

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DO SERTÃO
UNIDADE EDUCACIONAL SEDE DELMIRO GOUVEIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOSICLÉCIO SILVA ARAUJO

**O USO DA METODOLOGIA BIM EM MICROEMRESA DE ARQUITETURA E
ENGENHARIA CIVIL: ESTUDO DE CASO NO ALTO SERTÃO ALAGOANO.**

Delmiro Gouveia – AL

2023

JOSICLÉCIO SILVA ARAUJO

**O USO DA METODOLOGIA BIM EM MICROEMPRESA DE ARQUITETURA E
ENGENHARIA CIVIL: ESTUDO DE CASO NO ALTO SERTÃO ALAGOANO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Viviane Regina Costa Sá

Coorientador: Prof. Dr. Odair Barbosa de Moraes.

Delmiro Gouveia – AL

2023

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4 2209

R696u Araújo, Josiclécio Silva

O uso da metodologia BIM em microempresas de Arquitetura e Engenharia Civil: estudo de caso no alto sertão alagoano / Josiclécio Silva Araújo. - 2023.

66 f.: il.

Orientação: Viviane Regina Costa Sá.

Coorientação: Odair Barbosa de Moraes.

Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2023.

1. Construção civil. 2. Gerenciamento de processos. 3. Gerenciamento de projetos. 4. *Building Information Modeling – BIM*. 5. Fluxo de processos. 6. Microempresa. I. Sá, Viviane Regina Costa. II. Moraes, Odair Barbosa de. II. Título.

CDU: 624.05

FOLHA DE APROVAÇÃO

JOSICLÉCIO SILVA ARAUJO

O USO DA METODOLOGIA BIM EM MICROEMPRESA DE ARQUITETURA E ENGENHARIA CIVIL: ESTUDO DE CASO NO ALTO SERTÃO ALAGOANO.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão e aprovada em 20 de julho de 2023.

Documento assinado digitalmente



VIVIANE REGINA COSTA SA
Data: 02/08/2023 17:55:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Viviane Regina Costa Sá / UFAL – FAU (Orientadora)

Documento assinado digitalmente



ODAIR BARBOSA DE MORAES
Data: 03/08/2023 15:20:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Odair Barbosa de Moraes / UFAL – Campus Sertão (Coorientador)

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente

FELIPE GOES
Data: 04/08/2023 07:54:03-0300
CPF: ***.548.109-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Engenheiro Felipe Góes (Examinador Externo)

Amanda Priscila Monteiro Vieira

Engenheira Amanda Priscila Monteiro Vieira (Examinadora Interna)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me mantido na trilha certa durante este projeto de pesquisa, com saúde e forças para chegar até o final. Foi Deus quem me deu sustento quando o desânimo batia à porta e, mesmo quando me esquecia Dele, Ele me dava forças e sustento para me fortalecer. Só tenho a agradecer ao Senhor pelo Seu amor, pelo cuidado, pelas tribulações que conseguimos vencer juntos e por ter abençoado essa conquista.

Aos meus pais e irmãs, José dos Santos, Maria Francineide, Josicléia Silva, Josiclécia da Silva, Jaqueline Silva e Joelma Naide (*in memoriam*), que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando ao longo de toda a minha trajetória, foram vocês que tornaram esse sonho em realidade, sendo meu porto seguro em todos os momentos. Amo vocês!

Agradeço à minha orientadora e ao meu coorientador, Viviane Regina e Odair Barbosa, por aceitarem conduzir o meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Desde o início, vocês demonstraram um compromisso notável em me ajudar a alcançar meus objetivos acadêmicos. Sua expertise e conhecimento na área foram fundamentais para a definição da direção correta do projeto, e sou extremamente grato por terem compartilhado seu tempo e sabedoria comigo.

Também não posso deixar de agradecer ao Felipe Góes. Sua contribuição e suporte foram importantes para o desenvolvimento do meu TCC. Agradeço pelo seu compromisso em compartilhar seu conhecimento, experiência e material para estudo.

Agradeço aos meus amigos e irmãos de Fé, Ir. Jani, Pe. Pedro Paulo, Pe. Luiz e André Luiz. Sou verdadeiramente grato por acreditarem em meu potencial, por investirem seu tempo e energia em minha formação e por todo o apoio e incentivo ao longo dessa jornada desafiadora.

Também agradeço aos amigos da graduação, em especial ao Edton Santos, Mateus Barros, Ângelo Xavier, Micael Alves, Marcos Lins, Wesley Matheus, Paulo Ricardo, Pedro Cruz, Giovanni Novaes, Fabrício Lima, Damião Barbosa e Hildegard Ângelo. Minha profunda gratidão a cada um de vocês pelo apoio e companheirismo ao longo de nossa jornada na graduação. Desde o início, enfrentamos juntos os desafios, compartilhamos risadas e trocamos ideias que enriqueceram nossas amizades.

Além disso, nossa amizade transcendeu os limites acadêmicos, fortalecendo nossa união e criando memórias inesquecíveis. Agradeço por cada gesto de amizade, por serem uma fonte de inspiração e apoio. Mesmo com caminhos diferentes à nossa frente, nossa amizade

durará. Desejo sucesso a todos, e saibam que podemos contar uns com os outros, não importa o que aconteça. Obrigado por tudo!

As amigas da graduação, Cleyslâny Oliveira, Vivian Sthefanny, Jayane Silva, Nathalie Oliveira, Raiana Lima, Vitória Luiza, Isabelly Cruz, Rikelly Rafaella e Victória Caroline. Desde o início, enfrentamos juntos os desafios e as pressões que surgiram ao longo desse processo. Nossas sessões de estudo em grupo, trocas de ideias e discussões foram fundamentais para o desenvolvimento de nossos projetos individuais. Cada uma de vocês contribuiu com insights valiosos, perspectivas únicas e apoio mútuo, o que enriqueceu nossos conhecimentos e ajudou-nos a superar obstáculos.

Vocês foram minha fonte de inspiração e motivação, mostrando-me que não estávamos sozinhos nessa caminhada. Cada conquista, cada desafio superado e cada aprendizado adquirido foi celebrado coletivamente, criando memórias que carregarei comigo para sempre. Não posso expressar o suficiente o quanto sua amizade e apoio significaram para mim, agradeço por cada abraço, palavra gentil, por ouvirem meus desabafos e por compartilhar os seus. Obrigado por tudo!

Aos amigos de infância/escola que sempre torceram por mim, Dayane Mello, Eveline Santos, Jayanne Cavalcante, Lays Karolynne, Alisson Raí (*in memoriam*), Jonathan Barbosa, Erik Galdino, Wesley Cavalcante, Thiago Ferraz, Deyvid Adam, Romário Castor e Denilton Freire. Nossas histórias compartilhadas, os segredos guardados e as experiências vividas são tesouros inestimáveis que carrego no coração. Sou grato por cada momento compartilhado e por saber que, mesmo à distância, sempre poderei contar com vocês.

À medida que embarco nessa nova fase da vida, levarei comigo as lições aprendidas, os sorrisos compartilhados e a certeza de que tenho amigos especiais que estiveram ao meu lado desde o começo. Obrigado por tudo!

A todos os meus professores do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão, pela excelência da qualidade técnica de cada um.

Aos funcionários da microempresa que colaboraram para realização desta pesquisa e a todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

Após ter o caminho revelado, resta apenas uma opção: avançar. Enfim, concluo com a convicção de que esta será apenas a primeira de muitas vitórias!

RESUMO

Tendo em vista que os problemas relacionados ao gerenciamento e à implementação do processo BIM em uma microempresa de arquitetura e engenharia civil abrangem desde o conhecimento sobre o processo BIM e seus produtos mais utilizados nos empreendimentos, e que sua utilização altera o fluxo de trabalho e o gerenciamento do processo e projeto, o presente estudo aborda o impacto do conceito de BIM e sua comunicação nos empreendimentos de construção, visando melhorar a colaboração e a interoperabilidade entre construtoras e incorporadoras. O estudo demonstrou que uma implementação adequada e abrangente do BIM ao longo do ciclo de vida do projeto pode aumentar a eficiência e a produtividade dos negócios. Para isso, foi necessário compreender os objetivos da microempresa com a adoção do processo BIM, análise do uso da tecnologia, descrição sobre a organização da microempresa, incluindo o processo e gestão de pessoas, análise da gestão BIM e da previsibilidade na produção dos projetos, averiguando se a sua implementação pode fomentar na evolução da microempresa e permitir o planejamento da tomada de decisões. Realizou-se, então, uma pesquisa de abordagem qualitativa, a partir de um estudo de caso. Os resultados da pesquisa foram obtidos por meio de observações e entrevistas realizada por e-mail, com questões objetivas e discursivas direcionadas à equipe envolvida no processo de projeto e organização da microempresa. Conclui-se que a adoção do *software* BIM e o aprimoramento gradual do processo são essenciais para solucionar os problemas encontrados e garantir o crescimento satisfatório da microempresa, evitando prejuízos, realizando suas análises de risco e seu retorno de investimento.

Palavras-chave: BIM; Microempresa; Implementação; Gerenciamento de projeto; Fluxo de processos; Planejamento de execução.

ABSTRACT

Considering that the issues related to the management and implementation of the BIM process in a microenterprise in architecture and civil engineering encompass the understanding of the BIM process and its most commonly used products in projects, as well as the alteration of workflow and the management of the process and project, this study addresses the impact of the BIM concept and its communication in construction projects, aiming to improve collaboration and interoperability between construction companies and developers. The study demonstrated that a proper and comprehensive implementation of BIM throughout the project lifecycle can increase efficiency and productivity in business operations. To achieve this, it was necessary to comprehend the microenterprise's objectives in adopting the BIM process, analyze technology usage, describe the microenterprise's organization, including process and people management, analyze BIM management and predictability in project production, and assess whether its implementation can foster the microenterprise's evolution and enable decision-making planning. A qualitative research approach was conducted, based on a case study. The research results were obtained through observations and email interviews, consisting of both objective, and discursive questions directed to the team involved in the design and organization process of the microenterprise. It is concluded that the adoption of BIM software and gradual process improvement are essential to address the identified problems and ensure the satisfactory growth of the microenterprise, avoiding losses by conducting risk analysis and assessing return on investment.

Keywords: BIM; Microenterprise; Implementation; Project management; Process flow; Execution planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Elementos do BIM.	16
Figura 2 – Múltiplas visões de um mesmo modelo.	21
Figura 3 – Fluxograma da Incepção, início do Plano de Execução BIM.	23
Figura 4 – Nove Tipos de KPIs.	29
Figura 5 – A representação de um processo comunicativo e compartilhado.	32
Figura 6 – Ciclo do PDCA.	35
Figura 7 – Diagrama durante a vida do projeto.	38
Figura 8 – Gráfico de Gantt simples.	39
Figura 9 – Exemplo de Modelagem Arquitetônica no Revit.	45
Figura 10 – Exemplo de Perspectiva da Modelagem Arquitetônica no Revit.	45
Figura 11 – Exemplo de Modelagem Arquitetônica no Autocad.	46
Figura 12 – Exemplo de Perspectiva da Modelagem Arquitetônica no Sketchup.	47
Figura 13 – Exemplo de Detalhamento da Modelagem no LayOut.	47
Figura 14 – Exemplo de Perspectiva da Modelagem Estrutural no Revit.	48
Figura 15 – Exemplo de Perspectiva da Modelagem do Projeto Elétrico no Revit.	49
Figura 16 – Exemplo de Perspectiva da Modelagem do Projeto Hidrossanitário no Revit.	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Matriz de colaboradores.	29
Quadro 2 – Tarefas preliminares do template.....	30
Quadro 3 – Configurações preliminares do template.	30
Quadro 4 – Plano de ação (5W2H).....	34
Quadro 5 – Estágios do ciclo PDCA.	35
Quadro 6 – Plugins e aplicativos BIM.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
ASBEA	Associação Brasileira de Escritório de Arquitetura
AutoCAD	<i>Automatic Computer Aided Design</i> – Projeto Auxiliado por Computador Automático
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado
BCF	<i>BIM Collaboration Format</i> – traduzido como Formato de Colaboração BIM
BDS	<i>Building Description System</i> – Sistema de Descrição da Construção
BEP	<i>BIM Execution Plan</i> – Plano de Execução BIM
BIM	<i>Building Information Modeling</i> – Modelagem da Informação da Construção
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CYPE	<i>Centre for Research and Development of Structures and Construction</i> – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Estruturas e Construção
DB	<i>Design and Build</i> – Projeto e Construção
DBB	<i>Design, Bid, Build</i> – Projeto, Licitação, Contratação
EBERICK	<i>Engineer Builder for Reinforced Concrete</i> – Engenheiro Construtor para Concreto Armado
GB	Gigabyte
IAI	Aliança Internacional para Interoperabilidade
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i> – Classes de Fundação da Indústria
KPIs	<i>Key Performance Indicators</i> – Indicadores de desempenho
LOD	<i>Level of Development</i> – Nível de Desenvolvimento
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i> – Planejar, Executar, Checar, Agir
PDF	<i>Portable Document Format</i> – Formato de Documento Portátil
SLU	Sociedade Limitada Unipessoal
VPN	<i>Virtual Private Network</i> – Rede Virtual Privada
5W2H	<i>What, When, Why, Where, Who, How, How Much</i> – O que, Quando, Por que, Onde, Por quem, Como, Quanto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Introdução ao conceito de BIM	15
2.1.1	O que não se enquadra como BIM?	17
2.2	Quais são as razões para adotar o BIM?	18
2.3	O fluxo do processo de projeto BIM	20
2.3.1	Formato padrão para interoperabilidade e compartilhamento de informações	21
2.4	Planejamento de execução do processo BIM	22
2.4.1	Plano de execução BIM (BEP)	25
2.4.2	Fase inicial	27
2.4.3	Fase de desenvolvimento	29
2.5	Gerenciamento de projeto BIM	32
2.5.1	Qualidade dos modelos	33
2.5.2	Nomenclaturas e gestão de arquivos	35
2.5.3	Fases do projeto BIM e a importância do cronograma.	38
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	41
3.1	Tipo de Pesquisa	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
4.1	Apresentação e Caracterização da microempresa	43
4.2	Tecnologia na microempresa	44
4.3	Transição para o BIM (Implantação/Implementação do BIM)	49
4.4	Organização da empresa, processos e gestão de pessoas	51
4.5	Gerenciamento do projeto em BIM	53
4.6	Previsibilidade na produção de projetos	53
4.7	Expectativas de evolução da microempresa	54
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS	58
	APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA VIRTUAL	60

1 INTRODUÇÃO

Na construção civil, o termo BIM (*Building Information Modeling* — Modelagem da Informação da Construção) deixou de ser uma palavra da moda entre alguns pioneiros para se tornar a principal ferramenta tecnológica da indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), que abrange todos os aspectos de projeto, construção e operação de edifícios (EASTMAN *et al.*, 2011).

Pelo seu potencial de aperfeiçoamento na qualidade dos produtos, nos processos de elaboração e de gerenciamento de projetos, as construtoras e incorporadoras têm buscado inserir novas metodologias para contribuir na integração dos processos, suprimindo as ineficiências e redundâncias, aumentando a colaboração e comunicação para assegurar melhores resultados de produtividade entre as áreas AEC (CAMPBELL, 2007).

Levando em consideração o atual cenário sobre o termo BIM, este estudo tem como motivação mostrar e desenvolver para os diretores e gerentes de projeto uma visão completa de todas as atividades do BIM, o que pode resultar em uma contribuição relevante para a rentabilidade da microempresa e sua organização. Todavia, os projetistas devem planejar e conhecer melhor o processo de trabalho da metodologia aplicada, que depende indispensavelmente de recursos, tecnologia, pessoas e procedimentos.

Os problemas relacionados ao gerenciamento e à implementação do processo BIM na microempresa de arquitetura e engenharia civil vão desde o conhecimento sobre o processo BIM e seus produtos mais usados no empreendimento, até a utilização do BIM na alteração do fluxo de trabalho e no gerenciamento do processo e projeto.

Dessa forma, o presente trabalho partiu da necessidade de entender como o estudo sobre o conceito do BIM e seu processo de comunicação pode impactar diretamente ou indiretamente as construtoras e incorporadoras que participam de empreendimentos de construção, proporcionando uma base de trabalho colaborativa e favorecendo a interoperabilidade entre os diferentes setores de atuação. Além disso, se implementado corretamente e durante todo o ciclo de vida do projeto, o BIM pode aumentar o rendimento e a produtividade dos negócios.

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é analisar o uso do BIM em uma microempresa de arquitetura e engenharia civil, apresentando os principais aspectos para adequar a implementação.

De forma mais específica, buscou-se: compreender os objetivos da microempresa com a adoção do processo BIM; analisar o uso da tecnologia; descrever sobre a organização da

microempresa, incluindo o processo e gestão de pessoas; analisar a gestão BIM e a previsibilidade na produção dos projetos; e averiguar se a sua implementação pode fomentar na evolução da microempresa e permitir o planeamento da tomada de decisões.

A metodologia utilizada compreendeu uma pesquisa de abordagem qualitativa, a partir de um estudo de caso. Os resultados da pesquisa foram apresentados por meio de observações e entrevistas via e-mail, com questões objetivas e discursivas para a equipe envolvida no processo de projeto e organização da microempresa. Fomentando a análise de alguns conceitos básicos da tecnologia BIM, trouxe-se uma perspectiva local à situação do processo, abordando a implantação, a implementação, o fluxo de projeto, o planeamento de execução e o gerenciamento de projetos.

1.1 Objetivos

Nesta subsecção serão apresentados os objetivos geral e específicos deste trabalho.

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o uso do BIM em uma microempresa de arquitetura e engenharia civil, apresentando os principais aspectos para adequar a implementação.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Compreender os objetivos da microempresa com a adoção do processo BIM;
- Descrever o uso da tecnologia;
- Descrever a organização da microempresa (processo e gestão de pessoas);
- Analisar a gestão BIM e a previsibilidade na produção dos projetos;
- Verificar os impactos de sua implementação na evolução da microempresa e no planeamento da tomada de decisões.

1.2 Estrutura do trabalho

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, no qual o primeiro capítulo relata sobre a importância da ferramenta tecnológica na indústria AEC, apresenta a problemática e as

justificativas que fundamentam a realização do trabalho, como também os objetivos: geral e específicos.

O segundo capítulo aborda uma revisão bibliográfica, apresentando uma visão geral sobre os conceitos teórico e a importância da implementação do BIM, bem como o fluxo de processos, planejamento de execução e gerenciamento de projetos BIM.

No terceiro capítulo, apresenta-se a metodologia da pesquisa realizada, bem como os procedimentos necessários para análise da implementação do BIM. Descrevem-se as atividades desenvolvidas, bem como suas características de estudo.

O quarto capítulo, trata da análise dos dados obtidos na pesquisa realizada na microempresa de arquitetura e engenharia civil e, no quinto capítulo, aborda-se sobre as considerações finais do trabalho apresentado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, estão inseridos os principais conceitos teóricos necessários para o desenvolvimento desta pesquisa. Iniciamos com o conceito do BIM e, em seguida, apresentamos o porquê de implementar o BIM, o fluxo do processo de projeto BIM, o planejamento de execução do processo BIM e o gerenciamento de projeto BIM.

2.1 Introdução ao conceito de BIM

Em 1974, surgiu o BDS (*Building Description System* — Sistema de Descrição da Construção), desenvolvido por Charles M. Eastman (professor do Instituto de Tecnologia da Geórgia, nos Estados Unidos) e uma equipe de estudiosos. O sistema BDS foi iniciado para provar que uma descrição baseada em um computador de uma modelagem poderia replicar ou melhorar todos os pontos de desenhos como método de elaboração do projeto, operação e construção, como também eliminar muitas de suas fraquezas (EASTMAN *et al.*, 1974).

Nesse sentido, visando expandir o conhecimento do assunto, veio o primeiro uso do termo BIM (*Building Information Modeling* — Modelagem da Informação da Construção), pelo título de um artigo publicado por Robert Aish (1986), pesquisador e colaborador da GMW Computers Ltda, além de ser um desenvolvedor de *softwares* que mais tarde ingressou na Bentley Systems (EASTMAN *et al.*, 2011).

Através desse artigo referido, foram desenvolvidos os argumentos BIM, que por meio de sua tecnologia inovadora, puderam implementar a modelagem 3D, bancos de dados relacionais, componentes inteligentes parametrizados e a descrição temporal das fases do projeto construtivo, conhecida como 4D, além da estimativa de custo com a geração automática dos quantitativos (5D), sistema de monitoramento aplicado no ciclo de vida em BIM (6D) e o controle energético com a sustentabilidade (7D).

Desde o seu conceito inicial, o BIM considera processos como a interação entre os elementos e suas apresentações, onde a sua forma de componentes virtuais elabora a representação da edificação em um modelo virtual. Contudo, este conceito não é apenas um modelo 3D. O BIM é uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para elaborar, analisar modelos de edifícios e ter comunicação (EASTMAN *et al.*, 2011). Este modelo BIM é caracterizado por:

- Os componentes de construção contêm dados descritivos sobre seu comportamento, necessários para o processo de análise de dados e análise energética, assim como

informações sobre seu *design*, levantamentos quantitativos dos materiais e suas especificações;

- Os componentes de construção são provados com representações digitais inteligentes (objetos), que definem o que pode ser associado a regras paramétricas, computação gráfica, atributos e dados;
- As informações não são redundantes e não se consistentes, para que as alterações do elemento sejam refletidas na visualização das vistas dos componentes;
- Dados coordenados para que todas as visualizações do modelo sejam expostas de maneira consistente (EASTMAN *et al.*, 2011).

Além disso, o modelo pode haver revisão e atualização ao longo do ciclo de vida do projeto e sua implementação (AL-ASHMORI *et al.*, 2020). O BIM é, assim, uma associação de pessoas, processos e tecnologia com um objetivo bem definido: a modelagem da construção (EASTMAN *et al.*, 2011).

Segundo CBIC (2016), o BIM é um conjunto de política, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projeto de edificações ou instalações e ensaiar seu desempenho, gerenciando suas informações e dados por meio de plataformas digitais baseadas em objetos virtuais ao longo de todo seu ciclo de vida, como podemos observar na Figura 1 e, logo adiante, as definições de cada elemento.

Figura 1 – Elementos do BIM.



Fonte: Adaptado a partir de The Engineering Community (2018).

- Informação: Inclui extração precisa de quantitativos, previsão automatizada de custo, comunicação direta com outras disciplinas em modelo BIM, tabelas

automáticas baseadas no modelo BIM, sincronização e interação com outros *softwares*, entre outras funcionalidades;

- Pessoas: Profissionais devem possuir responsabilidade, habilidades necessárias, liderança, capacidade de trabalhar bem em equipe, tanto interna como externamente, serem colaborativos e flexíveis às mudanças;
- Políticas: Incluem normas, diretrizes do projeto, aspectos legais e contratuais, aquisições, planos de entrega, compras, entre outros;
- Processos: Incluem gerenciamento de informações, processos internos e interempresariais, padrões e gerenciamento de design enxuto;
- Tecnologias: Incluem infraestrutura para operação, computadores ou equipamentos necessários, programas para simulação, modelagem BIM, integração e interoperabilidade, conexão com a internet e a rede internet, bem como a segurança do armazenamento de arquivos.

Por definição, o BIM é aplicável a todo o ciclo de vida de um projeto, desde a concepção e o desenvolvimento do conceito até a construção e instalação ou a realização da necessidade de construir algo, incluindo a manutenção e, por fim, a demolição. Isso permite a criação de um ambiente colaborativo, com um processo de comunicação eficiente entre as diversas disciplinas da construção (como, por exemplo: arquitetura, estrutura, AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado, prevenção contra incêndio, hidrossanitário e elétrica), trazendo resultados mais precisos por meio de análise, simulação e visualização, e permitindo a tomada das melhores decisões.

2.1.1 O que não se enquadra como BIM?

Atualmente, existem alguns *softwares* no mercado que se apresentam como soluções BIM, mas não oferecem todas as funcionalidades e recursos necessários para o uso efetivo dessa tecnologia. Por isso, é de suma importância saber distinguir o que é BIM do que não é BIM e estar atento a alguns pontos essenciais (CBIC, 2016). De acordo com a CBIC, algumas informações são necessárias para ajudar nesse processo de discernimento, entre elas:

- Nem tudo que é 3D é BIM: A utilização de objetos que não incluem nenhuma informação além da sua geometria em uma modelagem e visualização 3D de uma construção ou instalação não pode ser considerada como solução BIM;

- Soluções que, utilizando múltiplas referências 2D (como desenhos ou documentos), para emular modelos tridimensionais: esses *softwares* não conseguem realizar simulações e análises de dados, nem fornecem quantitativos de dados automático ou atualizações automáticas;
- Soluções 3D que não são baseadas em objetos paramétricos e inteligentes: é muito trabalhoso fazer modificações e/ou alterações de um projeto considerando sua maturação e evolução durante os processos de coordenação entres disciplinas diferentes, como arquitetura, estruturas, complementares, etc. Quaisquer mudanças de posicionamento ou alterações de objetos em um determinado trabalho são difíceis devido ao tempo de trabalho necessário e à falta de automatização das tarefas;
- Soluções que não realizam atualizações automáticas: em alguns *softwares* que não são BIM e são incapazes de fazer alterações e atualizações de uma determinada vista e/ou relatórios automaticamente para determinado projeto, é necessário que o usuário execute comandos específicos. Desse modo, parte do trabalho pode apresentar inconsistências e erros se não houver supervisão por um profissional capacitado;
- *Softwares* e soluções 3D que não atuam como gestores de bancos de dados integrados não são BIM: para os *softwares* BIM que funcionam como gerenciadores de dados integrados, independentemente do formato de visualização utilizado para realizar alterações ou atualizações, o sistema deve atualizar automaticamente todas as outras associações ou visualizações de dados possíveis, sejam imagens tridimensionais, tabelas, relatórios ou documentos.

2.2 Quais são as razões para adotar o BIM?

O Governo Federal emitiu o Decreto nº 10.306 no dia 02 de abril de 2020, que entrou em vigor em janeiro de 2021. Esse decreto exige que obras públicas de arquitetura e engenharia do Brasil utilizem obrigatoriamente a tecnologia BIM em todas as etapas da obra. O modelo BIM é aplicado em todas as etapas da construção, combinando informações desde a representação gráfica até características dos materiais, planejamento, orçamento e manutenção da edificação (CONNECTED SMART CITIES, 2021).

Dessa forma, as empresas privadas que participarem de licitações, obras ou qualquer serviço de engenharia financiado por órgãos governamentais terão que se adequar ao

BIM. Conforme as informações obtidas, é essencial que as empresas busquem inovação e foquem no processo da industrialização com novas tecnologias, tanto no escritório de arquitetura/engenharia como também nas obras, visando criar e executar produtos em grande escala de produção e qualidade.

A Lei nº 14.133/2021, também conhecida como a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos, representa um marco importante para a legislação brasileira no que diz respeito aos procedimentos de contratação pública. Promulgada em 1º de abril de 2021, essa lei traz significativas mudanças em relação ao antigo regime licitatório, abrangendo desde a modernização dos critérios de seleção até a criação de novos instrumentos para a gestão eficiente dos contratos. Com essa atualização, espera-se aprimorar a transparência, a eficiência e a competitividade dos processos licitatórios, fortalecendo os princípios da administração pública e impulsionando a realização de projetos e obras no país.

Ao ser realizada a implantação do processo do projeto BIM, há ganhos importantes que afetam a produtividade das organizações de projeto, podendo ser resumidos, conforme Amorim (2021), em:

- Maior Produtividade (estima-se um crescimento de 25% a 50% a partir do momento que a equipe domina os processos);
- Maior rentabilidade por posto de trabalho;
- Redução de prazos de serviços (estima-se uma redução de aproximadamente 25% nos prazos totais, havendo uma compensação nas etapas finais do desenvolvimento, uma vez que o momento inicial do processo passa a requerer um aumento de atenção e consumo de recurso);
- Potencial de oferta de novos produtos e serviços, como quantitativo altamente confiáveis, animações e experiências com realidade virtual, etc.;
- Melhoraria da competitividade, posicionamento do mercado da empresa e do seu faturamento, consequentemente;
- Diminuição considerável de revisões e retrabalho, podendo chegar até uma redução de 90%.

Há necessidade de amplo controle operacional para alcançar os benefícios demonstrados, o que, no Brasil, torna difícil monitorar e aprimorar esses processos. Simultaneamente, a implantação do processo de projeto BIM em um escritório exige um alto investimento (em tecnologia e pessoas), o que muitas vezes não é compatível com o faturamento das empresas brasileiras (AMORIM, 2021).

Para uma empresa de construção ou de projeto, o conhecimento de seus colaboradores é seu patrimônio. Adaptá-lo a um novo processo de implantação permite alcançar grande produtividade e rentabilidade, comparáveis com outros setores da economia, impulsionando a competitividade do setor (AMORIM, 2021).

2.3 O fluxo do processo de projeto BIM

A compreensão do conceito da construção virtual e ao projeto é o primeiro passo para ter uma transição bem-sucedida do processo de projeto tradicional para a tecnologia BIM. O conceito da construção virtual é definido pelo seu processo de desenvolvimento, que utiliza tecnologia da informação para viabilizar a organização e integração multidisciplinar dos dados de projeto (ABDI, 2017).

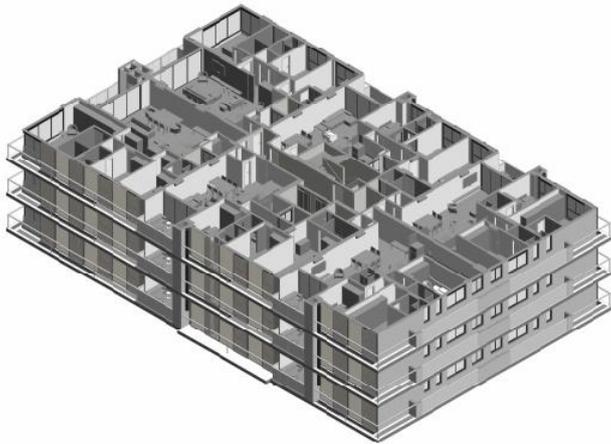
O projeto é desenvolvido com base nas informações de cada fase da construção, levando em conta os agentes do processo e suas necessidades. O resultado são parâmetros e dados gerados, simulações das complexidades arquitetônicas, estruturais, instalações hidrossanitárias, instalações elétricas, instalações de gás, entre outras (ABDI, 2017), como ilustrado na Figura 2.

O modelo virtual na tecnologia BIM deve levar em conta o mundo real no qual a obra será inserida, relacionando os dados do relevo e das construções adjacentes obtidos pela equipe topográfica, como, por exemplo, os ventos, a insolação e o fluxo de pessoas. Dessa maneira, possibilita-se que o projeto seja coordenado sistematicamente desde o início.

Com essa coordenação, é possível prever e corrigir os problemas antes da fase de construção, fazendo simulações dos processos virtualmente. Na forma tradicional, para fazer a coordenação, o coordenador “analógico” precisava ter um olhar clínico apurado, eficiência no trabalho para solucionar as dúvidas que surgiam e muita criatividade, tornando o processo mais difícil.

Com isso, interferências entre os sistemas durante a fase de construção podem atrapalhar o cronograma da obra, dependendo do problema a ser resolvido. Além disso, isso acarreta aumento de desperdícios e custos.

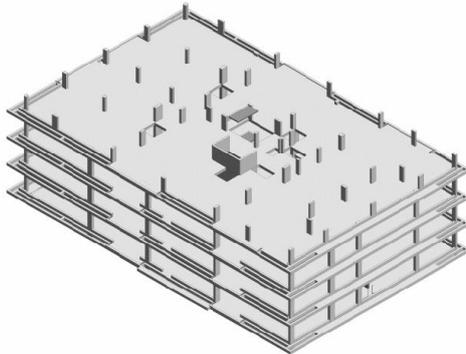
Figura 2 – Múltiplas visões de um mesmo modelo.



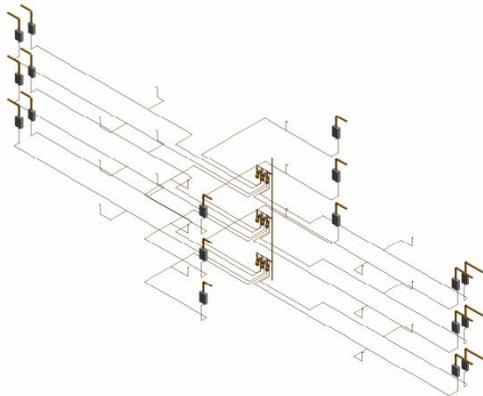
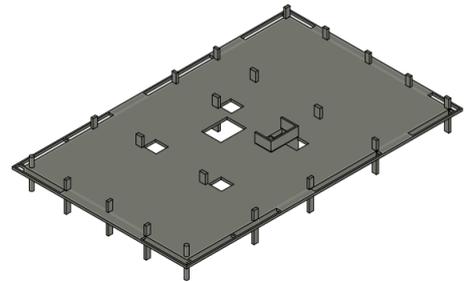
(a) Perspectiva arquitetônica - habitação multifamiliar.



(b) Perspectiva arquitetônica - habitação multifamiliar.



(c) Perspectivas estrutural - habitação multifamiliar



(d) Perspectivas Gás Combustível (GLP) - habitação multifamiliar

Fonte: Autor (2023).

2.3.1 Formato padrão para interoperabilidade e compartilhamento de informações

Os conceitos importantes nos processos BIM são gerenciamento, coordenação e interoperabilidade, sendo esta última um pré-requisito para os dois primeiros. Desde 1994, a construção civil envolve diversos especialistas em suas áreas distintas que utilizam diferentes ferramentas e sistemas para realizar suas atividades, o que cria a necessidade de um formato

que permita o intercâmbio completo de informações e garanta a troca de arquivos entre os profissionais de cada disciplina do projeto (GOES, 2011).

A leitura multidisciplinar entre sistemas é o que garante a minimização da perda de dados e o impacto direto em todos os benefícios do BIM. Em 1995, os principais fornecedores de *software* se reuniram e, após analisarem a importância do tema, decidiram estabelecer uma organização para garantir a viabilidade dos padrões necessários. Em 1997, nasceu a Aliança Internacional para Interoperabilidade (IAI), que foi reconfigurada em 2005 como a *Building Smart* (ONEDA, 2017).

O primeiro padrão desenvolvido foi o IFC (*Industry Foundation Class* — Classe de Fundação da Indústria). Ele é uma extensão de arquivo criada para compartilhar e trocar dados em diferentes *softwares* BIM, garantindo uma exportação e importação segura dos dados em um arquivo com a extensão “.ifc”.

Assim, o IFC tornou-se a base do conceito OPEN BIM, que é uma abordagem universal para projetos colaborativos. Esses projetos são projetados e gerenciados por meio de padrões e fluxos de trabalho abertos.

De acordo com a CBIC (2016), um dos maiores desafios na indústria da construção civil continua sendo a troca de modelos entre os diversos *softwares*, apesar dos esforços para estabelecer padrões. Segundo Goes (2011), Eastman identifica extensões que garantem essa troca entre diferentes ferramentas BIM, e o autor considera o IFC um padrão neutro e uma alternativa pública adequada para o BIM na construção civil.

Por fim, o IFC é de código aberto, o que nos permite supor que sempre poderá ser usado, mesmo em um futuro distante. Em alguns sistemas operacionais e *softwares* de projeto BIM, há problemas de compatibilidade entre versões relativamente recentes. Para garantir a capacidade de editar esses arquivos, é necessário que o fornecedor do arquivo cesse o suporte técnico a versões mais antigas. No entanto, por se tratar de código aberto, em teoria sempre será possível redesenhar o sistema que lê esses arquivos (GOES, 2011).

2.4 Planejamento de execução do processo BIM

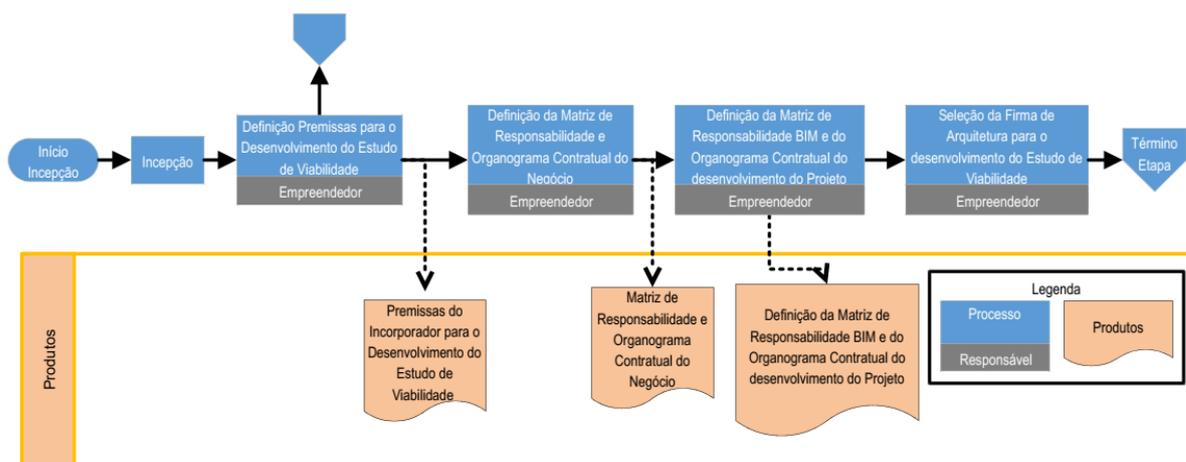
A implantação do BIM altera profundamente o fluxo do processo de projeto, os produtos finais e as fases, e posteriormente os procedimentos de implantação e gestão do próprio projeto. Nesse sentido, é de suma importância ter uma visão clara tanto do que está sendo feito atualmente quanto do que está por vir, por meio de um diagnóstico da situação atual

da organização, de como se dá seu fluxo e de quais produtos são oferecidos, permitindo assim identificar as habilidades e diferenças necessárias para a implementação bem-sucedida do BIM.

O planejamento inicial, descrito no plano de execução BIM, é crucial para reduzir os riscos que a implementação de uma nova tecnologia sempre acarreta. Isso ocorre porque as equipes envolvidas são diversas e nem sempre possuem o mesmo nível de familiaridade com o processo (ABDI, 2017). O plano de execução BIM deve ser criado logo no início do projeto, como parte da etapa de Incepção, que acontece antes do início dos trabalhos, conforme apresentado na Figura 3. Além disso, o planejamento de execução BIM deve constar nos documentos do contrato ou do edital de licitação.

No entanto, é importante destacar que o planejamento de execução do processo BIM pode ser influenciado por diversas normas e padrões técnicos, como a NBR 15575:2021. Isso ocorre porque a adoção do BIM em um projeto de construção implica na consideração de diversos aspectos, incluindo o desempenho dos sistemas e componentes que serão utilizados na edificação.

Figura 3 – Fluxograma da Incepção, início do Plano de Execução BIM.



Fonte: Modificada (2022), ABDI.

A norma NBR 15575:2021 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) tem o título geral “Edificações Habitais — Desempenho”, que apresenta ao consumidor as exigências importantes dos processos de construção, visando assegurar o conforto, a acessibilidade, a higiene, a estabilidade, a vida útil da construção, a segurança estrutural e contra incêndio.

A norma ABNT NBR 15575:2021 é composta por seis partes, que abrangem: Parte 1 (Requisitos Gerais, aplicável à construção como um todo), Parte 2 (Sistemas Estruturais), Parte 3 (Sistemas de Pisos), Parte 4 (Sistemas de Vedações Verticais Interna e Externas), Parte

5 (Sistemas de Coberturas) e Parte 6 (Sistemas Hidrossanitários). Dessa forma, estabelece-se as diversas interações e interferências entres os diferentes sistemas.

A Norma apresenta requisitos ligados à habitabilidade e à sustentabilidade que visam atender as exigências dos usuários relacionados à segurança, totalizando 13 conjuntos, sendo eles:

- Segurança:
 - Desempenho estrutural (analisado sob o ponto de vista dos estados-limites último e de serviço pelo método semi-probabilístico do projeto estrutural);
 - Segurança contra incêndio (visando proteger a vida dos ocupantes das edificações em caso de incêndio, e evitar ou minimizar danos à edificação e ao meio ambiente);
 - Segurança no uso e operação (garantindo que o plano de projeto e execução preveja o risco de acidentes, especialmente no que se refere a agentes agressivos, como proteção contra queimaduras e pontos e bordas cortantes).
- Habitabilidade:
 - Estanqueidade da água (a umidade é uma das maiores fontes de formação de fungos, doenças respiratórias e outras complicações);
 - Desempenho térmico (desempenho em condições naturais de insolação, ventilação e outras);
 - Desempenho acústico (evitar os ruídos gerados pela circulação de veículos, música alta, ruídos sonoros provenientes dos vizinhos, entre outros);
 - Desempenho lumínico (iluminações naturais e artificiais que sejam satisfatórias para os ambientes com conforto e segurança);
 - Saúde, higiene e qualidade de ar (prover condições adequadas de salubridade aos usuários e dificultar, por meio de estanques, por exemplo, a infiltração e contaminação por insetos e roedores);
 - Funcionalidade e acessibilidade (espaços suficientes para uma boa habitação compatíveis com as necessidades humanas);
 - Conforto tátil e antropodinâmico (não prejudicar as atividades normais dos usuários dos edificios habitacionais, quanto ao caminhar, apoiar, limpar, brincar e ações semelhantes).
- Sustentabilidade:
 - Durabilidade (projetar os sistemas da edificação conforme os valores teóricos pré-estabelecidos de vida útil de projeto);

- Manutenibilidade (os projetos devem ser desenvolvidos de forma que o edifício e os sistemas projetados tenham as condições de acesso favoráveis para inspeção predial, operação e manutenção);
- Adequação ambiental (os empreendimentos e sua infraestrutura, como arruamento, drenagem, rede de água, gás, esgoto, telefonia e energia, devem ser projetados, construídos e mantidos para minimizar as alterações no ambiente).

Assim, embora a NBR 15575:2021 não seja uma norma específica sobre o planejamento de execução do processo BIM, ela pode ser considerada como uma referência importante no contexto da construção civil e pode influenciar algumas decisões relacionadas à seleção de sistemas construtivos e à garantia do desempenho adequado das edificações ao longo do tempo.

2.4.1 Plano de execução BIM (BEP)

Primeiramente, todo projeto, independente da disciplina ou área em que é realizado, precisa de um planejamento. Assim, o BEP (*BIM Execution Plan* — Plano de Execução BIM) é o desenvolvimento de um plano criado para facilitar o gerenciamento do projeto BIM (AMORIM, 2021).

Portanto, é definido como um documento preparado por profissionais de empresas de arquitetura ou de engenharia, que explica e detalha como os aspectos de modelagem de informações de um projeto serão executados. Isso inclui as responsabilidades dos envolvidos, juntamente com uma estratégia de desenvolvimento, ou seja, um processo de trabalho do modelo BIM.

Conforme mencionado anteriormente, o objetivo do BEP é desenvolver a estratégia, as responsabilidades e os produtos em todas as etapas do processo. É importante que o BEP faça parte da documentação contratual das partes envolvidas e que haja comunicação durante as fases iniciais de um projeto. De acordo com Amorim (2021), o BEP é um documento que define a participação e responsabilidade de cada participante durante o empreendimento.

No modelo mais comum no Brasil, o BEP é desenvolvido em pelo menos duas etapas: inicialmente, durante a contratação do projeto, seja ele completo ou apenas básico, e posteriormente, durante a contratação da obra, com o desenvolvimento do projeto executivo. De acordo com Amorim (2021), o BEP pode ter mais de duas etapas, chegando a até cinco fases, dependendo das variantes de contratação e dos objetivos do empreendimento. As fases do BEP são as seguintes:

- Fase 1: Definição do programa detalhado (*briefing*) pelo cliente;
- Fase 2: Elaboração do projeto básico;
- Fase 3: Desenvolvimento do projeto executivo;
- Fase 4: Desenvolvimento da obra;
- Fase 5: Comissionamento e operação da instalação.

Para avançar de uma fase para outra, é necessário revisar e complementar o BEP de acordo com cada contrato e descrição de serviços. O plano de cada fase deve incluir os seguintes conteúdos, conforme Amorim (2021):

- Definição das metas e dos usos de BIM ao longo do ciclo de vida do empreendimento;
- Definição dos participantes e suas responsabilidades nas entregas e demais tarefas do processo de projeto. Essas informações serão complementadas progressivamente a cada transição de fase;
- Definição do processo de comunicação e colaboração, bem como dos sistemas que serão utilizados e da responsabilidade por sua operação.

Através do BEP, as equipes podem alinhar as expectativas, estabelecer padrões e fluxos de trabalho, garantindo a colaboração eficiente entre as diversas disciplinas do projeto. Dessa forma, a implementação bem-sucedida do BIM em um projeto é fortemente impulsionada pelo desenvolvimento adequado do BEP, que atua como um guia para a correta utilização e gestão das informações, otimizando a execução e obtenção de resultados mais precisos e integrados.

Para implementar o BIM, é importante considerar os requisitos da infraestrutura tecnológica necessária para desenvolver os trabalhos e os requisitos de qualificação das equipes. Isso inclui não apenas os equipamentos diretamente necessários, como computadores, mas também componentes de rede interna e capacidade de conectividade de rede externa. É essencial analisar a inter-relação entre infraestrutura física e necessidades de *softwares* e treinamento de pessoal para operá-los.

A forma e o momento de participação de cada membro da equipe do empreendimento são definidos pelo modelo de contratação, o que se reflete no conteúdo do plano. No modelo mais comum no Brasil, a primeira etapa é a contratação de um projeto, que pode ser completo ou, mais frequentemente, apenas o projeto básico (AMORIM, 2021).

2.4.2 Fase inicial

Segundo Amorim (2021), na fase inicial são definidos os dados elementares necessários do empreendimento, bem como as definições dos requisitos gerais, requisitos dos compartimentos ou espaços, cronograma estimado, metas do empreendimento e os responsáveis por função. Os dados elementares podem ser divididos da seguinte maneira:

- Nome do empreendimento;
- Proprietário: nome do representante legal;
- Endereço: com as coordenadas georreferenciadas, se possível;
- Descritivo resumido: com serviços e atividades a serem abrigados, porte estimado, fluxo de pessoas e outros dados gerais que possam orientar o desenvolvimento do projeto;
- Tipo de contratação para a execução da obra e dos projetos. Definir se é um processo semi-integrado (*Design and Build* — DB ou Projeto e Construção) ou se seguirá o processo tradicional (*Design-Bid-Build* — DBB ou Projeto-Licitação-Contratação);
 - Data de início do empreendimento: corresponde à data da primeira atividade formalmente associada ao empreendimento;
 - Data esperada para início dos serviços e da construção;
 - Data esperada para comissionamento da construção: desde a especificação do projeto até a entrega final dos documentos gerados.

As definições dos requisitos gerais do empreendimento são necessárias por ser um elemento-chave para o desenvolvimento do projeto. Elas especificam limites orçamentários, diretrizes de integração urbana, requisitos funcionais de operação e todos os aspectos que o cliente/proprietário deseja que o futuro edifício atenda. Além disso, essas definições ajudam a definir o escopo de todos os projetos e contratos relacionados. Caso haja alguma alteração em algum desses requisitos, as condições contratuais deverão ser reavaliadas (AMORIM, 2021).

No âmbito da elaboração deste contrato, que pode ser realizada previamente pelo contratante, é necessário obter os dados necessários ao desenvolvimento do projeto. Entre eles estão: dados do terreno (topografia, registo legal, proprietário ou responsável pelo imóvel), dados pessoais do proprietário do imóvel, serviços públicos (abastecimento, saneamento, transporte), fotografias, plantas existentes, dados climatológicos, etc.

Os requisitos dos compartimentos são os espaços previstos na edificação que devem englobar ventilação (ar-condicionado, umidade, troca de ar natural, etc.), iluminação (natural e artificial), fornecimento de água, zona da edificação, acabamentos especiais (paredes,

pisos, forros) e equipamentos previstos para suas necessidades de energia (por meio de *nobreaks*).

O papel do cronograma estimado é crucial para o gerenciamento de projetos, pois permite ao gerente de projetos monitorar e gerenciar a produtividade da equipe, fornecer estimativas realistas de prazos e, claro, auxiliar na organização e otimização do tempo. Antes de elaborar o cronograma, é necessário fazer o levantamento de todos os requisitos de *software* necessários para o empreendimento, englobando desde a interface até a funcionalidade do produto, para poder mapear o trabalho que precisa ser feito a fim de atender a esses requisitos (AMORIM, 2021).

Traçar objetivos e metas é essencial para fazer com que o negócio do empreendimento cresça, tendo ideia geral da evolução pretendida do negócio com base em métricas, processos e prazos previamente definidos.

Pode parecer simples, mas o conceito de metas e objetivos deve estar claro na cabeça do empreendedor para que o planejamento funcione. Esses prazos não representam apenas o destino final, mas dão uma ideia geral da evolução pretendida do negócio com base em métricas, processos e prazos previamente definidos. Empresários competem pelas melhores metas e objetivos de negócio, sabendo que:

- Metas: são as etapas que precisam ser concluídas em um período determinado;
- Objetivo: é o destino final, até onde o empreendimento deseja chegar.

Uma ferramenta bastante utilizada são os indicadores de desempenho, ou KPIs (*Key Performance Indicators*). Eles são métricas de medição do fluxo de trabalho que possibilitam ter uma visão mais clara e fácil do desempenho das equipes e departamentos da organização em relação às metas e objetivos traçados no planejamento estratégico da empresa (RADUJKOVIĆ; VUKOMANOVIĆ; BURCAR DUNOVIĆ, 2010).

Radujković, Vukomanović e Burcar Dunović (2010) apontam que, para ajudar o empreendimento a otimizar o desempenho, é necessário definir um método de gestão que inclua a análise desses índices. Isso implica determinar quais ferramentas de avaliação são mais adequadas para cada finalidade e quais trarão a confiabilidade necessária às entregas. Contudo, existem nove tipos de KPIs mais usados para medir o desempenho de todas as partes de um negócio, conforme a Figura 4:

Figura 4 – Nove Tipos de KPIs.



Fonte: Autor (2023).

É interessante listar os responsáveis por cada departamento, incluindo nome, cargo e função, além de confirmar a necessidade de cada negócio. No processo de projeto BIM, recomenda-se que essas decisões sejam tomadas o mais cedo possível, uma vez que o envolvimento precoce de especialistas, principalmente os ligados à produção, é condição para se obter todos os benefícios do processo BIM (AMORIM, 2021), como mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Matriz de colaboradores.

DEPARTAMENTO	NOME	CARGO	FUNÇÃO
Diretoria	Maria	Sócia Fundadora	Administração
Arquitetura	Maria	Arquiteta Plena	Projetista
Estrutural	Maria	Engenheira Civil Plena	Projetista
Complementares	Maria	Engenheira Civil Plena	Projetista

Fonte: Autor (2023).

2.4.3 Fase de desenvolvimento

Na fase de desenvolvimento, é importante utilizar o BIM como uma alternativa, que inclua todas as fases do empreendimento, desde a concepção, gestão, implantação, projeto, comunicação e operação. Com o grande progresso que o BIM suporta, pode ser entendido analisando em três aspectos básicos do projeto: representação do projeto, tomadas de decisões e o processo construtivo (AMORIM, 2021).

Atualmente, algumas empresas utilizam os projetos com representação em planta baixa e detalhes (elevações, cortes, anotações e legendas) por meio de desenhos 2D criados em AutoCAD por arquitetos e engenheiros. Já a representação em BIM é multidimensional e

paramétrica. Os projetos de arquitetura e engenharia são apresentados em 3D, mostrando o funcionamento dos equipamentos e detalhes dos cortes, com renderizações que têm aparência realista e auxiliando nas apresentações virtuais no processo de entendimento do projeto

A maquete virtual fornece informações para toda a equipe, e não apenas para os projetistas, permitindo fazer ajustes de projeto solicitados em tempo real por meio de modelos sincronizados pela internet. Por isso, é importante organizar o ambiente de trabalho com *template* de projetos que possam ser usados em processos BIM. Para cada novo projeto, os modelos devem ser adaptados às suas especificações e às entregas de cada um deles.

De acordo com Amorim (2021), é possível destacar as tarefas preliminares para o ajuste do *template* (organização do *browser*) e as configurações preliminares à modelagem (condições específicas da obra e sua localização), que estão descritas no Quadro 2 e no Quadro 3 a seguir:

Quadro 2 – Tarefas preliminares do <i>template</i> .	
ORGANIZAÇÃO	COMENTÁRIOS
Tipos de vista	Forma de visualização e apresentação das informações do projeto, como plantas, elevações, cortes e 3D.
Famílias de anotações	Utilização para inserir informações necessárias ou adicionais ao projeto.
Famílias de formato de folhas de desenho	Apresentação em folhas de desenho nos tamanhos: A0, A1, A2, A3 e A4.
Espessuras e estilos de linhas	Linhas com diferentes espessuras, cores, padrões e tipos, incluindo linhas contínua, tracejadas, de projeção, de interrupção, entre outras.
Estilos de objetos	Definição das espessuras, cores e padrões da linha, bem como os materiais das diferentes categorias e dos elementos do modelo.
Materiais básicos e suas codificações	Definidos conforme os padrões do cliente.
Famílias básicas de sistemas	As especificações são adaptadas aos padrões construtivos do cliente.
Famílias básicas de componentes	Os modelos são desenvolvidos de acordo com os padrões construtivos do cliente.
Fonte: Adaptado a partir de Amorim (2021).	

Quadro 3 – Configurações preliminares do <i>template</i> . (continuação)	
ORGANIZAÇÃO	COMENTÁRIOS
Localização do objeto	Cidade, Estado, País, etc.
Construção de planos horizontais e verticais	Organizadores do projeto.
Construção de eixos	Definidos com base em diretrizes de execução definidas com o cliente.

Quadro 3 – Configurações preliminares do <i>template</i> . (conclusão)	
ORGANIZAÇÃO	COMENTÁRIOS
Construção de níveis	Definidos com base em diretrizes de execução definidas com o cliente.
Construção de planos de referências organizadores do projeto	Definidos com base em diretrizes de execução definidas com o cliente.
Locação de pontos de referência em função de coordenadas geográficas	Definidos com base em diretrizes de execução definidas com o cliente
Definição de critérios para norte do projeto/norte verdadeiro	Definidos com base em diretrizes de execução definidas com o cliente.
Definição de critérios para sistema de medidas	Unidades de medidas como padrão.
Definições dos <i>worksets</i>	Forma de trabalho colaborativo.
Organização do modelo central e sua eventual subdivisão em modelos parciais inseridos por meio de <i>links</i>	Coordenação dos diferentes projetos.

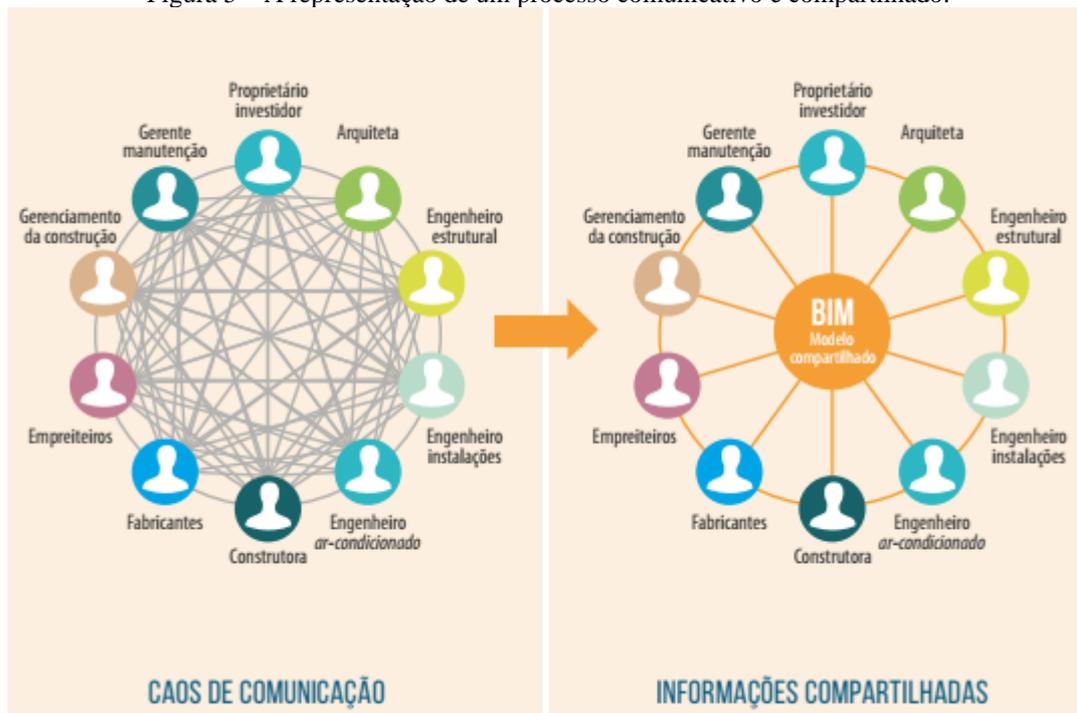
Fonte: Adaptado a partir de Amorim (2021).

Geralmente, o projeto é solicitado pelo proprietário e desenvolvido pelos arquitetos independentemente e depois enviado aos engenheiros, projetistas estruturais e de instalações para realizarem os projetos complementares, fazerem suas documentações necessárias e, conseqüentemente, encaminhado para a empresa que irá executar a construção. Dessa forma, na maioria das vezes, a interação entre essas equipes é pouca ou não existe, já que mudanças nos projetos ocorrem geralmente na fase da construção e da documentação. Assim, gerando retrabalho, desperdício de materiais e aumento nos custos durante a construção.

Segundo a CBIC (2016), existem diferentes maneiras de trocar dados e compartilhar informações. Como podemos observar na Figura 5, à esquerda temos um processo tradicional de troca de informações entre diferentes disciplinas, normalmente envolvidas no desenvolvimento de projetos, baseado apenas em documentos (CAD). Já à direita, temos a criação de um modelo compartilhado (BIM) que pode ser usado para trocar informações entre as mesmas disciplinas.

O BIM é a chave para ter essa troca de dados, já que facilita as tomadas de decisões e alterações ainda na fase de projetos, permitindo fazer simulações e projeções sem comprometer a execução da obra.

Figura 5 – A representação de um processo comunicativo e compartilhado.



Fonte: CBIC (2016).

Um fator importante na modelagem é a comunicação no processo construtivo, já que é necessário um fornecimento ilimitado, contínuo e confiável de informações ao modelo. Sem todas as informações necessárias, provenientes de todas as equipes e disciplinas envolvidas no projeto, o BIM não funciona como um processo integrado, o que significa que problemas importantes ficam sujeitos a soluções paliativas e/ou ineficazes.

Contudo, esse problema pode ser resolvido com o empenho de toda a equipe em organizar todos os tipos de informações e alimentar o modelo. Dessa forma, é possível extrair informações necessárias sobre cada fase do processo e, caso sejam necessárias alterações, elas podem ser simuladas e analisadas antes da execução de obras. As atualizações podem ser realizadas simultaneamente no modelo e, assim, as informações são imediatamente expostas aos construtores.

2.5 Gerenciamento de projeto BIM

A coordenação de projetos costuma ser confundida com o gerenciamento de projetos, pois embora faça parte do processo, atua em situações diferentes. O coordenador atua na gestão de projetos ao definir as especialidades do projeto, planejar as datas de entrega dos

projetos, avaliar as empresas projetistas, acompanhar o planejamento financeiro e liberar os pagamentos às empresas (SOUZA, 2004).

Enquanto o gerenciamento é responsável por realizar essas atividades, aplicando técnicas, conhecimentos e habilidades para que o objetivo do projeto seja obtido com sucesso, é importante também aprovar os produtos resultantes das fases de planejamento, definir os fluxos de informações entre os agentes participantes e controlar as revisões do projeto, segundo o planejamento estabelecido (SOUZA, 2004).

2.5.1 Qualidade dos modelos

Os diversos modelos BIM que compõem o projeto devem passar por procedimentos rotineiros de controle de qualidade, tanto por parte de seus autores quanto de quem os recebe, principalmente pela coordenação do projeto. Com essa verificação, é possível melhorar a imagem do empreendimento no mercado e garantir a qualidade dos próprios serviços prestados.

Segundo Amorim (2021), existem muitos conflitos entre disciplinas, muitas vezes causados pelo projetista ou até parceiros que produzem conflitos entre os elementos, o que pode atrasar sobremaneira os trabalhos. É aconselhável que a coordenação de projeto exija que cada disciplina efetue suas próprias verificações antes de enviar seus modelos para outra disciplina.

Dessa forma, é possível evitar conflitos entre elementos, como paredes que conflitam com lajes, portas, pilares, vigas, eletrodutos de energia, tubulações de esgoto e água, etc. Mesmo que essas sobreposições sejam pequenas e comuns, elas podem passar visualmente despercebidas pelo projetista, o que reforça a importância de verificar se esses elementos estão passando no local correto.

Com os *softwares* dedicados à verificação de modelo (*model checkers*), é possível determinar se existem conflitos entre elementos, seja dentro da mesma disciplina ou entre disciplinas, por meio das plataformas do modelo BIM. Entre os *softwares* mais comuns e usados, estão *Navisworks*, *Solibri* e *Tekla BIMsight* (AMORIM, 2021).

Além dos conflitos internos, é responsabilidade do projetista verificar se o modelo atende às diretrizes da sua disciplina, como acessibilidade e espaços suficientemente adequados para montagem e manutenção de equipamentos, todos de acordo com os requisitos de projetos definidos no BEP.

O sucesso da empresa está diretamente ligado à administração transparente e sistemática. Para tornar isso possível, a implementação e manutenção de sistemas de gestão da qualidade são potenciais indicadores de sucesso. As ferramentas da qualidade são utilizadas

para definir, medir, analisar e propor soluções para problemas identificados que interferem no desempenho dos processos organizacionais, auxiliando na implementação de melhorias de qualidade (SANTOS, 2015).

Dentre as diversas metodologias e ferramentas disponíveis, pode-se destacar a 5W2H e o ciclo PDCA para a implementação de sistemas de gestão da qualidade com foco no processo de projeto e planejamento estratégico. A ferramenta 5W2H é entendida como um plano de ação, ou seja, o resultado do planejamento para orientar as ações que devem ser realizadas e implementadas para acompanhar o desenvolvimento do que foi determinado na fase de planejamento (FRANKLIN, 2006).

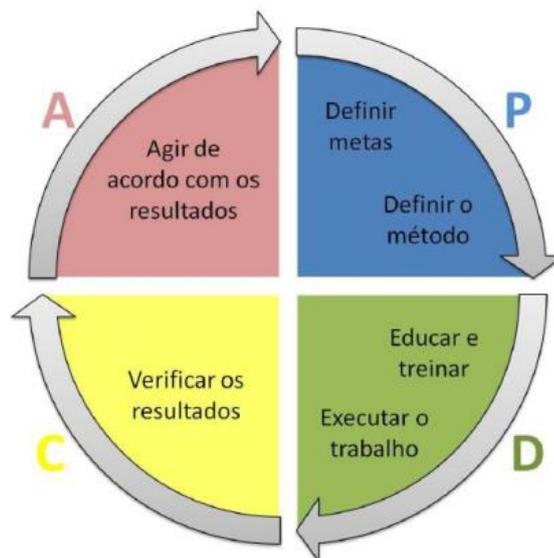
Para usar a ferramenta, deve-se responder a sete perguntas e organizá-las. As perguntas são mostradas no Quadro 4. Com essas respostas em mãos, tem-se um plano de ação detalhado que poderá ajudar a tornar a execução de maneira mais clara e efetiva.

O PDCA é um método de gestão focado na melhoria contínua, cujo objetivo é o controle e aprimoramento constante dos processos e produtos. A sigla PDCA vem do inglês: “*Plan, Do, Check, Act*” e sua tradução é: planejar, executar, checar, agir. Essa ferramenta pode ser resumida em um ciclo com quatro ações, conforme ilustrado na Figura 6.

Quadro 4 – Plano de ação (5W2H).			
5W	What?	O que?	Objetivo, etapas, fases a serem feitas.
	When?	Quando?	Prazo, cronograma e tempo.
	Why?	Por que?	Justificativa, benefícios e resultados esperados.
	Where?	Onde?	Local, departamento, área e contexto.
	Who?	Por quem?	Responsáveis, equipes e funções.
2H	How?	Como?	Método, processo e atividades.
	How much?	Quanto?	Custo da execução.

Fonte: Autor (2023).

Figura 6 – Ciclo do PDCA.



Fonte: Trivellato (2010).

Machado (2012) descreve os estágios de uso do ciclo PDCA, como mostrado no Quadro 5.

Quadro 5 – Estágios do ciclo PDCA.	
PDCA	COMENTÁRIOS
P (planejar)	Inclui um exame do método atual ou problema para ser estudado, incluindo identificação de necessidades, análise, definição de objetivos e métodos para formular um plano de ação.
D (execução)	Aborda a necessidade de executar um plano de ação, bem como de treinamento. Nesta fase, é possível aplicar um novo ciclo PDCA para resolver problemas de implementação.
C (checar)	Analisar a eficácia da nova solução e o resultado esperado, com novas informações coletada para análise posterior.
A (ação)	O objetivo é desenvolver uma solução padronizada e explorar sua aplicação em outras áreas. Se o problema persistir, uma nova tentativa é feita com base no aprendizado da primeira etapa do ciclo PDCA.

Fonte: Adaptado de Machado (2012).

A importância das nomenclaturas e da gestão de arquivos reside na organização e na facilidade de acesso às informações, como será explorado na próxima seção deste texto.

2.5.2 Nomenclaturas e gestão de arquivos

O processo BIM envolve um grande volume de arquivos, bastante diversificados, embora em menor número que no processo CAD. Muitos desses arquivos também têm tamanho significativo, podendo chegar a *gigabytes* (GB) por conter todos os dados necessários do

projeto, como vistas, famílias, planilhas e outros tipos de componentes, que são incorporados no próprio arquivo do autor (AMORIM, 2021).

No entanto, à medida que o processo de cooperação avança, algumas medidas devem ser tomadas para uma gestão interna eficaz e segura na organização. Primeiramente, é necessário designar o responsável pela gestão dos dados e pelo controle de qualidade, atividade normalmente atribuída ao gerente BIM (*BIM manager*).

Dessa forma, é possível controlar a qualidade das informações, o que inclui verificar, principalmente antes de qualquer lançamento, se os modelos BIM e seus componentes atendem aos requisitos do projeto e da organização.

Segundo Amorim (2021), para realizar o controle de qualidade, existem diversos *plugins* e aplicativos com funções que ajudam a facilitar essa atividade, como deletar arquivos de backups antigos, registrar parâmetros e componentes, facilitando a elaboração de *templates* de outros arquivos, entre outras. Pode-se observar no Quadro 6 alguns dos *plugins* e aplicativos BIM, mais utilizados no mercado de arquitetura e engenharia civil.

Quadro 6 – <i>Plugins</i> e aplicativos BIM.	
(continuação)	
NOME	FUNÇÃO
BIM Manager Suíte	O objetivo é gerenciar os padrões BIM e modelos de projeto, utilizando ferramentas que melhorem a qualidade do modelo e reduzam erros nos projetos em Revit.
Onbox	A ferramenta permite unir geometrias de forma rápida e criar elementos estruturais, com foco no pré-dimensionamento, usando regras específicas para vigas e pilares.
Revit Issues Add-in	Permite que projetistas ou modeladores visualizem tarefas e outras instruções de ajustes sem abrir o Autodesk Docs online, facilitando as correções de execução, pois é possível atualizar o status e outros parâmetros do problema no próprio Revit.
BIMcollab	Cria e filtra links que direcionam a visualização do problema de interoperabilidade do modelo.
Blocks Revit	Biblioteca de famílias bem modeladas e com recursos de pesquisa para a inserção dos componentes no Revit diretamente.
BIMSPACE Hydro	É possível executar o dimensionamento de sistema de tubulações de água quente e fria, com outras funções que ajuda a minimizar o fluxo de trabalho.

Quadro 6 – <i>Plugins</i> e aplicativos BIM. (conclusão)	
NOME	FUNÇÃO
EasyConduit	É ideal para desenvolver projetos elétricos no Revit, já que permite criar e configurar conduítes conectados juntamente com os dispositivos elétricos.
WireInConduit	Tem função de fazer os quantitativos, anotações de fiação e entre outras coisas nos conduítes.
Ofelétrico	A ferramenta é ideal para desenvolver projetos elétricos no Revit. Ela gera automaticamente os eletrodutos para o quadro de distribuição, facilita a documentação com tags no projeto, atualiza os dados dos quadros, dimensiona os conduítes e realiza a quantificação dos fios, entre outras funções.
OrçaBIM	É ideal para fazer orçamento, integrando dados de quantitativo apurado do Revit, através de fórmulas e combinações de parâmetros para gerar e visualizar os elementos orçados, etc.
TQS Revit	É ideal para projetos de estruturas criado no TQS, que pode ser importado através desse <i>plugin</i> e dá suporte para uma maior interoperabilidade entre esses <i>softwares</i> , além de transformar os componentes como pilares em famílias no Revit com suas respectivas informações nativas.
Fonte: Autor (2023).	

Portanto, é necessário fazer uma organização dos arquivos, mostrando a distinção entre quais os arquivos devem ser usados como referência, aqueles que serão utilizados em projetos e aqueles que devem ser armazenados para possível acesso futuro. Nos arquivos em uso, ainda é preciso distinguir entre aqueles que precisam ser sincronizados com usuários externos e aqueles de uso exclusivamente interno, ou seja, arquivos de autoria (AMORIM, 2021).

De acordo com Amorim (2021), os arquivos devem ser armazenados na nuvem, embora possam estar rigorosamente falando, em um servidor local com possibilidade de acesso externo controlado, preferencialmente através de uma VPN (*Virtual Private Network* ou Rede Virtual Privada). Depois de armazenados na nuvem, isso facilitará o acesso para os projetistas e à coordenação de projeto através do compartilhamento de arquivos.

É importante definir um modelo de diretório para criar o nome do projeto ou código, de forma que organize os arquivos locais sejam organizados e respeitem a estrutura determinada para cada projeto diferente, com as modificações necessárias. Dessa forma, definindo um

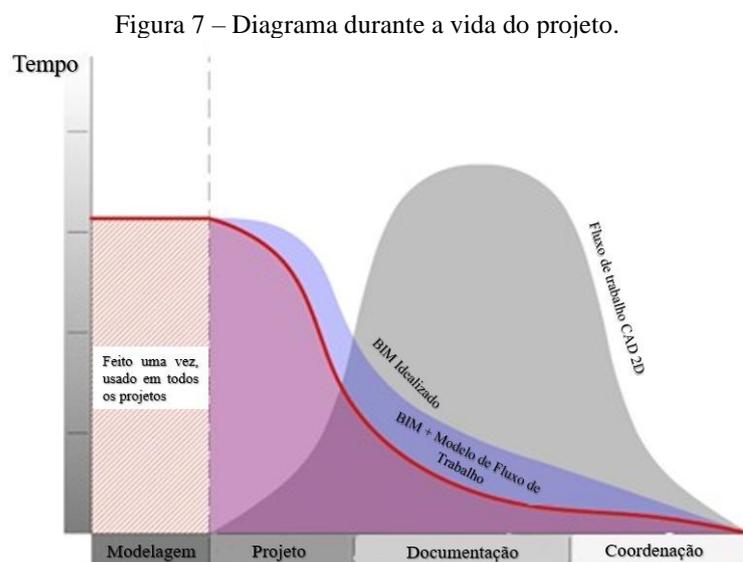
padrão de abreviaturas em referências a projetos e clientes, formando uma lista oficial acessível a todos, que só pode ser editável somente pela administração da empresa (AMORIM, 2021).

2.5.3 Fases do projeto BIM e a importância do cronograma.

O processo de projeto BIM é significativamente diferente do processo CAD, resultando em uma curva de absorção de recursos e marcos do projeto, assim como em seus respectivos resultados (AMORIM, 2021). É importante ressaltar que esses fatores afetam diretamente o cronograma do projeto.

Dessa forma, em comparação ao cronograma do projeto CAD, processo BIM apresenta diferenças significativas, sendo que os prazos e recursos utilizados aumentam nas fases de um projeto básico e reduzem gradualmente durante o projeto executivo (AMORIM, 2021). É importante destacar que o desenvolvimento de um *template* para realização de cada projeto e a experiência da equipe de projeto com o processo BIM são pontos essenciais para o sucesso do projeto.

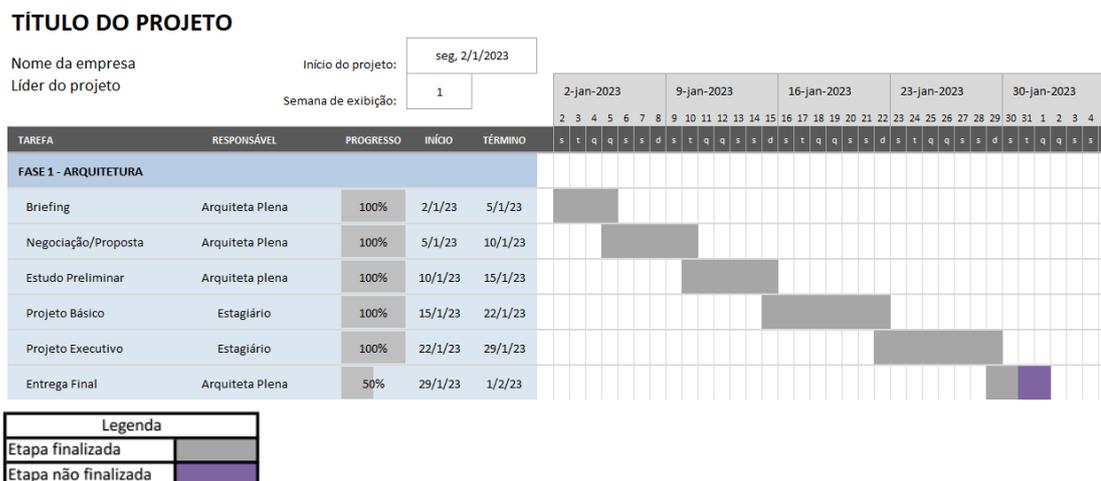
De acordo com Banks (2015), os modelos de projeto são fundamentais para o sucesso do BIM. Portanto, é importante que o *template* utilizado seja adequado, contendo as informações necessárias dentro dele e permitindo trabalhar de forma rápida em um ambiente organizado, o que pode resultar em uma economia significativa de tempo durante o projeto. A Figura 7 ilustra a área sob cada curva obtida em tempo total para o cada método, demonstrando uma curva maior no fluxo de trabalho em CAD e indicando que o tempo gasto com documentação é superior ao modelo BIM.



Fonte: Adaptado de Banks (2015).

Dentro deste segmento, é fundamental estabelecer um cronograma para acompanhar antecipadamente algumas atividades, a fim de reduzir prazos nas fases futuras, eliminar custos e melhorar a qualidade do projeto. A Figura 8 apresenta um exemplo simples do Gráfico de Gantt, que é uma ferramenta utilizada para a criação de cronograma de projetos.

Figura 8 – Gráfico de Gantt simples.



Fonte: Autor (2023).

O uso dessa ferramenta torna o trabalho e o controle mais simples para o responsável e os envolvidos do projeto, pois é possível compreender melhor as tarefas que devem ser realizadas. No processo BIM, o planejamento do desenvolvimento dos projetos pode sofrer alterações, tanto na duração das tarefas quanto na distribuição, para atender ao fluxo de informações necessárias de cada disciplina envolvida no processo BIM (ASBEA, 2015).

Desta maneira, essas tarefas são verificadas na prática em cada disciplina, embora ocorram de forma muito similar em quase todos os projetos de edifícios. São elas: *briefing* (1), negociação/proposta (2), estudo preliminar (3), projeto básico (4), projeto executivo (5) e a entrega final (6). Conforme ASBEA (2015), tem as seguintes definições:

- *Briefing* – Esse é o primeiro contato do cliente com a empresa, momento de obter os dados necessário e entender o interesse dele com o serviço, tanto em termo de necessidade quanto de recursos financeiros. Dessa forma, é possível montar uma proposta;
- Negociação/Proposta – Essa é etapa onde os termos são negociados, aliando as expectativas do cliente com a empresa e, conseqüentemente, tendo a proposta finalizada;

- Estudo Preliminar – É a etapa inicial de um projeto. Nesta fase, o profissional da área faz a junção de todas as informações necessárias obtida durante a negociação para elaborar o projeto eficiente junto ao proprietário;
- Projeto Básico – É elaborado depois do estudo preliminar, onde os modelos são revisados e compatibilizados de forma que chegue no resultado final do modelo elaborado. Nessa etapa, é realizado o projeto arquitetônico, assim como os de outras disciplinas solicitadas, com objetivo de definir com precisão as características básicas da empresa e o desempenho exigido da obra para ser possível estimar os custos e o tempo de execução;
- Projeto Executivo – É elaborado apenas quando todas as outras etapas já foram concluídas e aprovadas, incluindo a compatibilização de projetos, seja projetos de engenharia ou de outra disciplina. Nessa etapa, é necessária a apresentação em pranchas com planta baixa, cortes, planta de cobertura, quadro de quantitativos, fachadas e especificações, perspectivas e detalhamento com as especificações técnicas e executivas utilizadas no planejamento, orçamentos da execução da obra;
- Entrega Final – É a entrega do serviço produzido ao cliente, por meio de uma gestão eficiente e clareza, atingindo o cronograma do projeto como planejado, dessa forma, atingindo a necessidade do cliente e mantendo o mesmo para futuros projetos e indicações.

Segundo Deming (1990, p.167) foi ao Japão pós-guerra disseminar conhecimentos sobre qualidade de produtos, testes e controles estatísticos. Consequentemente, fez uma citação que obteve bastante sucesso em afirmar que “Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende e não há sucesso no que não se gerencia”. É importante lembrar que os métodos ágeis tem a necessidade de gerenciamento para obter sucesso em projetos, devendo-se partir da organização e da gestão da empresa.

Teoricamente, o BIM pode ser aplicado em qualquer método de concepção de projeto. Ao aplicar o BIM nesse processo, conforme apresentado neste tópico, temos um gestor que coordena as equipes e gerencia o modelo BIM. Esse modelo serve como base de dados e fonte de informação irrestrita para todas as equipes construtivas e *stakeholders*.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesse capítulo, serão apresentados os aspectos metodológicos da pesquisa realizada, descrevendo os procedimentos necessários e úteis para análise da implementação do BIM em uma microempresa de arquitetura e engenharia civil. Também será caracterizado o objeto de estudo, descrevendo suas características e atividades desenvolvidas.

Esse estudo tem por finalidade realizar uma pesquisa de natureza aplicada, uma vez que utiliza conhecimentos da pesquisa básica para resolver problemas. Segundo Prodanov (2013), pesquisa aplicada visa gerar conhecimentos para aplicação prática, visando à resolução de problemas específicos, incluindo verdades e interesses locais.

Para alcançar os objetivos propostos e permitir uma melhor apreciação deste trabalho, foi utilizada uma abordagem qualitativa. Na abordagem qualitativa, a pesquisa utiliza o ambiente como fonte direta de dados. O pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo, exigindo um trabalho de campo mais intenso. Ou seja, os dados coletados nessas pesquisas são descritivos e apresentam o maior número possível de elementos existentes na realidade estudada (PRODANOV, 2013).

Com intuito de conhecer a problemática sobre a área da pesquisa, foi realizado um estudo de caso. Segundo Vergara (2000, p.49), o estudo de caso “tem caráter de profundidade e detalhamento”, podendo ou não ser realizado em campo. Ele também aponta que um estudo de caso é um meio de investigar uma determinada organização na qual ela pode produzir os resultados de pesquisa esperados. O estudo de caso pretende, portanto, aprofundar o tema atual e também planeja trazer resultados relevantes para a pesquisa.

3.1 Tipo de Pesquisa

Este trabalho classifica-se como pesquisa qualitativa, como dito anteriormente, no qual o estudo de caso servirá para visualizar o tamanho do potencial que uma microempresa de arquitetura e engenharia civil pode traçar em vários planos para a implementação do BIM. O estudo de caso foi concebido em partes para abordar os diferentes temas relacionados ao processo de projeto. São abordados os seguintes tópicos:

- Caracterização da microempresa;
- Tecnologia na microempresa;
- Organização da microempresa, processo e gestão de pessoas;

- Gerenciamento de projetos e qualidade do modelo;
- Previsibilidade na produção de projetos;
- Expectativas de evolução da microempresa.

A descrição de alguns desses temas, encontra-se no capítulo 2 desse documento. Para avaliar na prática a implantação e implementação do fluxo BIM em uma microempresa de arquitetura e engenharia civil, foram considerados os estudos na bibliografia pertinente.

A metodologia utilizada para este trabalho foi o estudo de caso, por meio da observação e de uma entrevista para coleta de dados, que serão comparados com as informações obtidas durante a pesquisa teórica. Será feita uma comparação do resultado da pesquisa com um referencial teórico. A base é realizar uma análise do processo atual, categorizá-lo e, por meio disso, será possível elencar respostas para objetivos específicos e, então, desenvolver uma resposta para o objetivo principal da pesquisa.

A entrevista foi aplicada via e-mail, com questões objetivas e discursivas, para a equipe envolvida no processo de projeto e organização da microempresa. O modelo encontra-se no Apêndice A. A entrevista ocorreu em março de 2023 de forma remota, para que os entrevistados ficassem mais à vontade para responder às questões desenvolvidas para a coleta de dados.

O objetivo esperado ao aplicar este método é obter dados qualitativos sobre os motivos que levaram à implementação do BIM na microempresa, sobre os processos adotados e as mudanças observadas até o momento. Busca-se, também, entender de forma geral o entendimento da microempresa sobre a implantação e implementação do fluxo BIM, ou seja, identificar a situação do escritório (pessoas, política, processos e ferramentas) e onde deseja chegar (metas e objetivos) para poder executar o BIM no escritório.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa seção, apresentam-se os principais resultados do estudo de caso a respeito do uso do BIM na microempresa de arquitetura e engenharia civil.

4.1 Apresentação e Caracterização da microempresa

Para viabilizar as verificações propostas nesta pesquisa, foi realizado um estudo de caso em uma microempresa de arquitetura e engenharia civil, onde seus dados serão preservados a fim de manter o sigilo da identidade da microempresa e demais entrevistados, a pedido destes.

Sediada em Delmiro Gouveia/AL, a microempresa estende suas atividades em diversos municípios alagoanos da região do alto sertão, sendo especializada em projetos de arquitetura e engenharia civil, com o objetivo de conciliar a beleza às necessidades funcionais, idealizando a melhor solução para o projeto, por planejar o espaço e buscar a união entre a função e a forma, sem deixar de pensar em projetos acessíveis que tragam a personalidade de cada cliente.

Por se tratar de uma Sociedade Limitada Unipessoal (SLU), a microempresa é formada por apenas uma pessoa, a própria empreendedora, arquiteta, e possui mais três membros, sendo uma engenheira civil e dois estagiários. As funções administrativas são divididas entre os membros da equipe, que afirmam ter relações relativamente horizontalizadas, realizando tarefas multidisciplinares. A microempresa afirma que o processo de trabalho ocorre de forma coletiva e interdisciplinar, valorizando a colaboração entre diferentes áreas do conhecimento.

A microempresa tem a prática de trabalhar em parceria com escritório e construtoras do ramo de engenharia civil e lojas de construções, sendo bastante reconhecida pela região. A captação de clientes vem da divulgação de mídia digital e indicação de clientes antigos, como também amigos, familiares e parcerias.

Atualmente, a microempresa implementa as mais diversas tipologias de projetos, desde pequenas reformas até grandes reformas para o setor residencial e comercial privado, bem como projetos para legalização de imóveis. Na microempresa, são oferecidos os seguintes serviços na área da arquitetura: elaboração de projetos arquitetônicos comerciais e residenciais, design de interiores, consultoria de decoração e de acabamentos, projetos urbanísticos, projeto luminotécnico, medições de levantamento, projetos de reforma e renderizações.

Já na área de engenharia civil, são oferecidos os seguintes serviços: projeto estrutural, projeto de instalações hidrossanitárias (hidráulico - água fria e água quente, esgotamento sanitário, escoamento pluvial, reutilização de água, aproveitamento de água da chuva), projeto de instalações elétricas e projeto de impermeabilização.

Na fase dos projetos, são estudadas soluções para uma melhor eficiência das construções, como, por exemplo, reduzir ou eliminar erros durante a execução, antecipar situações diversas, agilizar na tomada de decisão, evitar surpresas durante a execução, gerar economia de custos para operação durante e depois da execução e aumenta o controle gerencial. Ou seja, os projetos são planejados, executados e gerenciados com o objetivo de mostrar os benefícios que trazem para a concepção e execução de uma obra.

Construindo de maneira padronizada e inovadora, a microempresa busca seu pilar de crescimento por meio das tecnologias sustentáveis, visando aumentar a qualidade de seus produtos e reduzir ainda mais seus prazos de produção. Além disso, a empresa tem o intuito de participar ativamente em licitações públicas e expandir seus projetos por todo o Brasil.

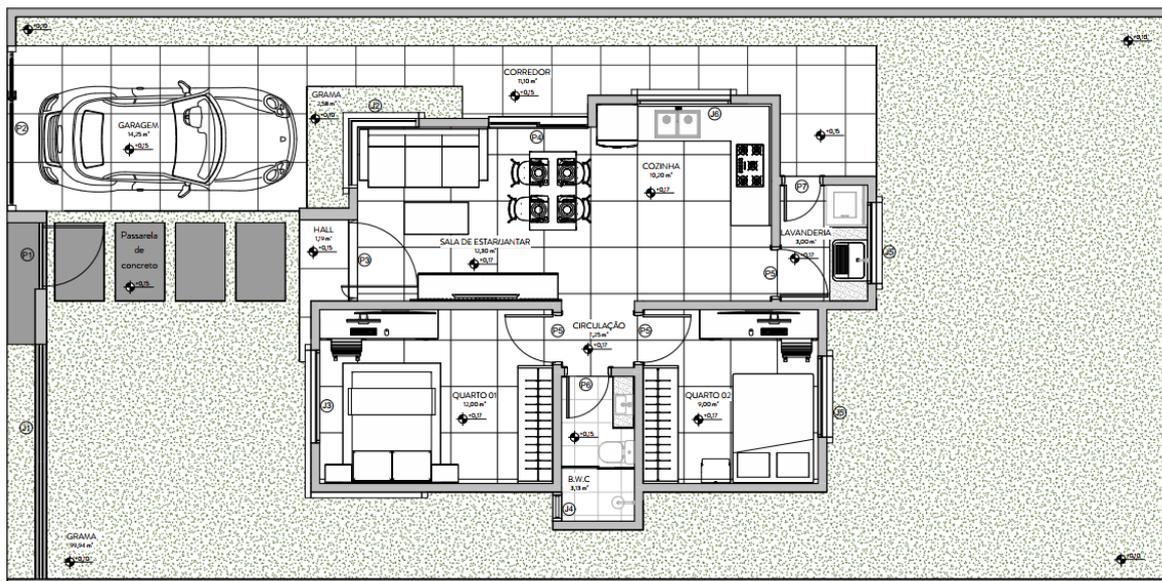
4.2 Tecnologia na microempresa

Os *softwares* utilizados pela empresa são: pacote da Microsoft, AutoCAD e Revit da Autodesk, Cypecad da Multiplus, Eberick da AltoQi, SketchUp e LayOut da Trimble, por fim, o Enscape.

A partir dos dados coletados nos questionários aplicados, constatou-se que o uso do BIM se dá pelo *software* Revit, que é de extrema importância para os projetos da área de engenharia civil e arquitetura. É utilizado para os projetos básicos e executivos para prever os possíveis problemas e ajuda a solucioná-los antes da execução da obra, trazendo maior integração ao projeto. A partir da documentação disponibilizada no Revit, é possível entregar um projeto mais ágil e completo, mostrando os documentos com qualidade e obtendo grandes resultados para os projetos.

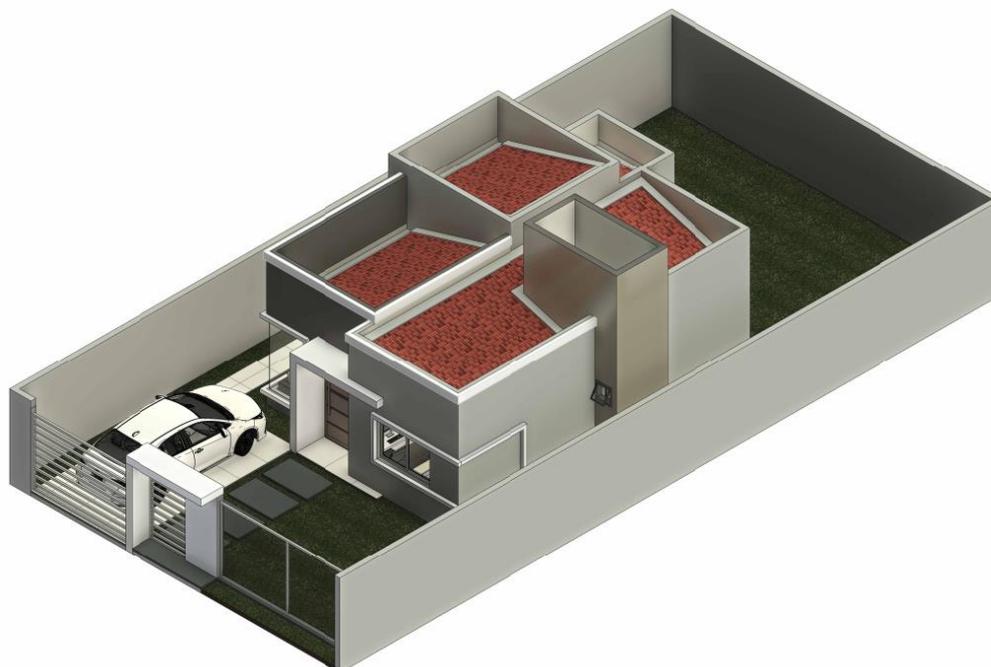
Pode-se observar na Figura 9 um exemplo de modelagem de um projeto simples de uma residência unifamiliar realizado no *software* Revit, uma planta baixa de *layout*. Na Figura 10, é mostrada uma das vantagens que o Revit pode proporcionar em relação ao AutoCAD: o modelo 3D integrado, que oferece recursos avançados de análise, renderização e visualização. Isso facilita a compreensão do cliente e do usuário final e contribui para formular soluções que atendam melhor às suas necessidades.

Figura 9 – Exemplo de Modelagem Arquitetônica no Revit: Planta Baixa de *Layout*.



Fonte: Autor (2023).

Figura 10 – Exemplo de Perspectiva da Modelagem Arquitetônica no Revit da Planta de *Layout*.

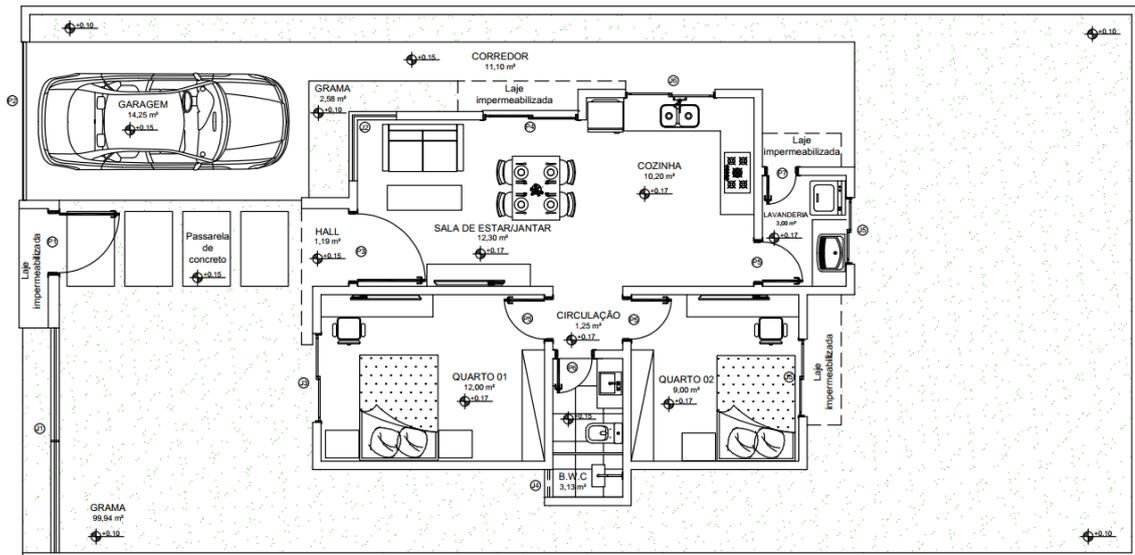


Fonte: Autor (2023).

Os projetos que utilizam o *software* AutoCAD são destinados a estudos preliminares e apenas para área da arquitetura, devido à falta de domínio dos colaboradores dessa área em um *software* BIM. Além disso, o AutoCAD é muito preciso nos desenhos e possui comandos e interface mais simples de usar.

Percebe-se na Figura 11 um exemplo de modelagem elaborado no *software* AutoCAD, com uma planta baixa de *layout*, apresentando uma de suas desvantagens: o desenho em 2D. Além disso, seu fluxo de trabalho não é integrado para projetos de arquitetura e engenharia, o que significa que não é possível criar, modificar e analisar um projeto em um único ambiente.

Figura 11 – Exemplo de Modelagem Arquitetônica no AutoCAD: Planta Baixa de *Layout*.

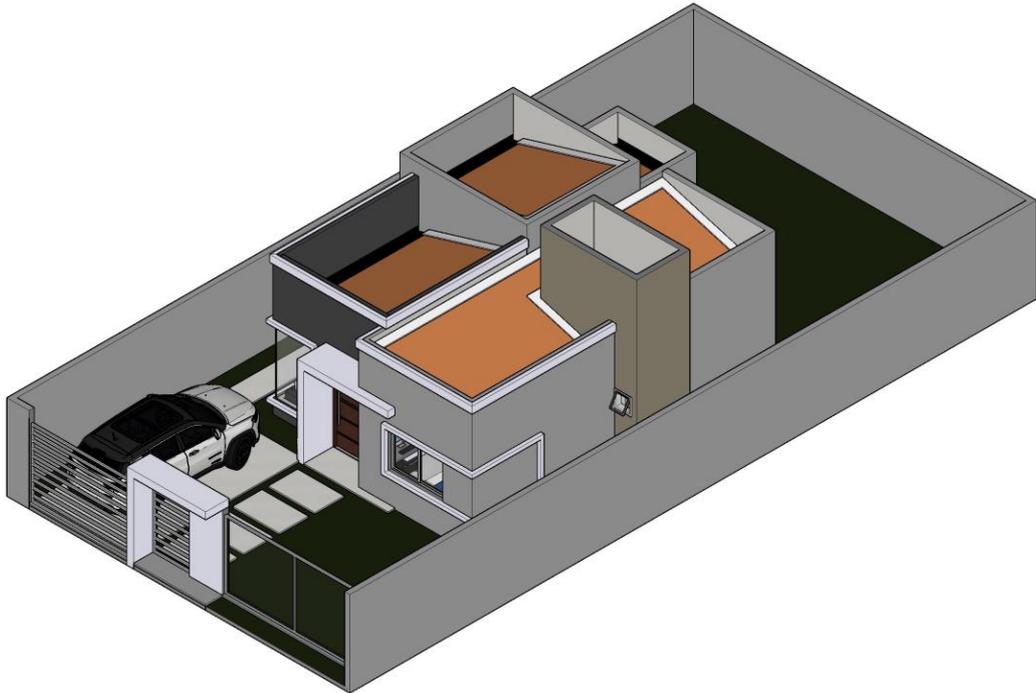


Fonte: Autor (2023).

Para os serviços na área da arquitetura, como a elaboração de projetos arquitetônicos comerciais e residenciais de médio e grande porte, *design* de interiores, consultoria de decoração e de acabamentos e projeto luminotécnico, todos são elaborados no *software* SketchUp e documentados no LayOut. Além disso, o *software* apresenta blocos 3D mais realistas e oferece ajuda para projetos com muitos objetos, como projetos de interiores, com funcionalidades que podem ser agregadas ao programa e pela sua facilidade de uso.

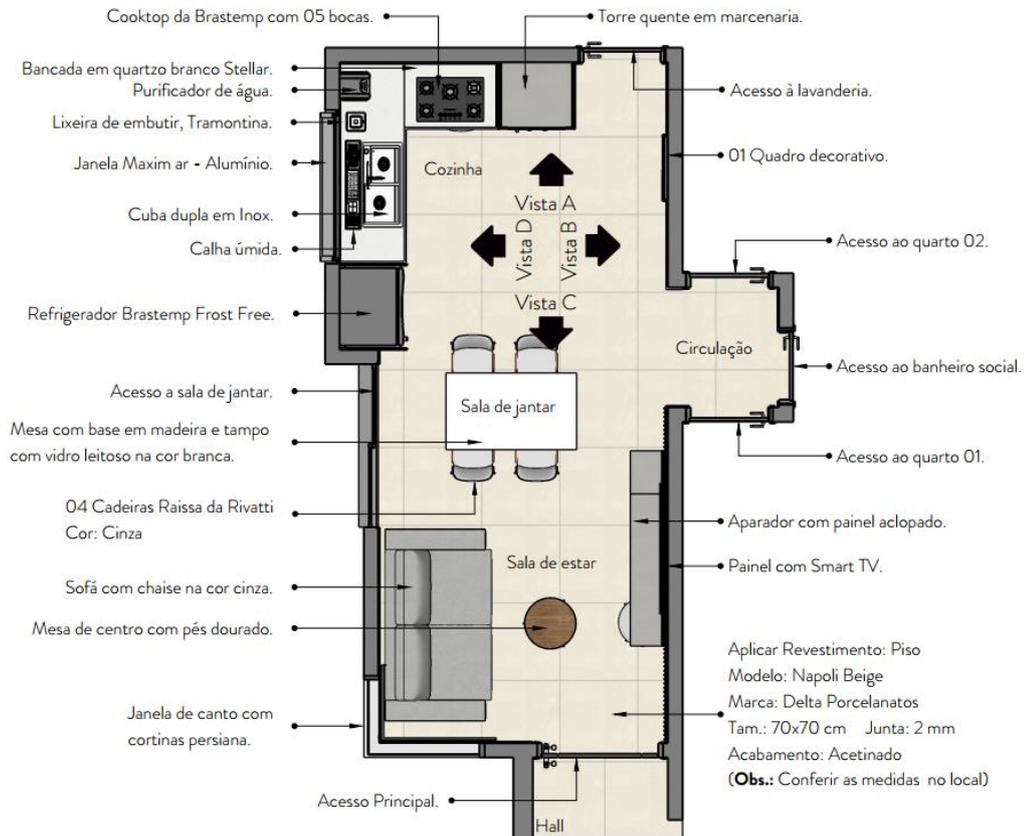
Observa-se na Figura 12 um exemplo de perspectiva da modelagem do mesmo projeto apresentado na Figura 9 da residência unifamiliar realizado no *software* SketchUp. Na Figura 13, é apresentado um exemplo de projeto de ambientação da sala de estar/jantar e cozinha da mesma residência unifamiliar, elaborada no *software* SketchUp e documentado no LayOut.

Figura 12 – Exemplo de Perspectiva da Modelagem Arquitetônica no SketchUp da Planta de *Layout*.



Fonte: Autor (2023).

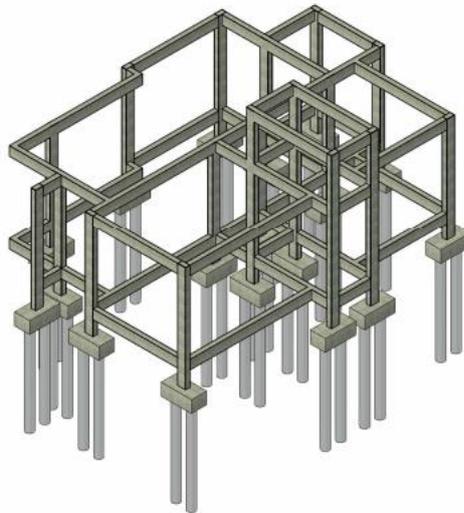
Figura 13 – Exemplo de Detalhamento da Modelagem no LayOut: Planta Baixa – Especificações.



Fonte: Autor (2023).

Na Figura 14, é apresentado um exemplo de modelagem de um projeto estrutural residencial, elaborado no *software* Eberick, para análise da estrutura e dimensionamento. O detalhamento final foi realizado no Revit, possibilitando alta velocidade de execução do projeto, no qual as informações são facilmente inseridas e alteradas, tanto para inclusão quanto para modificação de dados.

Figura 14 – Exemplo de Perspectiva da Modelagem Estrutural no Revit.

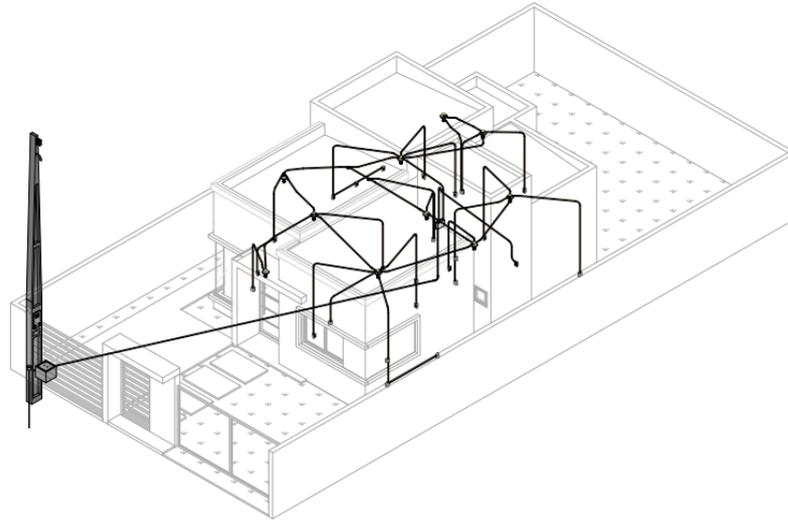


Fonte: Autor (2023).

Na Figura 15 e Figura 16, mostram-se os exemplos dos modelos de modelagem elétrico e hidrossanitário residencial, elaborado no *software* Revit para fazer a modelagem dos modelos apresentados. Além disso, com o auxílio do *software*, é possível gerar de forma automática e imediata uma lista de quantitativos do projeto, com facilidade de alterar e modificar, o que ajuda a estimar o orçamento da obra.

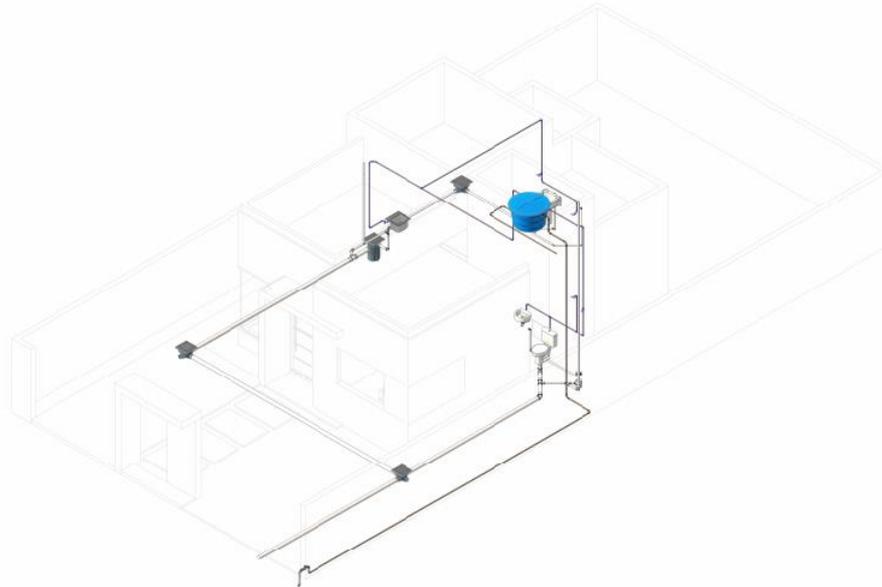
Dessa forma, as entregas do projeto podem ser de alta qualidade, pois a sua modelagem completa em 3D permite seu completo entendimento do projeto e a geração de documentos e pranchas que facilitam a visualização tanto para a realização de obra quanto para o cliente.

Figura 15 – Exemplo de Perspectiva da Modelagem do Projeto Elétrico no Revit.



Fonte: Autor (2023).

Figura 16 – Exemplo de Perspectiva da Modelagem do Projeto Hidrossanitário no Revit.



Fonte: Autor (2023).

4.3 Transição para o BIM (Implantação/Implementação do BIM)

A engenheira civil e um dos estagiários da equipe já tinham alguma noção do assunto e algum conhecimento do *software* Revit, já estavam usando o *software* durante a graduação.

O ponto de partida para a implementação do BIM surgiu em 2021, quando ganhou mais clientes e parcerias que exigia o uso do *software* Revit. Durante esse tempo surgiu a ideia

de implementar o BIM em alguns projetos, devido às possibilidades de verificação e revisão das informações que a modelagem forneceria para projetos de grande complexidade.

Para começar a implantação no escritório não houve consulta em BIM para tomar esta decisão. Não aceitar orientações de consultoria específica na metodologia indica falta de conhecimento e pode dificultar o processo, pois resolver a implantação do BIM é um assunto complexo e requer a ajuda de consultores especializados em processos e tecnologias BIM.

Os projetistas de Arquitetura e Engenharia Civil, ficaram responsáveis pela modelagem em BIM nas disciplinas relacionadas a sua área. Isso se deu pelo fato, do escritório ter dois membros da sua equipe com experiência de modelagem com o *software* Revit, da empresa Autodesk. O maior investimento inicial relatado foi em *software*, porque os computadores não foram trocados. As entrevistadas afirmaram que os computadores existentes suportariam o Revit e outros *softwares* citados anteriormente.

O sistema de dados funciona com o Google Drive, que atualiza apenas as alterações mais recentes no servidor. Isso permite aos usuários enviar e armazenar arquivos na nuvem, acessando-os de qualquer lugar e dispositivo. Embora o sistema de armazenamento em nuvem do Google funcione através da internet, é possível trabalhar com documentos *off-line*, o que permite o acesso aos arquivos mesmo sem conexão com a internet.

O Google Drive também pode ser acessado em computadores por meio de um aplicativo de *desktop*. Com esse aplicativo instalado no computador, será adicionado à barra de tarefas o ícone do Google Drive para abrir o aplicativo e sincronizar os arquivos. A partir desse momento, os arquivos adicionados ao Google Drive em qualquer dispositivo serão automaticamente sincronizados com o aplicativo do Google Drive no computador. Para acessar os arquivos *off-line*, basta ativar a opção "Disponível *off-line*" para cada arquivo ou pasta que deseja acessar sem conexão com a internet. Quando estiver novamente *online*, o aplicativo sincronizará as mudanças com a nuvem do Google Drive automaticamente.

A edição colaborativa também é outro recurso do serviço de armazenamento em nuvem do Google. Dessa forma, o usuário convida pessoas para trabalhar no arquivo simultaneamente. Assim, poderão editar e visualizar todas as modificações em tempo real e se comunicar via *chat*, já incluso na plataforma. Isso foi fundamental para que os projetistas do escritório envolvidos em determinado projeto trabalhassem em conjunto, garantindo um menor fluxo de dados na rede e, com isso, maior agilidade.

Os projetistas que tinha experiência em BIM ficaram responsáveis pelo desenvolvimento do *template* e tomavam decisões operacionais importantes sobre a modelagem de seu conhecimento. Ainda assim, a equipe disse que a modelagem foi feita na base de

"tentativa e erro" e que muita coisa teve que ser refeita durante o processo, dando ao projeto um caráter experimental e fazendo as adaptações à realidade do escritório.

Quanto à biblioteca, é utilizada um *plugin* de famílias parametrizadas, realistas e com textura já configuradas, tendo acesso a mais de 4900 famílias atualmente e sempre havendo atualização delas toda semana. Dessa forma, a biblioteca fornecida para o *software* evita perder tempo procurando certas famílias na internet e aumenta a produção no processo de modelagem.

As famílias do Revit são elementos paramétricos usados para criar objetos no *software* de modelagem BIM. Elas representam componentes reais que compõem um projeto de construção, como portas, janelas, mobília, equipamentos e muito mais. As famílias são configuráveis e possuem parâmetros que permitem aos usuários personalizar suas dimensões, materiais e outras características, facilitando a criação e a gestão de projetos detalhados e precisos.

A microempresa está atualmente executando projetos de pequeno e médio porte e buscando manter padrões e difundir o conhecimento para equipe, devido à entrada e saída de novos membros e, especificamente, de estagiários. Além disso, o escritório ainda não converteu totalmente sua produção para BIM e mantém uma grande parte da produção em AutoCAD e SketchUp.

4.4 Organização da empresa, processos e gestão de pessoas

A empresa não possui um líder BIM e o treinamento da equipe em BIM é inexistente. A troca de conhecimentos e boas práticas ocorre de forma espontânea e informal. Há planos de treinamento para os funcionários neste ano de 2023, para novas contratações e todos se formalizarem com o BIM.

As entrevistadas afirmam que, apesar de saberem que haverá mudanças no antigo fluxo de trabalho para o novo fluxo no BIM, ainda não as implementaram efetivamente, pois estão muito acostumadas com o sistema antigo. A maior percepção foi a ampliação das etapas iniciais do projeto, onde várias decisões já são tomadas com a metodologia BIM.

Algumas dessas decisões discutidas pelo escritório, são: estudo topográfico, cortes, estudos e detalhamento de telhados, geração de pranchas, conexão de elementos estruturais como pilares e lajes ou pilares e vigas; e principalmente as esquadrias e seu encontro com outros elementos estruturais em seu desenho, etc.

Quando se trata das decisões operacionais da modelagem, foi esclarecido que geralmente a arquiteta e a engenheira discutem a melhor forma de criar a modelagem e passam as instruções para quem vai executá-la.

Como não trabalham compartilhando a mesma modelagem com outros projetistas de outro escritório, a modelagem BIM arquitetônico e complementar é feita pelo próprio escritório. As fases de revisão permanecem fragmentadas com as fases de entrega. Isso acontece da seguinte forma: a arquitetura cria e modela os projetos arquitetônico e em seguida faz os detalhamentos, e encaminha os arquivos em “.pdf”, “.dwg”, “.rvt” e “.ifc” para a engenharia, já que é responsável pela modelagem dos projetos complementares.

Além disso, o escritório afirmou que não utiliza o BIM nas etapas do estudo preliminar e acredita que é mais rápido e fácil usar desenhos 2D (usando o *software* AutoCAD da Autodesk) e desenhos à mão às vezes. Já para os modelos 3D simplificados (usando o *software* SketchUp da Trimble), é fundamental para ter mais agilidade na criação de modelos 3D simplificados e sendo fundamental para a renderização (imagens realísticas) para ilustrar os projetos com experiência realista de como ficará a construção ou espaço. Dessa forma, representa com precisão a ideia do projeto para o cliente.

Em relação às atividades dos funcionários, foi relatado que a interação entre eles é muito próxima e que não há momentos formais para troca de conhecimento, além de fomentar o trabalho colaborativo. Além disso, apenas uma engenheira e dois estagiários podem trabalhar com BIM simultaneamente, devido ao número de licença disponíveis, então a troca de conhecimento é muito direta.

O escritório afirma que agora tem interesse em buscar conhecimento no *software* Revit, aproveitando os estagiários e a engenheira de sua equipe que participam de minicursos gratuitos, cursos e lives ao vivo, promovidos pelos profissionais da área e, conseqüentemente, motivados a fazerem cursos pagos para se capacitarem melhor e poderem repassar esse conhecimento para a equipe.

Sobre a organização da empresa, pode-se observar que não há regras claras para procedimentos como nomenclatura de arquivos e que há certa liberdade para organizar o fluxo de informações. Os membros são responsáveis individualmente por cada etapa do projeto específico.

4.5 Gerenciamento do projeto em BIM

A gestão BIM da microempresa, por estar em desenvolvimento, não existem documentos sobre validação interna de modelos e nem documentos que definam os padrões de interoperabilidade em BIM entre os diferentes projetistas.

Os aspectos da gestão BIM que já foram observados e valorizados no escritório são a facilidade de revisões e a redução de retrabalho, o controle de qualidade do modelo simultâneo, a modelagem e a troca de informação entre as disciplinas.

Os aspectos de qualidade aos quais o escritório deu grande ênfase foram a extração precisa de quantitativos e a facilidade de verificação e validação da informação nos modelos dos projetos arquitetônico e complementares. Observam-se os aspectos que o escritório mais valoriza e pretende promover futuramente são a gestão de compatibilização interdisciplinar, a gestão da produção de documentação em todo tipo de projeto e a organização interna do modelo BIM.

4.6 Previsibilidade na produção de projetos

A microempresa está recentemente em contato com o BIM, sendo que as habilidades dos funcionários ainda estão sendo construídas e melhoradas. Dessa forma, não existe previsibilidade na produção de projetos.

Contudo, a produção em BIM na microempresa mostra que seus projetos nunca têm o mesmo resultado, sempre há melhoria de um projeto para o outro. Isso significa que quando o escritório inicia um novo projeto, não há certeza sobre o resultado final, apenas a expectativa de que seja melhor em alguns aspectos do que o projeto anterior. As habilidades dos funcionários ainda estão sendo construídas e aprimoradas, o que torna a previsibilidade na produção de projetos mais difícil nesse momento.

Não existe um padrão ideal para os projetos feitos em BIM, sendo que as referências utilizadas são dos projetos antigos em 2D do mesmo escritório. Portanto, a busca por melhorias se concentra nos padrões de exibição gráfica, na percepção das informações nos desenhos e na qualidade dos detalhes colocados nas pranchas.

4.7 Expectativas de evolução da microempresa

A microempresa nunca recebeu solicitações de cliente ou projetistas para melhorias nos processos da empresa com o BIM. A iniciativa sempre foi interna e nunca houve um objetivo claramente definido em relação ao BIM, mas a microempresa se encontra bastante satisfeita com os ganhos alcançados.

A expectativa da microempresa em relação à implementação completa do BIM não é de curto prazo, pois ela ainda trabalha com um sistema misto de produção. Hoje, o escritório planeja aumentar gradativamente seu conhecimento e produção em BIM com a intenção de passar toda a produção para BIM em um futuro distante, e não há metas claras definidas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa desenvolvida observou que a microempresa projetou diversos projetos em BIM, o que se mostrou que ela está ganhando o domínio na modelagem, mas ainda tem que superar muitos obstáculos para trabalhar em BIM com equipes multidisciplinares, adaptando-se e conhecendo mais as ferramentas. Uma limitação seria o campo tecnológico, como a compra de licenças de *softwares* e, provavelmente, a compra de novos computadores. Um fator importante é a conscientização da equipe sobre a evolução da maturidade do BIM, uma vez que a adoção do BIM em obras públicas no Brasil vem crescendo continuamente.

Os objetivos do estudo foram alcançados, visto que foi possível constatar que a iniciativa da microempresa em acompanhar a evolução do mercado é evidente, embora possua metodologias de entrega no estágio Pré-BIM como PDF e arquivos “.dwg” e modelos BIM em “.rvt”. Seu empreendedorismo é admirável, mas a situação da microempresa no BIM é determinada pelo fato de ser muito mais fácil continuar com a antiga metodologia de produção nas fases iniciais e concepção do projeto, no AutoCAD e SketchUp, por ter maior conhecimento e agilidade nesses *softwares*.

Portanto, a modelagem que às vezes é utilizada nas fases posteriores do projeto para documentar e visualizar o edifício é o *software* Revit. A microempresa relatou que o BIM possibilita a criação de projetos com mais informações, além de reduzir erros de compatibilidade, representação e documentação. No escritório, houve mudanças no processo de trabalho ao longo do tempo e nos momentos iniciais de uso do BIM, cada projeto era um salto de melhoria e lucro, porém, a padronização de produtos e processos internos era um problema.

Nesse sentido, observou-se que o escritório está consciente das potencialidades do BIM e está se preparando para transferir grande parte de sua produção para o novo conceito, adquirir conhecimentos na área e ajudar a expandi-lo. Porém, essa evolução não tem objetivo ou plano definido, ou seja, falta um planejamento estratégico. Como visto no estudo do capítulo 2, é necessário estudar as ferramentas de qualidade com o foco no processo de projetos e planejamento estratégico, pois o escritório enfrenta barreiras nos processos de gerenciamento de projetos, o que prejudica o desenvolvimento do BIM.

Por fim, combinando os dados da pesquisa com a base teórica apresentada no capítulo 2, são realizadas as seguintes recomendações para a microempresa:

- Equipe: O treinamento dos funcionários deve ser constante e monitorado pelo gerente BIM. O treinamento deve contemplar os processos e fluxos de trabalho, além de incentivar as iniciativas de aprendizagem individuais;
- Gerenciamento: A gestão do modelo deve ser feita de maneira mais elaborada, sugerindo-se a elaboração do BEP (Plano de Execução BIM), treinamento das pessoas (processos e ferramentas) e aquisição de equipamentos. Incentivos devem ser dados para que as práticas de gestão sejam mais inovadoras e o modelo seja melhor monitorado com a escolha do *software* mais adequado conforme às necessidades de colaboração e orçamento disponível;
- Liderança: A microempresa deve continuar com a postura de disseminar o BIM no mercado, compreender e aperfeiçoar o seu status de referência e inovação;
- Liderança interna: é importante determinar e esclarecer as responsabilidades e funções de cada projetista na equipe. Por exemplo, é necessário definir quem será o especialista responsável por tomar as principais decisões BIM do projeto (modelagem, interoperabilidade, etc.) na microempresa, e esse papel deve estar bem definido;
- Objetivos: os objetivos do BIM precisam ser melhor estabelecidos e compreendidos por todos os funcionários da microempresa, de acordo com as estratégias de mercado. Obviamente, os objetivos em BIM não devem ser compreendidos como missão exclusiva da microempresa, mas sim estabelecidos para guiar as atividades em BIM com foco na melhoria de alguns pontos específicos;
- Padronização: O caderno do Governo de Santa Catarina serve para seguir certos padrões de entrega BIM. Ele estabelece diretrizes e orientações específicas para a elaboração e entrega de projetos utilizando a metodologia BIM. Essas diretrizes abrangem aspectos como a estrutura dos modelos BIM, os níveis de detalhamento e informação esperados, as convenções de nomenclatura e classificação dos elementos, a padronização das informações e documentações técnicas, entre outros. Contudo, é fundamental estar sempre atento às novas normas, atualizações e evoluções nessa área, garantindo que os produtos e contratos estejam de acordo com os parâmetros nacionais;

Assim, conclui-se que esse estudo contribui para entender que a adoção do *software* e o aprimoramento do BIM, com vistas à solução dos problemas gradualmente encontrados, com esse conhecimento na área, permitem aos projetistas e empresas aderir a um conjunto de

regras que possibilitam a integração e a colaboração eficiente entre todos os envolvidos no projeto. Isso resulta em melhorias na qualidade, redução de erros e retrabalho, além de proporcionar maior eficiência e transparência na gestão e execução das obras. Dessa forma, contribuindo para padronizar e uniformizar as entregas BIM e tornando os projetos mais consistentes e produtivos no setor da construção civil.

REFERÊNCIAS

ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial). **Guia 1 - Processo de Projeto BIM**. Vol.1; 82 p. Brasília, DF: ABDI, 2017.

ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial). **Guia 4 - Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia**. Vol.4; 22 p. Brasília, DF: ABDI, 2017.

AL-ASHMORI, Y. Y. *et al.* **Civil Engineering BIM benefits and its influence on the BIM implementation in Malaysia**. Ain Shams Engineering Journal, 2020.

AMORIM, Sergio Roberto Leusin. **Gerenciamento e coordenação de projetos BIM: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimento**. 1º Ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2021.

ASBEA (Associação Brasileira de Escritório de Arquitetura). **Guia AsBEA Boas Práticas em BIM: Planejamento e Execução**. Fascículo II. São Paulo, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575: Edificações Habitais – Desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

Banks, Jared. **Por que o BIM ainda está levando sua empresa à falência, 2015**. Disponível em: <<http://www.shoegnome.com/2015/12/09/bim-still-bankrupting-firm/>>. Acesso em 21 de dezembro de 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021**. Institui a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1º abr. 2021.

CAMPBELL, D. A. **Building information modeling: the Web3D application for AEC**. **Web3D '07: proceedings of the twelfth international conference on 3D web technology** (Perugia and Italy, April 15 - 18, 2007). Association for Computing Machinery, New York, NY and United States, 173-176. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1229390.1229422>>. Acesso em 27 de março de 2023.

CIBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção). **Volume 1 – Fundamentos BIM**. Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras. Brasília, DF, junho de 2016.

CIBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção). **Volume 3 – Colaboração e Integração BIM**. Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras. Brasília, DF, junho de 2016.

CONNECTED SMART CITIES – Portal CSC. **Construção civil se adapta ao uso do BIM, obrigatório no setor público brasileiro a partir de 2021**. Disponível em: <<https://portal.connectedsmartcities.com.br/2021/01/26/construcao-civil-se-adapta-ao-uso-do-bim-obrigatorio-no-setor-publico-brasileiro-a-partir-de-2021/>>. Acesso em 21 de set. 2022.

DEMING, William Edward. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990, p.167.

EASTMAN, C. M. *et al.* **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modelling for owners, managers, designers, engineers, and contractors.** 2º Ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley, 2011.

EASTMAN, C. M. (1974). **Through the looking glass: why no wonderland.** Computer applications to architecture in the USA. *Computer-Aided Design*, 6(3), 119-124 p.

FRANKLIN, Y; NUSS, L. F. **Ferramenta de Gerenciamento.** Resende: AEDB, Faculdade de Engenharia de Resende, Resende, RJ, Brasil, 2006.

GOES, Buschinelli de e Renata Heloisa de Tonissi. **Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM.** 142 f. Dissertação – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2011.

MACHADO, S. S. **Gestão da Qualidade.** Inhumas, GO: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

ONEDA, Gian Felipe Lisboa. **BuildingSMART – OPEN BIM – IFC, 2017.** Disponível em: <<https://biminformation.wordpress.com/2017/03/03/buildingsmart-open-bim-ifc/>>. Acesso em 21 de set. 2022.

RADUJKOVIĆ, Mladen; VUKOMANOVIĆ, Mladen; BURCAR DUNOVIĆ, Ivana. **Application of Key Performance Indicators in South-Eastern European Construction.** *Journal of Civil Engineering and Management*, 2010, 16(4), 512-530.

SANTOS, J. **Apostila Ferramentas Básicas.** UFRJ - Escola Politécnica. Rio de Janeiro, 2015.

SOUZA, Roberto de. **Sistema de gestão para empresas de incorporação imobiliária.** 1. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2004.

THE ENGINEERING COMMUNITY. **To BIM or not to BIM: That is the Question,** 2018. Disponível em: <<https://www.theengineeringcommunity.org/to-bim-or-not-to-bim-that-is-the-question/>>. Acesso em 19 de set. 2022.

TRIVELLATO, A. A. **Aplicação das Sete Ferramentas Básicas da Qualidade no Ciclo PDCA para melhoria contínua:** estudo de caso numa empresa de autopeças. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA VIRTUAL

TECNOLOGIA NA MICROEMPRESA

- 1) Quais softwares a microempresa utiliza e para quais fins?
- 2) Foi necessário fazer alguma troca de computador ou hardware para implementação do software? Comente.
- 3) Como é organizado o sistema interno de compartilhamento de arquivos?

IMPLANTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

- 4) Como você descobriu o BIM?
- 5) Como foi a implantação do BIM? Houve alguma consultoria?
- 6) Houve uma avaliação de prós e contras antes da implantação?
- 7) Houve um retorno ao CAD? Essa duplicação ainda existe na microempresa?
- 8) Quais são os parâmetros normativos que mais influenciam a produção BIM? Por exemplo, bibliotecas BIM adequadas às normas, verificações automáticas referentes às normas, padrões de representação específicos para documentos normatizados, etc.
- 9) Foi planejada alguma alteração nos procedimentos de trabalho?

PROCESSOS E POLÍTICAS

Equipe

- 10) Existe algum tipo de compartilhamento do modelo arquitetônico com outras disciplinas durante o processo de projeto? Quais modelos são utilizados pela microempresa para esse compartilhamento?
- 11) A microempresa possui um líder ou especialista em BIM em sua equipe?
- 12) Todos os funcionários receberam treinamento em BIM? Se sim, qual foi o motivo para o treinamento em massa?
- 13) Qual é o processo de treinamento da equipe em relação ao uso do BIM?
- 14) Como o conhecimento em BIM é transmitido entre os membros da equipe da microempresa?

Processo de projeto

- 15) Em termos de tempo de produção, ou seja, produtividade da equipe, houve benefícios com o BIM? Comente.
- 16) Quais são os produtos BIM de cada fase do projeto? Desenhos 2D, perspectivas, quantitativos, planos, etc...
- 17) Quais decisões são intencionalmente antecipadas no processo de projeto por meio do uso do BIM?
- 18) Como é organizada a divisão do trabalho para os funcionários em projetos individuais? Por exemplo, de acordo com o pavimento? Por elemento construtivo? Conjunto de trabalho?
- 19) Quem é responsável pela tomada de decisões relacionadas ao modelo BIM? E ao projeto?
- 20) Você trabalha ou já trabalhou com outras equipes de modelagem em BIM? Comente.

GERENCIAMENTO DE PROJETO EM BIM

- 21) Existem protocolos ou documentos internos para validação do modelo? Ex. Verificação e validação do mesmo em cada etapa da entrega.
- 22) Você tem esquemas de verificação automática de modelos? Qual software você está usando e para qual modelo?
- 23) A empresa utiliza o padrão IFC? Se sim, quais são os parâmetros e/ou padrões para a criação desse tipo de arquivo?
- 24) Selecione os três aspectos da gestão listados abaixo que a microempresa mais valoriza, promove ou presta atenção na produção BIM e comente por que eles são importantes:
 - () Controle de produtividade - tempo
 - () Controle de qualidade do modelo a cada etapa de entrega
 - () Controle de qualidade do modelo simultânea a modelagem
 - () Controle do histórico de projeto
 - () Facilidade de revisão e diminuição de retrabalho
 - () Gestão contratual com o cliente
 - () Gestão contratual entre complementares
 - () Gestão da compatibilização de diferentes disciplinas

- Gestão da produção de documentação
 - Gestão das expectativas do cliente
 - Gestão de biblioteca BIM
 - Gestão de equipe e divisão de trabalho
 - Gestão de stakeholders (partes envolvidas)
 - Gestão do software
 - Organização interna do modelo BIM
 - Tomada de decisões precisa
 - Troca de informação e/ou dados entre disciplinas
-
-
-
-
-

25) Quais são os três aspectos de qualidade mais valorizados, promovidos ou observados pela microempresa na produção BIM? Comente cada um dos três listados.

- Alto grau de informação no modelo, incluindo especificações de fabricantes dentro da biblioteca utilizada
- Compatibilização de informações precisa
- Controle de produtividade - tempo
- Cumprimento de exigências contratuais
- Cumprimento de prazos de entregas
- Extração de IFC padronizada
- Extração de quantitativos precisa e/ou complexa
- Fácil troca de arquivos com terceiros
- Fácil verificação e validação da informação dentro do modelo
- Grande detalhamento do projeto
- Independência de desenhos 2d e concentração nas informações no modelo
- Produção de documentos adequados
- Produção extensa de documentos
- Visualização no modelo de projetos complementares

() Produção do modelo visando sua utilização em vários momentos da produção do edifício, preparando o modelo para intercâmbio com empresas de outro setor.

26) A microempresa utiliza relatórios, check-lists ou outros documentos internos para avaliar periodicamente a qualidade da produção em BIM?

27) Os pagamentos do cliente estão vinculados às entregas BIM ou à verificação do modelo entregue? De que forma isso ocorre?

28) O uso do BIM é um fator de competitividade no mercado? Por quê?

PREVISIBILIDADE NA PRODUÇÃO DE PROJETOS

29) Os resultados dos projetos sempre seguem um padrão ideal quando não se utiliza o BIM? Comente sobre esse padrão, caso exista.

30) No início do projeto, o escritório tem certeza sobre a qualidade dos documentos BIM que serão entregues ao final do projeto?

31) Quais são os três aspectos que mais influenciam a variabilidade dos projetos em BIM? Por que você considera esses aspectos importantes? Comente cada um dos três selecionados.

() Design do edifício (mais simples ou mais complexo)

() Detalhamento final desejado extenso

() Excessiva revisão de complementares

() Excessivas alterações de projeto ao longo do percurso

() Exigências do cliente

() Falta de conhecimento sobre BIM por parte dos clientes

() Falta de conhecimento sobre BIM por parte dos terceiros contratados

() Limitações na utilização do software

() Problemas de compartilhamento de arquivos BIM

() Problemas de tecnologia internos - hardware ou software

() Problemas de troca de informação durante o processo de projeto

- () Relação com terceiros projetistas
 - () Retrabalho devido a problemas dentro da sua equipe
 - () Tempo de produção (escasso ou longo)
-
-
-
-

ESPECTATIVAS DE EVOLUÇÃO DA MICROEMPRESA

- 32) Quais são os objetivos e metas esperados com o uso do BIM? Comente cada um deles.
- 33) Em até cinco palavras, quais características a microempresa busca alcançar com a implementação e utilização do BIM?