

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ GUILHERME CORDEIRO MARTINS

**ORÇAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS AUXILIADO POR
TECNOLOGIA BIM**

CAMPO MOURÃO

2018

JOSÉ GUILHERME CORDEIRO MARTINS

**ORÇAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS AUXILIADO POR
TECNOLOGIA BIM**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientador: Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta

CAMPO MOURÃO

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

ORÇAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS AUXILIADO POR TECNOLOGIA BIM

por

José Guilherme Cordeiro Martins

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 15:00h do dia 13 de dezembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Barradas Moreira

((UTFPR))

Prof. Me. Luiz Becher

(UTFPR)

Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta

(UTFPR)

Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr.(a) Paula Cristina de Souza

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele nada disso seria possível. É ele que nos dá força, coragem, paciência e sobretudo resiliência para enfim concluir esta etapa tão importante.

Agradeço também a meu orientador, professor Valdomiro Lubachevski Kurta, pela paciência, disponibilidade, atenção e transmissão de conhecimentos, é um grande professor e tem minha total admiração.

Agradeço a minhas irmãs Marília e Leticia, e meu irmão Maneco, por toda a parceria, cumplicidade e até alguns puxões de orelha quando necessário. Vocês me ajudam a crescer a cada dia!

Impossível não lembrar também de alguns irmãos que ganhei nessa caminhada, como Choque, Eurique, Guto, Kawa, Junão e Leite, vou levar vocês pra vida toda seus jaguaras!

Também gostaria de agradecer ao grupo de “estudos” Julinho do Céu: Ana, Gabrielly, Juberto, Léo, Taynah e Vanessa. Nesta reta final, vocês foram essenciais em cada aprovação, cada vitória e nas leves comemorações.

Um parágrafo especial para minha namorada Nicole. Obrigado pela paciência, compreensão, apoio e todo o suporte em todos esses anos. Obrigado por criar a nossa filha Alice enquanto estive ausente durante esta graduação, por ser essa namorada e mãe maravilhosa. Vocês são minha motivação diária, todo esforço é pra vocês. Enfim, to voltando pra casa!

Por fim, agradeço a meus pais, Zé Maria e Marinês. Poderia ficar dias escrevendo aqui o quanto sou grato a vocês por tudo, e ainda não seria o suficiente. Obrigado pelo incentivo, cobrança, ensinamentos, compreensão e principalmente paciência durante esta jornada. Mas principalmente, obrigado pelo apoio incondicional nos últimos dois anos e meio com a chegada da Alice. Quando estive ausente, mesmo com o coração apertado, ficava tranquilo sabendo que em casa o vovô e a vovó estavam dando a ela todo o amor do mundo. Serei eternamente grato, esta vitória é mais de vocês do que minha. Amo demais vocês meus velhos!

RESUMO

O sistema BIM surgiu nos últimos anos como uma grande inovação no setor de arquitetura, engenharia e construção civil. Por meio dele, vem criando-se uma nova forma de concepção, desenvolvimento, planejamento e execução de projetos. O objetivo deste trabalho é apresentar o que é a tecnologia BIM e como ela pode auxiliar o processo de orçamentação de construções civis. Para tanto, foi executada uma revisão bibliográfica em livros e manuais de desenvolvimento de projetos BIM, para então, expor conceitos e definições necessárias para melhor entendimento do sistema BIM, além de apresentar alguns parâmetros necessários para uma modelagem 3D adequada. Também foram abordadas questões como as falhas no processo de orçamentação pelo do método tradicional. Por fim, foi executado um projeto de uma edificação com os requisitos de desenvolvimento apresentados anteriormente no trabalho. Tal edificação, como já havia sido desenvolvida através do método tradicional, então foi feito um comparativo entre o método BIM e a metodologia tradicional de orçamentação de obras, afim de comprovar algumas diferenças notáveis nos quantitativos de alguns itens do projeto.

Palavras-chave: BIM. Orçamento. Modelagem.

ABSTRACT

The BIM system has emerged in recent years as a major innovation in the architecture, engineering and construction industry. Through it, a new way of designing, developing, planning and executing projects has been created. The objective of this work is to present what BIM technology is and how it can aid the process of budgeting civil constructions. In order to do so, a bibliographical review was carried out in books and manuals for the development of BIM projects, for then, to expose concepts and definitions necessary for a better understanding of the BIM system, besides presenting some parameters necessary for a suitable 3D modeling. Issues such as failures in the budgeting process by the traditional method were also addressed. Finally, a project of a building was executed with the development requirements presented previously in the work. Such a construction, as had already been developed through the traditional method, then a comparison was made between the BIM method and the traditional methodology of budgeting works, in order to prove some notable differences in the quantitative of some items of the project.

Key-words: BIM. Budget. Modeling.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – O processo de orçamentação de obras.....	8
Figura 2 – Ilustração de modo genérico das dimensões BIM descritas	14
Figura 3 - Capa do caderno de projetos de SC	18
Figura 4 - Planta baixa do projeto original desenvolvido no software AutoCAD.....	27
Figura 5 - Modelo parametrizado desenvolvido no software Revit.....	28
Figura 6 - Parâmetros disponibilizados automaticamente pelo software Revit.	29
Figura 7 - Elementos quantificados pelo Revit	32
Figura 8 - Alvenaria no Revit.....	33
Figura 9 - Área de telhado no Revit.....	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definição de conceitos	6
Quadro 2 – Especificações e usos do BIM	16
Quadro 3 - Informações em função do ND de alguns elementos de projeto	18
Quadro 4 - Planilha de apoio para preenchimento de informações de um exemplo.	21
Quadro 5 - Informações em função do ND para paredes.....	30
Quadro 6 - Quadro de apoio para preenchimento de informações de uma parede.....	30

LISTA DE SIGLAS

PIB	Produto Interno Bruto
BIM	Building Information Modelling
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
TCU	Tribunal de Contas da União
CAD	Computer Aided Manufacturing
BDI	Bonificação de Despesas Indiretas
EUA	Estados Unidos da América
TI	Tecnologia da Informação
3D	Três Dimensões
IFC	Industry Foundation Classes
CIS/2	CIMsteel Integration Standard Version 2
LOD	Level of Development
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
SC	Santa Catarina
DEINFRA	Departamento Estadual de Infraestrutura
SINAPI	Sistema Nacional de Preços e Índices para Construção Civil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
1.1 Contextualização do tema	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo Geral	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 Justificativa	4
1.4 Delimitação do Trabalho	
Erro! Indicador não definido.	
2 O USO DA TECNOLOGIA BIM PARA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS.....	6
2.1 Definição de conceitos	6
2.2 Orçamento de Obras Públicas	7
2.3.4 Modelo 3D BIM.....	14
2.3.4.1 Níveis de desenvolvimento.....	15
2.3.4.2 Caderno de projetos de Santa Catarina	17
2.3.4.3 Modelagem de acordo com o caderno de projetos de Santa Catarina.....	18
2.3.4.4 Importância do detalhamento	21
2.3.4.5 Desenvolvimento multidisciplinar	22
2.4 Quantitativos e Estimativas de Custo	22
2.4.1 Metodologias de orçamentação com tecnologia BIM	23
2.4.2 Processo de orçamentação com sistema BIM	23
3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	26
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	27
4.1 Modelagem da edificação pública seguindo as orientações estudadas no trabalho	27
4.1.1 Modelagem BIM	27
4.2 Divergências entre método tradicional e BIM.....	31
5 CONCLUSÃO	36
5.1 Relação dos objetivos do trabalho com os resultados obtidos.....	36
5.2 Contribuições do trabalho.....	37
5.3 Limitação com relação aos procedimentos utilizados.....	37
5.4 Sugestões para pesquisas futuras	37

5.4 Considerações finais	37
REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do tema

A construção civil, historicamente representa um indicador socioeconômico de um país, pois esta indústria é capaz de gerar incrementos capazes de alavancar o crescimento econômico (TEIXEIRA, 2010). O setor da construção vem sofrendo uma forte retração no Brasil, devido a crise político-econômica que estamos enfrentando nos últimos anos. Em 2017, pelo quarto ano consecutivo, o PIB do mercado da construção civil apresentou números negativos. O setor de obras públicas ganhou destaque negativo, devido aos constantes casos de corrupção, superfaturamento de obras, edificações com padrão de qualidade abaixo do exigido e o mal planejamento na execução da obra.

As edificações executadas pelo poder público sempre são destaque, positivo ou negativo, da gerência de cada governo. Dentre os principais motivos para que obras públicas não sejam concluídas, estão os processos de projetos e estudos preliminares, ricos em falhas, que resultam em aditamentos contratuais e possibilitam o desvio de recursos (FARIAS, 2016).

Nesse cenário, como o setor público tem seus orçamentos cada vez mais enxutos, otimizar processos, desenvolver e aprimorar novas tecnologias, torna-se algo essencial ao elaborar e executar projetos de maneira eficiente e contribuir para que o setor da construção civil volte a colaborar com a sociedade, e não o contrário. Para Sasaki (2017), é fundamental melhorar a gestão de projetos e obras públicas para colocar o Brasil em um novo patamar de desenvolvimento. Eis que surge uma ferramenta que pode contribuir para isso: O sistema BIM.

O sistema BIM, do inglês Building Information Modelling (Modelagem da informação da construção), é uma representação digital tridimensional, das características físicas e funcionais da obra. Ou seja, o BIM permite construir uma edificação virtual, da maneira mais semelhante possível ao que deverá ser executado. Como na construção civil, cada edificação tem características singulares, essa metodologia permite aos criadores analisar, sequenciar e explorar todo o projeto em um ambiente digital, aumentando consideravelmente a assertividade e reduzir os gastos com os imprevistos durante a construção da edificação.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Pesquisar as diretrizes para realização de orçamento de obras públicas de maneira eficiente apoiada na tecnologia BIM.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Definir o que é o sistema BIM e como pode ser usado para elaborar orçamentos de obras.
- Explanar quais as principais falhas no processo de orçamentação feita por meio do método tradicional.
- Identificar como a tecnologia BIM pode contribuir para um processo de orçamentação mais eficiente em relação ao método tradicional.
- Apresentar os níveis de desenvolvimento que o modelo BIM deve possuir para ser utilizado na elaboração de projetos e orçamento de obras públicas.
- Modelar uma edificação pública com auxílio de tecnologia BIM seguindo as orientações estudadas neste trabalho e posterior análise dos resultados.

1.3 Justificativa

Segundo Bueno (2015), o Governo Brasileiro precisa se conscientizar da importância e compreender os benefícios que o sistema BIM pode trazer às obras públicas. Também é importante estudar a viabilidade do sistema BIM ser introduzido na Administração Pública visando sua implantação em obras de infraestrutura de qualidade, desfrutando de orçamentos e cronogramas dentro do previsto através de sua adoção e práticas eficientes (BUENO, 2015).

Enquanto ainda engatinha no cenário brasileiro, mundialmente o BIM já vem sendo estudado, desenvolvido e utilizado em muitos países. Nos Estados Unidos, ainda em 2012, 71% dos projetos já eram desenvolvidos com tecnologia BIM. Em Singapura, 80% dos projetos elaborados são criados com auxílio do sistema BIM,

além do país possuir o sistema de aprovação de projetos mais rápido do mundo. No Chile, todas os hospitais licitados devem ser elaborados em BIM desde 2011, enquanto na Holanda, essa exigência estende-se para todos os prédios públicos desde esse mesmo ano (FERREIRA, 2017).

No Brasil, essa difusão vem ocorrendo, porém em um ritmo mais lento. Apesar da iniciativa do Exército Brasileiro desde 2006, e do pioneirismo do estado de Santa Catarina ao definir um programa de implantação e publicação de um Caderno de Apresentação de Projetos em BIM, a disponibilidade de normas, manuais e guias é baixa (KASSEM e AMORIM, 2015).

Isso acaba sendo algo ainda mais lamentável, visto que entre os principais escândalos de corrupção dos últimos anos no Brasil, maioria deles envolvem obras de infraestrutura superfaturadas e de baixa qualidade, orçamentos imprecisos, fiscalização ineficiente e projetos falhos (SUSUKI, 2016).

Para mudar esse cenário desfavorável, o governo federal publicou em 17/05/2018, o decreto 9377, que cria a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil, que visa promover um ambiente adequado para difusão e o investimento na tecnologia BIM do país. Tal decreto, tem como alguns de seus objetivos coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM, estimular a capacitação em BIM, propor atos normativos, desenvolver normas técnicas e uma plataforma nacional de BIM.

Segundo Susuki (2016), o uso do BIM na administração pública permite a transparência e possibilita a redução dos gastos com infraestrutura e promove maior respeito com as finanças públicas.

Portanto, o presente trabalho permite uma aproximação e compreensão do que é a tecnologia BIM e como ela pode auxiliar o processo de orçamentação.

Como no Campus da UTFPR de Campo Mourão, ainda não foram desenvolvidos trabalhos relacionando a área de orçamentos de obras públicas com o sistema BIM, o presente trabalho permite uma aproximação e compreensão dessa tecnologia e como ela pode auxiliar o processo de orçamentação.

2 O USO DA TECNOLOGIA BIM PARA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS

Neste capítulo, primeiramente serão definidos alguns conceitos necessários para o entendimento integral do trabalho. Serão abordados temas como o papel do orçamento de obras públicas, métodos de orçamentação e as falhas frequentes em orçamentos. Progredindo, serão apresentados os principais conceitos da tecnologia BIM, assim como alguns aspectos que compõe o sistema, como a compatibilização de informações, dimensões BIM, níveis de desenvolvimento e requisitos necessários para o desenvolvimento do projeto segundo o Caderno de Projetos BIM de Santa Catarina.

2.1 Definição de conceitos

Primeiramente, para melhor compreensão do assunto que será desenvolvido, torna-se necessário a definição de alguns conceitos, termos e objetos utilizados na área da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) e na operação de softwares BIM. Esses conceitos são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Definição de conceitos (continua)

Conceito	Definição	Fonte
Classificação DEINFRA	Departamento Estadual de Infraestrutura é um órgão do governo de SC, responsável pelas atividades de administração, planejamento, projeto, construção, operação, manutenção, restauração e reposição.	DEINFRA (2018).
Classificação SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. É um sistema de pesquisa, divulgado mensalmente pela Caixa Econômica Federal em parceria com o IBGE, que informa os custos e índices da construção civil.	MONASTIER (2014).
Classificação Omniclass	Sistema de classificação de informações que podem virem a ser usadas no setor de AEC. Organiza, classifica e recupera informações por meio de bancos de dados.	MANZIONE (2013).
Classificação Unifomat	Sistema de classificação de informações com foco nos sistemas funcionais de uma edificação.	SANTA CATARINA (2015).
Interoperabilidade	Capacidade de transição de dados entre aplicações, o que permite que diversas equipes, especialidades e software distintos contribuam para o trabalho em questão, se necessário de maneira simultânea e integrada.	EASTMAN et al., (2008).

Modelagem paramétrica	Objetos que são criados segundo parâmetros e regras relacionados não somente a sua geometria, mas também são atribuídos de propriedades e características não geométricas.	EASTMAN et al., (2008).
Objetos paramétricos	Criados segundo a modelagem paramétrica, e estão organizados em famílias de objetos. Os objetos paramétricos podem ser criados pelo usuário, ou extraídos de bibliotecas de objetos disponíveis na internet. Devem estabelecer relações com outros objetos paramétricos, por exemplo: uma janela deve estar devidamente ajustada na parede, com todas suas conexões definidas.	EASTMAN et al., (2008).
Orçamento	O produto final resultante do processo de orçamentação. Por meio dele será obtido o preço para a materialização do empreendimento.	MATTOS (2006).
Orçamentação	Processo de determinação, por meio de itens como identificação, descrição, quantificação e análise. Torna-se necessário muita atenção e a devida habilidade técnica para realizar o processo.	MATTOS (2006).

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de MATTOS (2006); EASTMAN et al., (2008); MANZIONE (2013); SANTA CATARINA (2015); MONASTIER (2014) e DEINFRA (2018).

2.2 Orçamento de Obras Públicas

Segundo Garcia (2011), o gerenciamento de obras públicas, é composto pelos processos de elaboração do projeto de engenharia, cronograma, orçamentação, licitação, execução, fiscalização e enfim o recebimento por parte do poder público.

Uma das principais peças do processo licitatório, se não a mais importante, é o orçamento. O orçamento representa à informação documentada para, em um determinado projeto, receber o parecer de aprovação pelo órgão público ou secretaria responsável pelo desenvolvimento da licitação em questão (CARDOSO, 2009).

Ao analisar a viabilidade da consumação de um empreendimento, primeiramente é necessária uma previsão do quanto de recursos esse empreendimento necessita para sua realização. Tal estimativa é feita pela elaboração do orçamento. A administração pública tradicional, segue o modelo de contratação pelo processo licitatório. Completada a apresentação de projeto básico e orçamento detalhado, com planilhas compostas por todos seus custos unitários, somente então,

as obras e serviços poderão ser licitados, conforme art. 7º da lei 8.666/93. (ANDRADE, SOUZA, 2002; SANTOS, et. al., 2002).

Para a adequada administração dos recursos públicos, é necessário a análise dos orçamentos do empreendimento em questão, pela determinação dos custos e a disponibilidade de receitas para a execução (DOMINGUES, 2003).

2.2.1 Métodos de orçamentação

Segundo TCU (2014), o processo orçamentário, independentemente do método de extração de quantitativos, segue o seguinte fluxograma:

Figura 1 – O processo de orçamentação de obras



Fonte: TCU (2014).

Portanto, a diferença nos métodos de orçamentação se dá principalmente na etapa de levantamento e quantificação (BADRA, 2012).

Badra (2012), classifica a metodologia de extração de quantitativos para orçamentos em 3 (três) categorias, sendo elas:

1. Plantas plotadas, bidimensional, com auxílio de escalímetro.
2. Projetos em CAD, bidimensional, em mídia digital.
3. Modelos tridimensionais com elementos parametrizados e extração de quantitativos feita automaticamente pelo software com tecnologia BIM.

A extração de quantitativos feita de maneira manual, a partir de plantas bidimensionais, sejam elas plotadas ou em mídia digital, corresponde ao método tradicional de orçamentação (EASTMAN et al., 2014).

No método tradicional, o levantamento e quantificação de insumos e serviços, é feita a partir da leitura e verificação de projetos, obedecendo os critérios de medição e pagamento. As quantidades podem ser extraídas a partir de contagens ou procedimentos básicos de geometria (TCU, 2014).

A Lei de Licitações e contratos veda a inclusão de serviços e produtos sem previsão de acordo com o projeto. Também é importante salientar que a omissão de serviços exigirá futuros processos de aditamento de contratos. Essas duas situações causam uma série de prejuízos ao erário (TCU, 2014).

2.2.2 Falhas frequentes em orçamentos elaborados pelo método tradicional

O orçamento tem uma influência considerável em outras fases do planejamento e execução da edificação, como a compra de insumos, contratação de serviços, controle de custos e fiscalização. Por isso a identificação e eliminação das falhas do processo orçamentário é de grande relevância (RIBEIRO e IOSHIMOTO, 2014).

Falhas de projeto compreendem os processos construtivos que foram mal executadas por omissões, falta de detalhamento do projetista, falta de entendimento de projeto por parte dos executantes, erros de projetos e compatibilização dos mesmos. Assim, vê-se que um sistema de padronização que auxilie, de forma viável, no processo de compatibilização de projetos, além de personalizado e versátil, só tem sentido se for concebido de forma enxuta e com aproveitamento global de padrões consagrados (FROSCH; NOVAES, 2003). O caso específico de obras públicas, em que ocorre o processo licitatório, nas diretrizes de como deverão ser elaborados os projetos (executivos e complementares) percebemos que são incompletas. As implantações são em sua maioria antigas e não possuem informações suficientes, tornando assim a obra que é viável em uma determinada região não ser viável em outra e como geralmente são projetos padrões eles não procuram fazer levantamentos topográficas e nem estudos de terrenos (MORO, 2010).

Na fase de projeto muitos dos problemas e acidentes que ocorrem em obras públicas são decorrentes de erros de detalhamento ou erros de concepção no projeto. Há um equivocado e pernicioso entendimento por parte das empresas e de muitos órgãos públicos de que o projeto básico “serve apenas para licitar” (TCU, 2004).

Segundo DIAS, presidente do Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos, o problema mais comum é o da apropriação incorreta dos custos durante a fase de

preparação da proposta orçamentária. Isso se deve à falta de experiência de campo dos orçamentistas e de detalhamento de projetos e a especificações incompletas, erros mais comuns nas obras públicas. Dias (2002), critica a Lei de Licitações, que determina a adoção do menor preço, em detrimento da qualidade. A falta de detalhamento de projetos e especificações incompletas explicam erros nos orçamentos. Tisaka (2006), diz em uma entrevista que o aumento do aditamento de contratos de obras públicas não tem só relação com o cálculo incorreto do BDI, mas também de outros fatores, tais como projetos mal definidos, especificações técnicas em desacordo com o projeto, quantitativos incorretos e falta de itens de serviços na planilha de custos diretos. Tudo isso pode gerar aditivos durante as obras e no final.

Conforme Ribeiro e Ioshimoto (2014), a orçamentação pelo método tradicional, está sujeita a 6(seis) tipos de falhas mais frequentes, são elas: informativas, omissivas, compositivas, quantitativas, conceituais e humanas.

Falhas informativas: provem de projetos mal detalhados, mal especificados, omissão de informações ou descrição de componentes de maneira incorreta. Segundo Tisaka (2006), projetos mal definidos e especificações técnicas conflitantes com o projeto geram aditivos no decorrer da obra e ao final desta. Para Dias (2002), a ausência de detalhamento adequado e especificações deficientes explicam grande parte das falhas em orçamentos.

Falhas omissivas: Ocorre quando serviços são ignorados na planilha orçamentária. Como maioria dos orçamentos de obras públicas são feitos a partir de uma planilha padrão, peculiaridades de cada obra podem ficar esquecidas, ocasionando então, a falha omissiva (RIBEIRO e IOSHIMOTO, 2014).

Falhas quantitativas: são decorrentes do levantamento do projeto (RIBEIRO e IOSHIMOTO, 2014). Segundo Marchiori (2009), a ausência de padronização na verificação de quantitativos do projeto é uma das principais causas que podem representar um custo final equivocado do orçamento. Para Garcia (2011), a maioria das ocorrências em que há necessidade de aditivos após o processo licitatório, se dá devido ao levantamento errôneo de quantitativos.

Falhas compositivas: ocorre quando são feitas composições de custos de maneira errada, como considerar produtividade de mão de obra fora da realidade (RIBEIRO e IOSHIMOTO, 2014).

Falhas conceituais: essas falhas estão relacionadas com a má interpretação de projetos, premissas e especificações, além de metodologia equivocada de cálculo de itens do orçamento (RIBEIRO e IOSHIMOTO, 2014).

Falhas humanas: Segundo Paladini (2000), as falhas humanas podem ser classificadas como erro técnico (derivado da falta de competência, capacidade, habilidade ou aptidão), erro intencional (gerado propositalmente) e erro por inadvertência (ocasionado por desatenção).

2.3 O Sistema BIM

Segundo Addor (2010), a tecnologia BIM teve seu início na Princeton University (EUA) em meados da década de 80, a partir de pesquisas em Tecnologia da Informação (TI) e interoperabilidade por um grupo de arquitetos. Em 1987, na Hungria, ocorreu o lançamento do primeiro software com ferramentas BIM, o ArchiCAD, da Graphisoft. Com a maturação do conceito BIM aplicado a Engenharia Civil, e a evolução de softwares e hardwares, o BIM vem em uma notável crescente.

2.3.1 Definição

A Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina (2015), em seu guia de projetos BIM, traduz BIM como Modelagem da Informação da Construção. Esse sistema é mais que um modelo 3D parametrizado, é uma forma de coordenar informações através de bancos de dados. Neste documento, destaca-se que as informações de relevo, solo, hidrografia, vinculadas aos respectivos cadastros de patrimônio e Plano Diretor ficam armazenadas em um banco de dados que simultaneamente tem a propriedade da espacialidade (3D) e que esse aspecto abre oportunidade para o desenvolvimento de projetos onde se torna vital a presença de equipes multidisciplinares.

Segundo Eastman *et al.* (2014), BIM é uma tecnologia de modelagem e um conjunto de processos associados para produzir, comunicar e analisar modelos de edifícios.

Conforme Addor *et al.* (2010), a disseminação do sistema BIM na idealização, concepção, construção e manutenção de edifícios vem provocando notáveis mudanças nas etapas produtivas da AEC. A tradicional forma bidimensional de

representação de projetos, através de expressão gráfica (linhas e textos), evolui para uma representação em até sete dimensões, contribuindo assim para a redução de equívocos ao longo do processo criativo e na vasta troca de informações que se faz necessária entre todos os participantes. Segundo esses autores, a tecnologia BIM agrega vantagens como maior análise do projeto e identificação de conflitos, simulação e extração de informações feitas diretamente do modelo virtual, com consideráveis ganhos em produtividade e confiabilidade.

2.3.2 Compatibilização de informações

Para o BIM apresentar uma de suas principais características, o trabalho integrado entre equipes multidisciplinares que utilizam softwares diferentes, apresentando interoperabilidade entre os sistemas, foi desenvolvido o IFC (Industry Foundation Classes). No IFC estão dispostos diversos modelos de dados de elementos de construção civil, possibilitando a importação e exportação desses modelos entre diversas plataformas BIM. De acordo com Eastman et al. (2014), na AEC, para planejamento, projeto, construção e gerenciamento de edificações é utilizado o formato IFC e o CIS/2 (Compatibility Integration Standard Version 2).

Essa plataforma mostra-se ainda mais usual para a utilização de tecnologia BIM por parte do poder público na concepção de suas edificações, pois tais edificações podem ser oriundas de projetos elaborados pelos mais distintos órgãos públicos, o que impossibilita a determinação de softwares exclusivos.

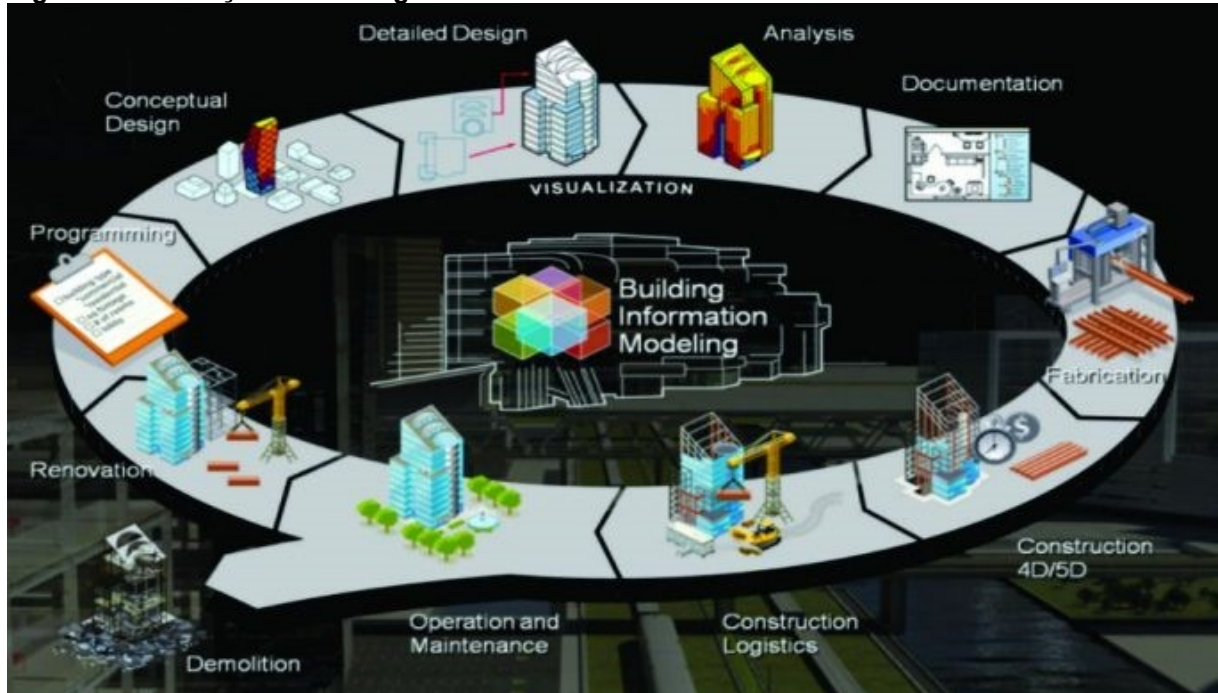
2.3.3 As dimensões do BIM

Além de robustos desenhos tridimensionais, o BIM proporciona uma variedade de informações, que são consideradas e divididas em dimensões. Para Calvert (2013), o sistema BIM contém diversas camadas, que serão criadas de acordo com a quantidade de informação introduzida no modelo. Essas camadas de informação são conhecidas como dimensões. Um modelo pode ser 3D, 4D, 5D, 6D, 7D ou nD, isso se dá de acordo com sua utilização.

Segundo Calvert (2013), as sete principais camadas do sistema BIM são classificadas da seguinte maneira:

- 2D-BIM: Expressão gráfica: representação bidimensional das plantas do empreendimento.
- 3D-BIM: Modelo Parametrizado: o trabalho ocorre no plano espacial (três dimensões) onde é possível a visualização de objetos dinamicamente. Todos os componentes do modelo possuem atributos e são criados através de parametrização, o que faz deles partes de uma construção virtual. A figura deve ser alinhada à esquerda.
- 4D-BIM: Planejamento: aqui é adicionado o fator tempo. Com essa adição, é possível definir quando cada elemento será comprado, armazenado, preparado, instalado e utilizado. Nesta dimensão também é possível estabelecer a disposição do canteiro de obras, a movimentação das equipes, logística, equipamentos utilizados e demais aspectos que devem ser cronologicamente relacionados.
- 5D-BIM: Orçamentação: o fator custo é adicionado ao modelo, determinando o custo unitário dos componentes, assim como a análise do custo de cada fase da obra, como deve ser feita a disposição de recursos durante o projeto e o reflexo dessas ações no orçamento.
- 6D-BIM: Sustentabilidade: nesta dimensão ocorre análises da energia que foi demandada na construção, assim como fatores de desempenho da edificação.
- 7D-BIM: Gestão das instalações: neste nível é apresentado ao usuário como o empreendimento funciona, assim como suas particularidades, os procedimentos de manutenção e as ações indicadas em caso de falha ou defeito da edificação.

Figura 2 – Ilustração de modo genérico das dimensões BIM descritas



Fonte: Autodesk adaptado MANZIONE, 2013.

Para realizar a orçamentação através do sistema BIM, a conexão de maior importância está entre as dimensões 3D-BIM e 5D-BIM). A tecnologia BIM 5D tem como função principal a estimativa de custos e orçamentação de edificações. Com essa tecnologia, a quantificação de insumos e serviços se torna mais precisa, além de reduzir a variabilidade e agilizar o processo (SAKAMORI, 2015).

2.3.4 Modelo 3D BIM

Segundo Badra (2012), é recomendado que o desenvolvimento do modelo virtual tridimensional siga de acordo com as etapas construtivas do desenvolvimento físico de uma edificação. Ou seja, de maneira genérica:

1. ajustes da superfície topográfica;
2. fundações e infraestrutura;
3. estruturas;
4. alvenaria e vedações;
5. instalações hidráulicas;
6. instalações elétricas;
7. esquadrias de madeira;

8. esquadrias metálicas;
9. revestimentos internos;
10. revestimentos externos;
11. acabamento de tetos;
12. impermeabilizações;
13. pavimentações internas;
14. cobertura;
15. vidros;
16. pintura;
17. pavimentação externa;
18. equipamentos;
19. diversos;

2.3.4.1 Níveis de desenvolvimento

Os níveis de desenvolvimento do modelo BIM, conhecido internacionalmente com Level of Development (LOD) oferecem uma estrutura conceitual para conduzir o processo de desenvolvimento do projeto e seu detalhamento de informações. Cada fase de trabalho é dividida racionalmente, de modo que as equipes de trabalho compreendam o nível de desenvolvimento e detalhamento que precisam chegar. (MANZIONE, 2013).

Quando tratamos de modelos BIM, nível de detalhamento e nível de desenvolvimento tratam-se de conceitos diferentes. O nível de detalhamento refere-se à representação visual que os elementos do projeto devem apresentar. Já o nível de desenvolvimento representa a quantidade de informações que cada elemento deve apresentar (FERREIRA, 2015).

Segundo Manzione (2013), os níveis de desenvolvimento vão de 100 a 500, numa graduação de 100 unidades, com possibilidade de níveis intermediários serem acrescentados. O quadro 2 apresenta o conteúdo necessário para cada nível de desenvolvimento do projeto, além de recomendar qual a sua utilidade.

Quadro 2 – Especificações e usos do BIM

(continua)

Níveis de Desenvolvimento (especificações e usos do BIM)					
Níveis	100	200	300	400	500
Conteúdo do modelo	Conceitual	Geometria aproximada	Geometria precisa	Execução - fabricação	As-built
Projeto e coordenação	Estudos de massa, volume, zonas, modelados em 3D ou representados por outros dados	Os elementos são modelados de forma genérica e aproximados de suas dimensões, peso, quantidades, orientação e localização.	Os elementos são modelados de forma precisa e exata de suas dimensões, pesos, quantidades, orientação e localização	Os elementos são modelados com o objetivo de montagem, de forma precisa e exata assim como no ND300. Além disso, informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo	Os elementos são modelados conforme construídos com informações precisas e exatas das dimensões, peso, quantidades, orientação e localização. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo
Usos recomendados					
Planejamento	Duração global da obra; Macroplanejamento; Fases e maiores elementos	Escala de tempo, apresentação ordenada dos elementos principais.	Apresentação ordenada pelo tempo das atividades principais e de conjuntos detalhadas	Fabricação e detalhes de montagem, incluindo meios e métodos de construção (gruas, elevadores, etc)	
Estimativa de Custos	Custos estimados; Ex. R\$/m ² de área de construção, R\$/quarto de hotel.	Custo estimado baseado em dimensões de elementos genéricos como paredes, lajes, etc.	Custos baseados em dimensões precisas e especificações completas e detalhadas	Preços confirmados em propostas de fornecedores	Custos realizados
Cumprimento de programa de necessidades	Áreas brutas dos diversos setores	Requisitos específicos de cada um dos ambientes	Casos específicos, instalações e conexões.		
Materiais sustentáveis	Estratégias para atendimento dos requisitos LEED	Quantidades aproximadas de materiais organizados pelas categorias LEED	Quantidades precisas de materiais com a porcentagem de materiais reciclados	Seleção dos fornecedores específicos	Documentação das compras e especificações
Análises e simulações	Estratégias e critérios de	Projeto conceitual	Simulação aproximada	Simulação precisa	Comissionamento e

de iluminação; uso de energia, fluxos de ar.	desempenho baseado em áreas e volumes	baseado na geometria aproximada e em predefinições de sistemas	baseada em sistemas projetados	baseada nas especificações do fabricante e em detalhes dos componentes dos sistemas	registro dos resultados obtidos
Outros usos que podem ser desenvolvidos					
Circulação, rotas de fuga, acessibilidade					
Atendimento de requisitos de normas					

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de MANZIONE (2013).

Os elementos desenvolvidos no ND100 podem ser representados de maneira genérica, apenas com símbolos. No ND200, o elemento passa a ter sua geometria desenvolvida, ainda que de maneira genérica. No ND300, os elementos passam a ser representados por objetos paramétricos, dotados de forma, localização, orientação, especificações. Já no ND400, os elementos apresentam todas as propriedades contidas no ND300, mas ainda devem ser acrescentadas informações como fabricação, montagem e instalação. Por fim, no ND500, os elementos, se necessário, devem ser ajustados de maneira verossimilhante as que foram executados no desenvolvimento físico (FERREIRA, 2015).

2.3.4.2 Caderno de projetos de Santa Catarina

Alguns países que possuem nível de maturidade avançado de tecnologia BIM, como Inglaterra, Estados Unidos e Cingapura, apresentam guias e normas técnicas avançadas para o desenvolvimento de modelos BIM (FERREIRA, 2015).

Já no Brasil, encontramos um trabalho recém desenvolvido, pioneiro no território nacional. Trata-se do Caderno de apresentação de projetos BIM, publicado em 2015, da Secretaria de Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina. (COMARELLA et al, 2016).

Devido ao seu pioneirismo, e a parceria estabelecida entre os governos de Santa Catarina e Paraná, através da Rede Gov. BIM Sul, a escolha desse guia representa uma escolha adequada como caderno base para o desenvolvimento do próprio guia do estado do Paraná (COMARELLA et al, 2016).

Portanto, neste trabalho, o Caderno de projetos BIM de Santa Catarina (figura 3), foi o guia para os níveis de desenvolvimento do modelo que foi desenvolvido posteriormente.

Figura 3 - Capa do caderno de projetos de SC



Fonte: Santa Catarina (2015).

2.3.4.3 Modelagem de acordo com o caderno de projetos de Santa Catarina

Primeiramente, alguns requisitos específicos precisam ser levados em conta ao longo do desenvolvimento do modelo. Para extração de todas as informações do modelo afim de possibilitar o levantamento de quantitativos de maneira eficaz, para posterior elaboração do orçamento de obras públicas, faz-se necessário que o ND400 seja plenamente alcançado. O nível ND500 não se torna necessária para essa etapa justamente porque este nível é alcançado quando o projeto é compatibilizado com o que foi construído fisicamente “as built “(COMARELLA et al, 2016).

Os requisitos específicos, para paredes, esquadrias, mobiliários e demais itens de projetos arquitetônicos e complementares devem ser atendidos durante a modelagem. Estes requisitos estão dispostos no quadro 03:

Quadro 3 - Informações em função do ND de alguns elementos de projeto (continua)

Paredes externas e internas					
Informações	ND 100	ND 200	ND 300	ND 350	ND 400
Tipo e espessura	X	X	X	X	X
Restrição da base	X	X	X	X	X

Deslocamento da base	X	X	X	X	X
Deslocamento do topo	X	X	X	X	X
Restrição do topo	X	X	X	X	X
Altura	X	X	X	X	X
Delimitador de cômodo	X	X	X	X	X
Função		X	X	X	X
Material do núcleo		X	X	X	X
Materiais das faces			X	X	X
Fabricante					X
Classificação DEINFRA			X	X	X
Classificação SINAPI			X	X	X
Classificação Omniclass			X	X	X
Classificação Unifomat			X	X	X
Resistência acústica					X
Resistência ao fogo					X
Custo por m ²					X
Fase construtiva	X	X	X	X	X
Portas					
Tipo e dimensões da folha (dimensão da alvenaria e dimensão de acesso)	X	X	X	X	X
Nível do pavimento.	X	X	X	X	X
Material da folha			X	X	X
Tipo e dimensões dos batentes			X	X	X
Material dos batentes			X	X	X
Tipo e dimensões das guarnições			X	X	X
Acabamento da folha					X
Acabamento dos batentes					X
Acabamento das guarnições					X
Fabricante					X
Classificação DEINFRA			X	X	X
Classificação SINAPI			X	X	X
Classificação Omniclass			X	X	X
Classificação Unifomat			X	X	X
Representação de solução				X	X
Resistência acústica					X
Resistência ao fogo					X
Custo por unidade					X
Fase construtiva					X
Janelas					
Tipo e dimensões da folha (dimensão da alvenaria e dimensão de acesso)	X	X	X	X	X
Função		X	X	X	X
Material da folha			X	X	X
Tipo e dimensões da moldura			X	X	X
Fabricante			X	X	X
Marca das Ferragens			X	X	X
Tipo e espessura do vidro			X	X	X
Classificação DEINFRA			X	X	X
Classificação SINAPI			X	X	X
Classificação Omniclass			X	X	X
Classificação Unifomat			X	X	X
Representação de solução				X	X
Resistência acústica					X

Resistência ao fogo					X
Custo por unidade					X
Fase construtiva	X	X	X	X	X
Mobiliários					
Tipo e dimensões	X	X	X	X	X
Função		X	X	X	X
Material			X	X	X
Fabricante			X	X	X
Marca das ferragens			X	X	X
Classificação DEINFRA			X	X	X
Classificação SINAPI			X	X	X
Classificação Omniclass			X	X	X
Classificação Unifomat			X	X	X
Resistência acústica					X
Resistência ao fogo					X
Custo por unidade					X
Demais itens do projeto Arquitetônico e complementares					
Tipo e dimensões	X	X	X	X	X
Função		X	X	X	X
Material			X	X	X
Fabricante			X	X	X
Classificação DEINFRA			X	X	X
Classificação SINAPI			X	X	X
Classificação Omniclass			X	X	X
Classificação Unifomat			X	X	X
Representação da solução				X	X
Resistência ao fogo					X
Custo por unidade					X
Fase construtiva	X	X	X	X	X
Observação 1: Os referidos itens, quando consumidores de energia elétrica, deverão trazer a informação de potência (W, kW, VA, kVA), corrente (mA, A) e tensão (V).					
Observação 2: Para os referidos itens, deverão ser consideradas as informações fundamentais acerca do elemento em questão. Ex.: tubulações devem trazer informações adicionais de diâmetro e classe de pressão					
Observação 3: Se for preciso, a CONTRATADA deverá criar novos parâmetros para classificar os elementos e materiais do projeto a serem extraídos para cada Quadro.					

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de SANTA CATARINA (2015)

Segundo Comarella (2016), algumas dessas informações não serão extraídas de maneira automática pelo software de modelagem. No exemplo a seguir, vemos um modelo criado com auxílio de tecnologia BIM, utilizando o software Revit, mas sem a preocupação com os níveis de desenvolvimento, então algumas adaptações precisam ser feitas para atingir o ND400. Primeiramente, é necessário identificar todos os elementos do modelo 3D através de planilhas geradas automaticamente pelo software. Então, deve ser criada uma planilha de apoio, com os dados constantes dos elementos, acrescentando os requisitos necessários para atingir o ND400 (COMARELLA et. al, 2016). O quadro 5 mostra uma de planilha de apoio para

preenchimento das informações para o exemplo de uma porta de madeira presente em um modelo genérico.

Quadro 4 - Planilha de apoio para preenchimento de informações de um exemplo.

Nome do Elemento	ALG_Abrir – madeira: Porta 60x210
Tipo e dimensões da folha (dimensão da alvenaria e dimensão do acesso)	Porta de abrir Lisa 60x210 cm Parede 20cm
Nível do pavimento	1
Material da folha	Madeira
Tipo e dimensões dos batentes	Batente em PVC Wood 11 cm
Material dos batentes	PVC
Tipo e dimensão das guarnições	Guarnição em PVC Wood 6 cm
Acabamento da folha	Lâmina pré composta tipo Curupixá com verniz
Acabamento dos batentes	Lâmina pré composta tipo Curupixá com verniz
Acabamento das guarnições	Lâmina pré composta tipo Curupixá com verniz
Fabricante	Pormade
Classificação DEINFRA	42704
Classificação SINAPI	5020
Classificação OmniClass	23-17 11 15 27
Classificação Unifomat	C102001
Representação de solução	Instalado pronto in loco
Resistência acústica	26 dB
Resistência ao fogo	NE
Custo por unidade	R\$ 520,50
Fase construtiva	Aprovação Prefeitura

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de COMARELLA (2016)

Segundo Comarella et. al (2016), os parâmetros nativos extraídos pelo software estão destacados na cor verde, já os parâmetros que devem ser posteriormente inseridos manualmente estão indicados na cor laranja.

O acréscimo de informações pode, e deve, ser feito se necessário ou de acordo com solicitação da contratante. (SANTA CATARINA, 2015).

De acordo com Comarella et. al (2016), essas informações são dependentes de maneira cumulativa. Ou seja, só é possível avançar para o próximo nível quando alcançado o nível anterior por completo.

2.3.4.4 Importância do detalhamento

O tipo de detalhamento e desenvolvimento do modelo varia de acordo com a finalidade da edificação e seu tipo de construção. Entretanto, independente disso, o

nível de detalhe do modelo reflete diretamente o grau de reconhecimento pelo computador e a funcionalidade que a modelagem BIM pode conseguir (EASTMAN, et. al. 2014).

Ainda que bem detalhado, o modelo 3D por si só ainda não é suficiente para fornecer todas as informações de uma edificação. É necessário definir e extrair do modelo especificações técnicas de materiais, acabamentos, níveis de qualidade, procedimentos construtivos entre outros. Essas especificações podem ser organizadas de acordo com o tipo dos materiais ou classes de trabalho (EASTMAN, et. al. 2014).

2.3.4.5 Desenvolvimento multidisciplinar

O modelo 3D pode ter cada sistema desenvolvido de maneira separada, por uma ou múltiplas equipes, compartilhando apenas uma geometria 3D de referência. Após o desenvolvimento de cada sistema, é necessário efetuar uma integração de todas as atividades por meio de uma ferramenta hospedeira. Esta metodologia de trabalho comprova-se eficaz (EASTMAN, et. al. 2014).

Uma das funções de maior importância na concepção de modelos BIM é a do coordenador de projeto. Ele é responsável pela integração e compatibilização de todos os projetos, detecção de interferências, gerenciamento das equipes multidisciplinares de desenvolvimento e ser a ligação entre contratada e contratante (SANTA CATARINA, 2015).

2.4 Quantitativos e Estimativas de Custo

Através da tecnologia BIM, os processos de quantificação são padronizados, pois a medida que os elementos paramétricos são inseridos no modelo, as informações necessárias para quantificação são atribuídas, fazendo com que a extração de quantitativos ocorra de maneira automática. Segundo Lima (2014), a extração de quantitativos está entre as principais qualidades de um software BIM. Por se tratar de um modelo paramétrico e dinâmico, qualquer modificação na modelo 3D refletirá automaticamente nas tabelas quantitativas.

Todavia, apesar desta facilidade, o orçamentista ainda tem função considerável, pois faz-se necessária a observação e ponderação das condições da

obra que interferem nos custos. Para Eastman et al (2014), a tecnologia BIM pode ser usada para facilitar a custosa tarefa que é o levantamento de quantitativos. Após isso, o orçamentista deve visualizar, identificar e avaliar as situações, com o intuito de aprimorar os custos finais da obra.

2.4.1 Metodologias de orçamentação com tecnologia BIM

Atualmente, de acordo com Bagno e Arantes (2016), a tecnologia BIM disponível não possibilita uma orçamentação diretamente do software de modelagem (3D-BIM). A utilização de uma ferramenta externa no formato IFC se faz necessária ou a transferência direta através de plug-ins quando os softwares utilizados apresentam o mesmo formato de definição de dados (MONTEIRO e MARTINS, 2013). Segundo Eastman et al. (2014), a orçamentação utilizando o BIM como suporte pode ser elaborada de três maneiras:

1. Consiste em extrair quantitativos do software de modelagem, e exportar para um software de orçamentação bidimensional.
2. Esta opção constitui-se na utilização de uma ferramenta para levantamento de quantitativos, através da importação de dados de ferramentas BIM, além da alternativa de fazer levantamentos manuais complementares.
3. Esta metodologia se baseia na ligação direta entre o modelo tridimensional parametrizado e o software de orçamentação. Para isso, é feita uma conectividade via plug-in, relacionando de maneira interligada e dinâmica o ambiente 3DBIM com o 5DBIM. Essa associação permite que a planilha orçamentaria mantenha-se atualizada automaticamente quando o modelo for modificado. Isso permite que o projetista e o orçamentista testem diversas soluções de projeto e analisem o impacto nos custos.

2.4.2 Processo de orçamentação com sistema BIM

A extração de quantitativos pode ser executada, assim como na criação do modelo tridimensional, de acordo com as fases do desenvolvimento físico da obra

(BADRA, 2012). Segundo Badra (2012), o processo de orçamentação pode ser desenvolvido da seguinte maneira:

1. Lista de projetos recebidos: assim que o orçamentista receber os projetos, é importante que elabore uma listagem com todos os projetos recebidos, destacando a qual sistema ele se refere (arquitetura, instalações elétricas, e qual a sua versão).
2. Memorial de acabamentos planilhado: traduzir o memorial descritivo de acabamentos em planilhas, definindo maneiras de identificação.
3. Relatórios quantitativos: as quantidades devem ser espelhos dos projetos, então é importante seguir uma ordem de construção: fundação, superestrutura, alvenaria e acabamento de paredes, acabamento de pisos, acabamento de tetos e caixilhos.
4. Quadro de distribuição de quantidades: este quadro nada mais é que um resumo das informações quantitativas mais importantes. Deve seguir os centros de custos, originando a planilha orçamentária final, o cronograma físico-financeiro e o acompanhamento dos serviços.
5. Planilha orçamentária: nesta etapa serão adicionados os preços dos quantitativos, gerando então o preço e o custo da edificação. Destaca-se a importância da coluna de observações, onde deve ser inserida a origem do preço unitário, que deve ser extraída de tabelas como SINAPI, SINCRO, PINI, etc. Ao fim desta etapa, o orçamento está finalizado, mas a análise do orçamentista ainda não (BADRA, 2012).
6. Curva ABC: é uma análise da prioridade dos serviços, de acordo com seu percentual em relação ao custo total da obra. Recomenda-se que, para edificações tradicionais, os principais serviços representem 80 (oitenta) por cento do custo final da obra.
7. Composição de BDI: nesta etapa será calculada a bonificação de despesas indiretas de acordo com parâmetros como taxa de administração central, custo financeiro, seguros, margem de incerteza, tributos e margem bruta de contribuição (lucro bruto previsto).
8. Identificação dos encargos sociais e aplicação na mão de obra: os encargos sociais devem estar sempre de acordo com as leis vigentes. São disponibilizadas tabelas para consulta dos percentuais de cada encargo.

9. Composição dos preços unitários: importante descrição de como foram obtidos os preços unitários, quanto do preço unitário corresponde a mão de obra, encargos e BDI além de descrições detalhadas dos materiais e métodos construtivos.

Ao fim destas etapas, o orçamento estará pronto para ser analisado pelos gestores públicos, determinando sua aprovação ou não (BADRA, 2012).

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia que foi utilizada para o desenvolvimento deste trabalho consistiu, em sua maior parte, em uma revisão bibliográfica. Aspectos gerais do sistema BIM foram levados em consideração, assim como a explicação de conceitos, além de aspectos técnicos específicos para a modelagem e orçamentação auxiliada por tecnologia BIM.

Esse trabalho foi executado em 4 etapas:

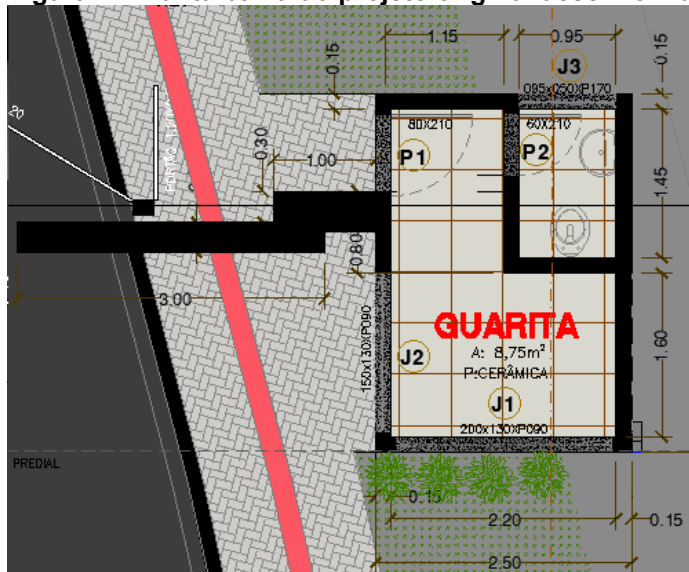
- 1ª etapa: coleta de dados. A pesquisa inicial foi feita por meio de artigos acadêmicos e websites especializados em tecnologia BIM visando melhor contextualização do tema, compreensão do sistema BIM e assimilação de conceitos específicos.
- 2ª etapa: análise das informações obtidas na primeira etapa. Após estudo do material compilado na etapa anterior, foi elaborada a contextualização do tema apresentado, visando definir os objetivos gerais e específicos, assim como ocorreu a classificação de informações para construção do referencial teórico.
- 3ª etapa: foram consultados guias e manuais de autores renomados e órgãos públicos para o desenvolvimento de modelagem e orçamentação com sistema BIM.
- 4ª etapa: finalizando o projeto, foi desenvolvido um modelo BIM nas dimensões 3D de uma edificação pública já executada, que foi concebida pelo método tradicional (sistema CAD + orçamentação tradicional), seguindo as diretrizes apresentadas neste trabalho. Posteriormente, foi feito comparativo de quantitativos de alguns elementos construtivos extraído do modelo BIM e o que foi criado através da metodologia tradicional pelo órgão público competente.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Modelagem da edificação pública seguindo as orientações estudadas no trabalho

Para a demonstração dos conceitos apresentados neste trabalho, foi desenvolvido um modelo BIM 3D de uma edificação pública real. A edificação escolhida foi uma guarita de uma Universidade localizada na cidade de Guarapuava - PR. O projeto e o orçamento utilizado no processo licitatório foram desenvolvidos pelo método tradicional pela equipe de engenharia da Universidade. A obra foi finalizada e entregue a Universidade em fevereiro de 2018. Na figura 4 observa-se a planta baixa que foi desenvolvida através do método tradicional pelo órgão público responsável.

Figura 4 - Planta baixa do projeto original desenvolvido no software AutoCAD.

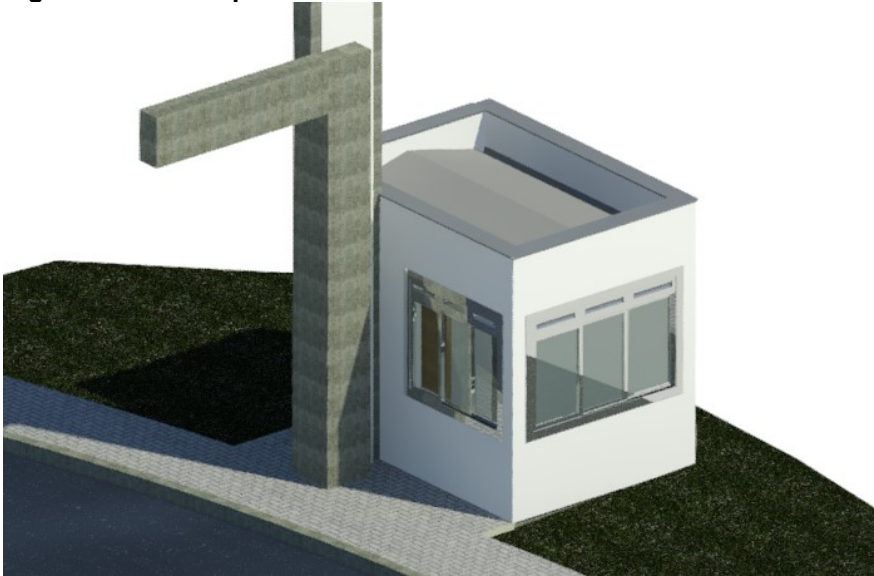


Fonte: Autoria própria (2018).

4.1.1 Modelagem BIM

Para o exemplo demonstrativo, o projeto foi modelado baseando-se no projeto arquitetônico original, com auxílio do software Revit® 2017, seguindo os níveis de desenvolvimento e orientações apresentadas neste trabalho. Na figura 5, é apresentado este modelo.

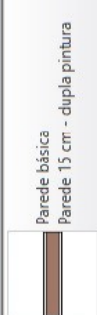
Figura 5 - Modelo parametrizado desenvolvido no software Revit®



Fonte: Autoria própria (2018).

A modelagem foi elaborada visando atingir os níveis de desenvolvimento apresentados pelo Caderno de Projetos de Santa Catarina. O software escolhido foi o Revit® 2017, da Autodesk. A seleção por esse software foi feita por dois motivos. O primeiro, é por se tratar do produto mais difundido no mercado atual; e o segundo, é pelo fato de o software apresentar maioria dos parâmetros e especificações necessárias para atingir os níveis de desenvolvimento dos elementos construtivos propostos no Caderno de Projetos de Santa Catarina. Nota-se isso na figura 6, que ao utilizar uma parede como exemplo, vemos que o software apresenta maioria das especificações necessárias para atingir o nível de desenvolvimento ND-400, o que garante uma modelagem correta e uma extração de quantitativos funcional para a elaboração do orçamento.

Figura 6 - Parâmetros disponibilizados automaticamente pelo software Revit.

Propriedades		Família:	Família do sistema:	Parâmetro	Valor
 Parede básica Parede 15 cm - dupla pintura			Parede básica		
Restrições Linha de localização Restriçac da base Deslocamento da base <input type="checkbox"/> A base está anexada Distância da extensão da base Restrição superior Altura desconectada Deslocamento superior <input type="checkbox"/> O topo está anexado Distância da extensão superior Delimitação de ambientes <input checked="" type="checkbox"/> Relativo à massa					
Restrições Linha central da parede PAV, TERREO 0,0000 <input type="checkbox"/> 0,0000 Não conectado 2,5215 0,0000 <input type="checkbox"/> 0,0000 <input type="checkbox"/> 0,0000 <input checked="" type="checkbox"/>					
Restrições LADO EXTERNO Espessura Pintura 0,0025 Argamassa de parede 0,0225 Camadas acima da virada do rev 0,0000 Alvenaria - Tijolo 0,1400 Camadas abaixo da virada do re 0,0000 Argamassa de parede 0,0225 Pintura 0,0025					
Parâmetros de tipo Resistência térmica (R) Massa térmica Absorção Rugosidade Dados de identidade Tipo de imagem Nota-chave Modelo Fabricante Comentários de tipos URL Descrição Descrição de montagem Código de montagem Marca de tipo Classificação de incêndio Custo SINAPI					0.100000 1 moldada in loco não combustível 549,90 87473

Fonte: Autoria própria (2018).

No quadro 5 pode-se observar as propriedades necessárias para as paredes atingir o ND-400 segundo o Caderno de Projetos de Santa Catarina. Mesmo o Revit® mostrando-se bastante completo, ainda não foi possível extrair automaticamente todas as propriedades necessárias para que o exemplo atingisse o nível de desenvolvimento ND-400.

Quadro 5 - Informações em função do ND para paredes.

Paredes externas e internas					
Informações	ND 100	ND 200	ND 300	ND 350	ND 400
Tipo e espessura	X	X	X	X	X
Restrição da base	X	X	X	X	X
Deslocamento da base	X	X	X	X	X
Deslocamento do topo	X	X	X	X	X
Restrição do topo	X	X	X	X	X
Altura	X	X	X	X	X
Delimitador de cômodo	X	X	X	X	X
Função		X	X	X	X
Material do núcleo		X	X	X	X
Materiais das faces			X	X	X
Fabricante					X
Classificação DEINFRA			X	X	X
Classificação SINAPI			X	X	X
Classificação Omniclass			X	X	X
Classificação Unifomat			X	X	X
Resistência acústica					X
Resistência ao fogo					X
Custo por m ²					X
Fase construtiva	X	X	X	X	X

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de SANTA CATARINA (2015).

As linhas destacadas em verde representam os parâmetros apresentados automaticamente pelo software Revit®. Já as linhas destacadas em laranja, representam as propriedades que o software não é capaz de extrair, então, torna-se necessário o preenchimento dessas propriedades de maneira manual, como apresentado no quadro 6 de apoio indicado por Comarella.

Quadro 6 - Quadro de apoio para preenchimento de informações de uma parede. (continua)

Nome do Elemento	PAR_01
Tipo e espessura	Parede de alvenaria 14 cm
Nível do pavimento	térreo
Material do núcleo da parede	alvenaria
Material acabamento da face interna	Pintura cor branco gelo

Material acabamento da face externa	Pintura cor cinza
Excessura argamassa	2 cm
Altura	2,30 m
Função	Parede externa
Fabricante	Moldada in loco
Classificação DEINFRA	42704
Classificação SINAPI	87473
Classificação OmniClass	3E.02.20.10.10
Classificação Unifomat	B201010
Representação de solução	Instalado pronto in loco
Resistência acústica	29 dB
Resistência ao fogo	Não combustível
Custo por unidade	R\$ 49,90
Fase construtiva	Construção nova

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de COMARELLA (2016)

Esse processo deve ser feito para todos os demais elementos de projeto, como portas, janelas, soleiras, forros, etc. Dessa forma, garante-se uma extração de quantitativos de maneira mais precisa e detalhada, o que é algo essencial para a boa qualidade do orçamento.

4.2 Divergências entre método tradicional e BIM

Durante a etapa de extração de quantitativos a partir do modelo elaborado no Revit®, foram notadas divergências de valores para maioria dos elementos quando comparados aos quantitativos presentes na planilha orçamentária. Afim de demonstrar essas divergências, foram escolhidos alguns elementos construtivos para serem analisadas como ocorreu a quantificação pelo Revit® e como possivelmente foi feita pelo engenheiro responsável pelo orçamento real. Os itens analisados foram os seguintes:

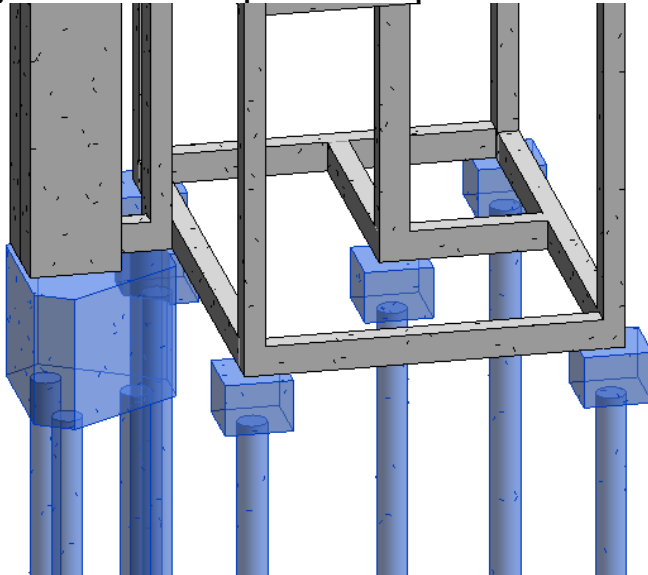
1. Escavação da fundação (blocos, estacas e vigas baldrame);
2. Volume de concreto da fundação;
3. Área de alvenaria;
4. Área de telhado;
5. Calhas
6. Rufos;
7. Esquadrias;

Também é importante salientar, que a comparação aconteceu de acordo com a maneira que foi feita a composição de preços unitários na planilha licitatória. Por

exemplo, a planilha licitatória utilizou a unidade de medida metros quadrados para a composição de preço do telhado, portanto, este trabalho foi feito utilizando o mesmo critério de medição de serviços. Ainda assim, pressupõe-se que algumas das divergências serão em função de critérios de medição e pagamento adotados pelo orçamentista e especificados, provavelmente, no caderno de encargos do órgão público.

A seguir, analisou-se a quantificação dos itens apresentados anteriormente. Escavação de fundações: Ao quantificar esta etapa, o Revit® leva em consideração apenas o volume exato dos blocos e estacas, não levando em consideração uma largura maior para escavação, como é feito no método tradicional. Além disso, o software não classifica as vigas baldrame como elementos da fundação da obra. O resultado apresentado pelo software BIM para o componente em questão foi de 1,97 m³, já o apresentado na planilha de licitação é de 2,83 m³. Porém escavações maiores que as peças de concreto são necessárias. Esse é um ponto que deverá ser ajustado no momento do orçamento, quando da elaboração dos critérios de medição e pagamento pelo profissional responsável pelo orçamento. A figura 7 destaca, na cor azul, quais são os componentes utilizados pelo software para essa quantificação:

Figura 7 - Elementos quantificados pelo Revit®



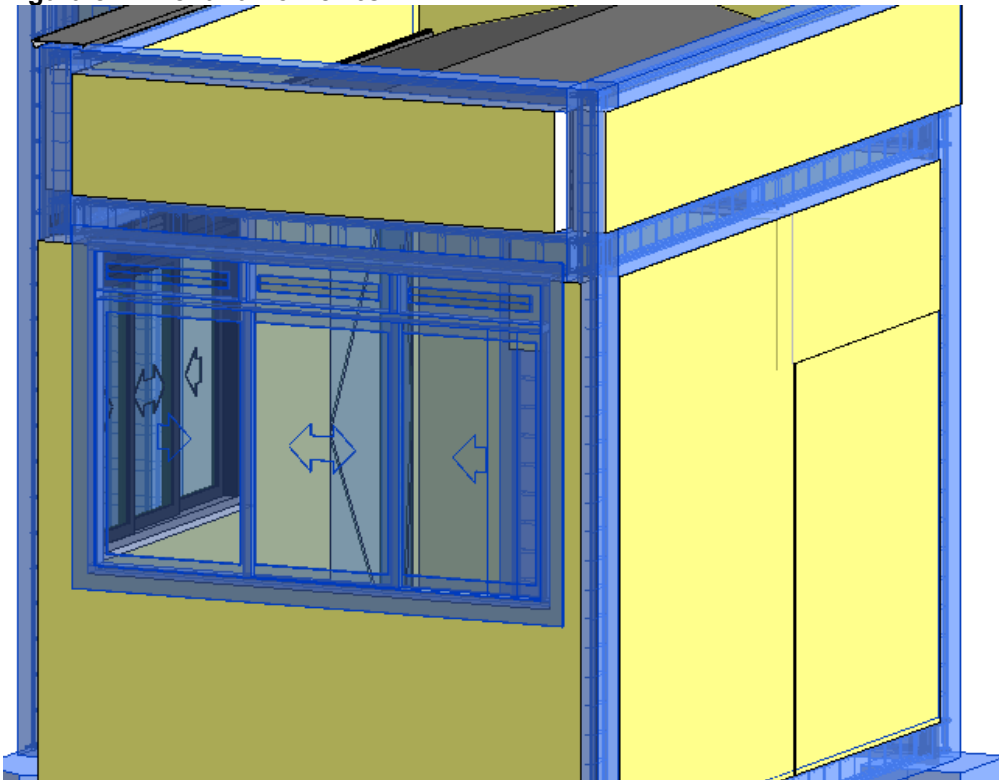
Fonte: Autoria própria (2018).

Volume de concreto da fundação: Segundo o Revit®, o volume de concreto foi idêntico ao volume de escavação, já que ele utiliza o mesmo critério para quantificação destes dois elementos. Já no orçamento feito de maneira manual, esse valor é de 1,51

m³. Aqui nota-se uma grande divergência dentro do método tradicional, já que o volume de escavação e o volume de concreto da infraestrutura deveriam ser iguais ou muito próximos.

Área de alvenaria: O valor apresentado na planilha de licitação é de 39,19 m², enquanto o Revit® apresenta uma área igual a 35m². Essa diferença ocorre pelo fato do software descontar todas as aberturas da edificação, enquanto no método tradicional, provavelmente são estabelecidas aberturas mínimas para ocorrer o desconto da área de alvenaria. Além disso, no processo BIM também é levado em conta a existência dos elementos estruturais, o que novamente gera descontos na área de alvenaria. Estes dois fatos tornam este processo visivelmente mais preciso quando feito pelo BIM. A figura 8 apresenta ilustrativamente quais as áreas foram utilizadas pelo software para quantificação do serviço, com destaque em azul para os elementos descontados pelo Revit ®.

Figura 8 - Alvenaria no Revit®

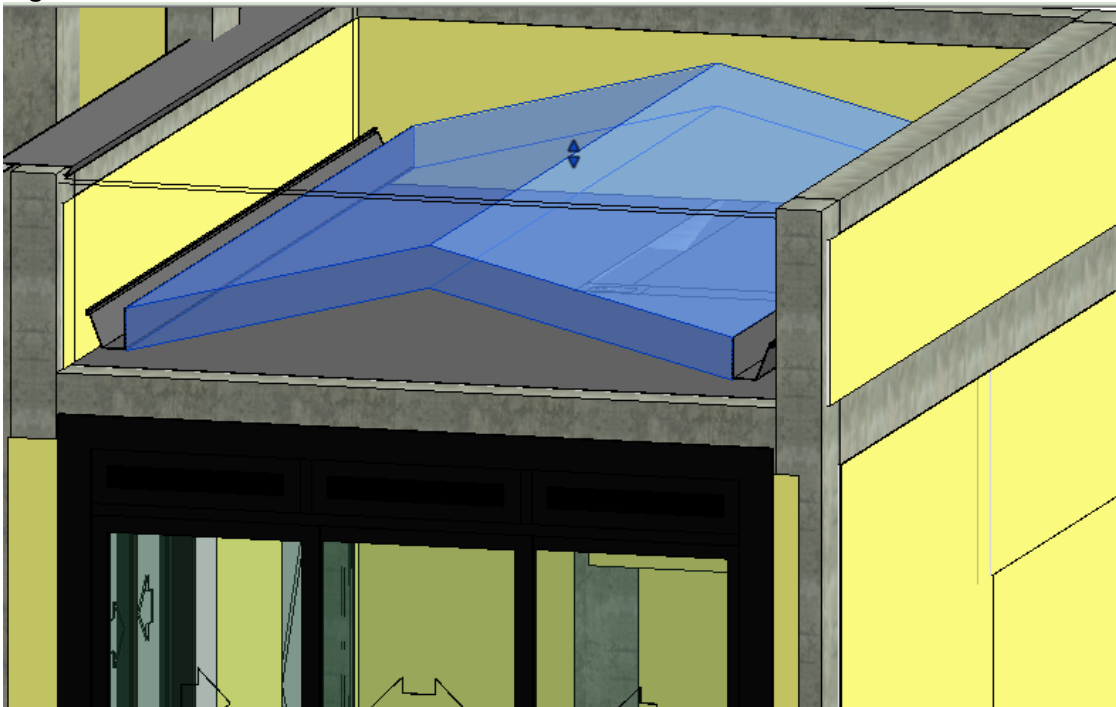


Fonte: Autoria própria (2018).

Área de telhado: A planilha orçamentária contempla o elemento telhado por área construída coberta. Porém, mesmo nesse caso em que trata-se de uma obra simples e de pequenas dimensões, foi possível notar, mais uma vez, uma possível

falha no processo orçamentário. Neste caso, o orçamentista considerou a área construída, mas negligenciou a área de platibanda. Sendo assim, o valor obtido foi de 8,75 m². O levantamento feito através do Revit® relatou uma área de telhado igual a 6,11 m². O software chegou neste valor pois além de levar em conta a área de platibanda, ele também descontou a área ocupada pelas calhas (região em que realmente não há madeiramento de telhado). A figura 9 representa este detalhe, com destaque na cor azul para a área de telhado calculada no programa BIM.

Figura 9 - Área de telhado no Revit®



Fonte: Autoria própria (2018).

Calhas e rufos: nestes elementos acessórios da cobertura, os comprimentos obtidos através da orçamentação manual foram de 7 metros para as calhas, e 12 metros para os rufos. Já o programa Revit®, apresentou 6,42 metros para calhas, e 11,59m para os rufos. Para este caso, a diferença ocorreu, mais uma vez, pela consideração das platibandas por parte do Revit® no levantamento das calhas.

Esquadrias: como na planilha licitatória as esquadrias foram consideradas por unidade, e não por área, então o resultado obtido entre o software BIM e o método tradicional foi o mesmo. Vale salientar, que para estes casos, é imprescindível que a esquadria modelada no programa seja idêntica a que se pretende instalar na edificação real e que foi levada em conta no orçamento tradicional.

Por fim, o quadro 7 apresenta uma comparação entre os quantitativos dos itens analisados.

Quadro 7 - Quadro de comparação entre quantitativos extraídos.

ITEM	DESCRIÇÃO	MÉTODO TRADICIONAL	MÉTODO BIM	DIFERENÇA (%)
1	Escavação das fundações	2,83 m ³	1,97 m ³	43,6
2	Volume de concreto das fundações	1,51 m ³	1,97 m ³	30,5
3	Área de alvenaria	39,19 m ²	35,00 m ²	11,97
4	Área de telhado	8,75 m ²	6,11 m ²	43,2
5	Calhas	7,00 m	6,42 m	9,03
6	Rufos	12,00 m	11,59 m	3,53
7	Esquadrias	5 un	5 un	0

5 CONCLUSÃO

5.1 Relação dos objetivos do trabalho com os resultados obtidos

Dentre os objetivos propostos no trabalho, conclui-se que todos os objetivos foram atingidos, da seguinte maneira:

- Definir o que é o sistema BIM e como pode ser usado para elaborar orçamentos de obras: Foi desenvolvida revisão bibliográfica e pesquisa de obras dos primeiros autores que criaram o conceito BIM, ainda na década de 1980.
- Explanar quais as principais falhas no processo de orçamentação feita por meio do método tradicional: Revisão bibliográfica de artigo científico que trata exclusivamente sobre este tema.
- Identificar como a tecnologia BIM pode contribuir para um processo de orçamentação mais eficiente em relação ao método tradicional: Revisão bibliográfica de autores renomados na área de orçamentos, como Luiz Antonio Badra.
- Apresentar os níveis de desenvolvimento que o modelo BIM deve possuir para ser utilizado na elaboração de projetos e orçamento de obras públicas: Foi pesquisado quais os guias disponíveis no mundo e principalmente no Mercado brasileiro, para então ser adotado como referência o guia de projetos BIM de Santa Catarina.
- Modelar uma edificação pública com auxílio de tecnologia BIM seguindo as orientações estudadas neste trabalho e posterior análise dos resultados: ao modelar uma edificação com tecnologia BIM e analisar os resultados, observa-se que todos os elementos selecionados apresentaram menores quantitativos quando orçados com auxílio de tecnologia BIM. Mesmo no nosso exemplo, que trata-se de uma edificação pequena e simples, alguns elementos chegaram a apresentar diferenças percentuais relevantes, como 43% para os casos da escavação da fundação e do telhado, e 12% para a área de alvenaria. Esses percentuais, em uma obra de grande porte poderiam comprometer seriamente o orçamento e posteriormente a execução da obra.

5.2 Contribuições do trabalho

Esse trabalho contribui para que o leitor tenha um contato inicial com a tecnologia BIM, apresentando-a e justificando como essa tecnologia pode melhorar um importante processo da concepção de uma obra: o orçamento.

Além disso, o trabalho visa apresentar, de maneira mais simples quando comparado a guias de elaboração de projetos BIM, elementos importantes para o desenvolvimento de projetos, tornando-o funcionais quando se trata de extração de quantitativos para elaboração de orçamentos.

5.3 Limitação com relação aos procedimentos utilizados

Para os procedimentos realizados durante este trabalho, a maior limitação encontrada ocorreu durante a comparação do modelo 3D desenvolvido com auxílio de tecnologia BIM com o orçamento real utilizado no processo licitatório. Tal limitação é explicada pois como o orçamento foi desenvolvido por terceiros, não foi possível saber quais critérios de medição e pagamento foram utilizados, assim como qual foi a metodologia de extração de quantitativos adotada pelo orçamentista.

5.4 Sugestões para pesquisas futuras

A implementação do sistema BIM no setor de obras públicas do Brasil, além da inserção de custos de insumos na elaboração do modelo 3D BIM são algumas das sugestões para próximos estudos.

5.4 Considerações finais

O orçamento a partir de tecnologia BIM tem como vantagens um maior detalhamento e especificações de componentes, rápida extração e maior precisão nos quantitativos. Porém, para que essas vantagens ocorram de fato, o conhecimento técnico do profissional que elabora projetos (engenheiros, arquitetos, tecnólogos, entre outros) torna-se imprescindível para que ele desenvolva o modelo virtual de maneira fiel ao que se pretende construir. Também é importante salientar a

importância da análise e classificação das informações entregues pelo sistema BIM, sendo assim, o papel do orçamentista continua de grande relevância.

Para o autor, a abordagem do tema foi de grande crescimento para sua formação acadêmica, visto que o orçamento é uma das principais ferramentas de planejamento e controle de obras, então estudar este objeto mais profundamente contribuiu para o conhecimento de um processo que muito provavelmente terá que desenvolver durante a vida profissional. Além disso, durante o desenvolvimento de um orçamento, faz-se necessário o conhecimento de várias outras disciplinas que são cursadas na graduação em Engenharia Civil, como processos construtivos, sistemas estruturais, hidráulicos, elétricos, etc. Então quando trata-se da elaboração de orçamentos, estamos tratando de um processo multidisciplinar e que exige e fornece para o profissional um vasto conhecimento da área de engenharia civil.

REFERÊNCIAS

ADOOR, M. et al. **Colocando o "i" no BIM**. Emphasizing the "information" in BIM. USJT - arq.urb - número 4 segundo semestre de 2010.

ANDRADE, A. C., SOUZA U. E. L. **Diferentes abordagens quanto ao orçamento de obras habitacionais: aplicação ao caso do assentamento da alvenaria**. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Meio Ambiente Construído – Foz do Iguaçu: ENTAC, 2002.

BADRA, Pedro Antonio Lousan. **Guia prático de orçamento de obras: do escalímetro ao BIM**; São Paulo : Pini, 2012.

BAGNO, Rodrigo; ARANTES, Eduardo. **BIM no processo de orçamentação de um empreendimento residencial**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Anais... 2016: ANTAC, 2016. p. 4661-4678.

Brasil. Tribunal de Contas da União. **Orientações para elaboração de planilhas orçamentárias de obras públicas** / Tribunal de Contas da União, Coordenação-Geral de Controle Externo da Área de Infraestrutura e da Região Sudeste. – Brasília: TCU, 2014.

BUENO, Willian. **GSA, Criada para ser referência**. Instituto de Obras Públicas.2016. Disponível em: <<https://iop.org.br/2016/08/24/gsacriadaparasereferencia/>>. Acesso em: 26 mai. 2018.

CALVERT,N. **10 points and the benefits of bim**. Synchro Software. Disponível em: < <http://blog.synchro ltd.com/10-points-and-the-benefits-of-bim>>.Acesso em: 17 mai. 2018.

CARDOSO, R. S. **Orçamento de obras em foco: um novo olhar sobre a engenharia de custos**. São Paulo: Pini, 2009.

COMARELLA, C.W.; FERREIRA, E. V.; SILVA, R.K.P. da. **Níveis de desenvolvimento BIM de guias nacionais e internacionais**. Curitiba: Universidade Positivo. Dissertação (Graduação). P R, 2016.

DEINFRA (2018). **Quem somos**. <Disponível em: <http://www.deinfra.sc.gov.br/deinfra>>. Acesso em: 17 jun. 2018.

Dias, P. R. V. **Uma Metodologia de Orçamentação para Obras Civis**. 172 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2002.

DOMINGUES, M. A. **Orçamentação de empreendimentos de arquitetura e engenharia civil: uma solução metodológica para atender a lei de responsabilidade fiscal e a lei de licitações**. São Paulo: UNIP, 2003.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM**. 1ª ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2014.

FARIAS, Pedro Paulo Piovesan. **Licitações e obras públicas. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar**. CREA-PR, 2016.

FERREIRA, Júlia Borges Pires. **Análise do cenário de implantação do BIM em obras e projetos de arquitetura, engenharia, construção e operação no governo brasileiro e estrangeiro**. / Júlia Borges Pires Ferreira. – 2017.

GARCIA, L. E. M. **Dissertação Avaliação de Orçamentos em Obras Públicas**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

KASSEM, Mohamad e AMORIM, Sergio R. Leusin. **Building Information Modeling no Brasil e na União Européia**. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior (MDIC). Brasília, 2015.

LIMA, C.C. **Revit Architecture conceitos e aplicações**. 1ª ed. São Paulo: Editora Érica, 2012

MANZIONE, Leonardo. **Seminário: Interoperabilidade: quebrando paradigmas**. Seminário BIM de Santa Catarina. Mar. 2014.

MARCHIORI, F. F. **Desenvolvimento de um Método para a Elaboração de Redes de Composições de Custo para Orçamentação de Obras de Edificações**. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Departamento de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

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

MONASTIER, A.B. **Tabela SINAPI: obrigatoriedade de uso e possibilidade de flexibilização**. Disponível em: < <https://www.zenite.blog.br/tabela-sinapi-obrigatoriedade-de-uso-e-possibilidade-de-flexibilizacao/>>. Acesso em 17 jun. 2018

MONTEIRO, A.; MARTINS, J. P. **A survey on modeling guidelines for quantity takeoff oriented BIM-based design**. Automation in Construction. v. 35, p. 238-253. 2013. Disponível em: <<http://www-sciencedirectcom.ez27.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0926580513000721>>. Acesso em: 14 mai. 2018

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2000.

SAKAMORI, Marcelo Mino. **Modelagem 5D (BIM) : processo de orçamentação com estudo sobre controle de custos e valor agregado para empreendimentos de construção civil**. Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Construção Civil, 2015.

SASAKI, Lídio Akio. **BIM nas Obras Públicas. 2017**. Disponível em: <<http://www.bim.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=79>>. Acesso em: 28 mar. 2018.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. **Caderno de apresentação de projetos em BIM**. Santa Catarina:[s.n.], 2015.

SUZUKI, Rogério. **BIM e Governo: oportunidade para o mercado brasileiro**. Disponível em: <<https://www.sindusconsp.com.br/bim-e-governo-oportunidade-para-o-mercado-brasileiro/>>. Acesso em: 28 mar. 2018.

TEIXEIRA, Luciene Pires. **Desempenho da construção brasileira**. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

TISAKA, M. **Orçamento Aberto**. Revista Construção e Mercado, São Paulo, n. 61, ago. 2006.