 - Arranjo - Tradicional de Projetos X Engenharia Simultânea.  
Fonte: Adaptado MPDFT (2020)

Assim, o processo integrado em BIM é um avanço significativo em relação aos processos tradicionais de projeto, pois permite uma colaboração mais estreita entre os diferentes profissionais envolvidos e ajuda a garantir que todos trabalhem em conjunto para atingir os objetivos do projeto.

Como tratativa no conceito BIM, Wilton Catelani (2016) desenvolveu uma linha do tempo que demonstra um fluxo mais coeso com trabalho colaborativo, ilustrando como a participação dos integrantes e agentes membros da equipe possam desenvolver suas contribuições em cada etapa do ciclo de vida de construção, elucidada no gráfico da Figura 25.



Figura 25 - Projeto Integrado.  
Fonte: Catelani (2016a)

Assim, embora o BIM ofereça muitas vantagens na gestão e gerenciamento de projetos, Catelani (2016) avigora que há lacunas que precisam ser abordadas para maximizar seus benefícios e minimizar seus impactos negativos, principalmente para apoio à integração das disciplinas dentro do projeto de projeto. A superação dessas lacunas exige esforços contínuos de treinamento, padronização, interoperabilidade e investimentos em hardware e software, sempre com o foco para abordar e fomentar o método BIM com busca de integração dos agentes, item fundamental na implementação.

## 5.2 FLUXO DE TRABALHO BIM

O fluxo de trabalho BIM é um processo colaborativo de gestão de projetos de construção que utiliza tecnologia para criar e gerenciar informações digitais detalhadas

sobre um edifício ou estrutura. É uma metodologia que permite a criação de modelos 3D que contêm informações sobre todas as partes de um projeto de construção, incluindo arquitetura, estrutura, instalações elétricas, hidráulicas e mecânicas.

A importância do fluxo de trabalho BIM é que ele fornece um meio mais eficiente de gerenciar projetos de construção. Ele permite que as equipes de projeto trabalhem de forma colaborativa em um ambiente virtual compartilhado, compartilhando informações em tempo real. Isso ajuda a reduzir erros, conflitos e retrabalho, e permite que os projetos sejam concluídos mais rapidamente e com mais precisão.

Além disso, o fluxo de trabalho BIM pode ajudar a melhorar a comunicação entre os membros da equipe do projeto e com os clientes. Ele fornece informações detalhadas e precisas sobre cada aspecto do projeto, permitindo que todos os envolvidos entendam completamente o que está sendo construído. Isso pode ajudar a evitar problemas de comunicação e a garantir que as expectativas do cliente sejam atendidas.

Outra vantagem do fluxo de trabalho BIM é que ele permite a simulação e a análise de diferentes cenários de projeto. Isso significa que os projetistas podem testar diferentes opções de design e materiais, e avaliar o desempenho do edifício em termos de eficiência energética, sustentabilidade e segurança. Isso pode levar a projetos mais inovadores e eficientes.

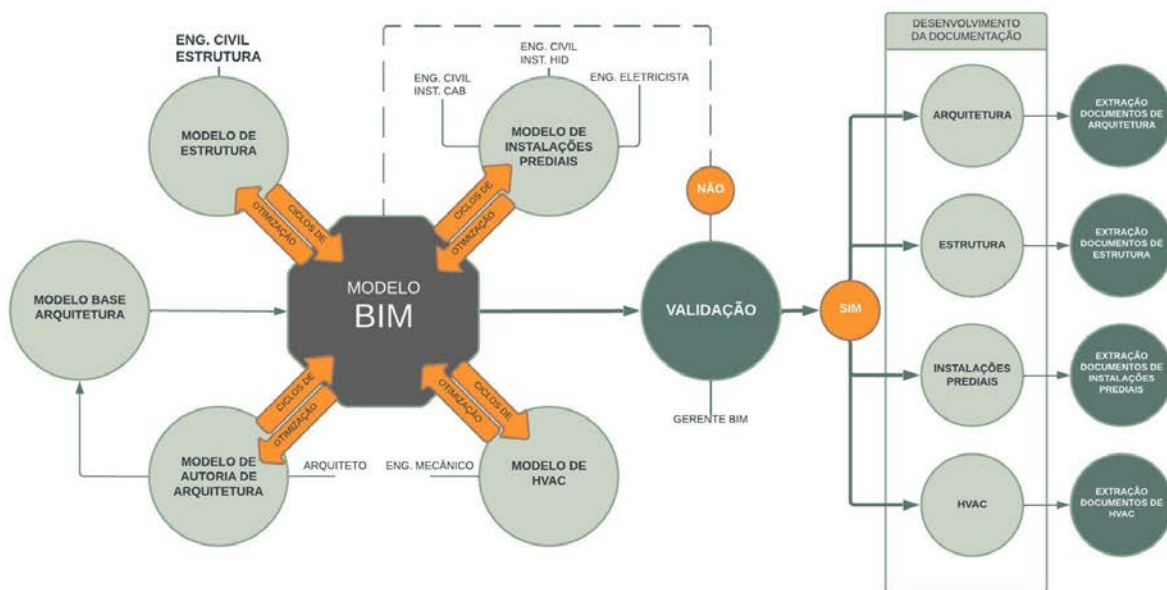


Figura 26 - Fluxo básico de projeto.  
 Fonte: Adaptado ABDI (2017) pelo Autor

De acordo com as diretrizes da ABDI (2017a), o processo de projeto BIM segue uma abordagem diferente daquela utilizada tradicionalmente, em que os diferentes participantes analisam o projeto com base em desenhos 2D que são constantemente ajustados e corrigidos até que sejam solucionados todos os conflitos e se atinja uma solução satisfatória. Em vez disso, no BIM, o foco está no modelo virtual da construção, em que a coordenação e otimização da solução são centralizadas, como mostra a Figura 26.

Por fim, o fluxo de trabalho BIM pode ajudar a melhorar a gestão de custos e prazos. Ele permite que as equipes de projeto gerenciem os orçamentos e cronogramas em tempo real, ajustando-os conforme necessário à medida que o projeto progride. Isso pode ajudar a evitar atrasos e custos extras, garantindo que os projetos sejam entregues dentro do prazo e do orçamento.

### **5.3 MAPA DE PROCESSO**

Um mapa de processo BIM é uma representação gráfica que descreve os fluxos de trabalho e as interações entre as diversas etapas de um projeto que utiliza a metodologia BIM. Esse mapa é uma ferramenta útil para visualizar e gerenciar a complexidade do processo BIM, desde a concepção até a operação do edifício.

O mapa de processo BIM geralmente é composto por blocos ou caixas que representam as atividades ou etapas do processo. As conexões entre os blocos representam as interações entre as etapas. Por exemplo, um bloco pode representar a modelagem BIM, enquanto outro pode representar a coordenação de projetos. A conexão entre esses dois blocos indica que a modelagem BIM é uma entrada para a coordenação de projetos.

O mapa de processo BIM pode incluir várias etapas, como planejamento, projeto, construção, operação e manutenção. Também pode incluir atividades adicionais, como a coordenação de projetos, a gestão de informações, a análise de desempenho, a simulação e a visualização.

O mapa de processo BIM ajuda a identificar pontos de atraso ou gargalos no processo e ajuda a otimizar o fluxo de trabalho para maximizar a eficiência e a produtividade. Também pode ser usado como uma ferramenta de comunicação para garantir que todos

os membros da equipe tenham uma compreensão clara do processo e de suas responsabilidades em cada etapa.

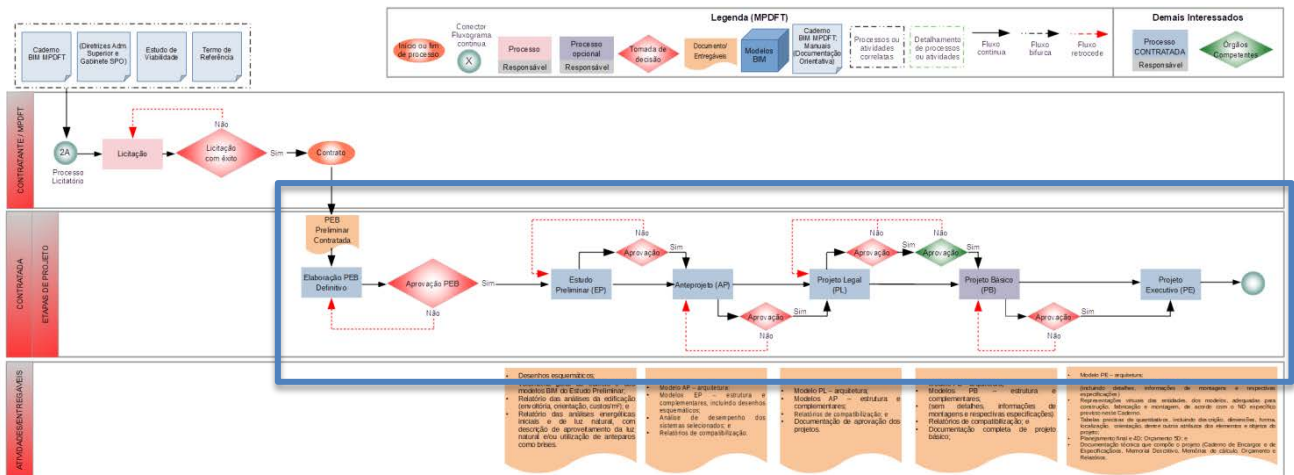


Figura 27 - Fluxo das etapas de projeto.  
Fonte: Caderno MPDFT (2020)

O manual do MPDFT (2012) sugeri que a responsável pela contratação, seja ela empresa pública ou privada, deverá realizar um mapa de processo com a descrição do fluxo de trabalho a ser realizado, aliado aos eventos do processo BIM relacionados, conforme sugerido pela Figura 27. Sendo assim, a definição dos usos do BIM, cronogramas, intercâmbio de dados e informações e matriz de responsabilidade devem ser pauta das tratativas iniciais, como assinatura e contratação, e a mesma questão deve ser aplicada ao processo de elaboração dos modelos, considerando controle de qualidade, checagem de interferências, entregáveis, planejamento, extração de quantitativos e orçamento.

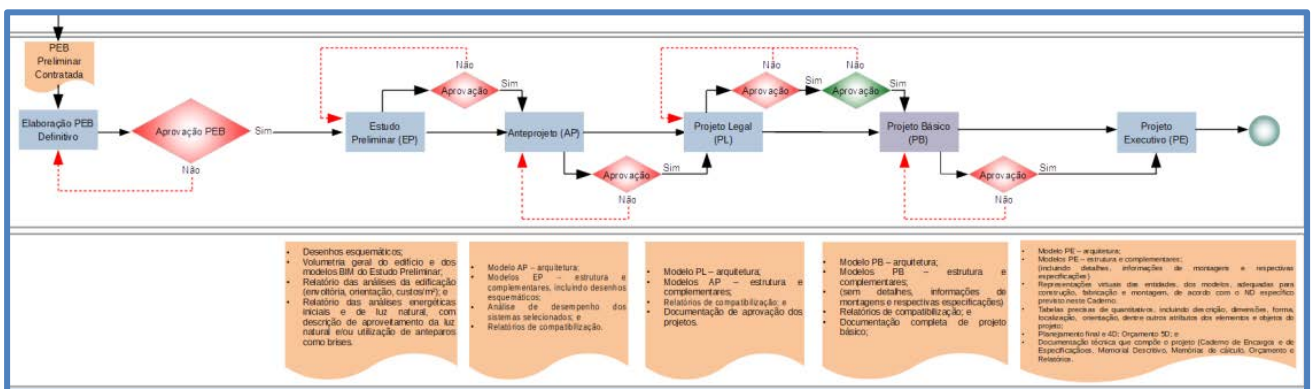


Figura 28 - Recorte da etapa projeto - Fluxo das etapas de projeto.  
Fonte: Caderno MPDFT (2020)

Desde o Plano de Execução BIM<sup>5</sup> até a entrega da documentação final de execução definida como projeto executivo, segundo o Caderno BIM do MPDFT (2020), as etapas de projeto são bem definidas e informam a “sequência” de validações e cumprimento de etapas graficamente representado pela Figura 28.

## 5.4 LOD/ND – CONFORME ETAPA DE PROJETO

O objetivo do LOD ou ND em BIM é determinar a quantidade, confiabilidade e clareza das informações em um determinado estágio do projeto, as quais são utilizadas para o planejamento, orçamento, execução e manutenção da construção. Ao iniciar a discussão de um projeto em BIM, é fundamental que todos os envolvidos tenham uma compreensão clara do nível em que o projeto será elaborado, pois isso é o que levará ao produto final e a um projeto detalhado e claro em todas as disciplinas.

O ND é composto por 5 níveis - 100, 200, 300, 400 e 500 - e, em alguns casos, podem existir níveis intermediários que estabelecem metas para alcançar o próximo nível, dependendo do padrão de trabalho de cada empresa.

Segundo Manzione (2013) diz que o LOD está associado há diversos usos dentro da metodologia BIM, como planejamento, custos, cumprimento de programa e não somente as questões de geometrias e informações intrincas. Sendo assim, a precisão geométrica do modelo e suas informações não geométricas estão ligadas ao modelo e suas características, ainda mais quando tratamos do nível de desenvolvimento do objeto construído.

Em sua tese, o mesmo autor elenca os níveis de desenvolvimento do modelo BIM com as etapas projetuais que especifica as definições de usos BIM para cada nível de projeto, conforme demonstrado na Figura 29

---

<sup>5</sup> Plano de Execução BIM – PEB ou PExBIM - O plano de execução BIM é um documento que descreve como um projeto será executado utilizando a metodologia BIM (Building Information Modeling). Ele define o nível de detalhamento (LOD), os softwares e tecnologias que são utilizados, as entregas previstas, a forma de colaboração entre as equipes, entre outros aspectos. O plano de execução BIM é o primeiro passo para a utilização do BIM em um projeto e é importante para garantir a eficiência e qualidade da execução do projeto.

| Níveis de Desenvolvimento - Especificação e Usos do BIM |  |   |  |  |  |
|---|--|---|--|--|--|
| Níveis >  | 100  | 200   | 300  | 400  | 500  |
| Conteúdo do Modelo                                      | Conceitual   | Geometria aproximada  | Geometria precisa  | Execução - fabricação  | As-built   |
| Projeto e Coordenação                                   | Estudos de massa, volumes, zonas, modelados em 3 dimensões ou representados por outros dados | Os elementos são modelados de forma genérica e aproximadas de suas dimensões, peso, quantidades, orientação e localização. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo | Os elementos são modelados de forma precisa e exata de suas dimensões, peso, quantidades, orientação e localização. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo | Os elementos são modelados com o objetivo de montagem, de forma precisa e exata de suas dimensões, peso, quantidades, orientação e localização contendo o detalhamento completo de fabricação e montagem. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo | Os elementos são modelados conforme construídos com informações precisas e exatas das dimensões, peso, quantidades, orientação e localização. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo |

Figura 29 - Tabela do nível de desenvolvimento do modelo BIM.  
Fonte: Manzione (2013)

Neste sentido, os níveis de detalhamento do projeto em BIM podem ser definidos e correlacionados para uma gestão dinâmica e colaborativa, sempre em consonância as relações de equipes multidisciplinares e simultâneas nas atividades de elaboração de projetos.

A gestão de projeto no âmbito da construção por método BIM contém requisitos a serem apuradas e trabalhadas. Estes requisitos seguem as percepções relacionais do nível de projeto desde a concepção de projetos, definição, identificação e solução de interfaces até o pós-entrega do projeto. Estas correlações alinham os níveis de detalhamentos das especificidades de cada disciplina envolvida com o grau necessário para o desenvolvimento, graficamente representada na Figura 30.

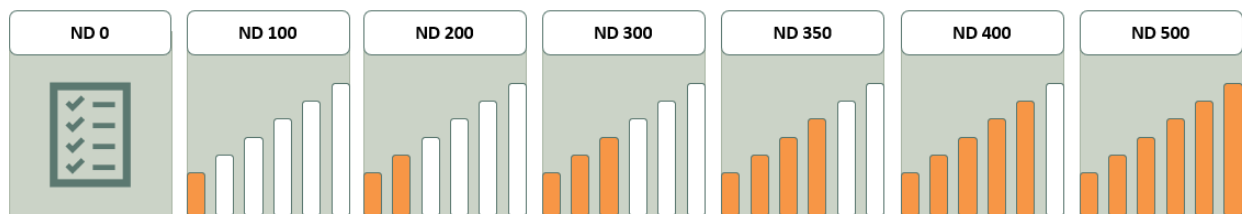


Figura 30 - Grau de nível de detalhamento.  
Fonte: Autor (2023)

As necessidades correlacionam com as etapas projetuais envolvidas no processo de projeto, e a relação destas poderão estar diretamente ligadas os níveis de detalhamento do

projeto, dando origem a uma classificação bem definida das etapas e seus níveis de precisão e informação dos modelos produzidos com auxílio da metodologia BIM. Assim, é possível esquematizar essas relações conforme Figura 31.

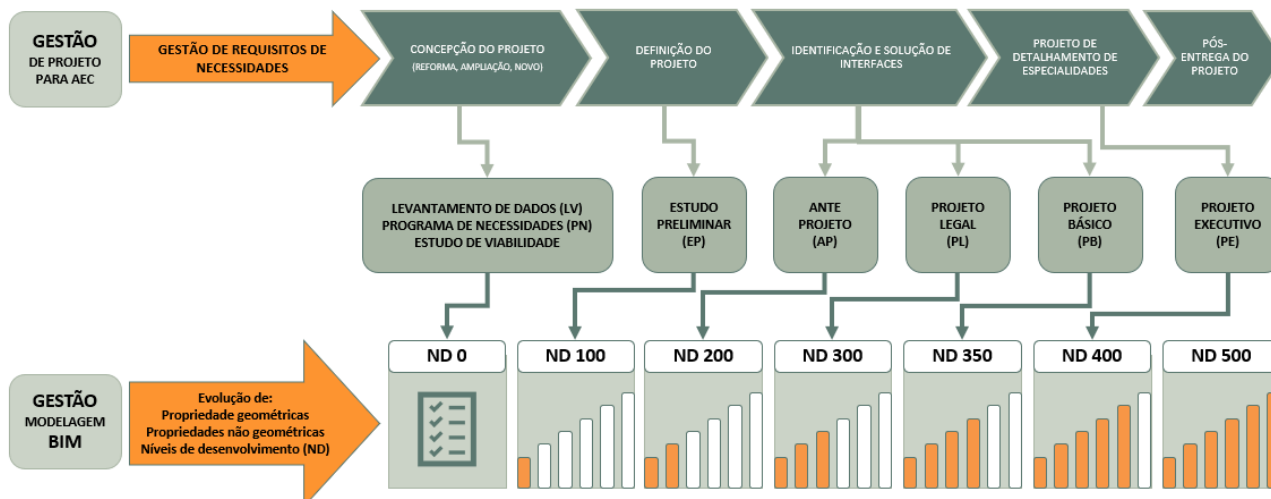
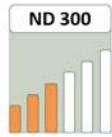
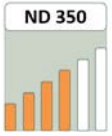
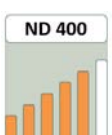
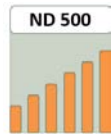


Figura 31 - ND e Etapa de projeto.  
 Fonte: Adaptado de Silva (2022) pelo autor.

Com uma proposta de esclarecer essas relações de dimensionamento, Silva (2022) explora de maneira integrada, como a AIA – American Institute of Architects definiu as etapas projetuais e estabeleceu um esboço por meio de constatações de elaboração de projetos e suas etapas projetuais relacionamento as aplicações de nível de detalhamento e suas descrições conforme Tabela 2.

| ND | DEFINIÇÃO   | DESCRIÇÃO   |
|----|---|---|
|    | Concepção do produto:<br><b>LEVANTAMENTO (LV)</b><br><b>PROGRAMA DE NECESSIDADES (PN)</b><br><b>ESTUDO DE VIABILIDADE</b> | O processo envolve a criação de um programa de requisitos e a avaliação da possibilidade de concretização do produto proposto. Durante essa etapa, é produzido apenas um rascunho para auxiliar na análise de viabilidade.  |
|    | Definição do produto:<br><b>ESTUDO PRELIMINAR (EP)</b>  | Esta etapa inclui elementos do projeto, como estudos de massa e volumetria, que podem ser representados graficamente como um símbolo ou qualquer representação genérica. Devem ser suficientes para os estudos preliminares e conceituais, além de orientativos para o planejamento do projeto. |
|    | Definição do produto:<br><b>ANTEPROJETO (AP)</b>  | Os elementos conceituais são convertidos em elementos genéricos com a definição de suas dimensões básicas, permitindo resolver o partido arquitetônico e demais elementos do empreendimento, definindo e consolidando   |



|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | as informações necessárias a fim de verificar sua viabilidade técnica e econômica. Possibilita a elaboração dos projetos legais  |
|    | Definição do produto:<br><b>PROJETO LEGAL (PL)</b>                          | Os elementos do modelo são graficamente representados como um sistema específico, objeto ou conjunto em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação.  |
|    | Identificação e solução de interfaces:<br><b>PROJETO BÁSICO (PB)</b>        | Os elementos genéricos são transformados em elementos finais, com visão da construção e da identificação das interfaces entre as especialidades. Essa etapa permite consolidar claramente todos os ambientes, suas articulações e demais elementos do empreendimento, com as definições necessárias para o intercâmbio entre todos envolvidos no processo. A partir da negociação de soluções de interferências entre sistemas, o projeto resultante deve ter todas as suas interfaces resolvidas, possibilitando a avaliação dos custos, métodos construtivos e prazos de execução.                       |
|   | Projeto de detalhamento de especialidades:<br><b>PROJETO EXECUTIVO (PE)</b> | Esta etapa contempla o desenvolvimento final e o detalhamento de todos os elementos do empreendimento, de modo a gerar um conjunto de informações suficientes para a perfeita caracterização das obras/serviços a serem executadas, bem como a avaliação dos custos, métodos construtivos e prazos de execução. São elaborados todos os elementos do empreendimento e incorporados os detalhes necessários de produção, dependendo do sistema construtivo. O resultado deve ser um conjunto de informações técnicas claras e objetivas sobre todos os elementos, sistemas e componentes do empreendimento. |
|  | Pós-entrega da obra:<br><b>OBRA CONCLUÍDA AS BUILT</b>                      | Nesta etapa, tem-se o fim da gestão das fases de obra, e o fim da gestão das fases de projeto da edificação com a geração do projeto "As Built" e Manuais de Operação e Manutenção.  |

*Tabela 2 - Tabela LOD e etapa de projeto.  
Fonte: Adaptado de Silva (2022)*

Com isso, os critérios para definir a especificidade do projeto, seus componentes, atributos, parâmetros e demais informações pertinentes de cada modelo a ser produzido deve ser direcionado e gerido em cada processo de projeto envolvido com a finalidade de atribuir qualidade nas informações prestadas conforme o nível necessário a ser apresentado / entrega como produto final. Sendo assim, dentro do gerenciamento de projeto, o gestor BIM precisa orientar de maneira adequada a equipe envolvida no processo com a finalidade determinada, já definida nas tratativas iniciais, aqui determinada em ND 0.

## 6 MATURIDADE BIM

---

A Maturidade BIM é um conceito desenvolvido por Bilal Succar para avaliar e medir o nível de adoção e implementação da metodologia BIM em projetos de construção e na indústria da arquitetura, engenharia e construção (AEC). Segundo Succar (2016) esse conceito visa proporcionar uma análise da situação da implementação do BIM através de uma matriz que ilustra os estágios de maturidade.

O modelo de Maturidade BIM de Bilal Succar geralmente consiste em vários níveis ou etapas, que representam o progresso de uma organização ou projeto na adoção do BIM. Cada nível é caracterizado por critérios e capacidades específicas relacionadas à implementação do BIM. O modelo pode variar em sua complexidade, mas os níveis iniciais geralmente envolvem a criação de modelos 3D, enquanto os níveis mais avançados incluem a colaboração multidisciplinar, a interoperabilidade e a integração de informações durante todo o ciclo de vida do projeto.

A Maturidade BIM de Bilal Succar é útil porque ajuda as organizações a avaliarem seu progresso na adoção do BIM e a definir metas para aprimorar sua capacidade de uso do BIM. Ele também fornece um quadro de referência para as partes interessadas entenderem o nível de sofisticação do BIM em um projeto específico.

### 6.1 ESTÁGIOS DE CAPACIDADE BIM

A capacidade BIM é definida como a capacidade básica de executar uma tarefa ou integrar um serviço/produto BIM. Os estágios de capacidade BIM (ou estágios BIM) definem os requisitos mínimos de BIM direcionando aos principais marcos que precisam ser alcançados pelas equipes ou organizações à medida que implementam tecnologias e conceitos BIM.

Três estágios BIM separam o “pré-BIM”, um ponto de partida fixo que representa status da indústria antes Implementação BIM, desde o ‘pós-BIM’, um ponto final variável que representa o objetivo em constante evolução de empregar virtualmente integrado projeto, construção e operação.

Sendo assim, a obtenção de classificação dos estágios de capacidade BIM segue o seguinte raciocínio:

- Estágio 0 – Pré-BIM;
- Estágio 1 - relação do BIM no qual a modelagem é baseada em objetos;
- Estágio 2 - relação do BIM no qual a colaboração é baseada em modelos;
- Estágio 3 - relação do BIM no qual a integração é baseada em rede;
- Estágio 4 – Pós-BIM

Sendo assim, conforme as colocações de Succar (2009), estes estágios são definições com ponderações mínimas na capacidade de implementação do BIM na organização (Figura 32). Assim, para que a organização tenha alcançado o estágio 1, a implantação do BIM dentro da organização está operando por meio de softwares de modelagem que entendem como processo BIM, como por exemplo, os ferramentais como Revit, Archicad, Vico dentro outros, e o foco está direcionado ao objeto. Na mesma ideia, para que o escritório esteja no estágio 2, o processo de implantação do BIM deve estar alinhado ao modo colaborativo na produção de projeto multidisciplinar nos modelos. Já para a definição do estágio 3 da capacidade BIM, a organização está direcionada para soluções baseada em rede, nos quais os modelos estão conectados a um banco de dados, sendo externo ou em nuvem, semelhante a um servidor, mas que corroboram das informações de mais de duas disciplinas envolvidas na concepção do produto BIM.

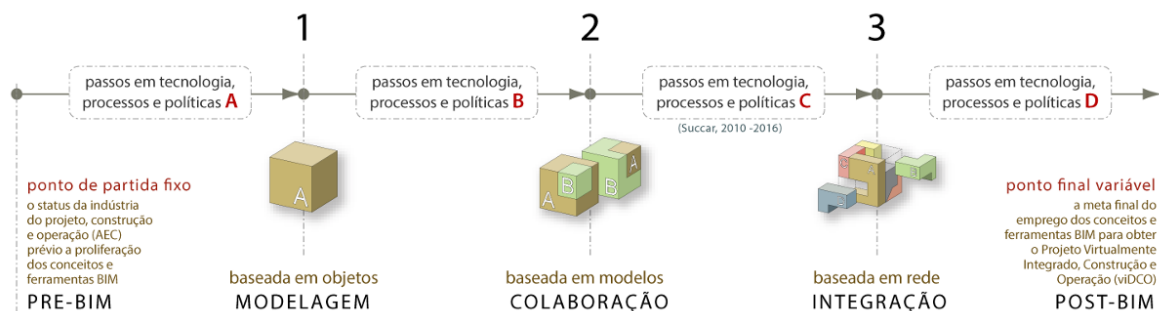


Figura 32 - Etapas das capacidades BIM.  
Fonte: Succar (2016)

Dentro do explanado dessas capacidades, ainda é necessário também subdividir estes estágios sendo possível demonstrar que cada há marco é um desenvolvimento impulsionado originado de uma ideia pré-BIM até ao encontro do pós-BIM. Essas definições são apontadas como passos alcançados que englobam o conjunto de etapa, podendo ser mostrado o impulso por diferentes perspectivas em direção ou dentro de um estágio, demonstrando os desafios e resultados alcançados de cada etapa BIM. (Figura 33)

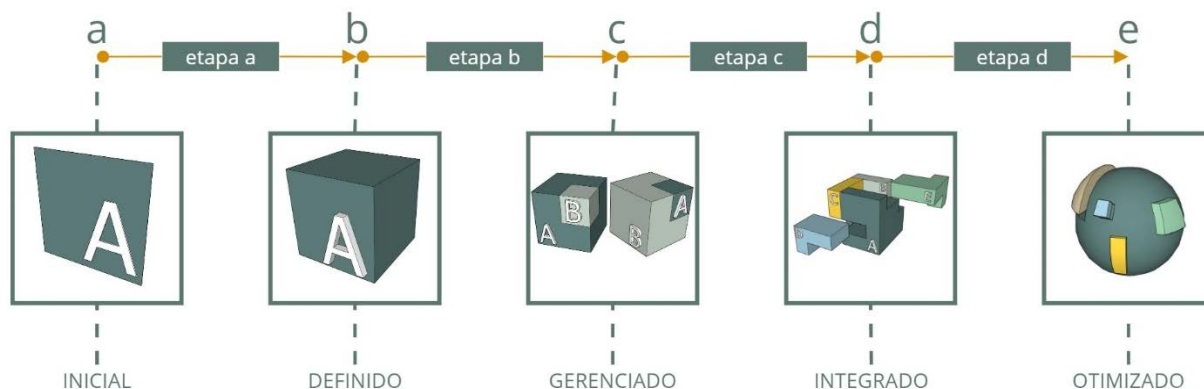


Figura 33 - Índice de Maturidade BIM.  
 Fonte: Adaptador pelo Autor. (SUCCAR, 2016b)

Neste sentido, as etapas relacionadas dirigem para uma perspectiva de avanço nos passos identificados afim de demonstrar a evolução dos conceitos e aplicações BIM. Assim, é possível refletir as condicionantes amostrais de modo a identificar pontos importantes na manutenção e evolução dos processos projetuais BIM. Deste modo, as etapas estabelecidas por Succar (2009) pelos seguintes marcos:

- Etapa A - Pré-BIM ao Estágio 1
- Etapa B - Estágio 1 ao Estágio 2
- Etapa C - Estágio 2 ao Estágio 3
- Etapa D - Estágio 3 ao Pós-BIM

## 6.2 NÍVEIS DE MATURIDADE BIM

As concepções para controle de gestão e gerenciamento dos métodos e aplicações em BIM são cada vez mais aprimorados. No intuito de formatar um instrumento capaz de avaliar a melhoria de processo do uso do BIM em uma organização, seja ela escritório de projetos, instituição de engenharia e/ou organização centrada em AEC, foi desenvolvido um método de análise e avaliação por Bilal Succar o que é denominado por Maturidade BIM.

Sendo assim, a maturidade BIM incrementa um ferramental associado para gerenciamento e coordenação de uma estrutura BIM implementada sendo possível averiguar o grau de avanço da metodologia BIM na execução de tarefas e serviços. Desta forma, tornou possível estabelecer critérios de análise para aferir os usos BIM atingidos pelo processo de implementação do BIM por meio do cálculo de maturidade.

O modelo de maturidade analisa o desenvolvimento por um índice específico em BIM, em que aborda de forma coletiva uma base para uma série de critérios em tecnologias aplicadas, processos instaurados e políticas implementadas. Além disso são abordados diferenciação em termos de noções de capacidades e noções de maturidade, sendo possível o monitoramento por parte dos gestores em acompanhar o desenvolvimento da estrutura organizacional com relação a implementação.

Contudo, Succar (2012a) estabeleceu uma métrica de diagnóstico capaz de apurar uma análise situacional da implementação do BIM, no qual desenvolveu uma personalização para refletir as especialidades da capacidade BIM com requisitos de implementação, metas de desempenho e gestão de qualidade. Assim, foram criados 5 níveis distintos do grau de maturidade: (a) inicial, (b) definido, (c) gerenciado, (d) integrado e (e) otimizado, conforme graficamente representado pela Figura 33.

Assim, para que seja possível estabelecer a definição dos níveis de maturidade, cabe realizar apontamentos de modo a descrever as especialidades de cada nível determinado afim de escalonar o grau de maturidade. Sendo assim, seguem relatados os níveis juntamente com suas características:

|  |   |
|--|---|
| <p>Nível de Maturidade A<br/>Inicial<br/>0% a 19,99%<br/>10pts</p>   | <p>Neste nível a implementação do BIM é caracterizada pela ausência de uma estratégia global, considerando políticas e procedimentos definidos. As ferramentas de software BIM são incorporadas de forma desordenada, sem uma preparação e pesquisa prévia adequadas. A adoção do BIM é resultado de esforços individuais, sem um envolvimento ativo da gerencia. A colaboração ocorre de maneira restrita, sem processos ou fluxos predefinidos, como orientações, normas ou protocolos para a troca de informações.</p> |
| <p>Nível de Maturidade B<br/>Definido<br/>20% a 39,99%<br/>20pts</p> | <p>Neste nível a implementação do BIM é liderada por um grupo de gestores com conhecimento na área, com processos e políticas bem documentados para contratação e análise de projetos em BIM. Embora as inovações nos processos BIM ainda não tenham sido totalmente exploradas, a autonomia individual diminui à medida que a competência cresce. As</p>   |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>diretrizes fundamentais para contratação e análise em BIM, incluindo padrões de entrega, fluxos de trabalho e materiais de treinamento, estão disponíveis. Os programas de treinamento são bem definidos e oferecidos conforme necessário, e a colaboração está progredindo com base em diretrizes de processos e protocolos de troca de informações predefinidos.</p>  |
| <p>Nível de Maturidade C<br/>Gerenciado<br/>40% a 59,99%<br/>30pts</p> | <p>Neste nível, a visão de implementação do BIM é clara e bem compreendida por todos os envolvidos. A estratégia de implementação é apoiada por planos de ação detalhados e um acompanhamento rigoroso. O BIM é considerado como uma série de mudanças tecnológicas, procedimentais e políticas que devem ser supervisionadas, mantendo espaço para inovação. As funções são formalizadas e as metas de desempenho são estabelecidas de forma consistente. A análise de projetos em 2D e 3D, bem como a avaliação de quantidades, especificações e propriedades dos modelos tridimensionais, são gerenciadas de acordo com planos de qualidade e normas estabelecidas.</p> |
| <p>Nível de Maturidade D<br/>Integrado<br/>60% a 79,99%<br/>40pts</p>  | <p>Neste nível, a implementação do BIM é integralmente incorporada na estrutura organizacional, estratégica, de gestão e comunicação. A escolha e aplicação de software BIM são orientadas por metas estratégicas vinculadas à contratação e análise de projetos. O conhecimento é perfeitamente integrado nos sistemas organizacionais, com armazenamento acessível e recuperação simplificada. A previsibilidade da produtividade é garantida, e as normas e critérios de desempenho BIM são integrados ao sistema de gestão da qualidade e aprimoramento de desempenho.</p>   |
| <p>Nível de Maturidade E<br/>Otimizado</p>                             | <p>No último nível, os envolvidos no processo possuem pleno conhecimento da visão BIM e mantêm alto engajamento. A estratégia de implementação do BIM é continuamente revista e alinhada com outras estratégias da organização. A seleção de</p>   |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <p>80% a 100%</p> <p>50pts</p> | <p>ferramentas de software é regularmente analisada para aprimorar a eficiência e manter a consonância com metas estratégicas. As abordagens de contratação são adaptadas para melhorar as práticas e proporcionar valor às partes interessadas. Os indicadores de desempenho são periodicamente reexaminados para garantir a qualidade na gestão de processos, produtos e serviços.</p> |
|--------------------------------|--|

Dentro dos parâmetros apresentados, é importante retratar a definição da granulidade BIM com intuito de estabelecer uma condicionante amostral que permite realizar um julgamento por aferição das prerrogativas relacionadas as características dos níveis constituídos. Para relacionar graficamente os níveis associados em junção com as margens percentuais envolvidas, a Figura 34 representam as condições estabelecidas para o diagnóstico de maturidade BIM, sendo possível uma estrutura mensurável constituída por faixas percentuais.



Figura 34 - Níveis de maturidade BIM.  
 Fonte: Adaptado pelo autor. (SUCCAR, 2009a)

Essas referências não apenas oferecem uma visão ampla sobre a maturidade BIM, mas também fornecem orientações práticas fundamentadas em experiências consolidadas,

contribuindo para a implementação efetiva e o uso otimizado do BIM em projetos de construção. Ao abordar aspectos técnicos, estratégicos e operacionais, esses recursos constituem ferramentas valiosas para profissionais que buscam aprimorar seus conhecimentos e aplicar as melhores práticas no contexto da modelagem da informação da construção.

### 6.3 COMPETÊNCIAS BIM

Um conjunto de competências BIM é uma compilação hierárquica de competências individuais identificadas para fins de implementação e avaliação do BIM. Neste contexto, o termo competência reflete um conjunto genérico de habilidades adequadas para implementar e avaliar a capacidade e/ou maturidade do BIM. A Figura 35 ilustra como a estrutura BIM gera conjuntos de competências BIM a partir de múltiplos campos, estágios e lentes. (SUCCAR, 2009a)

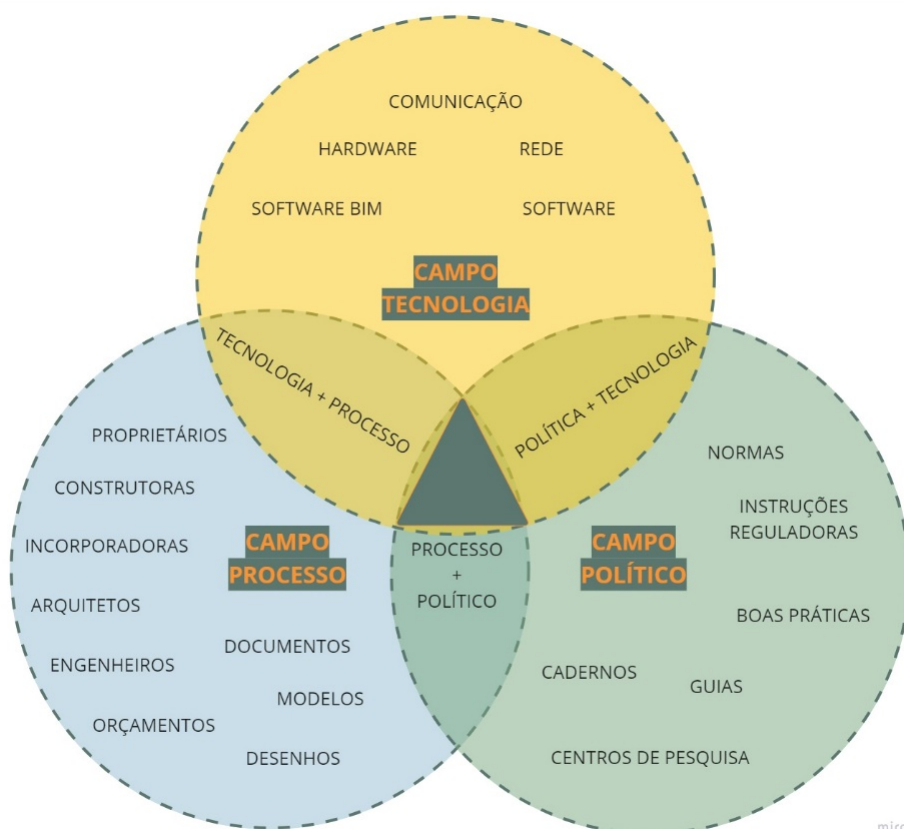


Figura 35 - Gráfico de competências.  
Adaptado pelo autor. (SUCCAR, 2009a)



As competências BIM são um reflexo direto dos requisitos e resultados BIM, e podem ser agrupadas em três conjuntos, a saber, tecnologia, processo e política:

- Conjuntos de tecnologia em software, hardware e dados/redes. Por exemplo, a disponibilidade de uma ferramenta BIM permite a migração de um fluxo de trabalho baseado em desenho para um fluxo de trabalho baseado em objetos. (Figura 36)

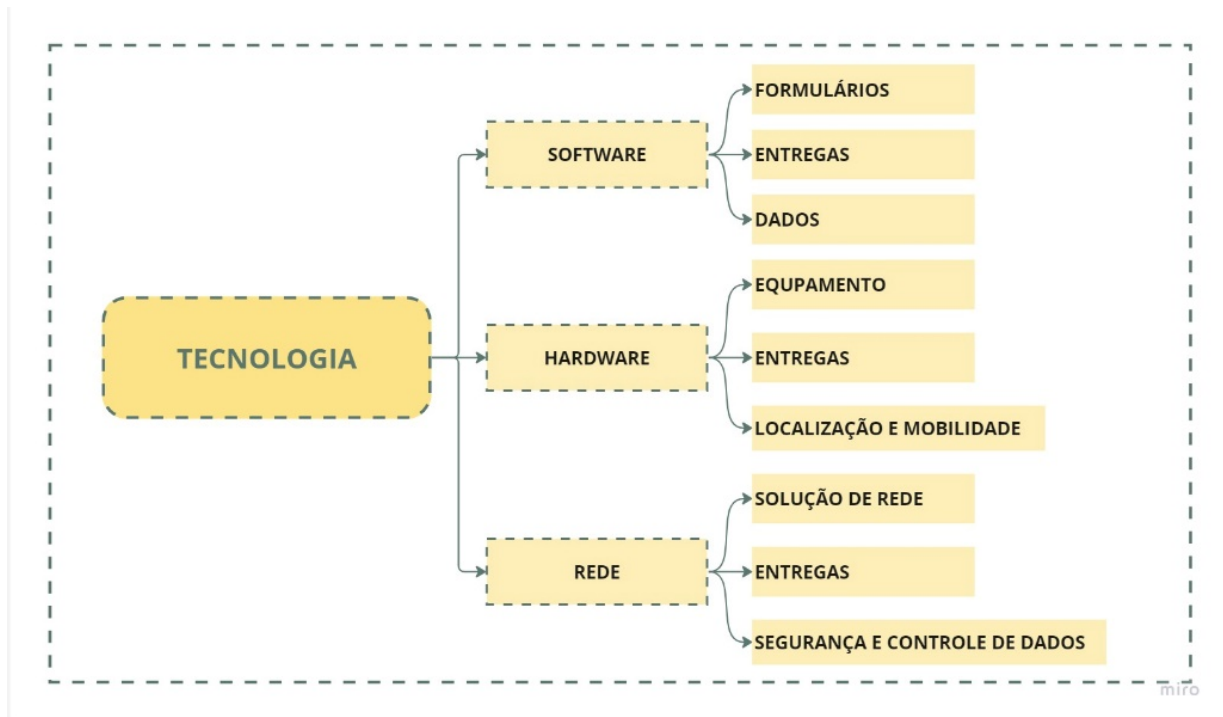


Figura 36 - Maturidade BIM - Tecnologia.  
Fonte: Autor (2023)

- Conjunto de processos em recursos, atividades/fluxos de trabalho, produtos/serviços e liderança/gestão. Por exemplo, processos de colaboração e habilidades de compartilhamento de banco de dados são necessários para permitir a colaboração baseada em modelos. (Figura 37)

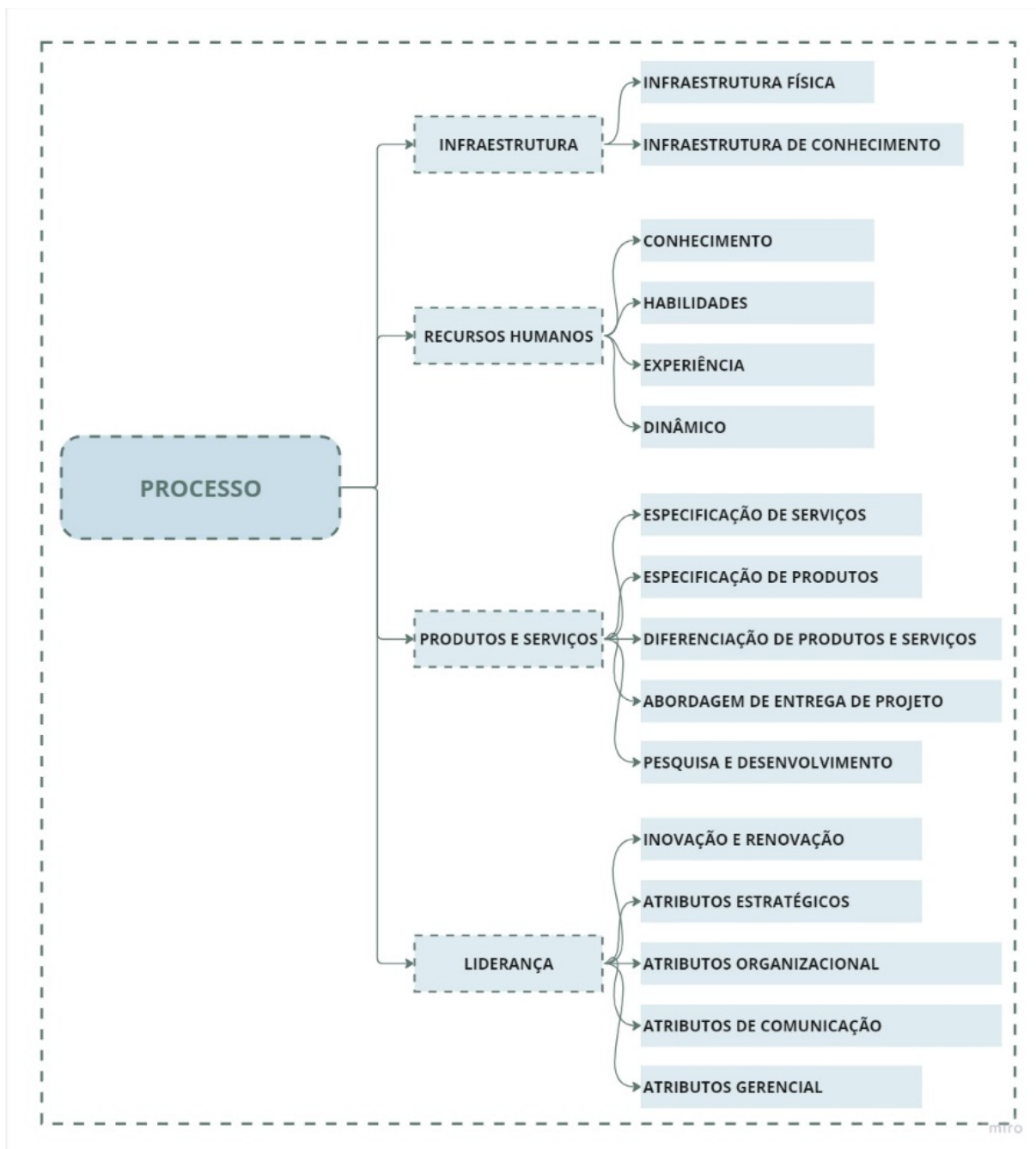


Figura 37 - Maturidade BIM - Processo.  
 Fonte: Autor (2023)

- Conjuntos de políticas em benchmarks/controles, contratos/acordos e orientação/supervisão. Por exemplo, acordos contratuais baseados em alianças ou de compartilhamento de riscos são pré-requisitos para integração baseada em rede. (Figura 38)

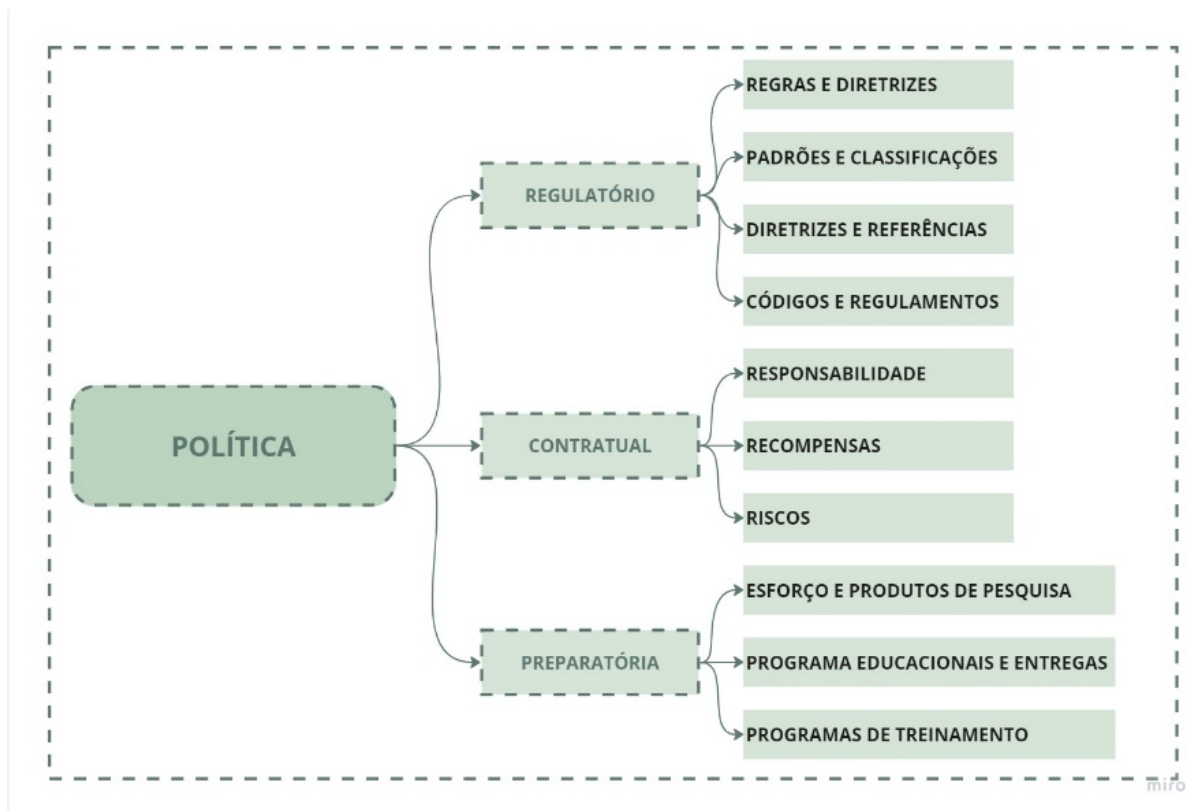


Figura 38 – Maturidade BIM - Política.  
 Fonte: Autor (2023)

Neste sentido, as competências estão dispostas para serem empregadas em dispositivo para avaliação do desempenho relacionando as Capacidades Bim ou maturidade BIM. Para Succar (2009) este disposto pode ser usado pelas equipes envolvidas no processo, bem como pelas organizações que coordenam a implementação do BIM. Essas competências tem a finalidade de avaliar a implementação existente, e estão definidas como campos ou áreas BIM, e dentro destes campos setores podem ser diagnosticado surgindo subitens necessários para dar robustez as informações mediante aos assuntos relacionados, dentre os quais são pertinentes para cada campo.

Assim, a estrutura de competências tem uma gama grande e setorizada das ações de verificação contemplando diversos tópicos relacionados na avaliação da implementação do BIM. Deste modo, a estrutura organizacional dos campos das competências, aliado aos seus subitens e tópicos, seguem conforme concebido pelo organograma da Figura 39.

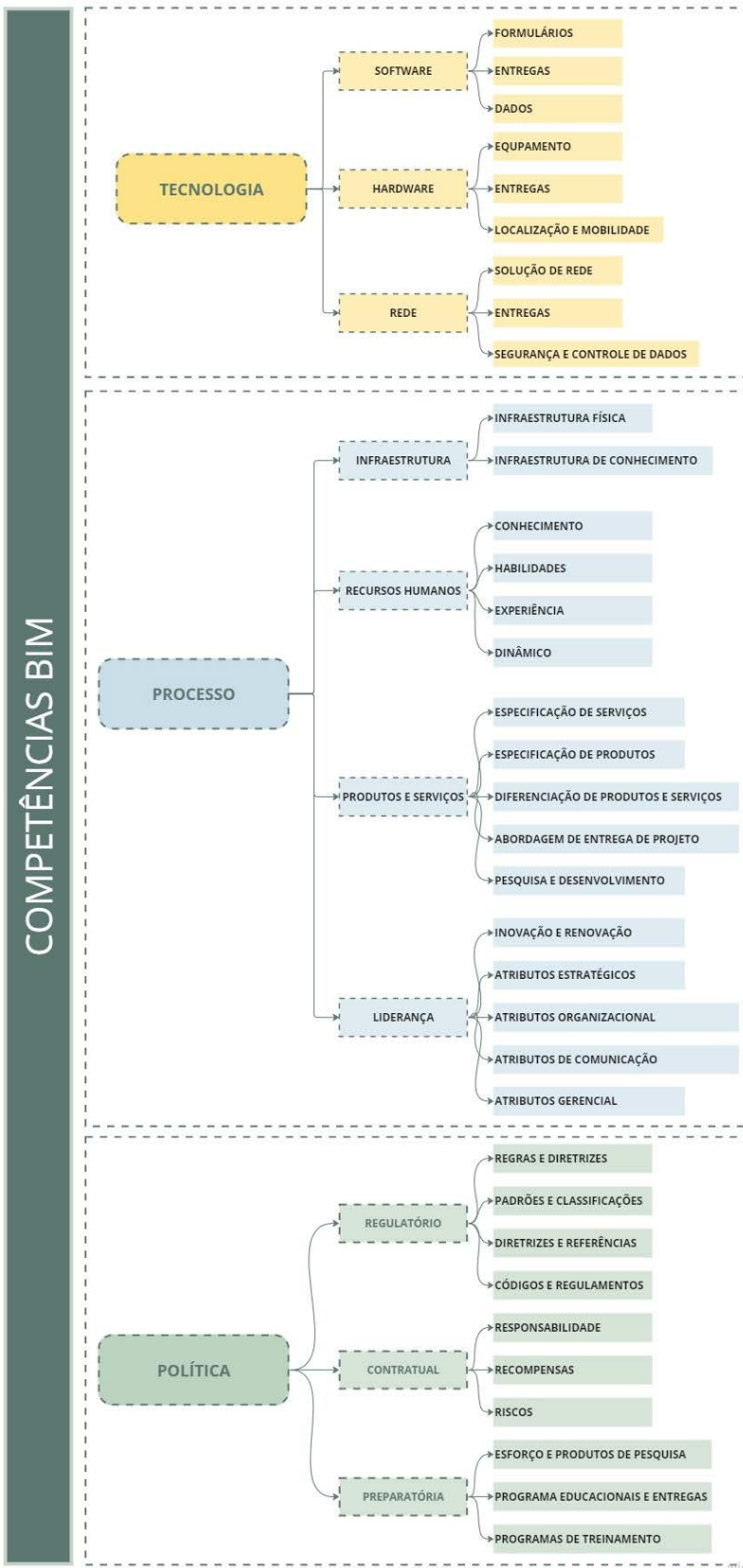


Figura 39 - Competências BIM.  
 Fonte: Autor. (2023)

É importante pontuar que os requisitos específicos podem variar de projeto para projeto e de organização para organização. Portanto, é fundamental adaptar esses requisitos às necessidades e contextos individuais de cada projeto de gestão. Além disso, a flexibilidade e a capacidade de adaptação são importantes para o sucesso da gestão de projetos.

## 6.4 MATRIZ DE MATURIDADE BIM

A Matriz de Maturidade BIM desenvolvida por Bilal Succar é uma ferramenta reconhecida e influente no contexto da metodologia BIM. Este instrumento foi projetado para avaliar o nível de maturidade por meio de competência de uma instituição ou empresa em relação à implementação do BIM em seus processos de produção de projetos.

Succar (2013) propõe uma abordagem estruturada que permite uma avaliação abrangente das capacidades BIM, considerando diversos domínios. A matriz engloba aspectos técnicos, processuais e organizacionais, oferecendo uma visão holística do estágio de implementação do BIM em uma determinada entidade.

Ao adotar a Matriz de Maturidade BIM, as organizações podem identificar suas qualidades e áreas de melhoria em relação ao BIM. Ela proporciona uma escala que vai desde estágios iniciais, nos quais a metodologia BIM está sendo introduzida, até estágios avançados, nos quais a organização atinge um alto grau de integração e otimização de processos, conforme Tabela 3.

*Tabela 3 - Grau de maturidade BIM.  
Fonte: Adaptado do DNIT (2021) pelo Autor.*

| Nível de Maturidade | Classificação de Maturidade   | Faixa percentual (%) |
|---------------------|-------------------------------|----------------------|
| <b>INICIAL</b>      | <b>Baixa Maturidade</b>       | <b>0 - 19,99%</b>    |
| <b>DEFINIDO</b>     | <b>Média-Baixa Maturidade</b> | <b>20 - 39,99%</b>   |
| <b>GERENCIADO</b>   | <b>Média Maturidade</b>       | <b>40 - 59,99%</b>   |
| <b>INTEGRADO</b>    | <b>Média-Alta Maturidade</b>  | <b>60 - 79,99%</b>   |
| <b>OTIMIZADO</b>    | <b>Alta Maturidade</b>        | <b>80 - 100%</b>     |

Essa ferramenta vai além de simplesmente avaliar a competência técnica; ela examina a cultura organizacional, a colaboração entre as equipes, a capacidade de gerenciamento de informações e outros fatores que são fundamentais para o sucesso da implementação do BIM.

Sendo assim, oferece uma abordagem abrangente e estruturada para avaliar o progresso e a eficácia da implementação da metodologia BIM em organizações, destacando-se como um recurso valioso para orientar as empresas na jornada de adoção e integração bem-sucedida do BIM em seus processos de projeto na construção civil.

## 7 ESTUDO DE CASO

---

A metodologia de maturidade BIM (Building Information Modeling) tem obtido destaque significativo na indústria da construção civil, revolucionando a forma como projetos e obras são concebidos, executados e gerenciados. Este conceito, desenvolvido com base nas descrições de Succar (2009c), tem sido aplicado e apurado com o intuito de efetivar uma validação dos procedimentos da metodologia BIM.

Neste sentido, a aplicação do diagnóstico de maturidade BIM é exemplo de como essa finalidade pode apurar o desenvolvimento da equipe e dos procedimentos de elaboração de projetos dentro dos escritórios de projetos e afins. Assim, a pesquisa elenca este parâmetro no intuito de aferir informações dentro das áreas de tecnologia, processo e política, conforme definido por Succar (2009).

Neste capítulo, será caracterizada a métrica da matriz de maturidade BIM com o intuito de averiguar, mencionar e analisar a implementação do BIM dentro de uma organização/instituição/empresa. Serão realizadas as análises desses resultados que serão obtidos a partir das descrições que serão mencionadas no desenvolvimento da presente pesquisa, com a caracterização do diagnóstico de maturidade BIM que será desenvolvida por Bilal Succar, alinhada com a Nota Técnica nº 001/202, de 11 de janeiro de 2023, do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, que trata de uma pesquisa sobre o Diagnóstico de Maturidade BIM dentro da organização.

A Nota Técnica desenvolvida pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2021), representa uma abordagem inovadora que utiliza modelos digitais tridimensionais para integrar informações e colaboração em todas as fases de um empreendimento. Neste contexto, esta introdução visa explorar como a metodologia de maturidade BIM tem impactado positivamente a indústria da construção e como as diretrizes apresentadas pelo DNIT podem servir como um modelo exemplar para a aplicação eficaz dessa metodologia em projetos de infraestrutura. Vamos adentrar neste universo em constante evolução que está moldando o futuro da construção civil.

## **7.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA**

Para desenvolvimento do estudo de caso desta pesquisa, foi escolhida uma entidade pública localizada na cidade de Brasília/DF. Esta instituição tem a responsabilidade de desenvolver projetos e fiscalizar obras na região do Distrito Federal, Goiânia, Tocantins e Triângulo Mineiro, Minas Gerais, e tem o papel crucial na infraestrutura e desenvolvimento desta região.

Os respondentes do estudo de caso são membros da equipe de projetos, composta por engenheiros e arquitetos. Esses profissionais são fundamentais para a realização e supervisão de projetos, análise e aprovações de projetos, garantindo que sejam executados de acordo com os padrões e regulamentos estabelecidos.

O estudo de caso foca na maturidade BIM da instituição, e adota o BIM em seus processos de projetos há algum tempo, no mínimo 10 anos. Assim, este espaço se torna útil para averiguar a integração do BIM para a construção e gestão de informações de construção, e assim mensurar e testar a Maturidade BIM.

Portanto, os resultados deste estudo de caso podem fornecer dados valiosos sobre a eficácia da instituição ao implementar e utilizar das práticas BIM, bem como verificar potenciais para melhoria ou desenvolvimento adicional. Isso pode, por sua vez, informar estratégias futuras para o desenvolvimento de projetos e a fiscalização de obras

## **7.2 METODOLOGIA DO ESTUDO DE CASO**

Neste capítulo, foi realizado um estudo de caso com a aplicação da Matriz de Maturidade BIM desenvolvida por Bilal Succar, que teve como finalidade realizar um diagnóstico do Grau e o Índice de Maturidade BIM em uma instituição/empresa. Foi possível aferir como estava a situação atual da implementação conforme sua capacidade BIM.

Ao realizar o diagnóstico sobre a Maturidade BIM, foram exibidos os levantamentos apresentados, os resultados aferidos e, em seguida, foram feitas as análises e avaliações desses resultados. Com isso, pretende-se entender como a adoção e implementação do BIM impactaram os processos de gerenciamento de projetos na indústria de construção nos processos de projetos BIM, com foco na apuração do nível de maturidade da implementação BIM, nos benefícios percebidos em termos de eficiência, colaboração e



qualidade, bem como os desafios encontrados no processo, além de apontar alguns procedimentos importantes para aperfeiçoamento do gerenciamento e coordenação de projetos BIM.

Este estudo concentra-se na exploração das métricas de Maturidade BIM, as quais desempenham um papel fundamental na avaliação do progresso de implementação em seus procedimentos em direção à Maturidade BIM. Desta forma, busca-se aprimorar a eficiência e a qualidade nos processos, bem como a qualidade dos entregáveis em BIM.

Ao adotar uma abordagem centrada em métricas claramente definidas, pretende-se oferecer orientações mais precisas para o aprimoramento da maturidade BIM, capacitando as organizações a atingir níveis superiores de eficiência e cooperação no campo de projetos em BIM.

Assim, este estudo contribuirá para uma compreensão mais aprofundada do BIM e de suas aplicações práticas, à medida que a indústria busca inovações e avanços significativos na promoção de infraestrutura sustentável e de alta qualidade.

### **7.3 SISTEMATIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO**

A sistemática do uso da metodologia BIM nos processos de produção de projetos na indústria da construção tem ganho abordagem essencial para entender como o BIM é aplicado, de que modo e maneira ele está sendo desenvolvido, culminando em uma avaliação no impacto e na identificação melhores práticas, visando aprofundar a compreensão de como o BIM é adotado e integrado em diferentes contextos dentro de uma organização/instituição/empresa.

O estudo de caso do uso da metodologia BIM em gerenciamento e coordenação de projetos pode se beneficiar a análise e avaliação do uso da metodologia do BIM para avaliar o nível de implementação e eficácia do BIM nesses processos. O grau de maturidade BIM é uma ferramenta que ajuda a compreender quão avançada está a adoção do BIM em uma organização ou projeto, e pode ser valioso para a análise de gerenciamento e coordenação de projetos.

Neste contexto, a pesquisa baseia-se na estrutura definida de acordo com a Figura 35, que proporciona uma compreensão detalhada do modo como Bilal Succar concebeu os

níveis de maturidade BIM e as competências associadas, incluindo seus subitens. Isso permite uma análise ampla e abrangente das áreas de concentração relevantes, fornecendo uma base sólida para a pesquisa, dando origem a amostragem do diagnóstico BIM oportunizando uma análise e avaliação dos resultados alcançados, e assim, sendo possível relatar apontamentos de melhorias e práticas nas áreas de competências.

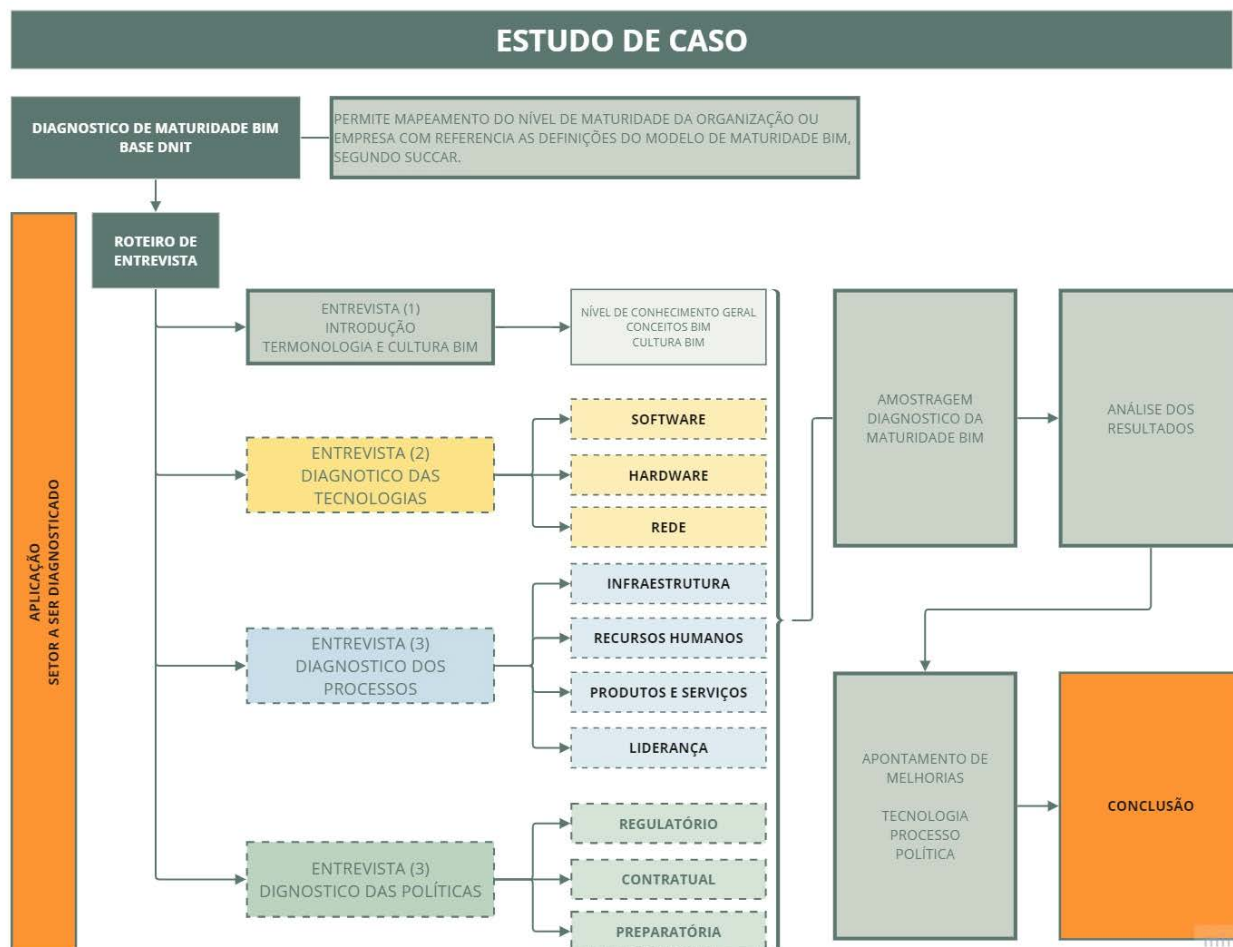


Figura 40 - Sistematização do Estudo de Caso.  
Fonte: Autoria do autor (2023)

Para atingir o objetivo de diagnóstico do nível de maturidade BIM, foram elaborados 4 (quatro) formulários que funcionam como roteiros de entrevista semiestruturada, destinados a abordar de maneira abrangente as competências necessárias para a definição do grau de maturidade BIM. Esses formulários foram cuidadosamente desenvolvidos como

instrumentos-chave na coleta de informações e na análise das competências relacionadas ao BIM, proporcionando uma abordagem sólida e estruturada para a pesquisa.



*Figura 41 - Entrevistas aplicada ao diagnóstico de Maturidade BIM.  
Fonte: Elaborado pelo Autor.*

Os roteiros de entrevistas adotaram como referência a pesquisa realizada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), Nota Técnica nº 001/202, de 11 de janeiro de 2023. Ao se inspirar na pesquisa do DNIT, a abordagem buscou incorporar acrescentar alguns critérios relevantes dentro do contexto específico de cada competência a ser aferida, tornando-a mais apropriada.

Os roteiros foram meticulosamente elaborados na plataforma Google Drive, utilizando formulários eletrônicos, e posteriormente disponibilizados à equipe de projetos da instituição. Durante a criação do roteiro para as entrevistas, levou-se em consideração diversas dimensões de competências que são cruciais para a avaliação do grau de maturidade BIM. Estas competências abrangem não somente aspectos técnicos, mas também elementos organizacionais e colaborativos. Para garantir uma avaliação abrangente, categorizou-se as competências nas entrevistas conforme descrito abaixo:

- **Entrevista 1: Geral**

Essa seção abrange o conhecimento geral sobre o BIM, incluindo a compreensão dos princípios e conceitos do BIM. Isso também pode incluir a consciência sobre as vantagens do BIM e a capacidade de articular seus benefícios para a organização.

- **Entrevista 2: Tecnologia**

A seção de Tecnologia enfoca as competências relacionadas às ferramentas e recursos tecnológicos. Isso inclui o conhecimento e o uso de software BIM, hardware adequado para suportar a modelagem 3D e a rede para colaboração eficaz em projetos BIM.

- **Entrevista 3: Processo**

A seção de Processo aborda a infraestrutura necessária para implementar o BIM, recursos humanos, produtos e serviços disponíveis, bem como a liderança para orientar a adoção do BIM na organização. Isso envolve práticas de gerenciamento de projetos, coordenação de equipes e a integração do BIM em processos estabelecidos.

- **Entrevista 4: Política, Estágio de Colaboração e Escala de ORganização**

**Política:** Nesta seção, são avaliadas as competências relacionadas à definição de políticas e estratégias BIM na organização. Isso pode incluir a compreensão dos aspectos regulatórios e contratuais do BIM, bem como a preparação para a implementação de diretrizes BIM.

**Estágio de Colaboração:** O estágio de colaboração avalia a capacidade de colaboração entre diferentes partes interessadas em um projeto BIM. Isso abrange a modelagem colaborativa, a coordenação entre equipes e a integração dos modelos de diferentes disciplinas.

**Escala de Colaboração:** A escala de colaboração se concentra na capacidade de colaboração em um contexto mais amplo, abrangendo múltiplos projetos e atores da indústria da construção. Isso inclui a colaboração em projetos multiusuários, interoperabilidade entre sistemas e a gestão eficaz de projetos em grande escala.

Diante dos roteiros das competências estabelecidas (Figura 42) foram apresentados a equipe de trabalho de projetos de uma organização para que fosse possível catalogar informações de conhecimento daquele núcleo afim de obter um panorama da

implementação do BIM perante os mais habituados com as ferramentas e procedimentos do BIM, não sendo aplicado aos setores administrativos.

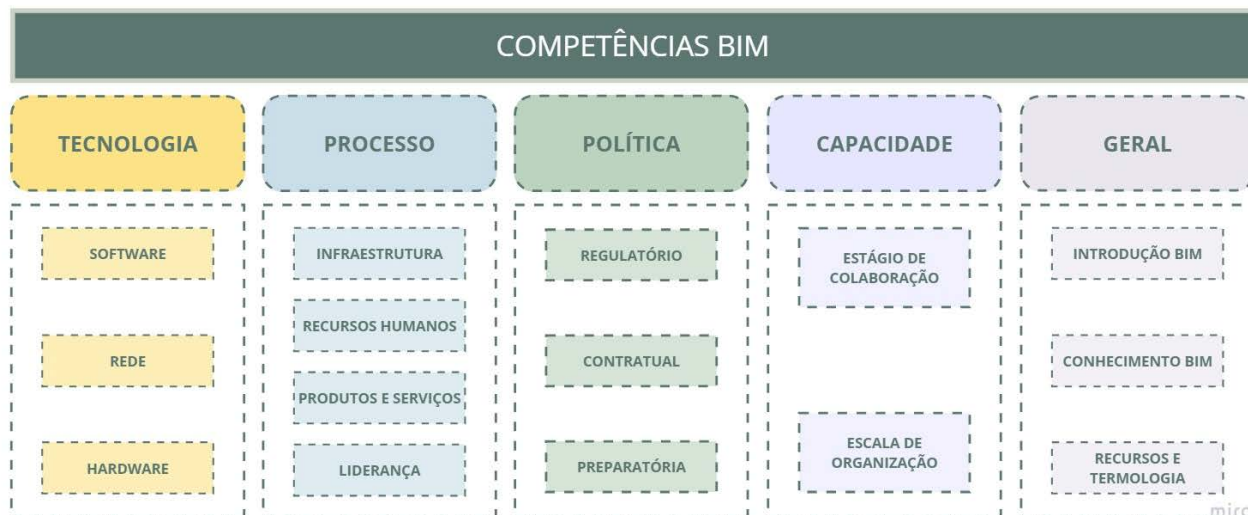


Figura 42 - Competências BIM.  
Fonte: Autor (2023)

Em suma, utilizando-se das aferições conforme descrito, é possível classificar o Grau de Maturidade e o Índice de Maturidade BIM por meio das faixas percentuais que indicam a evolução do desenvolvimento do BIM na instituição/empresa. Isso possibilita a análise gerencial das competências na unidade aferida, tornando-se oportuno elaborar métodos para aperfeiçoamentos e desenvolvimento nos quais as áreas menos desenvolvidas possam ser aperfeiçoadas de modo conjunto com as competências mais adiantadas.

Esse instrumento é fundamental para uma análise abrangente, permitindo uma avaliação dos processos e práticas relacionados ao BIM. Ao considerar a complexidade e a evolução constante no setor da construção, os roteiros desenvolvidos se apresentam como ferramentas estratégicas capazes de identificar lacunas, oportunidades de melhoria e áreas de excelência. A aplicação desses roteiros em entrevistas proporcionará insights valiosos, contribuindo para o avanço contínuo da implementação bem-sucedida do BIM, promovendo eficiência, colaboração e inovação no cenário da construção.

## 7.4 MÉTRICA DA PESQUISA

A avaliação da maturidade BIM tornou-se uma ferramenta relevante para medir a capacidade de uma organização que adota o BIM em seus processos, e através dela pode identificar áreas de melhoria e direcionar estratégias de desenvolvimento, além de tornar-se um ferramental importante para gerenciamento e gestão de projetos em BIM.

Nesse contexto, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) tem se destacado na definição de métricas de maturidade BIM, com base na matriz de maturidade BIM desenvolvida por Bilal Succar. Essa matriz oferece um quadro estruturado para a avaliação dos níveis de maturidade BIM, permitindo que organizações e projetos identifiquem seu posicionamento ao longo de uma escala que varia de níveis iniciais de adoção até a integração avançada de dados e colaboração eficiente. (DNIT, 2021)

O estudo de caso em questão tem similaridade com a Nota Técnica nº25 do DNIT, que desenvolveu a avaliação do Grau de Maturidade BIM e realizou-se através da aplicação conjunta de 5 (cinco) formulários de pesquisa de maturidade a serem respondidos nacionalmente no âmbito do DNIT. Estes formulários estão relacionados os parâmetros Gerais e Específicos, sendo nos específicos assuntos sobre as competências Tecnologia, Processo e Políticas, bem como o estágio e escala de colaboração.

A métrica de desempenho de Succar (2012) menciona que o desenvolvimento das métricas de desempenho BIM é um pré-requisito para que as equipes e organizações sejam capazes de medir os conhecimentos BIM e sua evolução. Existem cinco indicadores desenvolvidos para verificar o desempenho da modelagem, que são a escala organizacional, os níveis de granularidade, as competências BIM, os estágios de capacidade BIM e os níveis de maturidade BIM. Destaca-se, portanto, a importância da adaptabilidade das ferramentas de medição para diferentes setores da AEC e, sem essa avaliação, nenhuma melhoria de desempenho pode ser alcançada (SUCCAR, 2012).

Do mesmo modo, a sistemática de desempenho desenvolvida por Succar (2012) menciona que a criação da métrica de desempenho BIM é uma condição fundamental para que equipes, gestores e coordenadores possam avaliar os conhecimentos BIM e seu progresso. Neste sentido, foram desenvolvidos cinco indicadores para aferir o desempenho na modelagem, que abrangem a escala organizacional, os níveis de detalhamento, as habilidades BIM, os estágios de capacitação BIM e os níveis de maturidade BIM,

ênfatisando a necessidade de adaptar as ferramentas de avaliação para diferentes setores da Arquitetura, Engenharia e Construo (AEC) para gerenciamento e coordenao de projetos em BIM, e assim, sendo possível avaliar melhorias no desempenho dentro das empresas/organizaoes.

A metodologia de Succar (2009) analisa um conjunto de Competências em BIM dentro dos Campos de Tecnologia, Processos e Políticas, as quais são avaliadas em uma Matriz de Maturidade, adicionando também a estágio de colaborao e escala de organizao. Além disso, para a elaborao do escopo desta pesquisa, pontuada com a mesma métrica, a competência geral na qual afere os conhecimentos sobre conceitos BIM e sua cultura BIM, bem os recursos e terminologias da metodologia BIM.

A matriz foi compilada em uma tabela que contm os índices mensurados nos campos descritos, além da capacidade geral, do estágio de colaborao e escala de organizao. Foram avaliadas as competências BIM que representa uma situao de nível de maturidade. A matriz desenvolvida e adaptada conforme Tabela 4  uma adaptao da matriz apresentada no documento BIM Excellency Initiative. 30lin.PT., e demonstra o esquema de pontuao e seu roteiro de cálculo.

Para estabelecer avaliao métrica desta pesquisa, foram desenvolvidas entrevistas para que oferecesse uma base de resultado por meio de pontuao. Assim, foram adotados os seguintes critérios:

- Nas questoes com 5 respostas, foi utilizado a escala de notas pelos respondentes indo de 0 a 4, no qual o número 0 (zero) indica baixa maturidade no assunto abordado e o 4 (quatro) alta maturidade.
- Nas questoes com 3 respostas, foi utilizado a escala de 0, 1 ou 2 pontos, considerando baixa, média e alta, no qual determinada a métrica em percentual com base no total de respondentes.
- O produto  utilizado para transformar os valores apresentados, variando de 0 a 4 ou de 0 a 2, em percentual.

No entanto, após habilitao das menoes aferidas, aplicou-se as somatórias para cada competência aferidas, conforme fórmulas apresentadas no item 7.5 para o cálculo da matriz. Assim,  possível apresentar as pontuaoes na Tabela 4.

Tabela 4 - Matriz de Maturidade BIM  
 Fonte: Adaptado de Succar pelo autor. (2023)

| DIGNÓSTICO DO NÍVEL DE MATURIDADE BIM |                        |        |          |          |                  |                 |                      |       |
|---------------------------------------|------------------------|--------|----------|----------|------------------|-----------------|----------------------|-------|
| NOTA DE MATURIDADE ESPECÍFICA         |                        |        |          |          |                  |                 |                      |       |
| COMPETÊNCIAS BIM                      | PERC. %                | PONTOS | INICIADO | DEFINIDO | GERENCIADO       | INTEGRADO       | OTIMIZADO            |       |
|                                       | 100,00%                | 600    | 10 PTS   | 20 PTS   | 30 PTS           | 40 PTS          | 50 PTS               |       |
| TECNOLOGIA                            | SOFTWARE               | 0,00%  | 0,00     | 0,00     |                  |                 |                      |       |
|                                       | HARDWARE               | 0,00%  | 0,00     | 0,00     |                  |                 |                      |       |
|                                       | REDE                   | 0,00%  | 0,00     | 0,00     |                  |                 |                      |       |
| PROCESSO                              | INFRAESTRUTURA         | 0,00%  | 0,00     | 0,00     |                  |                 |                      |       |
|                                       | RECURSOS HUMANOS       | 0,00%  | 0,00     | 0,00     |                  |                 |                      |       |
|                                       | PRODUTOS E SERVIÇOS    | 0,00%  | 0,00     | 0,00     |                  |                 |                      |       |
|                                       | LIDERANÇA              | 0,00%  | 0,00     | 0,00     |                  |                 |                      |       |
| POLÍTICA                              | REGULATÓRIO            | 0,00%  | 0,00     | 0,00     |                  |                 |                      |       |
|                                       | CONTRATUAL             | 0,00%  | 0,00     | 0,00     |                  |                 |                      |       |
|                                       | PREPARATÓRIO           | 0,00%  | 0,00     | 0,00     |                  |                 |                      |       |
| CAPACIDADE                            | ESTÁGIO DE COLABORAÇÃO | 0,00%  | 0,00     | 0,00     |                  |                 |                      |       |
|                                       | ESCALA DE ORGANIZAÇÃO  | 0,00%  | 0,00     | 0,00     |                  |                 |                      |       |
| SUBTOTAL                              |                        | 0,00   | 0        | 0        | 0                | 0               | 0                    |       |
|                                       |                        |        |          |          |                  | TOTAL DE PONTOS | 0                    |       |
| Nota de Maturidade ESPECÍFICA (NME):  |                        |        | INICIAL  |          | Baixa Maturidade |                 | % GRAU DE MATURIDADE | 0,00% |

| NOTA DE MATURIDADE GERAL        |                       |        |          |          |                  |                 |                      |       |
|---------------------------------|-----------------------|--------|----------|----------|------------------|-----------------|----------------------|-------|
| MATURIDADE GERAL                | PERC. %               | PONTOS | INICIADO | DEFINIDO | GERENCIADO       | INTEGRADO       | OTIMIZADO            |       |
|                                 | 100,00%               | 600    | 10 PTS   | 20 PTS   | 30 PTS           | 40 PTS          | 50 PTS               |       |
| GERAL                           | INTRODUÇÃO EM BIM     | 0,00%  | 0,00     | 0,00     |                  |                 |                      |       |
|                                 | CONHECIMENTOS BIM     | 0,00%  | 0,00     | 0,00     |                  |                 |                      |       |
|                                 | RECURSOS E TERMOLOGIA | 0,00%  | 0,00     | 0,00     |                  |                 |                      |       |
| SUBTOTAL                        |                       | 0,00   | 0        | 0        | 0                | 0               | 0                    |       |
|                                 |                       |        |          |          |                  | TOTAL DE PONTOS | 0                    |       |
| Nota de Maturidade GERAL (NMG): |                       |        | INICIAL  |          | Baixa Maturidade |                 | % GRAU DE MATURIDADE | 0,00% |

| NÍVEL DE MATURIDADE BIM              |         |        |          |          |                  |                                      |           |   |
|--------------------------------------|---------|--------|----------|----------|------------------|--------------------------------------|-----------|---|
| GRAU DE MATURIDADE BIM               | PERC. % | PONTOS | INICIADO | DEFINIDO | GERENCIADO       | INTEGRADO                            | OTIMIZADO |   |
|                                      | 100,00% | 600    | 10 PTS   | 20 PTS   | 30 PTS           | 40 PTS                               | 50 PTS    |   |
| Nota de Maturidade ESPECÍFICA (NME): |         |        | 0,00%    | 0,00     | 0,00             |                                      |           |   |
| Nota de Maturidade GERAL (NMG):      |         |        | 0,00%    | 0,00     | 0,00             |                                      |           |   |
| SUBTOTAL                             |         | 0,00   | 0        | 0        | 0                | 0                                    | 0         |   |
|                                      |         |        |          |          |                  | Nota de Maturidade ESPECÍFICA (NME): | 0         |   |
|                                      |         |        |          |          |                  | Nota de Maturidade GERAL (NMG):      | 0         |   |
| NÍVEL DE MATURIDADE (NM-BIM):        |         |        | INICIAL  |          | Baixa Maturidade |                                      | Nota:     | 0 |
|                                      |         |        |          |          |                  |                                      | 0,00%     |   |

Depois de calcular o Índice de Maturidade na Tabela 4, são obtidos dois resultados: o Grau de Maturidade e o Índice de Maturidade. O Grau de Maturidade é a média das pontuações das áreas analisadas (soma da pontuação com um máximo de 500, dividido



por 10), com um valor máximo de 50 em cada competência. Por outro lado, o Índice de Maturidade é expresso por meio de porcentagem. O Grau de Maturidade é comparado com a pontuação máxima de 50 pontos (100%), conforme indicado na Tabela 5.

*Tabela 5 - Grau de Maturidade BIM.  
Fonte: Adaptado de DNIT pelo autor. (2023)*

| <b>Grau de Maturidade BIM</b> | <b>Classificação de Maturidade</b> | <b>Faixa (%)</b>   |
|-------------------------------|------------------------------------|--------------------|
| <b>INICIAL</b>                | <b>Baixa Maturidade</b>            | <b>0 - 19,99%</b>  |
| <b>DEFINIDO</b>               | <b>Média-Baixa Maturidade</b>      | <b>20 - 39,99%</b> |
| <b>GERENCIADO</b>             | <b>Média Maturidade</b>            | <b>40 - 59,99%</b> |
| <b>INTEGRADO</b>              | <b>Média-Alta Maturidade</b>       | <b>60 - 79,99%</b> |
| <b>OTIMIZADO</b>              | <b>Alta Maturidade</b>             | <b>80 - 100%</b>   |

Desta forma, os cálculos realizados na Tabela 3, que resultaram no Grau de Maturidade e no Índice de Maturidade, fornecem uma visão abrangente da avaliação e diagnosticam as especificidades da gestão BIM. Esses indicadores não apenas sintetizam o desempenho em diferentes competências, mas também oferecem insights valiosos sobre o nível de maturidade global.

## **7.5 DIAGNÓSTICO DO GRAU DE MATURIDADE BIM**

O processo de avaliação de diagnóstico de Maturidade BIM, conforme delineado na metodologia apresentada nesta pesquisa, teve início com a determinação da Nota de Maturidade Geral (%NMG) e, em seguida, a obtenção da Nota de Maturidade Específica (%NME) por meio do preenchimento da matriz de maturidade BIM, e assim obtendo a menção final de maturidade BIM com uma junção entre NMG e NME, definindo assim o grau de maturidade BIM.

**Grau de Maturidade BIM**

$NM_{BIM}$

$$NM_{bim}(\%) = \frac{(NM_{ESP} \times 4) + (NM_{GER} \times 1)}{5}$$

**Nota de Maturidade Específica**

$NM_{ESP}$

$$NME_{ESP}(\%) = \frac{NME_{TEC} + NME_{PRO} + NME_{POL}}{3}$$

**Nota de Maturidade Geral**

$NM_{GER}$

$$NME_{GER}(\%) = \frac{Ger_{intro} + Ger_{conhec} + Ger_{tec.term}}{3}$$

Obteve-se para este diagnóstico, realizado através da aplicação da Nota de Maturidade Geral ( $NME_{GER}$ ) e Nota de Maturidade Específica ( $NME_{ESP}$ ), no qual a pesquisa obteve as seguintes apurações de quantitativos referentes ao número de respondentes:

- Diagnóstico Pesquisa de Maturidade Geral:
  - Geral: total de Respondentes: 24
- Diagnóstico Pesquisa de Maturidade Específica
  - Tecnologia: total de Respondentes: 18
  - Processo: total de Respondentes: 18
  - Políticas: total de respondentes: 18
- Diagnóstico Pesquisa de Colaboração:
  - Estágio e Escala da Organização: total de Respondentes: 18

Por fim, ao obter o Indicador de Maturidade BIM, é possível categorizar a maturidade BIM na instituição/empresa com base nos níveis de maturidade estabelecidos pela

metodologia, utilizando as faixas percentuais que representam o progresso da implementação do BIM definidos por Bilal Succar.

No entanto, foram desenvolvidas as seguintes amostragens para métrica do diagnóstico de maturidade BIM:

| Competência de Tecnologia  | $NME_{TEC}$  |
|--|--|
| $NME_{TEC}(\%) = \frac{Tec_{Soft} + Tec_{Hard} + Tec_{Rede}}{3}$ |  |
| <b>Software</b>  | $Soft_1(\%) = \frac{\sum Valor_{perg1a9}}{2 \times n_{resp}}$ $Soft_2(\%) = \frac{\sum Valor_{perg10a36}}{4 \times n_{resp}}$ $Tec_{Soft}(\%) = \frac{Soft_1 + Soft_2}{2}$ |
| <b>Hardware</b>  | $Tec_{Hard}(\%) = \frac{\sum Valor_{perg1a5}}{4 \times n_{resp}}$  |
| <b>Rede</b>  | $Tec_{Rede}(\%) = \frac{\sum Valor_{perg1a5}}{4 \times n_{resp}}$  |

**Competência de Processo** **$NME_{PRO}$** 

$$NME_{PRO}(\%) = \frac{Pro_{infra} + Pro_{Rec\_hum} + Pro_{Prod\_serv} + Pro_{Lider}}{4}$$

**Infraestrutura**

$$Pro_{infra}(\%) = \frac{\sum Valor_{perg\ 1a6}}{4 \times n_{resp}}$$

**Recursos Humanos**

$$Pro_{rec\_hum}(\%) = \frac{\sum Valor_{perg\ 1a5}}{4 \times n_{resp}}$$

**Produtos e Serviços**

$$Pro_{prod\_serv}(\%) = \frac{\sum Valor_{perg\ 1a6}}{4 \times n_{resp}}$$

**Liderança**

$$Pro_{lider}(\%) = \frac{\sum Valor_{perg\ 1a4}}{4 \times n_{resp}}$$

**Competência de Política** **$NME_{POL}$** 

$$NME_{Pol}(\%) = \frac{Pol_{regul} + Pol_{cont} + Pol_{prep}}{3}$$

**Regulatório**

$$Pol_{regul}(\%) = \frac{\sum Valor_{perg\ 1a6}}{4 \times n_{resp}}$$

**Contratual**

$$Pol_{cont}(\%) = \frac{\sum Valor_{perg\ 1a5}}{4 \times n_{resp}}$$

**Preparatório**

$$Pol_{prep}(\%) = \frac{\sum Valor_{perg\ 1a5}}{4 \times n_{resp}}$$

$$NME_{CAP}(\%) = \frac{Cap_{Est} + Cap_{Esc}}{2}$$

**Estágio de Colaboração**

$$Est_{1 a 3}(\%) = \frac{\sum Valor_{perg 1e2}}{v_{m\acute{a}x} \times n_{resp}}$$

*Est<sub>1</sub> = Estágio 1 = Colab. simples;*  
*Est<sub>2</sub> = Estágio 2 = Colab. multidisciplinar ; e*  
*Est<sub>3</sub> = Estágio 3 = Colab. integrada*

$$Cap_{Est}(\%) = \frac{(Est_1 \times peso 1) + (Est_2 \times peso 2) + (Est_3 \times peso 3)}{6}$$

**Escala de Organização**

$$Esc_{1 a 3}(\%) = \frac{\sum Valor_{perg 1e2}}{v_{m\acute{a}x} \times n_{resp}}$$

*Esc<sub>1</sub> = Escala 1 = Micro ;*  
*Esc<sub>2</sub> = Escala 2 = Meso ; e*  
*Esc<sub>3</sub> = Escala 3 = Macro*

$$Cap_{Esc}(\%) = \frac{(Esc_1 \times peso 1) + (Esc_2 \times peso 2) + (Esc_3 \times peso 3)}{6}$$

**Competência de Geral** **$NME_{GER}$** 

$$NME_{GER}(\%) = \frac{Ger_{intro} + Ger_{conhec} + Ger_{tec\_term}}{3}$$

**Introdução ao BIM**

$$Ger_{intro}(\%) = \frac{\sum Valor_{perg\ 1a11}}{4 \times n_{resp}}$$

**Conhecimento Geral BIM**

$$Ger_{con1}(\%) = \frac{\sum Valor_{perg\ 1e2}}{2 \times n_{resp}}$$

$$Ger_{con2}(\%) = \frac{\sum Valor_{perg\ 3a19}}{4 \times n_{resp}}$$

$$Ger_{conhec}(\%) = \frac{Ger_{con1} + Ger_{con2}}{2}$$

**Recursos e Termologia BIM**

$$Ger_{rec\_term}(\%) = \frac{\sum Valor_{perg\ 1a19}}{4 \times n_{resp}}$$

Após a realização das entrevistas semiestruturadas, alinha-se os valores obtidos para as Notas de Maturidade Geral e Específica (%NMG e %NME), culminando na determinação do Grau de Maturidade BIM para a organização/instituição/empresa, conforme definido pela metodologia aplicada. Esta abordagem possibilita uma avaliação da situação de conhecimento e dos esforços de implementação do BIM no setor de projeto, alinhada com a metodologia de Bilal Succar.

A Nota de Maturidade BIM é calculada por meio de uma média ponderada entre as Notas de Maturidade Geral e Específica, atribuindo pesos 4 para a Nota Específica, que engloba as três áreas de análise (Tecnologia, Processo e Política, incluindo os Estágios de Colaboração e Escala de Organização), e 1 para a Geral, conforme estabelecido pela fórmula desenvolvida. Esse método proporciona uma visão abrangente e equilibrada do

Grau de Maturidade e Índice de Maturidade BIM alcançado, refletindo a integração e eficácia das práticas implementadas na organização.



## 7.6 RESULTADOS AFERIDOS

A crescente complexidade dos projetos na indústria da construção tem impulsionado a adoção de práticas inovadoras, e o Building Information Modeling (BIM) surge como uma abordagem transformadora. Neste contexto, a presente pesquisa propôs-se a avaliar a maturidade BIM dentro de uma organização, buscando compreender o Índice de Maturidade atual da implementação dessa tecnologia e os desafios enfrentados.

Ao longo do estudo, foram aplicadas metodologias abrangentes de avaliação, que incluíram análises de processos, tecnologias utilizadas e capacitação de equipes. O objetivo central foi não apenas diagnosticar o nível de adoção do BIM, mas também identificar os fatores que influenciam diretamente na maturidade dessa prática inovadora.

Os resultados desta pesquisa não apenas fornecem uma visão aprofundada do panorama atual da maturidade BIM, mas também delineiam perspectivas promissoras para o futuro. A compreensão desses resultados não apenas aprimorará o conhecimento sobre a implementação do BIM, mas também servirá como guia para organizações que buscam aprimorar suas práticas e maximizar os benefícios dessa tecnologia revolucionária.

Com isso, os resultados, apresentados por meio das notas de maturidade atribuídas às competências identificadas e exibidos nos painéis das competências avaliadas, são registrados. Esses resultados consideram não apenas a implementação técnica do BIM, mas também aspectos organizacionais e de capacitação. Cada painel demonstra a situação real da implementação do BIM, conforme descrito no desenvolvimento da pesquisa

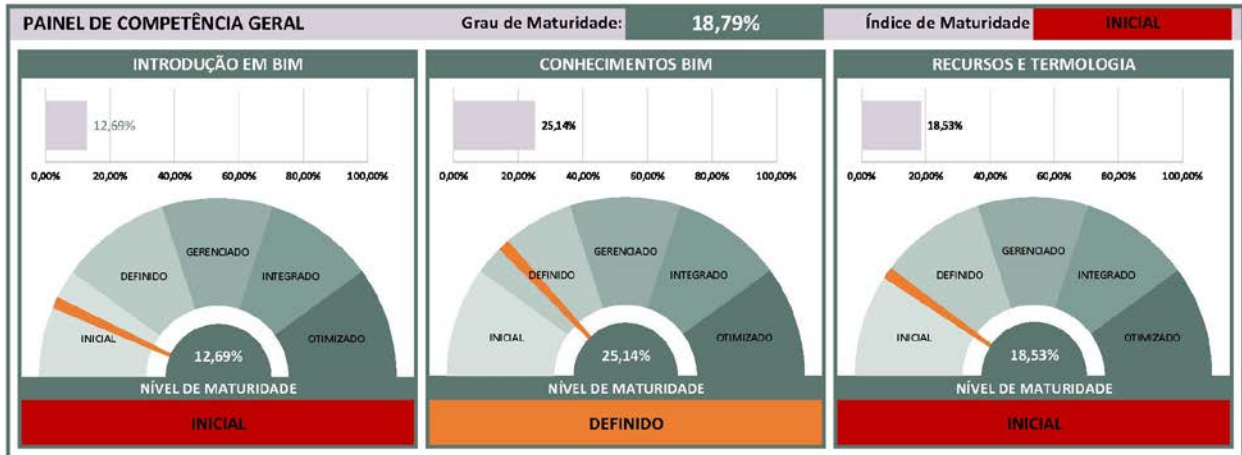
Sendo assim, foram demonstrados a seguir, de forma gráfica, os painéis referentes a cada competência, apresentando o Grau de Maturidade e no Índice de Maturidade, bem como demonstraram a visão geral dessa sistemática de análise, item facilitador para se ter uma visão geral facilitada por meio da identificação e da comparação entre as partes. O indicador apresentado foi uma representação gráfica que imita a aparência de um velocímetro e, neste propósito, foi utilizado para visualizar o desempenho ou o progresso em relação a um objetivo ou padrão de referência

Assim, cabe elencar a análise diagnóstica para cada item descrito neste referido projeto de pesquisa.

### 7.6.1 NOTA DE MATURIDADE GERAL

Para a Nota de Maturidade Geral ( $NME_{GER}$ ), através da metodologia exemplificada anteriormente nesta pesquisa, obtiveram-se as seguintes notas:

Tabela 6 - Resultado da Nota de Maturidade Geral.  
Fonte: Autor (2023)

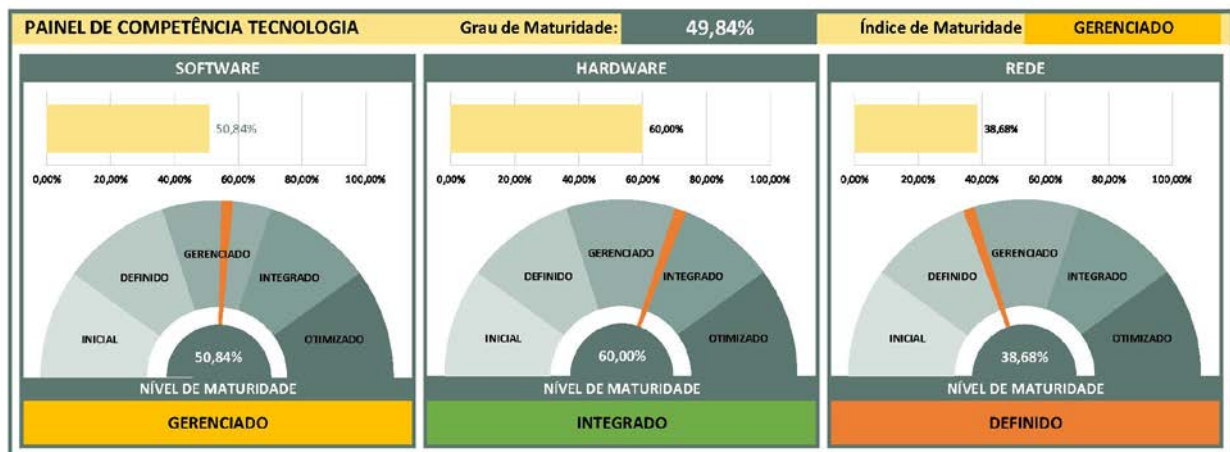


### 7.6.2 NOTA DE MATURIDADE ESPECÍFICA

Para o Nota de Maturidade Específica ( $NME_{ESP}$ ), da mesma forma que para a maturidade geral, obtiveram-se notas considerando o total de respondentes, conforme mencionado na metodologia.

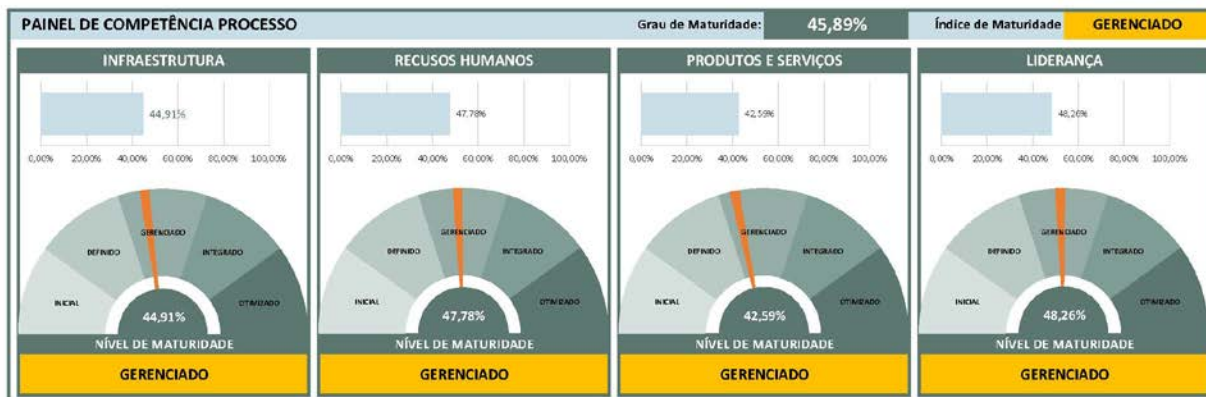
Para o conjunto de Competências de Tecnologia, obtiveram-se as seguintes notas para o total de respondentes:

Tabela 7 - Resultado da Nota de Maturidade de Tecnologia.  
Fonte: Autor (2023)



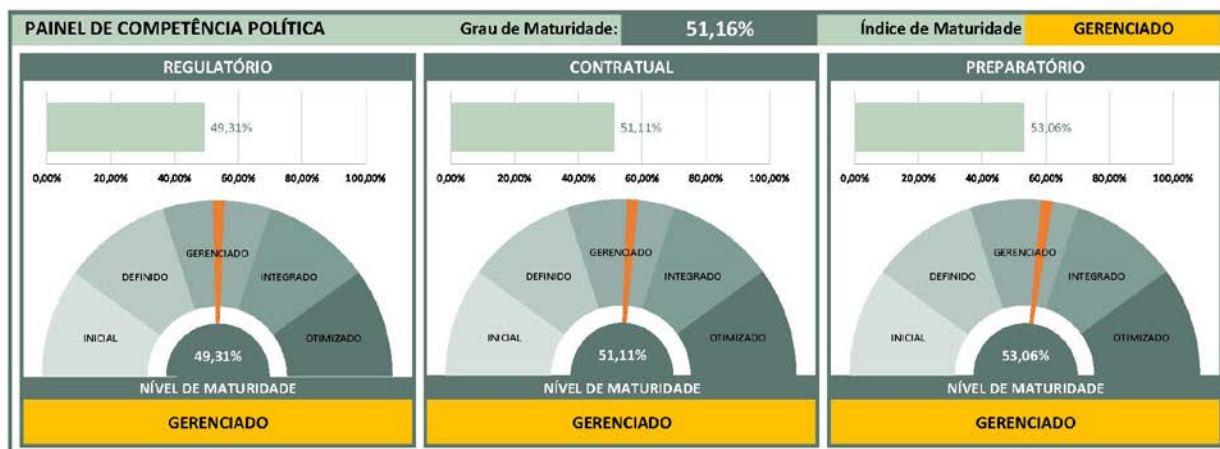
Para o conjunto de Competências de Processos, obtiveram-se as seguintes notas para o total de respondentes:

*Tabela 8 - Resultado do Nota de Maturidade Processo.  
Fonte: Autor (2023)*



Para o conjunto de Competências de Políticas, obtiveram-se as seguintes notas para o total de respondentes:

*Tabela 9 - Resultado Nota de Maturidade Política.  
Fonte: Autor (2023)*



Para o conjunto de Competências de Capacidades, Estágio de Colaboração e Escala da Organização, obtiveram-se as seguintes notas para o total de respondentes:

Tabela 10 - Resultado da Nota de Maturidade Capacidade.  
 Fonte: Autor (2023)



Neste conjunto de Competências, foram apontadas 18 respondentes, dentro os quais 6 (seis) respondentes consideraram em Estágio 1, 10 (dez) responderam estágio 2 e 2 (dois) para estágio 3. A nota de estágio de colaboração procedeu nos seguintes resultados para o total de respondentes.

Já na Escada de Organização, foram computados os 18 participantes, no qual 5 (cinco) consideraram Escala Micro, 8 (oito) consideraram Escala Meso e 5 (cinco) para Escala Macro. Assim, a nota combinada para estes, apontou para os seguintes resultados para o total de respondentes relatados.

Assim, para facilitar a visualização geral desses resultados aferidos, foi desenvolvido o “Painel de Resultados do Grau de Maturidade BIM”, conforme Figura 43, sendo possível estabelecer uma visão ampla dos índices apurados na pesquisa. Assim, este painel não apenas quantifica o grau de maturidade alcançado, mas também desvela as competências essenciais adquiridas ao longo do processo.

Ao examinar as diferentes dimensões do Grau de Maturidade BIM, como tecnologia, processos, políticas e capacidades (estágio de colaboração e escala de organização), além da maturidade geral, foi desenvolvido um painel para proporcionar uma visão ampla das competências envolvidas. Com isso, é possível compreender as áreas em destaque, bem como aquelas que demandam de aprimoramento, fornecendo uma base consistente para orientar estratégias no gerenciamento e coordenação futura. Sendo assim, o painel proporciona uma visão geral, conforme apresentada pela Figura 43 - Painel de Resultados das Notas de Maturidade por Competência. Figura 43.



### 7.6.3 GRAU E ÍNDICE DE MATURIDADE BIM

Com os apontamentos aferindo as notas para o conjunto considerando as 12 competências, juntamente com os 2 itens da aferição da nota de maturidade geral, permitiu-se o preenchimento da Matriz do Nível de Maturidade BIM (Tabela 11) por meio dos percentuais apresentados para os níveis de maturidade (Tabela 5) resultando em 10 pontos para nível de maturidade inicial, 20 pontos para nível definido, 30 para o nível gerenciado, 40 para o nível integrado e 50 para o nível otimizado.

Assim, com a metodologia para Obtenção do Nível de Maturidade BIM ( $NM_{bim}$ ), obtiveram-se através dos resultados apresentados pelo total de respondentes.

Tabela 11 - Matriz de grau de maturidade BIM.  
Fonte: Autor (2023)

| DIGANÓSTICO DO NÍVEL DE MATURIDADE BIM |                        |                   |        |                         |          |                      |           |           |
|--|------------------------|-------------------|--------|-------------------------|----------|----------------------|-----------|-----------|
| NOTA DE MATURIDADE ESPECÍFICA          |                        |                   |        |                         |          |                      |           |           |
| COMPETÊNCIAS BIM                       |                        | PERC. %           | PONTOS | INICIADO                | DEFINIDO | GERENCIADO           | INTEGRADO | OTIMIZADO |
|  |                        | 100,00%           | 600    | 10 PTS                  | 20 PTS   | 30 PTS               | 40 PTS    | 50 PTS    |
| TECNOLOGIA                             | SOFTWARE               | 50,84%            | 25,42  |                         |          | 25,42                |           |           |
|  | HARDWARE               | 60,00%            | 30,00  |                         |          | 30,00                |           |           |
|  | REDE                   | 38,68%            | 19,34  |                         | 19,34    |                      |           |           |
| PROCESSO                               | INFRAESTRUTURA         | 44,91%            | 22,45  |                         | 22,45    |                      |           |           |
|  | RECUSOS HUMANOS        | 47,78%            | 23,89  |                         | 23,89    |                      |           |           |
|  | PRODUTOS E SERVIÇOS    | 42,59%            | 21,30  |                         | 21,30    |                      |           |           |
|  | LIDERANÇA              | 48,26%            | 24,13  |                         | 24,13    |                      |           |           |
| POLÍTICA                               | REGULATÓRIO            | 49,31%            | 24,65  |                         | 24,65    |                      |           |           |
|  | CONTRATUAL             | 51,11%            | 25,56  |                         | 25,56    |                      |           |           |
|  | PREPARATÓRIO           | 53,06%            | 26,53  |                         | 26,53    |                      |           |           |
| CAPACIDADE                             | ESTÁGIO DE COLABORAÇÃO | 58,19%            | 29,10  |                         | 29,10    |                      |           |           |
|  | ESCALA DE ORGANIZAÇÃO  | 27,92%            | 13,96  | 13,96                   |          |                      |           |           |
| SUBTOTAL                               |                        |                   | 286,32 | 0                       | 40       | 300                  | 0         | 0         |
|  |                        |                   |        |                         |          | TOTAL DE PONTOS      |           | 340       |
| Nota de Maturidade ESPECÍFICA (NME):   |                        | <b>GERENCIADO</b> |        | <b>Média Maturidade</b> |          | % GRAU DE MATURIDADE |           | 47,72%    |

| NOTA DE MATURIDADE GERAL        |                       |                |        |                         |          |                      |           |           |
|---------------------------------|-----------------------|----------------|--------|-------------------------|----------|----------------------|-----------|-----------|
| MATURIDADE GERAL                |                       | PERC. %        | PONTOS | INICIADO                | DEFINIDO | GERENCIADO           | INTEGRADO | OTIMIZADO |
|                                 |                       | 100,00%        | 600    | 10 PTS                  | 20 PTS   | 30 PTS               | 40 PTS    | 50 PTS    |
| GERAL                           | INTRODUÇÃO EM BIM     | 12,69%         | 6,34   | 6,34                    |          |                      |           |           |
|                                 | CONHECIMENTOS BIM     | 25,14%         | 12,57  | 12,57                   |          |                      |           |           |
|                                 | RECURSOS E TERMOLOGIA | 18,53%         | 9,27   | 9,27                    |          |                      |           |           |
| SUBTOTAL                        |                       |                | 28,18  | 20                      | 20       | 0                    | 0         | 0         |
|                                 |                       |                |        |                         |          | TOTAL DE PONTOS      |           | 40        |
| Nota de Maturidade GERAL (NMG): |                       | <b>INICIAL</b> |        | <b>Baixa Maturidade</b> |          | % GRAU DE MATURIDADE |           | 18,79%    |

| NÍVEL DE MATURIDADE BIM              |  |                   |        |                         |          |                                      |           |           |
|--------------------------------------|--|-------------------|--------|-------------------------|----------|--------------------------------------|-----------|-----------|
| GRAU DE MATURIDADE BIM               |  | PERC. %           | PONTOS | INICIADO                | DEFINIDO | GERENCIADO                           | INTEGRADO | OTIMIZADO |
|                                      |  | 100,00%           | 600    | 10 PTS                  | 20 PTS   | 30 PTS                               | 40 PTS    | 50 PTS    |
| Nota de Maturidade ESPECÍFICA (NME): |  | 47,72%            | 23,86  |                         |          | 23,86                                |           |           |
| Nota de Maturidade GERAL (NMG):      |  | 18,79%            | 9,39   | 9,39                    |          |                                      |           |           |
| SUBTOTAL                             |  |                   | 33,25  | 10                      | 0        | 30                                   | 0         | 0         |
|                                      |  |                   |        |                         |          | grau                                 |           | Índice    |
|                                      |  |                   |        |                         |          | Nota de Maturidade ESPECÍFICA (NME): |           | 340       |
|                                      |  |                   |        |                         |          | Nota de Maturidade GERAL (NMG):      |           | 40        |
| NÍVEL DE MATURIDADE (NM-BIM):        |  | <b>GERENCIADO</b> |        | <b>Média Maturidade</b> |          | Nota:                                |           | 280       |
|                                      |  |                   |        |                         |          |                                      |           | 41,93%    |

A partir do diagnóstico realizado através da aplicação da referida pesquisa de maturidade, obteve-se a Nota de Maturidade BIM ( $NM_{bim}$ ) que apontou para um Grau de Maturidade qualificado como “Gerenciado” (Média Maturidade) indicando que a familiaridade para com a metodologia de modelagem da informação da construção (BIM) extrapola a familiarização inicial e incipiente.

Da mesma forma, a partir das menções apuradas do Índice de Maturidade diagnosticado, seguindo a metodologia adaptada de SUCCAR, B. (2010), obteve-se a qualificação como “Gerenciado” (Média Maturidade) com percentual de 41,93% obtido a partir do diagnóstico da Matriz de Maturidade BIM.

Este valor, expressa que a instituição/empresa aferida está em pleno desenvolvimento e está em fase inicial do índice “GERENCIADO”. Com isso, observa-se que o planejamento estratégico lançado pelos gestores segue com definições que corroboram para que os objetivos, metas e procedimentos estabelecidos estão seguindo um ritmo de evolução perante as necessidades do desenvolvimento de projetos dotados da metodologia BIM.

Ainda assim, é importante que os gestores e coordenadores de equipe estejam cientes de que, para atingir o próximo patamar, é imperativo que os esforços realizados até agora prossigam em sua trajetória de evolução. Isso se mostra especialmente vital no contexto do aprimoramento contínuo das habilidades da equipe de profissionais, alinhando-as de maneira eficaz com os processos de trabalho estabelecidos.

Cabe refletir que, ao diagnosticar nível “INICIAL” na Nota de Maturidade Geral ( $NME_{GER}$ ), os entendimentos sobre o BIM e suas diretrizes não estão bem claros, gerando dúvidas e refletindo em valor abaixo do esperado, ocasionando em uma divergência em relação às competências aferidas, já que as narrativas de introdução ao BIM são base para o entendimento para implementação do BIM. Neste sentido, cabe aos gestores integrarem os conceitos e conhecimentos BIM para que dê uniformidade às taxas apresentadas na Nota de Maturidade Específica ( $NME_{ESP}$ ).



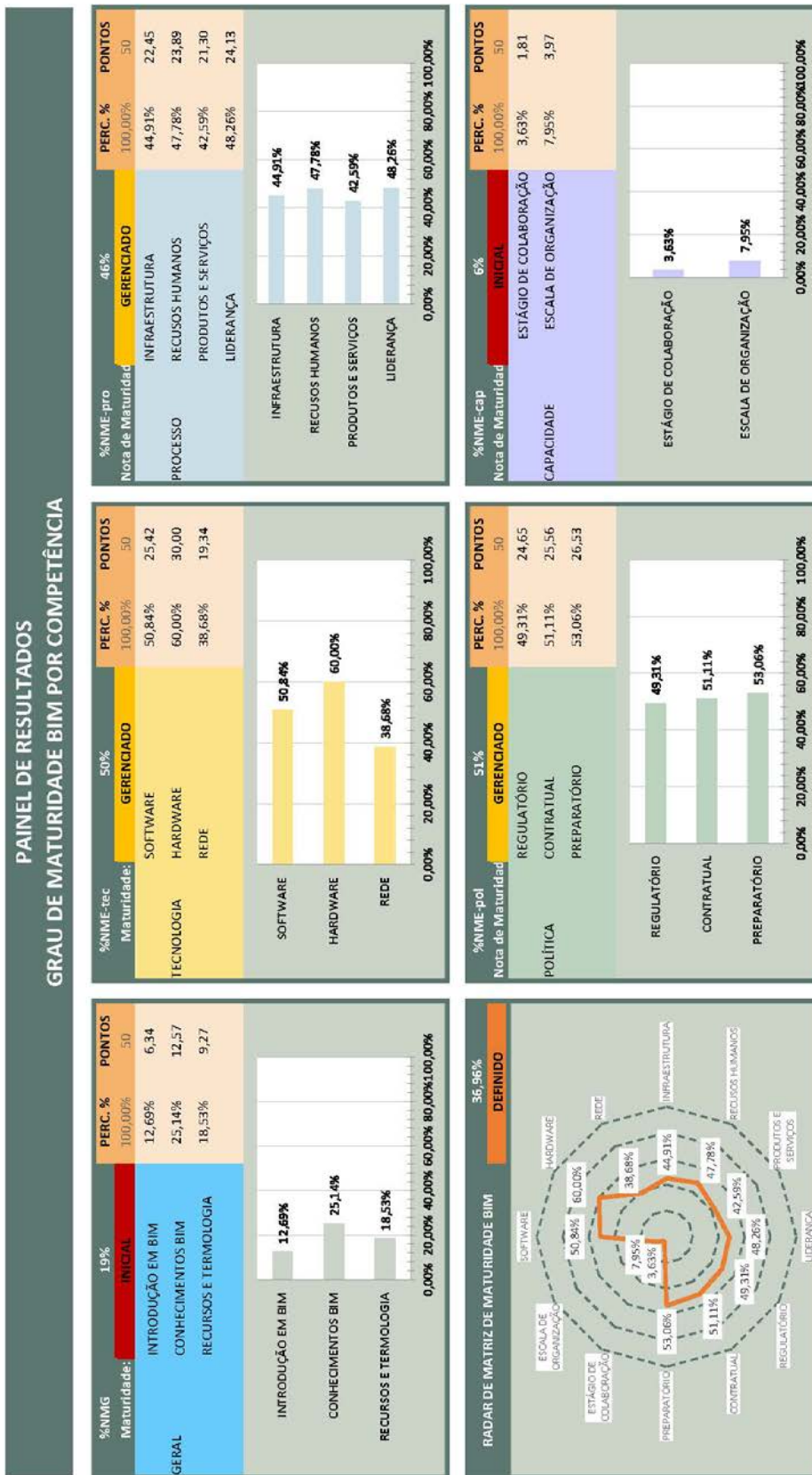


Figura 44 - Painel de Resultados das Notas de Maturidade, Geral e Específica.  
Fonte: Autor (2023)

Ao examinar o Painel de Resultados apresentados pela aferição da organização, é perceptível que os campos de Capacidade, Estágio de Colaboração e Escala de Organização, devem ser observados, cabendo fomentar instrumentos para galgar melhor índice na Matriz de Maturidade.

Além disso, é notória que a lacuna principal de colaboração e integração de equipe são o gargalo para que o desenvolvimento do BIM eleve seus potenciais favorecendo a busca por bases consistentes de informações, além de fortalecer as estratégias gerenciais e de coordenação de equipe, base primordial da colaboração no uso da metodologia BIM.

Sendo assim, será necessário focar esforços para que estes profissionais entendam os princípios e objetivos da organização, bem como oferecer os gestores condições de aperfeiçoamentos dos procedimentos como:

- a) elaboração de Cadernos BIM bem estruturado;
- b) formar a gestão de informação para interoperabilidade e procedimentos práticos para utilização;
- c) desenvolvimento de Guias e Manuais específicos dos trabalhos para realização;
- d) conceber um bom Plano de Execução BIM; e
- e) demais critérios estruturais de capacitação e fomentos são BIM.

Com base no exposto deste estudo de caso, é pertinente argumentar que a utilização do Grau de Maturidade BIM, concebido por Bilal Succar, emerge como uma ferramenta de diagnóstico valiosa. Essa ferramenta possibilita a análise visual da condição atual da implementação do BIM, conforme definida pelos gestores, coordenadores e demais envolvidos na administração desse processo na instituição/empresa.

Através desta matriz de diagnóstico, torna-se perceptível o estado atual da adoção do BIM e suas práticas por meio de uma base de dados consistente, demonstrando que este instrumento proporciona uma avaliação em prol da melhoria nos processos BIM implantados. Ao promover padrões consistentes na aplicação do BIM dentro da organização, ela também contribui para um aumento na eficiência operacional, focado na otimização dos processos existentes permitindo o direcionando dos esforços para a maximização do potencial nas diversas etapas do projeto BIM.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

A metodologia BIM tem se destacado como uma ferramenta fundamental na área da construção civil, sendo amplamente utilizada na elaboração, coordenação e planejamento de projetos. Por meio dela, é possível realizar uma modelagem virtual do edifício, que permite uma visão ampla e precisa da obra antes mesmo de sua construção. Essa metodologia promove uma maior eficiência e qualidade do processo de projeto, contribuindo para a redução de erros e retrabalhos.

A adoção e compreensão da matriz de maturidade BIM emergem como elemento significativo para a instituição/empresa ao implementar eficazmente o BIM. Esta ferramenta desempenha um papel central na observação e análise da implementação do BIM, oferecendo uma abordagem estruturada para avaliar o Nível de Maturidade e possibilita, por meio dela, identificar áreas de aprimoramento.

A matriz de maturidade BIM atua como um guia conciso, permitindo o diagnóstico de pontos de melhoria e áreas em crescimento. Ao oferecer uma visão abrangente, possibilita a identificação clara dos pontos em melhor desenvolvimento, proporcionando à equipe de gerenciamento uma compreensão aprofundada dos sucessos alcançados e das áreas que demandam atenção prioritária.

Além disso, a matriz de maturidade BIM se revela como uma ferramenta importante para a gestão eficaz dos recursos BIM aplicados. Ao proporcionar uma análise estruturada, ela permite que a instituição/empresa otimize a alocação de recursos, promovendo uma implementação mais eficiente e alinhada aos objetivos estratégicos.

A matriz de maturidade BIM assume, assim, um papel de destaque no gerenciamento eficaz dos recursos BIM aplicados. Ao oferecer uma abordagem estruturada, ela não apenas facilita a alocação eficiente de recursos, mas também promove uma gestão mais inteligente e estratégica, maximizando o retorno sobre os investimentos em tecnologia e capacitação.

Contudo, é crucial reconhecer a dificuldade inerente à manutenção da capacitação, especialmente em ambientes com diretrizes de projeto não organizadas e marcados por uma alta rotatividade de pessoal. Nesse contexto, a matriz de maturidade BIM não apenas evidencia esse desafio, mas também destaca a necessidade urgente de estratégias de

retenção de conhecimento e da promoção de uma cultura organizacional que fomente a aprendizagem contínua.

Dessa forma, ao integrar a matriz de maturidade BIM no gerenciamento e coordenação de projetos, a instituição/empresa não apenas promove uma implementação mais eficiente do BIM, mas também estabelece as bases para uma evolução sustentável, alinhada com as melhores práticas e objetivos estratégicos a longo prazo.

Ao empregar este instrumento desenvolvido por Bilal Succar, a equipe de gerenciamento é capacitada a identificar os pontos em melhor desenvolvimento, celebrar os sucessos conquistados e direcionar esforços para as áreas que necessitam de aprimoramento. Isso não apenas otimiza a eficiência operacional, mas também impulsiona a estratégia de implementação do BIM de maneira alinhada aos objetivos estratégicos da instituição/empresa.

Ao integrar a matriz de maturidade BIM de maneira proativa no gerenciamento e coordenação de projetos, a instituição/empresa não apenas inaugura uma era de eficiência operacional aprimorada, mas também constrói as bases para uma evolução sustentável e adaptável às demandas futuras. Este enfoque não só contribui para a consecução de metas imediatas, mas também estabelece um caminho claro para a inovação contínua e o sucesso a longo prazo no contexto dinâmico da indústria.

Nesse contexto, torna-se evidente a relevância dos elementos considerados como instrumentos de gestão para o gerenciamento e coordenação de projetos BIM. É imprescindível não apenas identificar os aspectos positivos, mas também reconhecer os desafios intrínsecos a esses pilares, proporcionando uma base sólida gerencial para enfrentar os desafios e otimizar os benefícios ao longo do ciclo de vida do projeto.

Do lado positivo, o Plano de Execução BIM emerge como uma ferramenta crucial, proporcionando uma abordagem estratégica e consistente para a implementação da metodologia. A capacitação contínua, através de programas específicos, impulsiona a equipe a explorar plenamente as capacidades do BIM, fomentando um ambiente colaborativo e altamente eficiente.

A Gestão de Informação e o Ambiente Comum de Dados (CDE) contribuem positivamente ao assegurar a integridade e transparência dos dados, promovendo a comunicação eficaz entre os participantes do projeto.

O Caderno de Requisitos, ao estabelecer claramente as expectativas do cliente, atua como um guia valioso desde as fases iniciais do projeto.

Entretanto, é fundamental reconhecer que desafios também podem surgir. A implementação para ser bem-sucedida, auxiliado pelos instrumentos bem definidos e em plena evolução, vai depender de uma compreensão completa e engajamento de todas as partes envolvidas, projetistas, gerentes, coordenadores dentre outros.

Assim, é necessário um bom programa de capacitação para que a equipe de projetos possa desenvolver e dialogar em favor de um modelo BIM compatível com os níveis de detalhamento e informação (Nd e Ni) com critérios estabelecidos, bem como estabelecer critérios para troca de informações e de gestão de informações compartilhadas, afim de caminhar para eficácia de um ambiente Comum de Dados colaborativo.

O Caderno de Requisitos, embora importante para alinhar expectativas, pode enfrentar dificuldades na definição precisa dos requisitos do cliente, já que os requisitos devem estar alinhados aos objetivos e metas. A elaboração e execução do Plano de Implementação segue a mesma linha de raciocínio, podendo ser complexas e exigir um equilíbrio cuidadoso entre prazos e recursos disponíveis.

Diante da abordagem delineada, fica evidente a importância significativa atribuída ao emprego da metodologia BIM no contexto da construção civil, com um foco especial no gerenciamento e coordenação de projetos. Ao buscar identificar as competências essenciais necessárias para um processo de projeto BIM eficiente, a pesquisa destaca a Matriz de Maturidade BIM como um instrumento norteador. Essa matriz não apenas avalia a implementação do BIM, mas também mensura suas capacidades na adoção da metodologia BIM em seus processos de produção de projetos.

Assim, a conclusão que se extrai é que a adoção do BIM transcende uma mera transformação técnica, representando uma mudança profunda na forma como a construção civil aborda e executa seus projetos. Ao considerar não apenas a importância do BIM, mas também a necessidade de avaliar e aprimorar continuamente suas práticas, a pesquisa sublinha a relevância de uma abordagem com olhar diferenciado para o sucesso na implementação e na maximização dos benefícios do BIM ao enfrentar esses desafios de maneira proativa, impulsionando uma transformação eficaz no gerenciamento e coordenação das atividades de projeto ao adotar a metodologia BIM nos processos.

## 8.1 SUGESTÕES DE PESQUISAS COMPLEMENTARES

Como parte integrante desta pesquisa, relaciona-se alguns itens importantes para fomentar pesquisas futuras:

- Validação dos Objetos BIM Associados ao Processo de Projeto:

A validação dos objetos BIM é um aspecto crucial para garantir a precisão e a eficácia dos modelos BIM. Trabalhos futuros podem se concentrar em desenvolver e implementar métodos robustos de validação que possam verificar a precisão dos objetos BIM em relação aos padrões de projeto e construção. Isso pode incluir a verificação da precisão geométrica, a consistência dos metadados e a conformidade com as normas de codificação. Além de colaborar para gestão e coordenação dos projetos pelos gestores.

- Método de Avaliação dos Instrumentos BIM Aplicados nas Instituições:

A avaliação dos instrumentos BIM utilizados pelas instituições é fundamental para entender a eficácia dessas ferramentas na prática. No entanto, podem desenvolver métodos de avaliação que considerem tanto a funcionalidade técnica dos instrumentos BIM citados na pesquisa, quanto a sua usabilidade para os usuários finais. Isso pode envolver a realização de estudos de caso, pesquisas com usuários e análises de desempenho.

- Aperfeiçoamento dos Métodos de Processo de Projeto BIM:

O processo de projeto BIM é complexo e envolve muitas etapas diferentes, desde a concepção inicial até a construção e manutenção. Trabalhos futuros podem se concentrar em aperfeiçoar esses métodos para torná-los mais eficientes e eficazes. Isso pode envolver a incorporação de novas tecnologias, novos métodos de controle gerencial para automatizar partes do processo de projeto, ou o desenvolvimento de novas abordagens para a colaboração e a gestão de projetos.

## 9 APÊNDICES

---

O apêndice deste trabalho é composto por entrevistas semiestruturadas que auxiliaram na coleta de dados, oferecendo aos leitores uma visão mais profunda das perspectivas obtidas para o estudo de caso.

- Apêndice 1 – Entrevista 1: Geral
- [https://docs.google.com/forms/d/1kFU4\\_CvS8BhVq4arP5VvmnJ5y7Vn9PhvX2irZB1y44/prefill](https://docs.google.com/forms/d/1kFU4_CvS8BhVq4arP5VvmnJ5y7Vn9PhvX2irZB1y44/prefill)
- 
- Apêndice 2 – Entrevista 2: Tecnologia
- <https://docs.google.com/forms/d/1ShX8TVE9gqLRThBMWbGlna3Z42ylyx7I2RPTyEYwvAg/prefill>
- 
- Apêndice 3 – Entrevista 3: Processo
- [https://docs.google.com/forms/d/11sZ5LFMX0p4A\\_cvGw1q\\_gko7A9ae8W0AtQTBOKIqNSk/prefill](https://docs.google.com/forms/d/11sZ5LFMX0p4A_cvGw1q_gko7A9ae8W0AtQTBOKIqNSk/prefill)
- 
- Apêndice 4 – Entrevista 4: Política, Estágio de Colaboração e Escala de Organização
- [https://docs.google.com/forms/d/1b1IltNXcILtb6UfmAiv1448Cb-U3aKkhnqZ6YK\\_Dqnk/prefill](https://docs.google.com/forms/d/1b1IltNXcILtb6UfmAiv1448Cb-U3aKkhnqZ6YK_Dqnk/prefill)

## 10 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

---

ADDOR, M. et al. **Guia AsBEA - boas práticas em BIM - fluxo de projetos em BIM: planejamento e execução.** [s.l: s.n.].

ADOOR, M. et al. **Guia AsBEA boas práticas em BIM - estruturação do escritório de projetos para implantação do BIM.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <Guia\_Bim\_AsBEA>. Acesso em: 1 dez. 2015.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **A Implantação de Processos BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC.** Brasília: [s.n.].

ALMEIDA, R. C. DE G. **Impacto do uso do BIM na elaboração de projetos as built de sistemas prediais hidrossanitários.** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2018.

ARNAL, I. P. **Why don't we start at the beginning?** Disponível em: <<https://www.bimcommunity.com/news/load/490/why-don-t-we-start-at-the-beginning>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

AUTODESK. **Manual Autodesk.** Disponível em: <<https://help.autodesk.com/view/RVT/2023/PTB/>>. Acesso em: 27 set. 2023.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. O Papel do Arquiteto em Empreendimentos Desenvolvidos com a Tecnologia BIM e as Habilidades que Devem Ser Ensinadas na Universidade. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 11, n. 1, p. 103, 4 abr. 2016.

BIBLUS. **Construção Industrializada: Conheça o BIM 10D.** Disponível em: <<https://biblus.accasoftware.com/ptb/construcao-industrializada-conheca-o-bim-10d/>>. Acesso em: 14 out. 2023.

BIBLUSBIM. **Plano de Execução BIM (PEB): O que é e qual seu objetivo?** Disponível em: <<https://biblus.accasoftware.com/ptb/plano-de-execucao-bim-peb-o-que-e-e-qual-seu-objetivo/>>. Acesso em: 9 out. 2023.

BIBLUSBIM. **Quais os benefícios de um Ambiente Comum de Dados?** Disponível em: <<https://biblus.accasoftware.com/ptb/quais-os-beneficios-de-um-ambiente-comum-de-dados/>>. Acesso em: 10 out. 2023.

BIM FÓRUM BRASIL. **BIM Fórum Brasil.** Disponível em: <<https://www.bimforum.org.br/>>. Acesso em: 13 jan. 2023.



BLUMENSCHNEIN, R. N.; MIRANDA, A. C. DE O.; BASTOS, J. DA C. J. **Estratégia BIM - apresentação simplificada**. [s.l: s.n.].

BOMFIM, C. A. A.; LISBOA, B. T. W.; MATOS, P. C. C. DE. **Gestão de obras com BIM - uma nova era para o setor da construção civil**. XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics. **Anais...**Bueno Aires, Argentina: 2016.

BRASIL. Decreto nº 9.983/19, de 22 de agosto de 2019. **Presidência da República**, 22 ago. 2019.

CALLEGARI, S. **Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

CAMPOS, J. F.; ALMEIDA, M. A. F. As Possibilidades De Atuação Do Engenheiro De Produção Na Modelagem Da Informação Da Construção (BIM). **PUCMINAS**, 2019.

CATELANI, W. S. **Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras - Volume 5 - formas de contratação BIM**. Brasília: [s.n.].

CATELANI, W. S. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras - Volume 2 - implementação BIM**. [s.l: s.n.].

CBIC. **Fundamentos BIM - Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília: [s.n.].

CBIC. **Governo institui comitê gestor da estratégia do BIM**.

CBIM. **Câmara Brasileira de BIM**.

COAN, D. R. T. DO N.; SOUZA, N. J. DE; QUEIROZ, A. DE S. Implantação do Building Information Modeling aos projetos de engenharia do sistema federal Brasileiro. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/projetos-de-engenharia>, 2021.

COELHO, K. M. **A Implementação e o Uso da Modelagem da Informação da Construção em Empresas de Projeto de Arquitetura**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2017.

DÁROS, J. **O que é interoperabilidade?** Disponível em: <<https://utilizandobim.com/blog/interoperabilidade/>>. Acesso em: 26 jan. 2023.

DE ANDRADE, L. S. **A contribuição dos sistemas BIM para o planejamento orçamentário das obras públicas: estudo de caso do auditório e da biblioteca de planaltina.** Brasília/DF: Universidade de Brasília, 2012.

DE FREITAS, W. A. **Estudo de projetos de instalações prediais em software building information modeling (BIM).** Rio de Janeiro: Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

DNIT. **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.** Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/bim-no-dnit>>. Acesso em: 6 set. 2023.

DODGE DATA & ANALYTICS. **Worldwide BIM Study: Business Value, Adoption and Trends.** Disponível em: <<https://www.construction.com/toolkit/reports/worldwide-bim-study-business-value-adoption-and-trends>>. Acesso em: 26 out. 2023.

EASTMAN, C. et al. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors.** 2ª Edição ed. California: [s.n.].

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. Estudo do fluxo de projetos: cooperação seqüencial x colaboração simultânea. **Researchgate**, 1999.

GURSEL, O. et al. BIM-based project delivery: Review of design and construction processes. **Automation in Construction**, 2019.

LEUSIN, S. **Implantação do BIM: caminhos e desafios.** Disponível em: <[chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://sitefiespstorage.blob.core.windows.net/observatoriodaconstrucao/2016/03/2\\_Apresentacao-BIM\\_Sergio-Roberto-Leusin-de-Amorim.pdf](chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://sitefiespstorage.blob.core.windows.net/observatoriodaconstrucao/2016/03/2_Apresentacao-BIM_Sergio-Roberto-Leusin-de-Amorim.pdf)>. Acesso em: 18 set. 2023.

LEUSIN, S. R. **Gerenciamento e Coordenação de Projetos BIM.** 1ª Edição ed. São Paulo: GEN LTC, 2018.

MACHADO, F. **Soluções BIM Autodesk e Interoperabilidade**. Disponível em: <<https://blogs.autodesk.com/mundoaec/solucoes-bim-autodesk-e-interoperabilidade/>>.

Acesso em: 7 mar. 2023.

MAJCHER, J. **Everything worth knowing about the IFC format**. Disponível em: <<https://bimcorner.com/everything-worth-knowing-about-the-ifc-format/>>. Acesso em: 16 ago. 2023.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. Doutorado—São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013.

MPDFT. **Caderno de projetos e de gestão de edificações em BIM**. Brasília-DF: [s.n.].

NIBS. **National Institute of Building Sciences**. Disponível em: <<https://www.nibs.org/>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

SANTANA, K. A. **O processo de projeto em construtoras e incorporadoras no distrito federal um exercício de avaliação com foco na concepção e definição do produto**. Brasília: Universidade de Brasília, 2009.

SCHVEITZER, F.; IAMAMOTO, L. **Mapeamento de maturidade BIM Brasil**. [s.l.: s.n.].

SEINFRA-SC. **Secretaria de Infraestrutura Urbana**. Disponível em: <<https://www.sie.sc.gov.br/home>>. Acesso em: 28 out. 2023.

SILVA, C. O. DA. **Level Of Development (LOD) e Níveis de Detalhamento (ND) em BIM**.

SILVA, M. A. C.; SOUZA, R. DE. Gestão do processo de projeto de edificações. **O Nome da Rosa**, v. 1, p. 181, 2003.

SIMÕES, D. G. **Manutenção de Edifícios apoiado no modelo BIM**. Lisboa, Portugal: IFT Técnico, 2013.

STRADIOTTO, J. **Processo BIM em projetos de licitações de obras públicas em obras do CRAS-SC**. São Leopoldo: Universidade do Vale Rio dos Sinos - UNISINOS, 2018.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Maturity Matrix. 2009a.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357–375, maio 2009b.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357–375, 1 maio 2009c.

SUCCAR, B. Matriz de Maturidade BIM. 2016a.

SUCCAR, B. 301in.PT-Matriz-de-Maturidade-BIM. 2016b.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. Measuring BIM performance: Five metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 8, n. 2, p. 120–142, 1 ago. 2012a.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. Measuring BIM performance: Five metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 8, n. 2, p. 120–142, 1 ago. 2012b.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application. **Automation in Construction**, v. 35, p. 174–189, 1 nov. 2013.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Obras Públicas: Recomendações Básicas Para A Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas.** , 2014.

VALOTO, F. M.; ANDRADE, B. S. **Construção civil e o ensino de práticas sustentáveis em prol do meio ambiente.** XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, COBENGE. **Anais...**Blumenau-SC: 2011.

WONG, J.; WONG, K. D.; NADEEM, A. Clash detection in building information modeling. **Automation in Construction**, 2019.

## **APÊNDICE 1**

---

### **ENTREVISTA 1: GERAL**

# 1 | Roteiro de Entrevista Semiestruturada

O presente roteiro é parte integrante de uma pesquisa em nível de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU/UnB).

Trata-se de uma pesquisa aplicada para apontar novos rumos no gerenciamento e coordenação de projetos de edificações voltados para o método BIM. Sua participação é de fundamental importância para a conclusão deste curso.

A ideia é conseguir avaliar, com o seu conhecimento, aspectos de gestão de processo para produção de projetos com o uso do método BIM, e para isso coloque todos os seus entendimentos e conhecimentos neste questionário.

Sua participação é de fundamental importância para a conclusão deste curso.

**A duração estimada para sua colaboração é de 5min.**

Desde já, agradeço sua disponibilidade de tempo e colaboração.

## PERGUNTAS INICIAIS

Diagnostico do perfil do respondente

1. Nome: (se desejar)

---

2. qual a região do Brasil que você vive?

*Marcar apenas uma oval.*

- Norte
- Nordeste
- Sul
- Sudeste
- Centro-Oeste

## 3. Qual o seu estado?

*Marcar apenas uma oval.*

- Acre | AC
- Alagoas | AL
- Amapá | AP
- Amazonas | AM
- Bahia | BA
- Ceará | CE
- Espírito Santo | ES
- Goiás | GO
- Maranhão | MA
- Mato Grosso | MT
- Mato Grosso do Sul | MS
- Minas Gerais | MG
- Pará | PA
- Paraíba | PB
- Paraná | PR
- Pernambuco | PE
- Piauí | PI
- Rio de Janeiro | RJ
- Rio Grande do Norte | RN
- Rio Grande do Sul | RS
- Rondônia | RO
- Roraima | RR
- Santa Catarina | SC
- São Paulo | SP
- Sergipe | SE
- Tocantins | TO
- Distrito Federal | DF

## 4. Qual seu cargo/função?

*Marcar apenas uma oval.*

- Diretor
- Coordenador Geral
- Chefe de Seção
- Coordenador de Equipe
- Projetista (profissional arquiteto e/ou engenheiro)
- Auxiliar (técnico de edificações, desenhista, modelador ou similar)

## 5. Qual sua profissão?

*Marcar apenas uma oval.*

- Arquiteto e Urbanista
- Engenheiro Civil
- Engenheiro Eletricista
- Engenheiro Mecânico
- Engenheiro Orçamentista
- Técnico em Edificações, Desenhista ou similar
- Desenhista
- Estudante | Arquitetura ou engenharia
- Administrador
- Contabilidade



## 6. Anos de formação?

*Marcar apenas uma oval.*

- até 1 ano
- de 1 até 3 anos
- de 3 até 5 anos
- de 5 até 10 anos
- de 10 a 15 anos
- mais de 15 anos

## 7. Atua em empresa pública ou privada?

*Marcar apenas uma oval.*

- Pública - Governo Federal
- Pública - Governo Estadual
- Empresa Privada - Construtora
- Empresa Privada - Escritório de Projetos

## 8. Nome da sua instituição/empresa?

---

## 9. Vínculo com a instituição que trabalha?

*Marcar apenas uma oval.*

- Quadro Permanente
- Empresa Terceirizada
- Contrato de Prestação de Serviços
- Contrato Temporário
- Estagiário
- Consultor

10. Você já realizou alguma especialização com ênfase na metodologia BIM?

*Marcar apenas uma oval.*

- Doutorado
- Mestrado
- Especialização
- Seminários/Cursos
- Não Realizei

11. Você já participou de algum programa de capacitação em BIM do seu órgão/empresa?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

12. Com base no seu conhecimento a quanto tempo sua empresa adota o BIM para estudos e projetos?

*Marcar apenas uma oval.*

- até 1 ano
- de 1 até 3 anos
- de 3 até 5 anos
- de 5 até 10 anos
- de 10 a 15 anos
- mais de 15 anos

## PESQUISA DE MATURIDADE GERAL

NESTA SEÇÃO AVALIA-SE O **NÍVEL DE CONHECIMENTO GERAL** ACERCA DOS **CONCEITOS BIM** E DA **CULTURA BIM**, ALÉM DAS PRINCIPAIS **TERMINOLOGIAS** QUE PERMEIAM POR ESTA METODOLOGIA.

Obrigado por sua participação até o momento. Agora vamos para avaliação da Maturidade BIM ao longo do processo de implementação dentro de sua instituição/empresa.

Não se preocupe, esta avaliação é apenas para verificar de forma geral a maturidade obtida ao longo do tempo.

### ENTREVISTA 1 - INTRODUÇÃO

Aqui será avaliada a Maturidade BIM adquirida ao longo do processo na sua instituição/empresa

13. Baseado no Decreto No 10.306/2020, que Estabelece: "A utilização do Building Information Modeling (BIM) na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal"

Escolha a seguir a alternativa que corresponde as etapas para a 1a Fase de Implementação do BIM

*Marcar apenas uma oval.*

- Orçamentação, Planejamento, Controle da execução de obras e Atualização do modelo e de suas informações As Built
- Elaboração dos modelos, Detecção de interferências, Extração de quantitativos e Geração de documentação gráfica
- Gerenciamento e Manutenção do empreendimento após a sua construção

14. Sobre BIM e Revit a afirmativa a seguir é correta?  
BIM é o conjunto de processos, políticas e tecnologias que definem uma metodologia e Revit é um software desta metodologia.

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

15. Na instituição/empresa que trabalha existe algum Programa de Capacitação em BIM, o qual é divulgado e assistido pelos gestores?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

16. Na instituição/empresa que trabalha existe algum Caderno de Requisitos BIM, o qual é divulgado e assistido pelos gestores?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

17. Na instituição/empresa que trabalha existe algum Software de Gestão de Dados e Informações, o qual é divulgado e assistido pelos gestores?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

18. Na instituição/empresa que trabalha existe algum Guia de Análise de Projetos em BIM, o qual é divulgado e assistido pelos gestores?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

19. O Industry Foundation Classes - IFC é um:

*Marcar apenas uma oval.*

- Software BIM 3D - Utilizado para elaboração da Modelagem Paramétrica
- Software BIM 5D - Utilizado para etapa de Orçamentação do projeto
- Esquema de dados aberto e neutro em plataforma que não é controlada por um único fornecedor ou grupo de fornecedores
- Esquema de dados fechado e proprietário de uma empresa desenvolvedora de softwares BIM

20. O Level of Detail - Nível de Detalhamento, e o Level of Development - Nível de Desenvolvimento, são definições de: (respectivamente)

*Marcar apenas uma oval.*

- quantidade de detalhes dos elementos de um modelo BIM e quantidade de elementos elaborados
- quantidade de elementos elaborados e nível de confiança dos modelos gerados
- quantidade de detalhes dos elementos de um modelo BIM e nível de confiança das informações incorporadas em um modelo BIM
- Nível de confiança das informações do modelo BIM e quantidade de detalhes do modelo BIM

21. O LoD dos modelos se organiza em cinco níveis de forma progressiva: LOD 100, LOD 200, LOD 300, LoD 350, LOD 400 e LOD 500.

*Marcar apenas uma oval.*

- Verdadeiro
- Falso

22. Em algumas autorias sobre BIM, é possível encontrar argumentos sobre Nível de Desenvolvimento (Nd) e Nível de Informação (Ni). Você tem conhecimento sobre o assunto?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

23. Tem conhecimento sobre o que é nível de maturidade BIM?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

### **Conhecimento Geral acerca dos conceitos BIM e da cultura BIM**

A seguir, você irá se deparar com perguntas que buscam avaliar seu nível de conhecimento geral acerca dos conceitos BIM e da cultura BIM, além das principais terminologias que permeiam a metodologia.

24. Você já ouviu falar sobre o BIM?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

25. Você já ouviu falar sobre a implementação do BIM em sua instituição/empresa?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

26. A partir das frases a seguir, assinale a que melhor define o BIM de acordo com sua compreensão:

*Marcar apenas uma oval.*

- Já ouvi falar sobre o BIM, porém conheço muito pouco sobre o assunto
- O BIM é um sinônimo de Modelagem 3D sendo utilizado para elaborar um modelo e gerenciar um projeto de forma tridimensional
- O BIM integra o projeto a um conjunto de softwares que permitem maior detalhamento
- O BIM integra o projeto à tecnologias e processos para criação e utilização de modelos digitais
- O BIM desenvolve uma cultura colaborativa associada à tecnologias e processos integrados para o desenvolvimento de modelos digitais

### No que diz respeito ao BIM

responda a seguir as afirmações conforme seu conhecimento na metodologia BIM

parâmetros



miro

27. "A utilização da metodologia BIM possibilita a extração automatizada de quantitativos e a especificação de materiais a partir do Modelo digital"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

28. "O BIM permite a verificação automática ou semiautomática de interferências geométricas e/ou funcionais no modelo digital"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

29. "O BIM possibilita a extração automática de quantitativos e da documentação 3D e 2D do modelo digital elaborado"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4



30. "O BIM possibilita o desenvolvimento de projetos com maior qualidade a partir da utilização de recursos de planejamento e simulações"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

31. "Através do Plano de Execução BIM, permite-se maior controle dos prazos de execução e transparência no gerenciamento de projeto"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

32. "A aplicação do BIM para edificações se encontra mais desenvolvida do que para as obras de infraestrutura"

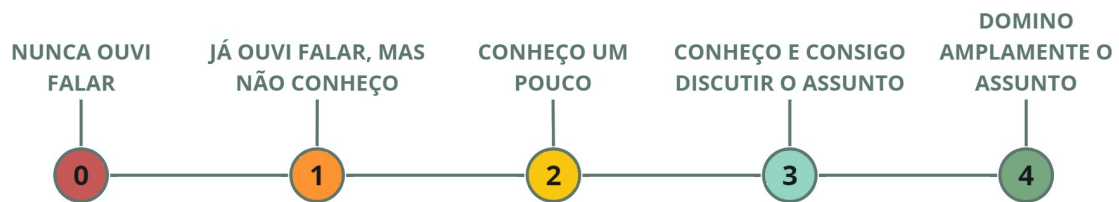
*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

## Conhecimento Geral acerca dos conceitos BIM

Responda a seguir as afirmações conforme seu conhecimento da implementação BIM em sua instituição/empresa

parâmetros



miro

33. "O Decreto no 10.306/2020, vinculou a instituição/empresa à Implementação BIM em seus projetos de engenharia"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

34. "O núcleo BIM e seu papel relevante na Implementação BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

## 35. "O Caderno de Requisitos Técnicos BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

 0 1 2 3 4

## 36. "Acordos e cooperações firmados para auxiliar na implementação BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

 0 1 2 3 4

## 37. "O OrçaFascio como a base de dados para realização de Orçamento BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

 0 1 2 3 4

38. "O Plano de Implementação BIM (PIB) e as fases de diagnóstico, planejamento, implantação e avaliação"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

39. "Escolha do projeto-piloto para implementar o BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

40. "Os Perfis BIM: Coordenador BIM, Gerente BIM e Analista de Projeto BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

41. "Os Processos de Gestão de Mudanças e Gestão de Conhecimento para Implementação BIM"

Marcar apenas uma oval.

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

42. "Divulgação e publicidade de informações de implementação e capacitação na instituição/empresa"

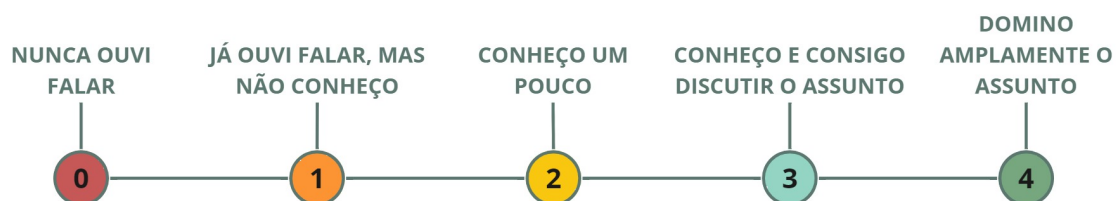
Marcar apenas uma oval.

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

### No que diz respeito aos recursos e terminologias BIM

Avaliaremos a seguir a sua familiaridade com os principais recursos e terminologias BIM

parâmetros



miro

43. "O Site BIM (instituição/empresa) e a divulgação e publicidade de informações de implementação e capacitação"

Marcar apenas uma oval por linha.

|   | 0                     | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>Modelo Federado</b>                                | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Modelo Intergrado</b>                              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>BuildingSmart</b>                                  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>BCF - BIM Collaboration Format</b>                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>IFC - Industry Foundation Classes</b>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Clash Detection</b>                                | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>CDE - Ambiente Comum de Dados</b>                  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>PIB - Plano de Implementação BIM</b>               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>PEB - Plano de Execução BIM</b>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Usos BIM</b>                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Dimensões BIM (3D, 4D, 5D, etc)</b>                | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>LoD - Level Of Detail - Nível de Detalhes (Nd)</b> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Interoperabilidade</b>                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Compatibilidade</b>                                | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Intercambialidade</b>                              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|                           |                       |                       |                       |                       |                       |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Parametrização de Objetos | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| OpenBIM                   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Template BIM              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| BIM Mandate               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários





## **APÊNDICE 2**

---

### **ENTREVISTA 2: TECNOLOGIA**

## 2 | Roteiro de Entrevista Semiestruturada

O presente roteiro é parte integrante de uma pesquisa em nível de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU/UnB).

Trata-se de uma pesquisa aplicada para apontar novos rumos no gerenciamento e coordenação de projetos de edificações voltados para o método BIM. Sua participação é de fundamental importância para a conclusão deste curso.

A ideia é conseguir avaliar, com o seu conhecimento, aspectos de gestão de processo para produção de projetos com o uso do método BIM, e para isso coloque todos os seus entendimentos e conhecimentos neste questionário.

Sua participação é de fundamental importância para a conclusão deste curso.

**A duração estimada para sua colaboração é de 5min.**

Desde já, agradeço sua disponibilidade de tempo e colaboração.

### PERGUNTAS INICIAIS

Diagnóstico do perfil do respondente

1. Nome: (se desejar)

---

2. qual a região do Brasil que você vive?

*Marcar apenas uma oval.*

- Norte
- Nordeste
- Sul
- Sudeste
- Centro-Oeste

## 3. Qual o seu estado?

*Marcar apenas uma oval.*

- Acre | AC
- Alagoas | AL
- Amapá | AP
- Amazonas | AM
- Bahia | BA
- Ceará | CE
- Espírito Santo | ES
- Goiás | GO
- Maranhão | MA
- Mato Grosso | MT
- Mato Grosso do Sul | MS
- Minas Gerais | MG
- Pará | PA
- Paraíba | PB
- Paraná | PR
- Pernambuco | PE
- Piauí | PI
- Rio de Janeiro | RJ
- Rio Grande do Norte | RN
- Rio Grande do Sul | RS
- Rondônia | RO
- Roraima | RR
- Santa Catarina | SC
- São Paulo | SP
- Sergipe | SE
- Tocantins | TO
- Distrito Federal | DF

## 4. Qual seu cargo/função?

*Marcar apenas uma oval.*

- Diretor
- Coordenador Geral
- Chefe de Seção
- Coordenador de Equipe
- Projetista (profissional arquiteto e/ou engenheiro)
- Auxiliar (técnico de edificações, desenhista, modelador ou similar)

## 5. Qual sua profissão?

*Marcar apenas uma oval.*

- Arquiteto e Urbanista
- Engenheiro Civil
- Engenheiro Eletricista
- Engenheiro Mecânico
- Engenheiro Orçamentista
- Técnico em Edificações, Desenhista ou similar
- Desenhista
- Estudante | Arquitetura ou engenharia
- Administrador
- Contabilidade

## 6. Anos de formação?

*Marcar apenas uma oval.*

- até 1 ano
- de 1 até 3 anos
- de 3 até 5 anos
- de 5 até 10 anos
- de 10 a 15 anos
- mais de 15 anos

## 7. Atua em empresa pública ou privada?

*Marcar apenas uma oval.*

- Pública - Governo Federal
- Pública - Governo Estadual
- Empresa Privada - Construtora
- Empresa Privada - Escritório de Projetos

## 8. Nome de sua instituição/empresa

---

## 9. Vínculo com a instituição que trabalha?

*Marcar apenas uma oval.*

- Quadro Permanente
- Empresa Terceirizada
- Contrato de Prestação de Serviços
- Contrato Temporário
- Estagiário
- Consultor

10. Você já realizou alguma especialização com ênfase na metodologia BIM?

*Marcar apenas uma oval.*

- Doutorado
- Mestrado
- Especialização
- Seminários/Cursos
- Não Realizei

11. Você já participou de algum programa de capacitação em BIM do seu órgão/empresa?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

12. Com base no seu conhecimento a quanto tempo sua empresa adota o BIM para estudos e projetos?

*Marcar apenas uma oval.*

- até 1 ano
- de 1 até 3 anos
- de 3 até 5 anos
- de 5 até 10 anos
- de 10 a 15 anos
- mais de 15 anos

## PESQUISA DE MATURIDADE ESPECÍFICA - TECNOLOGIA

NESTA SEÇÃO AVALIAM-SE AS COMPETÊNCIAS DA INSTITUIÇÃO/EMPRESA NO QUE SE REFERE A

MATURIDADE BIM DE **SOFTWARES, HARDWARES E REDES**.

Obrigado por sua participação até o momento. Agora vamos para avaliação da Maturidade BIM ao longo do processo de implementação dentro de sua instituição/empresa.

Não se preocupe, esta avaliação é apenas para verificar de forma geral a maturidade obtida ao longo do tempo.

### ENTREVISTA 2 - COMPETÊNCIAS DE TECNOLOGIA

Aqui serão avaliadas as competências de tecnologia em 3 áreas de avaliação:

1. **Software:** Aplicações, ferramentas e informações produzidas em BIM
2. **Hardware:** Equipamentos (computadores, tablets, aparelhos de telefonia móvel, etc.)
3. **Rede:** Ambiente Comum de Dados para trabalho colaborativo e compartilhamento de informações

parâmetro



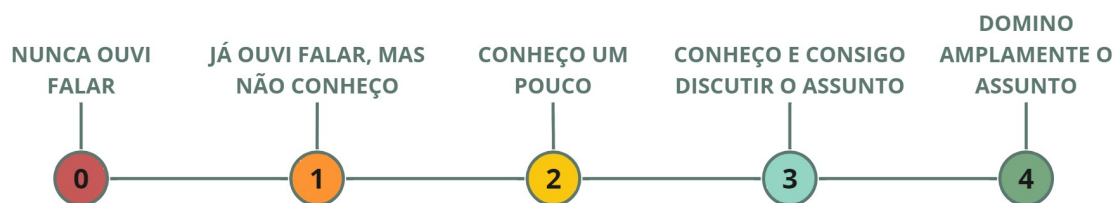
miro

13. Hoje no Brasil e no Mundo, Produtoras e Desenvolvedoras de Software apresentam uma vasta gama de soluções em BIM. Com base nesta informação escolha a alternativa que melhor define seu conhecimento das soluções BIM das seguintes empresas:

*Marcar apenas uma oval por linha.*

|                          | 0                     | 1                     | 2                     |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>AUTODESK</b>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>TRIMBLE</b>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>BENTLEY</b>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>NEMETSCHEK</b>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>GRAPHISOFT</b>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>PROCORE</b>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>ACCA<br/>SOFTWARE</b> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>MIDAS</b>             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>ALTOQI</b>            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

parâmetro



miro



14. Agora, para cada um dos softwares listados a seguir, escolha a resposta que melhor corresponde ao seu nível de conhecimento:

*Marcar apenas uma oval por linha.*

|  | 0                     | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>AutoCAD</b>                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Revit</b>                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Navisworks</b>                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Civil 3D</b>                          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Infravork</b>                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Archicad</b>                          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>QI Builder</b>                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Eberick</b>                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>CYPECAD</b>                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Solibri</b>                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Tekla<br/>Structures</b>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Syncro</b>                            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>AECOSim<br/>Building<br/>Designer</b> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Vico Office</b>                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Arquimesdes</b>                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Allplan</b>                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Procore</b>                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Vectorworks</b>                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Edificius</b>                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>BricsCAD</b>                          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

15. Assinale, também, seu nível de conhecimento acerca das soluções de Ambientes Comuns de Dados:

*Marcar apenas uma oval por linha.*

|                         | 0                     | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>BIM 360</b>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Trimble Connect</b>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>ProjectWise</b>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>BIMcollab</b>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Allplan BIM Plus</b> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>BIMsync</b>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>AltoQI CCloud</b>    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

## Software

De acordo com sua experiência pessoal na familiarização e utilização de Softwares BIM na sua instituição/empresa

parâmetro



miro

16. "é utilizado softwares BIM para elaboração e/ou análise de projetos"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

17. "existe uma difusão de softwares BIM em diferentes setores e equipes"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

18. "Os softwares BIM disponíveis são compatíveis com as suas necessidades de atuação na instituição/empresa"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

19. "possui familiaridade com a análise de modelos e templates BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

20. "O uso de softwares BIM na instituição/empresa e as trocas de informações ocorrem de forma gerenciada e administrável"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

21. "todos os softwares que são utilizados na instituição/empresa são softwares BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

## **Hardware**

De acordo com sua experiência pessoal na implantação e utilização de Hardware BIM na instituição/empresa

parâmetro



miro

22. "Os computadores disponíveis possibilitam o uso de softwares BIM em sua área de atuação"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

23. "Os computadores incompatíveis com tecnologias e ferramentas BIM vêm sendo adequados e atualizados"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

24. "Os equipamentos utilizados em seu ambiente de trabalho estão alinhados ao resultado final esperado dos modelos BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

25. "Na instituição/empresa o investimento em aquisição e atualização de hardware é direcionado para áreas de atuação em BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

26. "os projetistas e analistas de projetos BIM possuem computadores que atendem os requisitos de software BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

## Redes

De acordo com sua experiência pessoal na implantação e utilização redes de compartilhamento e/ou Ambiente Comum de Dados

parâmetro



miro

27. "Você possui acesso a uma rede de compartilhamento para dados e informações em BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

28. "Você tem familiaridade com ferramentas de Ambiente Comum de Dados (CDE)"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

29. "O fluxo de informações BIM em sua área existe e permite o gerenciamento em tempo real e a integração das partes envolvidas"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

30. "A comunicação e colaboração entre equipes se dá através de um Ambiente Comum de Dados (CDE)"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

31. "Os projetos são colaborados e integrados por meio de uma Ambiente Comum de Dados (CDE)"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4



Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

## Google Formulários



## **APÊNDICE 3**

---

### **ENTREVISTA 3: PROCESSO**

## 3 | Roteiro de Entrevista Semiestruturada

O presente roteiro é parte integrante de uma pesquisa em nível de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU/UnB).

Trata-se de uma pesquisa aplicada para apontar novos rumos no gerenciamento e coordenação de projetos de edificações voltados para o método BIM. Sua participação é de fundamental importância para a conclusão deste curso.

A ideia é conseguir avaliar, com o seu conhecimento, aspectos de gestão de processo para produção de projetos com o uso do método BIM, e para isso coloque todos os seus entendimentos e conhecimentos neste questionário.

Sua participação é de fundamental importância para a conclusão deste curso.

**A duração estimada para sua colaboração é de 5min.**

Desde já, agradeço sua disponibilidade de tempo e colaboração.

### PERGUNTAS INICIAIS

Diagnostico do perfil do respondente

1. Nome: (se desejar)

---

2. qual a região do Brasil que você vive?

*Marcar apenas uma oval.*

- Norte
- Nordeste
- Sul
- Sudeste
- Centro-Oeste

### 3. Qual o seu estado?

*Marcar apenas uma oval.*

- Acre | AC
- Alagoas | AL
- Amapá | AP
- Amazonas | AM
- Bahia | BA
- Ceará | CE
- Espírito Santo | ES
- Goiás | GO
- Maranhão | MA
- Mato Grosso | MT
- Mato Grosso do Sul | MS
- Minas Gerais | MG
- Pará | PA
- Paraíba | PB
- Paraná | PR
- Pernambuco | PE
- Piauí | PI
- Rio de Janeiro | RJ
- Rio Grande do Norte | RN
- Rio Grande do Sul | RS
- Rondônia | RO
- Roraima | RR
- Santa Catarina | SC
- São Paulo | SP
- Sergipe | SE
- Tocantins | TO
- Distrito Federal | DF

## 4. Qual seu cargo/função?

*Marcar apenas uma oval.*

- Diretor
- Coordenador Geral
- Chefe de Seção
- Coordenador de Equipe
- Projetista (profissional arquiteto e/ou engenheiro)
- Auxiliar (técnico de edificações, desenhista, modelador ou similar)

## 5. Qual sua profissão?

*Marcar apenas uma oval.*

- Arquiteto e Urbanista
- Engenheiro Civil
- Engenheiro Eletricista
- Engenheiro Mecânico
- Engenheiro Orçamentista
- Técnico em Edificações, Desenhista ou similar
- Desenhista
- Estudante | Arquitetura ou engenharia
- Administrador
- Contabilidade

## 6. Anos de formação?

*Marcar apenas uma oval.*

- até 1 ano
- de 1 até 3 anos
- de 3 até 5 anos
- de 5 até 10 anos
- de 10 a 15 anos
- mais de 15 anos

## 7. Atua em empresa pública ou privada?

*Marcar apenas uma oval.*

- Pública - Governo Federal
- Pública - Governo Estadual
- Empresa Privada - Construtora
- Empresa Privada - Escritório de Projetos

## 8. Qual é o nome da sua instituição/empresa?

---

## 9. Vínculo com a instituição que trabalha?

*Marcar apenas uma oval.*

- Quadro Permanente
- Empresa Terceirizada
- Contrato de Prestação de Serviços
- Contrato Temporário
- Estagiário
- Consultor

10. Você já realizou alguma especialização com ênfase na metodologia BIM?

*Marcar apenas uma oval.*

- Doutorado
- Mestrado
- Especialização
- Seminários/Cursos
- Não Realizei

11. Você já participou de algum programa de capacitação em BIM do seu órgão/empresa?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

12. Com base no seu conhecimento a quanto tempo sua empresa adota o BIM para estudos e projetos?

*Marcar apenas uma oval.*

- até 1 ano
- de 1 até 3 anos
- de 3 até 5 anos
- de 5 até 10 anos
- de 10 a 15 anos
- mais de 15 anos



## PESQUISA DE MATURIDADE ESPECÍFICA DE PROCESSOS

NESTA SEÇÃO AVALIAM-SE AS COMPETÊNCIAS DA INSTITUIÇÃO/EMPRESA NO QUE SE REFERE A MATURIDADE BIM DE **PROCESSOS**.

Obrigado por sua participação até o momento. Agora vamos para avaliação da Maturidade BIM ao longo do processo de implementação dentro de sua instituição/empresa.

Não se preocupe, esta avaliação é apenas para verificar de forma geral a maturidade obtida ao longo do tempo.

### ENTREVISTA 3 - COMPETÊNCIAS DE PROCESSO

Aqui serão avaliadas as competências de processos ao longo de 4 áreas de avaliação:

1. **Infraestrutura:** Ambiente de trabalho e infraestrutura de conhecimento
2. **Recursos Humanos:** Fluxos de trabalho, conhecimentos específicos, habilidades e experiências
3. **Produtos e serviços:** Especificação e inovação
4. **Liderança e gerenciamento:** Aspectos organizacionais, estratégicos e gerenciais

#### Infraestrutura

De acordo com sua experiência pessoal acerca do seu ambiente de trabalho e da infraestrutura de conhecimento disponível na instituição/empresa

parâmetro



miro

13. "Você tem amplo conhecimento acerca dos materiais e publicações BIM desenvolvidos e produzidos na instituição/empresa"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

14. "Você tem amplo conhecimento sobre as etapas da implementação BIM na instituição/empresa"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

15. "A instituição/empresa utiliza de estratégias de desempenho voltadas para produtividade, satisfação e motivação do pessoal/equipe"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

16. "O seu ambiente de trabalho proporciona integração e contribui para estratégias de desempenho alinhadas às diretrizes BIM da sua instituição/empresa"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

17. "Na instituição/empresa, o Conhecimento BIM é acessível e continuamente disponibilizado"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

18. "Na instituição/empresa, o Conhecimento BIM é integrado a Ambiente Comum de Dados, armazenado adequadamente e facilmente gerenciado"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

## Recursos Humanos

De acordo com sua experiência pessoal acerca da integração dos Fluxos de trabalho, Conhecimentos específicos, Habilidades e Experiências

parâmetro



miro

19. "Na instituição/empresa, o trabalho colaborativo entre equipes e o uso de ferramentas de colaboração é adequadamente aplicado"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

20. "A colaboração entre equipes apresenta definições adequadas de funções e competências BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

21. "Você identifica a integração da metodologia BIM aplicada a sua rotina de trabalho"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

22. "O BIM contribui para o cumprimento dos objetivos da sua área de atuação"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

23. "Você percebe ganho de eficiência em seu trabalho com a implementação do BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

### **Produtos e Serviços**

De acordo com sua experiência pessoal acerca da especificação dos produtos BIM e da incorporação da inovação na cultura e na gestão:

parâmetro



miro

24. "A instituição/empresa dispõe de critérios bem definidos para priorização de empreendimentos na implementação do BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

25. "Os requisitos de entrega para os modelos BIM de Engenharia estão amplamente difundidos na instituição/empresa"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

26. "A documentação de modelos BIM é extraída de forma automática e/ou semiautomática"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

27. "O Plano de Execução BIM em conjunto com os modelos de planilha para sua elaboração são amplamente conhecidos e/ou utilizados"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

28. "A instituição/empresa é reconhecido como padrão de referência BIM no mercado para empreendimentos"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

29. "A implementação BIM, seus requisitos, processos e inovações de produtos e serviços são integrados na estratégia da instituição/empresa"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

### Liderança

De acordo com sua experiência pessoal acerca da integração da metodologia BIM às estratégias organizacionais e gerenciais da autarquia:

parâmetro



miro

30. "Na instituição/empresa, o BIM é tratado como uma mudança baseada em tecnologia, processos e pessoas"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4



31. "Na instituição/empresa, a estratégia de implementação do BIM é continuamente revisada e realinhada com suas metas"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

32. "Na instituição/empresa, a implementação do BIM atua em conjunto com planos de ações detalhados e com um regime de monitoramento."

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

33. "A sua equipe de trabalho apresenta a compreensão da importância e necessidade da implementação do BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

## Google Formulários



## **APÊNDICE 4**

---

### **ENTREVISTA 4: POLÍTICA, ESTÁGIO DE COLABORAÇÃO E ESCALA DE ORGANIZAÇÃO**

## 4 | Roteiro de Entrevista Semiestruturada

O presente roteiro é parte integrante de uma pesquisa em nível de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU/UnB).

Trata-se de uma pesquisa aplicada para apontar novos rumos no gerenciamento e coordenação de projetos de edificações voltados para o método BIM. Sua participação é de fundamental importância para a conclusão deste curso.

A ideia é conseguir avaliar, com o seu conhecimento, aspectos de gestão de processo para produção de projetos com o uso do método BIM, e para isso coloque todos os seus entendimentos e conhecimentos neste questionário.

Sua participação é de fundamental importância para a conclusão deste curso.

**A duração estimada para sua colaboração é de 5min.**

Desde já, agradeço sua disponibilidade de tempo e colaboração.

### PERGUNTAS INICIAIS

Diagnostico do perfil do respondente

1. Nome: (se desejar)

---

2. qual a região do Brasil que você vive?

*Marcar apenas uma oval.*

Norte

Nordeste

Sul

Sudeste

Centro-Oeste

### 3. Qual o seu estado?

*Marcar apenas uma oval.*

- Acre | AC
- Alagoas | AL
- Amapá | AP
- Amazonas | AM
- Bahia | BA
- Ceará | CE
- Espírito Santo | ES
- Goiás | GO
- Maranhão | MA
- Mato Grosso | MT
- Mato Grosso do Sul | MS
- Minas Gerais | MG
- Pará | PA
- Paraíba | PB
- Paraná | PR
- Pernambuco | PE
- Piauí | PI
- Rio de Janeiro | RJ
- Rio Grande do Norte | RN
- Rio Grande do Sul | RS
- Rondônia | RO
- Roraima | RR
- Santa Catarina | SC
- São Paulo | SP
- Sergipe | SE
- Tocantins | TO
- Distrito Federal | DF

## 4. Qual seu cargo/função?

*Marcar apenas uma oval.*

- Diretor
- Coordenador Geral
- Chefe de Seção
- Coordenador de Equipe
- Projetista (profissional arquiteto e/ou engenheiro)
- Auxiliar (técnico de edificações, desenhista, modelador ou similar)

## 5. Qual sua profissão?

*Marcar apenas uma oval.*

- Arquiteto e Urbanista
- Engenheiro Civil
- Engenheiro Eletricista
- Engenheiro Mecânico
- Engenheiro Orçamentista
- Técnico em Edificações, Desenhista ou similar
- Desenhista
- Estudante | Arquitetura ou engenharia
- Administrador
- Contabilidade

## 6. Anos de formação?

*Marcar apenas uma oval.*

- até 1 ano
- de 1 até 3 anos
- de 3 até 5 anos
- de 5 até 10 anos
- de 10 a 15 anos
- mais de 15 anos

## 7. Atua em empresa pública ou privada?

*Marcar apenas uma oval.*

- Pública - Governo Federal
- Pública - Governo Estadual
- Empresa Privada - Construtora
- Empresa Privada - Escritório de Projetos

## 8. Qual é o nome da sua instituição/empresa?

---

## 9. Vínculo com a instituição que trabalha?

*Marcar apenas uma oval.*

- Quadro Permanente
- Empresa Terceirizada
- Contrato de Prestação de Serviços
- Contrato Temporário
- Estagiário
- Consultor



10. Você já realizou alguma especialização com ênfase na metodologia BIM?

*Marcar apenas uma oval.*

- Doutorado
- Mestrado
- Especialização
- Seminários/Cursos
- Não Realizei

11. Você já participou de algum programa de capacitação em BIM do seu órgão/empresa?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

12. Com base no seu conhecimento a quanto tempo sua empresa adota o BIM para estudos e projetos?

*Marcar apenas uma oval.*

- até 1 ano
- de 1 até 3 anos
- de 3 até 5 anos
- de 5 até 10 anos
- de 10 a 15 anos
- mais de 15 anos

## PESQUISA DE MATURIDADE ESPECÍFICA POLÍTICAS ESTÁGIO E ESCALA DA ORGANIZAÇÃO

NESTA SEÇÃO AVALIAM-SE AS COMPETÊNCIAS DA INSTITUIÇÃO/EMPRESA NO QUE SE REFERE A MATURIDADE BIM DE **POLÍTICAS, ESTÁGIO DA COLABORAÇÃO E ESCALA DA ORGANIZAÇÃO**.

Obrigado por sua participação até o momento. Agora vamos para avaliação da Maturidade BIM ao longo do processo de implementação dentro de sua instituição/empresa.

Não se preocupe, esta avaliação é apenas para verificar de forma geral a maturidade obtida ao longo do tempo.

### ENTREVISTA 4 - COMPETÊNCIAS DE POLÍTICAS

Aqui serão avaliadas as competências de políticas ao longo de 3 áreas de avaliação:

1. **Políticas Regulatórias:** Códigos, regulamentações, padrões, classificações, etc...
2. **Políticas Contratuais:** Responsabilidades, recompensas e alocação de riscos
3. **Políticas Preparatórias:** Iniciativas de pesquisa e programas de capacitação

#### Políticas Regulatórias

De acordo com sua experiência pessoal acerca dos critérios de regulação (Códigos, regulamentações, padrões, classificações, etc...)

parâmetro



miro

13. "As Diretrizes BIM são de seu conhecimento e são amplamente divulgadas"

*Marcar apenas uma oval.*

 0 1 2 3 4

14. "Os padrões da instituição/empresa para modelagem e extração de documentação de projeto, são adequados a realidade de mercado atual"

*Marcar apenas uma oval.*

 0 1 2 3 4

15. "O Caderno de Requisitos Técnicos BIM é acessível e divulgado bem como demais padrões, códigos e classificações atinentes ao BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

 0 1 2 3 4

16. "Os padrões BIM estão alinhados aos sistemas para melhoria de gestão da qualidade"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

17. "A avaliação de desempenho BIM é alinhada a metas de qualidade"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

18. "As Diretrizes BIM na instituição/empresa são integradas à gestão estratégica da instituição/empresa"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

### **Políticas Contratuais**

De acordo com sua experiência pessoal acerca das responsabilidades, recompensas e alocação de riscos na implementação do BIM

parâmetro



miro

19. "Na instituição/empresa, os entregáveis BIM para contratação são bem definidos"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

20. "As responsabilidades para gestão da informação BIM, produzida na instituição/empresa, são bem definidas"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

21. "Os Riscos relacionados a implementação de trabalho colaborativo são reconhecidos e gerenciados"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

22. "Atualmente, a contratação incrementa os processos tradicionais através da incorporação de requisitos BIM"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

23. "A informação BIM produzida é gerenciada em respeito a propriedade intelectual e a resolução de conflitos"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

## Políticas Preparatórias

De acordo com sua experiência pessoal acerca das iniciativas de pesquisa e programas de capacitação BIM

parâmetro



miro

24. "As iniciativas de Capacitação BIM na instituição/empresa são acessíveis e divulgadas"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

25. "Na instituição/empresa, os treinamentos em BIM são adequados ao nível de conhecimento dos envolvidos"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

26. "Na instituição/empresa, os canais de comunicação do BIM atuam como uma das formas de capacitação"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

27. "Na instituição/empresa, os meios de treinamento são incorporados ao conhecimento e aos canais de comunicação"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4



28. "Na instituição/empresa, os esforços de capacitação evoluem juntamente ao nível de conhecimento dos envolvidos"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

### **Estágio de Colaboração**

Nesta seção, vamos avaliar o Estágio da Colaboração.

29. O trabalho colaborativo entre diferentes equipes e agentes, alinha-se a qual dos seguintes Estágios:

*Marcar apenas uma oval.*

- Estágio 1 - Colaboração simples, realizada em uma disciplina para uma fase do ciclo de vida do projeto *Pular para a pergunta 30*
- Estágio 2 - Colaboração multidisciplinar, com intercâmbio de informações entre projetos *Pular para a pergunta 32*
- Estágio 3 - Colaboração integrada em redes com intercâmbio simultâneo de informações ao longo do ciclo de vida de um empreendimento  
*Pular para a pergunta 34*

### **Estágio de Colaboração - ESTÁGIO 1**

Colaboração simples, realizada em uma disciplina para uma fase do ciclo de vida do projeto

#### **Colaboração Baseada na Modelagem**

parâmetro



miro

30. "Os requisitos de tecnologia, processos e políticas para modelagem BIM são identificados, documentados e gerenciados"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

31. "Este requisitos de tecnologia, processos e políticas são vistos como um diferencial e são integrados na estratégia organizacional"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0      *Pular para a pergunta 36*
- 1      *Pular para a pergunta 36*
- 2      *Pular para a pergunta 36*
- 3      *Pular para a pergunta 36*
- 4      *Pular para a pergunta 36*

## **Estágio de Colaboração - ESTÁGIO 2**

Colaboração multidisciplinar, com intercâmbio de informações entre projetos

### **Colaboração Baseada na Modelagem**

parâmetro



miro

32. "Na instituição/empresa, a colaboração é proativa e multidisciplinar e os protocolos são bem documentados e gerenciados"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

33. "As responsabilidades e riscos da implementação BIM são gerenciadas e compartilhadas entre os envolvidos"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0      *Pular para a pergunta 36*
- 1      *Pular para a pergunta 36*
- 2      *Pular para a pergunta 36*
- 3      *Pular para a pergunta 36*
- 4      *Pular para a pergunta 36*

### **Estágio de Colaboração - ESTÁGIO 3**

Colaboração integrada em redes com intercâmbio simultâneo de informações ao longo do ciclo de vida de um empreendimento

**Integração Baseada em Rede:**

parâmetro



miro

34. "Os modelos BIM são integrados adequadamente através de ambiente comum de dados"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

35. "Os modelos BIM, são gerados e gerenciados por todos os agentes envolvidos em um empreendimento"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0 *Pular para a pergunta 36*
- 1 *Pular para a pergunta 36*
- 2 *Pular para a pergunta 36*
- 3 *Pular para a pergunta 36*
- 4 *Pular para a pergunta 36*

### **Escala da Organização**

nesta seção, vamos avaliar a Escala da Organização:

36. No contexto da Implementação BIM, na sua opinião, aonde se concentra o principal impacto da adoção da metodologia na instituição/empresa:

*Marcar apenas uma oval.*

- Escala Micro - Impacto sobre as Lideranças e Determinação de Entregáveis BIM  
*Pular para a pergunta 37*
- Escala Meso - Impacto sobre as Equipes de projeto *Pular para a pergunta 38*
- Escala Macro - Impacto sobre os produtos disponibilizados  
*Pular para a pergunta 39*

### Escala Micro

parâmetro



miro

37. "Na instituição/empresa, as lideranças, funções e perfis BIM estão integradas na estrutura organizacional da autarquia sendo revistas, periodicamente, para permitir novas tecnologias, processos e resultados"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

### Escala Meso

parâmetro



miro

38. "Na instituição/empresa, as disciplinas não são independentes entre si, configurando projetos colaborativos e realizados por equipes de projeto otimizadas e multidisciplinares"

*Marcar apenas uma oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

### Escala Macro

parâmetro



miro

39. "Na instituição/empresa, as bibliotecas de objetos de projeto e demais componentes passam por um intercâmbio dinâmico entre todos os agentes de projeto através de Ambiente Comum de Dados"

*Marcar apenas uma oval.*

0

1

2

3

4

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

