



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Curso de Especialização em Construção Civil

Bruna de Abreu Murta

**TECNOLOGIA BIM EM OBRAS: ORÇAMENTO E
PLANEJAMENTO**

Belo Horizonte,

BRUNA DE ABREU MURTA

TECNOLOGIA BIM EM OBRAS: ORÇAMENTO E PLANEJAMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Especialização em Construção Civil do departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Danielle M. de Oliveira

**Belo Horizonte,
2023.**

M984t

Murta, Bruna de Abreu.

Tecnologia BIM em obras [recurso eletrônico] : orçamento e planejamento / Bruna de Abreu Murta. – 2023.
1 recurso online (32 f. : il., color.) : pdf.

Orientadora: Danielle Meireles de Oliveira.

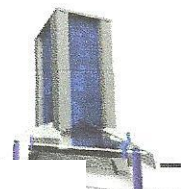
Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Gestão e Tecnologia na Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.

Bibliografia: f. 30-32.

Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Construção civil. 2. Modelagem de informação da construção.
3. Orçamento. 4. Planejamento. 5. Obras públicas. I. Oliveira, Danielle Meireles de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 69



ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: BRUNA DE ABREU MURTA

MATRÍCULA: 2020683436

RESULTADO

Aos 02 dias do mês de março de 2023 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

"TECNOLOGIA BIM EM OBRAS: ORÇAMENTO E PLANEJAMENTO"

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

☒ APROVADO

☐ APROVADO COM CORREÇÕES

☐ REPROVADO

NOTA: 85

CONCEITO: B

BANCA EXAMINADORA:

Nome

Prof^a. Dr^a. Danielle Meireles de Oliveira

Assinatura

Danielle Meireles de Oliveira:04897576695
Assinado de forma digital por Danielle Meireles de Oliveira:04897576695
Dados: 2023.03.02 17:11:38 -03'00'

Nome

Prof^a. Dr^a. Sidnea Eliane Campos Ribeiro

Assinatura

Sidnea Eliane Campos Ribeiro
Assinado de forma digital por Sidnea Eliane Campos Ribeiro
Dados: 2023.03.02 17:15:14 -03'00'

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

Belo Horizonte, 02 de março de 2023

Antônio Neves de Carvalho Júnior
Assinado de forma digital por Antônio Neves de Carvalho Júnior
Dados: 2023.03.03 22:24:36 -03'00'

Coordenador do Curso

RESUMO

A Metodologia BIM (*Building Information Modeling*) é atualmente a melhor maneira de reduzir falhas, diminuir custos, otimizar processos e até mesmo planejar de forma mais segura os empreendimentos da construção civil. Sendo assim, o presente trabalho busca identificar como a tecnologia BIM poderá ser utilizada para a elaboração de orçamentos e planejamentos de obras privadas e públicas, levando em consideração as possíveis dificuldades existentes em função dos processos licitatórios atualmente utilizados. Acredita-se que o uso desta tecnologia possa reduzir inconsistências nas planilhas orçamentárias, que nos processos licitatórios possuem uma importância ainda maior, pois após apresentada a proposta de preços os valores não poderão mais ser alterados. Porém, o modelo tradicional de contratação da Administração pública no Brasil, que separa projetos, orçamento e execução, impede a utilização desta metodologia em sua totalidade, que tem como principal objetivo integrar todas as partes envolvidas no processo. Para tanto, foi elaborada uma pesquisa exploratória apresentando as referências teóricas sobre orçamentação e planejamento e obra, sobre as normas e leis relacionadas às obras públicas e sobre a tecnologia BIM. Em seguida foram analisados quatro estudos de caso realizados por outros autores sobre o tema desta pesquisa. Esta análise permitiu verificar que a utilização do BIM acelera o processo de levantamento dos quantitativos, reduz os erros humanos e ainda permite uma simulação rápida de diferentes possibilidades, porém verificou-se a necessidade de uma maior propagação desta tecnologia e qualificação dos profissionais para utilização do BIM.

Palavras-chave: *Building Information Modeling*. Orçamento. Planejamento. Obras públicas.

ABSTRACT

The BIM (Building Information Modeling) methodology is currently the best way to reduce failures, decrease costs, optimize processes, and even plan construction projects more securely. Thus, this work aims to identify how BIM technology can be utilized for the preparation of budgets and planning of private and public works, taking into account the possible difficulties arising from the bidding processes currently used. It is believed that the use of this technology can reduce inconsistencies in budget spreadsheets, which are of even greater importance in bidding processes, as the prices proposed cannot be altered once submitted. However, the traditional public administration contracting model in Brazil, which separates projects, budgeting, and execution, hinders the full utilization of this methodology, which primarily aims to integrate all parties involved in the process. To this end, exploratory research was conducted presenting theoretical references on budgeting and project planning, on norms and laws related to public works, and on BIM technology. Subsequently, four case studies conducted by other authors on the subject of this research were analyzed. This analysis showed that the use of BIM accelerates the process of quantification, reduces human errors, and allows for quick simulations of different possibilities. However, there is a need for greater dissemination of this technology and qualification of professionals for BIM utilization.

Key-words: *Building Information Modeling. Budget. Planning. Public works.*

SUMÁRIO

Introdução	7
Capítulo 1: Orçamento e planejamento de obras.....	9
1.1 Orçamento de Obras Públicas	11
Capítulo 2: Tecnologia BIM.....	13
2.1 Etapas para Implantação do BIM	14
2.2 Ferramentas BIM para Orçamento de Obras	17
2.3 Utilização do BIM em obras públicas	18
Capítulo 3: Metodologia de pesquisa.....	20
Capítulo 4: Estudos de caso sobre a aplicação da tecnologia BIM na elaboração de orçamento e planejamento	21
4.1. Estudo de caso 01: extração de informações de um modelo desenvolvido em Autodesk Revit para planejamento de custos e prazos – empreendimento multiresidencial	22
4.2 Estudo de caso 02: comparação entre orçamento e planejamento de uma residência unifamiliar utilizando as ferramentas Autocad e Revit	23
4.3 Estudo de caso 03: benefícios e as dificuldades do uso do BIM em obras públicas de municípios de pequeno porte - projeto do Centro de Eventos	24
4.4 Estudo de caso 04: implementação da metodologia BIM no projeto de uma Subestação de Distribuição de Energia Elétrica em média tensão da Universidade Federal de Ouro Preto	25
Capítulo 5: Análise dos estudos de caso apresentados.....	28
Considerações finais	30
Referências Bibliográficas	31

INTRODUÇÃO

A busca por novas tecnologias com o intuito de otimizar processos e melhorar produtividade e eficiência está presente em todas as indústrias atuais, e não seria diferente na construção civil. O sistema BIM, *Building Information Modeling*, que significa Modelagem da Informação da Construção, é atualmente a melhor maneira de alcançar uma diminuição dos custos e falhas, facilitar o planejamento de obras e assegurar resultados sustentáveis e de qualidade para os empreendimentos da construção civil.

Sendo o BIM um conjunto de tecnologias e processos, com o objetivo de integrar todas as partes envolvidas no desenvolvimento do projeto, o presente trabalho buscou identificar como a tecnologia BIM poderá ser utilizada para a elaboração de orçamentos e planejamentos de obras privadas e públicas, levando em consideração as possíveis dificuldades existentes em processos licitatórios atualmente utilizados.

Soler (2017) afirma que entre os principais problemas que impactam atrasos na conclusão das obras públicas no Brasil e elevam custos estão a superficialidade e a falta de qualidade dos projetos básicos de engenharia conceitual, utilizados na elaboração de quantitativos, e a falta de planejamento orçamentário adequado. Sendo assim, acredita-se que a utilização das plataformas BIM ajudará a reduzir estas inconsistências, além de permitir a integração dos orçamentos e planejamentos de obras, diminuindo a necessidade de aditivos contratuais de serviços e prazos. Considera-se também que estas plataformas poderão acelerar o levantamento de quantidades dos projetos.

Outro ponto que deve ser destacado é a exigência da utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizadas pelas instituições públicas, feita pelo governo federal por meio do decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, processo que será implantado em diversas fases, com previsão de conclusão em 2028. Esta iniciativa contribuirá não só para melhorar assertividade das planilhas orçamentárias, mas também para o aumento da transparência e redução dos desperdícios.

Para verificar como esta tecnologia pode ser aplicada para a elaboração de orçamentos integrados aos planejamentos de obras brasileiras atualmente, este

trabalho realizou uma pesquisa bibliográfica abordando os conceitos sobre orçamentos e planejamentos, com foco em obras públicas, e sobre a tecnologia BIM. Identificou quais as ferramentas BIM disponíveis para a elaboração de orçamentos e planejamentos e quais etapas devem ser implantadas para viabilizar o uso destas ferramentas. Levantou as particularidades das obras públicas licitadas, de acordo com a lei vigente, e, por fim, analisou 4 estudos de caso, elaborados por outros autores, que utilizaram esta nova metodologia, sendo dois deles aplicados em empreendimentos particulares e dois em obras do setor público.

CAPÍTULO 1:

ORÇAMENTO E PLANEJAMENTO DE OBRAS

Por ser uma peça-chave em todo o ciclo de vida da construção, o orçamento é um dos temas mais importantes da Engenharia Civil, afirma Cardoso (2020). Para o autor, além de ser a referência para a elaboração do planejamento e cronograma físico-financeiro, esta planilha é fundamental para o engenheiro nas “negociações com fornecedores, nas medições, nas emissões de faturas e nos pleitos” (CARDOSO, 2020, p. 91).

O sucesso ou o fracasso de uma atividade profissional de Engenharia depende da forma como estabelecemos a cobrança dos honorários profissionais ou da remuneração pelos serviços que prestamos aos clientes, sejam elas pessoas físicas ou jurídicas, privados ou públicos. (TISAKA, 2006, p.18).

No caso da Administração Pública, Tisaka (2006, p.18) destaca que falhas no orçamento podem trazer “consequências indesejáveis, tais como baixa qualidade dos serviços, atrasos ou paralisações de obra, aditivos contratuais, recursos e ações judiciais, etc, que podem levar a incalculáveis prejuízos para o erário público”.

Considerando que o levantamento de quantitativos é uma das tarefas base para a elaboração do orçamento, e que é justamente nessa área que a modelação BIM objetiva atuar na etapa de orçamentação, Santos (2015) afirma que a utilização desta ferramenta permite uma maior agilidade no processo de compatibilização de todos os projetos envolvidos, garantindo uma maior precisão dos quantitativos.

Para González (2008, p.6) “o planejamento da construção consiste na organização para a execução, e inclui o orçamento e a programação da obra”. Enquanto o orçamento permite um maior entendimento das questões econômicas, a programação divide os serviços no tempo. Xavier (2008) estabelece que o planejamento é um método para definir qual a melhor sequência das ações que vão gerar valor.

Existe uma relação entre prazo e custo da obra, conforme González (2008, p.7), “os recursos disponíveis mensalmente podem definir um prazo mínimo para a obra”, e o aumento do prazo pode acarretar maiores gastos em função dos custos fixos mensais.

Valentini (2009) afirma que o orçamento de obra pode ser tabelado, sintético ou analítico, de acordo com o nível de informações fornecidas pelos projetos. As

características básicas de cada um desses tipos de orçamentos podem ser observadas no Quadro 1.

Quadro 1: Tipos de Orçamento em função do nível de detalhamento do projeto

TIPOS	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS		
	Informações	Metodologia	Finalidade
Tabelado	Área Construída (m ²)	* CUB - Sinduscon	Ordem de Grandeza
Sintético	Projeto Básico	Índices de construção	Estimativa
Analítico	Projetos Executivos	Apuração completa	Preço Real

* CUB – Custo Unitário Básico

Fonte: VALENTINI (2009, p. 10).

O orçamento tabelado é elaborado a partir do Custo Unitário Básico da Construção Civil (CUB/m²), que é um índice que determina o custo médio para construir, calculado de acordo com a Lei Federal nº. 4.591, de 16/12/64 e com a Norma Técnica NBR 12.721:2006 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (VALENTINI, 2009, p. 11)

O Orçamento Sintético é calculado pelo método dos Índices de Construção. Para a utilização do mesmo é imprescindível a presença de um projeto básico de onde serão calculadas todas as atividades macros mensuráveis; Para as atividades de fundação e estrutura utiliza-se uma metodologia que resume basicamente na aplicação de índices e taxas pré-estabelecidas calculadas em relação à área construída. (VALENTINI, 2009, p.12).

Já o orçamento analítico detalha todas as atividades necessárias para a execução do projeto, aumentando a confiabilidade no preço apresentado. Conforme Valentini (2009, p.15), “no orçamento analítico o projeto é detalhado em atividades, mensurado e composto por composições, obtendo-se o custo direto. Posteriormente, com montagem dos custos indiretos acrescido do BDI, forma-se o preço de venda.”

Mattos (2006) afirma que a orçamentação pode ser dividida em três grandes etapas de trabalho. A primeira etapa é o estudo das condicionantes, na qual são analisados os documentos disponíveis, realizadas visitas de campo e consultas aos clientes.

Em seguida, monta-se o custo, que é proveniente das definições técnicas, do plano de ataque da obra, dos quantitativos dos serviços, das produtividades e da cotação de preços de insumos. Por fim, soma-se o custo indireto, aplicam-se os impostos e aplica-se a margem de lucratividade desejada, obtendo-se assim o preço de venda da obra. (MATTOS, 2006, p. 26).

1.1 Orçamento de Obras Públicas

Existem algumas diferenças entre as propostas de orçamento fornecidas a particulares e aos órgãos públicos, enquanto para particulares conta-se com uma certa flexibilidade, destaca Tisaka (2006, p.18), para obras públicas “existe uma norma geral que rege todas as contratações em qualquer nível de governo, seja administração direta ou indireta, onde a contratante é obrigada a seguir a chamada Lei de Licitações (Lei Federal nº 8.666/93)”. Atualmente existe também a Nova Lei de Licitações e Contratos, a Lei Federal nº 14.133, de 1º de abril de 2021.

A Lei nº 8.666/93 “estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços, [...] no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios”. Segundo o artigo 7º, inciso III:

Art. 7º As licitações para a execução de obras e para a prestação de serviços obedecerão ao disposto neste artigo [...]:

III - execução das obras e serviços.

[...]

§ 2º As obras e os serviços somente poderão ser licitados quando:

I - Houver projeto básico aprovado pela autoridade competente e disponível para exame dos interessados em participar do processo licitatório;

II - Existir orçamento detalhado em planilhas que expressem a composição de todos os seus custos unitários; [...]. (BRASIL, 1993).

A Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, também “estabelece normas gerais de licitação e contratação para as Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios”. Porém esta lei determina que:

Art. 19. Os órgãos da Administração com competências regulamentares relativas às atividades de administração de materiais, de obras e serviços e de licitações e contratos deverão: [...]

V - Promover a adoção gradativa de tecnologias e processos integrados que permitam a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de obras e serviços de engenharia.

[...]

§ 3º Nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, será preferencialmente adotada a Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modelling - BIM) ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que venham a substituí-la. (BRASIL, 2021).

Segundo Medeiros (2011, p. 4), “estes dispositivos legais denotam a importância do orçamento para a contratação das obras públicas, devendo, portanto,

ser elaborado com a maior precisão possível, para se obter uma estimativa de custos o mais próximo possível dos custos reais”.

Medeiros (2011, p. 4), também afirma que o “modelo tradicional de contratação da Administração pública no Brasil, conhecido como “design-bid-build” (desenho-licitação-construção), apresenta inúmeros conflitos”. Esta separação entre projeto e construção acaba gerando dificuldades construtivas, podendo acarretar um maior custo do projeto. Já o modelo adotado em outros países, com os Estados Unidos, chamado de “design-build” (desenho-construção), possibilita que a construtora seja responsável tanto pelos projetos quanto pela construção.

É importante salientar que, no processo licitatório, após apresentada a proposta de preços os valores não poderão mais ser alterados, podendo a empresa sofrer multas ou ser impedida de participar de outros processos licitatórios, destaca Tisaka (2006).

Já a planilha licitatória, que serve como parâmetro para a apresentação das propostas de preços, é elaborada seguindo as composições de preços de planilhas públicas como SINAPI, SETOP, SUDECAP, dentre outras, que estão disponíveis para consulta pública e são atualizadas periodicamente.

CAPÍTULO 2: TECNOLOGIA BIM

Azevedo (2009, p. 4) afirma que “BIM é um conceito que fundamentalmente envolve a modelação das informações do edifício, criando um modelo digital integrado de todas as especialidades, e que abrange todo o ciclo de vida da edificação”. As principais características que sustentam este princípio são a modelação 3D paramétrica e a interoperabilidade.

Para Eastman *et al.* (2014) o BIM não possui uma definição única e aceita por todos, variando de acordo com a capacidade dos produtos fornecidos. Sendo assim, os autores afirmam que é útil definir quais as soluções de modelagem não constituem a metodologia.

Modelos que só contém dados 3D, sem atributos de objetos. Estes modelos podem ser utilizados somente para viabilizações gráficas e não possuem inteligência ao nível do objeto. Eles são bons para visualização, mas não fornecem suporte para integração de dados a análise de projeto.

Modelos sem suporte para comportamento. Estes modelos definem objetos, mas não podem ajustar seu posicionamento ou suas proporções, porque não utilizam inteligência paramétrica. Isso torna as modificações muito trabalhosas e não oferece proteção contra a criação de vistas do modelo inconsistentes ou imprecisas.

Modelos que são compostos de múltiplas referências a arquivos CAD 2D que devem ser combinados para definir a construção. É impossível assegurar que o modelo 3D resultante será factível, consistente, contabilizável, e que mostrará inteligência com respeito aos objetos contidos nele.

Modelos que permitem modificações de dimensões em uma vista que não automaticamente refletidas em outras vistas. Isso permite erros no modelo que são muito difíceis de detectar [...]. (EASTMAN *et al.*, 2014, p. 15).

Portanto, para ser considerado BIM, o modelo tem que ser capaz de gerar informações mais seguras para a gestão, planejamento e controle de custo, possibilitando aos gestores uma visão ampla de todas as etapas do seu empreendimento.

O BIM pode ser implantado em várias etapas do empreendimento, sendo utilizado no desenvolvimento dos projetos básicos e executivos na programação, na compatibilização das diversas disciplinas do projeto, na documentação, no acompanhamento da execução, na logística da obra, no cronograma físico-financeiro, na orçamentação e posteriormente na fase de *as built*, auxiliando no controle e manutenção da edificação. (PEREIRA; FIGUEIREDO, 2020, p. 35).

Os principais desafios para esta implantação, conforme Eastman *et al.* (2014) são:

- A colaboração entre as equipes: é preciso determinar quais métodos serão utilizados para o compartilhamento adequado das informações entre as equipes, por exemplo as diferentes ferramentas utilizadas devem se comunicar.
- As mudanças legais na propriedade e produção da documentação: surgem algumas questões ligada à propriedade dos múltiplos conjuntos de dados desenvolvidos, porém algumas entidades profissionais já buscam diretrizes para regulamentação contratual.
- As mudanças na prática e no uso da informação: a principal mudança no uso do BIM é a adoção de um modelo de construção compartilhado como base para o compartilhamento. A adoção deste modelo exige tempo e educação dos colaboradores.
- As questões ligadas à implementação: a adoção do BIM não se restringe à aquisição de *software*, treinamentos e atualização de *hardware*, é preciso criar um plano de implantação. Designar responsáveis, criar equipes internas, testar o sistema em um ou dois empreendimentos antes de mudar toda a empresa, usar os projetos teste para corrigir possíveis falhas, ampliar para os demais projetos, revisar constantemente os processos e replanejar periodicamente o processo de implantação.

2.1 Etapas para Implantação do BIM

A implementação do BIM em uma empresa ou instituição pode ser feita de forma independente ou com a ajuda de um consultor, que provavelmente irá acelerar o processo e torná-lo mais eficaz.

Segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI (2017), “a efetiva implantação da metodologia BIM se baseia em três dimensões fundamentais: tecnologia, pessoas e processos, concatenados entre si por Procedimentos, Normas e Boas Práticas”, conforme ilustrado na Figura 1.

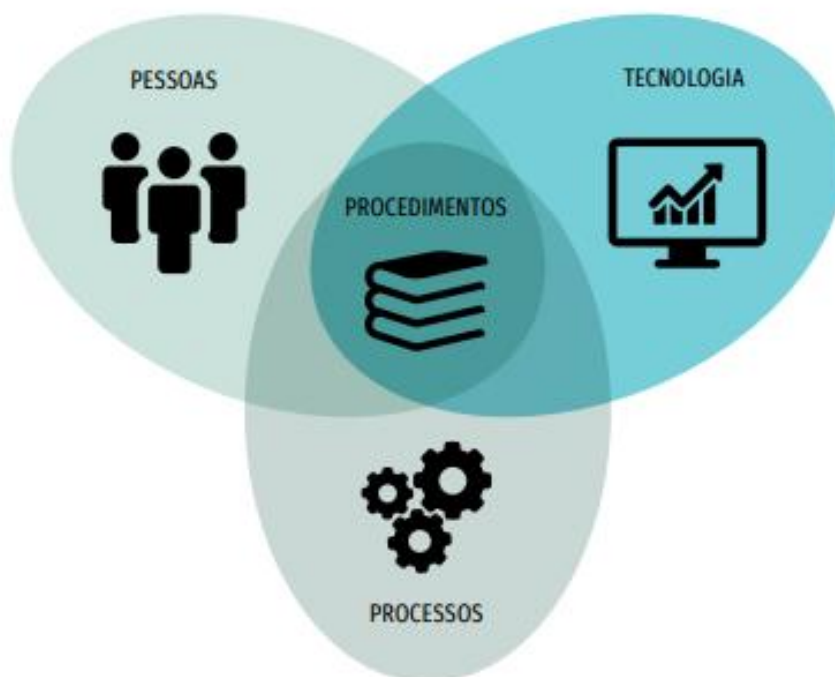


Figura 1: Os fundamentos do BIM.
Fonte: ABDI (2017, p. 10).

O Guia de Implantação BIM da ABDI (2007) estipula que a primeira etapa para implantar o BIM é a elaboração “de um diagnóstico da organização para verificar as condições atuais em termos de qualificação, estrutura técnica, processos e nível de documentação formalizada ou boas práticas consolidadas”. Em seguida será possível desenvolver um plano estratégico, definindo onde deseja chegar, em que prazo e quais recursos serão investidos.

O próximo passo é elaborar um Plano de Implementação BIM, no qual serão traçadas todas as ações que devem ser desenvolvidas: o processo, a infraestrutura tecnológica, a qualificação e motivação das pessoas e a documentação ou consolidação das boas práticas.

Mas não basta planejar, é preciso implantar as ações e monitorá-las para que tenham sucesso, com ajustes necessários para se alcançar as metas estratégicas, realizando o gerenciamento do plano de implantação. Após o início das operações, é preciso consolidar todo o novo processo e acompanhar as primeiras operações, de modo a otimizar cada vez mais todo o ciclo. (ABDI, 2017, p. 10).

Chaves (2020) pontua os 10 passos principais para a implementação do BIM, são eles:

- 1º Passo: Entenda a Sua Empresa - Pontos como tamanho da equipe, volume de trabalho, principais tipos de projetos e outros, devem estar bem esclarecidos.
- 2º Passo: Descubra o Nível de Maturidade – este nível pode ser determinado conforme ilustrado na Figura 2.

NÍVEIS DE MATURIDADE BIM	
NÍVEL 0	. Prática tradicional; . SOFTWARES E DESENHOS 2D; . Baixa COLABORAÇÃO e INTEGRAÇÃO entre DISCIPLINAS; . Muitas INTERFERÊNCIAS.
NÍVEL 1	. Transição entre DESENHO 2D e a MODELAGEM 3D; . Baixa integração e colaboração entre as disciplinas; . Visualizações 3D; . AUTOMAÇÃO dos quantitativos e detalhamento.
NÍVEL 2	. Alta INTEGRAÇÃO e COLABORAÇÃO entre DISCIPLINAS; . ANÁLISE das DISCIPLINAS; . Detecção de INTERFERÊNCIAS; . Uso do 4D - TEMPO; . Uso do 5D - CUSTO.
NÍVEL 3	. Colaboração através de SERVIDORES (Revitserver) . Construção LIMPA; . Uso do 6D - GESTÃO DA EDIFICAÇÃO; . Uso do 7D - SUSTENTABILIDADE.

Figura 2: Níveis de Maturidade BIM.
Fonte: CHAVES (2020).

- 3º Passo: Defina Objetivos - Com os objetivos definidos, é necessário definir metas que vão dividir seus objetivos em etapas a serem cumpridas, isso ajuda a quantificar o progresso da implementação.
- 4º Passo: Defina a Plataforma e os *Softwares* - É importante fazer um estudo aprofundado dos *softwares* existentes no mercado, levando em consideração suas vantagens e desvantagens, para identificar quais serão os mais adequados para a sua empresa.
- 5º Passo: Estabeleça a Interação da Equipe - Monte uma equipe colaborativa e deixe bem claro a responsabilidade de cada em um projeto.

- 6º Passo: Determine os Níveis de Detalhe e Informação dos Projeto - Defina pontos como: Nível de detalhes dos projetos, fluxo de trabalho, e etapas do projeto.
- 7º Passo: Defina os Templates, Bibliotecas e Objetos BIM - É necessário possuir um documento que organize não só os templates e os objetos BIM, mas também todas as diretrizes de organização e apresentação dos documentos dos projetos.
- 8º Passo: Elabore o Treinamento da Equipe.
- 9º Passo: Realize o Projeto Piloto.
- 10º Passo: Atualize o processo.

2.2 Ferramentas BIM para Orçamento de Obras

Segundo Dias (2020, p. 1), “por estar relacionado ao ciclo de vida completo da edificação, o BIM não abrange apenas a fase de projeto, sendo utilizado também para as fases de planejamento e orçamento”. Ao adicionar a variável tempo ao BIM 3D, tem-se o BIM 4D, que se refere ao planejamento inteligente da obra. Em sequência, ao inserir a variável custo, tem-se a dimensão 5D, que conforme Gonçalves Jr. (2021, p. 1) “nos permite efetuar orçamentos mais assertivos e um cronograma físico-financeiro mais realista e previsível, devido a riqueza de informações disponíveis no modelo, e sua forma automática e precisa de extração de quantitativos e insumos”.

A utilização de ferramentas BIM para levantamento de quantidades permite acelerar o processo de orçamentação, possibilitando que o profissional foque em analisar estrategicamente os dados.

Uma das formas de extração de quantidades está relacionada à utilização das informações existentes nos aplicativos de projeto, tais como o Revit, o Archicad e o QI Builder. A partir dos dados associados aos objetos ou aos componentes dos objetos (camadas de material), é possível calcular os quantitativos dos serviços a serem executados. Como vantagem, destaca-se a atualização constante à medida que o projeto evolui, uma vez que qualquer alteração no projeto automaticamente modifica as tabelas de quantidades. (DIAS, 2020, p. 1).

Existem também ferramentas de verificação e coordenação, tais como o Navisworks e o Solibri, estas “permitem importar arquivos das ferramentas autorais para realizar validação e checagem do modelo”, afirma Dias (2020, p. 1). Estas ferramentas também são capazes de extrair quantidades e reconhecer parâmetros dos elementos existentes.

Além das ferramentas citadas acima, existem no mercado uma gama de ferramentas especializadas no BIM 4D e 5D, como o QiVisus, AutoDESK (..) e Trimble Vico, que podem importar os modelos 3D da edificação em diversos formatos, como o IFC em formato aberto: OpenBIM, exportado pelas ferramentas BIM de projetos. (GONÇALVES JR, 2021, p. 1).

Dias (2020, p. 1) destaca que “Existem também aplicativos externos ou plugins cujo objetivo é buscar a integração entre o modelo e o orçamento”. Os aplicativos externos geram planilhas externas associadas aos *softwares* de autoria, já os plugins possibilitam vincular diretamente os quantitativos levantados a critérios definidos pelo usuário com as composições selecionadas no orçamento, como é o caso do OrçaBIM do OrçaFascio e o Volare SisleBIM, que são instalados em ferramentas de modelagem como o Revit.

É importante destacar que, independentemente da ferramenta ou procedimento utilizados, é necessário definir previamente diretrizes para modelagem, que serão registradas no BIM *Execution Plan*, e verificar as quantidades do modelo, garantindo assim que as informações contidas nele sejam consistentes, finaliza Dias (2020, p. 1).

2.3 Utilização do BIM em obras públicas

O estado de Santa Catarina “foi o primeiro estado a ter um caderno de especificações BIM para contratação de obras públicas”, afirmam Araújo e Gomes (2021, p. 47), além disso foi responsável pela criação da Rede BIM Gov Sul, com os estados de SC, RS e PR, e contratou obras públicas exigindo a adoção da tecnologia BIM.

O decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018, que “institui a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling*”, que tinha finalidade de promover um maior investimento na metodologia e sua difusão no Brasil, foi revogado, sendo substituído pelo decreto nº 9.983 de 22 de agosto de 2019, que

“dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling”, que possui a finalidade de adequar o ambiente para investimentos nesta nova tecnologia e sua divulgação pelo país.

Já o decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020:

Estabelece a utilização do *Building Information Modelling* na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building *Information Modelling*- Estratégia BIMBR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. (BRASIL,2020)

Este decreto estabelece os órgãos e entidades vinculados à ação de disseminação da tecnologia, podendo os demais órgãos não mencionados adotar as ações de implementação do BIM, conforme apresentado pelo decreto. Estabelece também, no artigo 4º, as fases que devem ser obedecidas para a implementação de forma gradual do BIM:

- I - primeira fase - a partir de 1º de janeiro de 2021, o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, referentes a construções novas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM [...]
- II - segunda fase - a partir de 1º de janeiro de 2024, o BIM deverá ser utilizado na execução direta ou indireta de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras, referentes a construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM [...]
- III - terceira fase: a partir de 1º de janeiro de 2028, o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras referentes a construções novas, reformas, ampliações e reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância para a disseminação do BIM, nos termos do disposto no art. 10. (BRASIL,2020).

CAPÍTULO 3:

METODOLOGIA DE PESQUISA

A fim de alcançar o objetivo de identificar como a tecnologia BIM pode ser utilizada para a elaboração de orçamentos e planejamentos de obras públicas, o presente trabalho foi desenvolvido seguindo as etapas apresentadas na Figura 3.

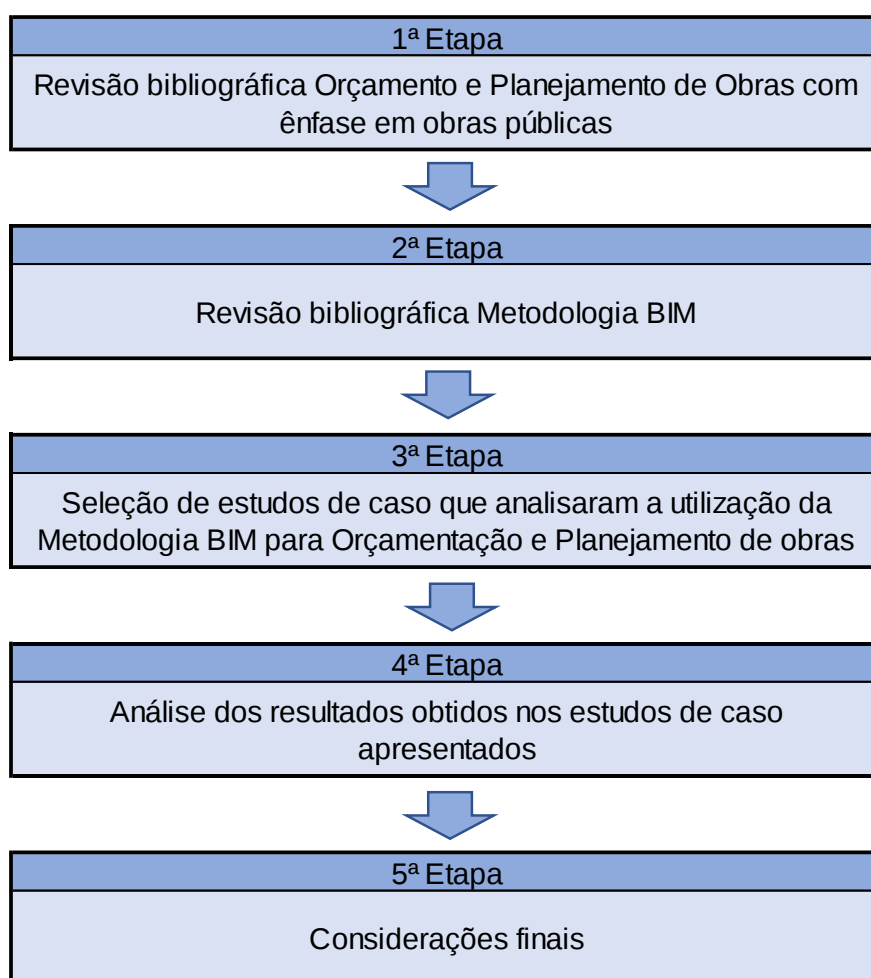


Figura 3 Metodologia.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Foram selecionados 4 estudos de caso, sendo 2 de obras privadas e 2 de obras públicas, todos os trabalhos focaram no desenvolvimento de modelos BIM para compatibilização e extração de quantidades para a elaboração de orçamentos e planejamento de obras.

CAPÍTULO 4:

ESTUDOS DE CASO SOBRE A APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTO E PLANEJAMENTO

Com o intuito de identificar as principais vantagens e dificuldades encontradas na aplicação da tecnologia BIM, o presente trabalho apontou algumas pesquisas baseadas em estudos de caso que analisaram esta tecnologia para a elaboração de orçamentos e planejamentos da construção civil.

4.1 Estudo de caso 01: extração de informações de um modelo desenvolvido em Autodesk Revit para planejamento de custos e prazos – empreendimento multiresidencial

O estudo de caso elaborado por Santos (2015) baseou-se em um empreendimento multiresidencial na cidade de Salvador – BA, composto de 01 torre com 26 pavimentos tipo, 04 apartamentos por pavimento, totalizando 104 unidades de apartamentos com 01 suíte, 02 quartos e dependências completas, 1 pavimento contendo *playground*, espaços de uso social e lazer comum, 02 pavimentos de garagens com 204 vagas privativas.

A construtora responsável pelo empreendimento forneceu ao autor um modelo desenvolvido em Autodesk Revit pelo setor BIM da mesma, pois os projetos arquitetônico e estrutural foram contratados e concebidos da forma tradicional em plantas 2D. Conforme afirma Santos (2015, p. 54), durante a elaboração do seu trabalho “ainda eram poucos os escritórios de arquitetura que fornecem seus projetos em tecnologia BIM, cabendo às construtoras ou terceiros a sua modelação e coordenação.”

Utilizando as informações e quantidades retiradas do modelo juntamente com o orçamento realizado a partir do banco de dados de composições e insumos da própria construtora em planilhas Microsoft Excel, é desenvolvido o orçamento dos custos diretos da Obra. Combinando o planejamento de longo prazo elaborado no Microsoft Project com o modelo 3D e orçamento, obtém-se através do gerenciamento dos dados no *software* Autodesk Navisworks a integração de todos os dados e o modelo BIM 5D. (SANTOS, 2015, p. 49).

Santos (2015) resumiu a sequência de desenvolvimento do estudo de caso conforme imagem apresentada na Figura 4.

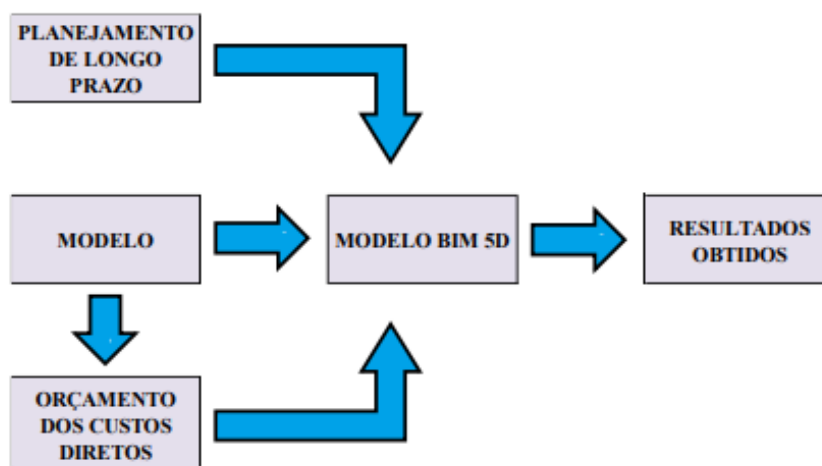


Figura 4: Fluxograma de desenvolvimento do estudo de caso.

Fonte: SANTOS (2015, p. 52).

Para associar o orçamento dos custos diretos e o planejamento de longo prazo elaborados, o autor agrupou os itens do orçamento que correspondiam a cada atividade do planejamento, compondo assim os custos de cada serviço distribuído no tempo. “Com os custos, quantidades, serviços e prazos, todos compatibilizados na planilha de planejamento do MS Project o próximo passo é abrir o *Navisworks* e importar esses dados através da ferramenta *TimeLiner*”, completa Santos (2015, p. 76).

Pode-se utilizar a ferramenta chamada *Simulate*, que se encontra dentro da *Timeliner* do programa para gerar uma simulação animada BIM 5D ou um acompanhamento através de intervalos. Desta forma é possível visualizar a evolução física da obra e analisar os custos ao longo do tempo e em diferentes etapas. (SANTOS, 2015, p. 79).

Os principais benefícios identificados por Santos (2015) foram: a obtenção de quantidades de forma automática, mais rápida e assertiva; melhor visualização e um melhor entendimento do projeto durante as fases ou etapas; maior colaboração entre os envolvidos na construção; conciliação espacial 3D das especialidades; previsão dos problemas e auxílio a tomadas de decisão; e possibilidade de serem efetuadas várias simulações e análises econômicas.

Já os desafios apresentados pelo autor foram: a falta de domínio das ferramentas e *softwares* para o BIM 5D; a dificuldade de colaboração entre os setores envolvidos, exigindo uma coordenação mais intensiva das equipes; a grande

quantidade de projetos ainda fornecidos apenas em 2D; e a falta de automação de todo o processo.

4.2 Estudo de caso 02: comparação entre orçamento e planejamento de uma residência unifamiliar utilizando as ferramentas Autocad e Revit

Com o objetivo de comparar os levantamentos de quantitativos e orçamentos elaborados a partir de projetos utilizando as ferramentas Autocad e Revit, Comparim e Silva (2016) desenvolveram uma pesquisa na qual eles elaboram os projetos para uma residência que possui área do pavimento térreo de 326,45 m² e de pavimento superior de 36,55 m², totalizando 363 m², em 2D e também desenvolveram um modelo 3D para o mesmo empreendimento.

O projeto que foi desenvolvido inicialmente em 2D possuía bons níveis de detalhamento, permitindo a compatibilização com os projetos complementares também em 2D.

Lançou-se no programa Revit o projeto arquitetônico original que até então existia em CAD, nesse processo foram notadas inúmeras dúvidas na leitura e interpretação do projeto, as quais geraram dúvidas para a elaboração dos projetos complementares, os pontos que mais se destacaram foram as espessuras das linhas, legenda e especificações. Já com a visualização 3D da edificação facilitou a percepção e correção desses conflitos. (COMPARIM e SILVA, 2016, p. 40).

Foram acrescentados ao modelo as especificações dos materiais de cada elemento e os revestimentos diversos. Com o modelo 3D, Comparim e Silva (2016) puderam desenvolver um projeto do canteiro, levando em consideração o relevo, determinando a melhor posição para os depósitos e entrada de caminhões.

Os projetos complementares também foram transferidos para o Revit, sendo eles projeto hidrossanitário, projeto elétrico e projeto estrutural. Comparim e Silva (2016), afirmam que encontraram muita dificuldade para fazer essa transferência de desenhos 2D para a modelagem 3D, “pois ainda há poucos materiais didáticos do software Revit em português, há pouca disponibilidade de *templates* gratuitos e pouca informação sobre as ferramentas e propriedades da plataforma”.

Após a compatibilização dos projetos, foi feito o levantamento de quantidades dos dois modelos, que apresentaram algumas divergências nos quantitativos. Para os autores o motivo desta variação “é a falta de detalhamento, especificação e falhas nos projetos em 2D, gerando para o orçamentista ou o profissional que levanta os

quantitativos muitas dúvidas, podendo ocasionar erros e falhas na quantificação dos serviços” (COMPARIM e SILVA, 2016, p. 62). Além disso, os orçamentistas podem esquecer algum quantitativo durante a extração. Por sua vez, o *software* Revit permite a exportação automática destes dados para tabelas.

A partir desses quantitativos foram elaborados o orçamento e um cronograma para cada metodologia. Para a metodologia 3D, também foi possível elaborar um acompanhamento da evolução de cada etapa.

Comparim e Silva (2016, p. 73), concluem que “o desenvolvimento de projetos de forma isolada, ou seja, sem interação entre os projetistas, podem gerar muitos prejuízos nos empreendimentos, por mais simples e pequenos que sejam”.

4.3 Estudo de caso 03: benefícios e as dificuldades do uso do BIM em obras públicas de municípios de pequeno porte - projeto do Centro de Eventos

Com o objetivo de analisar os benefícios e as dificuldades da implantação da metodologia BIM em municípios de pequeno porte, Silva (2018) apresentou um estudo de caso do projeto do Centro de Eventos, contratado pela prefeitura municipal de Passos de Torres, de Santa Catarina.

Segundo Silva (2018, p. 53), o empreendimento possuía uma área total construída de 479,87m² e a prefeitura contratou os seguintes projetos em nível executivo: “arquitetura, estrutura, instalações elétricas e hidrossanitárias, orçamento, cronograma e instalações de prevenção a incêndio”.

Silva (2018) informa que a iniciativa de utilizar a plataforma BIM para o desenvolvimento dos projetos foi da empresa contratada, com a finalidade de reduzir tempo e custos. A plataforma utilizada para desenvolver o modelo foi o *software* Revit da Autodesk.

A ferramenta Revit permite a obtenção de quantitativos por meio do Menu vista, comando Tabela/Quantidades. Ao selecionar a janela de diálogo, ficam disponíveis parâmetros para a montagem personalizada da tabela de quantitativos, o que permite ao projetista escolher quais os elementos e quais dados o mesmo deseja retirar do projeto. (SILVA, 2018, p. 56).

Para o autor, a assertividade dos levantamentos na administração pública possui extrema importância, pois evita aditivos, além de melhorar a fiscalização da obra.

Silva (2018) acrescenta que a plataforma Revit fornece os quantitativos em arquivo .txt, utilizados para criar a planilha orçamentária. Estas quantidades são associadas aos preços do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Foi elaborado também um cronograma físico-financeiro do empreendimento, que associado ao modelo tridimensional, gera “um modelo BIM 4D, o que permitiria um melhor controle e fiscalização da execução da obra”. (SILVA, 2018, p. 63).

A utilização do BIM, conforme Silva (2018), é de grande interesse para a gestão pública, pois garante um maior controle das obras, reduz a necessidade de aditivos, evita erros orçamentários, além de facilitar a fiscalização. Porém, a falta de profissionais capacitados, a necessidade de investimentos em modernizações tecnológicas e a resistência às mudanças por parte das equipes são algumas das dificuldades encontradas. Os obstáculos ficaram ainda mais evidentes “uma vez que a empresa contratada necessitou converter as plantas para um projeto 2D tradicional, demonstrando o despreparo do município para utilização da metodologia”, concluiu Silva (2018, p. 65).

4.4 Estudo de caso 04: implementação da metodologia BIM no projeto de uma Subestação de Distribuição de Energia Elétrica em média tensão da Universidade Federal de Ouro Preto

Com o objetivo de comparar o levantamento de quantitativos e a verificação de interferências de projetos utilizando o método convencional CAD e a Metodologia BIM, Lima (2020) realizou um estudo de caso no qual ele selecionou um empreendimento já executado, que utilizou a metodologia 2D tradicional, e reelaborou os projetos, orçamento e planejamento utilizando a modelagem BIM.

O empreendimento selecionado por Lima (2020) “se trata de uma Subestação de Distribuição de Energia Elétrica em média tensão da Universidade Federal de Ouro Preto localizada em Ouro Preto/MG”.

A edificação possui uma área de 214,5 m², com salas de comandos, disjuntores e transformadores [...] A construção segue as características arquitetônicas da antiga subestação e os traços das edificações em seus arredores, sendo de estrutura em concreto com fechamento de paredes em tijolos cerâmicos aparentes, com janelas fixas venezianas ventiladas nas duas faces, garantido a circulação do ar no interior da edificação e mantendo o ambiente em temperaturas adequadas para os equipamentos instalados. (LIMA, 2020, p. 27).

Os projetos utilizados por Lima (2020) estavam disponibilizados em formatos .dwg do *software* Autodesk AutoCad e em .xls para o *software* Microsoft Excel. O autor destaca que foram utilizadas as versões iniciais, descartando as alterações sofridas durante a execução da obra, sendo assim, as alterações necessárias deveriam ser apontadas durante o desenvolvimento do modelo e incorporadas automaticamente ao projeto.

O *software* adotado por Lima (2020) foi o Autodesk Revit 2021, com o objetivo de levantar quantitativos, foram modelados os projetos arquitetônico e estrutural. Para compatibilizar estas disciplinas o autor utilizou o *software* Autodesk Navisworks.

A análise feita foi apenas nos elementos arquitetura e estrutura, sendo as instalações elétricas um modelo a parte, não tendo a engenharia civil autorização para atuar em tal área devido ao porte e potência da edificação. Os erros resultantes dos conflitos foram corrigidos nas modelagens, de forma a evitar um comprometimento expressivo aos projetos, porém, se não fossem corrigidos iriam externar as diferenças com o uso do Modelo BIM. (LIMA, 2020, p. 32).

Lima (2020, p. 33) explica que “o processo de levantamento de quantitativos em softwares usados no BIM se dá de forma automática, sendo no Autodesk Revit necessário apenas utilizar o comando Tabelas/Quantidades e Levantamento”.

Foram extraídos do modelo os quantitativos de alvenarias, revestimentos das paredes, pinturas, volume de concreto dos pisos, lajes, pilares e vigas, taxa de armaduras e consumo total de aço da obra. Lima (2020) destaca que o nível de detalhes e informações inseridas no modelo é fundamental para a precisão no levantamento de quantidades.

O excesso de informações constantes arquivos CAD 2D dos projetos de arquitetura tornaram o processo de modelagem lento, pois além de estarem confusas apresentavam incoerências. Porém, a visualização tridimensional de um edifício real compensou estas dúvidas e incoerências, permitindo uma verificação imediata (LIMA, 2020, p.34). Já em relação ao projeto estrutural:

notou-se uma facilidade em modelar os elementos estruturais de concreto armado, sendo simples a modelagem de elementos com diferentes seções e dimensões. Destaca-se os benefícios alcançados em relação a atualização imediata da modelagem quanto as interferências entre estrutura e arquitetura, o modelo 3D gerado permite a visualização do edifício real, garantindo que o projeto esteja em conformidade com a proposta idealizada inicialmente. (LIMA, 2020, p. 35).

As informações paramétricas contidas na modelagem BIM permitem a extração das quantidades de forma automática, tornando menos árduo o processo de levantamento para os orçamentistas. Além disso, conferem maior precisão e confiabilidade ao processo. Isto não reduz a importância dos orçamentistas no processo, conforme Lima (2020, p. 42) “seu trabalho não se restringe apenas a extração de quantitativos e medidas, devendo considerar o uso do BIM como um facilitador, permitindo avaliar as condições e otimizar os serviços”.

Lima (2020) concluiu com seu trabalho que a colaboração entre as diferentes equipes no desenvolvimento do modelo permite a mitigação de erros que seriam detectados apenas no canteiro de obras, além de permitir a análise de diversas possibilidades de execução. Para ele, considerando “cenário das obras públicas no Brasil, a Metodologia BIM se mostra uma oportunidade de melhoria e crescimento com melhores indicadores, permitindo que possamos avançar em frentes ainda poucos exploradas” (LIMA, 2020, p. 44).

CAPÍTULO 5:

ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO APRESENTADOS

Os benefícios da utilização da metodologia BIM são reconhecidos por diversos autores, e atualmente o Poder Público, através do decreto 10.306 de 02 de abril de 2020, estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal.

Um aspecto importante observado nos estudos de caso selecionados é a escolha do *software* Revit, da Autodesk, por todos os autores. Zigurat Global *Institute Of Technology* (2019, p. 1) afirma que o Revit “é um dos pacotes de *software* mais populares no mercado e é usado por engenheiros, arquitetos, designers, contratados e arquitetos paisagistas do MEP, entre outros”. Porém, além da interação entre as disciplinas do projeto, outro aspecto de grande relevância é a interoperabilidade entre os diferentes *softwares*, propiciada pelo uso do IFC, um formato de arquivo aberto para troca de dados. (BIBLUS, 2022).

Para evitar problemas de importação/exportação de arquivos IFC entre *softwares* diferentes, a buildingSMART® — o organismo internacional que cuida do desenvolvimento de padrões do tipo openBIM — criou um sistema para certificar *softwares* com base na sua capacidade de se comunicar. (BIBLUS, 2022)

“A implementação da tecnologia Open BIM na plataforma e nas aplicações do *software* proporciona o desenvolvimento de um fluxo de trabalho em Open BIM, colaborativo, multidisciplinar e com multiutilizador”, afirmam Assis, Figueira e Gilabert (2018, p. 743), mantendo a liberdade na escolha da tecnologia que cada profissional deseja utilizar.

Outro ponto que se destaca em todos os estudos de caso é a redução dos erros humanos durante os levantamentos de quantitativos, que além de serem mais rápidos em função da automatização do processo, os modelos partilhados e em 3D permitem detectar e resolver possíveis inconsistências ou interferências. Para Coelho Filho e Jacinto (2020, p. 8), “a possibilidade de observar elementos e materiais com texturas e características realísticas permite que o orçamentista tenha maior controle sobre a estruturação da estimativa de custo”.

Além disso, caso seja necessária alguma adequação ou revisão de projeto, como a extração de quantitativos é automática, o orçamento será automaticamente modificado para a nova contagem (COELHO FILHO; JACINTO, 2020).

Porém, para a extração automática de quantitativos é necessário um grande detalhamento dos elementos parametrizados, segundo Coelho Filho e Jacinto (2020, p. 11), “deve-se construir uma grande biblioteca de elementos, sendo está uma das desvantagens a curto prazo”, pois exigirá a disponibilização de tempo dos profissionais, o que complica ainda mais no caso de construções mais específicas, com métodos construtivos e elementos atípicos.

No caso das obras públicas, Silva (2018) destacou a falta de preparo dos órgãos públicos para receber os projetos desenvolvidos em BIM. Apesar do longo caminho a ser percorrido, o governo brasileiro está trabalhando para acelerar este processo através dos Decretos Federais apresentados no capítulo 2 deste trabalho.

A partir do decreto, estima-se que até o ano de 2028 ocorra a propagação BIM em todo projeto de obra pública nacional. Evidencia-se nesse sentido, a estratégia do Governo Federal, em propor medidas para contextualizar os fundamentos históricos e normativos da plataforma BIM, com a criação em 2020 pela ABDI do curso básico “Democratizando o BIM”, totalmente online e gratuito – além de acordos e convênios estabelecidos com a Associação Brasileira de Normas Técnicas e o Exército Brasileiro para a democratização do BIM, a partir da vigência do novo decreto. (SODRÉ, 2021, p. 18).

Araújo e Gomes (2021) salientam a importância de expandir os conhecimentos e divulgar a metodologia BIM, vistas as melhorias trazidas por esta tecnologia. Seja pela alta gestão governamental ou pela alta direção empresarial, a qualificação dos profissionais para utilização do BIM é determinante para uma implantação efetiva, afirmam Araújo e Gomes (2021).

Sodré (2021) destaca que o sistema BIM ainda possui limitações, principalmente tratando-se da utilização em obras públicas, porém pode-se assegurar que seu uso irá facilitar o trabalho dos fiscais, aumentando a probabilidade de executar obras públicas com maior qualidade e que atendam às condições contratuais de preço e prazo, ampliando os benefícios para além da elaboração dos orçamentos e planejamentos de obra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a necessidade de reduzir erros nas planilhas licitatórias, evitando assim aumento de custos ou até mesmo o abandono de projetos, a utilização da modelagem BIM mostra-se uma ótima possibilidade para automatizar os processos de levantamento de quantitativos, reduzindo erros e acelerando a execução, porém o modelo de licitação utilizado no Brasil atrapalha a integração entre as etapas, reduzindo assim os benefícios da utilização da tecnologia. Contudo, mesmo não aplicando a modelagem em sua totalidade, o desenvolvimento de projetos em 3D, com integração entre as diversas disciplinas de projeto, já acarretará uma excelente melhoria para o processo.

Todos os estudos de caso analisados apresentaram vantagens com a utilização desta modelagem, principalmente relacionados à velocidade de extração de quantidades, facilidades na compatibilização das disciplinas e possibilidade de testar diferentes possibilidades de forma automatizada.

Outro ponto importante observado é o empenho do Governo em difundir o BIM através do decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, que, de forma gradativa, será incluído nos projetos de obras públicas. Com este decreto, estima-se que até o ano de 2028 ocorra a propagação desta tecnologia. Conforme foi demonstrado no estudo de caso 03, a falta de profissionais capacitados, a necessidade de investimentos em modernizações tecnológicas e a resistência às mudanças por parte das equipes são algumas das dificuldades encontradas, tornando assim a difusão e regulamentação do conceito BIM, por parte do Poder Público e também da iniciativa privada, fundamental para a democratização desta tecnologia, possibilitando que todos possam usufruir dos benefícios trazidos por ela.

Outro ponto de destaque deste trabalho foi a utilização do mesmo *software* em todos os estudos de caso, ficando para estudos futuros a análise de como esta ferramenta deverá ser exigida durante o processo licitatório, considerando a compatibilização entre ferramentas e quais critérios tecnológicos poderão ser exigidos.

Outra sugestão para trabalhos futuros é a implantação de outras modalidades de licitação que beneficiem ainda mais a comunicação entre projeto e execução, como já é visto em outros países.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **A Implantação de Processos BIM**. Guia 06. Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Governo Federal do Brasil, Brasília, DF, 2017.

ARAÚJO, Karla Linhares; GOMES, Yasmin Sayuri Tamura. **Metodologia BIM: na construção civil pública**. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2021.

ASSIS, Paula; FIGUEIRA, Ricardo; GILABERT, Pablo. Plataforma Open BIM para o projeto de engenharia. In: SOUSA, Hipólito et al. **Construção 2018**: reabilitar e construir de forma sustentável. Porto: Livro de Atas, 2018. p. 740-749.

AZEVEDO, Orlando José Maravilha de. Metodologia BIM – **Building Information Modeling na Direcção Técnica de Obras**. 83 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil, Reabilitação, Sustentabilidade e Materiais de Construção) - Universidade do Minho. Braga/Portugal, 2009.

BIBLUS (org.). **21 softwares BIM mais usados em 2022**: os softwares bim melhoram a colaboração, reduzem custos e agilizam projetos. compare os melhores softwares bim. Os softwares BIM melhoram a colaboração, reduzem custos e agilizam projetos. Compare os melhores softwares BIM. 2022. ACCA software S.p.A.. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/21-softwares-bim-mais-usados-em-2022/>. Acesso em: 05 fev. 2023.

BIBLUS. Acca Software S.P.A. (org.). **OpenBIM: o que é e como funciona**. 2021. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/openbim-o-que-e-e-como-funciona/>. Acesso em: 28 fev. 2023.

BRASIL. **Decreto de número 10.306 de 2 de abril de 2020**. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto n.º 9.983, de 22 de agosto de 2019. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 abr. 2020.

BRASIL. **Decreto de número 9.377 de 17 de maio de 2018**. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 maio 2018.

BRASIL. **Decreto de número 9.983 de 22 de agosto de 2019**. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 ago. 2019.

BRASIL. **Lei Nº 14.133, DE 1º de abril de 2021**. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 01 abr. 2021.

BRASIL. **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, com alterações resultantes da Lei 8.883, de 08 de junho de 1994 e da Lei 9.648, de maio de 1998.** Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 jun. 1993.

CARDOSO, Roberto Sales. **Orçamento De Obras Em Foco.** 4. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

CHAVES, Hugo. **10 passos principais para acelerar a implementação de BIM na sua empresa.** Neo Ipsum. 21 de agosto de 2020. Disponível em: <https://neoipsum.com.br/10-passos-principais-para-acelerar-a-implementacao-de-bim-na-sua-empresa/>. Acesso em: 05/01/2022

COELHO FILHO, Marcos Henrique Costa; JACINTO, Moisés de Araújo Santos. **Automatização de orçamentos de referência para obras públicas em BIM.** 2020. RTC - Revista de Ciência e Tecnologia, V6. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/rct/article/view/6478/3119>. Acesso em: 05 fev. 2023.

DIAS, Daiane Castro. **Ferramentas BIM para Orçamento de Obras.** IBEC – Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos. 24 de setembro de 2020. Disponível em: <https://ibecensino.org.br/blog/ferramentas-bim-para-orcamento-de-obras/>. Acesso em: 05/01/2022.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

GONÇALVES JR, Francisco de Assis Araújo. **Bim 5D: uma nova forma de realizar o orçamento da sua obra.** Mais Engenharia. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/bim-5d/>. Acesso em: 05/01/2022

GONZÁLES, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras.** 49 f. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo: Apostila, 2018. LIMA, Marcos Vinicius de Souza. **Contribuições do building information modeling (bim) para obras públicas: um estudo de caso para a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) da Subestação de Energia.** 2020. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudo de caso, exemplos.** São Paulo: Editora Pini, 2006.

MEDEIROS, Lúcio Borges de. **Boas práticas na elaboração de orçamentos para licitações de obras públicas.** 2011. 22 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2011.

SANTOS, Gabriel Chiachio Silva. **Aplicação da tecnologia BIM 5D na integração do modelo com o orçamento e planejamento.** 2015. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

SILVA, Jorge Luiz da; COMPARIM, Leonardo Luis. **Estudo de caso: análise comparativa do orçamento e planejamento de uma residência unifamiliar utilizando as ferramentas autocad e revit**. 2016. 88 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/14508>. Acesso em: 30 jan. 2023.

SILVA, Mateus Moura. **Análise dos benefícios e dificuldades da implantação da metodologia bim em obras públicas de municípios de pequeno porte**. 2018. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas - Fatecs, Centro Universitário de Brasília - Uniceub, Brasília, 2018.

SODRÉ, Wyllyam Washington Borges. **Tecnologia BIM: A importância do decreto 10306 na democratização da metodologia no país**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 12, Vol. 07, pp. 66-85. Dezembro de 2021. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/decreto-10306>. Acesso em: 21 fev. 2023.

SOLER, Alonso M.. **Atrasos e sobrecustos em obras públicas de infraestrutura**. 2017. Revista Digital - AECweb. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/artigos/atrasos-e-sobrecustos-em-obras-publicas-de-infraestrutura/15657>. Acesso em: 29 jan. 2023.

VALENTINI, Joel. **Metodologia para elaboração de orçamentos de obras civis**. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

ZIGURAT GLOBAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **Software BIM: Ferramentas para todas as ocasiões**. 2019. Disponível em: <https://www.e-zigurat.com/blog/pt-br/software-bim-ferramentas/>. Acesso em: 05 fev. 2023.