

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Laura de Medeiros Winter**

**MÉTODO PARA O PLANEJAMENTO DA MODELAGEM BIM  
PARA FINS DE ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO  
ANALÍTICO**

Porto Alegre  
Julho, 2017

**LAURA DE MEDEIROS WINTER**

**MÉTODO PARA O PLANEJAMENTO DA MODELAGEM BIM  
PARA FINS DE ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO  
ANALÍTICO**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientador: Eduardo Luís Isatto**

Porto Alegre  
Julho, 2017

**LAURA DE MEDEIROS WINTER**

**MÉTODO PARA O PLANEJAMENTO DA MODELAGEM BIM  
PARA FINS DE ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO  
ANALÍTICO**

Porto Alegre, julho de 2017

Prof. Eduardo Luís Isatto  
Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientador

**BANCA EXAMINADORA**

**Cícero Rodrigues Sallaberry (ProjetaBIM)**  
Engenheiro pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Flávia Scortegagna Maritan (Construtora Virtual)**  
Arquiteta pela Unisinos

**Prof.a Luciani Somensi Lorenzi (UFRGS)**  
Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, Paulo Renato Winter e  
Elizabeth Regina de Medeiros, e aos meus irmãos, Paula  
Winter e Aloysio Winter.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, sobretudo, aos meus pais, Paulo e Elizabete, pelo grande apoio e incentivo recebidos desde sempre. Aos meus irmãos, Paula e Aloysio, que sempre estiveram ao meu lado e incentivando. Ao meu namorado, Affonso, pela paciência, companheirismo e compreensão. Aos meus avós, que foram a base da minha família.

Agradeço ao Prof. Dr. Eduardo Luis Isatto por todas as orientações e conselhos recebidos durante a realização deste trabalho e ao longo da graduação.

Agradeço às empresas que me forneceram o material para o estudo e que me deram a oportunidade de aprender ainda mais.

Agradeço aos colegas e amigos da Filippon Engenharia e da construtora Dib&Dib pelos conselhos, aprendizados e exemplos de coleguismo.

Agradeço aos meus amigos e colegas que me apoiaram e me compreenderam durante o desenvolvimento deste trabalho.

Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, e não há sucesso no que não se gerencia.

*William Edwards Deming*

## RESUMO

O orçamento analítico requer um grau de especificação maior do que os outros orçamentos, exigindo um detalhamento mais acurado. O controle e a manipulação da informação são importantíssimos para o gerenciamento e o sucesso de qualquer empreendimento. O BIM (*Building Information Modeling*) é uma tecnologia que tem uma grande vantagem: reúne as informações de um projeto e vincula-as a um modelo. Para que a sua implementação tenha sucesso, é necessário compreender e manipular as informações para se ter o melhor aproveitamento. Assim, o planejamento visando os benefícios desta tecnologia é o primeiro passo para o seu sucesso. Dessa forma é possível verificar a informação mais rapidamente e evitar que algumas informações importantes sejam perdidas em um documento externo ou separado do próprio projeto. O presente trabalho desenvolverá um método, a partir de um problema real identificado, cujo objetivo será o desenvolvimento de um planejamento integrado do orçamento analítico para aproveitar ao máximo os benefícios que essa nova tecnologia pode oferecer a esta área, com base em experiências reais e aprofundamento de estudo teóricos. Serão analisadas ainda as dificuldades e as peculiaridades do uso dessa tecnologia em dois empreendimentos de empresas distintas.

Palavras-chave: BIM (*Building Information Modeling*); Orçamento; Planejamento de custos.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Delineamento do trabalho .....	18
Figura 2 - Motivos para a implantação da tecnologia BIM.....	21
Figura 3 - Gráfico comparativo entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD) e o processo BIM.....	22
Figura 4 - Definição dos níveis de desenvolvimento. ....	23
Figura 5 - Relação entre Nível de Desenvolvimento, Detalhe e Informação. ....	24
Figura 6 - Etapas de orçamento. ....	26
Figura 7 - Impacto da variável com base no tempo decorrido do projeto. ....	27
Figura 8 - Esquema das fontes de informações para o desenvolvimento do orçamento analítico com o uso da tecnologia BIM.....	36
Figura 9 - Imagem de um modelo conforme o Caso 01, todo o projeto dos Painéis Pré-moldados de Concreto Arquitetônico (PPCA) em um único arquivo.....	40
Figura 10 - Imagem de um modelo conforme o Caso 02, projeto arquitetônico da base com as áreas condominiais de um empreendimento. ....	41
Figura 11 - Imagem de um modelo conforme o Caso 02, projeto arquitetônico das áreas condominiais da torre mais o primeiro apartamento de um empreendimento. ....	42
Figura 12 - Imagem de um modelo conforme o Caso 02, projeto arquitetônico do pavimento tipo de um empreendimento. ....	42
Figura 13 - Imagem de um modelo conforme o Caso 03, projeto hidrossanitário de um empreendimento. Neste modelo há um pavimento tipo e o primeiro pavimento privativo, que não é tipo pois possui um terraço. ....	43
Figura 14 - Projeto de modulação de gesso com as placa de gesso modeladas inteiras, sem divisões.....	48
Figura 15 - Modelo do projeto de gesso com as placas de gesso modeladas separadamente. .	48
Figura 16- Distribuição das fontes de informações da Empresas A e da Empresa B com base no valor do orçamento analítico em reais (R\$) .....	53
Figura 17 - Parâmetros de tipo de texto do Revit. ....	59
Figura 18 - Template no Revit com algumas tabelas pré-configuradas. ....	61
Figura 19 - Ficha de orçamento da Empresa A. ....	68
Figura 20 - Imagem do modelo do pavimento tipo da torre X, do lado esquerdo apenas os objetos estruturais e do lado direito os objetos arquitetônicos.....	75
Figura 21- Detalhe do encontra entre a viga, o drywall e as chapas de gesso coladas.....	77



Figura 22-Janela com detalhamento genérico e com o nome indicando o código da arquitetura (JA05 175X114).....	78
Figura 23 - Planilha no Revit que calcula a área total de todas as esquadrias de alumínio do pavimento tipo.....	79

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1- Distribuição das fontes de informação da Empresa A com base no valor (R\$).....	51
Gráfico 2 - Distribuição das fontes de informação da Empresa B com base no valor (R\$).....	52
Gráfico 3- Distribuição da Empresa B em relação à quantidade de quantitativos. ....	54
Gráfico 4- Distribuição dos quantitativos extraídos do modelo pelas tabelas eletrônicas em função das fontes de informações em relação aos projetos.....	74

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Parte da tabela do orçamento analítico - Blocos de fundações da Torre X

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1- Áreas dos pisos cerâmicos extraídos do modelo do programa Revit.....	45
Quadro 2 - classificação das fichas pelos seus respectivos códigos.....	66

## **LISTA DE SIGLAS**

BDI - Benefícios e Despesas Indiretas

BIM - *Building Information Modelling*

CUB - Custo Unitário Básico da Construção Civil

PPCA - Painéis Pré-moldados de Concreto Arquitetônico

TCC I - Trabalho de Conclusão de Curso I

TCC II - Trabalho de Conclusão de Curso II

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>DIRETRIZES DA PESQUISA.....</b>	<b>16</b>
2.1	QUESTÃO DE PESQUISA .....	16
2.2	OBJETIVOS DA PESQUISA .....	16
<b>2.2.1</b>	<b>Objetivo principal .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Objetivos secundários .....</b>	<b>16</b>
2.3	LIMITAÇÕES .....	17
2.4	DELIMITAÇÕES.....	17
2.5	DELINEAMENTO.....	18
<b>3</b>	<b><i>BUILDING INFORMATION MODELING (bim)</i>.....</b>	<b>19</b>
3.1	DEFINIÇÕES DO BIM .....	19
3.2	UTILIZAÇÕES DO BIM.....	19
3.3	O BIM NO BRASIL.....	20
3.4	DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS COM O USO DO BIM.....	21
3.5	NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO - LOD.....	23
<b>4</b>	<b>O ORÇAMENTO E A ORÇAMENTAÇÃO .....</b>	<b>25</b>
4.1	A IMPORTÂNCIA E A UTILIDADE DO ORÇAMENTO .....	25
4.2	ETAPAS DA ORÇAMENTAÇÃO .....	25
4.3	NÍVEIS DO DESENVOLVIMENTO DO ORÇAMENTO E A SUA IMPORTÂNCIA .....	27
<b>4.3.1</b>	<b>Estimativa de custos .....</b>	<b>28</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Orçamento preliminar .....</b>	<b>28</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Orçamento analítico ou detalhado.....</b>	<b>28</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Nível de detalhamento do orçamento e nível de desenvolvimento do modelo BIM.....</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>ORÇAMENTAÇÃO UTILIZANDO O BIM.....</b>	<b>30</b>
5.1	MÉTODOS PARA FAZER O ORÇAMENTO UTILIZANDO A TECNOLOGIA BIM .....	30
<b>5.1.1</b>	<b>Exportar quantitativos para um <i>software</i> de orçamentação .....</b>	<b>30</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Conexão direta entre componentes BIM e o <i>software</i> de orçamentação.....</b>	<b>31</b>
<b>5.1.3</b>	<b>Ferramenta para levantamento de quantitativos.....</b>	<b>31</b>
5.2	VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO BIM PARA O ORÇAMENTO .....	31
5.3	LIMITAÇÕES DA UTILIZAÇÃO DO BIM PARA O ORÇAMENTO.....	32
<b>6</b>	<b>MÉTODO DE PESQUISA .....</b>	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....</b>	<b>35</b>
7.1	IDENTIFICAÇÃO E POSICIONAMENTO DOS PROBLEMAS ENFRENTADOS .....	35
<b>7.1.1</b>	<b>Dificuldade no mapeamento das fontes de informações .....</b>	<b>36</b>
<b>7.1.2</b>	<b>Diferentes concepções de modelo .....</b>	<b>39</b>
<b>7.1.3</b>	<b>Diferentes formas de modelar e colocar as informações no modelo.....</b>	<b>44</b>
<b>7.1.4</b>	<b>Falta de verificação da extração dos quantitativos .....</b>	<b>45</b>
<b>7.1.5</b>	<b>Diferentes tipos de extração de quantitativos para as diferentes etapas.....</b>	<b>47</b>
<b>7.1.6</b>	<b>Considerações .....</b>	<b>49</b>
7.2	DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO (MÉTODO) .....	49
<b>7.2.1</b>	<b>Impacto e potencial do uso do BIM sobre o orçamento.....</b>	<b>49</b>
<b>7.2.2</b>	<b>Planejamento das necessidades da empresa .....</b>	<b>55</b>
<b>7.2.3</b>	<b>Planejamento da concepção do modelo.....</b>	<b>56</b>
<b>7.2.4</b>	<b>Planejamento da introdução das informações.....</b>	<b>57</b>

7.2.5	Planejamento da extração dos quantitativos e das informações.....	60
7.2.6	Planejamento da manipulação dos quantitativos.....	61
7.2.7	Planejamento do controle de qualidade do processo .....	62
7.3	RESUMO DO MÉTODO PROPOSTO .....	63
8	APLICAÇÃO DO MÉTODO.....	64
8.1	EMPRESA A.....	64
8.1.1	Características gerais do empreendimento analisado.....	64
8.1.2	Planejamento do mapeamento das necessidades da empresa .....	65
8.1.3	Planejamento da concepção do modelo.....	69
8.1.4	Planejamento da introdução das informações.....	69
8.1.5	Planejamento da extração dos quantitativos e das informações.....	70
8.1.6	Planejamento da manipulação dos quantitativos.....	70
8.1.7	Análise dos resultados da Empresa A .....	70
8.2	EMPRESA B .....	72
8.2.1	Características gerais do empreendimento analisado.....	72
8.2.2	Planejamento do mapeamento das necessidades da empresa .....	72
8.2.3	Planejamento da concepção do modelo.....	73
8.2.4	Planejamento da introdução das informações.....	75
8.2.5	Planejamento da extração dos quantitativos e informações.....	75
8.2.6	Planejamento da manipulação dos quantitativos.....	76
8.2.7	Análise dos resultados da Empresa B.....	76
8.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS EM RELAÇÃO AOS DOIS CASOS ANALISADOS .....	79
9	CONCLUSÃO.....	82
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84
11	APÊNDICES .....	86

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Mattos (2006), toda obra é uma atividade econômica e por isso o seu custo é um dos aspectos mais importantes. Logo, é preciso ter o controle e a agilidade no desenvolvimento do orçamento para se obter o sucesso do empreendimento. Esse processo, em muitos casos, é um trabalho árduo, pois o orçamento engloba todo o empreendimento e o seu desenvolvimento tradicional ainda é muito manual, podendo apresentar erros capazes de tornarem-se um grande problema no futuro, comprometendo a sua realização.

BIM é uma nova tecnologia que reúne várias informações em um modelo. Dessa forma, é possível retirar e manipular as informações requeridas para alcançar os objetivos propostos. No entanto, por se tratar de uma nova tecnologia, faz-se necessário o desenvolvimento de métodos e processos para o melhor aproveitamento dos seus benefícios.

Azevedo (2009) relata que a maior vantagem que o BIM pode oferecer para uma obra é o aumento da precisão durante a sua construção, havendo um menor desperdício de tempo e recursos. Logo, há vários benefícios que podem ser observados pelo uso da tecnologia BIM ao longo de toda vida de um empreendimento.

O BIM não é uma nova ferramenta ou uma disciplina complementar, é uma nova forma de projetar. Assim, apesar de muitos benefícios, se não projetado corretamente, não é possível alcançar os objetivos desejados, com a possibilidade, inclusive, de comprometimento do projeto. Mesmo assim, Azevedo (2009, p.76) ressalta que “a EVOLUÇÃO PASSA PELO BIM.”.

No Brasil, os profissionais ligados à construção civil estão começando a desenvolver os projetos com essa nova tecnologia. No entanto, por se tratar de algo muito novo, há uma crescente demanda de aperfeiçoamento e desenvolvimento dos processos e métodos para alcançar os objetivos desejados.

A autora atua profissionalmente em uma empresa incorporadora que está implementando a tecnologia BIM, sendo responsável pela coordenação dos seus projetos. A empresa está enfrentando algumas dificuldades, pois, com a implementação dessa nova tecnologia,



todos os seus processos devem ser revistos e refeitos. Assim, não é uma apenas uma parte que precisa ser alterado e sim toda a forma de projetar e gerenciar os projetos. A revisão bibliográfica indica que a dificuldade de alterar todos os processos é de caráter geral, afetando também outras empresas, e aparentemente não existe uma solução disponível.

A proposta deste trabalho, portanto, envolve a formulação de um método que tem como objetivo solucionar o problema do planejamento do custo de empreendimentos que querem implementar a tecnologia BIM, aproveitando ao máximo os benefícios que essa nova tecnologia pode oferecer ao orçamento. Em muitos casos, não é possível alcançar tais objetivos, pois a forma como a tecnologia vem sendo introduzida nas empresas não está atendendo a todas as necessidades requeridas, conforme será mostrado ao longo do trabalho.

O trabalho teve como base a pesquisa bibliográfica, a experiência da autora e a contribuição de entrevistas abertas que foram realizadas no decorrer da pesquisa. Logo, foi desenvolvido um método prático que terá como objetivo vencer os desafios e dificuldades que apareceram ao longo do estudo.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

As diretrizes para o desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

### **2.1 QUESTÃO DE PESQUISA**

A questão de pesquisa do trabalho é: como desenvolver o planejamento do orçamento analítico para utilizar a tecnologia BIM e seus benefícios?

### **2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA**

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

#### **2.2.1 Objetivo principal**

O presente trabalho terá o seguinte objetivo principal:

- Desenvolvimento de um método para o planejamento integrado do orçamento analítico de empresas que utilizam e exploram os benefícios da tecnologia BIM.

#### **2.2.2 Objetivos secundários**

Os objetivos secundários do trabalho são:

- Identificação das principais dificuldades encontradas na implementação da tecnologia BIM na área do orçamento;
- Análise das fontes de informação para o desenvolvimento do orçamento analítico;
- Identificação do impacto e da representatividade que o uso da tecnologia BIM pode proporcionar no orçamento dos empreendimentos.

### 2.3 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

- a) a utilização do software Autodesk Revit para a introdução e extração das informações e quantitativos;
- b) a formulação do método baseado na pesquisa bibliográfica e no estudo de apenas duas empresas;
- c) os empreendimentos analisados foram apenas dois prédios verticais e residenciais;
- d) não foi levado em conta os custos associados à administração interna da empresa, nem as taxas associadas aos empreendimentos;
- e) foi analisado os processos internos de orçamento de apenas duas empresas.

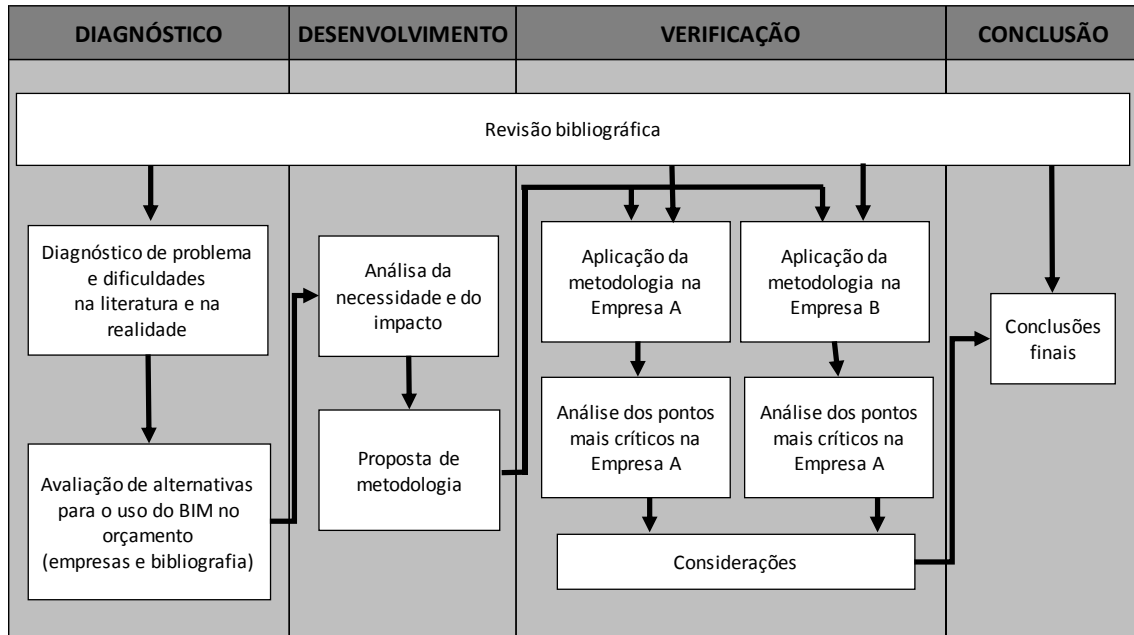
### 2.4 DELIMITAÇÕES

São delimitações do trabalho:

- a) a manipulação da informação, com a sua introdução e a extração conforme as necessidades;
- b) o orçamento analítico.

## 2.5 DELINEAMENTO

Figura 1 - Delineamento do trabalho



Fonte: elaborado pelo autor

### **3 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)**

#### **3.1 DEFINIÇÕES DO BIM**

Por se tratar de uma tecnologia nova, há algumas definições delineadas na literatura internacional. O presente trabalho irá utilizar as definições relatadas a seguir:

O BIM, segundo Eastman et al. (2014), é a construção de uma edificação através de um modelo virtual. Esse modelo contém as informações necessárias e relevantes para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento dos insumos para a realização da construção. Eastman et al. (2014, p.13) ainda definem que o BIM é uma “[...] tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”.

Azevedo (2009, p.4) define BIM como sendo “[...] um conceito que fundamentalmente envolve a modelagem das informações do edifício, criando um modelo digital de todas as especialidades, e que agrega todo o ciclo de vida da edificação”. Além disso, ele defende que as principais características que suportam esse conceito de modelagem 3D é a parametrização e a interoperabilidade entre os modelos.

#### **3.2 UTILIZAÇÕES DO BIM**

Azevedo (2009) defende que o “[...] BIM irá ter uma grande influência no desenvolvimento do Setor da Construção [...]”. Ele defende essa posição baseado na globalização e na postura competitiva que as empresas têm que tomar para se posicionar no mercado, tanto interno como externo, evoluindo e se adaptando aos novos métodos. O mesmo autor ainda ressalta que “[...] sem dúvida a evolução passa pelo BIM.” (AZEVEDO, 2009, p.76).

Kassem e Amorim (2015, p.5) explicam que “A indústria da construção está passando por uma mudança de paradigma com a introdução dos conceitos e tecnologias do Modelo de Informação da Construção (*Building Information Modelling* – BIM, na sigla em inglês)”.

EASTMAN et al. (2014) defendem que “Quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita um processo de projeto e construção mais integrado que resulta em

construção de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos". Dessa forma, arquitetos, engenheiros, construtores ou qualquer profissional que queira evoluir precisa conhecer o BIM.

Azevedo (2009) relata que a construção civil está cada vez mais exigente em todas as fases de intervenções, passando do projeto à construção. Dessa forma, para atingir níveis mais elevados de aperfeiçoamento é necessário ter um melhor controle dos prazos e do custo do empreendimento. Utilizando a tecnologia BIM, é possível obter-se esse controle, seja no tempo (4D), no orçamento (5D), nas simulações energéticas (6D) ou até mesmo na manutenção (7D).

### 3.3 O BIM NO BRASIL

A pesquisa realizada pela PINI (2013) aponta que, apesar de apenas 37,93% dos engenheiros e arquitetos não trabalharem com o BIM, mais de 90% pretende começar a utilizar a tecnologia em até cinco anos.

No relatório “BIM - *Building Information Modeling* no Brasil e na União Europeia”, Kassem e Amorim (2015, p.5) apontam os três principais objetivos que levam o governo, os grandes clientes e as agências regionais a implementarem o BIM. São eles:

1. Melhorar a eficiência e sustentabilidade de projetos e da construção civil em geral;
2. Melhorar a previsibilidade de resultados de projeto e o retorno de investimentos;
3. Aumentar as exportações e estimular o crescimento econômico.

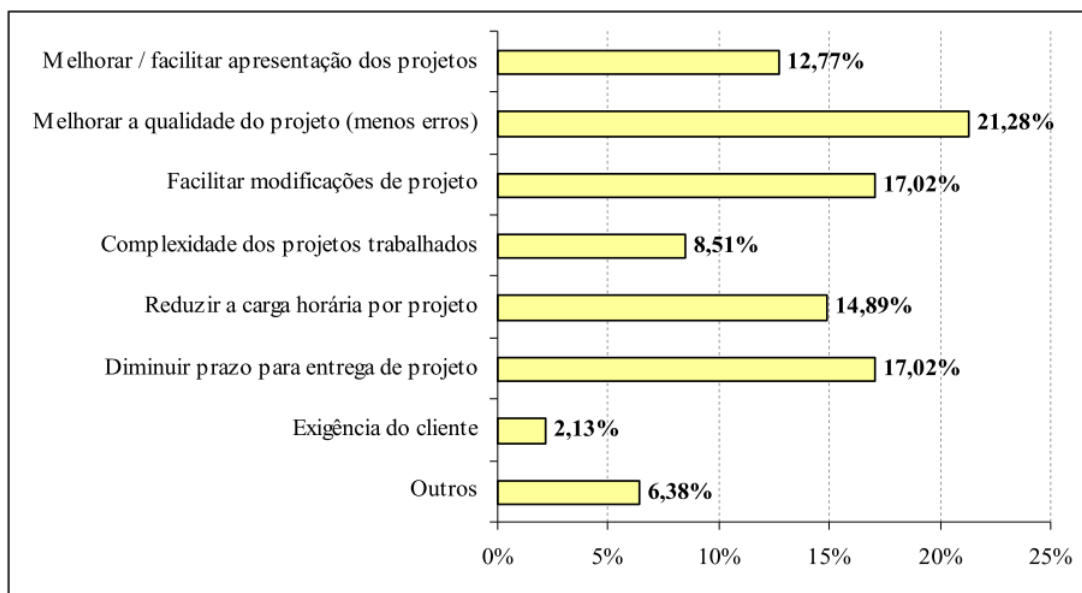
Os mesmos autores relatam que a construção brasileira é responsável por 2% de toda a indústria global. Além disso, Bonfim (2015) mostra que o setor da construção civil influencia diretamente a economia brasileira, representando 6,5% do produto interno bruto do país. Logo, o impacto que esses três objetivos poderão ter sobre o Brasil, tanto em escala nacional quanto internacional, é muito significativo, devido ao seu grande volume se ele adotar o BIM.

Azevedo (2009, p.72) relata que uma das melhores vantagens é a oportunidade de reunir todas as informações gráficas e não gráficas de um empreendimento em um único lugar.

Além disso, ele destaca a possibilidade de utilizar o modelo em “[...] todo o período de vida útil do edifício, desde o projeto, passando pela construção, pela manutenção e reabilitação, até à demolição ou mudança de uso”.

Souza, Amorim e Lyrio (2009) desenvolveram um estudo dos impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura no Brasil. Eles apontam que o principal motivo que faz com que esses escritórios adotem o BIM é a melhoria da qualidade do projeto, diminuindo os erros (21,28%), conforme mostra o Gráfico 1, abaixo. A busca desse motivo se justifica por um dos principais benefícios que o BIM fornece: a diminuição dos erros, uma vez que é possível antecipar as definições de projetos e evitar os problemas futuros, os quais poderão ter consequências negativas maiores.

Figura 2 - Motivos para a implantação da tecnologia BIM



Fonte: (SOUZA; AMORIM; LYRIO, 2009, p. 39)

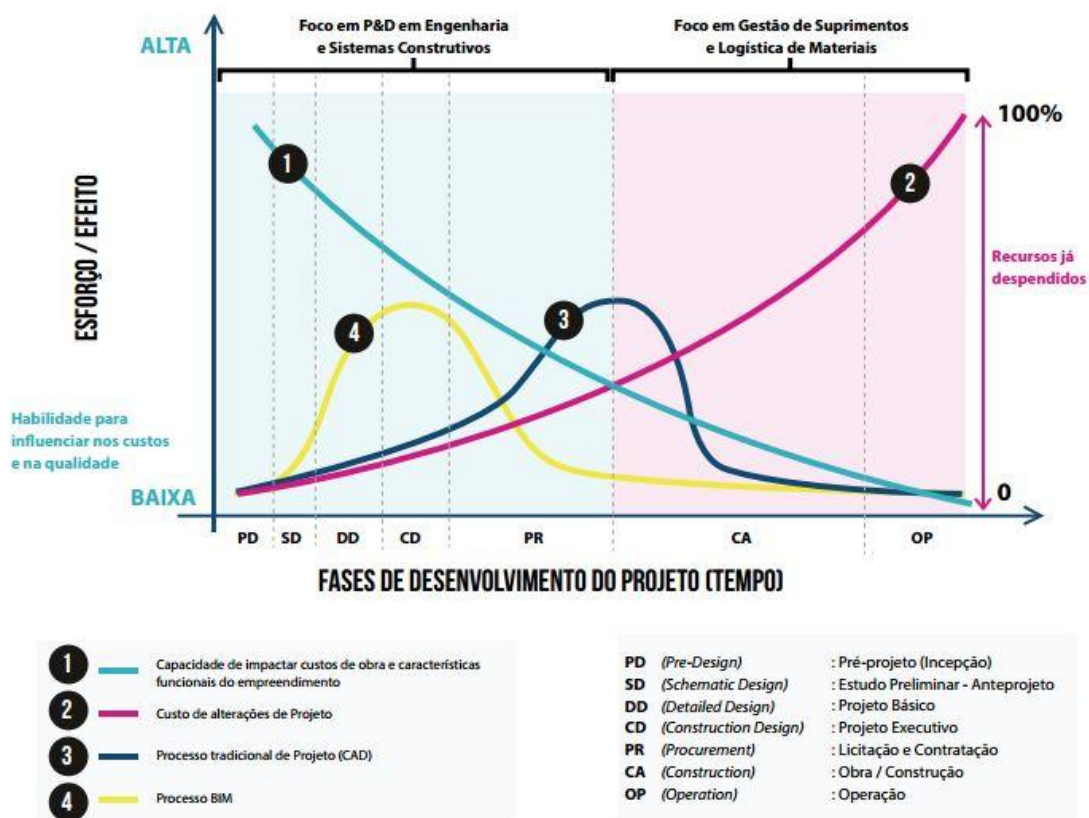
Além disso, o Guia CBIC de boas práticas em sustentabilidade na indústria da construção civil (2016, p. 83) relata que “Conseguir antecipar cenários, identificando previamente erros de projeto e interferências construtivas e, ainda, ter maior controle sobre custos e cronograma é uma das buscas incansáveis das empresas da Construção”.

### 3.4 DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS COM O USO DO BIM

A Câmara Brasileira da Construção (CBIC) mostra um gráfico que compara o esforço desempenhado em comparação às fases de desenvolvimento do projeto ao longo do

tempo. É importante notar que o esforço do processo BIM é mais intenso no começo do projeto e vai diminuindo ao decorrer do tempo. Por outro lado, o processo CAD começa com uma intensidade menor, mas vai aumentando ao longo do tempo, chegando até mesmo no período indicado pela execução da obra (CBIC, 2016). Essa comparação é muito importante pois revela uma grande diferença entre o CAD e o BIM que é a diferença de esforços ao longo do tempo.

Figura 3 - Gráfico comparativo entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD) e o processo BIM



Fonte: (CBIC-Parte 1, 2016, p.55)

As empresas que almejam fazer a implantação dos processos BIM devem estar preparadas para esse esforço inicial, que não desempenhavam no início quando comparamos ao processo CAD. Tal esforço poderá gerar uma desmotivação para a implementação do BIM, em alguns casos.



### 3.5 NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO - LOD

O *American Institute of Architects* (AIA) propôs estrutura LOD, do inglês Level of Development, que define os requisitos mínimos ao nível dimensional, espacial, quantitativo, qualitativo, entre outros (BIMForum, 2015a). Esses documentos colocam diversas exigências e exemplos de conteúdo dos modelos BIM, que são classificados em cinco níveis de desenvolvimento progressivos e os usos autorizados desse mesmo conteúdo. Seu principal objetivo é estabelecer acordos entre os envolvidos sobre a utilização dos modelos e desenvolver os protocolos e procedimentos que regerão o desenvolvimento, transmissão e troca de dados no projeto. Esses cinco níveis podem ser analisados no resumo da Figura 3:

Figura 4 - Definição dos níveis de desenvolvimento.

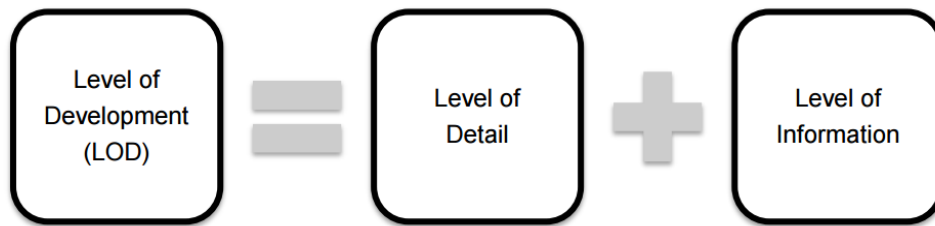
Nível	Definição
LOD100	O Elemento pode estar representado graficamente no Modelo através de um símbolo ou outra representação genérica, mas não satisfaz os requisitos que o tornam num LOD200.  A informação relacionada com o Elemento (Custo por m <sup>2</sup> , Quantificação de HVAC, etc.) podem ser obtidas através de outros Elementos do Modelo.
LOD200	O Elemento é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou assemblagem genérico com quantidades, dimensão, forma, localização e orientação aproximadas.  Informação não-gráfica também poderá estar associada ao Elemento modelado.
LOD300	O Elemento é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou assemblagem específico em termos de quantidade, dimensão, forma, localização e orientação.  Informação não-gráfica também poderá estar associada ao Elemento modelado.
LOD400	O Elemento é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou assemblagem específico em termos de quantidade, dimensão, forma, localização, e orientação com informação sobre pormenorização, fabricação, assemblagem e instalação.  Informação não-gráfica também poderá estar associada ao Elemento modelado.
LOD500	O Elemento modelado é uma representação verificada no terreno em termos de dimensão, forma, localização, quantidade e orientação.  Informação não-gráfica também poderá estar associada ao Elemento modelado.

Fonte: (OLIVEIRA, 2016, p.32)

Oliveira (2016) expõe também a diferença entre o nível de detalhe, do inglês *Level of Detail*, e o nível de desenvolvimento. O primeiro é focado na geometria do objeto e o

segundo na quantificação do grau de confiança associado não só às características geométricas do elemento como também à informação a este acoplada. Logo, o nível de desenvolvimento é a união entre o nível de detalhe e o nível de informação, conforme pode ser visto na Figura 4:

Figura 5 - Relação entre Nível de Desenvolvimento, Detalhe e Informação.



Fonte: (OLIVEIRA, 2016, p.31)

## 4 O ORÇAMENTO E A ORÇAMENTAÇÃO

Neste capítulo serão delineadas algumas características fundamentais do orçamento e da orçamentação, com um enfoque maior na área da engenharia civil.

Segundo Mattos (2006, p. 22), “Orçamento não se confunde com orçamentação. Aquele é o produto; este, o processo de determinação”. Logo, a definição da palavra orçamento utilizada neste trabalho será o objeto extraído, o documento gerado. A palavra orçamentação será a atividade e o processo para gerar tal documento, sendo os cálculos e os métodos para geração do orçamento.

### 4.1 A IMPORTÂNCIA E A UTILIDADE DO ORÇAMENTO

O orçamento associado a uma atividade dá uma estimativa de custo, determinando o serviço e/ou material necessário para a sua realização. Mattos (2006) relata que, independentemente do tipo da obra, ela é uma atividade econômica e o seu aspecto custo é de extrema importância. Além disso, o orçamento tem outras utilidades em diversas áreas da engenharia civil, sendo fundamental para o seu processo como um todo. Segundo o mesmo autor, algumas aplicações e utilidades retiradas desse documento são as seguintes:

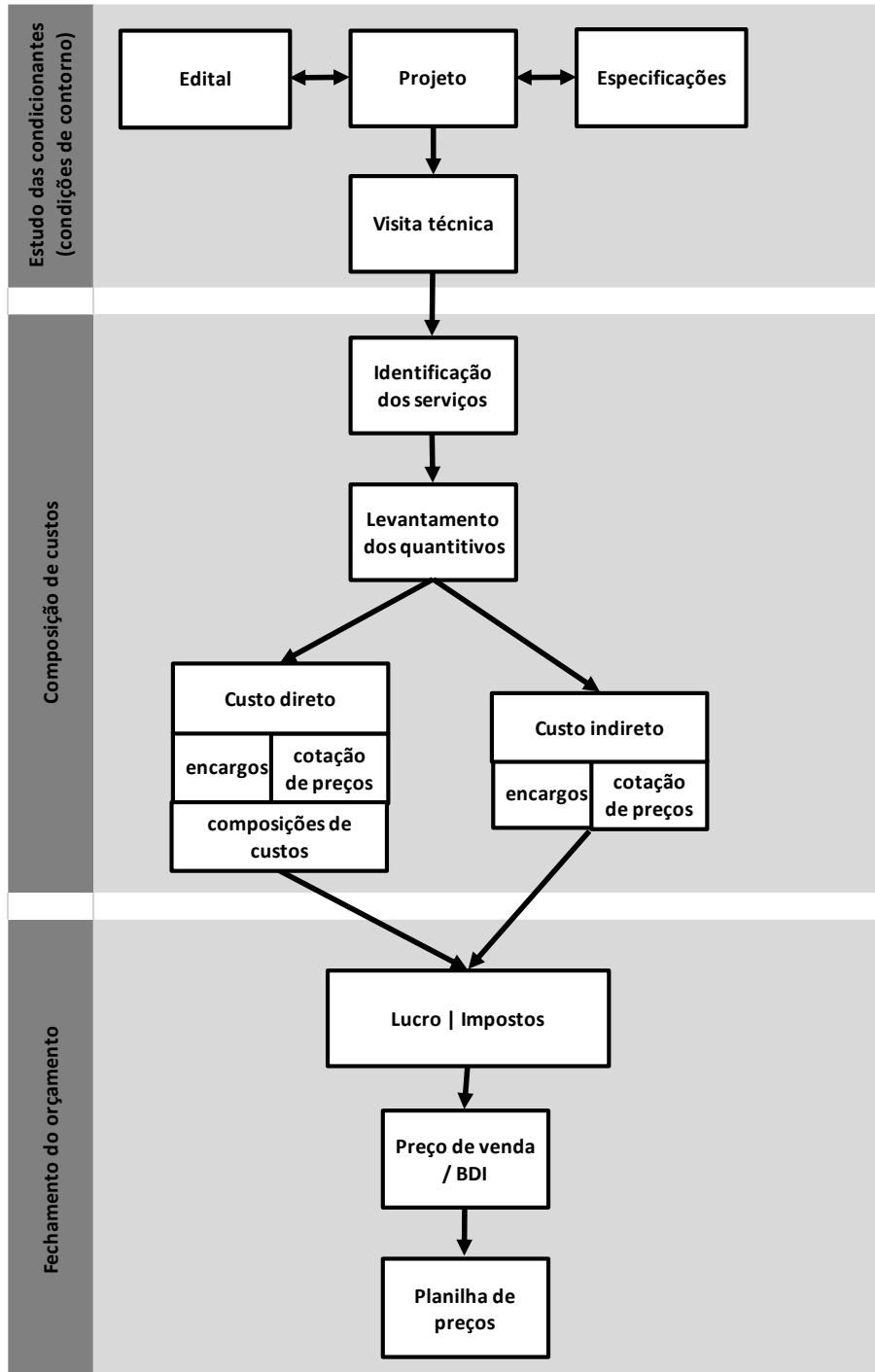
- Levantamentos dos materiais e serviços, quantificando e descrevendo cada um;
- Obtenção de índices para acompanhamento do que foi orçado para o que está realmente acontecendo em obra;
- Dimensionamento de equipes, utilizando o parâmetro homem-hora;
- Capacidade de revisão de valores e índices em diferentes etapas, mudando apenas o campo de valores;
- Realização de simulações com diversos cenários;
- Geração de cronograma físico-financeiro;
- Análise da viabilidade econômico-financeira.

### 4.2 ETAPAS DA ORÇAMENTAÇÃO

Segundo Mattos (2006, p. 26), “Esquemáticamente, a orçamentação engloba três grandes etapas de trabalho: estudo das condicionantes (condições de contorno), composição de

custos e determinação do preço”. Essas etapas, com as atividades associadas, podem ser observadas na Figura 5, abaixo:

Figura 6 - Etapas de orçamento.



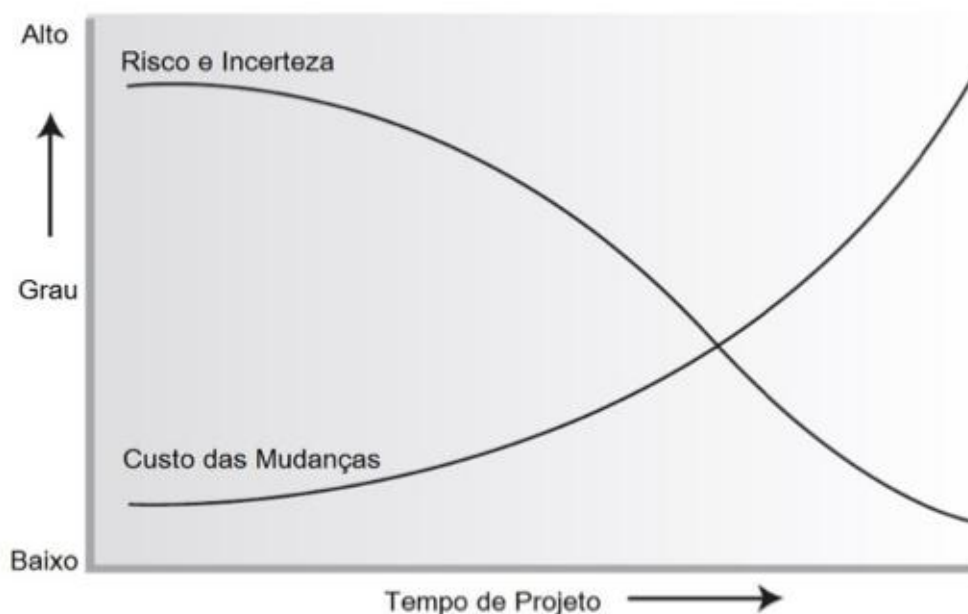
Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.3 NÍVEIS DO DESENVOLVIMENTO DO ORÇAMENTO E A SUA IMPORTÂNCIA

O orçamento não é um processo estagnado, ele pode ser desenvolvido em diferentes fases do empreendimento, onde cada fase tem o seu grau de detalhamento. Mattos (2006) explica que a preocupação com o custo da obra começa desde o início, onde é preciso estimar o valor do empreendimento para determinar os prováveis custos de execução da obra, fornecendo uma análise de viabilidade prévia.

Eastman et al. (2014, p.216) explicam que “[...] não se deve esperar até o final da fase de projeto para o desenvolvimento de uma estimativa de custos. [...] À medida que o projeto avança, estimativas provisórias ajudam a antecipar problemas, de forma que alternativas podem ser consideradas”. Os autores ainda ressaltam que, através desse processo, os projetistas podem antecipar as decisões que são influenciadas pelo orçamento, resultando na execução de uma obra dentro das limitações dos custos. Além disso, quanto mais cedo é feita a mudança, menor será o custo dela. Esse aumento do custo ao longo do tempo é explicado no PMI® – *Project Management Institute* (2013, p.40), onde é relatado que “[...] os custos das mudanças e correções de erros geralmente aumentam significativamente à medida que o projeto se aproxima do término”, conforme mostra a Figura 6, a seguir:

Figura 7 - Impacto da variável com base no tempo decorrido do projeto.



Fonte: (Guia PMBOK®, 2013)

A metodologia utilizada para desenvolver o orçamento em diferentes níveis, dependendo do grau de detalhamento em que o projeto se encontra, é explicado por Mattos (2006), que classifica em três graus de diferentes detalhamentos, conforme apresentados na seção que segue.

#### **4.3.1 Estimativa de custos**

A estimativa de custos é a primeira abordagem para se ter uma ideia da grandeza do custo da obra. Geralmente se tem como base o custo histórico de empreendimentos similares da empresa ou por indicadores internos ou externos, tais como o Custo Unitário Básico da Construção Civil (CUB), o Custo Unitário PINI de Edificações, entre outros.

Nessa fase de orçamento, o detalhamento do empreendimento não necessariamente precisa estar inteiramente consolidado, pois a informação necessária pode ser uma aproximação ou uma avaliação expedita. Esse processo é mais rápido, conseqüentemente agiliza a obtenção das informações nas primeiras fases do empreendimento. No entanto, Mattos (2006, p. 35) ressalta que “A estimativa de custos não elimina a necessidade de se fazer o orçamento analítico”.

#### **4.3.2 Orçamento preliminar**

O orçamento preliminar é um pouco mais detalhado que a estimativa de custo. Nessa etapa, é feito um levantamento preliminar de alguns itens de maior impacto, obtendo o quantitativo e as atribuições do custo de alguns serviços e/ou materiais. Mattos (2006) afirma que com uma quantidade maior de indicadores, os quais geram pacotes menores de trabalho, é facilitado o orçamento e a análise de sensibilidade de preços. Dessa forma, há um aprimoramento do orçamento, sendo mais fidedigno ao valor real, diminuindo a margem de erros.

#### **4.3.3 Orçamento analítico ou detalhado**

Mattos (2006, p. 42) relata que “O orçamento analítico constitui a maneira mais detalhada e precisa de se prever o custo da obra. Ele é efetuado a partir de composições de custos e cuidadosa pesquisa de preços dos insumos. Procura chegar a um valor bem próximo do

custo ‘real’”. Nessa etapa do orçamento são levantados todos os custos, tanto os diretos como os indiretos.

#### **4.3.4 Nível de detalhamento do orçamento e nível de desenvolvimento do modelo BIM**

Ao longo do desenvolvimento do orçamento, há a necessidade de se adquirir mais informação a fim de diminuir as incertezas e as variabilidades, da mesma forma, o modelo deve acompanhar estas necessidades. O ponto mais importante entre a extração dos quantitativos e o desenvolvimento do modelo é que ambos devem estar em acordo. Uma representação desse acordo pode ser observada no seguinte exemplo hipotético: na extração dos quantitativos para um orçamento preliminar das esquadrias, é necessário que haja a área total das esquadrias e o estilo de linha. Com essas informações, é possível ter-se uma boa base para o orçamento. No entanto, para o orçamento final, dependendo dos padrões da empresa, é preciso ter a definição da cor da esquadria, do modelo exato, o marco, entre outras definições que serão colocadas e especificadas no orçamento detalhado. O grau de desenvolvimento do modelo deve estar de acordo com as necessidades do orçamento. Com isso é possível ter uma informação certa, na hora certa.

## 5 ORÇAMENTAÇÃO UTILIZANDO O BIM

Um dos grandes potenciais que o BIM pode fornecer, conforme já foi exposto anteriormente, é capacidade de auxiliar no processo de orçamentação. Esse benefício está vinculado à capacidade que o BIM tem de reunir em um único modelo diversas informações e características do empreendimento. Dessa forma, os orçamentistas contam com uma boa ferramenta para auxiliá-los em seu trabalho.

### 5.1 MÉTODOS PARA FAZER O ORÇAMENTO UTILIZANDO A TECNOLOGIA BIM

Por se tratar de uma nova tecnologia, é preciso haver métodos bem definidos para se obter um bom aproveitamento da ferramenta BIM. Eastman et al. (2014) relatam que os orçamentistas precisarão combinar ferramentas manuais e automáticas para poder vencer o elevado número de levantamentos e verificações de condições que eles precisam executar. O mesmo autor lista os três principais métodos diferentes para o desenvolvimento do processo de orçamentação. São eles:

1. Exportar os quantitativos dos objetos do modelo para um *software* de orçamentação;
2. Vincular a ferramenta BIM utilizada para modelar diretamente ao *software* de orçamentação;
3. Usar uma ferramenta específica BIM para o levantamento dos quantitativos.

Esses métodos serão melhores explicados a seguir.

#### 5.1.1 Exportar quantitativos para um *software* de orçamentação

Essa metodologia consiste em exportar o quantitativo fornecido pela ferramenta BIM, geralmente através de uma planilha eletrônica, e adaptar a um *software* já utilizado na empresa. Logo, o orçamentista deve apenas substituir os quantitativos, que antes eram retirados manualmente dos projetos pelos quantitativos extraídos pelo modelo. Essa metodologia pode ser útil para as empresas que ainda estão se adaptando ou reformulando os seus processos. Por outro lado, Eastman et al. (2014, p.218) apontam que “[...]esse método, pode requerer uma configuração significativa e a adoção de um processo de



modelagem padronizada”. Além disso, o quantitativo não é alterado automaticamente quando o projeto tiver uma modificação, necessitando de uma intervenção quase que manual. O Revit, ArchiCAD, AECOsim e Allplan são *softwares* de modelagem que têm a ferramenta de extração e exportação de quantitativos, podendo ser utilizados nesse método.

### **5.1.2 Conexão direta entre componentes BIM e o *software* de orçamentação**

Essa metodologia fornece uma conexão direta entre o objeto modelado BIM e um pacote de orçamento. Logo, Eastman et al. (2014, p.218) relatam que é possível “[...] associar componentes no modelo diretamente a montagens, composições ou itens no pacote de orçamentação”. Além desses quantitativos, o orçamentista pode utilizar suas próprias regras ou ainda fornecer manualmente dados não extraídos do modelo. Existem alguns softwares que oferecem esses plug-ins, Eastman et al. também indicam entre eles o Graphisoft Estimator (VICO 2007).

### **5.1.3 Ferramenta para levantamento de quantitativos**

Eastman et al. (2014, p. 219) descrevem esse terceiro método como sendo “[...] uma ferramenta especializada de levantamento de quantitativo que importa dados de várias ferramentas BIM”. Os mesmos autores ainda acrescentam que tal ferramenta inclui “[...] recursos específicos que conectam diretamente a itens e montagens, realizam anotações no modelo para condições e criam diagramas visuais de levantamentos”. Eastman et al. também expõem como exemplos: Exactal (Exactal 2007), Innovaya (Innovaya 2007) e OnCenter (OnCenter 2007).

## **5.2 VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO BIM PARA O ORÇAMENTO**

Através da utilização de um modelo com informações detalhadas é possível diminuir os riscos do orçamento, pois este reduz as suas incertezas associadas, conforme relatam Eastman et al. (2014).

A existência de diferentes níveis de orçamento é muito importante para um empreendimento, pois dá a oportunidade de acompanhar todas as suas etapas, conforme foi exposto na Seção 3.3. Dessa forma, a tecnologia BIM tem uma grande vantagem, pois

permite uma rápida e detalhada extração quantitativos rápida e uma qualidade no fluxo de trabalho ao longo de toda a sua modelagem. Segundo Eastman et al. (2014, p. 217) “Todas as ferramentas BIM fornecem recursos para a extração de quantidades de componentes, áreas e volumes de espaços, quantidades de materiais, e reportam esses valores em várias tabelas”. Com esses quantitativos é possível ter uma estimativa aproximada de custos.

Outro benefício da tecnologia BIM explicado por Eastman et al. é a capacidade de responder rápido às mudanças de projetos que são modeladas. Como as tabelas de quantitativos são extraídas do modelo, quando um objeto do modelo é alterado, automaticamente a tabela também é alterada, obtendo-se as alterações no mesmo instante. Dessa forma é possível ter uma melhor dimensão dos impactos que a alteração pode fazer no orçamento.

Braga et al. (2013, p.292) relatam que “O BIM por ser paramétrico não considera erros, folgas e muito menos desperdício de material, por isso existem vantagens do uso do BIM na orçamentação quando comparado ao método tradicional”. Como foi explicado pelos autores, é possível ter um maior controle e qualidade.

Além disso, a tecnologia BIM facilita a rápida visualização, identificação e avaliação das condições do orçamento, otimizando os preços de subempreiteiros e fornecedores. Apesar da utilização do BIM auxiliar o fornecimento das medidas adequadas para o levantamento de quantitativos, vale ressaltar que ele não substitui a tarefa de orçamentação, pois nenhuma ferramenta tem o poder de fornecer uma estimação completamente automática a partir do modelo.

### 5.3 LIMITAÇÕES DA UTILIZAÇÃO DO BIM PARA O ORÇAMENTO

Natividade (2016) demonstra no seu comparativo entre o método convencional e o BIM que para alguns quantitativos há uma grande discrepância de valor, pois há uma forte influência dos critérios de medição sobre alguns itens quando comparados com os métodos tradicionais, tais como vedação e acabamentos verticais.

O mesmo autor aponta um problema nos quantitativos encontrados provenientes de diversos omissões ou erros no processo de modelagem que acarretaram em alterações nos quantitativos. Malhado e Pinto (2009) apontam o mesmo problema, porém advertem que

esses erros de projetos também podem ocorrer nos processos CAD e que podem acarretar quantitativos equivocados, sendo assim, não é apenas uma dificuldade de extração dos quantitativos, mas sim um problema de concepção de projeto por partes dos projetistas responsáveis.

Stanley e Thurnell (2015) apontam ainda uma outra dificuldade que é o problema de interoperabilidade entre os *softwares* BIM e a falta do domínio de como operá-los, o que se torna um desafio para a implementação do seu processo.

Embora o Industry Foundation Classes (IFC) seja um formato aceito pela maioria dos *softwares*, ainda há problemas de perda de informações que geram comportamentos inesperados, erros e, em última instância, cálculos incorretos das quantidades.

Assim, é possível concluir que a interoperabilidade entre os *softwares* como um todo ainda tem que evoluir.

Thurairajah e Goucher (2013) apontam outra dificuldade que é a falta do conhecimento das ferramentas de orçamento que utilizam os modelos BIM, acrescentando que estas ferramentas necessitam de um elevado investimento de tempo para o seu domínio. Em muitos casos esse trabalho se torna ainda mais árduo, pois os profissionais responsáveis pelo levantamento dos quantitativos e custos não têm conhecimento nem experiência em relação à tecnologia BIM.

Em vistas desses benefícios e das limitações apontadas, o presente trabalho desenvolveu uma metodologia que busca atingir tais benefícios e vencer e ajustar as limitações. Thurairajah e Goucher (2013) acrescentam que é importante o envolvimento de todos os colaboradores na implantação dos processos BIM, principalmente os que tem domínios sobre a nova tecnologia, fazendo com que eles tenham conhecimento dos seus objetivos, requisitos e limitações do processo.

## 6 MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa escolhido para o presente trabalho é o *Design Science Research*, o qual tem como foco principal os problemas reais, buscando conceber e desenvolver artefatos (construções) para solucionar tais problemas, conforme explica March e Smith (1995). Logo, esse tipo de trabalho ocupa um nível intermediário entre teorias descritivas e aplicações reais, sendo uma pesquisa de caráter prescritivo.

Kasanen et al. (1993) expõem os seguintes passos para o desenvolvimento do *Design Science Research*:

1. Identificar e posicionar um problema prático relevante;
2. Obter uma compreensão teórica sobre o tópico;
3. Construir uma solução;
4. Testar que a solução funciona;
5. Mostrar as conexões teóricas e identificar as contribuições da pesquisa;
6. Examinar o escopo de aplicação do conceito de solução.

March e Smith (1995) mostram quatro tipos de artefatos criados através do *Design Science Research*: constructos, modelo, método e instanciações. Constructos são conceituações utilizadas para descrever os problemas identificados, especificando as respectivas soluções. Modelo é um conjunto de preposições ou afirmações que expressam as relações entre constructos, representando situações como problemas e soluções. Método é um conjunto de passos para o desenvolvimento de uma tarefa, baseando-se em um conjunto de constructos e no modelo em um espaço de soluções. Instanciação é a concretização de um artefato no seu ambiente.

O presente trabalho seguiu os passos propostos por Kasanen et al. (1993), com algumas adaptações, e gerou um método, um dos artefatos citados por March e Smith (1995), buscando atingir os seus objetivos, os quais foram originados por problemas enfrentados pela autora durante o seu trabalho e por entrevistas abertas com outros profissionais que tinham o mesmo problema: dificuldade na extração dos quantitativos para orçamento nas empresas que estão na fase de transição da implementação da tecnologia BIM.

## **7 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA**

Por se tratar de uma nova tecnologia, há a necessidade da criação de novas metodologias para a implementação do BIM. Nesta fase de transição, é muito importante haver a consciência dos futuros benefícios proporcionados pelo BIM e saber quais são os objetivos esperados, pois ao longo do caminho da implantação, haverá dificuldades e problemas que deverão ser solucionados. Um desses problemas é a dificuldade de desenvolver um planejamento para o orçamento analítico, pois, como foi exposto na revisão bibliográfica, há a necessidade de uma maior colaboração entre os participantes para que as informações do modelo possam ser bem utilizadas, alcançando os objetivos esperados.

### **7.1 IDENTIFICAÇÃO E POSICIONAMENTO DOS PROBLEMAS ENFRENTADOS**

Ao longo da revisão bibliográfica, de entrevistas abertas com profissionais da área e da experiência da aluna, foram identificados diversos problemas e dificuldades com a utilização e a implementação na parte do orçamento. Por ser uma nova tecnologia, o BIM exige algumas mudanças de paradigmas, umas delas é na relação entre o setor de orçamento e os demais setores, que, na maioria dos casos, utilizam ainda o processo CAD, recebendo apenas algumas plantas em 2D e informações em outros documentos. Logo, o planejamento da integração desses setores para que se torne possível a utilização do modelo para auxiliar o orçamento é imprescindível, pois sem esta, não é possível utilizar ao máximo os benefícios que o BIM pode proporcionar.

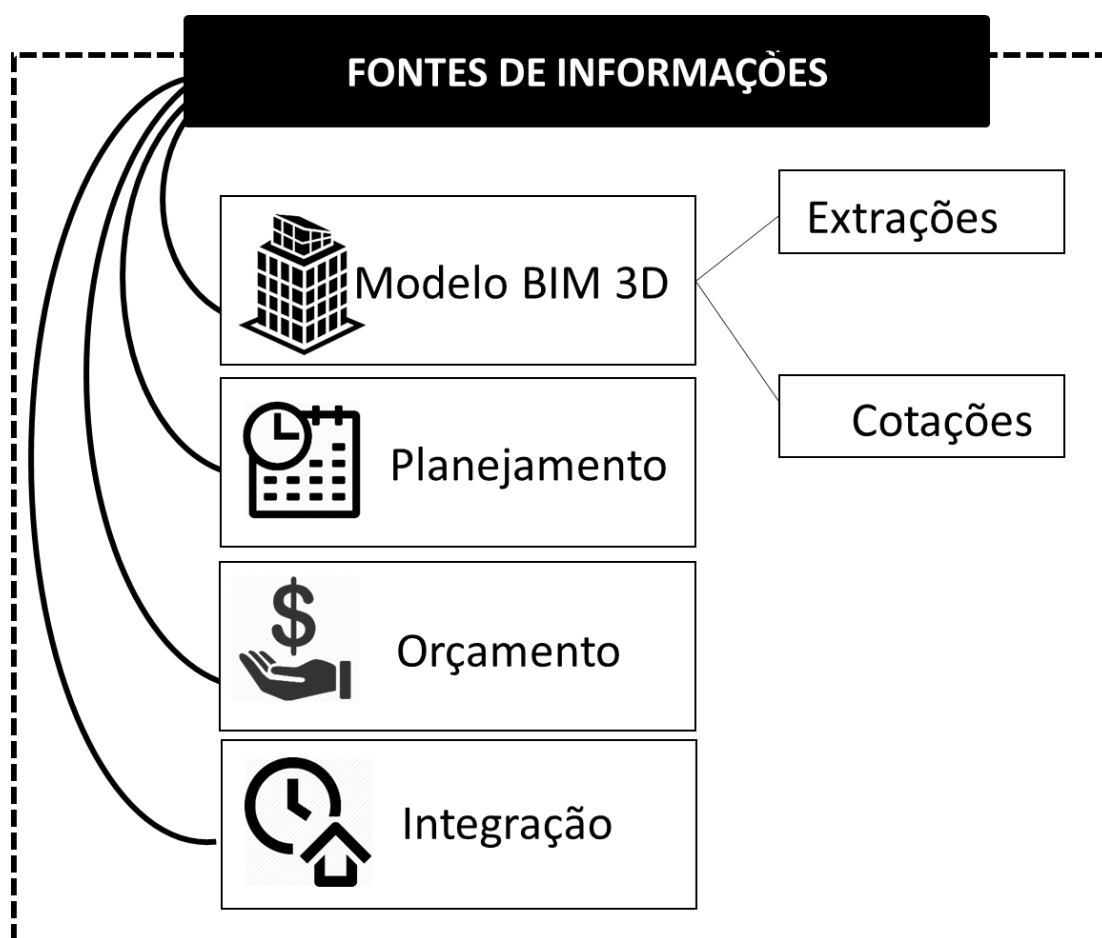
Foi desenvolvido um levantamento de alguns problemas e dificuldades, além dos expostos no Capítulo 5, que são fruto do não planejamento da implantação da tecnologia BIM no setor de orçamento, os quais servirão como base para a criação da metodologia proposta neste trabalho.

### 7.1.1 Dificuldade no mapeamento das fontes de informações

Primeiramente a autora estudou a possibilidade de retirar todas as informações necessárias para o desenvolvimento do orçamento de uma única fonte, o modelo, mas não obteve êxito.

Durante o diagnóstico inicial, a autora analisou o orçamento analítico que estava sendo elaborado com o uso da tecnologia BIM e identificou que alguns itens que se encontram no orçamento não são modelados por parte dos projetistas ou não há nenhum objeto ao qual se pode vincular o item de orçamento. Logo, não foi possível retirar todo o orçamento do modelo. Em consequência disso, é necessário consultar outras áreas para obter o quantitativo esperados para a realização do orçamento como um todo. Assim, foi identificado as seguintes fontes de informações conforme mostra o esquema abaixo:

Figura 8 - Esquema das fontes de informações para o desenvolvimento do orçamento analítico com o uso da tecnologia BIM



Fonte: elaborado pelo autor.

1. Modelo BIM 3D: o orçamento nesta área utiliza as informações dos quantitativos de objetos ou materiais que podem ser retirados do modelo ou o próprio modelo como base de cálculo e análise. Esta categoria pode ser classificada em três subcategorias:
  - a. Extrações de quantitativos: são os quantitativos extraídos através de planilhas eletrônicas diretamente ou indiretamente do modelo. Os quantitativos extraídos diretamente são quantitativos unitário de portas, volume de concreto, área de reboco entre outros. Já os quantitativos indiretos são influenciados diretamente no processo de modelagem e de como o orçamento da empresa manipula os quantitativos. Um exemplo disso podem ser os quantitativos dos peitoris e as suas informações, as quais podem ser retiradas de um outro objeto, no caso a janela, se este contiver as informações necessárias.
  - b. Cotações: é a parte do orçamento que necessita do modelo como um todo para fornecer o valor do orçamento, utilizando tanto os quantitativos como as informações e representações gerais do projeto. Um exemplo disso são os dutos de ventilação mecânica. Não basta dispor de um quantitativo de materiais dos dutos, pois os fornecedores desta solução construtiva precisam do projeto para desenvolver o orçamento. É importante ressaltar, que esta subcategoria pode utilizar planilhas de quantitativos extraídas do próprio modelo para auxiliar o orçamento, porém o orçamento é influenciado diretamente na forma como ele é projetado.
2. Planejamento da produção: esta categoria exige as informações e quantitativos que são fornecidos pelo setor de planejamento da empresa, os quais são diretamente influenciados pelo tempo de execução da obra. Um dos exemplos é o custo do engenheiro responsável pela obra. Para obter esse valor é preciso saber qual o tempo estimado para a construção do empreendimento. Por mais que o responsável pelo planejamento utilize o modelo para chegar a esse valor, observando as dimensões, características e necessidades da obra, tal informação não se encontra diretamente associada a um único objeto modelado e sim ao empreendimento como um todo.
3. Orçamento: são as informações necessárias que são fornecidas pelo próprio setor de orçamento das empresas com base no seu banco de dados internos. Um desses

exemplos, são os valores necessários para o cálculo do BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) e as estimativas de alguns itens não orçados, geralmente os itens com menor representatividade no valor final do orçamento, que apenas uma aproximação, uma verba, é o suficiente.

4. Integração do modelo BIM e do planejamento da produção: é a área que contempla a sobreposição dos três setores. Esta categoria representa os objetos modelados que contenham as informações fornecidas pelo planejamento. Um desses exemplos é a grua, a qual pode estar modelada, mas o quantitativo que a ferramenta 3D fornece não é suficiente, pois ela fornece os quantitativos de quantidades, volumes e áreas. Nesse caso, além da quantidade de guas (uma, duas, três ou mais), é necessário colocar e vincular a informação do tempo em que cada grua ficará na obra e quantas vezes elas serão transportadas para lugares diferentes (quantitativo necessário para calcular o valor de montagem e desmontagem das guas). Essa informação pode ser colocada no objeto modelado, porém o quantitativo necessário para o orçamento é definido pelo responsável do planejamento. Este caso em específico depende muito do processo das empresas, pois há a necessidade da introdução das informações do planejamento.

A forma como é desenvolvido o modelo influencia diretamente na obtenção das informações. Os exemplos expostos anteriormente podem sofrer algumas alterações, por exemplo: a informação do tempo pelo qual o engenheiro responsável pela obra irá trabalhar pode ser vinculada a um objeto genérico ou até mesmo a um outro objeto pré-estabelecido entre as partes, como um contêiner da administração do canteiro da obra. Dessa forma, o orçamentista poderá retirar a informação diretamente do modelo, desde que a informação esteja devidamente colocada e informada aos demais participantes do projeto.

A dificuldade de retirar todas as informações diretamente do modelo 3D não pode ser resolvida totalmente, pois é necessário a colaboração de outras áreas, como o planejamento e o próprio orçamento. Mesmo que todos os objetos estejam vinculados a um pacote de trabalho que contenha as informações do tempo necessário para produzir o produto, ainda há informações que o próprio orçamentista precisa, como os valores para o cálculo do BDI, conforme explicado anteriormente. Logo, há a necessidade da



coordenação de todas as partes envolvidas para o bom desenvolvimento do projeto como um todo.

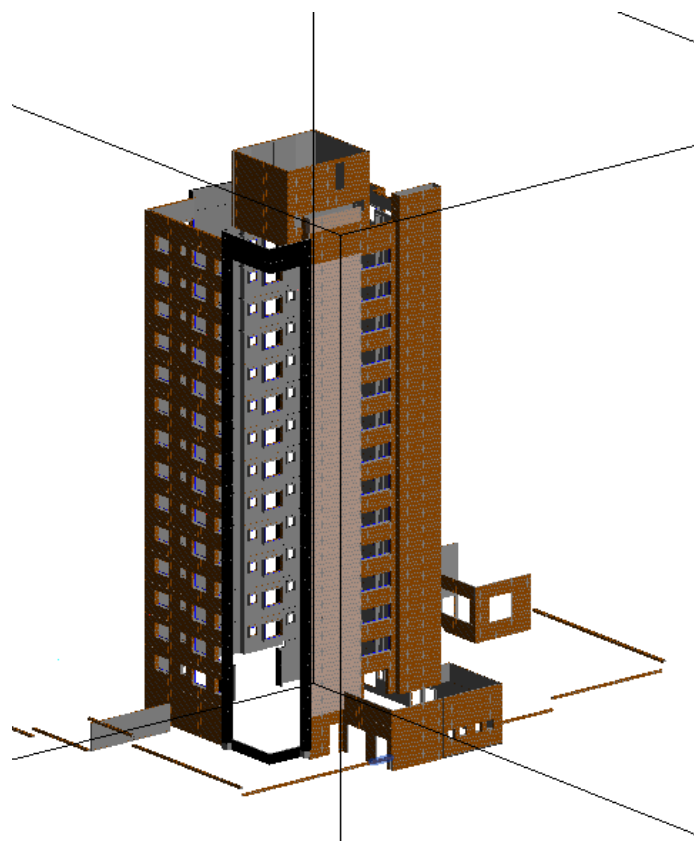
### **7.1.2 Diferentes concepções de modelo**

Durante o diagnóstico, foi identificado que cada projetista tinha a sua forma de modelar, pois a empresa analisada não disponibilizava de nenhum procedimento para a concepção do modelo.

Quando trabalhamos com diferentes escritórios de projetos é necessário que haja um acordo e uma definição de como serão desenvolvidos os modelos. Esta definição pode vir preferencialmente por parte da empresa contratante ou pode haver um acordo entre a empresa contratante e os projetistas, que são os contratados. A autora identificou três casos diferentes de estratégia de concepção e organização do modelo na empresa diagnosticada, são eles:

- **Caso 01:** todo o empreendimento é modelado em um único arquivo, contendo um projeto (exemplo: modelo do projeto dos Painéis Pré-moldados de Concreto Arquitetônico - PPCA) ou mais projetos (modelo do projeto elétrico e do projeto de telecomunicação). Nesse caso, quando há a necessidade da extração dos quantitativos deste modelo é mais simples e mais fácil, pois é preciso abrir apenas um único arquivo e retirar os seus quantitativos. Um destes exemplos pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 - Imagem de um modelo conforme o Caso 01, todo o projeto dos Painéis Pré-moldados de Concreto Arquitetônico (PPCA) em um único arquivo.

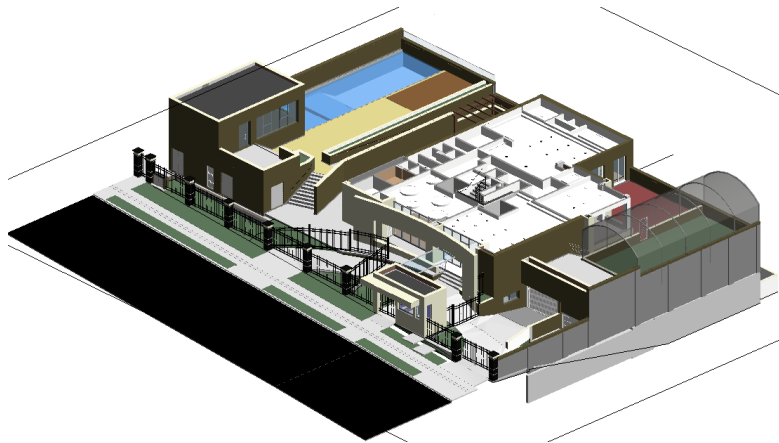


Fonte: elaborado pelo autor.

**Caso 02:** subdivisão do modelo por zonas pré-estabelecidas, por exemplo, modelo das áreas condominiais em um arquivo (subsolos, térreo e cobertura) e outro modelo dos pavimentos tipos em outro arquivo. Essa subdivisão ainda pode sofrer algumas alterações, sendo subdivida em mais arquivos caso necessário. Geralmente esse caso é utilizado em modelos pesados, pois a manipulação desse tipo de arquivo se torna muito lenta com os computadores que temos disponíveis atualmente. Outra justificativa dos projetistas é que alguns deles preferem dividir o seu modelo para poder trabalhar com eles separadamente, com diferentes projetistas. Em ambos, para se fazer a análise e a extração dos quantitativos é necessário vincular (do inglês, *link*) dois ou mais modelos em um único arquivo global ou trabalhar com eles separadamente e depois unir as informações extraídas. A ferramenta “*link*” vincula os modelos e possibilita abrir um ou mais arquivos em um único arquivo, desenvolvendo um vínculo entre eles. O arquivo que vincula recebe as atualizações do modelo vinculado toda vez que ele for aberto. As figuras abaixo

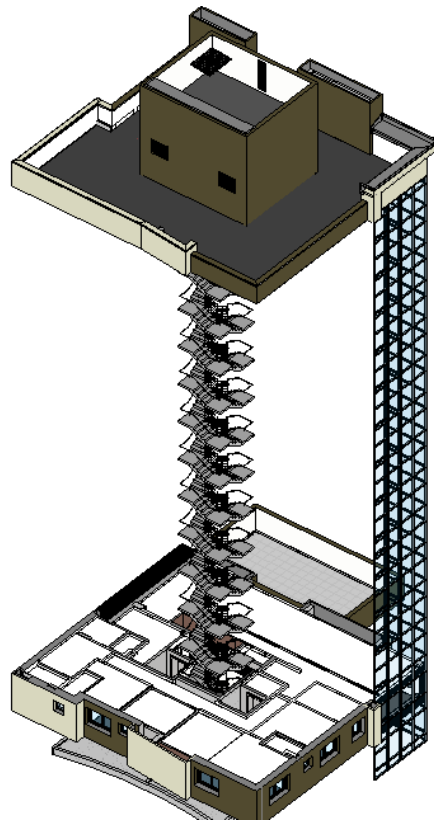
mostram os três modelos que compõem um modelo de um empreendimento arquitetônico. Neste caso, deve-se tomar o cuidado de unir todas as informações quando solicitadas. Caso necessário, o responsável deve multiplicar os quantitativos do modelo do pavimento tipo pelo número de repetições deste pavimento quando apenas este for modelado uma única vez. Esse exemplo pode ser visto na união dos modelados das Figuras Figura 10, Figura 11 e Figura 12.

Figura 10 - Imagem de um modelo conforme o Caso 02, projeto arquitetônico da base com as áreas condominiais de um empreendimento.



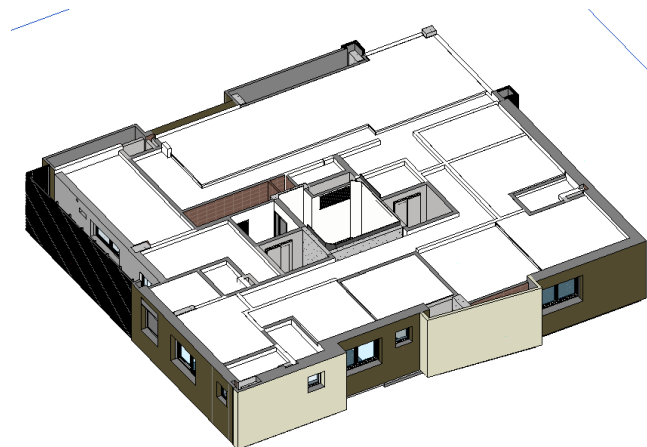
Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 11 - Imagem de um modelo conforme o Caso 02, projeto arquitetônico das áreas condominiais da torre mais o primeiro apartamento de um empreendimento.



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 12 - Imagem de um modelo conforme o Caso 02, projeto arquitetônico do pavimento tipo de um empreendimento.

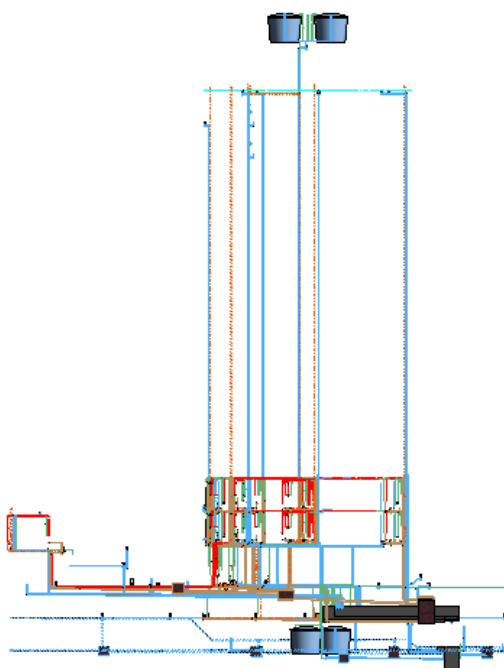


Fonte: elaborado pelo autor.

- **Caso 03:** modelagem do empreendimento por partes em um único arquivo. Nesse caso, um ou mais projetos são modelados em um único arquivo. No entanto, não é modelado todo o empreendimento. Por exemplo, geralmente nesses casos é modelada toda a parte condominial, mas apenas um único pavimento tipo. Esse processo é aderido a fim de tornar o arquivo mais leve e mais fácil de manipular.

Assim, é preciso ter uma atenção maior na análise e na extração dos quantitativos, para garantir que todos os quantitativos provenientes do pavimento tipo sejam multiplicados pelo número de pavimentos. Essa tarefa não é tão simples, pois está relacionada diretamente com a forma com que o responsável por desenvolver o modelo indica quais objetos pertencem ao pavimento tipo e em muitos casos, o modelo fica suscetível ao erro. Este exemplo pode ser visto na Figura 13.

Figura 13 - Imagem de um modelo conforme o Caso 03, projeto hidrossanitário de um empreendimento. Neste modelo há um pavimento tipo e o primeiro pavimento privativo, que não é tipo pois possui um terraço.



Fonte: elaborado pelo autor.

Esses diferentes casos podem gerar um problema se não forem definidos e explicados desde o início do desenvolvimento do projeto. Todos os envolvidos devem entender o funcionamento do projeto para poderem retirar as informações necessárias.

Um dos principais problemas diagnosticados da extração dos quantitativos neste ponto foi no Caso 03, pois, se não tomadas as devidas precauções, é passível o esquecimento da multiplicação dos pavimentos tipos.

A melhor forma, portanto, de evitar esses e futuros problemas, tanto na parte do orçamento como em outras áreas, é a definição e a explicação do procedimento de

modelagem de todos os projetistas. Uma comunicação eficiente é a base fundamental para quem deseja ter sucesso na utilização da tecnologia BIM.

Todos os casos apresentados foram diagnosticados durante a análise de uma das empresas estudadas. O Caso 03 é o único que não é recomendado, pois causa diversos problemas na manipulação da informação, prejudicando drasticamente o processo BIM utilizado pela empresa.

### **7.1.3 Diferentes formas de modelar e colocar as informações no modelo**

Um dos principais benefícios da tecnologia BIM é a capacidade de ter a informação no próprio modelo 3D e poder manipulá-la para o desenvolvimento de outras atividades, conforme foi exposto nos capítulos anteriores. No entanto, para ter o melhor aproveitamento desse benefício, é necessário que a informação seja corretamente colocada no modelo. Essa tarefa, contudo, não é tão simples. Durante o diagnóstico dos problemas, a autora identificou que, em algumas vezes, os modelos não continham todas as informações necessárias para a extração dos quantitativos ou, em alguns casos, a informação era colocada incorretamente, dificultando ainda mais o processo. Este problema foi causado pelo mal planejamento da introdução da informação, pois o projetista não tinha o conhecimento das reais necessidades da empresa, a qual deveria orientá-lo para obter as suas informações esperadas. Um desses exemplos que a autora enfrentou foi a extração dos quantitativos das áreas dos revestimentos cerâmicos das paredes. O projetista classificou os diferentes revestimentos cerâmicos com nomes distintos que não seguia um padrão, conforme mostra o Quadro 1 extraído do modelo.

Quadro 1- Áreas dos pisos cerâmicos extraídos do modelo do programa Revit.

Wall Material Takeoff	
Material: Name	Material: Area
Azulejos 11,6 x 11,6 Gail amarelo P02	44.02 m <sup>2</sup>
Azulejos 11,6 x 11,6 Gail amarelo SS1	82.94 m <sup>2</sup>
Azulejos 11,6 x 11,6 Gail amarelo TER	56.73 m <sup>2</sup>
Azulejos 11,6 x 11,6 Gail cinza P02	110.05 m <sup>2</sup>
Azulejos 11,6 x 11,6 Gail cinza SS1	207.24 m <sup>2</sup>
Azulejos 11,6 x 11,6 Gail cinza TER	145.50 m <sup>2</sup>
Azulejos 11,6 x 11,6 Gail preto P02	44.08 m <sup>2</sup>
Azulejos 11,6 x 11,6 Gail preto SS1	82.90 m <sup>2</sup>
Azulejos 11,6 x 11,6 Gail preto TER	56.73 m <sup>2</sup>
Azulejos 11,6 x 24,0 Gail Bege	27.95 m <sup>2</sup>
Pastilha porcelanato 5x5	126.81 m <sup>2</sup>
Plaqueta Gail	5835.90 m <sup>2</sup>
Porcelanato White Plain Matte 30x60	6312.41 m <sup>2</sup>

Fonte: elaborado pelo autor.

Este quadro foi retirado manualmente de uma planilha de revestimentos extraída do modelo que continha mais de 50 (cinquenta) tipos diferentes. Esse processo não foi automático, pois não havia uma sequência lógica para fazer a separação automática dos quantitativos. Assim, com um processo manual de selecionar os itens necessários, um a um, o processo fica vulnerável aos erros, pois é possível a omissão de algum item importante.

Para solucionar o problema, a autora propôs um desenvolvimento de requisitos de informações antes da modelagem, identificando todas as informações necessária para cada objeto, levando em consideração a utilização do modelo. Logo, as partes envolvidas terão que entrar em consenso único. Assim, a informação deverá ser introduzida no modelo com a finalidade de auxiliar o processo como um todo, seguindo um padrão que leva em consideração as necessidades da extração dos quantitativos.

#### **7.1.4 Falta de verificação da extração dos quantitativos**

Ao longo do diagnóstico dos problemas, a autora identificou a dificuldade da verificação da qualidade de extração dos quantitativos. Em um dos processos analisados, eram fornecidos os quantitativos em tabelas eletrônicas dos projetistas responsáveis para o

setor de orçamento de uma das empresas estudadas. Esses quantitativos eram um resultado das diferentes extrações necessárias para o desenvolvimento de uma ficha de orçamento que continha uma ou mais composições, dependendo do caso. No entanto, apenas com a tabela eletrônica, sem o vínculo direto com o modelo explícito, se tornou inviável a verificação dos quantitativos. O responsável pelo orçamento não conseguia conferir se todos os objetos foram quantificados, a não ser se ele contasse manualmente cada um.

Em um dos casos estudados, foi identificado um problema no projeto gás. O projetista entregou um quantitativo de esperas de entrada de gás que não condizia com o empreendimento. O problema só foi identificado com a experiência do responsável pelo orçamento, o qual percebeu que a dimensão do quantitativo não representava o projeto como um todo. Após a análise da extração, foi identificado que as conexões das esperas do gás para o aquecedor e para o fogão do pavimento tipo não foram multiplicadas. Logo, o primeiro quantitativo só continha um pavimento tipo. Por se tratar de um quantitativo de poucas unidades, a identificação do erro foi mais fácil. Porém, a identificação e a verificação de quantitativos volumétricos, de áreas ou até mesmo de grandes quantidades se torna praticamente impossível nesse processo, sem um duplo trabalho.

A verificação da qualidade da extração dos quantitativos é importantíssima, pois dependendo do erro, pode levar a uma distorção do orçamento, interferindo na viabilidade econômica do empreendimento. Uma possível solução, primeiramente sugerida pela autora, seria a classificação correta dos objetos. Esta classificação deveria ser fornecida pelo coordenador de projetos para os projetistas responsáveis, os quais deveriam estar de comum acordo. Além disso, a entrega dos quantitativos junto ao modelo é fundamental para que se torne possível desenvolver filtros no programa e conferir as regras utilizadas para a extração dos quantitativos, podendo retirar uma amostragem.

Os filtros são ferramentas dos *software Revit*<sup>1</sup> que permitem manipular as informações e separar, selecionar, esconder, ressaltar ou destacar um objeto que tem ou não tem a informação escolhida. Dessa forma é possível identificar os objetos que contêm a classificação pré-estabelecida e destacá-los, verificando a sua inclusão ou não nos quantitativos.

---

<sup>1</sup> Software da empresa Autodesk que tem a capacidade de modelar projetos utilizando a tecnologia BIM.



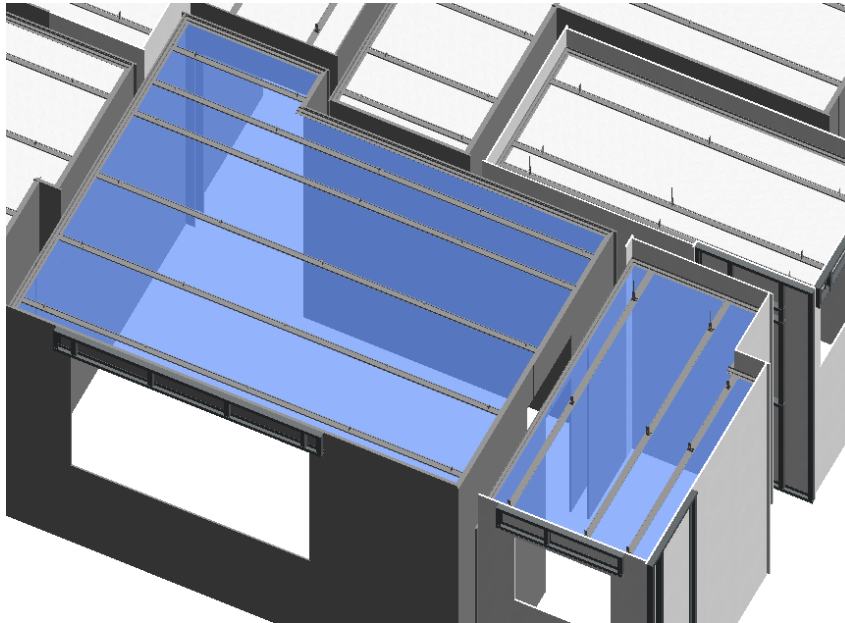
Também é importante que a forma como será modelado o projeto esteja bem definida desde o começo. Muitas vezes, como já foi explicado, é modelado apenas um pavimento tipo. Logo, dependendo das características, é preciso multiplicar os quantitativos extraídos de um pavimento tipo pela quantidade de pavimentos tipos existentes. Apesar de ser um procedimento simples, se não estiver bem definido, pode levar a erro. Portanto é necessário fazer essa verificação.

### **7.1.5 Diferentes tipos de extração de quantitativos para as diferentes etapas**

Como foi visto na revisão da literatura, ao longo do orçamento é necessário extrair diferentes tipos de quantitativos com diferentes tipos de detalhamento. O tipo de quantitativo necessário deve estar alinhado com o nível de desenvolvimento do modelo, conforme foi visto no Capítulo 4. Caso haja um descompasso entre essas duas áreas (projeto e orçamento) é possível que a extração não seja satisfatória.

Um problema diagnosticado foi a extração dos quantitativos dos forros de gesso. Foi informado à empresa que seria fornecido o quantitativo do número das placas de gesso. Porém, no momento em que foi requerida a extração, o forro de gesso de cada ambiente estava todo modelado em um único objeto, conforme a Figura 13, abaixo. Como o modelo não tinha esta informação, foi utilizada a aproximação do quantitativo de gesso com base na sua área.

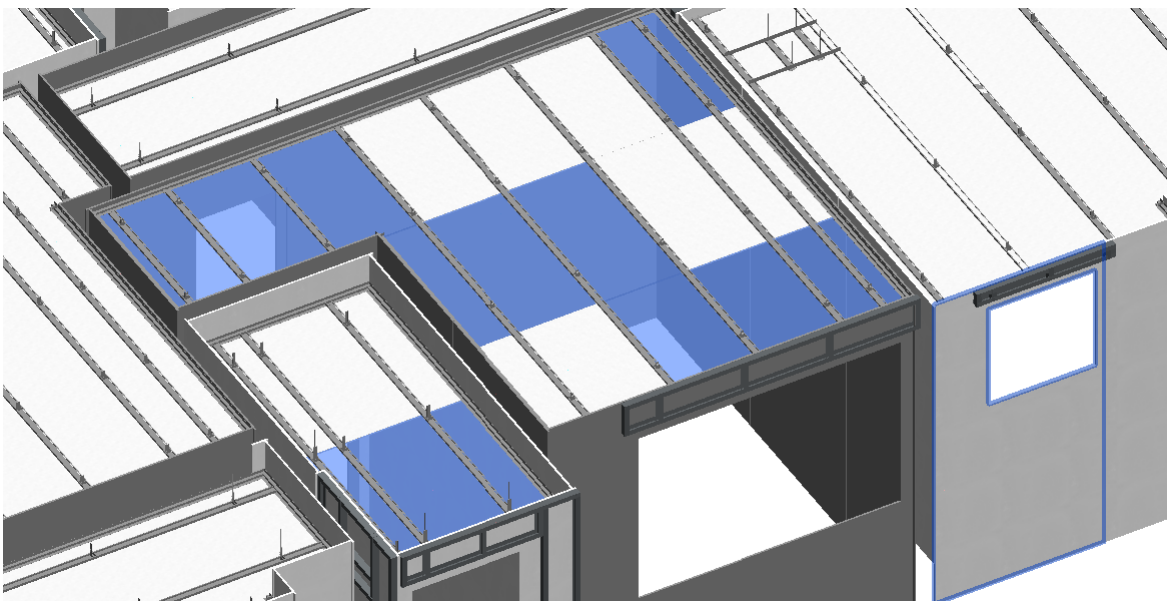
Figura 14 - Projeto de modulação de gesso com as placa de gesso modeladas inteiras, sem divisões.



Fonte: elaborado pelo autor.

Ao longo do desenvolvimento do modelo, os forros foram divididos em placas separadamente e foi possível a extração exata do número de placas com as suas dimensões e quebras, conforme mostra o modelo abaixo (ver Figura 14). Dependendo do descompasso entre as duas áreas (projeto e orçamento) pode se desenvolver um grande impacto nos valores finais.

Figura 15 - Modelo do projeto de gesso com as placas de gesso modeladas separadamente.



Fonte: elaborado pelo autor.

### **7.1.6 Considerações**

Em vista das dificuldades encontradas na literatura e diagnosticadas neste trabalho podemos perceber que a manipulação das informações é a parte mais crítica do processo. A chave do BIM é a informação, logo saber como utilizá-la é imprescindível em qualquer área que busca o sucesso com o uso dessa tecnologia. Por isso, mais uma vez é comprovada a necessidade do planejamento desde o início dos processos que envolvem o BIM para se obter os seus benefícios.

## **7.2 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO (MÉTODO)**

Para a construção da solução deste trabalho, a autora teve como base e como fonte de inspiração uma incorporadora que será denominada “Empresa A”. Foi escolhida essa empresa devido à facilidade de se obter as informações necessárias, pois a autora trabalha diretamente na criação dos novos processos que são afetados com o uso da tecnologia BIM. O empreendimento estudado já foi orçado, porém, teve algumas dificuldades, conforme foi relatado na seção 7.1, pois não foi desenvolvido um planejamento para o desenvolvimento do orçamento satisfatório. Por isso, a autora desenvolveu o planejamento com base na simulação de um possível planejamento para essa obra.

Durante o desenvolvimento, a autora buscou solucionar os problemas provenientes da falta do planejamento para a gestão do orçamento que a empresa enfrentou, buscando sempre um foco mais global, com o objetivo de desenvolver um trabalho que não atenda apenas a Empresa A, mas sim, todas as empresas que buscam a implantação do BIM na área do orçamento. Além da Empresa A, a autora estudou a Empresa B, a fim de validar e aperfeiçoar a metodologia desenvolvida, garantindo ainda mais a viabilidade da utilização por parte de outras incorporadoras. Como ambas as empresas estudadas são incorporadoras, a autora tem um foco maior nessa parte, não excluindo as demais.

### **7.2.1 Impacto e potencial do uso do BIM sobre o orçamento**

Antes de desenvolver a metodologia, a autora validou o impacto que o uso do BIM poderia ter sobre o orçamento, pois ela partiu do princípio de que, por se tratarem de incorporadoras, há um custo-benefício associado a todas as ações de novas implantações nas empresas. Assim, contando com os potenciais vistos na revisão bibliográfica do

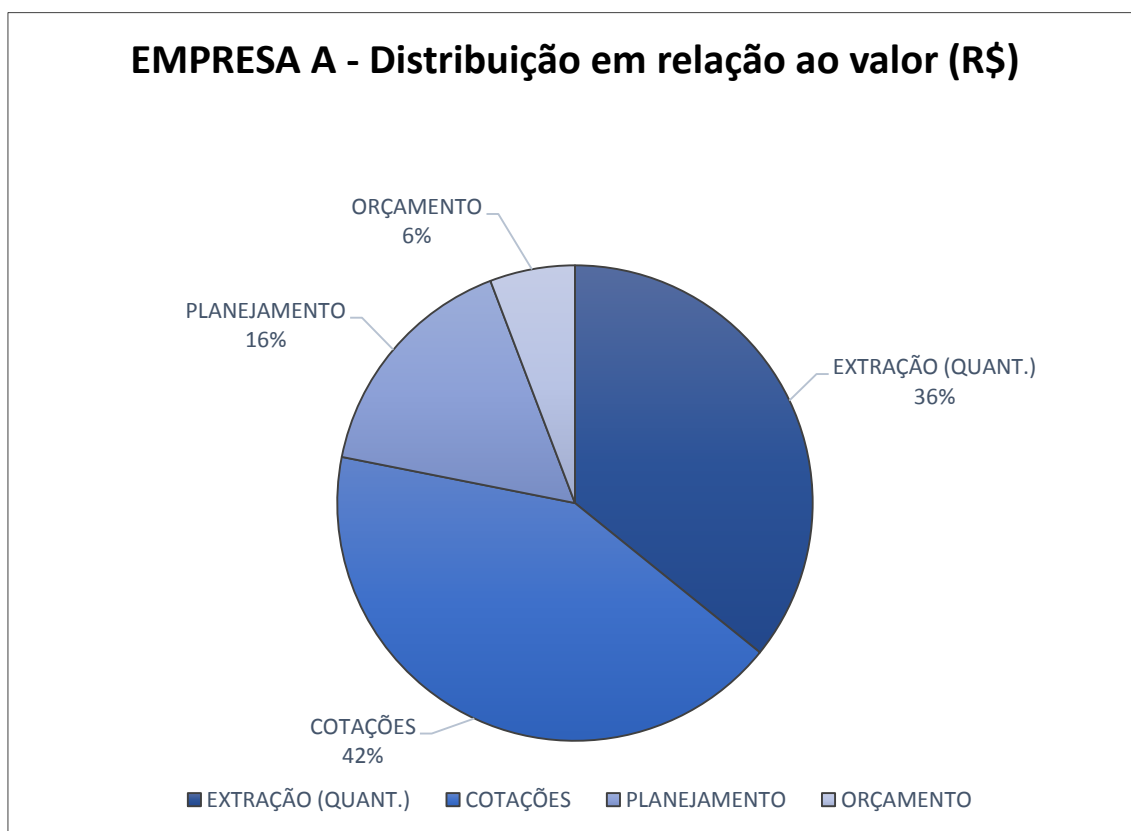
capítulo 3, foi preciso identificar o quanto que o BIM pode influenciar o setor de orçamento, foco desta pesquisa. Para isso, a autora abriu todo o orçamento das empresas até um nível de composição e ficha de orçamento, a qual será melhor explicada nos capítulos específicos de cada empresa, para identificar as fontes das informações necessárias para o desenvolvimento de todo o orçamento segundo a classificação da seção 7.1.1.

As composições que necessitavam das informações dos quantitativos de unidade, volume, área e metro linear foram classificadas como extração (quantitativos) e os quantitativos de meses, dias e horas como sendo do planejamento. As fichas que tinham como base a unidade de verba foram analisadas em conjunto com o responsável pelo orçamento, ocasião em que foram indicados quais itens representavam uma estimativa da empresa com base nos seus dados gerais e quais itens eram desenvolvidos com base em cotações junto aos fornecedores das soluções construtivas.

Cada item analisado recebeu um peso em porcentagem referente aos valores em reais (R\$) que aquele item representava no orçamento total. Nessa análise não foram contabilizados os valores dos terrenos, os gastos internos dos escritórios nem os valores dos projetos e aprovações legais, a fim de obter-se uma comparação compatível entre ambas as empresas.

A Empresa A consta com 36% dos seus itens extraídos através de planilhas do modelo e 42% retirados das cotações junto aos fornecedores. Esses valores são fruto das características e escolhas das soluções construtivas do empreendimento, que conta com soluções mais industriais, tal como os painéis pré-moldados de concreto armado para o revestimento das fachadas, no qual apenas o quantitativo dos materiais não é suficiente, necessitando uma análise do projeto para o desenvolvimento do orçamento analítico mais preciso. Porém, se forem contabilizados todos os itens que são influenciados pelos modelos, partindo do princípio de que os projetos podem ser modelados, o referido valor chega a 78% (extração e cotação). As informações retiradas diretamente do planejamento ficaram com um valor de 16% e as que dependiam só do orçamento com um valor de 6%. Esses valores podem ser vistos no Gráfico 2.

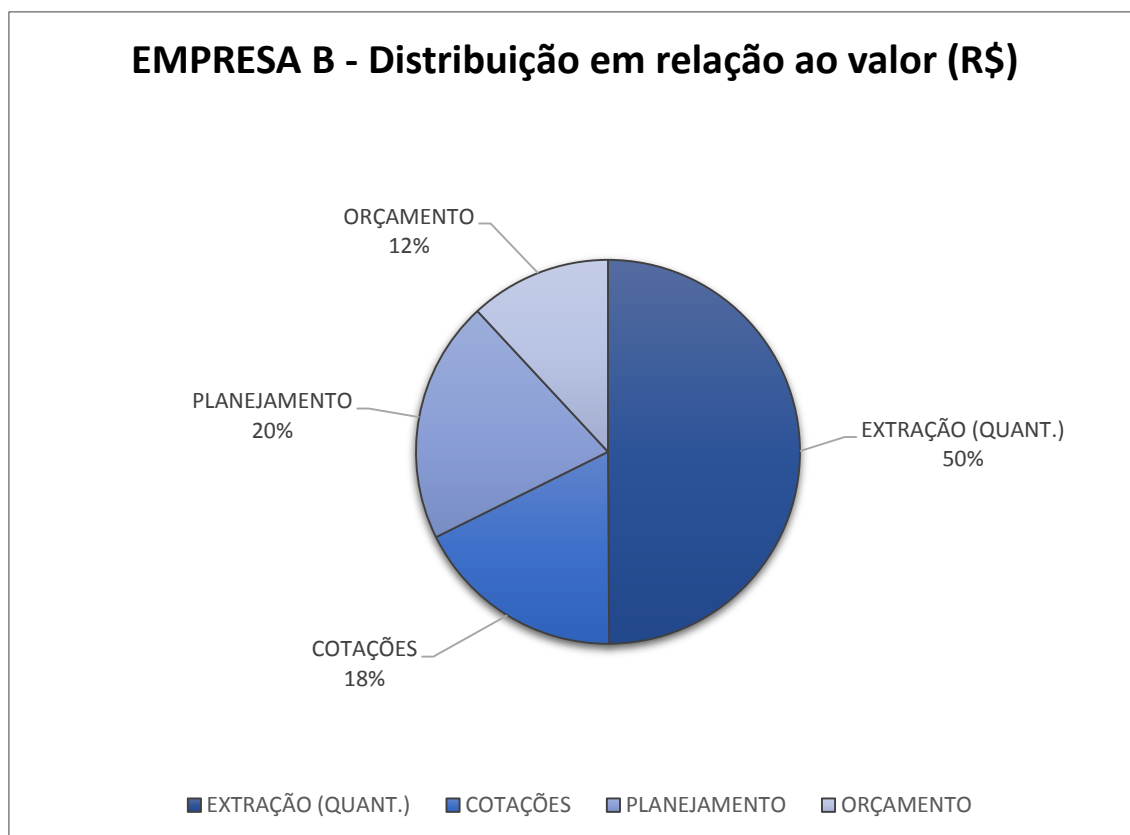
Gráfico 1- Distribuição das fontes de informação da Empresa A com base no valor (R\$)



Fonte: elaborado pelo autor.

A Empresa B constou com 50% dos seus itens extraídos através de planilhas do modelo e 18% fornecidos por cotações com os fornecedores, chegando a um total de 68%. O planejamento ficou com 20% e o orçamento com 12%. Essa distribuição ocorre em função de a empresa B contratar as soluções separadas, seguindo a mesma finalidade da solução construtiva do exemplo anterior da empresa A: são calculadas a argamassa e a mão de obra separadamente do revestimento das fachadas. Logo, o tipo de solução construtiva e a forma como é desenvolvido o orçamento influencia diretamente esses pesos.

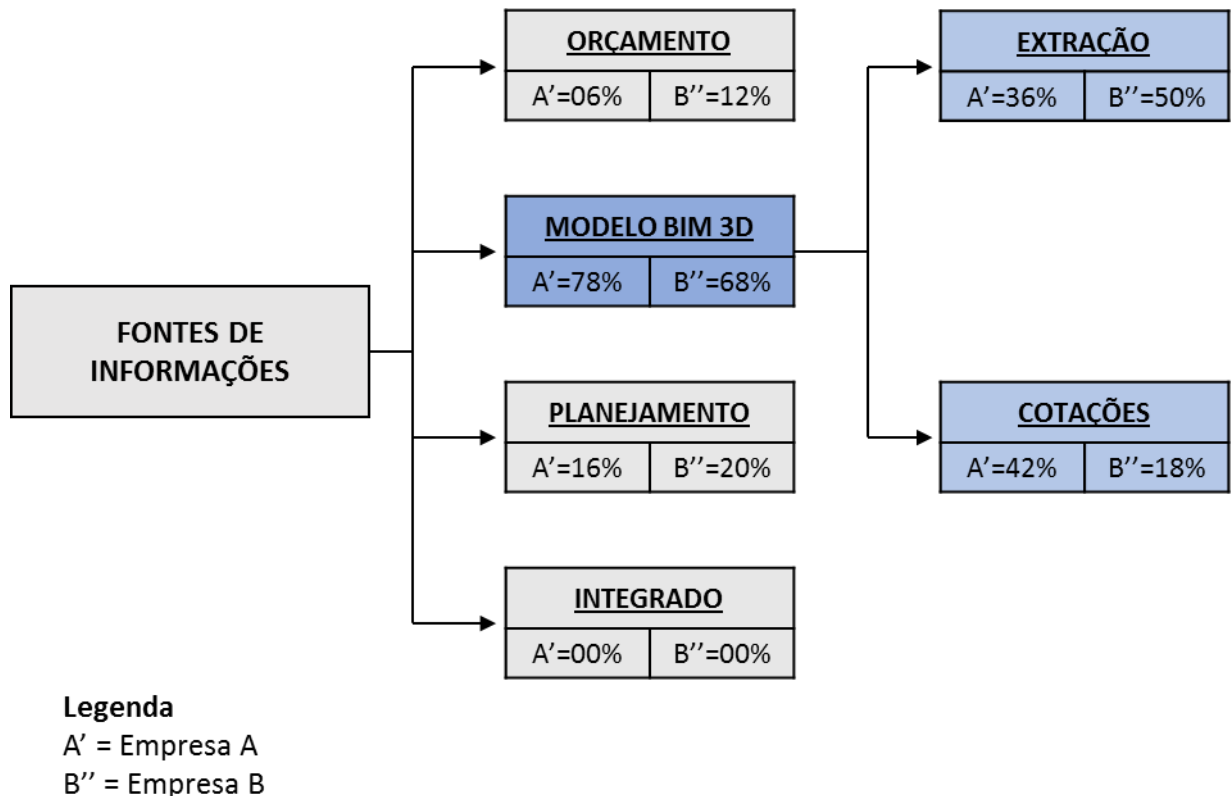
Gráfico 2 - Distribuição das fontes de informação da Empresa B com base no valor (R\$).



Fonte: elaborado pelo autor.

A comparação entre as duas empresas pode ser melhor analisada na Figura 15. Essa compreensão e a análise são fundamentais para verificar a influência da utilização da tecnologia BIM no processo de orçamentação.

Figura 16- Distribuição das fontes de informações da Empresas A e da Empresa B com base no valor do orçamento analítico em reais (R\$)



Fonte: elaborado pelo autor.

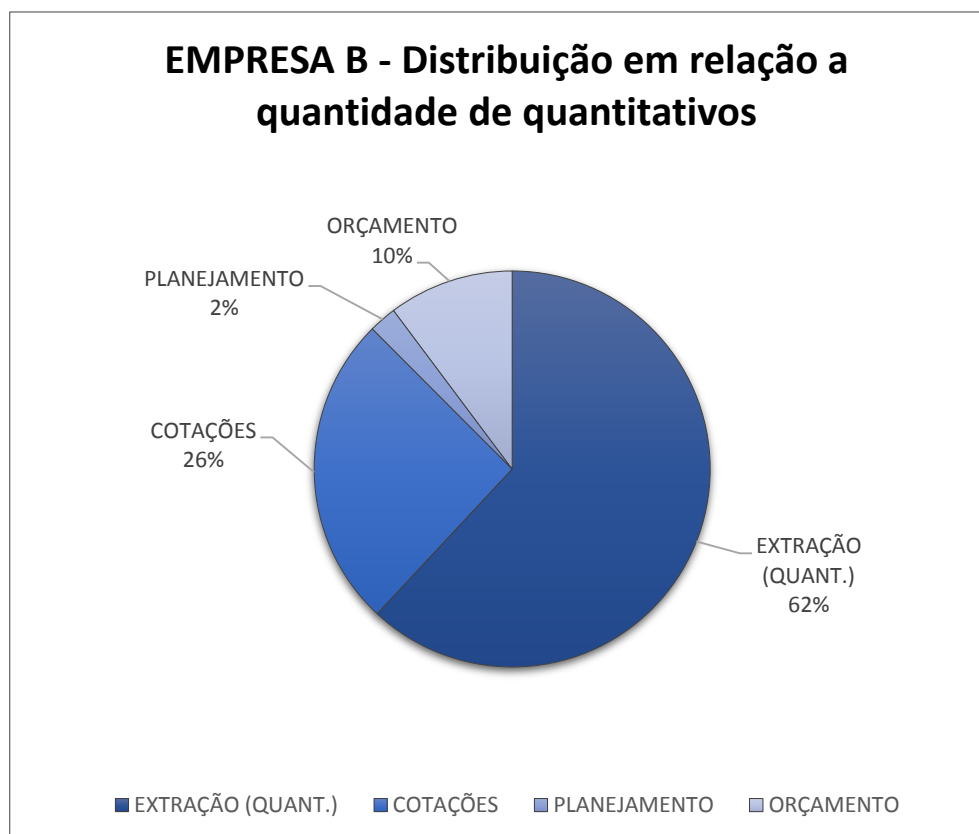
A partir desses dados, foi possível comprovar que o modelo tem uma grande representação no orçamento total de um empreendimento, chegando a ter até 50% do seu quantitativo extraído do modelo e 78% do orçamento influenciado pelo modelo, contabilizando tanto os quantitativos extraídos, como as cotações.

A fonte de informação integrada não recebeu nenhum valor porque nenhuma das empresas analisadas tem um modelo BIM com as informações do planejamento inseridas, modelo 4D. Logo, todas as informações necessárias são extraídas do modelo ou do planejamento separadamente. Só existirá algum valor vinculado a esta fonte se a empresa já estiver em um nível de implantação da tecnologia BIM mais adiantado, onde o planejamento utiliza o modelo para desenvolver o seu trabalho, o que não é o caso.

Seria muito importante analisar também qual a representatividade desses itens nos desvios dos quantitativos dos orçamentos. No entanto, a autora não obteve acesso a essa

informação, pois, via de regra, as informações de orçamento e de desvios são confidenciais das empresas. No entanto, a autora contabilizou a quantidade de quantitativos necessários referente a cada fonte de informação e constatou que, no caso da Empresa B, 88% dos quantitativos solicitados são provenientes do modelo (extrações e cotações). A distribuição geral pode ser vista no Gráfico 3, a seguir.

Gráfico 3- Distribuição da Empresa B em relação à quantidade de quantitativos.



Fonte: elaborado pelo autor.

Essa informação demonstra que há a necessidade de se fazer mais levantamentos de quantitativos do modelo quando comparados com os quantitativos do orçamento e do planejamento. Assim, essa quantidade influencia diretamente na qualidade do processo, pois quanto maior a repetição de um procedimento, nesse caso o levantamento dos quantitativos extraídos do modelo, maior é o tempo investido, maior é a probabilidade ao erro e ao retrabalho.



Assim, visando os benefícios que o BIM pode gerar, é possível identificar os grandes benefícios que ele pode proporcionar ao orçamento, tais como: maior controle sobre a extração das informações, a atualização mais dinâmica dos quantitativos ao longo do desenvolvimento do modelo, uma maior integração entre o projeto e o setor de orçamento, entre outros.

Após a identificação da representatividade que o BIM pode ter sobre o orçamento, a autora validou a necessidade de desenvolver a metodologia proposta.

Para desenvolver esse artefato, a metodologia, a autora desenvolveu os passos para a criação do planejamento do orçamento analítico. Foi focado apenas neste nível de orçamento, pois ele engloba o máximo de detalhes e informações necessárias, conforme relatado por Mattos (2006). O método proposto foi subdividido nos seguintes passos que serão melhores explicados a seguir:

1. Planejamento do mapeamento das necessidades da empresa;
2. Planejamento da concepção do modelo;
3. Planejamento da introdução das informações;
4. Planejamento da extração dos quantitativos e das informações;
5. Planejamento da manipulação dos quantitativos;
6. Planejamento do controle de qualidade do processo.

### **7.2.2 Planejamento das necessidades da empresa**

Conforme Schmitz (2014), é importante identificar quais os aspectos imprescindíveis durante a criação de um modelo para viabilizar a sua utilização na área requerida com o melhor aproveitamento. Logo, compreender realmente quais as informações necessárias e como elas devem ser apresentadas é o primeiro passo.

É necessário ter o conhecimento do desenvolvimento do orçamento para a realização dessa etapa. No entanto, caso não haja esse conhecimento, é aconselhável fazer entrevistas com os responsáveis sobre todos os itens orçados, compreendendo os documentos e informações de entrada, o processo interno e os documentos e informações

de saída. Assim será possível desenvolver o mapeamento das necessidades da empresa visando e identificando o melhor aproveitamento que a tecnologia BIM pode oferecer.

O mapeamento para a autora é composto por uma lista com todos os itens que compõem o orçamento total da empresa. Para cada item, deve-se identificar, primeiramente, a fonte das informações e dos quantitativos, conforme relatado na seção 7.1.1. No presente trabalho, só serão analisados os itens que são influenciados pelo modelo, sendo as extrações e as cotações. Para cada item analisado, deve-se identificar as seguintes informações:

1. Responsável pela definição: responsável por definir as características e informações de cada item;
2. Informações necessárias: informações ou características exigidas pelo orçamento para o desenvolvimento do orçamento analítico;
3. Unidade: valor da unidade do quantitativo necessário;
4. Observações: identificação de possíveis restrições e observações na extração dos quantitativos que podem influenciar as composições. É imprescindível identificar como a empresa considera os quantitativos extraídos para o item analisado, quanto mais informações, melhor. Logo, é sempre aconselhável solicitar algum exemplo para melhor compreensão e evitar dúvidas.

Todas essas informações devem ser indicadas e avaliadas pela empresa, caso fique algum item aberto ou duvidoso, poderá gerar um retrabalho ou inviabilizar a extração das informações no decorrer do processo. Essa planilha pode ser observada no apêndice A.

### **7.2.3 Planejamento da concepção do modelo**

Para fazer o planejamento da concepção do modelo é importante analisar e identificar os seguintes itens:

1. Responsável por modelar: é o responsável por desenvolver o modelo e colocar as informações necessárias. Esse responsável pode ser o projetista que está fazendo o modelo (projeto) ou o próprio setor de orçamento, o qual desenvolverá um modelo próprio para o orçamento. Caso a escolha seja o modelo dos projetistas, deverá haver uma comunicação desde o início do projeto, pois nesse caso, o

orçamento entrará como mais uma disciplina que utilizará as informações do modelo e o projetista deverá colocar as informações solicitadas. Tal envolvimento deverá ocorrer em estágios iniciais do projeto e ser mais intenso do que o método tradicional de orçamento, onde a integração começava quando o setor de orçamento recebia as plantas 2D dos projetistas e alguns documentos com informações e calculava os quantitativos. A antecipação do envolvimento e da intensidade do trabalho pode ser comprovada na Figura 2. Por outro lado, se o próprio setor de orçamento desenvolver o modelo para extrair os quantitativos, ele deverá analisar o tempo gasto no processo de modelagem e extração dos quantitativos com o tempo gasto para medir e calcular os quantitativos. Além disso, deverão ser analisadas as frequências das alterações do projeto, com o cuidado de mantê-las sempre atualizadas.

2. Modelo: informa como será desenvolvido o modelo. Conforme mostrado na seção 7.1.2., há três casos diferentes para se desenvolver o modelo. O cliente, que em muitas vezes é a construtora ou incorporadora, deve definir qual dos casos será adotado. Os projetistas, caso eles sejam os responsáveis pela modelagem, ou setor de orçamento devem estar de comum acordo referente a esta decisão. Esse item influenciará na estratégia da extração dos quantitativos, pois dependendo da concepção do modelo, o responsável pelo orçamento terá que unir os quantitativos de mais de um modelo ou multiplicar os quantitativos dos pavimentos tipos quando este for modelado em apenas um andar.

#### **7.2.4 Planejamento da introdução das informações**

O presente trabalho utilizou o *software Revit* da Autodesk. A escolha foi feita porque a autora tem o conhecimento e domínio sobre o *software* e ele é utilizado em seis dos setes projetos da Empresa A. O projeto estrutural é o único que é desenvolvido com o *software* TQS<sup>2</sup> e é exportado e compartilhado com os demais projetistas na extensão rvt, arquivo utilizado no Revit. Logo, praticamente 100% do projeto é desenvolvido no Revit. Além disso, dependendo do *software* utilizado, haverá a necessidade de desenvolver um processo de introdução e extração dos quantitativos diferentes, pois cada *software* tem as

---

<sup>2</sup> Software especializado no cálculo estrutural de concreto armado, concreto protendido, alvenaria estrutural e estruturas pré-moldadas

suas ferramentas e os nomes para cada uma. Todos os nomes e processos citados neste trabalho serão em referência ao *Revit*, para utilizar outro *software*, deverá haver um estudo e uma adequação do método.

O ponto fundamental do BIM é a informação e a sua manipulação para alcançar os objetivos esperados, por isso esta etapa, de introdução e extração das informações e quantitativos, é tão importante. No entanto, é necessário conhecer a ferramenta para poder retirar o melhor proveito. No caso do orçamento, as informações solicitadas dos quantitativos com as definições devem ser extraídas de uma forma dinâmica e confiável e, para isso, é necessário desenvolver um bom planejamento, contendo a definição da categoria do objeto a ser modelado, o quantitativo a ser extraído com a unidade necessária e o parâmetro a ser colocado e extraído com as definições solicitadas.

Cada objeto deve atender a uma categoria específica. Por exemplo, uma porta de madeira, de PVC ou de alumínio devem estar dentro da categoria de Portas (do inglês *Door*) e essa categoria pode fornecer o quantitativo de unidade que é geralmente requerido para desenvolver os orçamentos. Portanto é necessário identificar todos os objetos a serem modelados e os seus quantitativos, pois, em alguns casos, serão necessários fazer algumas alterações para a introdução de um novo parâmetro, colocando as informações dos quantitativos necessários ou desenvolvendo fórmulas na própria tabela eletrônica que é extraída do *Revit* para a criação do quantitativo necessário.

Para a introdução das informações/definições, existem dois tipos básicos de parâmetros no *Revit*: instância e tipo.

O parâmetro de tipo (do inglês *Type Parameters*) altera todos os objetos que pertencem a aquele tipo no modelo. Por exemplo: as medidas das portas são parâmetros de tipo, logo, se as portas internas do tipo “A” tivessem o seu parâmetro de largura alterado de 80cm para 90cm, todas as portas que já estão colocadas no modelo e as futuras ficariam com a largura de 90cm. Assim, podemos dizer que o parâmetro de tipo é colocado uma única vez pelo responsável pela modelagem e essa informação se estenderá para os demais objetos. Abaixo são mostradas as propriedades de tipo de texto do *Revit* que podem ser utilizadas para colocar as descrições:

Figura 17 - Parâmetros de tipo de texto do Revit.

Name	Nome	Descrição
Keynote	Nota-chave	Adicione ou edite uma nota-chave de texto de modelo. Clique na caixa de valor para abrir a caixa de diálogo Notas-chave. Consulte <a href="#">Notas-chave</a> .
Model	Modelo	Definição do modelo de texto de modelo.
Manufacturer	Fabricante	Definição do fabricante do texto de modelo
Type Comments	Comentários do tipo	Comentários do texto de modelo.
URL	URL	Define a URL aplicável.
Description	Descrição	Descrição do texto de modelo.
Assembly Description	Descrição da montagem	Descrição da montagem com base em uma seleção do código de montagem.
Assembly Code	Código de montagem	Código de montagem Unifomat selecionado na lista hierárquica.
Type Mark	Marcação de tipo	Define a marca do tipo de texto de modelo
Cost	Custo	Define o custo do texto de modelo.

Fonte: adaptado do site da Autodesk, 2016.

Por outro lado, os parâmetros de instância (do inglês *Instance Parameters*) alteram apenas os objetos selecionados, não alteram os demais pertencentes ao mesmo tipo. Esse parâmetro é utilizado quando há a necessidade de colocar informações diferentes para o mesmo tipo de objeto. Utilizando o mesmo exemplo anterior, podemos dizer que há duas portas iguais, do mesmo tipo, em andares diferentes. Logo, elas terão o parâmetro de instância de nível com informações diferentes. Essas informações são necessárias toda vez que se introduz um objeto no modelo.

A definição do tipo de parâmetro que será utilizado para identificar as informações necessárias e, posteriormente, extrair os quantitativos do modelo é muito importante, pois em alguns casos, dependendo da complexidade do modelo, se torna quase inviável recolocar todas as informações quando o modelo já está praticamente pronto.

Em vistas das características dos parâmetros, é mais coerente colocar as informações necessárias em um único parâmetro de tipo. Assim, quando há a necessidade de alterar ou colocar uma informação, basta alterar em um único parâmetro. Além disso, quando se

vai fazer a extração das informações, se as informações estiverem em um único lugar (parâmetro), basta procurá-lo para desenvolver a análise necessária.

Desta forma, para cada item de orçamento analisado é importante identificar o tipo de objeto a ser modelado, o tipo de quantitativo a ser extraído e o parâmetro no qual será colocada a definição e características necessárias.

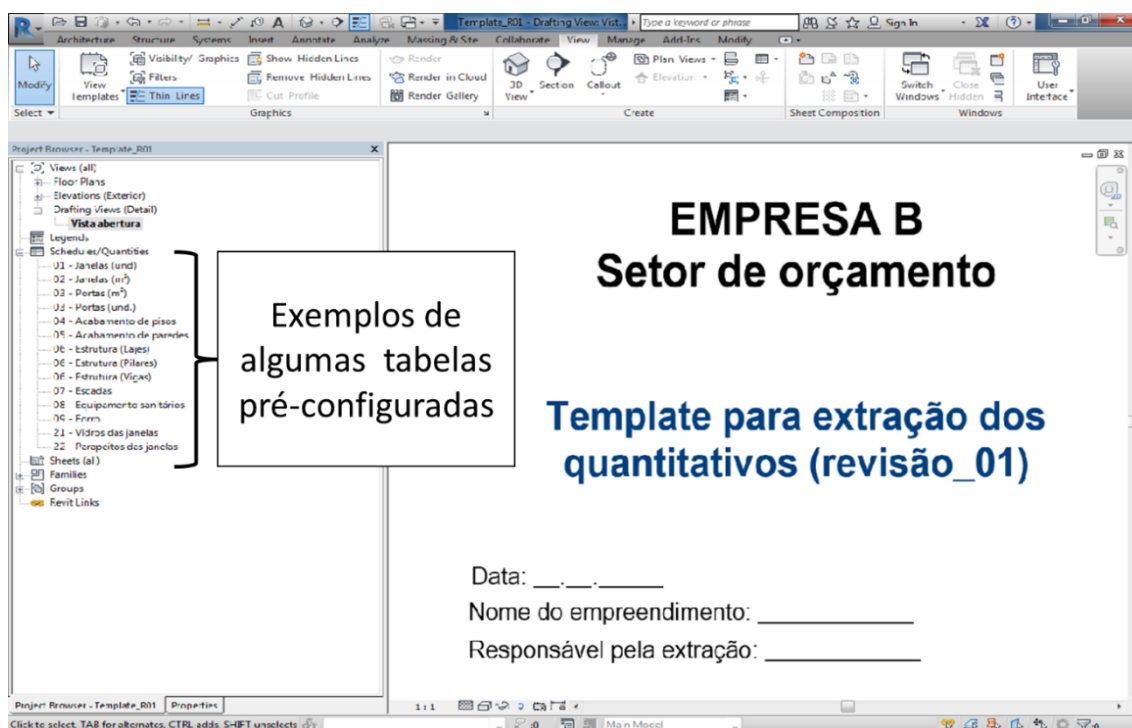
### **7.2.5 Planejamento da extração dos quantitativos e das informações**

Com essas definições e com as que foram colocadas anteriormente, o responsável por desenvolver e colocar as informações no modelo terá todas as condições necessárias para tal procedimento. Assim, com o modelo com as informações apropriadas é possível extrair os quantitativos conforme solicitado pela empresa no seu plano de necessidades.

Conforme foi mencionado na seção 7.1.4, foi identificada a dificuldade de controle sobre os quantitativos entregues diretamente em planilhas eletrônicas. Por isso, visando uma maior confiabilidade da extração, é aconselhável extrair as informações com os próprios responsáveis pelo orçamento, em geral, dentro das próprias empresas.

Para um processo mais ágil, o responsável por extrair os quantitativos poderá desenvolver modelos de projetos (do inglês *templates*) que contenham as tabelas necessárias pré-desenvolvidas. Segundo o *Autodesk Knowledge Network*, os *templates* são pontos de início para os novos projetos, incluindo os modelos de vistas, configurações definidas, tais como unidades, padrões de visualizações, tabelas entre outros. Nas configurações das tabelas, é possível criar todas as tabelas contendo as informações e características do item de orçamento e os quantitativos solicitados, conforme pode ser visto na Figura 17.

Figura 18 - Template no Revit com algumas tabelas pré-configuradas.



Fonte: elaborado pelo autor.

Assim, os modelos são vinculados dentro de um projeto feito com esse *template* ou as tabelas podem ser colocadas dentro dos modelos dos projetos. A última opção não é a mais recomendada, pois ao manipular diretamente o modelo dos projetistas, é passível de alterações sem o consentimento dos mesmos. Além disso, dependendo do projeto, haverá a necessidade de extrair várias tabelas, o que pode atrapalhar o projetista no seu desenvolvimento tornando o projeto carregado. Por isso, sempre vincular os arquivos é a melhor opção, uma vez que, ao vincular os arquivos, os quantitativos são preenchidos automaticamente nas tabelas pré-configuradas

## 7.2.6 Planejamento da manipulação dos quantitativos

A manipulação dos quantitativos é influenciada diretamente com o processo interno da empresa, pois a empresa pode utilizar em um *software* próprio para o orçamento, onde é necessário alimentar os campos solicitados com as informações extraídas do modelo, ou planilhas eletrônicas, por exemplo o *Excel*. O presente trabalho não se aprofundará nesse planejamento, pois a autora acredita que para que um método alcance os melhores

resultados é preciso desenvolver um planejamento personalizado para cada empresa, visando como a manipulação pode ser mais eficiente e ágil.

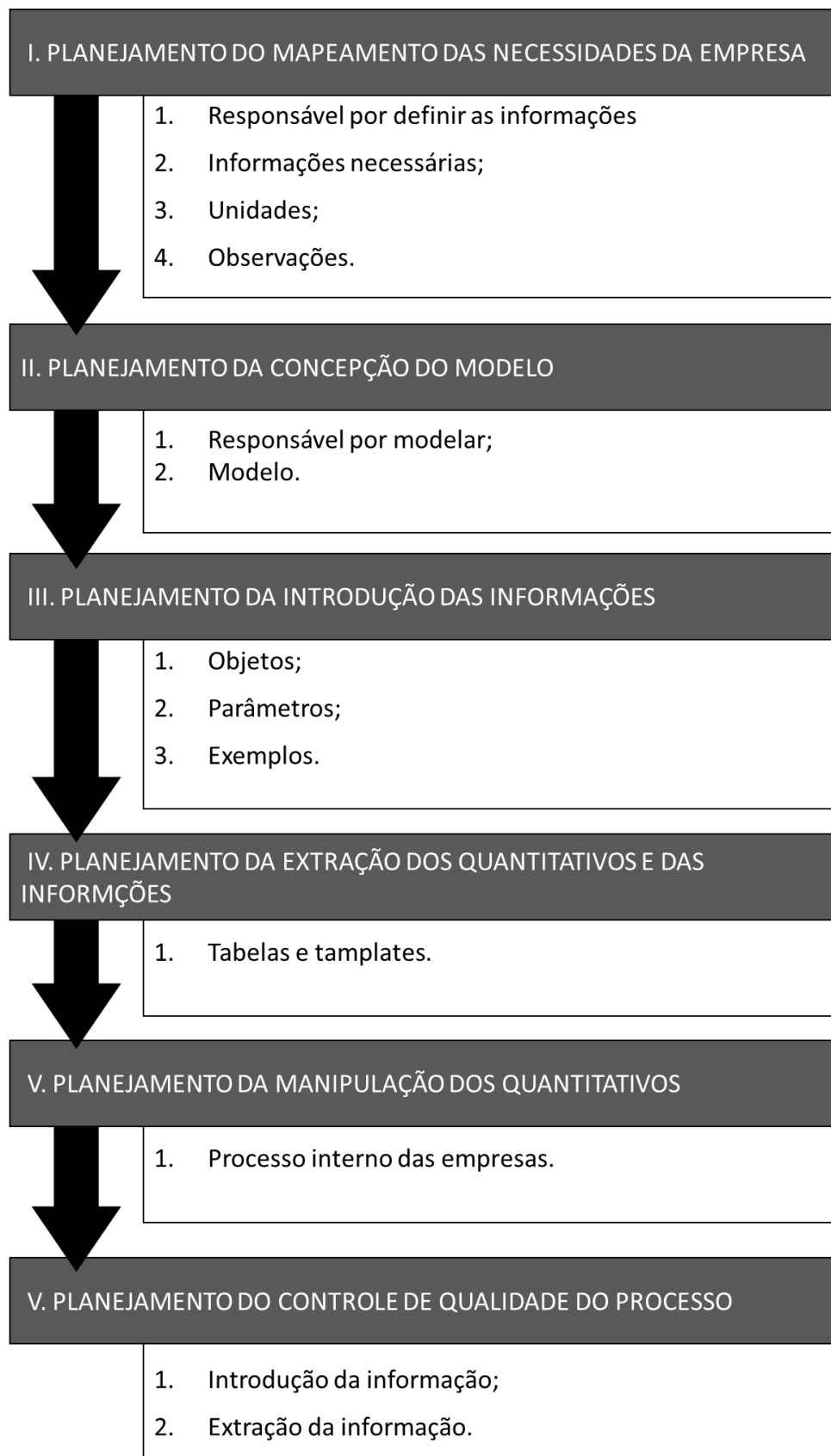
### **7.2.7 Planejamento do controle de qualidade do processo**

Manter a qualidade do processo é fundamental para qualquer ação da empresa. Logo, é necessário ter um controle sobre o processo de introdução, extração e manipulação das informações. O presente trabalho não explorará essa parte do planejamento devido à falta de validação do mesmo. Porém, colocará sugestões para os seguintes controles e uma motivação para os futuros trabalhos:

1. Controle da introdução da informação: poderá ser desenvolvida uma tabela auxiliar no próprio *software* Revit com todos os objetos analisados e listados. Assim, caso um campo dos parâmetros solicitados não esteja preenchido, é possível identificar que está faltando uma informação naquele campo. Além disso, a utilização de parâmetros de tipo ao invés de parâmetros de instância fornece um maior controle sobre o processo, pois nesses casos, o responsável por introduzir a informação deve fazer as alterações em apenas um lugar, conforme foi comentado na seção 7.2.3.
2. Controle na extração da informação: nesta etapa deverá haver o cuidado na criação das tabelas, visando sempre englobar todos os quantitativos solicitados. É preciso cuidado especial com os pavimentos tipos, pois podem não ser multiplicados pelo número de pavimentos, conforme comentado na seção 7.1.2. Outra possibilidade é a criação de um parâmetro compartilhado de instância auxiliar, o qual é preenchido na tabela com um código informando quando esse objeto é quantificado. Assim, com a criação de um filtro de vistas (do inglês *View Filters*), é possível identificar quais objetos não foram quantificados.
3. Manipulação da informação: esse processo é muito característico de cada empresa, portanto deve-se desenvolver um planejamento personalizado a fim de atender as necessidades de cada uma, conforme a seção 7.2.5.



### 7.3 RESUMO DO MÉTODO PROPOSTO



Fonte: elaborado pelo autor.

## 8 APLICAÇÃO DO MÉTODO

Uma vez que o objetivo desse trabalho é o planejamento integrado do orçamento analítico e não a própria execução do orçamento, não foi desenvolvido todo o orçamento, mas sim o seu planejamento. Para os itens que a autora acredita serem mais relevantes, foi desenvolvida uma parte do modelo ou até mesmo utilizado um modelo fornecido pela empresa para validar a proposta do planejamento.

### 8.1 EMPRESA A

A primeira empresa analisada, a qual foi fonte de motivação para o desenvolvimento do trabalho, será denominada Empresa A. A empresa foi escolhida pois está em desenvolvimento de implementação da tecnologia BIM em todas as suas dimensões: desde o projeto até o orçamento, planejamento e a execução. A autora está em contato direto com as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto, uma vez que atua como coordenadora de projetos na empresa. Além disso, participou do primeiro desenvolvimento do projeto modelado no Revit (*software* utilizado pela maioria dos projetistas) do empreendimento como estagiária, auxiliando no processo de modelagem. Assim, essa experiência a auxiliou na visão e análise da fase de projeto, dando uma visão ainda mais global de todo o processo.

#### 8.1.1 Características gerais do empreendimento analisado

- **Características gerais:** empreendimento residencial de alto padrão formado por uma única torre.
- **Desenvolvimento com a tecnologia BIM:** esse é o primeiro empreendimento que teve como objetivo a utilização da tecnologia BIM nos desenvolvimentos dos seus processos. A autora teve a oportunidade de desenvolver o primeiro lançamento do projeto hidrossanitário em uma outra empresa, o que a auxiliou na compreensão do projeto e de como modelá-lo. Por se tratar da primeira obra que utilizou a tecnologia BIM, foi preciso desenvolver diversos processos e metodologias para acompanhar e alcançar os objetivos desejados, os quais ainda estão sendo aperfeiçoados.

- **Situação atual do empreendimento:** o empreendimento já está modelado, sofrendo apenas alguns ajustes e alterações. A extração dos quantitativos foi desenvolvida pelos projetistas e está passando por pequenas alterações.
- **Soluções construtivas:** predominantemente, esse empreendimento conta com soluções construtivas industriais, tais como revestimento interno com chapa de gesso colada, assentamento dos blocos cerâmicos com argamassa ensacada pronta para o uso, painel arquitetônico de concreto armado para as fachadas e estrutura pré-moldada do subsolo 02 até o térreo.

### 8.1.2 Planejamento do mapeamento das necessidades da empresa

O primeiro passo da metodologia é o planejamento do mapeamento das necessidades da empresa. Para o desenvolvimento desta etapa, é preciso compreender o processo interno da empresa, para posteriormente identificar os itens listados na seção 7.2.1. As informações a seguir foram retiradas de entrevistas abertas com os integrantes da empresa e com a experiência da própria autora que participou diretamente de todo o processo.

Essa empresa tem características peculiares, pois ela está no processo de implantação da tecnologia BIM neste primeiro empreendimento. O objetivo de desenvolver o planejamento da obra específica, é validar a metodologia e simular o desenvolvimento de todo planejamento integrado do orçamento analítico.

O processo de orçamento que a autora levará como base para o estudo das necessidades foi criado por integrantes da própria empresa, processo que precisa ser melhorado, pois é preciso solucionar as dificuldades que surgiram ao longo do tempo, tais como a dificuldade de manipulação da informação no modelo, da forma como os quantitativos eram entregues entre outras identificadas nas entrevistas abertas. Essas dificuldades foram descritas na seção 7.1.

O orçamento atual tem como base uma lista de fichas que contêm um código específico, as quais são classificadas em diferentes níveis: etapa, subetapa, item e subitem. Essa

classificação seguiu os padrões já estabelecidos pela empresa, em um processo de adaptação. Um exemplo dessa classificação pode ser observado no esquema hipotético<sup>3</sup>

Quadro 2 - classificação das fichas pelos seus respectivos códigos.

EXEMPLO DA CLASSIFICAÇÃO DOS ITENS DE ORÇAMENTO								
ETAPA		SUB ETAPA		ITEM		SUB ITEM		CÓDIGO
01	Custos Iniciais	02	Projetos	03	Projeto Arquitetônico	03	Projeto Decoração Interiores	01.02.03.03
02	Infraestrutura	02	Fundações	01	Estaqueamento	01	Estaqueamento	02.02.01.01
03	Obra Bruta	02	Alvenarias	01	Alvenarias de Blocos Cerâmicos	01	Alvenarias de Blocos Cerâmicos	03.02.01.01
03	Obra Bruta	08	Equipamentos, Máquinas e Ferramentas	01	Gruas	01	Gruas	03.08.01.01
03	Obra Bruta	09	Sistemas de Segurança no Trabalho	05	Assessoria de Segurança do Trabalho	01	Assessoria de Segurança do Trabalho	03.09.05.01
04	Acabamento Geral	02	Revestimentos Internos	03	Revestimentos Pisos	06	Piso Vinílico	04.02.03.06
04	Acabamento Geral	03	Acabamentos de Cozinhas e Banheiros	01	Louças	01	Louças	04.03.01.01
04	Acabamento Geral	04	Instalações Complementares	01	Instalação de Gás	01	Instalação de Gás	04.04.01.01
04	Acabamento Geral	07	Equipamentos Condominiais	01	Elevadores	01	Elevadores	04.07.01.01
04	Acabamento Geral	09	Instalações Hidrossanitárias, Aspiração e Rede de Incêndio	01	Materiais de Instalação Hidrossanitária	01	Tubulação e Caixas Esgoto Condominial Série Normal	04.09.01.01
04	Acabamento Geral	10	Lazer Condominial	02	Decoração e Equipamentos das áreas condominiais	01	Quadra Poliesportiva	04.10.02.01
05	Custos Gerais	02	Custos Gerais	07	Limpeza Final da Obra	01	Limpeza Final da Obra	05.02.07.01
06	Contra. de M.d.O.	01	Fundações	01	Serviço de Execução das Estacas	01	Serviço de Execução das Estacas	06.01.01.01
06	Contra. de M.d.O.	02	Empreitada Civil Geral	13	Mão-de-Obra Geral Civil	06	Colocação de Cerâmica nos Apartamentos	06.02.13.06
06	Contra. de M.d.O.	03	Instalação Hidrossanitária	01	Mão-de-Obra Hidrossanitária	01	Mão-de-Obra Hidrossanitária	06.03.01.01
06	Contra. de M.d.O.	07	Equipe Gerencial, Logística de Canteiro e Segurança do Trabalho	03	Equipe Segurança do Trabalho	01	Equipe Segurança do Trabalho	06.07.03.01

Fonte: elaborado pelo autor.

<sup>3</sup> obs.: ordem e valores alterados pela autora a fim de preservar informações confidenciais.

Com os itens de orçamento dessa lista de fichas foi desenvolvido o orçamento expedito com base no banco de dados histórico da empresa. A lista foi colocada em ordem de valores e foram separadas as fichas com maior impacto no orçamento final, considerando o diagrama de Pareto<sup>4</sup>. Os responsáveis pela extração dos quantitativos referentes a cada ficha começaram a desenvolver seu trabalho com base nessa lista.

Com a ordem de priorização pré-estabelecida pela empresa, os projetistas entregavam os quantitativos em planilhas eletrônicas *Excel*, sem uma formatação padrão. Esses quantitativos eram formados por uma ou mais extrações, dependendo dos itens da ficha que a formavam.

As tabelas entregues pelos projetistas eram adaptadas pelos padrões das fichas da empresa, conforme imagem genérica a seguir (ver Figura 18). O setor de orçamento encaminhava a tabela configurada, conforme o padrão interno da empresa, para o setor de suprimento. Caso houvesse alguma dúvida, o setor de suprimento comunicava o setor de orçamento, o qual esclarecia as dúvidas com os projetistas.

---

4 Técnica estatística que permite selecionar os itens de maior prioridade, onde 20% dos itens representam 80% do impacto analisado ou requerido.

Figura 19 - Ficha de orçamento da Empresa A.

<b>EMPRESA A</b>	<b>FICHA DE ORÇAMENTAÇÃO</b>		<b>IMPÉRIO</b>					
			R\$					
			<b>000</b>					
Data: 01/01/01								

<b>Item de Orçamento</b>	04.05	<b>Esquadrias</b>
	04.05.01	<b>Esquadrias Externas</b>
	04.05.01.01	<b>Esquadrias em PVC</b>

Ref	Item	Insumo / descrição	Und	Quantidade			Preço			
				Med.	%	Cons.	Unit.	Total	%	
	001	Janela genérica de PVC A	Un	1	0	1		R\$ 0,00		
	002	Janela genérica de PVC B	Un	14	0	14		R\$ 0,00		
	003	Janela genérica de PVC C	Un	14	0	14		R\$ 0,00		
	004	Janela genérica de PVC D	Un	13	0	13		R\$ 0,00		
	005	Porta genérica de PVC A	Un	3	0	3		R\$ 0,00		
	006	Porta genérica de PVC B	Un	13	0	13		R\$ 0,00		
	007	Porta genérica de PVC C	Un	14	0	14		R\$ 0,00		
	008	Porta genérica de PVC D	Un		0			R\$ 0,00		
	009	...	Un		0					
	010		Un		0					
	011		Un		0					
	012		Un		0					
	013		Un		0					
	014		Un		0					
<b>TOTAL=</b>								R\$ 0,00	0%	
INCC: 2297,5231				Maio/2016				<b>T. INCC=</b>		0,0000

<b>Referências:</b>	<b>Observações:</b>
I Quantitativos extraídos do projeto Modalidade XXX - Revit	* Acabamento Interno= Branco / Acabamento Externo= cor no quebra (no gal) * Nos valores das esquadrias já estão incluídos os * Guarnições de 10 cm social e 7 cm serviço; * Esquadrias com guarnições, batentes, fechaduras e dobradiças inclusos; ...

Responsáveis			
Nomes	Assinaturas	Nomes	Assinaturas

Fonte: elaborado pelo autor.

A autora teve a oportunidade de participar do desenvolvimento deste processo e aprender a vivenciar as suas dificuldades na implementação dessa nova tecnologia, tal como a destinação da ficha dos quantitativos para os seus respectivos responsáveis e a falta de verificação.

Após a compreensão do processo da Empresa A, a autora classificou todos as fichas conforme a fonte da informação seção 7.1.1. Como o foco deste trabalho são os itens influenciados pelo modelo BIM, a autora analisou apenas esses itens (extraídos e cotados), identificando o responsável pela definição, as informações, características e as unidades necessárias e algumas observações, caso necessário, conforme a seção 7.2.1.

A autora não tem a permissão de divulgar toda a tabela desenvolvida, por isso serão apresentados os itens que ela considera mais críticos na seção 8.1.7.

### **8.1.3 Planejamento da concepção do modelo**

A Empresa A contrata todos os seus projetos modelados em BIM. Logo, é possível utilizar os modelos dos projetos para o levantamento dos quantitativos. Nesse caso, as concepções dos modelos devem ser acordadas com os demais colaboradores, pois outros setores que utilizaram o mesmo modelo devem estar de acordo.

Para a identificar os responsáveis por desenvolver o modelo, a autora utilizou a experiência do próprio desenvolvimento realizado, identificando os projetistas que modelaram os objetos solicitados.

A autora não realizou nenhuma reunião específica com os projetistas para definir sobre a concepção dos seus modelos, etapa que ela considera crucial, pois este trabalho é apenas uma simulação do desenvolvimento da metodologia. No entanto, ela teve a oportunidade de participar de uma reunião com os cinco projetistas durante o seu trabalho, os quais analisaram e comentaram o processo utilizado. Eles relataram uma dificuldade de extrair os quantitativos quando o modelo era desenvolvido segundo o Caso 03 (ver seção 7.1.2). Por isso, a autora pode realizar as seguintes considerações:

- Se o projeto era modelado em um único arquivo, conforme o Caso 01, ele continuaria com esse processo;
- Se o projeto era modelado em arquivos separados, conforme o Caso 02, ele continuaria com esse processo tomando cuidado para deixar o pavimento tipo em um arquivo separado;
- Se o projeto era modelado em um único arquivo, mas não completo, conforme o caso 03, ele deveria modelar o pavimento tipo separadamente dos demais, se tornando um Caso 02.

### **8.1.4 Planejamento da introdução das informações**

A autora identificou para cada ficha de orçamento os objetos necessários para se extrair os quantitativos e a indicação de um possível parâmetro para a introdução da informação necessária, colocando exemplos dos padrões a serem colocados. A autora sentiu a dificuldade na escolha do parâmetro a ser escolhido, pois, em alguns modelos analisados, percebeu que alguns parâmetros já eram utilizados para outras informações. Logo, seria necessário o consenso dos projetistas, pois todas as pessoas que utilizarão o modelo devem estar cientes das necessidades dos demais. Por exemplo, se fosse solicitado a

utilização do parâmetro de tipo Descrição (do inglês *Description*) para a porta do modelo de arquitetura por parte do orçamento, este deveria confirmar com o projetista a possibilidade desta utilização, pois, nesse caso em específico, o objeto já tinha tal parâmetro preenchido com a informação: “Esquadria interna”. Por isso, seria imprescindível o acordo entre os colaboradores para evitar confusões como a troca de informações. No trabalho em questão, não foi possível desenvolver esse acordo entre as partes, por isso, a autora apenas indicou um parâmetro que ela acreditava ser coerente para cada caso.

### **8.1.5 Planejamento da extração dos quantitativos e das informações**

A extração dos quantitativos deve ser realizada e desenvolvida dentro da própria empresa, sempre supervisionada pelo responsável do orçamento. Nesse caso, como os projetistas desenvolvem os seus modelos, é possível utilizá-los para extrair as informações. Assim, conforme explicado na seção 7.2.4 a empresa deve desenvolver um *template* próprio para a extração no setor de orçamento. Dessa forma, o setor de orçamento faz os vínculos com os modelos que deseja extrair as informações e configura as tabelas conforme as suas necessidades.

### **8.1.6 Planejamento da manipulação dos quantitativos**

Com as tabelas dos quantitativos em planilhas eletrônicas, os responsáveis pelo orçamento deveriam alimentar o processo interno das fichas de orçamento da Empresa A, que também são desenvolvidas em planilhas eletrônicas. Apesar de ser um processo simples, é preciso ter bastante atenção para não ocorrerem trocas de informações, uma vez que a transição de informações é manual, passando de uma planilha eletrônica para outra.

### **8.1.7 Análise dos resultados da Empresa A**

Não foram remodelados todos os projetos, pois este não era o foco dessa análise. Por isso, foram utilizados os modelos já desenvolvidos para validar algumas extrações dos quantitativos que a autora considerava mais críticas. Além disso, os nomes dos modelos e das linhas colocados neste trabalho são genéricas, geralmente com um nome de um país ou nacionalidade, procedimento realizado para manter o sigilo da empresa.

Seguem a baixo os resultados mais relevante encontrados:

#### a) Responsabilidades mistas:

A autora identificou que em algumas fichas havia um responsável para definir as características e informações necessárias do objeto e outro responsável por modelá-lo. Um desses exemplos pode ser visto na ficha de número 01 da tabela do apêndice A. No



caso apresentado, que são plaquetas cerâmicas da fachada, quem definia o tipo da plaqueta que será utilizada é o responsável pelo projeto arquitetônico. Por outro lado, quem modela o revestimento com as plaquetas é o responsável pelo projeto dos Painéis Arquitetônicos de Concreto Armado (PPCA). Assim, o quantitativo e as informações eram retiradas do modelo de PPCA e não do arquitetônico. O arquiteto, portanto, precisou informar o tipo de plaqueta a ser colocado no modelo de PPCA.

Outro caso similar, pode ser visto na extração dos quantitativos das tomadas e interruptores. Nesse caso, apesar do projetista elétrico ser o responsável por definir o número de módulos, tomadas, interruptores entre outras definições e modelar tais objetos, o arquiteto é o responsável por definir a linha que será utilizada. Esta informação impacta bastante o orçamento, pois no empreendimento estudado há uma grande variação no valor das diferentes linhas escolhidas. Assim, o arquiteto tem que fornecer tal informação para que o engenheiro elétrico pudesse acrescentar ao seu modelo.

Em ambos exemplos, podemos ver uma integração entre mais de um projeto. Casos em que a colaboração e a comunicação são fundamentais. Desenvolver um planejamento que identifique este tipo de interação é o primeiro passo, pois se alguma definição estiver atrasada, gerará retrabalho para recolocá-la ou até mesmo será inviável tal procedimento.

b) Mais de uma extração de quantitativo para uma mesma ficha:

A autora identificou que em algumas fichas havia a necessidade de fazer mais de uma extração de quantitativo, conforme a ficha nº 02 no apêndice A. Nesse caso, que é a tubulação de esgoto, a autora teve de fazer duas tabelas para extrair os quantitativos: uma para as conexões (unidades) e outra para as tubulações (metro linear). Esses casos ocorreram especialmente nas instalações hidrossanitárias e elétricas, onde são orçados todos os elementos das instalações, necessitando então mais de um tipo de ficha.

Em situações como essas, deve-se tomar o cuidado de contabilizar as duas tabelas extraídas, pois o esquecimento de uma, pode gerar um grande erro no valor final.

c) Uma extração de quantitativos para mais de uma ficha:

Esses casos foram identificados principalmente nos acabamentos dos diferentes elementos da arquitetura, conforme as fichas nº 03, 04 e 05 do apêndice A. No caso dessas fichas, que são os acabamentos de pisos, a autora realizou uma extração dos quantitativos de áreas de todos os pisos dos modelos e obteve as informações para diversas fichas. O cuidado nesses casos é na hora de identificar qual item do quantitativo pertence a qual ficha. Por isso, foi necessário colocar um padrão para todos eles. No exemplo analisado, no começo de cada descrição do parâmetro de tipo *Description*, foi colocado o número da ficha. Assim, basta colocar o item em ordem alfabética e selecionar os quantitativos que começam com o mesmo número.

d) Necessidade de utilizar parâmetros de instancias em alguns casos:

Em alguns casos, a utilização do parâmetro de tipo não é viável e pode atrapalhar o processo de modelagem. Por exemplo: os projetistas que modelam as tubulações hidrossanitárias e elétricas colocam a informação do seu diâmetro nominal no parâmetro de instância. Se fosse colocada esta informação no parâmetro de tipo implicaria em um grande número de tipos de objetos diferentes, o que atrapalha o processo de modelagem, pois quando o profissional responsável por tal atividade for buscar este objeto, haverá muito, tornando o processo mais demorado.

Logo, por mais que fosse solicitada a identificação de um parâmetro de tipo, esta definição alteraria drasticamente o processo que o projetista já utiliza para modelar.

## 8.2 EMPRESA B

### 8.2.1 Características gerais do empreendimento analisado

- **Características gerais:** empreendimento residencial e comercial de padrão médio formado por três torres.
- **Desenvolvimento dos projetos:** Este empreendimento foi todo desenvolvido no software AutoCAD em 2D.
- **Situação atual do empreendimento:** o empreendimento já está em obra, com o seus projetos e orçamentos desenvolvidos.
- **Soluções construtivas:** predominantemente soluções construtivas tradicionais, tais como revestimento com argamassa e chapisco interno e externo (nas fachadas), estrutura de concreto armado *in loco*, assentamento com argamassa tradicional entre outros. Também há a presença de algumas soluções mais industriais como paredes de vedação de *drywall*.

### 8.2.2 Planejamento do mapeamento das necessidades da empresa

As informações adquiridas para a realização deste trabalho foram dadas em entrevistas abertas e por documentos da empresa por uma responsável pelo orçamento. O setor de custo da Empresa B desenvolvia quatro fluxos de atividades sequenciais: estimativa de custo para a viabilidade para compra de terreno, estimativa para produto e projeto, viabilidade de lançamento e orçamento executivo (analítico). O presente trabalho se focou apenas no orçamento analítico do empreendimento.

Os responsáveis pelo orçamento da Empresa B recebiam os projetos do setor de projeto da própria empresa. Com base neles, eram levantados os quantitativos para serem colocados na tabela eletrônica do orçamento. Os itens de orçamento da tabela são formados por uma ou mais composições que ficam no mesmo arquivo.

Como neste caso analisado o orçamento já estava aberto, mostrando todos os seus insumos necessários para fazer o levantamento, o próprio nome já englobava, em muitos casos, as informações necessárias.

Tabela 2- Parte da tabela do orçamento analítico - Blocos de fundações da Torre X

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>UNID.</b>
<b>05.01</b>	<b>BLOCOS DE FUNDAÇÃO - Torre X</b>	
05.01.01	Formas para Blocos de Fundação - Torre X	vb
05.01.02	Armaduras para Blocos de Fundação - Torre X	kg
05.01.03	Concreto Usinado para Blocos de Fundação - X	m3

Fonte: adaptado da planilha fornecida da Empresa B.

Para fazer os levantamentos dos quantitativos, os responsáveis utilizavam planilhas eletrônicas para auxiliar na contabilização e utilizavam os próprios arquivos em 2D para retirar as informações necessárias, processo que foi relatado como demorado e manual.

Logo, foram analisados mais de mil itens, entre eles composições e insumos, conforme foi explicado na seção 7.1.1. O foco desta pesquisa são os itens provenientes do modelo, sendo eles: os extraídos em planilhas eletrônicas e os cotados. Assim, foram analisados apenas esses itens.

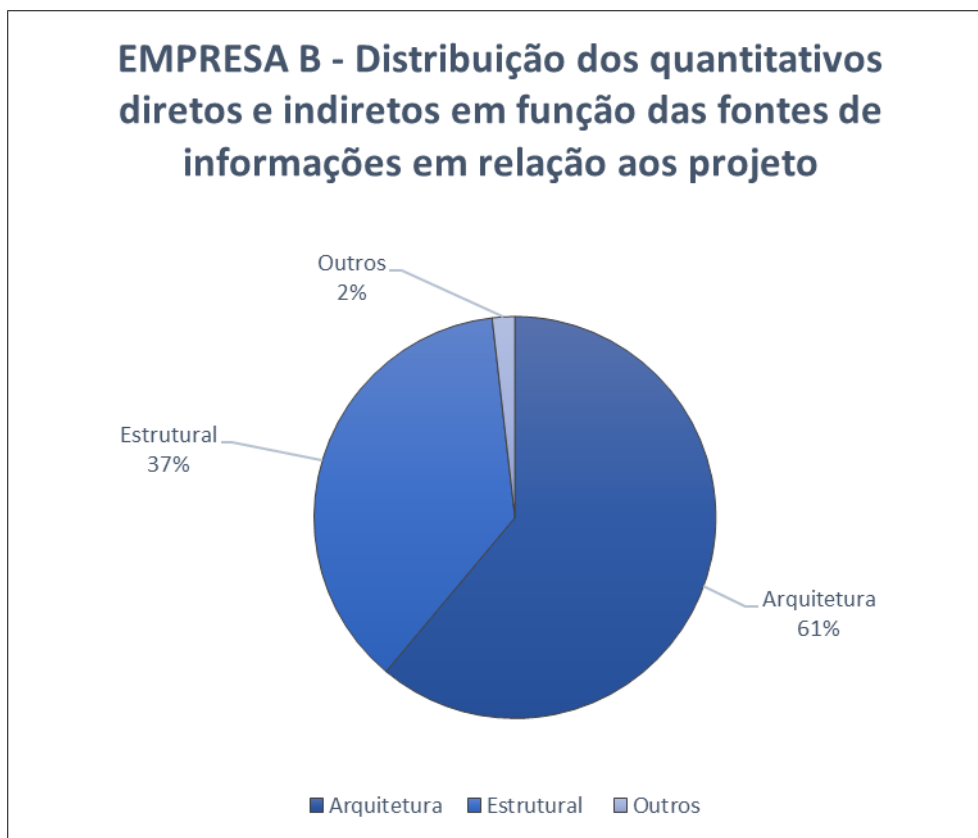
Os responsáveis pelas definições foram identificados como os próprios projetistas responsáveis por desenvolver tais projetos. No entanto um aspecto peculiar identificado na Empresa B é que há diferentes padrões de obra que o setor de custo utiliza para desenvolver os seus critérios de medições. Esses critérios foram identificados mais fortes na Empresa B do que na Empresa A, pois a empresa A contratava e orçava soluções mais fechadas, onde os critérios eram desenvolvidos em conjunto com os fornecedores e a Empresa B desenvolvia os seus próprios critérios. Esses critérios foram utilizados para o preenchimento do campo de restrições.

### **8.2.3 Planejamento da concepção do modelo**

Como a Empresa B não dispõe dos modelos BIM dos projetistas, apenas os projetos em 2D, os modelos devem ser desenvolvidos dentro do próprio setor de orçamento. Logo, foram analisados os itens que podem ter seus quantitativos extraídos do modelo,

conforme pode ser visto no Gráfico 4. O projeto arquitetônico e estrutural são os responsáveis por 98% do valor (R\$) dos quantitativos necessários.

Gráfico 4- Distribuição dos quantitativos extraídos do modelo pelas tabelas eletrônicas em função das fontes de informações em relação aos projetos



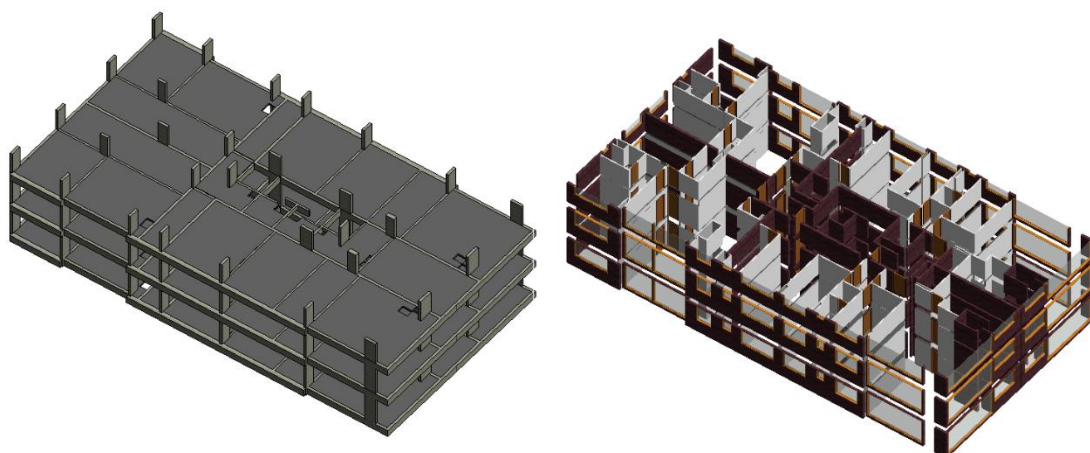
Fonte: elaborado pelo autor.

Assim, foi decidido que os únicos projetos que seriam modelados eram o da estrutura e o da arquitetura, pois são os mais impactantes. Como a finalidade do modelo é apenas para a extração dos quantitativos, esses dois projetos (estrutura e arquitetura) podem ser modelados juntos. No entanto, como o empreendimento é formado por três torres, seria conveniente separá-las conforme os modelos a seguir:

- Modelo do tipo da torre X;
- Modelo do tipo da torre Y;
- Modelo do tipo da torre Z;
- Modelo das outras áreas (subsolos, tipo e cobertura).

Esta separação foi tomada para evitar um modelo muito grande e para evitar o problema do esquecimento da multiplicação pelos pavimentos tipos. Além disso, na própria classificação do orçamento da empresa é utilizada esta divisão entre as torres para fins de controle e classificação dos valores atribuídos a cada torre.

Figura 20 - Imagem do modelo do pavimento tipo da torre X, do lado esquerdo apenas os objetos estruturais e do lado direito os objetos arquitetônicos.



Fonte: elaborado pelo autor.

Vale ressaltar ainda que os projetos hidrossanitários e elétricos não aparecem nesta análise porque a forma de orçamento e contratação nesses casos são através de cotações diretamente com os fornecedores parceiros. Logo, desenvolver o modelo nesse caso, seria um retrabalho perdido para esse fim, pois os fornecedores utilizam o projeto 2D para desenvolver o orçamento. Os desenvolvimentos de tais modelos serviriam como uma forma de verificação e controle sobre os serviços contratado, aspecto que não será abordado neste trabalho.

#### **8.2.4 Planejamento da introdução das informações**

Como no caso analisado, o modelo será desenvolvido no próprio setor de custos da empresa, a necessidade da reunião com os projetistas para escolher qual o melhor parâmetro para colocar as informações não é necessário, pois o modelo será utilizado apenas para o orçamento. No entanto, as informações necessárias para o modelo deverão ser fornecidas de outra maneira para não ter problemas ou dúvidas.

#### **8.2.5 Planejamento da extração dos quantitativos e informações**

Conforme relatado no capítulo anterior, a finalidade do modelo é apenas para o orçamento. Logo, o modelo pode ser feito no próprio *template* desenvolvido para extrair os quantitativos, sem a necessidade de vincular os arquivos conforme foi proposto para a Empresa A.

Os quantitativos poderão ser extraídos do Revit e passados para as planilhas eletrônicas usuais, as quais são compatíveis com a planilha eletrônica que é utilizada para compilar todos os quantitativos e atribuir os valores unitários para o custo final.

## **8.2.6 Planejamento da manipulação dos quantitativos**

As planilhas extraídas entrarão no lugar das planilhas auxiliares que são atualmente utilizadas pela Empresa B. Assim, o processo da manipulação a partir desta etapa pode se manter igual ao que já é utilizado pela empresa.

## **8.2.7 Análise dos resultados da Empresa B**

Não foram realizados todos os modelos conforme colocado na seção 7.2.2, foi apenas modelado um pavimento tipo de uma das torres a fim de verificar planejamento sugerido. Pelos mesmos motivos da empresa anterior, não serão divulgados as marcas, modelos ou qualquer informação que possa expor a empresa. Logo, as informações expostas a seguir serão genéricas.

Seguem os resultados mais relevantes encontrados:

### **8.2.7.1 Desenvolvimento do plano de necessidade da empresa.**

Como a Empresa B tinha em uma única tabela todos os seus itens necessários para realizar o orçamento analítico, o desenvolvimento do plano de necessidade foi mais rápido e ágil quando comparado à Empresa A, pois nele continha praticamente todas as necessidades já escritas.

No caso da Empresa A, havia a necessidade de abrir todas as fichas, que eram mais de 250, para analisar o que era solicitado. Logo, dispersão da informação dificultava a análise das necessidades da empresa.

Por outro lado, a Empresa B tinha todos os itens concentrados em uma mesma tabela. Assim, apesar de ter mais de 1600 linhas, o processo foi mais rápido, sem dispersões.

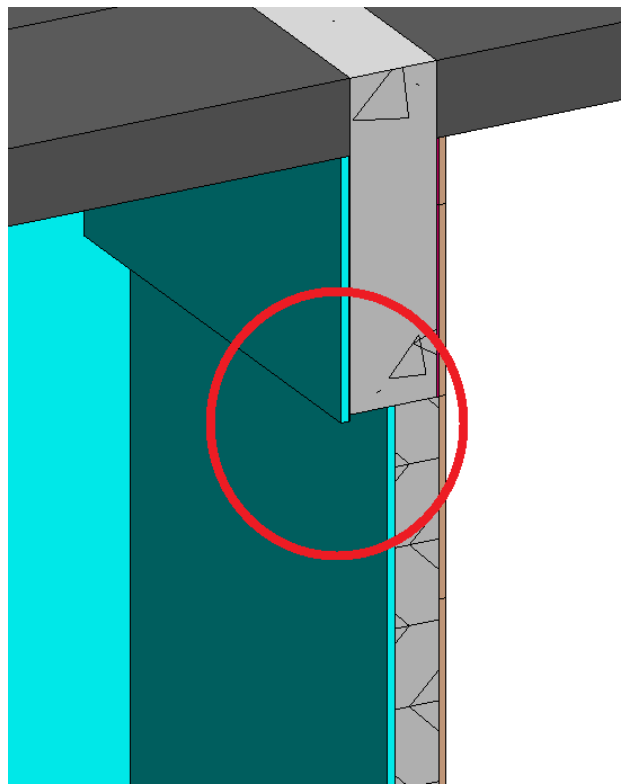
Esse resultado confirma mais uma vez que quanto mais concentrada a informação, mais ágil é o processo. Nesses casos, evidentemente, há a necessidade de uma organização mais planejada, para evitar conflitos.

### **8.2.7.2 Dificuldades na modelagem**

As informações que foram utilizadas para realizar o modelo, foram as plantas 2D. Havia algumas informações que não estavam definidas e causaram dificuldades. Por exemplo, a parede de *drywall* acabava embaixo da viga, no entanto, a placa de gesso acabavam na

laje e para isso, era preciso colar essas placas. Para isso havia duas soluções construtivas diferentes, uma era o *drywall* e outra era a chapa de gesso colada, sem contar que poderia haver dois tipos de placas de gesso diferente (a resistente a umidade e a *standard*). Essa informação foi indicada pela responsável pelo orçamento no campo de restrições do planejamento de necessidades da empresa. Não ficou definido como seria o acabamento entre o *drywall* e a placa de gesso quando estas não eram alinhadas, conforme pode ser visto na imagem a seguir. Essa dificuldade pode ter sido uma falha na concepção do projeto indicada no modelo ou uma falta de informação e definição.

Figura 21- Detalhe do encontro entre a viga, o drywall e as chapas de gesso coladas

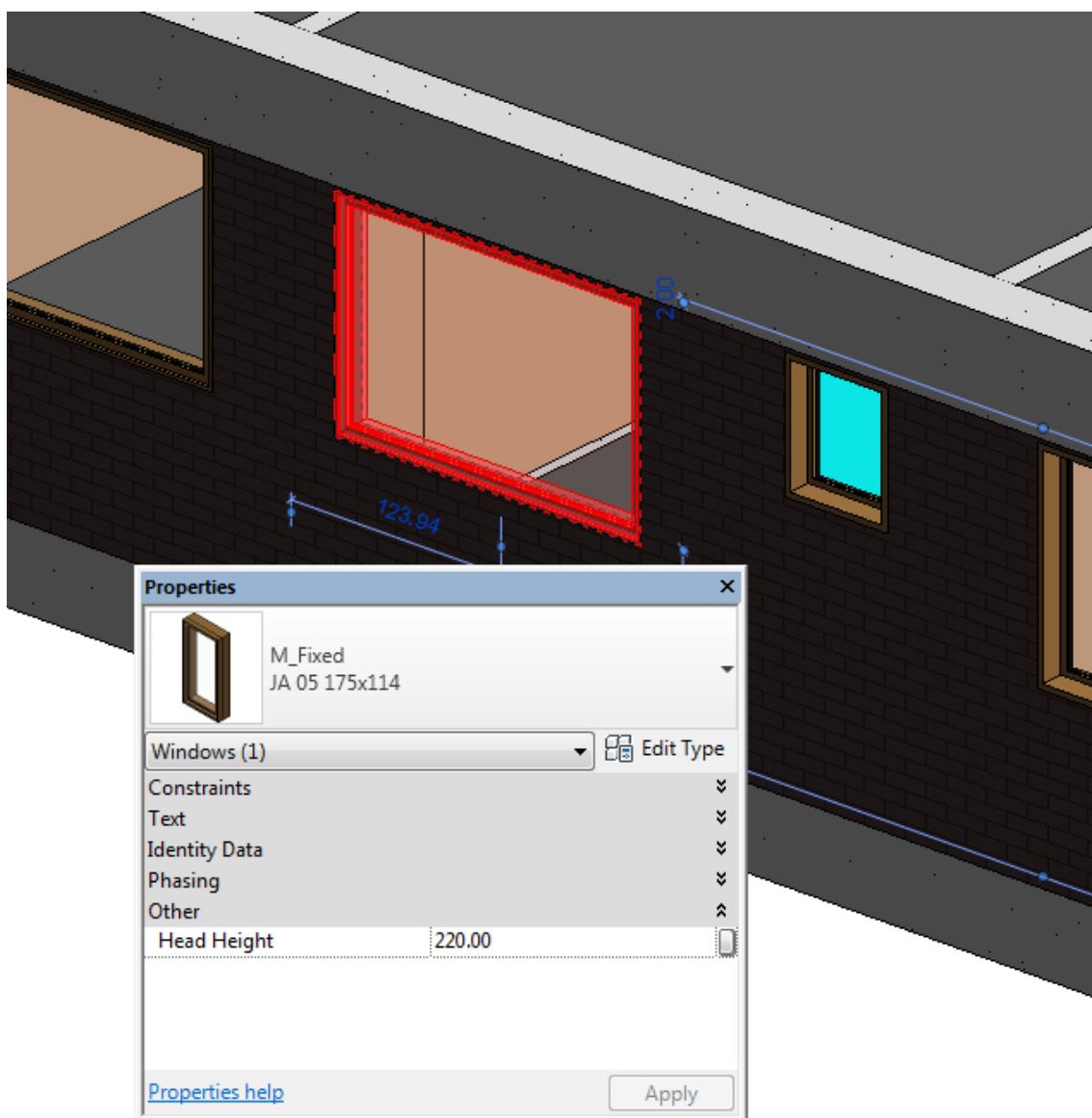


Fonte: elaborado pelo autor.

### 8.2.7.3 Nível de detalhamento e nível de informações

Como o modelo tinha a finalidade de extração de quantitativos, foi utilizado um nível alto de informação, mas não necessariamente um nível alto de detalhamento. Um desses exemplos foram as esquadrias. Foi utilizado um modelo mais genérico, conforme a Figura 22 o qual continha o código do modelo indicado pela arquitetura. Apesar de ser uma esquadria genérica, era possível identificar o modelo e o quantitativo, que, dependendo do tipo, era calculado diferentemente.

Figura 22-Janela com detalhamento genérico e com o nome indicando o código da arquitetura (JA05 175X114).



Fonte: elaborado pelo autor.

#### 8.2.7.4 Formulações nas próprias tabelas

Em alguns casos, o Revit não fornece os quantitativos diretamente. Logo, é necessário desenvolver formulas para encontrar os quantitativos solicitados com o auxílio de outros parâmetros. Um desses casos foi encontrado nas esquadrias de alumínio, o quantitativo necessário é a área da esquadria, no entanto, esta informação não é informada com precisão pelo Revit, por isso é preciso fazer um cálculo mutiplicando a altura e a largura para encontrar a área. É importante fazer o máximo possível de fórmulas e manipulações,



concentrando em um único lugar, para evitar dispersão das informações, nesses casos, através do próprio Revit, como pode ser visto na figura a seguir:

Figura 23 - Planilha no Revit que calcula a área total de todas as esquadrias de alumínio do pavimento tipo.

<160204_Esquadria Alumínio (TORRE X-TIPO)>			
A	B	C	D
Description	Width	Height	Área
160204_Esquadria Alumínio			90.35 m <sup>2</sup>
160204_Esquadria Alumínio: 28			90.35 m <sup>2</sup>

Fonte: elaborado pelo autor.

### 8.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS EM RELAÇÃO AOS DOIS CASOS ANALISADOS

As duas empresas analisadas têm empreendimentos com características e sistemas construtivos diferentes, havendo a necessidade de processos e abordagens distintas de orçamento. Logo, para cada etapa do planejamento, é possível identificar as peculiaridades e as similaridades entre ambas as empresas.

No planejamento do mapeamento das necessidades de ambas as empresas, foram estudados os processos já desenvolvidos por elas e identificadas as fontes de informações, os responsáveis pelas definições, as informações necessárias, as unidades requeridas e as possíveis restrições nas medições.

Foi identificado que no caso da Empresa B, esse processo se apresentou mais intuitivo, pois o seu orçamento se encontrava com as composições abertas e mais detalhadas em uma única planilha eletrônica, sendo possível dessa maneira identificar todos os itens solicitados e analisar as possíveis sobreposições no orçamento (um mesmo item de orçamento sendo considerado em dois itens distintos) ou lacunas no orçamento (a ausência de um item de orçamento) em um único arquivo. Por outro lado, no caso da Empresa A, a análise não foi tão direta, pois, em muitos casos, se fez necessário consultar as fichas, que estavam em arquivos separados, para analisar os itens necessários e identificar o que a empresa solicitava, pois uma mesma ficha poderia necessitar de várias extrações e uniões de informações, ficando suscetível a possíveis erros de submissões ou sobreposições.

Outro aspecto muito importante identificado foram os diferentes critérios de medições e remunerações que cada empresa adotava para fazer o orçamento de cada item. Em alguns

exemplos, para um mesmo serviço, uma empresa orçava o valor global do serviço (verba) e a outra utilizava composições (metros, áreas, unidades) para criá-lo.

Essa diferença foi identificada principalmente nos materiais das instalações dos complementares, onde uma empresa contratava e orçava diretamente com os seus fornecedores, que também faziam a execução, e a outra orçava cada item separado, tais como o metro linear das tubulações, as unidades das conexões e dos acessórios entre outros. Em outros casos, esta distinção do critério de medição foi mais sutil, por exemplo, uma empresa não descontava os vãos menores de 2m<sup>2</sup> para o cálculo das áreas das vedações verticais e a outra descontava todos os vãos. Esses critérios diferentes de medições também podem ser analisados em outras fontes, como a Tabela de Composições de Preços para Orçamento (TCPO) que considera os vãos com áreas inferiores ou iguais a 2m<sup>2</sup> para o cálculo do serviço de vedação de alvenaria de blocos cerâmicos e Campanha Paulista de Obras e Serviços (CPOS) que desconsidera todos os vãos para o cálculo do mesmo serviço.

Nesses casos, o quantitativo esperado da área de alvenaria poderá ser diferente. Assim, por mais que a ficha de orçamento da Empresa A e o item da Empresa B identificasse o mesmo serviço, poderá haver diferentes necessidades. Logo, esta análise prova que o mapeamento das necessidades é peculiar e único, portanto deve ser analisado e discutido junto a cada empresa e seus requisitos.

No planejamento da concepção do modelo, foi identificado que é um ponto crucial para o posicionamento da empresa na escolha do uso ou não da tecnologia BIM, pois dependendo de como será desenvolvido o modelo, pode se tornar atrativo ou não a sua utilização.

No caso da Empresa A, a qual já tinha os modelos, esta etapa foi abordada como um acordo e um consenso entre os responsáveis pelo desenvolvimento do modelo e o setor de orçamento, identificando-os e informando como esses modelos seriam concebidos. Vale ressaltar que nesta etapa é fundamental o consenso de todos os envolvidos para o melhor aproveitamento do modelo.

Por outro lado, no caso da Empresa B, esta decisão foi influenciada por outros fatores, tais como os recursos gastos para o desenvolvimento do modelo pelo setor de orçamento, pois este seria o responsável pelo orçamento. Não foi abordado neste trabalho a comparação entre o tempo e o custo necessários para a extração dos quantitativos no processo tradicional (2D) e no processo BIM. Porém, este tema deve ser melhor analisado e poderá ser abordado em trabalhos futuros. Apesar de não ter esta comparação específica, foi identificado que no caso do orçamento da Empresa B, praticamente todos os quantitativos necessários eram retirados do projeto da arquitetura e da estrutura. Logo, com o desenvolvimento desses dois projetos, que neste caso foi planejado como sendo apenas um modelo, é possível retirar quase todos os quantitativos, sendo um forte indicador da viabilidade da utilização da tecnologia BIM neste caso.

O planejamento da introdução das informações e o planejamento da extração das informações e quantitativos são influenciados diretamente pela etapa anterior, concepção do modelo. No caso da Empresa A, a comunicação com os responsáveis por desenvolver o modelo é fundamento para o êxito do processo de extração e no caso da Empresa B, esta importância fica destinada principalmente na comunicação para a compreensão das informações para o desenvolvimento do modelo no setor de orçamento.

A utilização de *template* para agilizar o processo de extração das informações e quantitativos, conforme foi sugerido, exigiu uma atenção especial para cada empresa, pois eles não podem ser generalizados, devido à necessidade de cada orçamento, os quais precisam de uma abordagem (*template*) diferentes. Outro ponto analisado é que o seu desenvolvimento deve ser feito por um profissional capacitado que deve compreender todo o processo e suas interligações, item que pode ser uma resistência por falta de conhecimento e domínio das ferramentas e *softwares*.

Na parte do planejamento da manipulação dos quantitativos, em ambos os casos, são influenciados diretamente pelo processo interno de cada empresa, não havendo muitas alterações quando comparados com o processo 2D, pois em ambos foi proposta a utilização de planilhas eletrônicas, as quais já são usualmente utilizadas.

Com o desenvolvimento desses dois planejamentos em duas empresas distintas foi possível identificar que, apesar das diferenças, os itens necessários para o desenvolvimento são os mesmos. O esqueleto da tabela apresentada no apêndice B, portanto, é o mesmo para as duas empresas, tendo como diferença as informações colocadas para cada item solicitado.

## 9 CONCLUSÃO

Depois do término do trabalho, avaliou-se que todos os objetivos almejados no seu início foram alcançados com sucesso no sentido de que foi possível desenvolver um método de planejamento integrado de orçamento analítico coerente, prático e aplicável aos casos estudados, comprovando a possibilidade de replicar e aplicar em outros empreendimentos com suas características peculiares.

Identificou-se que o modelo BIM pode ser responsável por uma grande porcentagem do valor total do orçamento, chegando a quase 78% do seu valor em um dos casos. Em relação ao número de quantitativos solicitados, o modelo se torna ainda mais impactante, com uma representatividade de 88% dos itens de orçamento. Tais valores influenciam diretamente o produto final devido a sua grande influência. A tecnologia BIM pode fornecer diversas vantagens ao orçamento, tais como, o controle melhor na extração dos quantitativos, a concentração das informações no modelo, a representação virtual do empreendimento, entre outras, gerando um grande impacto nos processos de orçamento.

Na análise do diagnóstico das principais dificuldades encontradas para a implantação da tecnologia BIM no orçamento analítico, observou-se que a falta de planejamento do modelo para ser utilizado no orçamento e a comunicação entre os envolvidos são os pontos mais críticos que afetam o sucesso da implantação dessa tecnologia. Assim, verificou-se ainda mais a importância do planejamento, pois não é possível ter sucesso satisfatório se não se compreende e não se planeja.

Na verificação da aplicabilidade do método, identificou-se uma série de peculiaridades entre as empresas que foram responsáveis pelo produto final do planejamento. Conforme exposto neste trabalho, fica evidente a importância do desenvolvimento do planejamento integrado do orçamento para o uso da tecnologia BIM, pois ele serve como base para a criação do modelo. Devido às características de cada empresa e de cada empreendimento é fundamental a criação de um planejamento personalizado, pois, segundo o PMI® – *Project Management Institute* (2013, p. 3), um “Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único.”, por ser único, exige a análise de cada obra individualmente, atendendo os seus objetivos.

A concepção do modelo apontou-se como um aspecto fundamental para a decisão do uso ou não da tecnologia BIM, uma vez que ela pode influenciar nos recursos e no tempo que as empresas dispõem. Apesar de não ter uma análise aprofundada da comparação dos esforços necessários para o levantamento dos quantitativos manuais, utilizando as plantas 2D, com a utilização da tecnologia BIM, avaliou-se que, no caso estudado, os modelos da arquitetura e da estrutura representavam uma grande parte dos valores dos quantitativos solicitados. Logo, os desenvolvimentos de tais modelos poderiam englobar praticamente todos os quantitativos além de expor eventuais incompatibilidades ou dúvidas que surgem ao longo do desenvolvimento do orçamento.

Por fim, pode-se comprovar que, apesar de ser um método mais generalizado, se aplicado a cada empresa, pode ser tornar mais personalizado, atendendo as suas necessidades, sendo importante o envolvimento de todos que irão utilizar o modelo e a comunicação eficiente entre as partes.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCHITECTS, AMERICAN INSTITUTE OF. E203-2013 Building Information Modeling and Digital Exhibit. American Institute of Architects, 2013a. Disponível em: <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab099086.pdf>>. Acesso em: 05/06/2017

\_\_\_\_\_. G202-2013 Project Building Information Modeling Protocol Form. American Institute of Architects, 2013b. Disponível em: <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab099086.pdf>>. Acesso em: 05/06/2017

AUTODESK. Autodesk Knowledge Network. Produtos Revit. Disponível em: <<https://knowledge.autodesk.com/pt-br/>>. Acesso em: 05/06/2017

AZEVEDO, O. **Metodologia BIM - Building Information Modeling na Direcção Técnica de Obras**. Braga: Universidade do Minho, 2009.

BIMForum - Level of Development Specification 2015. BIMForum, 2015a. Disponível em: <<http://bimforum.org/wp-content/uploads/2015/11/Files-1.zip>>. Acesso em: 05/06/2017

BONFIM, I. P. Construção derruba PIB e puxa desemprego. CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2015.

BRAGA, M. et al. **Virtualização da Construção em Fase Orçamentária**. [s.l.]: SIGraDi, 2013, p. 288–292.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia CBIC de boas práticas em sustentabilidade na indústria da construção civil**. Brasília: CBIC, 2016.

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

KASANEN, E.; LUKKA, K; SIITONEN, A. The constructive approach in management accounting research. JMAR, v. 5, 1993.

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. **No Brasil e na União Européia**. Brasília: [s.n.], 2015.

KOELN, F. P. Tecnologia BIM na Construção Civil: composição de custo direto. 2015. 90f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

LOUZAS, Rodrigo. **Pesquisa mostra que mais de 90% dos arquitetos e engenheiros pretendem utilizar o BIM em até cinco anos**. PINIWEB, [s.l.], 28 junho 2013, Exercício Profissional e Entidades. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/carreira-exercicio-profissional-entidades/artigo291885-2.aspx>>. Acesso em: 14 outubro 2016.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. Decision support systems, 1995.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de casos, exemplos**. 4. ed. São Paulo: Editora Pini, 2006.

MELHADO, S.; PINTO, A. C. **Benefícios e desafios da utilização do BIM para extração de quantitativos**. SIBRAGEC ELAGEC, out. 2015. Disponível em: <[http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39301294/SIBRAGEC-ELAGEC\\_2015\\_submission\\_45.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1496363355&Signature=PewW9zY9Y1yFLA993n0cajcOYuU%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DBENEFICIOS\\_E\\_DESAFIOS\\_DA\\_UTILIZACAO\\_DO\\_B.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39301294/SIBRAGEC-ELAGEC_2015_submission_45.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1496363355&Signature=PewW9zY9Y1yFLA993n0cajcOYuU%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DBENEFICIOS_E_DESAFIOS_DA_UTILIZACAO_DO_B.pdf)> . Acesso em: 05/06/2017

NATIVIDADE, L. R. **Comparativo de custos de obra: Método convencional e BIM**. 2016. 77 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

OLIVEIRA, J.P.C. **Normatização BIM. Especificação do Nível de Desenvolvimento e Modelação por Objetivos**. 2016. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Portugal, 2016

PINI. **TCPO: tabela de composição de preço para orçamentos**. 14 ed. São Paulo, 2012

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®). Tradução de Fulano de tal. 5. ed., Pennsylvania: Editora, 2013. Título original: A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide).

SCHENATTO, R. T. **Building Information Modeling: classificação de informação da construção para o planejamento e controle da produção**. 2015. 100 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

SCHMITZ, C. **Representação do escopo da construção em um modelo BIM visando o planejamento e controle da produção através de ferramenta 4D**. 2014. 87 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [s.l.] , v. 4, n. 2, p. 26–53, nov. 2009.

STANLEY, R.; THURNELL, D. The benefits of, and barriers to, implementation of 5D BIM for quantity surveying in New Zealand. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, v. 14, n. 1, p. 105-117, 2014. ISSN 18356354.

THURAIRAJAH, N.; GOUCHER, D. Advantages and challenges of using BIM: A cost consultant's perspective, 49th ASC Annual International Conference, p. 1-8, 2013. Disponível em: <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab099084.pdf>>. Acesso em: 05/06/2017

# 11 APÊNDICES

## APÊNDICE A

EMPRESA A											
IDENTIFICAÇÃO		NECESSIDADES DA EMPRESA				CONCEPÇÃO DO MODELO		INTRODUÇÃO DAS INFORMAÇÕES			EXTRAÇÃO DAS INFORMAÇÃO E QUANTITATIVO
Nº	NOME: FICHA DE ORÇAMENTO	RESPONSÁVEIS PELA DEFINIÇÃO	INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS	UNID.	RESTRICÇÕES	RESPONSÁVEL POR MODELAR	MODELOS	OBJETOS	PARÂMETROS	Exemplo	TABELAS
01	Plaquetas cerâmicas da fachada	Proj. arquitetônico Proj. de PPCA	Tipo das plaquetas -	m²	As plaqueta fazem o acabamento nas janelas (...)	Proj. de PPCA	Caso 01	Plainéis	Tipo: Description	Nome - Modelo (Dimensões) Ex.: 01_Pas tilha - Canadá (100x50mm)	01-Plaquetas cerâmicas
02	Tubulação de esgoto	Proj. hidrossanitário	Identificação do objeto; Diâmetro nominal; Série; Material;	und m	-	Proj. hidrossanitário	Caso 02	Conexões Tubulações	Tipo: Description	Nome - Linha - Material (Diâmetro Nomal) Ex.: 02_Joelho 45° - PVC - Sério Normal (75mm) Nome - Linha - Material (Diâmetro Nomal) Ex.: 02_Tubo - PVC - Sério Normal (75mm)	02-Conexões 02-Tubulações
03	Cerâmica condôminial	Proj. arquitetônico	Nome do acabamento Tipo de cerâmica - Linha; Dimensões;	m²	-	Proj. arquitetônico	Caso 02	Piso	Tipo: Description	Nome - Tipo (Dimensões) Ex.: 03_Porcelanato - Alemanha (60x60cm)	00-Pisos
04	Piso em granito	Proj. arquitetônico	Nome do acabamento; Tipo de granito;	m²	-	Proj. arquitetônico	Caso 02	Piso	Tipo: Description	Nome - Tipo Ex.: 04_Granito - Italiano	00-Pisos
05	Piso epóxi	Proj. arquitetônico	Nome do acabamento	m²	-	Proj. arquitetônico	Caso 02	Piso	Tipo: Description	Nome Ex.: 05_Epóxi	00-Pisos
06	Supraestrutura	Proj. estrutural	Resistência do concreto; Taxa de aço média do concreto.	m³	-	Proj. estrutural	Caso 01	Pilares, vigas e lajes	Tipo: Description	Nome com dimensões - Resistência (Taxa) Ex.: Pilar 60x80cm-30MPa (80kg/m³)	06-Supraestrutura
07	Pedris de Pedras das Janelas	Proj. arquitetônico	Tipo de granito	m²	-	Proj. arquitetônico	Caso 02	Pedris (será retirado dos parâmetros das janelas.)	Tipo: Type Comments	Nome-Tipo de granito Ex.: Pedris de granito-Americado	07-Pedris de granito



## APÊNDICE B

PLANEJAMENTO INTEGRADO DO ORÇAMENTO ANALÍTICO											
IDENTIFICAÇÃO		NECESSIDADES DA EMPRESA				CONCEPÇÃO DO MODELO		INTRODUÇÃO DAS INFORMAÇÕES			EXTRAÇÃO DAS INFORMAÇÕES QUANTITATIVAS
Nº	NOME	RESPONSÁVEIS PELA DEFINIÇÃO	INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS	UNID.	RESTRICÇÕES	RESPONSÁVEL POR MODELAR	MODELOS	OBJETOS	PARÂMETROS	Exemplo	TABELAS

<p style="text-align: center;">} Itens de orçamento solicitados pela empresa</p>	<p style="text-align: center;">} Planejamento do mapeamento das necessidades da empresa</p>	<p style="text-align: center;">} Planejamento da concepção do modelo</p>	<p style="text-align: center;">} Planejamento da introdução das informações</p>	<p style="text-align: center;">} Planejamento da extração dos quantitativos e das informações</p>
--	---	--	---	---