

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS**

**GABRIELA SITTON DE CARVALHO**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS DE UM  
EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL: CONFIABILIDADE DA PLATAFORMA  
BIM**

**CAXIAS DO SUL**

**2022**

**GABRIELA SITTON DE CARVALHO**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS DE UM  
EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL: CONFIABILIDADE DA PLATAFORMA  
BIM**

Trabalho de conclusão de curso, relacionado à área de orçamento, realizado na instituição Universidade de Caxias do Sul (UCS), apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador: Me. Adriano Luís Costa

**CAXIAS DO SUL**

**2022**

**GABRIELA SITTON DE CARVALHO**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS DE UM  
EMPREENHIMENTO RESIDENCIAL: CONFIABILIDADE DA PLATAFORMA  
BIM**

Trabalho de conclusão de curso, relacionado à área de orçamento, realizado na instituição Universidade de Caxias do Sul (UCS), apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador: Me. Adriano Luís Costa

**Banca Examinadora**

---

Prof. Me. Adriano Luís Costa

Universidade de Caxias do Sul - UCS

---

Prof. Me. Givanildo Garlet

Universidade de Caxias do Sul - UCS

---

Prof. Me. Vinício Cecconello

Universidade de Caxias do Sul - UCS

## RESUMO

À medida que os avanços tecnológicos nas atividades relacionadas ao campo da construção civil continuam aumentando, também aumenta a necessidade de buscar novos recursos para melhorar a qualidade e eficácia dos projetos, orçamentos e a execução corporativa. A fim de analisar a confiabilidade da plataforma BIM como um novo recurso para otimizar o processo de levantamentos de quantitativos, optou-se por realizar um comparativo do levantamento de quantitativos entre softwares da plataforma BIM e o método convencional, relacionados aos serviços de estrutura, instalações hidrossanitárias e revestimento interno cerâmico de um empreendimento multifamiliar localizado na cidade de Farroupilha – RS. De posse destes dados, pôde-se efetuar uma comparação do levantamento de quantitativos obtidos. Com o propósito de verificar se as divergências encontradas foram significativas, foi elaborado o orçamento para ambos os métodos utilizados para a obtenção dos insumos, através das composições retiradas do SINAPI referentes ao mês de setembro/2022. Verificou-se que a plataforma BIM adquiriu um grau maior de assertividade em relação ao método convencional, pois tudo que foi modelado fora contabilizado no levantamento de quantitativos, portanto, o custo do orçamento BIM foi superior àquele executado com os quantitativos de forma manual. Conclui-se que a metodologia BIM vem tomando espaço no mercado de trabalho na construção civil, buscando inovar e tornar o método mais confiável a extração de quantitativos.

**Palavras-chave:** BIM, Método Convencional, Orçamento, Quantitativos, Comparação.

## **ABSTRACT**

As technological advances in activities related to the field of civil construction continue to increase, so does the need to seek new resources to improve the quality and effectiveness of projects, budgets and corporate execution. In order to analyze the reliability of the BIM platform as a new resource to optimize the quantitative survey process, it was decided to carry out a comparison of the quantitative survey between BIM platform software and the conventional method, related to structure services, facilities hydrosanitarias and internal ceramic coating of a multifamily development located in the city of Farroupilha - RS. With these data in hand, it was possible to verify a comparison of the survey of the quantitative obtained. With the purpose of verifying whether the divergences found were experienced, the budget was prepared for both methods used to obtain the inputs, through the compositions taken from SINAPI for the month of September/2022. It was verified that the BIM platform acquired a greater degree of assertiveness in relation to the conventional one, since everything that was modeled outside the method was accounted for in the quantitative survey, therefore, the cost of the BIM budget was higher executed with the quantitative manually. It is concluded that the BIM methodology has been occupying space in the labor market in civil construction, seeking to innovate and make the method more reliable and guaranteed quantitative.

**Keywords:** BIM, Conventional Method, Budget, Quantitative, Comparison.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Influência do custo conforme a etapa .....	17
Figura 2 - Ciclo de vida do projeto.....	19
Figura 3 - Grupo de processos.....	20
Figura 4 - Ciclo PDCA .....	21
Figura 5 - Exemplo de Estimativa de Custo CUB/RS 2022.....	33
Figura 6 - Exemplo de Orçamento Detalhado .....	34
Figura 7 - Curva ABC .....	40
Figura 8 - Exemplo de composição de custo pelo SINAPI.....	42
Figura 9 - Exemplo de composição de custo TCPO.....	43
Figura 10 - Método de pesquisa .....	44
Figura 11 - Planta baixa térreo .....	46
Figura 12 - Planta baixa tipo - Final 03 e 04 .....	47
Figura 13 - Planta baixa tipo - Final 02 e 05 .....	47
Figura 14 - Planta baixa tipo - Final 01 e 06 .....	48
Figura 15 - Planta baixa Final 01 detalhada .....	48
Figura 16 - Fachada frontal norte .....	49
Figura 17 - Vínculo AutoCAD.....	50
Figura 18 - Modelagem - Interface do Revit.....	51
Figura 19 - Campos de seleção para tabela de quantidade.....	53
Figura 20 - Exemplo de tabela de quantidade .....	54
Figura 21 - Processo de levantamento de quantitativo estrutural.....	56
Figura 22 - Processo de levantamento de quantitativo das instalações hidrossanitárias .....	59
Figura 23 - Processo de levantamento de quantitativos do revestimento cerâmico .....	60
Figura 24 - Modelagem arquitetônica .....	62
Figura 25 - IFC Arquitetônico.....	63
Figura 26 - IFC Estrutural .....	63
Figura 27 - IFC Hidrossanitário .....	64
Figura 28 - Comparativo do comprimento de barras do térreo .....	66
Figura 29 - Porcentagem de armaduras do térreo.....	67
Figura 30 - Porcentagem das armaduras do Tipo .....	69
Figura 31 - Comparativo do comprimento de barra das armaduras do pav. tipo .....	69
Figura 32 - Comparativo do comprimento de barra das armaduras 5 mm e 6,3 mm.....	70

Figura 33 - Gráfico do quantitativo da tubulação hidráulica - térreo .....	73
Figura 34 - Gráfico quantitativo tubulação sanitária .....	74
Figura 35 - Gráfico do quantitativo de peças e conexões hidráulicas .....	75
Figura 36 - Gráfico do quantitativo de peças e conexões sanitárias.....	77
Figura 37 - Gráfico do quantitativo de tubulação hidráulica – pav. tipo.....	78
Figura 38 - Gráfico do quantitativo de tubulação sanitária .....	79
Figura 39 - Quantitativo de acessórios hidráulicos – pav. tipo .....	81
Figura 40 - Gráfico do quantitativo de revestimento interno térreo .....	83
Figura 41 - Gráfico do quantitativo do revestimento cerâmico – pav tipo.....	84
Figura 42 - Erro na modelagem do revestimento interno.....	85
Figura 43 -Gráfico comparativo do custo BIM x CAD.....	87

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área dos pavimentos .....	45
Tabela 2 - Preparativo de cada projeto .....	52
Tabela 3 - Planilha base de quantitativo de peças e conexões.....	54
Tabela 4 - Planilha base do quantitativo das tubulações hidrossanitárias .....	55
Tabela 5 - Planilha base do quantitativo da Supraestrutura.....	55
Tabela 6 - Planilha base do revestimento cerâmico .....	55
Tabela 7 - Tabela auxiliar escada térreo .....	65
Tabela 8 - Relação Peso/Metro.....	68
Tabela 9 - Quantitativo concreto térreo .....	71
Tabela 10 - Quantitativo de concreto pav. tipo .....	71
Tabela 11 - Quantitativo de fôrmas .....	71
Tabela 12 - Quantitativo Tubulação hidráulica .....	72
Tabela 13 - Quantitativo de tubulação sanitárias - Térreo.....	73
Tabela 14 - Quantitativo de peças e conexões hidráulicas .....	74
Tabela 15 – Quantitativo de peças e conexões sanitárias .....	75
Tabela 16 - Quantitativo de tubulação hidráulica - Tipo.....	77
Tabela 17 - Quantitativo de tubulação sanitária - Tipo .....	78
Tabela 18 - Quantitativo de peças e conexões hidráulicas - Tipo .....	79
Tabela 19 - Quantitativo de acessórios de tubulação hidráulica - tipo.....	81
Tabela 20 - Revestimento interno térreo - BIM .....	82
Tabela 21 - Revestimento interno tipo - BIM.....	82
Tabela 22 - Revestimento interno térreo - manual .....	83
Tabela 26 - Análise orçamentária.....	86
Tabela 27 - Análise do custo global do empreendimento .....	88

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	12
1.1	QUESTÃO DE PESQUISA	13
1.2	HIPÓTESE	13
1.3	OBJETIVOS	13
1.3.1	<b>Objetivo Geral</b>	13
1.3.2	<b>Objetivos Específicos</b>	13
1.4	DELIMITAÇÕES	13
1.5	LIMITAÇÕES	14
1.6	DELINEAMENTO	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	15
2.1	PROJETOS	15
2.1.1	<b>Definição</b>	15
2.1.2	<b>Importância</b>	16
2.1.3	<b>Gerenciamento de projetos</b>	17
2.2	PLATAFORMA BIM	21
2.2.1	<b>Conceito BIM</b>	21
2.2.2	<b>Tecnologia BIM</b>	22
2.2.3	<b>Implementação</b>	24
2.2.4	<b>Compatibilização de projetos</b>	26
2.2.5	<b>BIM aplicado ao orçamento</b>	27
2.2.6	<b>Revit</b>	28
2.3	ORÇAMENTO	29
2.3.1	<b>Conceito</b>	29
2.3.2	<b>Custos</b>	30
2.3.2.1	Custos diretos e indiretos	31
2.3.3	<b>Tipos de orçamentos</b>	31
2.3.3.1	Estimativa de Custos	32
2.3.3.2	Orçamento Preliminar	33
2.3.3.3	Orçamento Analítico ou Detalhado	34
2.3.4	<b>Levantamento de quantitativos</b>	35
2.3.5	<b>Encargos Sociais</b>	36
2.3.6	<b>Imprevistos</b>	38
2.3.7	<b>Cálculo BDI</b>	38

<b>2.3.8</b>	<b>Curva ABC</b>	40
<b>2.3.9</b>	<b>Composição de custos unitários</b>	41
2.3.9.1	SINAPI	41
2.3.9.2	TCPO	42
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	44
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	45
3.2	COLETA DE DADOS	49
<b>3.2.1</b>	<b>Ferramentas Computacionais</b>	49
<b>3.2.2</b>	<b>Modelagem dos projetos</b>	50
3.2.2.1	Projeto Arquitetônico	50
3.2.2.2	Projetos Complementares	51
<b>3.2.3</b>	<b>Levantamento de quantitativos</b>	52
3.2.3.1	Revit	52
3.2.3.2	AutoCAD	54
3.2.3.3	Supraestrutura	55
3.2.3.3.1	Armaduras	56
3.2.3.3.2	Serviço de concretagem	57
3.2.3.3.3	Fôrmas	57
3.2.3.4	Instalações hidrossanitárias	58
3.2.3.5	Revestimento interno cerâmico	59
<b>3.2.4</b>	<b>Orçamento</b>	60
3.3	ANÁLISE DE DADOS	61
<b>4</b>	<b>ANÁLISE E RESULTADOS</b>	62
<b>4.1</b>	<b>MODELAGEM DOS PROJETOS</b>	62
<b>4.2</b>	<b>LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS</b>	64
<b>4.2.1</b>	<b>Superestrutura</b>	65
4.2.1.1	Quantitativo de armadura	65
4.2.1.2	Quantitativo de concreto	70
4.2.1.3	Quantitativo de fôrma	71
<b>4.2.2</b>	<b>Instalações Hidrossanitárias</b>	72
<b>4.2.3</b>	<b>Revestimentos Internos</b>	82
<b>4.3</b>	<b>ANÁLISE ORÇAMENTÁRIA</b>	85
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	90
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	92
	<b>APÊNDICE A – QUANTITATIVO DE ARMADURAS DO TÉRREO</b>	102

<b>APÊNDICE B – QUANTITATIVO DE ARMADURAS DO PAVIMENTO TIPO</b>	<b>104</b>
<b>APÊNDICE C – QUANTITATIVO COM A MESMA RELAÇÃO PESO/METRO</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE D – COMPARATIVO PERCENTUAL DAS PEÇAS HIDRÁULICAS</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE E – QUANTITATIVO DE PEÇAS E CONEXÕES SANITÁRIAS – PAV. TIPO</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE F – COMPARATIVO DO DAS PEÇAS SANITÁRIAS – PAV. TIPO</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE G – QUANTITATIVO CERÂMICA COZINHA – PAV. TIPO</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE H – QUANTITATIVO CERÂMICA BANHEIRO – PAV. TIPO</b>	<b>111</b>
<b>APÊNDICE I – ORÇAMENTO QUANTITATIVO BIM</b>	<b>113</b>
<b>APÊNDICE J – ORÇAMENTO QUANTITATIVO MANUAL</b>	<b>118</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o crescimento econômico depende de vários fatores, fatores estes que contribuem para que a população possua maior poder aquisitivo, melhorando a sua qualidade de vida e impulsionando a economia do país. Neste ensejo, o setor da construção civil é considerado um setor chave, uma vez que o mesmo proporciona a ascensão da economia através da geração de empregos, ocasionando conseqüentemente, o aumento da renda familiar. (TEIXEIRA; CARVALHO, 2005).

Segundo Santos e Jungles (2008), sabe-se que o mercado de construção civil está em constante expansão e encontra-se mais competitivo, deste modo, o nível das construções está cada vez mais rigoroso, as obras estão cada vez mais complexas e focadas em soluções tecnológicas que otimizem o processo construtivo. Portanto, é fundamental que as empresas estejam atentas às tendências de mercado e atualizações tecnológicas que irão facilitar o gerenciamento e desenvolvimento da obra, procurando soluções econômicas, duráveis e principalmente eficientes.

Este ramo possui uma atividade, em que o produto representa um alto valor de investimento, tanto para empresas quanto para os clientes. Desta forma, faz-se necessário uma análise criteriosa dos custos, uma vez que orçado de forma eficaz, irá impactar no lucro do empreendimento, caso contrário poderá inviabilizar a continuação da execução da obra. Deste modo, é preciso sempre obter todas as informações necessárias para realizar o levantamento de custos, assim se pode ter o valor real do empreendimento e obter os objetivos que a empresa almeja alcançar (GOLDMAN, 1997).

A construção civil passa por mudanças significativas na busca de novas tecnologias que visam melhorar os processos construtivos, em consonância com esta busca surge um novo modelo para auxiliar no desenvolvimento de empreendimentos de engenharia e arquitetura, o BIM (*Building Information Modeling*). Este termo é uma sigla utilizada para se referir a um modelo referente às informações de determinada construção. A implementação da ferramenta BIM ao cenário da construção civil no Brasil pode proporcionar a melhoria da qualidade do serviço, otimização de projetos, redução de tempo e custo para determinada etapa da construção, contribuindo em uma maior assertividade nas tomadas de decisões. (SMITH; TARDIF, 2009).

O intuito principal deste trabalho é analisar a confiabilidade e o impacto gerado no orçamento de um empreendimento residencial através da extração dos quantitativos obtidos por um *software* da plataforma BIM.

## 1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

Os quantitativos extraídos do projeto de uma edificação por um *software* da plataforma BIM são confiáveis?

## 1.2 HIPÓTESE

Não existem diferenças significativas nos quantitativos de serviços, tanto os quantitativos extraídos pelo *software* quanto os obtidos de forma manual geram resultados semelhantes e, por consequência, orçamentos com valores aproximados.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar o impacto financeiro no orçamento de um empreendimento residencial em relação às possíveis divergências na obtenção de quantitativos de forma manual e automatizada, em relação às instalações hidrossanitárias, supraestrutura e revestimento interno cerâmico.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Explorar a funcionalidade da plataforma BIM e sua contribuição na gestão de projetos de engenharia;
- b) Modelar arquitetonicamente o empreendimento de forma 3D;
- c) Identificar a causa nas diferenças encontradas nos quantitativos emitidos pelo *software* e extraídos de forma manual;
- d) Avaliar o impacto que as divergências encontradas no levantamento causaram no orçamento;

## 1.4 DELIMITAÇÕES

Este trabalho envolve a conversão de um projeto arquitetônico já existente no AutoCad para o BIM, referente a um empreendimento residencial em andamento localizado na cidade de

Farroupilha - RS. Para o desenvolvimento dos projetos complementares utilizou-se os *softwares* Revit e CypeCad.

A seleção dos serviços ocorreu através do referencial bibliográfico, com enfoque no Anexo 3 do Caderno de Anotações da Caixa Econômica Federal, sendo assim, escolhido o revestimento interno cerâmico, instalações hidrossanitárias e supraestrutura. A extração dos quantitativos foi realizada através dos parâmetros do *software* Revit, tal relevância está atrelada ao fato que existem outros *softwares* da plataforma BIM, e que podem gerar resultados diferentes conforme a metodologia aplicada. Para dar veracidade ao estudo de caso, não haverá revisões e alterações no Revit após a extração de quantitativos manual.

Por fim, para a composição de custos, foi empregado o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

### 1.5 LIMITAÇÕES

A limitação está associada a um único estudo de caso contemplando um empreendimento residencial. O projeto do empreendimento não possui memorial descritivo completo e nem projeto de paisagismo.

### 1.6 DELINEAMENTO

O trabalho será composto e estruturado em três etapas principais, a primeira consiste em desenvolver o plano de trabalho, a segunda etapa constitui a fundamentação teórica e a última etapa é referente ao método de pesquisa.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O planejamento está diretamente conectado para o sucesso de qualquer empreendimento. Uma vez que, no setor da construção civil é crucial a obtenção de um sistema que possa canalizar informações dos diversos setores e etapas presentes em um processo de construção (GOLDAMN, 2004). Com isto, neste capítulo serão abordado a fundamentação teórica de temas como projetos, plataforma BIM e orçamentos, assuntos principais que se interligam e influenciam na extração de quantitativos.

### 2.1 PROJETOS

#### 2.1.1 Definição

Projeto é um termo fortemente presente no setor da construção civil e, por constituir uma das primeiras e mais importantes etapas do processo de construção, tem um papel primordial para garantir o sucesso da edificação. Sua definição pode estar associada ao procedimento ou prática de projetar que visa atingir um objetivo específico, obedecendo prazos e custos pré-estabelecidos. Melhado (1994) caracteriza projeto como uma atividade responsável por transmitir características físicas e tecnológicas que serão consideradas na fase de execução de uma obra.

A função básica do projeto é transmitir informações precisas referentes à obra a ser realizada, de forma que auxilie na etapa de execução e que não falte nenhuma informação, a fim de evitar retrabalho, improvisações, alterações no orçamento e, principalmente a implantação de soluções não planejadas. Diante deste contexto, é necessário avaliar a obra e transmitir todas as suas características para o projeto, pois se desenvolvido de forma inadequada irá gerar problemas futuros relacionados a adição de custos e atrasos no cronograma (RESENDE, 2013).

O projeto é o resultado de um conjunto de ações, especificações, estudos e detalhamentos, e, portanto, sua definição não possui um significado único. Esta abordagem é evidenciada por Fávero, Casarotto e Castro (1999), pois geralmente se refere a uma coleção de planos, especificações e desenhos de engenharia que contemplam o projeto. Em termos gerais, um projeto é definido como um conjunto de atividades interdisciplinares, interdependentes, limitadas e não repetitivas, as quais visam um cronograma e um orçamento definidos.

O projeto é uma tarefa complexa e bastante técnica que através das etapas de idealização, simulação e implantação, visa alcançar soluções criativas, eficientes e econômicas, tornando realidade todas as ideias propostas (RODRÍGUEZ, 2005).

### **2.1.2 Importância**

Qualquer que seja a finalidade da obra, ela deve apresentar características de confiabilidade e segurança, sendo compatível ao uso a que se destina. À vista disso, o projeto necessita ser bem estruturado e dimensionado, pois é através dele que são definidos os conceitos de organização do espaço, materiais a serem utilizados, bem como a tecnologia a ser adotada na fase de execução, sendo assim, o desenvolvimento de um bom projeto é fundamental para que a obra não fracasse na etapa construtiva ou em sua utilização (RUFINO, 2016).

A importância do projeto está associada com o fato de minimizar problemas futuros e evitar retrabalho, uma vez que as deficiências acarretam em sérias consequências para o processo construtivo. Segundo Formoso e Fruet (1993), os principais problemas encontrados em projetos são referentes a falhas de especificações de materiais, incompatibilização entre os demais projetos e detalhamento inadequados. Atualmente estes fatores continuam gerando adversidades nos projetos, podendo causar a inviabilidade do empreendimento.

Sabe-se que o projeto tem influência determinante sobre o desempenho final de uma edificação. Se bem executado e dimensionado, irá diminuir as patologias construtivas bem como os resíduos gerados, refletindo na melhoria da imagem da empresa, o que consequentemente irá influenciar na alta possibilidade de ganhos financeiros com a construção. Portanto, erros em projetos afetam mais o setor financeiro, pela redução da eficiência e qualidade do processo construtivo, aumentando os custos tanto para o cliente quanto para a construtora (TILLEY; BARTON, 1997). Melhado (1995) compactua com este ponto de vista, pois nas etapas iniciais as decisões tomadas geram maior impacto financeiro, refletindo no custo final do produto, como evidenciado na Figura 1.

Figura 1 - Influência do custo conforme a etapa



Fonte: Melhado e Agropyran (1995).

Entretanto, a preocupação com o projeto ainda não atingiu o grau necessário e, portanto, diversos empreendimentos sofrem negativamente com estes impactos. Principalmente em relação à concorrência, os projetos são desenvolvidos em pouco tempo, sem a devida revisão, ou, ainda, utilizando uma metodologia inadequada perante a finalidade e as características da obra, resultando na falta de detalhes e especificações técnicas que são cruciais para garantir a qualidade, eficiência e segurança da construção do empreendimento (MANZIONE, 2006).

### 2.1.3 Gerenciamento de projetos

Em relação à construção civil, a gestão de projetos acontece desde a concepção da obra, nos momentos iniciais de definições da edificação, atingindo todos os demais setores como o de orçamento, recursos humanos, suprimentos, entre outros. Para obter êxito nesta função é fundamental que os gestores possuam um monitoramento e controle de todos os recursos envolvidos que o projeto influenciará, como, por exemplo, ao cronograma e custos da obra (ANDRADE, 2003).

A gestão de projetos consiste em práticas para analisar, estudar, compreender, planejar, monitorar e executar os projetos de uma organização, e muito tem se discutido sobre sua contribuição para o sucesso de uma obra. Este conceito é abordado por Goldman (2004), visto que o autor reforça que o planejamento está diretamente conectado com o resultado de qualquer empreendimento, uma vez que no setor da construção civil é crucial a obtenção de um sistema que possa canalizar informações dos diversos setores e etapas presentes em um processo de construção.

Mediante o exposto, o planejamento é uma ferramenta que avalia o caminho mais adequado a ser seguido, através da compreensão da realidade referente a determinada situação. Tal ação, ocasiona numa melhora significativa no sistema de gestão de projetos da empresa, que contribui diretamente para o sucesso do empreendimento em questão, aumentando a competitividade no mercado. Normalmente quem assume essa função é um profissional que deve dominar custos, contratos, prazos, ser organizado e um bom gestor de pessoas (NAKAMURA, 2014).

O alcance do êxito na implementação de programas de gestão e qualidade só é possível através de um conjunto de ações repetitivas que visam o aperfeiçoamento da etapa construtiva. Estes programas possuem como eixo central o aprimoramento do controle e melhoria dos processos, através da formalização e padronização dos procedimentos de execução. Dessa forma, fica evidente que se dedicando mais ao ato de projetar antes de iniciar de fato a execução do empreendimento podem-se obter ganhos em diversos aspectos (MELHADO, 2001). Picchi e Agopyan (1993) afirmam que o projeto tem forte impacto sobre os custos de uma edificação, visto que à medida que o empreendimento evolui, as possibilidades de influenciar no custo final diminuem significativamente.

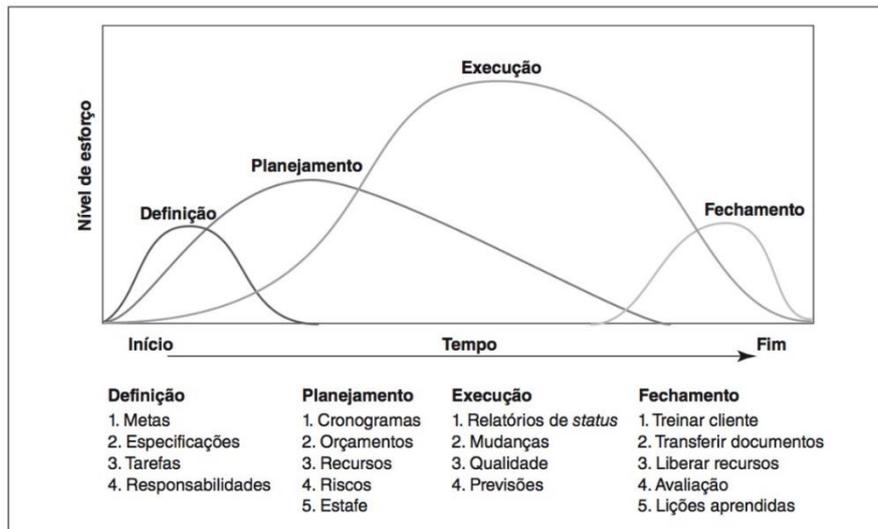
Mayr (2007) destaca que a crescente complexidade e modernidade dos empreendimentos vem aumentando no passar dos anos, fator que contribui ainda mais para o aumento da competitividade entre as organizações do ramo. Assim sendo, este aumento acarreta uma maior preocupação com a gestão de projetos adotada e o desempenho que a mesma causará na edificação.

Desta forma, Mayr (2007) evidencia que o projeto afeta o desempenho da produção, e que para obter um bom desempenho é necessário dar atenção e estudar a melhor gestão de projetos a ser aplicada, pois a mesma irá ajudar a visualizar as necessidades apresentadas no projeto antes de executá-lo. Larson e Gray (2010) enfatizam esta visão, e reforçam que o projeto é composto por quatro fases essenciais para garantir a eficácia do gerenciamento, visando priorizar o desenvolvimento dos projetos que deem suporte à missão e estratégias de melhoria para a empresa.

Outra forma de visualizar a natureza exclusiva do gerenciamento é por meio do ciclo de vida do projeto. Através desta análise, é possível perceber que os projetos possuem prazos, ou seja, tem um período de vida limitado e que existem mudanças estratégicas previsíveis a serem feitas a fim de garantir o empenho e qualidade ao decorrer do seu progresso. Usualmente, o ciclo é formado por quatro estágios sequenciais, partindo da sua concepção e escopo até a entrega do mesmo. O ponto inicial é o momento em que o projeto recebe a definição e

aprovação, a partir disso gera um esforço para seu desenvolvimento, e a partir disto cresce lentamente até atingir um pico e, então, decai até a entrega ao cliente (LARSON; GRAY, 2010). A Figura 2 evidencia este ciclo, além das principais etapas compostas em cada estágio mencionadas anteriormente pelo autor.

Figura 2 - Ciclo de vida do projeto

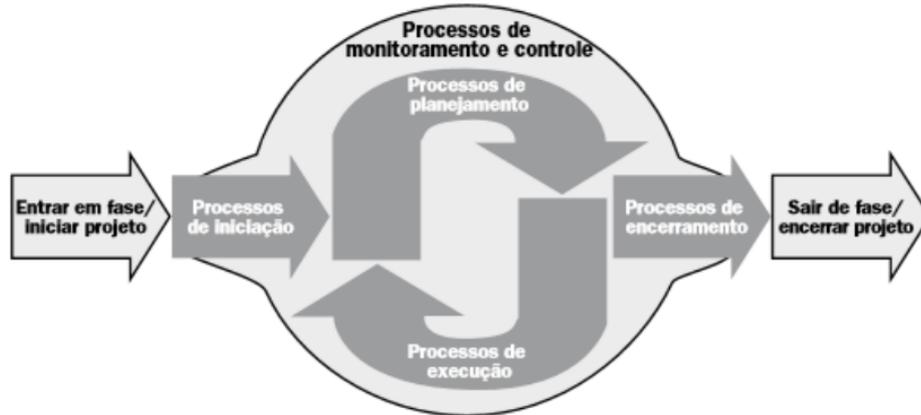


Fonte: Larson e Gray (2010).

A instituição europeia *International Project Management Association* (IPMA), e a instituição americana *Project Management Institute* (PMI) são as maiores referências na área de gerenciamento de projetos. Em ênfase, o PMI possui filiais ao redor do mundo, inclusive no Brasil, que tem o objetivo de promover a gestão de projetos apresentando conhecimentos e práticas aplicáveis (RODRÍGUEZ, 2005).

O gerenciamento de projetos é utilizado para atender requisitos e aprimorá-los dentro da obra, através de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas. O Guia PMBOK apresenta estas práticas divididas em 5 grupos de processos, sendo eles: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento (PMBOK, 2000). Conforme esquema da Figura 3.

Figura 3 - Grupo de processos



Fonte: PMBOK (2010).

Para Firmino (2005), o gerenciamento de projetos proporciona muitos benefícios para as empresas, tais como: Facilidade nas revisões de projetos; Aumento do controle gerencial; Agilidade nas decisões; Melhora o controle e definições de projetos, além de quantificar os possíveis problemas e evitar surpresas ao longo da execução do empreendimento, contribuindo para que o orçamento, prazos e demais etapas construtivas sejam concluídas com êxito.

Segundo Mattos (2008), outra ferramenta relevante no processo de gerenciamento de projetos é o ciclo PDCA, que se adequa perfeitamente no setor da construção civil, em virtude das variáveis envolvidas, como mão de obra, materiais, interferências e retrabalho, enfatizando sua importância. Este ciclo, como demonstra a Figura 4, representa um método conhecido pela melhoria contínua de serviços, apresentando uma metodologia que consiste em Planejar (*Plan*), Executar (*Do*), Verificar (*Check*) e Ação (*Act*), gerenciando as tomadas de decisões a fim de ter uma comparação dos resultados obtidos com os planejados (VIEIRA FILHO, 2010).

Figura 4 - Ciclo PDCA



Fonte: Periard (2011).

Outro mecanismo relevante no processo de aplicação do PDCA é os cinco porquês, segundo Seleme e Stadler (2012) esta técnica identifica a verdadeira causa do problema através da sistemática simples da pergunta (por quê), propondo soluções mais coerentes. Entretanto, não se torna necessário o uso dos cinco porquês, pois caso seja de uma natureza simples e de fácil compreensão, pode ser solucionada com mais antecedência.

## 2.2 PLATAFORMA BIM

### 2.2.1 Conceito BIM

Diante de um mercado competitivo e cada dia mais exigente, é notório a competição existente entre empresas e organizações, principalmente do setor da construção civil. Tal competição proporciona um estímulo para que essas empresas busquem por soluções mais inteligentes, a fim de se tornarem mais eficazes e ativas no ramo, para assim se manterem em destaque e impulsionar o mercado imobiliário. Com o intuito de obter respostas e acompanhar o desenvolvimento competitivo, a construção civil necessita ampliar a produtividade e melhorar a qualidade dos seus projetos, o que conseqüentemente impacta na redução dos custos da obra (CALLEGARI, 2007).

O sistema BIM (*Building Information Modeling*) tem ganhado forte reconhecimento no mercado de trabalho. Este termo é utilizado para se referir a modelagem da informação da construção, contemplando um modelo digital e tridimensional onde se tem um banco de dados que proporcionam a racionalização das etapas e o aumento na produtividade (AUTODESK, 2022). Com tantos desafios a serem superados neste segmento, a evolução constante do desenvolvimento de projetos vem ganhando destaque, pois traz consigo o descobrimento de novas tecnologias condizentes com um novo modo de projetar. Este sistema pode ser considerado o sucessor das plataformas CAD (*computer aided design*) (LEUSIN, 2018).

Os conceitos-chaves da plataforma BIM são integração, interoperabilidade e colaboração, ações que determinam a base para um sistema integrado de concepção e produção, e é através dela que o setor da construção civil pode alcançar patamares de produtividade mais elevados (LEUSIN, 2018). Para Sacks *et al.* (2010), esta nova forma de organizar modelos construtivos exigirá cada vez mais dos profissionais, obtendo assim, profissionais inteligentes para produzir edificações inteligentes.

Como afirma Sacks *et al.* (2021, p.15) o BIM tornou-se um valioso facilitador nos processos de desenvolvimento de projetos tanto para a arquitetura quanto para a engenharia. Este sistema possui o objetivo de unificar o desenvolvimento de todas as disciplinas em um único modelo, assim, enquanto estiver projetando, irá gerar automaticamente as partes gráficas que irão compor o resultado final, bem como cortes, fachas e o modelo 3D. Sua utilização na elaboração dos projetos e especialmente orçamentos, pode aumentar de forma significativa a qualidade e confiabilidade dos mesmos. Desta forma, além da plataforma ser muito eficiente na compatibilização, a mesma contribui fortemente para a colaboração e cooperação entre os projetistas.

### **2.2.2 Tecnologia BIM**

A tecnologia BIM conta com quatro características marcantes, sendo elas: a modelagem paramétrica, o levantamento de insumos, a interoperabilidade e a geração de simulações, portanto, para que um *software* seja pertencente a esta plataforma é necessário que ele atenda estes requisitos. De modo geral, o BIM permite a verificação e simulação em diferentes etapas ao longo do processo construtivo, favorecendo na excelência na escolha de alternativas mais eficazes para cada situação, ocasionando na melhoria do desempenho da edificação com o melhor custo-benefício. Nesta perspectiva, é evidente a melhora que a plataforma proporciona

no gerenciamento de todo ciclo de vida da obra, representando o segredo no aprimoramento futuro de construções inteligentes (JASKULSKI *et al.*, 2018).

Correspondente a um novo conceito de aprimoramento das obras da construção civil, o BIM surge como uma das melhores alternativas para contemplar um gerenciamento que englobe todas as etapas do ciclo de construção de um empreendimento. Sua principal tecnologia é o método baseado em modelos paramétricos que busca compilar informações importantes para o desenvolvimento das etapas futuras envolvidas nos projetos (CAMPESTRINI *et al.*, 2015).

Estes objetos são conhecidos como componentes BIM, e a criação destes elementos ocorre a partir de critérios já pré-estabelecidos, sendo assim, fica sob responsabilidade do profissional determinar essas informações, para que então seja possível gerar geometrias bi ou tridimensionais, complexas ou não (ANTUNES; SCHEER, 2014). Sacks, Eastman e Lee (2004) mencionam que estes objetos paramétricos possibilitam a otimização da modelagem. Exemplificando, ao realizar a inserção de uma janela em uma parede, cria-se uma abertura na mesma, mas caso haja a necessidade de mudar as dimensões da janela, as dimensões da abertura serão alteradas automaticamente. Ainda, os autores enfatizam que a modelagem paramétrica otimiza o desenvolvimento dos processos de projeto, permitindo que exista além da representação estética destes objetos, haja também a semântica entre eles e suas representações. Em consonância com este mesmo ponto de vista, Ghaffarianhoseinia *et al.*, (2017) afirma que o BIM fornece plataformas melhoradas para a modelagem paramétrica, o que possibilita uma melhor visualização espacial, permitindo simulações do comportamento tornando-o mais realista.

Através da tecnologia disponibilizada nas plataformas BIM, as consequências positivas no desenvolvimento dos projetos são impactantes, destacam-se reduções de até 40% perante as modificações imprevistas e erros no desenvolvimento e, cerca de 7% em relação ao tempo de conclusão do empreendimento. Desta forma, nota-se o efeito na logística pela coordenação simultânea que a plataforma possibilita (JASKULSKI *et al.*, 2018).

Interoperabilidade é outra ferramenta presente nesta tecnologia. Consiste na habilidade de trocar informações entre aplicativos e *softwares*, o que facilita a sua automação e auxilia na melhoria do fluxo de trabalho. Por eliminar significativamente as transferências manuais de dados, a interoperabilidade diminui os erros causados pela cópia manual de informações, incentivando de forma indireta a comunicação entre todos os projetistas em todas as fases de projeto. (EASTMAN *et al.*, 2011).

O IFC (*Industry Foundation Class*) é uma extensão de arquivos criada com o objetivo de garantir a interoperabilidade entre os *softwares* BIM. O objetivo é permitir a importação e exportação de informações com diferentes finalidades, fornecendo clareza de informações no fluxo de trabalho, reduzindo a perda de dados e a redundância de informações devido a problemas de comunicação. Possibilita então a troca de informações durante todo o processo de desenvolvimento do empreendimento, entre todos os projetistas, independente do *software* que eles utilizem (BUILDINGSMART, 2016). Por isso, o IFC se tornou a base para o conceito de open BIM, tornando-se o formato padrão desta tecnologia, na qual não são especificados aplicativos proprietários para o desenvolvimento dos projetos, mas, sim, que todos os arquivos utilizados para a coordenação e integração sejam no formato .ifc, que é neutro e com código aberto (NBS, 2018). Segundo Cardoso *et al.* (2013) existem cerca de 623 entidades reconhecidas pelo formato IFC, como tipos de paredes e revestimentos, custos de construção, horários entre outros.

### 2.2.3 Implementação

Os primeiros interessados em implantar o BIM normalmente são da área técnica, visto que são eles que sofrem diariamente com os problemas de compatibilização, projetos mal desenvolvidos, erros de execução, orçamentos e demais erros de cronograma e programação. Infelizmente, mesmo com o anseio dos projetistas, a difusão da plataforma BIM no Brasil tem demonstrado certa frustração e insucesso na aplicação. Em geral, este fato pode estar associado ao desconhecimento dos gerentes de projetos frente às necessidades específicas deste novo modo de projetar (LEUSIN,2018).

É evidente que a implementação do BIM deve ser de forma gradual, uma vez que as fases de desenvolvimento para a completa adoção desta plataforma começam lentamente (RUSCHEL *et al.*, 2013, p.2). Em consonância com este raciocínio, Leusin (2018, p. 1) destaca que:

Sendo uma reestruturação profunda, é natural que existam receios para sua adoção. Mas a implantação não deve ocorrer como um tsunami que revire a empresa dos pés à cabeça. Ao contrário, deve ser cuidadosamente planejada para que não cause prejuízos nem leve à perda de oportunidade de adoção de um novo processo muito mais produtivo que o CAD. O BIM tem etapas, os denominados níveis de maturidade, e deve ser implantado de modo paulatino em uma organização.

Verifica-se então que a adoção desta plataforma deve ser estudada e implantada de forma progressiva. Para Succar (2009), existem três estágios principais, e para cada um há uma fase de processo de projeto, caracterização do mesmo e, conseqüentemente, há diferentes níveis de mudanças, processos e tecnologias a serem aplicados em cada etapa.

Em relação ao primeiro estágio, Succar (2009) afirma que está relacionado à modelagem paramétrica, caracterizado pela modelagem em objetos. Para Sacks *et al.* (2021, p.35), os produtos resultantes desse estágio inicial são modelos paramétricos 3D da geometria e documentação. O autor ainda enfatiza a existência de três tipos de modelagem paramétrica:

1. O nível mais básico é definido como modelagem paramétrica de sólidos, consiste na edição de formas, sejam elas complexas ou não, definidas por poucos parâmetros, e sua edição está atrelada nas modificações destes parâmetros, gerando novamente a peça de forma automática, ou solicitada pelo usuário.

2. A segunda modelagem é chamada como modelagem paramétrica de montagem, o que possibilita ao usuário criar diversos objetos paramétricos individuais, trazendo instâncias e especificando as relações entre eles, e a mesma é atualizada de forma automática quando qualquer alteração é feita.

3. O último tipo de modelagem permite embutir inteligência em um modelo paramétrico ao agregar um objeto paramétrico, seja baseado em topologias ou *scripts*.

De acordo com Succar (2009), o segundo estágio é baseado no compartilhamento multidisciplinar envolvendo duas disciplinas, como, por exemplo, estrutura e instalações. Caracterizado pela colaboração entre os agentes envolvidos, esse processo é interativo. Em relação ao estágio anterior, este requer a alteração nas políticas de processos, associada a mudança organizacional que a empresa possui, objetivando a interação entre equipes proporcionando projetos coordenados simultâneos, além da adoção de uma pequena mudança referente à tecnologia (RUSCHEL *et al.*, 2013, p.3).

O terceiro estágio, conforme Succar (2009), está relacionado com a adoção de Entrega Integrada de Projeto. Segundo o *American Institute of Architects* (2007), o *Integrated Project Delivery* (IPD), termo utilizado em inglês, é um processo colaborativo entre pessoas, sistemas e estruturas organizacionais. De modo geral, este último estágio caracteriza-se pela colaboração eficiente entre ambas as partes, cliente e contratado, proprietário e projetistas, partindo do início do processo construtivo até a entrega final da edificação. Ocorrendo a modificação simultânea do modelo, fazendo o uso de repositório e sistema de dados presentes na plataforma BIM.

Assim sendo, para a adoção neste último estágio é necessário analisar a política de processo dentro da empresa, e a busca pela inovação tecnológica compartilhada (RUSCHEL *et al.*, 2013, p.4).

#### **2.2.4 Compatibilização de projetos**

Usualmente os projetos que irão compor a obra são desenvolvidos paralelamente por diversos profissionais, o que conseqüentemente aumenta a probabilidade de interferências e erros durante a fase executiva da construção. Com a finalidade de solucionar estas interferências, muitas vezes as providências tomadas não possuem um estudo aprofundado do caso, porém, a solução rápida nem sempre é a solução mais adequada (MONTEIRO *et al.*, 2017).

Korman e Tatum (2000) afirmam que a compatibilização de projetos consiste no processo de identificar e solucionar incompatibilidades entre as diferentes disciplinas, analisando os demais aspectos referentes a construção, operação e manutenção envolvidos, e respeitando as restrições de outros subsistemas. A compatibilização é feita a partir da sobreposição das disciplinas envolvidas na construção do empreendimento, e visa principalmente diminuir o desperdício de materiais, otimizar tempo e proporcionar a eficácia da obra, reduzindo de forma significativa falhas durante o processo de execução, pois esta metodologia permite uma melhor visibilidade destes projetos, tornando mais fácil o entendimento destes. O maior benefício da compatibilização de acordo com Riley e Horman (2001) é a redução das incertezas na fase de obras, prevenindo custos não orçados e atrasos de cronograma.

A compatibilização tem como propósito corrigir erros ou inconsistências de projeto que podem ocasionar retrabalho, o que para Rodrigues e Heineck (2003), consiste em uma atividade puramente técnica, realizada para os acertos espaciais, geométricos, questões técnicas e dimensionais dos diferentes projetos envolvidos, e com isso racionalizar o projeto final e torná-lo adequado às demandas da fase executiva produzindo o mínimo de interferência possível. Esta compatibilização inicia-se na fase de estudos preliminares, prossegue na etapa seguinte de anteprojeto e termina com a compatibilidade final na fase executiva.

O método tradicional de desenvolvimento de projetos, baseado em uma dimensão 2D, começou a perder forças em sua eficiência para suprir as necessidades destes projetos mais complexos e de cunho tecnológico. Leusin (2018) menciona que ao contrário do processo de projeto CAD, onde uma disciplina depende do avanço de outra para prosseguir, sempre com

diversos documentos gráficos, sejam cortes, vistas, plantas ou relatórios, no processo envolvendo a plataforma BIM, a comunicação é direta, síncrona e bidirecional, onde todos os projetistas podem acessar o mesmo projeto, obtendo os mesmos bancos de dados e informações referente ao modelo BIM da construção gerado. A tecnologia BIM demonstra um forte potencial para ser utilizada como alternativa a estes processos tradicionais, essencialmente no quesito de compatibilização, uma vez que ultrapassa a tridimensionalidade geométrica do CAD ao incorporar a simulação virtual do processo de construção (JASKULSKI *et al.*, 2018).

Partindo-se dessa premissa, tem-se que a compatibilização de projetos por meio da plataforma BIM é extremamente útil e eficiente em produtividade e otimização de tempo. Através da modelagem, é possível observar o projeto em diferentes ângulos e dimensões, facilitando a visualização de possíveis interferências e inconsistências físicas que ocasionariam falhas de execução. No BIM, mesmo as incompatibilidades menos evidentes podem ser encontradas. Isto é possível através dos recursos de *Clash Detection*, ou seja, detecção de conflito, mecanismo que mostra a incompatibilidade encontrada. Com esta ferramenta disponibilizada na plataforma, é possível gerar um relatório constando todas as interferências e erros encontrados na compatibilização dos projetos. (GOMES; CAIXETA, 2020)

Entretanto, a compatibilização ainda pode vir a enfrentar desafios. Monteiro (2017, p.12) destaca que: “[...] com a corrida cada vez mais rápida das construções, os cronogramas e prazos estão sendo mais reduzidos, deixando a compatibilização de lado, por ser um processo de análise minucioso e lento.” Apesar dos desafios, a etapa de compatibilização de projetos é de suma importância para o sucesso da obra como um todo.

### **2.2.5 BIM aplicado ao orçamento**

As ferramentas BIM contribuem fortemente no processo de orçamentação, uma vez que a plataforma possibilita a extração automática de quantitativos, obtendo um alto nível de precisão, fato este, extremamente benéfico para os profissionais que fazem este levantamento de quantitativos (STANLEY E TURNELL, 2014). Além disto, com esta otimização é possível analisar em paralelo aspectos do projeto e o impacto do orçamento referente às questões de funcionalidade, viabilidade e economia do empreendimento.

Partindo deste mesmo ponto de vista, Vitásek & Matějka (2017) evidenciam que o uso do BIM para a orçamentação está associado ao fato que tanto o projetista quanto o orçamentista irão apenas revisar os dados extraídos dos *softwares*. Em complemento, Sabol (2008) afirma que o engenheiro orçamentista pode subtrair de 50% a 80% do seu tempo no projeto se

prescindir das quantidades levantadas por métodos tradicionais. Por conseguinte, a utilização da plataforma pouparia tempo nas conferências de extração de quantitativos, o que permite um alto nível de organização e reduz significativamente a variabilidade das estimativas de custos, obtendo desta forma um orçamento mais preciso.

Para Sacks et al. (2021) é evidente que o BIM contribui para a praticidade da obtenção de uma estimativa preliminar do quantitativo. Sua vantagem está relacionada que quanto antes desenvolver o projeto, antes possuirá informações mais detalhadas, resultando em orçamentações mais precisas, em etapas iniciais do empreendimento. Isto posto, o mesmo autor afirma que à medida que o projeto evolui, quantidades mais detalhadas relacionadas a espaços e materiais podem ser rapidamente extraídas diretamente do modelo arquitetônico. Todas as ferramentas BIM fornecem ferramentas para extrair quantidades de componentes e relatar esses valores em várias tabelas. O que contribui para uma estimativa aproximada de custos. Para que os construtores preparem estimativas mais precisas, podem surgir problemas quando componentes não são definidos adequadamente e não se encaixam nas quantidades necessárias para fornecer estimativas de custo, por exemplo, na estrutura é quantificado o volume ou o comprimento de uma fundação de concreto, mas não a quantidade de vergalhões embutidos no concreto.

Portanto, é neste campo que a metodologia BIM se destaca de modo positivo, pois ao permitir a criação de tabelas de quantitativo, estas, por sua vez, proporcionam o levantamento de um jeito rápido, simples e certo, obtendo uma extração inteligente das informações presentes no modelo de construção, possuindo um grande potencial de otimização das atividades, evidenciando a melhora no processo orçamentário.

### **2.2.6 Revit**

Criado em 1997 por Leonid e Irwin, o Revit é o primeiro *software* de modelagem de construção paramétrica desenvolvido para a indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Sua origem vem do inglês, “*Revise Instantly*”, atribuindo ao fato de que qualquer alteração feita em um objeto no *software* irá ocorrer de forma instantânea. Dentro deste programa, existem áreas específicas que possibilitam o desenvolvimento do projeto conforme cada especialidade. Para projetos arquitetônico, o *software* é composto pelo *Revit Architecture*; já para a parte estrutural, pelo *Revit Structure*, e para instalações mecânicas, hidráulicas e elétricas existe o Revit MEP (*Mechanical, Electrical, Plumbing and Piping*) (FISTAROL, 2015).

O Autodesk Revit é um dos mais populares e principais *softwares* perante a plataforma BIM. Sua tecnologia permite um aumento na eficiência e precisão nos projetos, desde sua concepção até a construção. O *software* traz todas as disciplinas em um único modelo, o que conseqüentemente torna o projeto mais eficiente e econômico. (AUTODESK, 2022). Justi (2008, p. 43) afirma que “O coração da plataforma Revit é a engrenagem de parametrização, onde qualquer mudança no modelo acarreta mudanças em todos os documentos do projeto, sejam eles cortes, vistas, fachadas, quantitativo, etc. realizando o efeito cascata em suas alterações”. E ainda, o mesmo autor evidencia que os projetos que são desenvolvidos neste *software* conseguem uma vantagem competitiva de imediato, pois fornecem uma qualidade nos detalhes gráficos muito superior, além de proporcionar uma maior interação e comunicação entre os projetistas envolvidos no projeto.

Para Helm (2012), essa interação que o Revit proporciona entre os projetistas pode ser atribuída a outra vantagem, relacionada com a visualização em tempo real que o *software* proporciona, deste modo, os profissionais envolvidos conseguem visualizar as modificações de forma simultânea, independente do ambiente em que se encontram. Por conta desta facilidade, diminui o tempo para a realização dos projetos e aumenta a qualidade dos mesmos. Outro fator extremamente importante do Revit é a extração das tabelas de quantitativos e custos, que são geradas de forma automáticas à medida que o modelo é desenvolvido e alimentado, proporcionando em um projeto e orçamento mais eficaz e preciso.

## 2.3 ORÇAMENTO

### 2.3.1 Conceito

O setor da construção civil desempenha um papel extremamente importante no segmento econômico ao representar uma parcela importante do produto interno bruto de um país. À vista disso, seu produto caracteriza um grande investimento, tanto para empresas quanto para seus clientes (AZEVEDO, 2011).

O orçamento é uma das principais informações que a construtora deseja conhecer ao estudar determinado empreendimento. Tal fato está associado com o grande impacto que o mesmo possui para garantir a viabilidade da construção, visto que um dos fatores fundamentais para um resultado lucrativo e o sucesso do construtor é a realização de um orçamento eficiente. Sua definição está vinculada com a descrição e especificação de todos os serviços e seus respectivos quantitativos, multiplicados pelos preços unitários, cuja soma resulta no preço total.

Deste modo, é necessário que haja um estudo minucioso perante todos os projetos e detalhes inclusos que compõem a documentação da obra, a fim de evitar problemas relacionados a adição de custos e atrasos no cronograma (MATTOS, 2008). Ainda, o mesmo autor enfatiza que o processo orçamentário envolve muita atenção e habilidade técnica para analisar a identificação, descrição e quantificação de uma grandiosa série de itens, portanto, muito estudo deve ser feito para que não existam brechas ou considerações descabidas na hora de compor o orçamento.

O orçamento contém a especificação dos diversos serviços que compõem a obra juntamente com seu custo unitário, cujos dados são obtidos através de projetos, memoriais análises in loco, análise do contexto, tempo e local em que ocorrerá a construção. Por isso o orçamento torna-se um documento indispensável para a questão gerencial em relação ao acompanhamento e controle da obra, podendo ser atualizado e revisado quantas vezes forem necessários para obter um resultado mais certo e eficaz (CARVALHO; MARCHIORI, 2019).

### **2.3.2 Custos**

A engenharia de custos é a área destinada ao estudo dos custos envolvidos em uma obra ou serviço, empregando a metodologia técnico científica adequada. Segundo Dias (2011) é o ramo da engenharia que estuda os métodos de projeção, apropriação e controle dos recursos monetários necessários para a realização de todos os serviços que constituem uma obra. Deste modo, o autor enfatiza que para a elaboração do custo, é necessária uma análise detalhada de todas as informações e especificações disponíveis em projetos.

O custo na construção civil origina-se de todos os gastos, sejam eles diretos ou indiretos, imprescindíveis para a realização do empreendimento, desde a etapa inicial, do estudo preliminar da viabilidade da obra, até a etapa executiva, durante um prazo já pré-estabelecido (SOUZA, 1996). Portanto, a engenharia de custos por trás do desenvolvimento de uma construção, tem a função primordial do controle da viabilidade do empreendimento (DIAS, 2010). Tisaka (2006) complementa evidenciando a crescente competitividade presente no setor da construção civil, pois se o orçamento não for estimado de forma justa e eficaz, corre-se o risco de obter um preço fora da realidade presente do empreendimento, em outras palavras, se estimado de forma elevada pode-se perder a contratação com o cliente, e caso o valor proposto seja insuficiente para cobrir os custos da edificação ocorrerá prejuízos, tanto por parte da

contratada quanto do contratante. Portanto, o sucesso ou fracasso de uma construção depende da forma eficiente e adequada da cobrança pelos serviços prestados.

#### 2.3.2.1 Custos diretos e indiretos

Os custos podem ser classificados em diretos ou indiretos. O direto está relacionado diretamente ao produto, como materiais e equipamentos. Já o indireto, são gastos secundários, ou seja, é aquele que necessita a presença de algum fator de rateio para sua determinação, como por exemplo os custos da parte administrativa, manutenção de obra, entre outros (COÊLHO, 2015).

O Custo Direto (CD) pode ser compreendido como a soma de todos os custos de materiais, equipamentos e mão de obra aplicados diretamente nos serviços da obra (TISAKA, 2011). São os gastos previstos dos serviços que fazem parte das composições unitárias, associados diretamente aos serviços de campo, sem necessidade de rateio (BAETA, 2012). Coêlho (2015) evidencia a definição juntamente com um exemplo da aplicação de um custo direto. No custo do revestimento de uma parede com placas de porcelanato, deve ser incluso todos os gastos com argamassa para assentamento e rejuntamento, juntas espaçadoras e principalmente da mão de obra com pedreiros e serventes. Em contrapartida, o mesmo autor define custos indiretos como todo os custos que, na concepção do profissional orçamentista, não podem ser relacionados diretamente a um serviço, podendo-se exemplificar a conta de energia, água, consultoria, salário do engenheiro, entre outros.

Os Custos Indiretos (CI) são determinados através da somatória dos gastos com elementos indiretos, ou seja, secundários, que são essenciais para prosseguir com o desenvolvimento da obra (LIMMER, 1997). Dessa maneira, os custos indiretos apresentam relação somente com a empresa e nunca com os produtos realizados, e, deste modo, podem ser classificados em constantes e variáveis. Os constantes não dependem do volume da obra, portanto são fixos, por exemplo, são os gastos administrativos com manutenção, os custos relacionados com os aluguéis de equipamentos, taxas e impostos. Por sua vez os custos variáveis variam conforme o mês ou em relação a tarefa designada (COÊLHO, 2015).

#### 2.3.3 Tipos de orçamentos

Conforme Carvalho e Marchiori (2019), não existe uma definição assertiva quanto aos tipos de orçamentos existentes, e sim, classificações perante a fase do projeto ou do nível de

detalhamento requerido. Entretanto, para Cardoso (2009), os tipos de orçamentos são divididos em Estimativa Paramétrica, Estimativa Preliminar, Custo Unitário, Áreas Equivalentes da NBR 12721 e Método Expedito. Já Tisaka (2011) classifica os tipos de orçamentos em Estimativa de Custo, Orçamento Preliminar, Orçamento Estimado, Orçamento Analítico ou Detalhado e Orçamento Sintético ou Resumido. Baeta (2012) adota termos semelhantes ao de Tisaka, classificando os tipos de orçamentos em Estimativa de Custos, Orçamento Preliminar e Orçamento Detalhado.

#### 2.3.3.1 Estimativa de Custos

A estimativa de custo é obtida através de uma avaliação realizada com base em custos históricos e análises comparativas entre projetos similares. Usualmente deve ser utilizada nas etapas preliminares e iniciais do empreendimento, uma vez que não há informações suficientes para elaborar um orçamento mais detalhado (DIAS, 2011).

Em geral, este tipo de orçamento tem como objetivo apresentar uma primeira abordagem em relação a linha de custos da obra. A estimativa parte de indicadores genéricos e números consagrados, entre eles o mais utilizado é o CUB (Custo Unitário Básico) (MATTOS, 2006).

A Figura 5 evidencia o Custo Unitário Básico do Rio Grande do Sul para o mês de julho de 2022. Deste modo, exemplificando, para uma residência unifamiliar de alto padrão com 140 m<sup>2</sup>, a estimativa de custo para esta edificação através do CUB seria R\$ 509.595,80.

Figura 5 - Exemplo de Estimativa de Custo CUB/RS 2022

CUB/RS do mês de JULHO/2022- NBR 12.721- Versão 2006

PROJETOS	Padrão de acabamento	Código	Custo R\$/m <sup>2</sup>	Variação %		
				Mensal	Anual	12 meses
<b>RESIDENCIAIS</b>						
R - 1 (Residência Unifamiliar)	Baixo	R 1-B	2.090,73	3,32	8,00	10,69
	Normal	R 1-N	2.703,20	3,74	8,47	12,14
	Alto	R 1-A	3.639,97	3,44	9,31	13,16
PP (Prédio Popular)	Baixo	PP 4-B	1.993,18	2,79	7,21	9,45
	Normal	PP 4-N	2.657,79	3,33	8,40	11,54
R - 8 (Residência Multifamiliar)	Baixo	R 8-B	1.907,85	2,60	7,12	9,08
	Normal	R 8-N	2.323,31	3,32	8,14	11,21
	Alto	R 8-A	2.970,37	2,98	8,52	11,80
R - 16 (Residência Multifamiliar)	Normal	R 16-N	2.269,83	3,30	8,19	11,39
	Alto	R 16-A	3.008,43	3,06	8,48	11,79
PIS (Projeto de Interesse Social)		PIS	1.523,80	3,50	6,77	9,87
RPQ1 (Residência Popular)		RP1Q	2.136,53	4,21	7,46	11,32
<b>COMERCIAIS</b>						
CAL- 8 (Comercial Andar Livres)	Normal	CAL 8-N	2.968,00	3,22	9,38	13,16
	Alto	CAL 8-A	3.369,87	3,06	9,77	14,12
CSL- 8 (Comercial Salas e Lojas)	Normal	CSL 8-N	2.321,32	3,26	8,25	10,99
	Alto	CSL 8-A	2.667,53	3,00	8,03	11,04
CSL- 16 (Comercial Salas e Lojas)	Normal	CSL 16-N	3.124,20	3,20	7,93	10,72
	Alto	CSL 16-A	3.590,46	2,95	7,83	10,92
GI (Galpão Industrial)		GI	1.203,92	3,28	7,77	9,46

Fonte: DEE – Sinduscon/RS (2022).

### 2.3.3.2 Orçamento Preliminar

Usualmente utilizado a partir da etapa de anteprojeto, este tipo de orçamento contém mais informações do que a estimativa de custos, pois detalha mais os custos e trabalha-se com uma quantidade maior e mais detalhada dos indicadores, que representam um aprimoramento da estimativa inicial, além de realizar uma pesquisa de preços médios de mercado (MATTOS, 2006).

Para Sampaio (1989), o orçamento preliminar corresponde à análise e estudo da viabilidade do empreendimento através da avaliação e estimativas dos custos gerados e, também ocorre um levantamento de dados mais concreto e certo do que apresentado no estilo de orçamento anterior. Tisaka (2011) complementa esta análise evidenciando a importância de incluir o benefício e as despesas indiretas (BDI) nesta etapa, as quais caracterizam uma margem adicional para determinar o valor final do orçamento bem como o preço de venda do empreendimento.

### 2.3.3.3 Orçamento Analítico ou Detalhado

Este tipo de orçamento contém uma abordagem a qual se aproxima muito do valor real do empreendimento, pois apresenta uma maior precisão na avaliação do preço, e uma composição mais detalhada dos custos de todos os serviços inclusos na obra. Deste modo, o orçamento detalhado só pode ser elaborado após a conclusão de todos os projetos, com as devidas especificações técnicas, detalhamentos e memoriais (GONZÁLES, 2008).

Segundo Mattos (2006), o orçamento analítico é composto pelos custos diretos e indiretos, abordando questões como mão-de-obra, material, equipamentos, além de custos com a manutenção do canteiro, equipes técnicas entre outros, o que desta forma possibilita a chegar a um valor orçado mais preciso e coeso. A Figura 6 demonstra um exemplo deste orçamento.

Figura 6 - Exemplo de Orçamento Detalhado

Item	Un.	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
<b>1. SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				2.913,13
1.1 Abrigo provisório	m <sup>2</sup>	12,00	130,19	1.562,26
1.2. Ligação provisória de luz e força	vb	1,00	169,78	169,78
1.3. Instalação provisória de água	vb	1,00	447,09	447,09
1.4. Tapume de chapa de madeira	m <sup>2</sup>	29,40	19,69	578,92
1.5. Locação de obra	m <sup>2</sup>	48,40	1,94	94,07
1.6. Raspagem e limpeza do terreno	m <sup>2</sup>	180,00	0,34	61,01
<b>2. INFRAESTRUTURA</b>				1.137,86
2.1. Forma de tábua de pinho	m <sup>2</sup>	42,72	13,78	588,74
2.2. Armadura CA-50A ou CA-50B	kg	225,00	1,01	226,14
2.3. Preparo de concreto estrutural	m <sup>3</sup>	4,50	68,60	308,68
2.4. Escavação manual de valas	m <sup>3</sup>	3,60	3,97	14,30
-----				
<b>13. SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>				543,03
Execução e regularização de base para revestimento de pisos	m <sup>2</sup>	26,33	1,54	40,46
Preparo de concreto não estrutural	m <sup>3</sup>	2,11	61,09	128,67
Execução de lastro de concreto não estrutural	m <sup>2</sup>	26,33	9,92	261,09
13.2. Limpeza geral	m <sup>2</sup>	200,00	0,56	112,81
<b>TOTAL GERAL</b>				<b>xx.xxx,xx</b>
<b>TOTAL COM BDI (x%)</b>				<b>yy.yyy.yy</b>

Exemplo 1. Orçamento detalhado

### 2.3.4 Levantamento de quantitativos

O processo de levantar os quantitativos dos insumos da obra é de extrema importância para a orçamentação. Para Mattos (2006) esta etapa exige muito do orçamentista, visto que é necessário realizar uma análise técnica da forma mais correta e precisa da leitura dos projetos, detalhamentos, cálculos de áreas e volumes, entre outras atividades. Além disto, com as especificações encontradas nos memoriais descritivos, é preciso avaliar a coerência dos materiais mencionados juntamente com suas características, para que assim seja possível auxiliar o construtor a planejar e readequar o fornecimento destes materiais, caso necessário, para que possa planejar a melhor forma de compra e pagamento dos materiais.

Nesta etapa da elaboração do orçamento faz-se necessário estimar serviços que ainda não foram descritos ou executados, mas que são indispensáveis para a obra. Diante disto, é essencial que os projetos possuam um grau elevado de informações, detalhes, e todas as especificações técnicas que irão auxiliar o profissional na elaboração do orçamento para que não haja levantamentos incoerentes com a realidade, ocasionando gastos indesejados e, principalmente não previstos, pois somente assim, poderá ser feita uma previsão minuciosa dos custos reais do empreendimento (COÊLHO, 2015). A quantificação dos serviços consiste na extração de todos os itens necessários para a execução da obra, desde o início até a etapa final dos projetos. Esse levantamento deve ser feito de forma cautelosa e organizada, aconselhando o uso de planilhas e formulários para ajudar no desenvolvimento do orçamento, pois desta forma, permite de modo simplificado a conferência dos cálculos e quantitativos extraídos, com cada serviço indicado com sua respectiva unidade de medição, podendo ser modificado caso necessário (TISAKA, 2011).

É evidente que o êxito na etapa de levantamento de quantitativos está associada com o desenvolvimento bem detalhado e preciso do projeto, pois desta forma é possível adquirir as quantidades de forma mais precisa possível (MATTOS, 2006). Sabol (2008), explicam que quando as definições dos componentes presentes no projeto não estão adequadamente definidas, as chances de ocorrer erros ao extrair os quantitativos aumenta significativamente.

Antigamente os projetos eram elaborados à mão. Como as estruturas de engenharia vão se tornando mais complexas e inovadoras, a parte de visualização e concepção do projeto necessita acompanhar esta evolução. Neste meio surge na década de 70, o conceito de *Computer Aided Design* (CAD), onde revolucionou o setor, aumentando a qualidade e produção dos projetos (SABOL, 2008). No CAD a geometria é vigente em coordenada para o avanço dos elementos gráficos, visto que o programa gera desenhos abstratos representados por figuras

geométricas, linhas, arcos, sem adicionar informações nos componentes. Neste caso, caso haja alterações no projeto isto implicará em diversas alterações manuais, pois o *software* não possui automatização de componentes (COELHO; NOVAES, 2008).

Os métodos tradicionais e usuais para o levantamento de quantitativos, como o CAD, incluem a medição de todos os elementos de um edifício utilizando-se da escala, sendo que esta deve ser verificada minuciosamente para assegurar a exatidão (ALDER, 2006). Um simples erro no cálculo de volume de concreto, metragem quadrada de piso são exemplos comuns que podem ocorrer caso o profissional não esteja atento, e isto pode ter consequências dolorosas à empresa construtora (XAVIER, 2014). Portanto erros de compatibilização, esquecimento de atualizações das pranchas referente às atualizações e modificações de projetos aumentam as deficiências do levantamento de quantitativos, destacando falta de imprecisão e confiabilidade das informações, por serem gerados de forma manual (GRAZIANO, 2003).

Após o CAD, surge a plataforma BIM a qual possui inúmeros benefícios na sua utilização, entre eles um dos mais importantes é o levantamento de quantitativos automatizado, possuindo um rendimento significativo em tempo de planejamento e execução de orçamento (MARINHO, 2017). Alder (2006) destaca que para obter uma otimização neste processo é preciso que os projetos sejam alimentados pelas informações corretas. Isto requer uma maior dedicação e investimento de tempo ao longo da modelagem de um empreendimento, onde deve-se definir os materiais e adicionar as especificações dos mesmos.

De modo geral, esta etapa consiste em completa atenção do profissional na hora de extrair as informações dos projetos. Este processo pode ser dividido em quatro fases: Identificar os componentes, extrair a quantidade exata, gerar a descrição do item e, em seguida, contar o número de ocorrências (DROGEMULLER; TUCKER, 2003).

### **2.3.5 Encargos Sociais**

Na construção civil é indispensável estabelecer um percentual das Leis Sociais dos trabalhadores, também conhecido como Encargos Sociais. Estas taxas são calculadas conforme a contratação estabelecida do funcionário, podendo ser horista, mensalista, carteira de trabalho profissional assinada, estabelecendo encargos sobre hora extra, hora normal ou sobre o salário mensal (DIAS, 2010).

Os encargos sociais representam os custos que demandam a contratação que extrapolam a remuneração estabelecida sobre o trabalho a ser realizado. Em sua grande maioria, derivam de obrigações constitucionais da Consolidação das Leis Trabalhistas – CLT e de convenções

coletivas aderidas. Portanto, ao realizar um orçamento de uma obra, é acrescentado um percentual correspondente a estes encargos sociais e trabalhistas, considerando o que preconiza a legislação em vigor (COÊLHO,2015)

Para Carvalho e Marchiori (2019) os encargos sociais representam custos incidentes sobre os salários da mão de obra, os quais tiveram sua origem na Constituição Federal de 1999, na Consolidação das Leis Trabalhistas. Ainda, o mesmo autor relata que tanto para horistas como para mensalistas, os encargos sociais podem ser classificados em quatro grupos:

- 1) GRUPO A: São os encargos básicos derivados de legislação específica ou de convenção coletiva de trabalho, como: Previdência Social (INSS), Seguro Contra Acidente de Trabalho e Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS).
- 2) GRUPO B: Encargos caracterizados por custos advindos da remuneração sem que exista a prestação de serviço correspondente, como: Licença maternidade, Feriados, 13º salário, entre outros.
- 3) GRUPO C: São os encargos sociais de característica indenizatória, no caso de demissão do funcionário, como: Aviso prévio indenizado, Depósito de rescisão sem justa causa e férias indenizadas.
- 4) GRUPO D: São taxas de reincidências de grupo sobre o outro.

Adicionais como periculosidade, adicional noturno, equipamentos de proteção, alimentação e alguns direitos previstos em convenções coletivas de trabalho são tratados a parte, pois não incidem sobre os encargos sociais (COÊLHO, 2019). É válido ressaltar que o custo de um operário não deve ser confundido com o valor das horas trabalhadas, uma vez que não é o salário que constitui o ônus do empregador, pois este, arca com os encargos sociais impostos pela legislação e demais convenções trabalhistas que fazem parte ao salário-base ao qual faz jus ao valor que o empregado receberá (MATTOS, 2006).

Dias (2010) evidencia a importância do orçamentista de acompanhar as leis dos encargos sociais, pois caso tenham sido atualizadas, deve-se alterar e modificar o percentual referente ao item de custo, onde este impactará no salário dos funcionários e influenciará no preço final do empreendimento.

### 2.3.6 Imprevistos

Ao efetivar-se o orçamento, por mais certo e minucioso que ele seja, existem fatores que estão fora do alcance, e, há brechas para que ocorra alguma peculiaridade, pois nenhuma obra é igual, portanto, é necessário prever algum tipo de imprevisto. Entre os mais prováveis e os mais ocorridos, encontram-se os acréscimos de custos diretos e indiretos, atraso do cronograma e ainda, dificuldades financeiras da construção (MATTOS, 2008).

O mesmo autor cita três tipos mais comuns de imprevistos:

- a) De força maior: De origem natural, econômica e de abordagem sociopolítica.
- b) Previsibilidade relativa: Cheias, Chuvas de estação, aumento das taxas de juros, atrasos de terceiros, entre outros.
- c) Aleatório: Os mais difíceis de prever e que não se encaixam nas categorias anteriores.

Imprevistos são inevitáveis, e, portanto, recomenda-se um percentual a ser incluído no orçamento, na faixa de 1 a 3% dos custos diretos e indiretos a fim de prever possíveis eventualidades que possam ocorrer e que prejudique a obra (MATTOS, 2008).

### 2.3.7 Cálculo BDI

O Benefício de Despesas Indiretas tem como objetivo principal garantir a margem de lucro desejada, uma vez que a palavra lucro pode ser substituída por bonificação ou benefícios, pois ambos possuem o mesmo significado (MUTTI, 2008). Desta forma, o BDI representa uma majoração percentual que o preço de venda implica sobre o custo direto. Esta taxa caracteriza a diluição da administração central, custo financeiro, possíveis imprevistos, lucros e impostos sobre o custo direto do serviço (MATTOS, 2006).

Para Silva (2017) o BDI representa a diferença entre o preço final da obra e o seu custo. Tisaka (2011) abrange de forma mais fragmentada esta taxa, onde para o autor, o BDI é composto por diversos elementos, sendo eles: Custos indiretos; Taxa de Risco do Empreendimento; Custo Financeiro do Capital de Giro; Tributos; Taxa de Comercialização e Benefício (lucro desejado). De modo geral, figurativamente, pode-se representar da seguinte maneira:

$$\text{Preço de Venda (PV)} = \text{Custo Direto (CD)} + \text{BDI} \quad (1)$$

Entretanto, como o Benefício da Despesas Indiretas é expresso em percentual dos custos, Tisaka (2011) reescreve a Equação 1 da seguinte maneira:

$$PV = CD (1+b) \quad (2)$$

Onde:

PV = Preço de Venda;

CD = Custo Direto ou Despesa Direta;

b = Benefício e Despesa Indireta, expresso em número decimal.

Para Dias (2010, p. 55), as variáveis aplicadas sobre o custo devem ser dispostas no numerador, enquanto aquelas que são incidentes sobre o preço de venda estarão no denominador. Desta forma, o autor atribui o cálculo do BDI à seguinte equação:

$$BDI = \left( \left( \frac{(1+CF+AC+S+G+MI)}{1-(TM+TE+TF+LB)} \right) - 1 \right) \times 100 \quad (3)$$

Sendo:

CF = Custo financeiro;

AC = Administração Central;

S = Seguros;

G = Garantia;

MI = Margem de incerteza;

TM = Tributos Municipais;

TE = Tributos Estaduais;

TF = Tributos Federais;

LB = Lucro bruto.

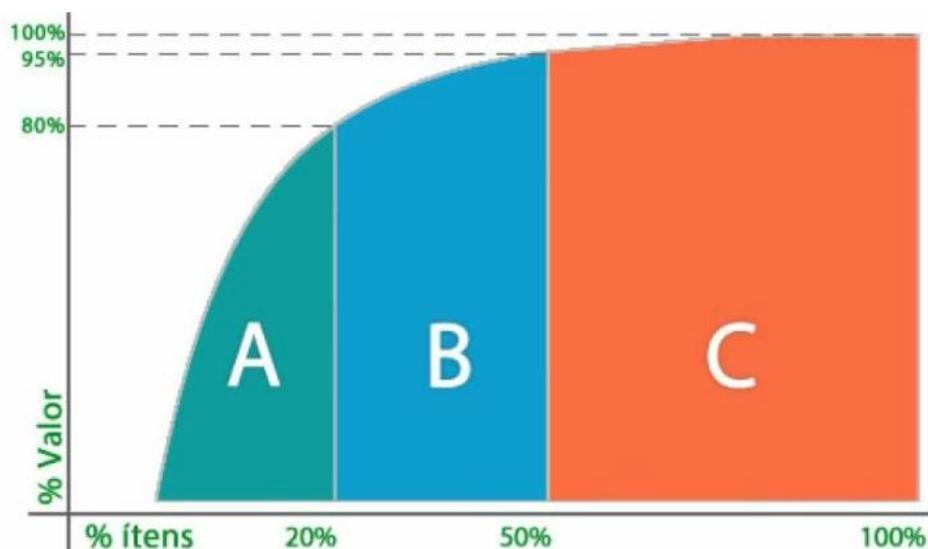
Pode-se concluir que o principal objetivo do BDI é poder cobrir os custos não mensuráveis e, por ser norteadora para o resultado do preço de venda do empreendimento, é de fundamental importância para a engenharia de custos. Ademais, é válido ressaltar que caso haja necessidade, deve-se recalcular o BDI para adequá-lo à realidade econômica vigente (COELHO, 2015).

### 2.3.8 Curva ABC

Para garantir a lucratividade de um empreendimento é preciso atentar a diversos pontos, desde a concepção de um bom projeto, escopo do produto, boa execução até mesmo garantir que o atendimento ao cliente seja satisfatório. O mercado determina o custo dos insumos e influencia no preço final, devendo o construtor analisar a curva ABC para analisar os itens mais significativos da obra a fim de obter mais ou menos lucro (CARDOSO, 2009).

Através de seus estudos, Joseph Moses Juran desenvolveu a curva ABC, onde identificou que 80% dos problemas são geralmente causados por 20% dos fatores (SANTIN et. al, 2018). No âmbito da construção civil, é uma ferramenta fundamental para a gestão da obra e instrumento importante de seleção dos itens de custos mais impactantes de uma obra (LIMMER, 1997). Segundo Mattos (2006), esta análise traz benefícios para o orçamentista e engenheiro da obra, visto que aponta os itens mais significativos da obra, onde é necessário dar mais atenção e analisar a situação para obter um melhor resultado, seja em processos de negociação na cotação de preços ou na demonstração do construtor ao cliente para ajudar na visualização quando houver um aumento de custo de algum insumo. O princípio da curva ABC auxilia na identificação dos pontos críticos, para que estes possam o tratamento singular adequado, influenciando diretamente nas tomadas de decisões. Consiste em demonstrar uma relação de itens de forma decrescente (ANDRADE, 2003).

Figura 7 - Curva ABC



Fonte: Nardi (2022).

Conforme é apresentado na Figura 7 acima, a classe A consta que 20% dos itens representam 80% do custo total do empreendimento, a classe B 30% dos itens representam 50% do custo e a classe C evidencia que 50% dos itens representam 5% do custo do empreendimento (NARDI, 2022).

### **2.3.9 Composição de custos unitários**

A composição de custos é um processo que estabelece os custos incorridos para a execução de um serviço. Deve-se listar todos os insumos necessários à execução, apresentando a quantidade, o seu custo unitário e total (ALVES; ARAÚJO, 2010). Mattos (2006) complementa esta definição atribuindo que a composição de custos contém os insumos com seus respectivos índices e valores somados aos encargos de mão de obra.

Normalmente, as composições de custos são elaboradas antes da execução dos serviços, com o propósito de estimar ou de compor o orçamento inicial do empreendimento para que a empresa construtora tenha noção do custo a ser incorrido. Estas composições podem ser obtidas por diversas fontes, públicas ou privadas, podendo ser impressas ou não. Dentre elas, as mais utilizadas no Brasil são a TCPO da Editora Pini e o SINAPI (ALVES; ARAÚJO, 2010).

#### **2.3.9.1 SINAPI**

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e índices da Construção Civil (SINAPI) tem o objetivo de armazenar e promover informações atualizadas sobre os custos da construção civil em cada estado brasileiro. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a CAIXA são entidades responsáveis pela divulgação e atualização das informações disponibilizadas. A Caixa é responsável pela parte técnica de engenharia e pelo processamento de dados (especificação dos insumos, composições dos serviços e orçamentos). O IBGE consiste em realizar mensalmente a pesquisa de mercado, referente ao preço, e indica a formação dos índices (BAETA, 2012).

Conforme mencionado por Thomé (2016) a Tabela do SINAPI contém diversos índices de referência com a discriminação dos insumos e suas respectivas quantidades. Isto posto, o objetivo principal deste sistema é orientar na composição de custos e orçamentos de obras em geral. A Figura 8 evidencia a composição do custo unitário do Tapume pela Tabela do SINAPI.

Figura 8 - Exemplo de composição de custo pelo SINAPI

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL 1 240 de 3795

PCI.818.01 - CUSTOS DE COMPOSIÇÕES ANALÍTICO DATA DE EMISSÃO:15/04/2022 01:41:55

ENCARGOS SOCIAIS SOBRE PREÇOS DA MÃO-DE-OBRA: 111,22%(HORA) 69,19%(MÊS) DATA REFERENCIA TECNICA: 14/04/2022

ABRANGENCIA: NACIONAL

---

VÍNCULO : CAIXA REFERENCIAL

C	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,2042000	19,84	4,05
C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,6127000	22,53	13,80
C	91692	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PA CHP	RA DISCO 10" - CHP DIURNO. AF 08/2015	CR	0,0044000	27,08	0,11
C	91693	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PA CHI	RA DISCO 10" - CHI DIURNO. AF 08/2015	CR	0,0191000	25,64	0,48
C	94974	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ ARE M3	IA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MANUAL. AF 05/2021	CR	0,0015000	376,36	0,56
			MATERIAL	:	111,97	88,4819239 %	
			MAO DE OBRA	:	14,57	11,5180761 %	
			TOTAL COMPOSIÇÃO	:	126,54	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR
	98459	TAPUME COM TELHA METÁLICA. AF 05/2018		M2			
I	3992	TABUA APARELHADA *2,5 X 30* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA	REGIAO	M	CR	1,0000000	18,44
I	4433	CAIBRO NAO APARELHADO *7,5 X 7,5* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALE	NTE DA REGIAO - BRUTA	M	CR	1,2273000	15,54
I	5061	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 18 X 27 (2 1/2 X 10)		KG	C	0,0428000	20,45
I	7243	TELHA TRAPEZOIDAL EM ACO ZINCADO, SEM PINTURA, ALTURA DE APROXIMADAMENTE 4	0 MM, ESPESSURA DE 0,50 MM E LARGURA UTIL DE 980 MM	M2	CR	0,5853000	61,69
C	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES		H	CR	0,1897000	19,84
C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES		H	C	0,5691000	22,53
C	91692	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PA CHP	RA DISCO 10" - CHP DIURNO. AF 08/2015	CR	0,0044000	27,08	0,11
C	91693	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PA CHI	RA DISCO 10" - CHI DIURNO. AF 08/2015	CR	0,0191000	25,64	0,48
C	94974	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ ARE M3	IA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MANUAL. AF 05/2021	CR	0,0012000	376,36	0,45

Fonte: SINAPI (2022).

### 2.3.9.2 TCPO

No Brasil, a Tabela de Composições e Preços para Orçamentos (TCPO) é a fonte de composição de custos mais utilizadas por órgãos públicos, oriunda da Editora Pini, está disponível em duas versões, de forma digital e impressa (ALVES; ARAÚJO, 2010). Para Thomé (2016), a Editoria Pini é uma das principais referências da engenharia de custos do país. A tabela conta com mais de 8.000 composições de serviços, preços e referências que possibilitam outros profissionais da área a utilizarem e incrementarem seu orçamento. A Figura 9 apresenta a composição de custo unitário de um Tapume pela TCPO.

Figura 9 - Exemplo de composição de custo TCPO

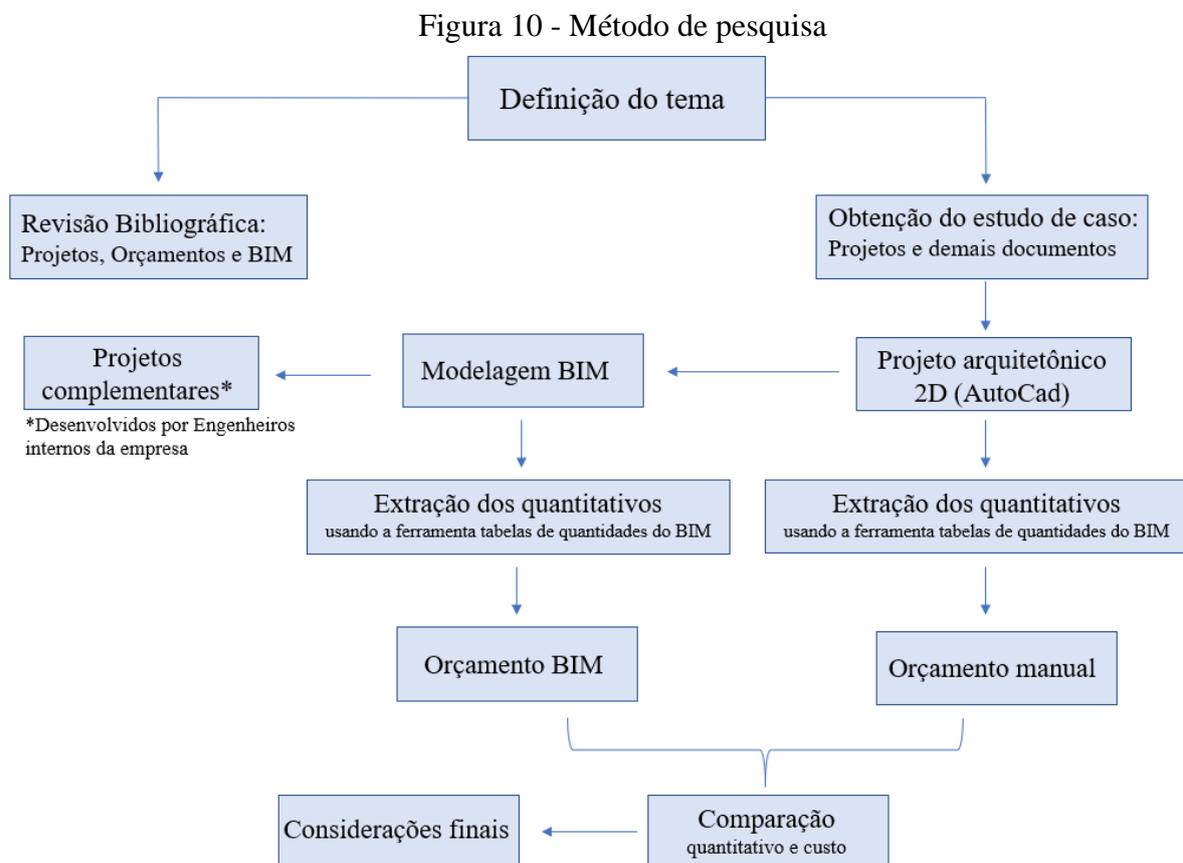
Tapume de proteção com telha trapezoidal em aço galvanizado # 0,43 mm em estrutura de madeira - m <sup>2</sup>				
Código	Descrição	Unid.	Consumos	
			1	2
			aproveitamento	reaproveitamentos
			3R 02 57 27 00 00 00 00 06	3R 02 57 27 00 00 00 00 07
2N 36 16 25 12 15	Carpinteiro	h	0,4000	0,4000
2N 36 16 25 12 34	Servente	h	0,4000	0,4000
2C 03 12 05 00 19	Pontaletes de cedrinho 6,5 x 6,5 cm	m	1,6000	0,8000
2C 03 05 05 13 05	Sarrafo 1" x 4"	m	1,6500	0,8250
2C 03 16 04 20 01	Telha trapezoidal 43 mm em aço galvanizado	m <sup>2</sup>	1,0500	0,5250
2C 03 08 02 13 61	Prego com cabeça 18 x 30, 69 mm x Ø 3,4 mm	kg	0,0500	0,0500
<b>Conteúdo do serviço</b>	Considera material e mão de obra para execução de tapume com telha trapezoidal.			
<b>Critério de medição</b>	Pela área executada.			

Fonte: TCPO (2015).

### 3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho foi uma pesquisa aplicada, com finalidades imediatas que resulta em uma edificação. Teve como objetivo uma pesquisa com abordagem descritiva explicativa com enfoque para o estudo de caso. Conforme Gil (2009), o estudo de caso tem o propósito de explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos, descrevendo a situação do contexto em que está sendo realizada determinada investigação e, explicar as variáveis causais de determinados fenômenos.

Com o propósito de alcançar os objetivos estabelecidos, foi realizado a modelagem 3D no *software* Revit a partir do projeto arquitetônico já existente concebido em 2D no AutoCad. Após, ocorreu o desenvolvimento dos demais projetos complementares à modelagem arquitetônica realizada no Revit, conforme evidenciado na Tabela 2. Com isto, foi possível extrair os quantitativos específicos do próprio *software* e compará-los com os obtidos de forma manual, e avaliar o quanto afetou o orçamento perante as divergências nos levantamentos. O fluxograma apresentado na Figura 10, esquematiza o método e os procedimentos adotados na pesquisa.



Fonte: Autor (2022).

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O empreendimento em questão é de cunho residencial situado na cidade de Farroupilha – RS. A edificação está em construção e é composta por 13 pavimentos, sendo eles:

- 3 subsolos para 55 vagas de garagem;
- Pavimento térreo, composto por 8 vagas de garagem, um salão de festas, um espaço kids, uma sala de ferramentas, espaço pet, lounge com varanda e um bicicletário;
- 9 pavimentos tipo, com 6 apartamentos por andar, totalizando em 54 apartamentos.

Dentre os pavimentos citados acima, a área de cada um está apresentada na Tabela 1 a seguir, totalizando uma área construída de 6.486,18 m<sup>2</sup>.

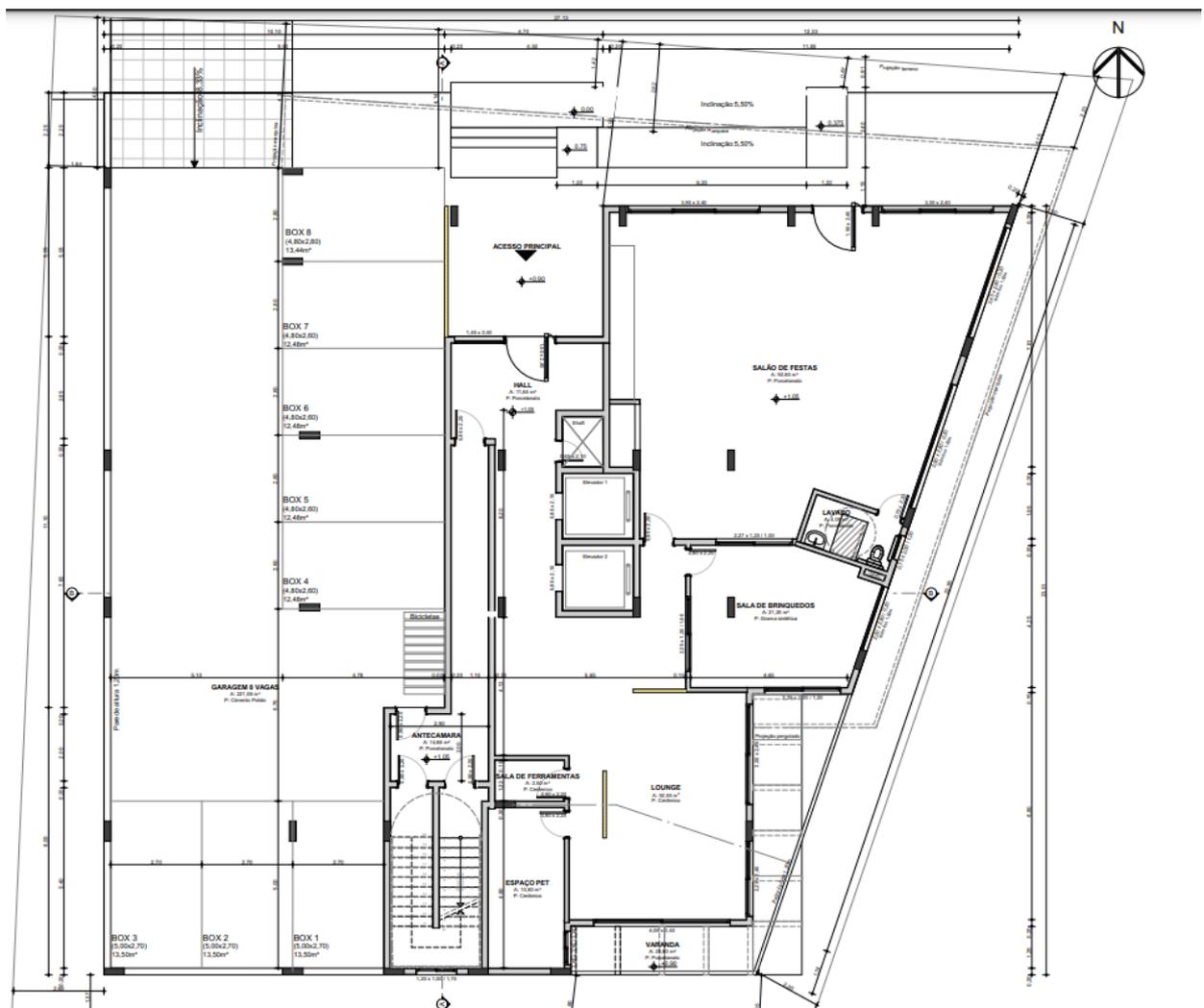
Tabela 1 - Área dos pavimentos

<b>Pavimento</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Subsolo 3	518,39
Subsolo 2	555,5
Subsolo 1	555,43
Térreo	539,83
Apartamento Final 01	55,86
Apartamento Final 01 com terraço	67,43
Apartamento Final 02	57,11
Apartamento Final 02 com terraço	73,58
Apartamento Final 03	68,00
Apartamento Final 03 com terraço	73,22
Apartamento Final 04	68,30
Apartamento Final 04 com terraço	71,85
Apartamento Final 05	59,58
Apartamento Final 05 com terraço	70,21
Apartamento Final 06	56,12
Apartamento Final 06 com terraço	62,53

Fonte: Autor (2022).

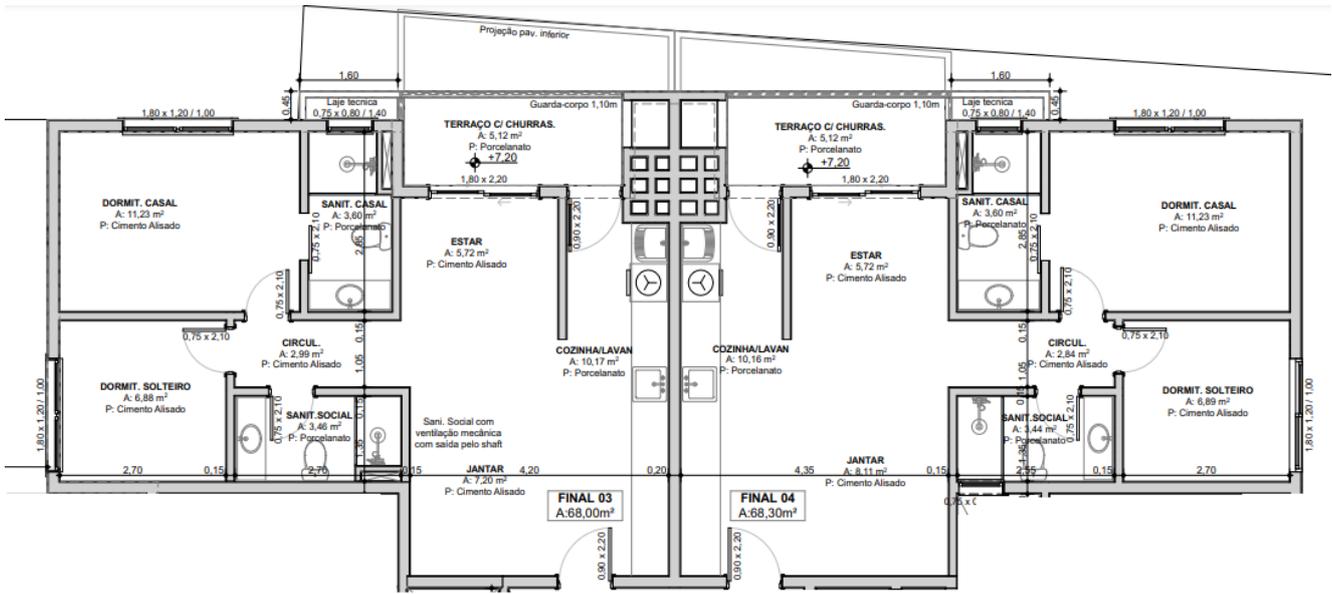
O método construtivo utilizado foi a Alvenaria Estrutural para os pavimentos tipo e cobertura, já os subsolos e térreo foram executados em concreto armado. Para este estudo foi abordado somente os pavimentos tipo e o térreo, não englobando os pavimentos dos subsolos e cobertura. A Figura 11 apresenta a planta baixa do térreo. As imagens dos pavimentos tipos foram seccionadas a cada 2 apartamentos, deste modo, as Figuras 12, 13 e 14 a seguir apresentam a planta baixa do pavimento tipo. Para uma melhor visualização, a Figura 15 demonstra a planta baixa do apartamento tipo final 01 mais detalhada. A fachada frontal norte é apresentada na Figura 16.

Figura 11 - Planta baixa térreo



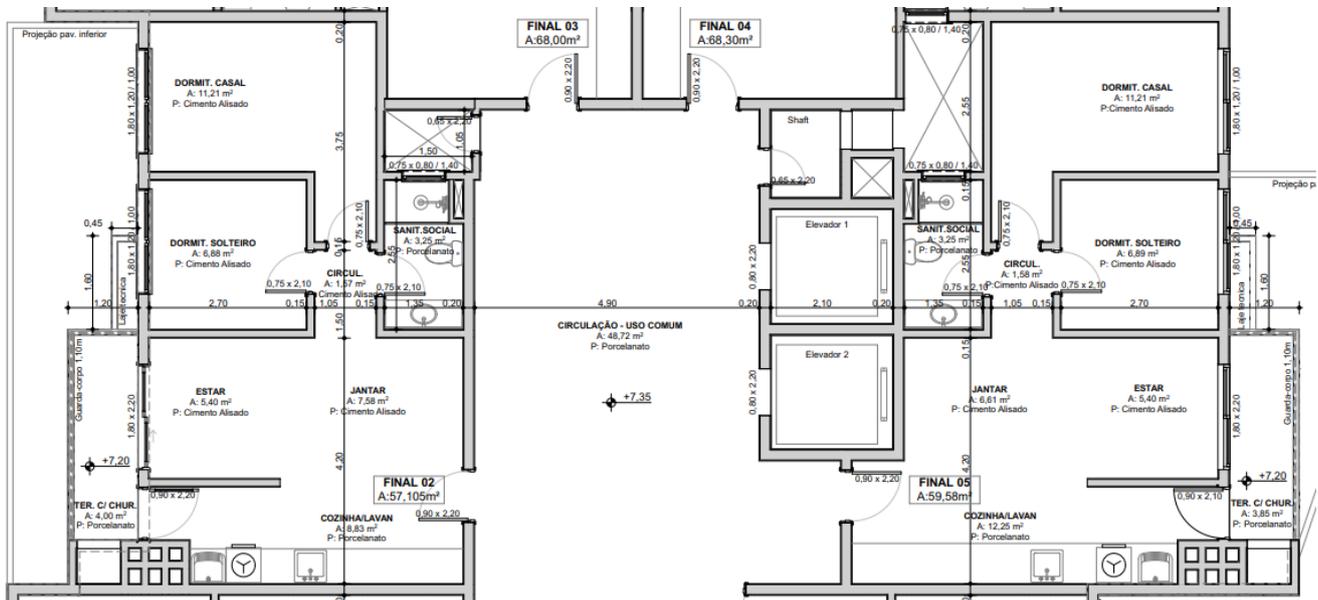
Fonte: Construtora (2022).

Figura 12 - Planta baixa tipo - Final 03 e 04



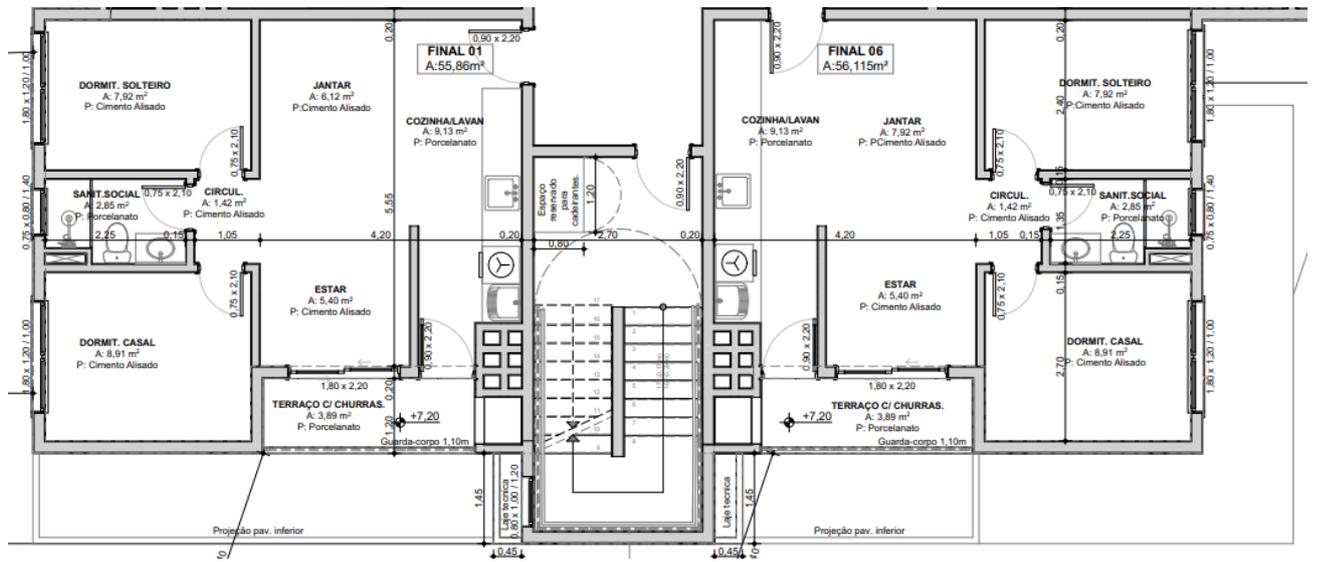
Fonte: Construtora (2022).

Figura 13 - Planta baixa tipo - Final 02 e 05



Fonte: Construtora (2022).

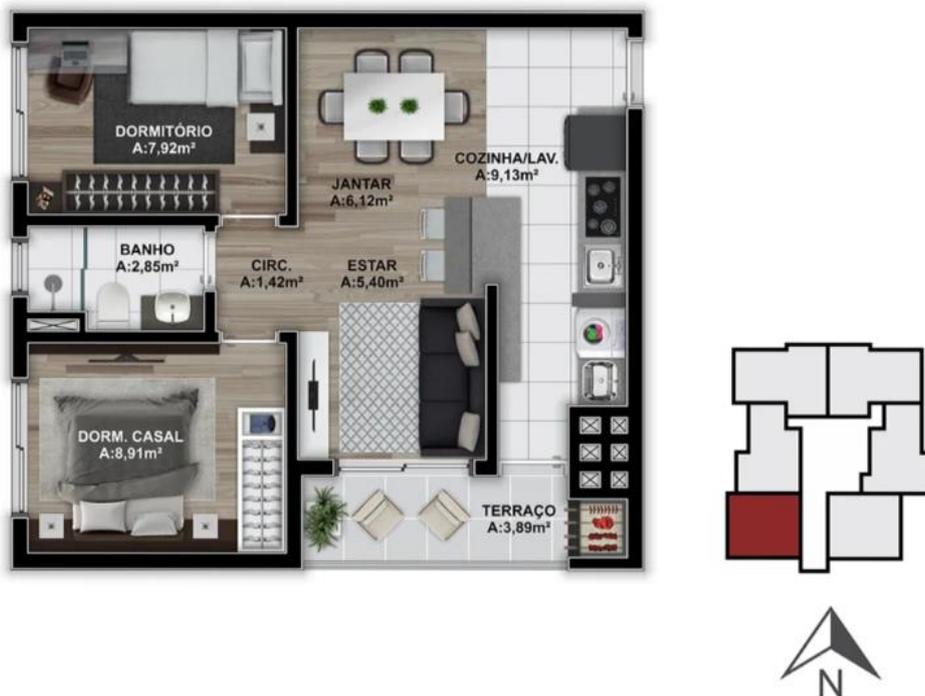
Figura 14 - Planta baixa tipo - Final 01 e 06



Fonte: Construtora (2022).

Figura 15 - Planta baixa Final 01 detalhada

**PLANTA TIPO | FINAL 01 | A:55,86m<sup>2</sup>**



Fonte: Construtora (2022).

Figura 16 - Fachada frontal norte



Fonte: Construtora (2022).

## 3.2 COLETA DE DADOS

Para este estudo foi realizada a coleta de dados através das informações cedidas pela construtora referente ao empreendimento do estudo de caso. Isto posto, o processo de coleta ocorreu em duas partes, a primeira abordou a parte documental a qual foi realizada nas primeiras etapas da pesquisa, através de documentos externos fornecidos pelo cliente, e de circulação interna da empresa, como manuais técnicos, memoriais descritivos, entre outros. E após, foi feita uma coleta por observação direta, analisando os projetos realizados nos *softwares* AutoCad e Revit. Isto posto, foi realizado a modelagem arquitetônica no Revit, e através dela os Engenheiros internos da empresa desenvolveram os demais projetos complementares. Em relação à forma manual, os projetos foram abertos em planta baixa 2D e realizada a quantificação. Desta forma foi possível executar o levantamento dos quantitativos pelos dois métodos, comparando os processos, o método de extração de quantitativos e os resultados entre eles, bem como a sua influência no orçamento.

### 3.2.1 Ferramentas Computacionais

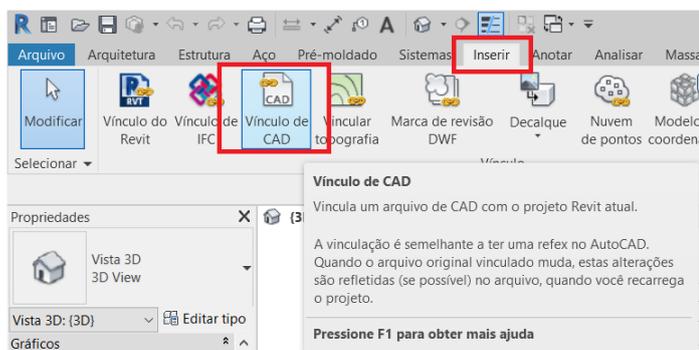
Para a realização da atividade proposta foram utilizados os *softwares* Revit, AutoCad, CypeCad e Microsoft Excel. O projeto arquitetônico desenvolvido no AutoCad serviu de base para a modelagem 3D que foi executada no Revit, e permitiu a execução dos demais projetos, tais como o elétrico e hidrossanitário. O CypeCad foi utilizado para a concepção e o dimensionamento do projeto estrutural. Ao fim do processo, o Microsoft Excel entrou como *software* essencial para ajudar no levantamento de quantitativos específicos e na elaboração do orçamento.

## 3.2.2 Modelagem dos projetos

### 3.2.2.1 Projeto Arquitetônico

O primeiro passo após analisar os projetos e demais documentações obtidas, foi a execução da modelagem 3D paramétrica em um *software* BIM, especificamente o *software* Revit. Antes de dar início à modelagem, os projetos originais, recebidos em formato .dwg no AutoCad foram preparados para a importação no Revit, eliminando elementos desnecessários como cotas, hachuras e demais informações que não são pertinentes. A partir da inserção dos projetos arquitetônicos (.dwg) como vínculos de CAD no Revit foi possível elaborar a modelagem arquitetônica em 3D, conforme apresentado na Figura 17.

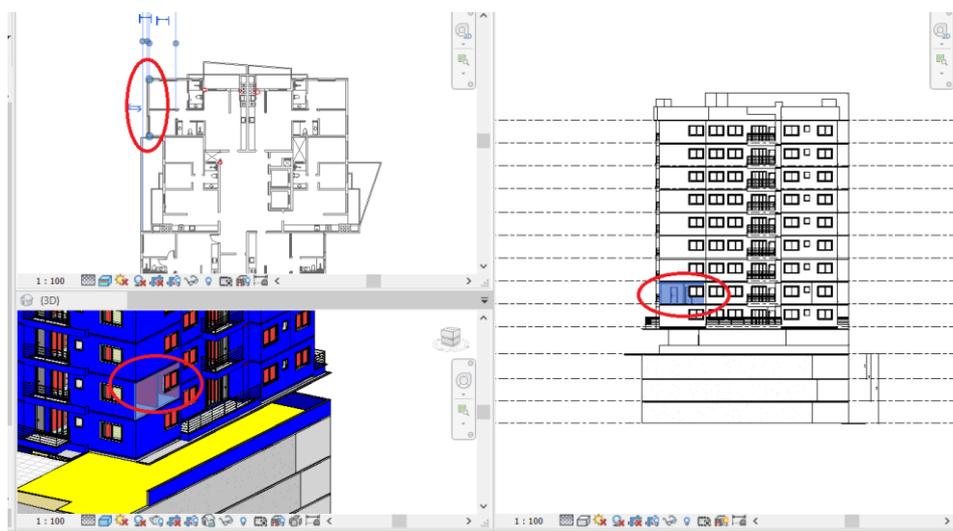
Figura 17 - Vínculo AutoCAD



Fonte: Autor (2022).

Com as plantas baixas do AutoCad inseridas no Revit e com o *template* inserido e devidamente ajustado, iniciou-se a modelagem de forma precisa, garantindo que portas, paredes, janelas e demais elementos que compõem a edificação estivessem nos lugares adequados conforme o projeto arquitetônico. Deste modo, grande parte do processo foi executado em planta baixa, porém não impediu a visualização 3D de cada etapa, criando volumetrias que auxiliaram a entender como o empreendimento ficaria depois de pronto. A Figura 18 evidencia este processo.

Figura 18 - Modelagem - Interface do Revit



Fonte: Autor (2022).

### 3.2.2.2 Projetos Complementares

O projeto estrutural foi desenvolvido pelo engenheiro civil interno da empresa onde a autora trabalhava utilizando o *software* CypeCad e, com base nas análises dos projetos arquitetônicos e especificações das normas vigentes, foi possível dimensionar a estrutura em concreto armado. Finalizado o projeto estrutural, foi utilizado da mesma premissa de criar um IFC da estrutura e vincular ao modelo arquitetônico. Deste modo, possibilitou a conclusão da modelagem analisando o lugar exato de elementos estruturais, como a posição do reservatório superior.

Em seguida, foi gerado um IFC arquitetônico e estrutural e vinculado a um novo arquivo em Revit (.rvt) para ajudar na execução do projeto hidrossanitário, o qual foi desenvolvido por uma engenheira civil interna da empresa e, seguiu as mesmas etapas do desenvolvimento do projeto estrutural, ou seja, com base no projeto arquitetônico e especificações das normas vigentes e concessionárias locais (viabilidade) foi possível dimensionar as tubulações, reservatórios e demais elementos que compõe o projeto hidrossanitário. A Tabela 2 descreve resumidamente os preparativos de cada projeto para a geração dos quantitativos.

Tabela 2 - Preparativo de cada projeto

<b>Projeto</b>	<b>Origem</b>	<b>Situação</b>
<b>Arquitetônico</b>	2D, já concluído no AutoCad	3D - Modelado no Revit pela autora
<b>Estrutural</b>	2D, proposto pela arquitetura no AutoCad	3D - Desenvolvido no CypeCad pelo engenheiro estrutural interno da empresa
<b>Hidrossanitário</b>	Arquitetônico modelado no Revit	3D - Desenvolvido no Revit por projetista interno da empresa

Fonte: Autor (2022).

### 3.2.3 Levantamento de quantitativos

Analisando os itens que normalmente possuem grande representatividade no orçamento da obra, optou-se por selecionar alguns serviços específicos para realizar o estudo comparativo de quantitativos. Segundo o Anexo 3 do Caderno de Orientações Técnicas da Caixa Econômica Federal (2019), entre os serviços com maior representatividade no orçamento de uma obra estão a superestrutura, pisos e revestimentos internos. Portanto, com base nesta publicação, optou-se por realizar neste trabalho o levantamento de quantitativos para os serviços componentes da superestrutura e os revestimentos internos, substituindo, no entanto, os pisos pelas instalações hidráulicas, para abranger uma categoria de serviços com características distintas dos demais. Assim sendo, foram obtidos os valores tanto pela forma automática retirada do *software* Revit e CypeCad, quanto pela extração feita de forma manual no AutoCAD.

As potenciais discrepâncias entre os dois métodos de levantamento de quantidades de serviços foram também avaliadas qualitativamente para determinar se o modelo BIM é confiável ou não. Foram considerados para tanto possíveis erros de projetos, dificuldades na extração dos dados de projetos, preenchimento equivocado das memórias de cálculo, falhas na modelagem do CAD para o BIM, entre outros.

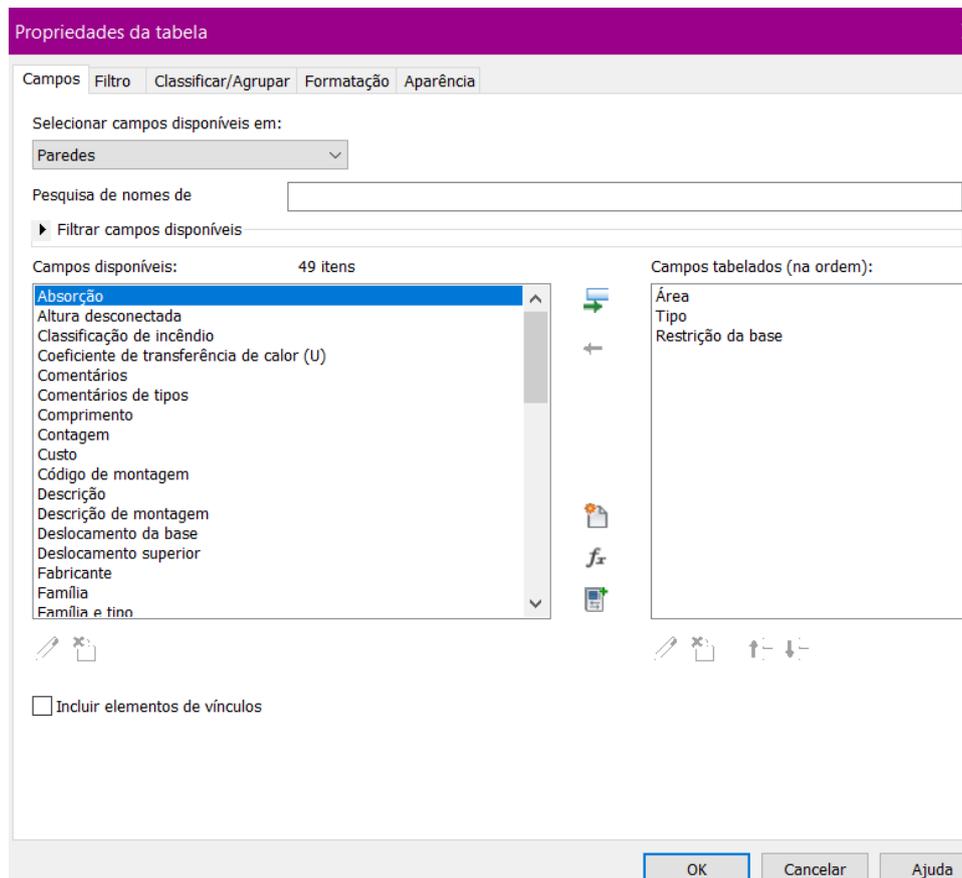
#### 3.2.3.1 Revit

Com a modelagem arquitetônica feita e a caracterização paramétrica de seus objetos, foi possível realizar a elaboração de tabelas de quantitativos de serviços extraídas pelo próprio *software*. Basicamente, o Revit permite a quantificação dos serviços com base em seus componentes criados para representá-los.

O *software* possui dois tipos de tabelas para extrair os quantitativos que são: a tabela de quantidades e a tabela de levantamento de material. A tabela de quantidades é utilizada quando se quer contabilizar os elementos, apenas suas quantidades. Enquanto no segundo tipo de tabela são fornecidas informações detalhadas de materiais que compõem aquele elemento específico.

Deste modo, tanto para as instalações hidráulicas quanto para o revestimento interno foram criadas tabelas com o levantamento de quantitativos, sendo possível exportá-las para o Microsoft Excel, através da opção: exportar, relatórios, tabelas. Entretanto, para os projetos estruturais o levantamento de quantitativos foi feito a partir das tabelas resumo produzidas pelo *software* CypeCad. A título de exemplo, as Figuras 19 e 20 demonstram uma tabela de quantidades geradas pelo Revit.

Figura 19 - Campos de seleção para tabela de quantidade



Fonte: Autor (2022).

Figura 20 - Exemplo de tabela de quantidade

PAV TÉRREO (HID ED) TÉRREO - TUBULAÇÃO SANITÁRIA X PAV TÉRREO (SAN ED)			
<TÉRREO - TUBULAÇÃO SANITÁRIA>			
A	B	C	D
QUANTIDADE:	TAMANHO:	DESCRIÇÃO:	TIPO:
1,14 m	40,00 mm	Esgoto	Serie Normal
4,14 m	50,00 mm	Esgoto	Serie Normal
25,18 m	100,00 mm	Esgoto	Serie Normal
36,09 m	150,00 mm	Esgoto	Serie Normal
4,30 m	200,00 mm	Esgoto	Serie Normal

Fonte: Autor (2022).

### 3.2.3.2 AutoCAD

Para o levantamento de quantitativos de forma manual foram utilizadas planilhas geradas no Microsoft Excel que serviram para as anotações e realização de cálculos. Isto posto, a partir dos projetos arquitetônicos foi possível realizar o levantamento dos revestimentos internos a partir da área das paredes, com o devido desconto de vãos. O projeto de instalações hidrossanitárias foi extraído e convertido em .dwg, sendo possível abri-lo em AutoCad e, desta forma, o levantamento das peças e metragem de tubulações foi feita de forma manual em 2D na planta baixa, cotando o comprimento das tubulações e contando manualmente a quantidade de peças utilizadas, e estas informações foram transferidas para as tabelas auxiliares.

É importante salientar que a unidade da quantidade depende do serviço proposto, podendo variar entre unidade unitária, metros ou metros quadrados. Já para a parte estrutural, o CypeCad gerou plantas baixas em .dwg e, deste modo, foi possível executar de forma manual a extração dos quantitativos a partir das informações presentes no projeto como a quantidade de armaduras, a área de fôrmas, volume, comprimento de vigas, lajes e pilares. Foi realizado o levantamento de quantitativos dos seis apartamentos tipo, e a partir deste, os dados foram replicados aos demais pavimentos tipos. As Tabelas a seguir, demonstram a base utilizada para realizar o levantamento de quantitativo em cada serviço.

Tabela 3 - Planilha base de quantitativo de peças e conexões

<b>Quantitativo de peças e conexões</b>		
Quantidade (Unit.)	Descrição	Tipo/Material

Fonte: Autor (2022).

Tabela 4 - Planilha base do quantitativo das tubulações hidrossanitárias

<b>Quantitativo das tubulações hidrossanitárias</b>		
Quantidade (m)	Tamanho (mm)	Tipo/Material

Fonte: Autor (2022).

Tabela 5 - Planilha base do quantitativo da Supraestrutura

Aço	Bitola (mm)	Manual		CypeCad		Diferença no peso %
		Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	

Fonte: Autor (2022).

Tabela 6 - Planilha base do revestimento cerâmico

Comprimento da parede (m)	Desconto vão (m)	Pé direito (m)	Total (m <sup>2</sup> )
---------------------------	------------------	----------------	-------------------------

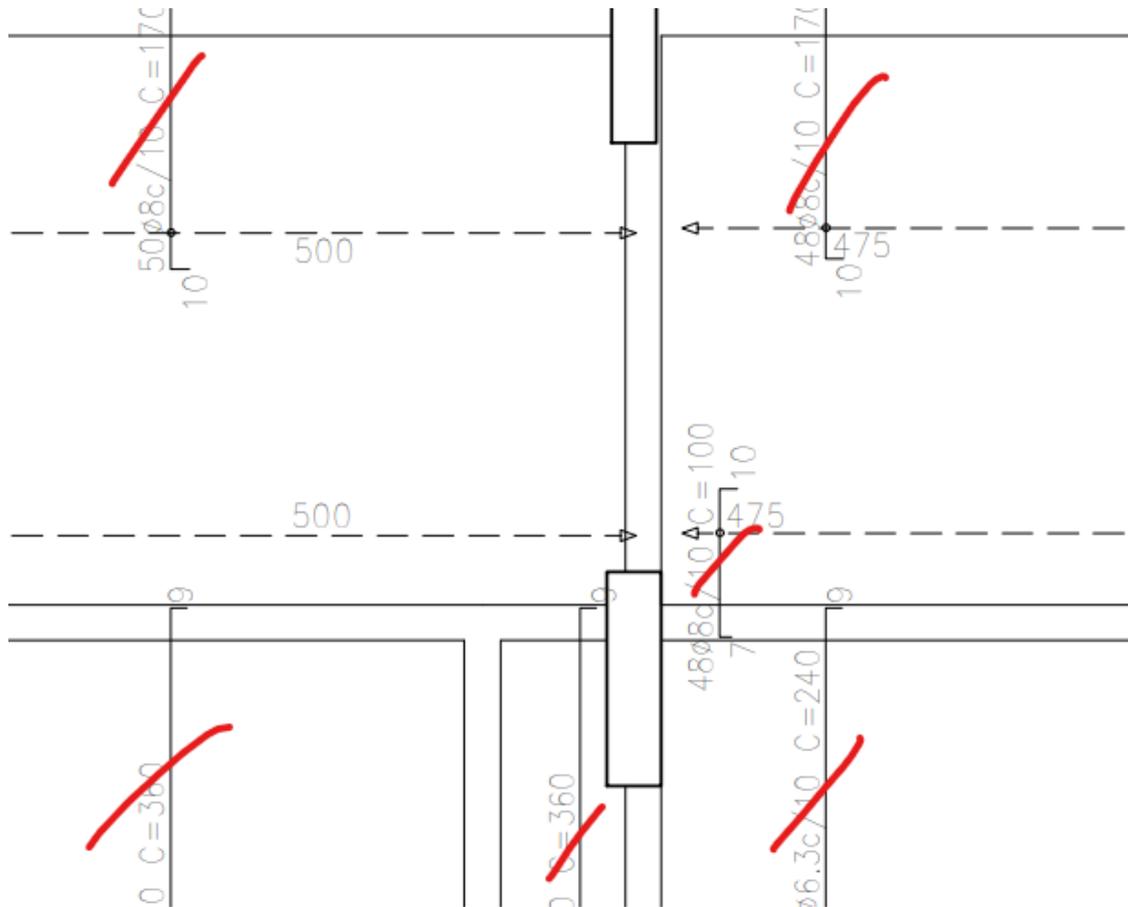
Fonte: Autor (2022).

### 3.2.3.3 Supraestrutura

O projeto estrutural foi dimensionado e desenvolvido pelo engenheiro estrutural da empresa onde a autora trabalhava, através do *software* CypeCad e, durante a modelagem e após o cálculo, foram extraídos do *software* as tabelas resumidas dos quantitativos do projeto e relatório resultantes, fornecendo o quantitativo de aço, fôrma e concreto. Deste modo, a análise do levantamento automático dos quantitativos estruturais consistiu nas informações obtidas pelas tabelas produzidas pelo próprio *software* da plataforma BIM, o CypeCad, transcritas para uma tabela no Microsoft Excel, a fim de padronizar e organizar os resultados adquiridos.

O levantamento dos quantitativos de forma manual foi realizado através do auxílio dos *softwares* AutoCad e Microsoft Excel. Inicialmente trabalhou-se com o AutoCad, abrindo as plantas em de detalhamento estruturais dos pavimentos selecionados, neste caso, o pavimento térreo e o pavimento dos apartamentos tipo em .pdf para obter uma melhor visualização. Após, em cada armadura, as informações de quantidade de barras, bitola e comprimento eram transcritas para o Excel a fim de auxiliar na praticidade do levantamento e tornar mais fácil a visualização dos resultados obtidos. A Figura 21 evidencia este processo.

Figura 21 - Processo de levantamento de quantitativo estrutural



Fonte: Autor (2022).

### 3.2.3.3.1 Armaduras

Com isto, foi possível transcrever as informações necessárias para uma tabela no Microsoft Excel, chamada de auxiliar, pois através dela retirou-se os dados fundamentais para realizar a quantificação, sendo eles: Bitola (mm), Quantidade de barra (unitária) e Comprimento da barra (cm). O comprimento total foi calculado através da multiplicação entre a quantidade de barras e o comprimento das mesmas, dividindo por 100 para transformar a unidade de medida em metros. A título de exemplificação, a Tabela 3 demonstra o cálculo para as escadas do pavimento térreo seguindo o procedimento retratado.

Segundo Moraes (1997) materiais simples são aqueles que podem ser usados diretamente em um serviço contínuo, sem mistura prévia com outros materiais. Bloco de alvenaria, aço, concreto usinado são alguns destes exemplos. Portanto, é de fundamental importância evitar perdas constantes destes materiais, uma vez que do ponto físico, as perdas destes elementos simples são bastante elevadas.

Souza (2005) propôs métricas de perda de material para cada serviço, incluindo o aço, com base em um banco de dados de cerca de 150 obras estudadas, constatou que a perda máxima foi de 16% e a mediana de 10% de perda. O mesmo autor ainda realizou outros estudos, um deles com cerca de 19 materiais, em 100 canteiros de obras espelhados por 12 estados brasileiros diferentes, buscando quantificar estas perdas. Obtendo uma mediana de 11% e uma média de 10%. Estas perdas relacionadas ao aço devem-se principalmente ao corte do vergalhão e à irregularidade do produto. Além de se tratar de um material com custo demasiado alto, o aço e conseqüentemente os responsáveis por seu manuseio, têm suma importância na composição final do custo de todo e qualquer empreendimento com estrutura em concreto armado. Portanto, com base nos estudos acima, para este trabalho adotou-se uma média de 10% de perda de aço.

No caso das armaduras, para a obtenção do peso em Kg, multiplicou-se o valor do comprimento total de barras de cada bitola pela massa nominal (Kg/m) obtida pela tabela de um fabricante. Através destas informações foi possível obter o comprimento total em metros utilizado em cada bitola, juntamente com o seu peso, contemplando assim, uma tabela com os mesmos itens daquelas apresentadas pelo CypeCad, facilitando a comparação e análise dos resultados.

#### *3.2.3.3.2 Serviço de concretagem*

O volume de concreto dos pilares e vigas foi calculado multiplicando base x altura x comprimento, enquanto para a laje o cálculo foi largura x comprimento x altura (espessura).

#### *3.2.3.3.3 Fôrmas*

O quantitativo das fôrmas das lajes foi obtido através das cotas do comprimento e largura. Para os pilares o cálculo ocorreu contabilizando o comprimento da fôrma, o qual dependia da dimensão do pilar, multiplicado pela quantidade de lados, neste caso dois, pois no método construtivo deste empreendimento foi utilizado a alvenaria como parte da fôrma, multiplicado pela altura do pilar, sendo 2,85 m (pé direito), multiplicado pela quantidade de pilares daquela dimensão. A mesma lógica foi utilizada para o cálculo de fôrmas das vigas.

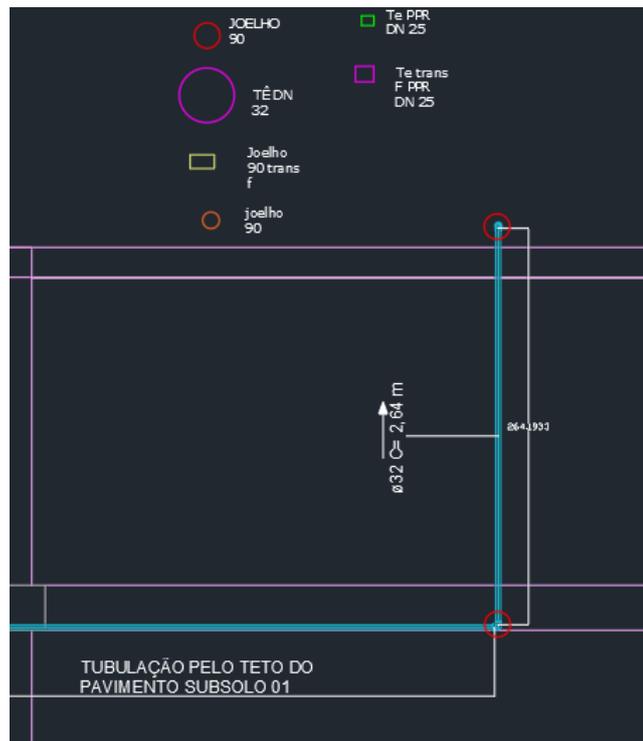
#### 3.2.3.4 Instalações hidrossanitárias

O projeto de instalações hidrossanitárias foi desenvolvido pelo *software* Revit. Após a modelagem, o próprio *software* disponibiliza a ferramentas de tabelas de quantidades, a qual foi utilizada para realizar o levantamento de quantitativos, tanto de peças como da metragem das tubulações do projeto. Deste modo, para cada tabela foi gerado um relatório e as informações foram transportadas para o Microsoft Excel, a fim de padronizar e organizar os resultados obtidos.

O levantamento dos quantitativos de forma manual foi realizado através do auxílio dos *softwares* AutoCad e Microsoft Excel. Inicialmente foi exportado a modelagem do projeto em Revit para o AutoCad, pois desta forma o traçado das tubulações permanece o mesmo, contribuindo para que a extração de quantitativos seja a mais precisa e igualitária possível perante a modelagem executada das tubulações. Deste modo, foi feita uma legenda com as peças e conexões presentes no pavimento selecionado, e a cada peça ou conexão encontrada, a mesma era identificada conforme a peça geométrica consistente na legenda. Por fim, era contabilizada a quantidade e transcrito essa informação para uma tabela em Excel. A Figura 22 mostra este processo.

O comprimento das tubulações foi contabilizado através da ferramenta cota do AutoCad. Para obter o quantitativo das tubulações nos trechos que não apareciam em planta baixa, foi identificado a que altura estava o componente (registros, conexões, pontos hidráulicos) em relação ao piso e contabilizada esta altura como comprimento da tubulação. Após cotar todas as tubulações hidráulicas e sanitárias dos pavimentos selecionados, as informações foram transcritas para uma tabela no Microsoft Excel.

Figura 22 - Processo de levantamento de quantitativo das instalações hidrossanitárias



Fonte: Autor (2022).

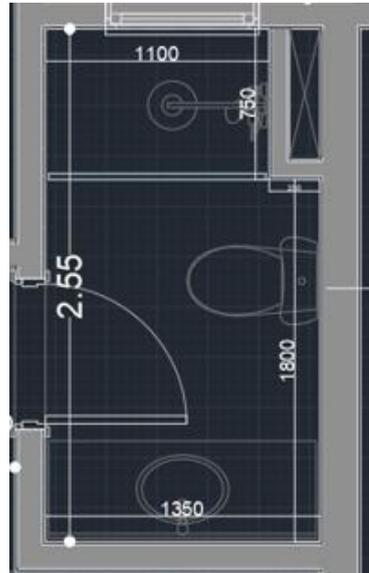
### 3.2.3.5 Revestimento interno cerâmico

A modelagem arquitetônica foi desenvolvida pela autora no software Revit, nela foi modelado piso, paredes, revestimentos e demais componentes arquitetônicos fundamentais para contribuir no levantamento de quantitativos. O software disponibiliza a ferramentas de tabelas de quantidades, utilizada para realizar o levantamento do revestimento interno cerâmico. Deste modo, para cada pavimento trabalhado, neste caso, térreo e pavimento tipo, foi gerado um relatório através dessa tabela de quantidade e as informações foram transportadas para o Microsoft Excel, a fim de padronizar e organizar os resultados adquiridos dessa extração de quantitativos automática.

O quantitativo extraído de modo manual foi realizado através do auxílio do AutoCad e Microsoft Excel. Para esse processo, utilizou-se a planta baixa arquitetônica disponibilizada pela construtora, e através da ferramenta cota do AutoCad foi possível medir o comprimento das paredes que possuíam o revestimento, descontando vão de portas e janelas caso necessário. Com o auxílio do memorial descritivo e da modelagem foi identificado a que altura os revestimentos estavam conforme cada parede. Após, as informações foram transcritas para uma

tabela em Excel para manter o padrão do processo realizado nos demais serviços, além de ajudar na comparação dos quantitativos. A Figura 23 apresenta as cotas realizadas para quantificar o revestimento cerâmico de forma manual.

Figura 23 - Processo de levantamento de quantitativos do revestimento cerâmico



Fonte: Autor (2022).

### 3.2.4 Orçamento

O orçamento foi elaborado em sua totalidade usando o Microsoft Excel, programa de uso relativamente simples que permite desenvolver planilhas eletrônicas para os mais variados fins. Para o cálculo de custo dos serviços foi adotado três itens principais:

- a) Quantitativos de serviços;
- b) Composição de custos unitários com material e mão de obra;
- c) Preços unitários dos insumos.

Segundo Marchiori (2009), para obter o orçamento de uma obra, de forma resumida, é necessário o levantamento das quantidades de serviço a serem executadas, consumo e preço unitário, juntamente com a mão de obra a ser atribuída. De modo que a elaboração de um orçamento é de extrema importância para obter um bom planejamento dos custos e metodologias a serem seguidas na execução da edificação, uma vez que este documento serve como base para mensurar o sucesso do empreendimento.

Para esta análise salienta-se que a metodologia abordada foi com base no SINAPI, referente às composições do Rio Grande do Sul – RS sobre o mês de setembro. O custo unitário de material e mão de obra foram realizados apenas dos serviços selecionados, sendo eles: superestrutura, instalações hidrossanitárias e revestimento interno cerâmico

### 3.3 ANÁLISE DE DADOS

Com os custos dos serviços calculados, foi realizada a análise dos dados para avaliar se existem diferenças significativas nos orçamentos de obras realizados a partir de relatórios de quantitativos extraídos de programas BIM, decorrentes de possíveis discrepâncias em relação aos quantitativos reais obtidos de forma manual a partir dos projetos.

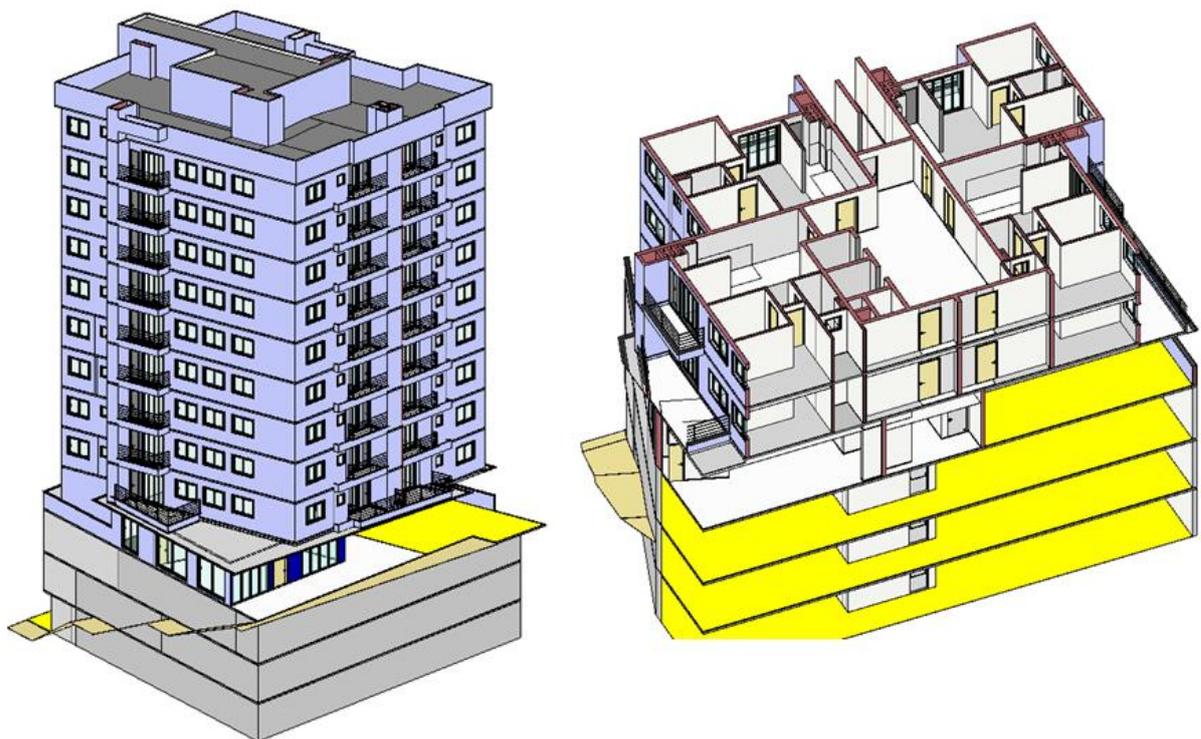
A análise de dados consistiu no cálculo da diferença tanto na unidade de medição do serviço (un, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, Kg) quanto em percentual com a avaliação e observação minuciosa dos valores obtidos. Em relação aos custos dos serviços foram apresentados os resultados retirados da Planilha Orçamentária e então calculada a diferença tanto em Reais quanto em percentual.

Para as instalações hidrossanitárias, os dados foram analisados através de um gráfico de pizza representando o percentual de cada peça perante o total, tanto da forma manual como da extração automática do Revit. Em relação às tubulações, foi apresentado um gráfico linear mostrando os resultados obtidos. O projeto estrutural foi apresentado através de tabelas comparativas e de gráfico de pizza analisando a diferença obtida em relação a quantidade de aço de cada bitola encontrada. Por fim, para a parte de revestimentos foi analisada por gráficos lineares e tabelas comparativas.

## 4 ANÁLISE E RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados obtidos pela aplicação da metodologia descritiva explicativa com enfoque para o estudo de caso retratado. Para isso, apresenta o resultado da modelagem arquitetônica, realizada pela autora, evidenciado na Figura 24, bem como o resultado do levantamento dos quantitativos CAD e BIM para os serviços selecionados, realizando uma comparação entre eles e discutindo as possíveis causas das divergências encontradas. Posteriormente, apresentado o orçamento CAD e BIM destes serviços, analisando a diferença entre eles.

Figura 24 - Modelagem arquitetônica



Fonte: Autor (2022).

### 4.1 MODELAGEM DOS PROJETOS

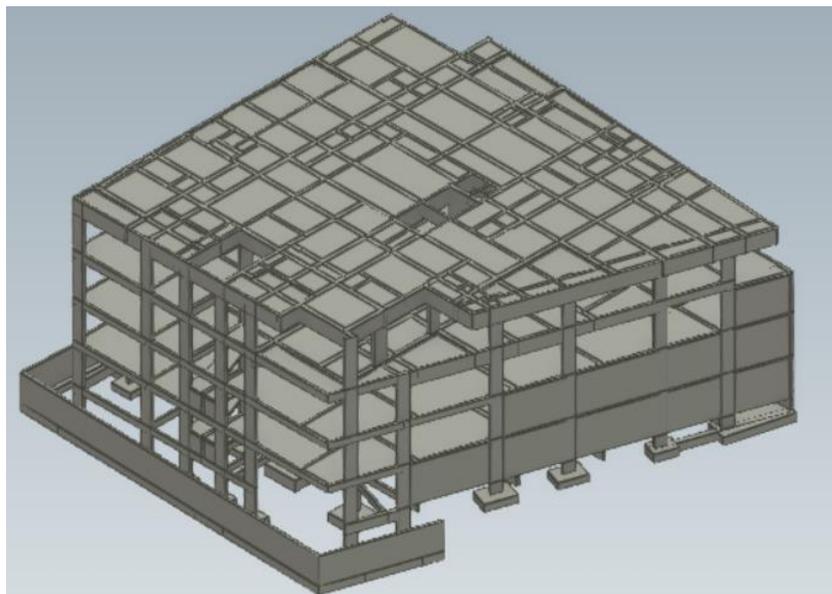
A modelagem arquitetônica foi realizada pela autora, enquanto os demais projetos complementares foram desenvolvidos pelos engenheiros internos da empresa em que a autora trabalhava. As Figuras 25, 26 e 27 apresentam o IFC dos projetos desenvolvidos.

Figura 25 - IFC Arquitetônico



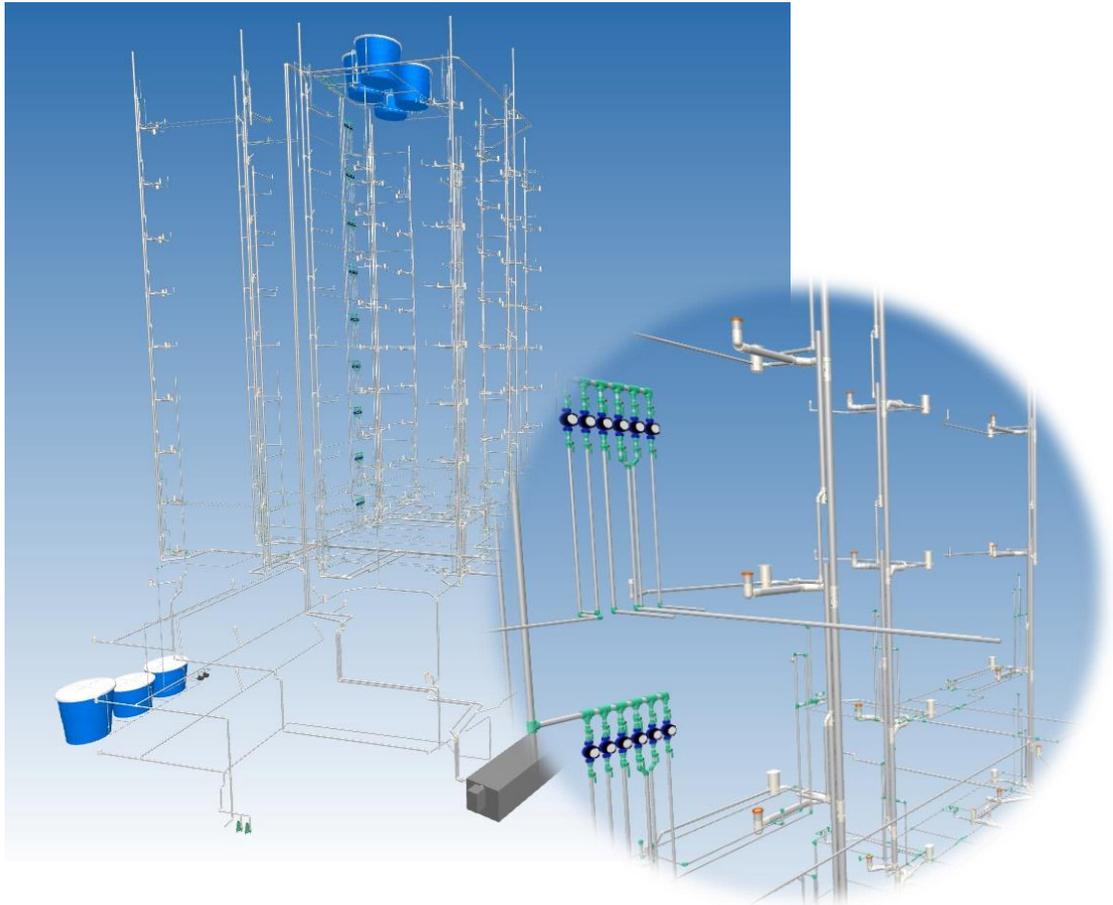
Fonte: Autor (2022).

Figura 26 - IFC Estrutural



Fonte: Engenheiro interno da empresa (2022).

Figura 27 - IFC Hidrossanitário



Fonte: Engenheiro interno da empresa (2022).

## 4.2 LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS

Na modelagem CAD, a representação gráfica se dá através de coordenadas geométricas que constituem os elementos. Deste modo, em um panorama geral, as alterações implicaram em modificações manuais em cada elemento presente no projeto. Em contrapartida, a modelagem BIM é constituída por modelos paramétricos dos elementos construtivos. Este fato possibilita que as alterações sejam dinâmicas e automáticas, refletindo em todos os desenhos e componentes associados da modelagem.

### 4.2.1 Superestrutura

Nesta seção será apresentado os resultados do levantamento dos quantitativos a respeito do projeto estrutura referente às armaduras, fôrmas e volume de concreto dos pavimentos térreo e tipo.

#### 4.2.1.1 Quantitativo de armadura

O processo de obtenção do comprimento total da barra ocorreu através do levantamento da quantidade de barras e o comprimento de cada uma, realizando a multiplicação entre elas. O resultado do comprimento total está dividido por bitola. A título de exemplificação, a Tabela 7 demonstra o cálculo para as escadas do pavimento térreo seguindo o procedimento retratado.

Tabela 7 - Tabela auxiliar escada térreo

<b>Auxiliar escada</b>					
<b>Aço</b>	<b>Bitola (mm)</b>	<b>Quant. barra</b>	<b>Comp. da barra (cm)</b>	<b>Comp. Total (cm)</b>	<b>Comprimento Total (m)</b>
<b>CA-50</b>	8	7	514	3.598	
<b>CA-50</b>	8	7	203	1.421	
<b>CA-50</b>	8	7	410	2.870	
<b>CA-50</b>	8	41	134	5.494	21.795
<b>CA-50</b>	8	1	150	150	
<b>CA-50</b>	8	45	134	6.030	
<b>CA-50</b>	8	8	279	2.232	
<b>CA-50</b>	10	13	412	5.356	
<b>CA-50</b>	10	13	168	2.184	
<b>CA-50</b>	10	15	279	4.185	18.745
<b>CA-50</b>	10	13	540	7.020	187,45

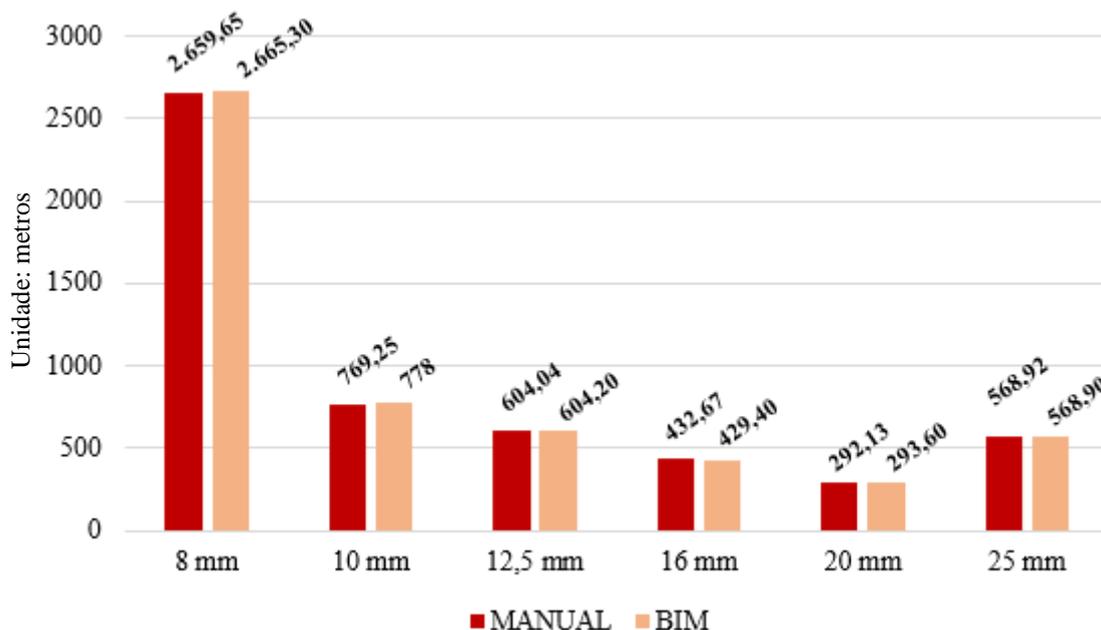
Fonte: Autor (2022).

Deste modo, com o comprimento total definido foi possível organizar as informações referentes ao levantamento das armaduras em uma tabela, identificando o peso de aço em relação ao comprimento obtido, mostrando a diferença em porcentagem em relação aos dois métodos utilizados, facilitando a comparação. O resultado encontra-se no Apêndice A – Tabela de quantitativo de armaduras do térreo.

Diante do Apêndice retratado, nota-se que a maior diferença encontrada foi nas vigas do pórtico de entrada, na bitola de 5 mm. O que representa 6,08% contabilizados a mais pelo método manual do que automático. Apesar da porcentagem ser um pouco significativa, em termos reais a diferença é pouca, apresentando apenas 1,15 Kg de divergência entre os métodos. Essa diferença pode ser explicada por arredondamentos e configurações que o próprio *software* estabelece, conforme aplicações do projetista, o que pode interferir no arredondamento dos valores obtidos contribuindo na diferença encontrada. Além do próprio erro intrínseco humano, com a falta de atenção alguma barra pode ter sido contabilizada duas vezes.

De modo geral, os resultados mostram-se satisfatórios, conforme pode ser evidenciado pelo gráfico demonstrado na Figura 24, onde retrata a soma total do comprimento de barra das armaduras do pavimento. É possível observar que nenhum valor entre os dois métodos obteve uma diferença superior a 1,5%. Entretanto, as bitolas 5 mm e 6,3 mm possuem os valores do comprimento de barra em uma ordem de grandeza maior das demais bitolas, portanto, estes valores estão evidenciados no gráfico da Figura 28.

Figura 28 - Comparativo do comprimento de barras do térreo

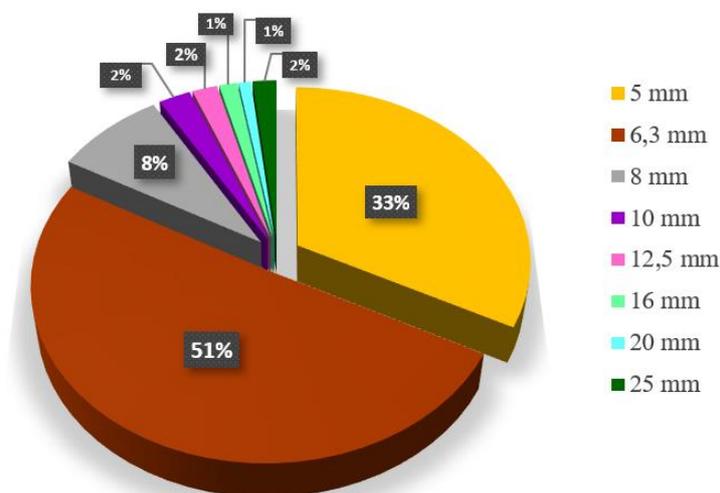


Fonte: Autor (2022).

O gráfico apresentado na Figura 29 demonstra a porcentagem de cada bitola em relação ao quantitativo total do pavimento térreo. É possível analisar que a bitola com maior significância é a 6,3 mm e conforme o Apêndice A, a maior diferença encontrada para ela foi de apenas 2,30%. Portanto, sua diferença ficar abaixo de 2,5% é um resultado satisfatório, visto

que representa mais da metade das armaduras do pavimento e possui um grande impacto no orçamento.

Figura 29 - Porcentagem de armaduras do térreo



Fonte: Autor (2022).

A mesma metodologia aplicada no pavimento térreo foi aplicada para realizar os quantitativos de armaduras do pavimento tipo. O resultado encontra-se no Apêndice B – Tabela de quantitativo de armaduras do pavimento tipo.

A maior diferença encontrada no peso dos quantitativos das armaduras do pavimento tipo, conforme é evidenciado no Apêndice B, foi 9,74%, na bitola de 6,3 mm referente as armaduras inferiores das lajes, contabilizando 59,23 metros a mais no comprimento de barra de aço no *software*. Entretanto, este erro está atrelado a tabela utilizada como base para os pesos das bitolas, pois difere daquela utilizada pela construtora, documento este que não fora disponibilizado. É possível observar que existe divergência nos pesos, conforme é mostrado no item ‘TIPO – Vigas’ na bitola de 12,5 mm, cuja diferença no comprimento de barra foi 0,06 metros e isso impactou em 21,81 Kg a mais contabilizados pelo método manual, sendo bem discrepante em relação à proporcionalidade da diferença de comprimento de barra obtido. As divergências encontradas no pavimento térreo também podem ser explicadas por esta situação em relação ao Peso/Metro obtido para cada bitola.

Portanto, para fins demonstrativo, o Apêndice C – Quantitativo utilizando a mesma relação Peso/Metro, apresenta uma simulação em ambos os métodos, manual e automático, caso fossem utilizados esta mesma relação. Para isto, utilizou-se a tabela de um fornecedor comercial, evidenciada na Tabela 8.

Tabela 8 - Relação Peso/Metro

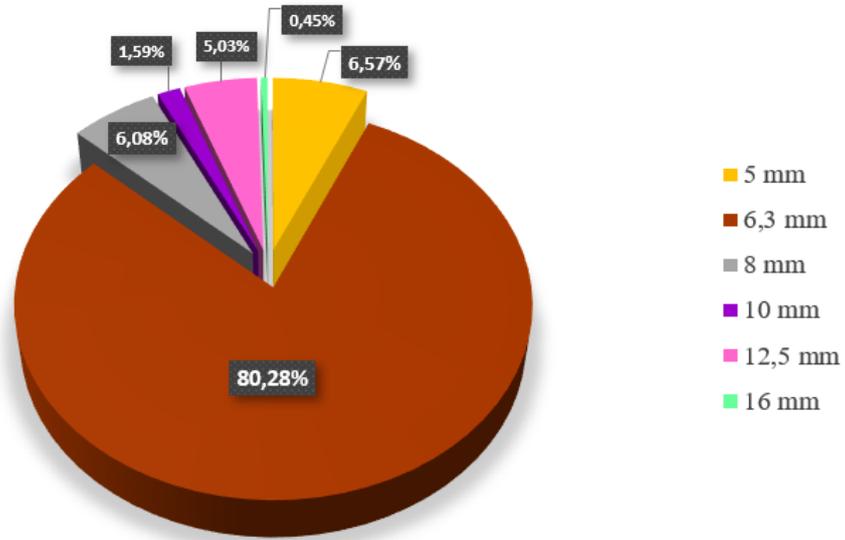
<b>Tipo</b>	<b>φ (mm)</b>	<b>As (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Peso/Metro (kg/m)</b>
CA 60	5	0,2	0,16
CA 50	6,3	0,315	0,25
CA 50	8	0,5	0,4
CA 50	10	0,8	0,63
CA 50	12,5	1,25	1
CA 50	16	2	1,6
CA 50	20	3,15	2,5
CA 50	25	4,9	3,85

Fonte: Adaptado Fornecedor Geração (2022).

Deste modo, conforme a simulação apresentada no Apêndice C, é possível analisar que caso fosse utilizado a mesma relação de peso das bitolas para ambos os métodos, a diferença de 9,74% passaria a ser 1,25%, sendo um valor bem significativo. O maior índice seria da armadura da escada, com 3,49%, ao invés de manter a diferença na armadura inferior das lajes conforme o Apêndice B. Sendo um resultado bem satisfatório, uma vez que a maioria dos itens apresentados na simulação ficaram abaixo de 1% e nenhum acima de 4%.

Referente ao pavimento tipo, a bitola 6,3 mm obteve maior significância, com 80,28% das armaduras do pavimento serem desta dimensão, conforme é demonstrado na Figura 30. De acordo com o Apêndice C, a maior diferença encontrada para ela foi de apenas 2,60%. Portanto, sua diferença ficar abaixo de 3% é um resultado bem satisfatório, contribuindo para a confiabilidade da plataforma, visto que representa mais da metade das armaduras do pavimento e qualquer divergência significativa geraria um grande impacto no orçamento.

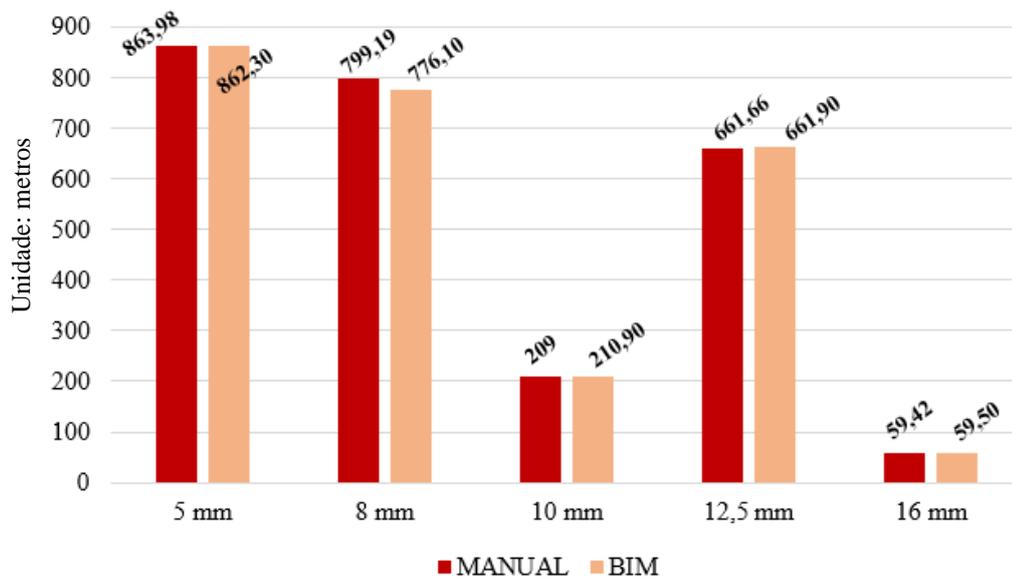
Figura 30 - Porcentagem das armaduras do Tipo



Fonte: Autor (2022).

Analisando o gráfico da Figura 31, é possível verificar que os resultados em ambos os métodos foram bem similares, contribuindo para a tese do trabalho em relação a confiabilidade da plataforma BIM. No gráfico pode-se perceber que a maior diferença encontrada é 23,09 metros, na bitola de 8 mm. Apesar da diferença em metragem ser um pouco significativa, em âmbito geral corresponde a uma porcentagem baixa de 2,89%, sendo assim, um resultado satisfatório.

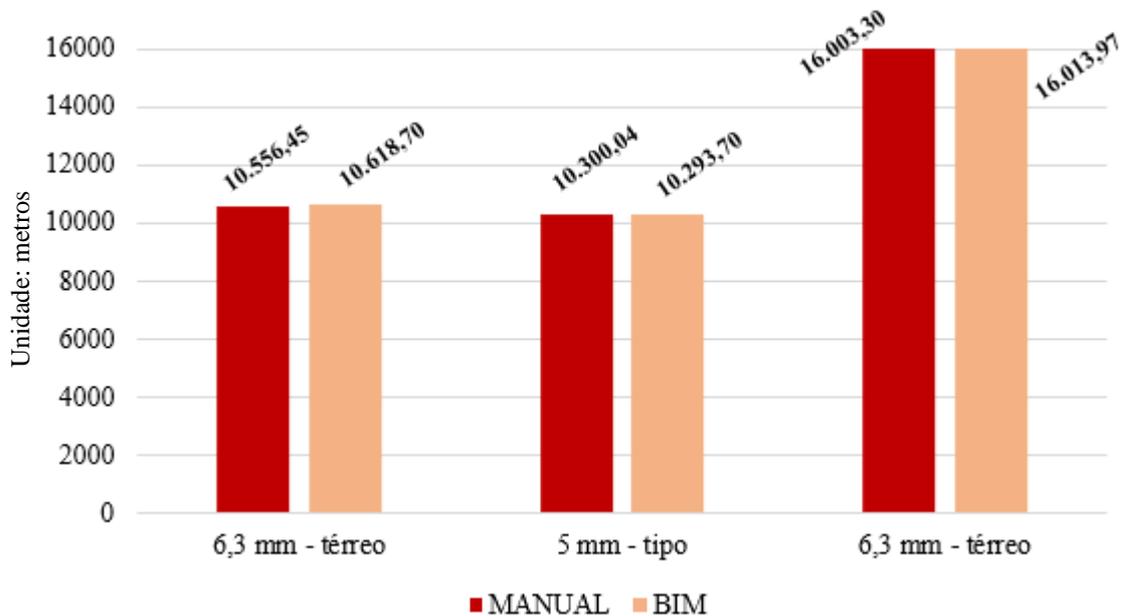
Figura 31 - Comparativo do comprimento de barra das armaduras do pav. tipo



Fonte: Autor (2022).

A bitola de 5 mm do pavimento tipo e 6,3 mm de ambos os pavimentos, possuem uma ordem de grandeza maior das demais bitolas, portanto, os resultados do comprimento de barra das suas armaduras estão apresentados no gráfico da Figura 32 a seguir.

Figura 32 - Comparativo do comprimento de barra das armaduras 5 mm e 6,3 mm



Fonte: Autor (2022).

Através do gráfico acima nota-se que os resultados foram extremamente semelhantes, possuindo diferença menor que 1% em todas as 3 situações. Confirmando que os valores obtidos pelos dois métodos são excelentes, e por possuírem os maiores comprimentos de barras, influenciam diretamente no orçamento da obra, sendo assim, importante que não haja tanta discrepância entre os valores obtidos.

#### 4.2.1.2 Quantitativo de concreto

O volume de concreto está dividido por pavimento, a Tabela 9 apresenta o resultado do pavimento térreo e a Tabela 10 é referente ao quantitativo de concreto para o pavimento tipo.

Tabela 9 - Quantitativo concreto térreo

<b>TÉRREO</b>			
<b>Volume</b>	<b>Manual</b>	<b>CypeCad</b>	<b>Diferença</b>
	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>%</b>
Pórtico	2.583,2	2.580,00	0,124%
Vigas	70,34	72,10	2,44%
Lajes	58,2	60,15	3,24%

Fonte: Autor (2022).

Tabela 10 - Quantitativo de concreto pav. tipo

<b>TIPO</b>			
<b>Volume</b>	<b>Manual</b>	<b>CypeCad</b>	<b>Diferença</b>
	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>%</b>
Vigas	8,47	8,48	0,117%
Lajes	44,18	44,93	1,67%

Fonte: Autor (2022).

Conforme é apresentado nas tabelas acima, a diferença do volume de concreto tanto no pavimento térreo quanto no pavimento tipo são mínimas. A maior diferença em percentual encontrada é de 3,24%, que caracteriza apenas 1,95 m<sup>3</sup> contabilizados a mais pelo CypeCad, entretanto, pode-se observar que o volume de concreto do pórtico é em uma ordem de grandeza maior que os demais itens. Apesar da baixa porcentagem, este valor em metros cúbicos é maior se comparado com o volume das lajes do térreo, obtendo uma divergência de 3,2 m<sup>3</sup> entre os métodos. Isto posto, os resultados foram extremamente satisfatórios conforme apresentados nas tabelas acima, cujo nenhum valor ficou acima de 3,5% ou 3,5 m<sup>3</sup>.

#### 4.2.1.3 Quantitativo de fôrma

A Tabela 11 apresenta o levantamento dos quantitativos de fôrmas separado por pavimento, contemplando o térreo e o tipo, pavimentos abordados neste estudo.

Tabela 11 - Quantitativo de fôrmas

<b>TÉRREO</b>					(continua)
	<b>Manual</b>	<b>CypeCad</b>	<b>Diferença</b>		
<b>Fôrmas</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	
Vigas	550,63	547,53	3,10	0,56%	

(continuação)

Lajes	497,55	501,23	3,68	0,74%
TIPO				
	Manual	CypeCad	Diferença	
Fôrmas	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	%
Lajes	35,00	35,00	0,00	0%
Vigas	122,41	123,32	0,91	0,74%

Fonte: Autor (2022).

Conforme apresentado na tabela acima, é possível analisar que os resultados foram extremamente satisfatórios, uma vez que a maior diferença encontrada foi de 3,68 m<sup>2</sup>, o que representa 0,74%. De modo geral, em termos de porcentagem nenhum passou de 1% em relação a diferença obtida pelos dois métodos. Resultado importante para ajudar na contribuição da confiabilidade da plataforma BIM perante a extração de quantitativos.

#### 4.2.2 Instalações Hidrossanitárias

Após realizar todo o levantamento de peças, conexões e tubulações hidrossanitárias, estas informações foram transcritas para uma tabela no Microsoft Excel. A Tabela 12 apresenta o resultado do comprimento de tubulação levantado do pavimento térreo.

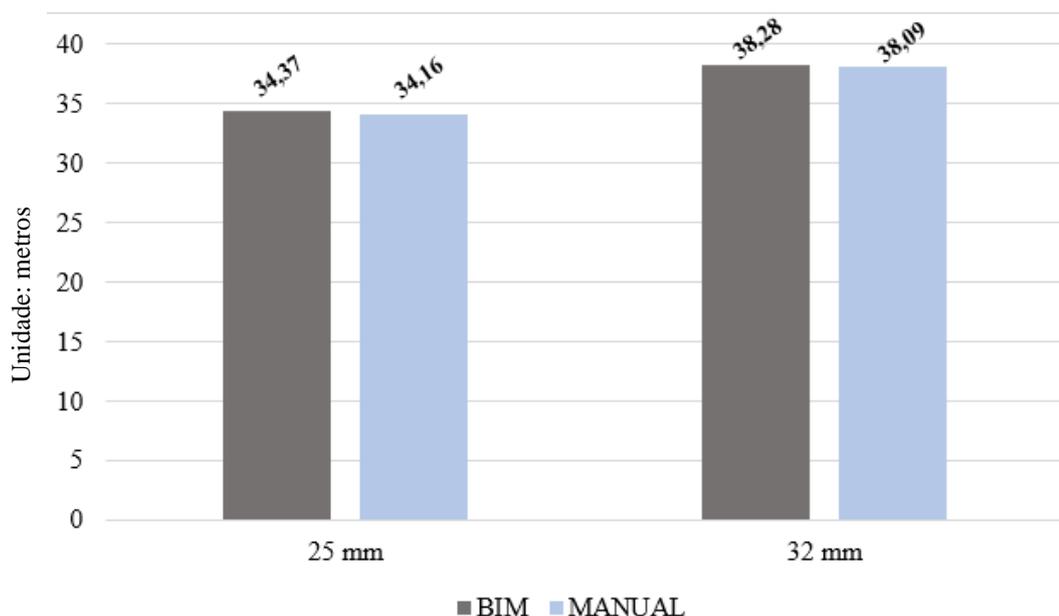
Tabela 12 - Quantitativo Tubulação hidráulica

Tubulação hidráulica - Térreo					
Revit	Manual	Diferença	Tamanho	Descrição	Tipo
Quantidade	Quantidade	%	(mm)		
34,37 m	34,16 m	0,61%	25	PPR	PN 20
38,28 m	38,09 m	0,50%	32	Água fria	Soldável

Fonte: Autor (2022).

Conforme demonstra a tabela acima, a divergência entre os dois métodos referente à tubulação hidráulica foi mínima. A maior diferença foi 21 cm, o que corresponde a uma porcentagem abaixo de 1%, sendo um resultado satisfatório. A Figura 33 apresenta um gráfico linear mostrando esta comparação de quantitativos. Esta diferença pode estar associada ao fato que o Revit contabiliza perfeitamente o comprimento da tubulação conforme modelagem realizada, enquanto pela forma manual utilizando o AutoCad, é necessário atenção e cuidado para localizar corretamente onde começa e termina a tubulação.

Figura 33 - Gráfico do quantitativo da tubulação hidráulica - térreo



Fonte: Autor (2022).

Procedimento similar às tubulações hidráulicas foi realizado para as tubulações sanitárias do pavimento térreo. A Tabela 13 apresenta os resultados das instalações hidráulicas do térreo para as tubulações sanitárias.

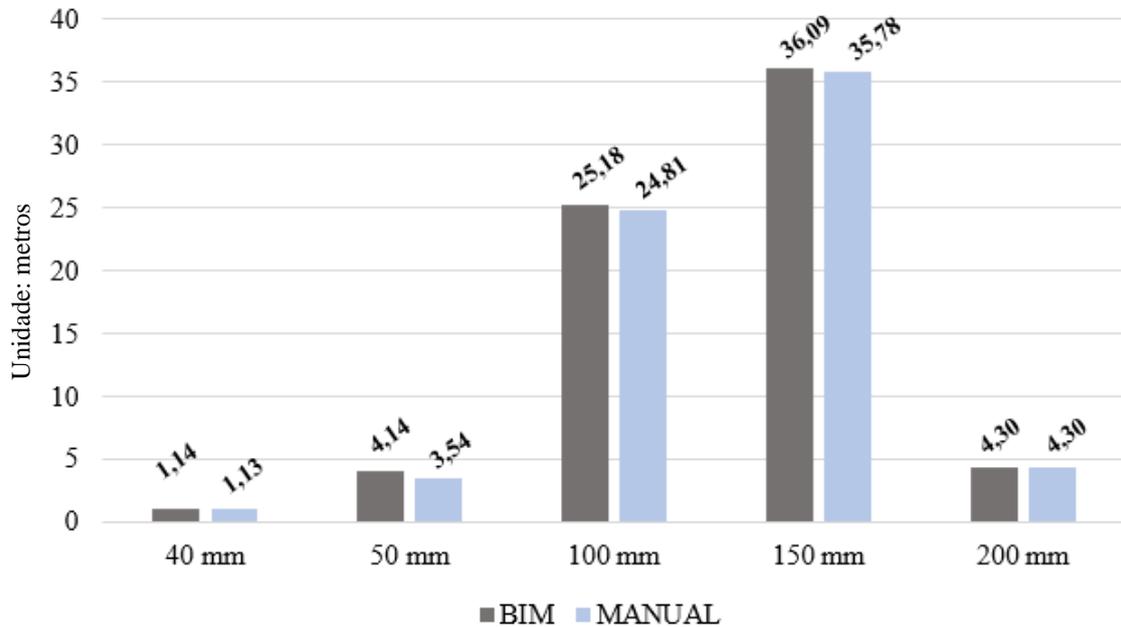
Tabela 13 - Quantitativo de tubulação sanitárias - Térreo

Tubulação sanitárias - Térreo				
Revit	Manual	Diferença	Tamanho	Descrição
Quantidade	Quantidade	%		
1,14 m	1,13 m	1%	40 mm	Esgoto
4,14 m	3,54 m	16,95%	50 mm	Esgoto
25,18 m	24,81 m	1,49%	100 mm	Esgoto
36,09 m	35,78 m	1%	150 mm	Esgoto
4,3 m	4,30 m	0%	200 mm	Esgoto

Fonte: Autor (2022).

Em relação ao quantitativo da tubulação sanitária, o mesmo pode ser analisado no gráfico da Figura 34, onde a diferença mais significativa apresentou 17% entre os dois métodos, o que neste caso corresponde a 60 cm. Apesar da porcentagem alta é um valor satisfatório, pois em um todo esta porcentagem é significativamente baixa e não afeta tanto o orçamento.

Figura 34 - Gráfico quantitativo tubulação sanitária



Fonte: Autor (2022).

Nas peças o quantitativo ocorreu de forma manual, identificando e contabilizando cada peça de forma unitária conforme a modelagem do traçado e transcrevendo esta informação para uma tabela no Microsoft Excel. Com o intuito de facilitar a comparação quantitativa obtida, os itens das tabelas manuais foram os mesmos daqueles gerados no Revit. A Tabela 14 apresenta os resultados do térreo para peças e conexões hidráulicas, pelos dois métodos de extração.

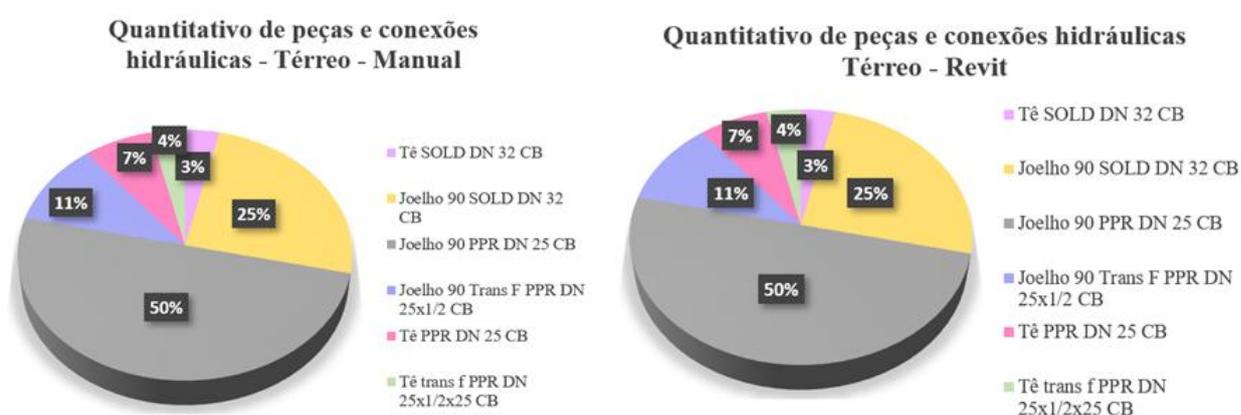
Tabela 14 - Quantitativo de peças e conexões hidráulicas

Quantitativo de peças e conexões hidráulicas - Térreo				
Revit	Manual	Diferença	Descrição	Tipo
Quantidade	Quantidade	%		
1	1	0%	Tê SOLD DN 32 CB	Água fria soldável
7	7	0%	Joelho 90 SOLD DN 32 CB	Água fria soldável
14	14	0%	Joelho 90 PPR DN 25 CB	PPR
3	3	0%	Joelho 90 Trans F PPR DN 25x1/2 CB	PPR
2	2	0%	Tê PPR DN 25 CB	PPR
1	1	0%	Tê trans f PPR DN 25x1/2x25 CB	PPR

Fonte: Autor (2022).

Conforme apresentado na tabela acima, é possível analisar que a obtenção dos quantitativos pelo método manual é mais trabalhosa e demorada, entretanto obteve o mesmo resultado daquele extraído pelo *software* Revit, obtendo uma diferença nula, ou seja, de 0% em todas as peças e conexões. Portanto, a fim de otimizar e agilizar o processo de desenvolvimento dos projetos, a plataforma BIM se mostrou eficiente neste caso, fato este que contribui para a problemática do trabalho, reforçando a confiabilidade da plataforma BIM. Os gráficos apresentados na Figura 35 reforçam este resultado, mostrando que cada peça possui a mesma porcentagem em relação ao quantitativo geral pelos dois métodos.

Figura 35 - Gráfico do quantitativo de peças e conexões hidráulicas



Fonte: Autor (2022).

A mesma metodologia das peças e conexões hidráulicas foi aplicada para realizar o levantamento dos quantitativos dos mesmos itens, porém referentes à instalação sanitária do pavimento térreo. A Tabela 15 apresenta o resultado obtido.

Tabela 15 – Quantitativo de peças e conexões sanitárias

<b>Térreo</b>						(continua)
Quantitativo de peças e conexões sanitárias						
<b>Item</b>	<b>Revit</b>	<b>Manual</b>	<b>Diferença</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo</b>	
	Quantidade	Quantidade	%			
1	15	12	25,00%	Anel oring esg sbr DN 50 DUR40	Esgoto	
2	28	27	3,70%	Anel oring esg sbr DN 100 DUR40	Esgoto	
3	36	36	0%	Anel oring esg sbr DN 150 DUR40	Esgoto	
4	1	1	0%	Anel ved vaso sanitário	Esgoto	

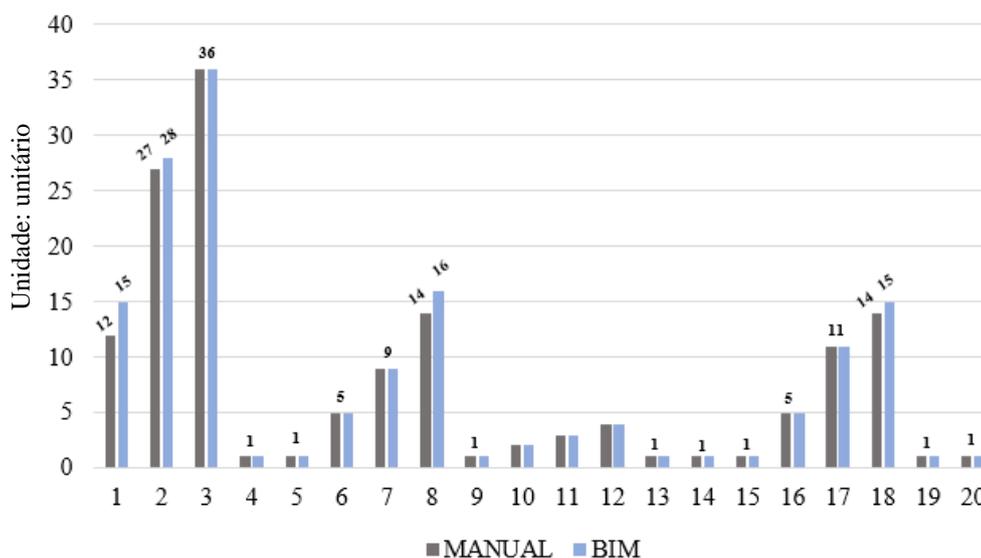
(continuação)

5	1	1	0%	Caixa sif N25 BR P GR QD 150x150x150	Esgoto
6	5	5	0%	Joelho 45 esg sn DN 50 CB	Esgoto
7	9	9	0%	Joelho 45 esg sn DN 100 CB	Esgoto
8	16	14	14,29%	Joelho 45 esg sn DN 150	Esgoto
9	1	1	0%	Joelho 90 bolsa lga esg sn DN 40 CB	Esgoto
10	2	2	0%	Joelho 90 esg sn DN 50 CB	Esgoto
11	3	3	0%	Joelho 90 esg sn DN 100 CB	Esgoto
12	4	4	0%	Joelho 90 esg sn DN 150	Esgoto
13	1	1	0%	Junção simp esg sn DN 100 CB	Esgoto
14	1	1	0%	Junção simp esg sn DN 150x100	Esgoto
15	1	1	0%	Junção simp red esg sn DN 100x50 CB	Esgoto
16	5	5	0%	Luva simp esg sn DN 50 CB	Esgoto
17	11	11	0%	Luva simp esg sn DN 100 CB	Esgoto
18	15	14	7,14%	Luva simp esg sn DN 150	Esgoto
19	1	1	0%	Tê red esg sn DN 100x50 CB	Esgoto
20	1	1	0%	Tube esg sn DN 150x3M	Esgoto

Fonte: Autor (2022).

A Tabela acima mostra o quantitativo das peças e conexões das instalações sanitárias no térreo. Apesar de haver uma diferença de até 25% entre elas, esta porcentagem corresponde a um quantitativo de 3 peças contabilizadas a menos pelo método manual. Esta diferença pode estar atrelada ao fato da incerteza ao contabilizar as peças de forma manual, ou seja, pelo próprio erro intrínseco do ser humano, pois ao realizar o levantamento em planta baixa corre o risco de não ter sido contabilizada alguma peça, ou porque houve a contagem errada ou por não ter visualizado determinada peça, enquanto pela forma automática, mesmo não visualizando todas as peças, o *software* irá contabilizá-las, garantindo uma precisão maior no levantamento de quantitativos. A Figura 36 apresenta um gráfico linear comparando o quantitativo das peças pelos dois métodos, facilitando esta análise.

Figura 36 - Gráfico do quantitativo de peças e conexões sanitárias



Fonte: Autor (2022).

O mesmo procedimento adotado na extração de quantitativos das instalações hidrossanitárias do pavimento térreo, fora realizado no pavimento tipo também. A Tabela 16 a seguir mostra os resultados referentes ao quantitativo da tubulação hidráulica.

Tabela 16 - Quantitativo de tubulação hidráulica - Tipo

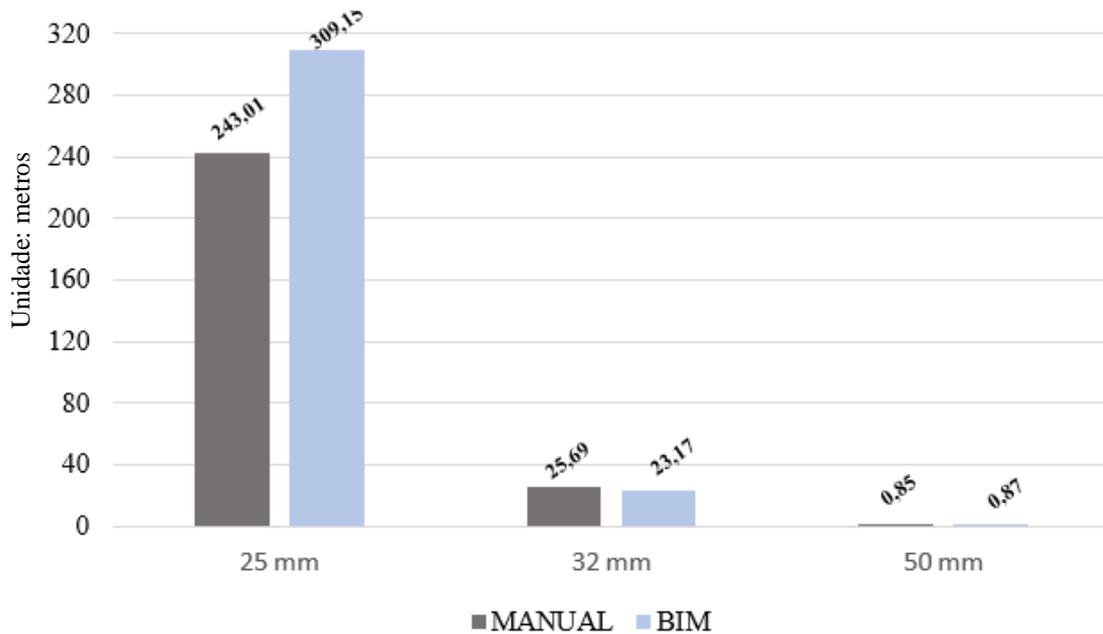
Tubulação hidráulica					
Revit	Manual	Diferença	Tamanho	Descrição	Tipo
Quantidade	Quantidade	%			
309,15	243,012	27,22%	25 mm	PPR	PN 20
23,17	25,692	9,82%	32 mm	PPR	PN 20
0,87	0,857	1,52%	50 mm	PPR	PN 20

Fonte: Autor (2022).

Perante os resultados acima, é possível analisar uma diferença um tanto quanto significativa na tubulação de 25 mm, apresentando um percentual de 27,22% entre os dois métodos, correspondendo a 66 metros de tubulação contabilizados a menos pelo método manual. O gráfico apresentado na Figura 37 evidencia este resultado. Esta diferença pode ser explicada pelo fato de que a visualização em 2D do AutoCad dificulta o levantamento de algumas tubulações, por exemplo, um registro a 1,80 m possui uma tubulação chegando até ele que em planta baixa não é mostrado, enquanto o Revit possibilita esta visualização em 3D. Deste modo, é possível que esta diferença tenha dado por essa questão de não conseguir visualizar a altura

de algumas peças e a tubulação chegando até elas, erros de cotas pelo AutoCad através da identificação incerta de início e fim da tubulação ou até mesmo erros de falta de atenção na hora de transcrever as informações obtidas.

Figura 37 - Gráfico do quantitativo de tubulação hidráulica – pav. tipo



Fonte: Autor (2022).

Procedimento similar às tubulações hidráulicas foi realizado para as tubulações sanitárias do pavimento tipo, cuja Tabela 17 demonstra os resultados obtidos.

Tabela 17 - Quantitativo de tubulação sanitária - Tipo

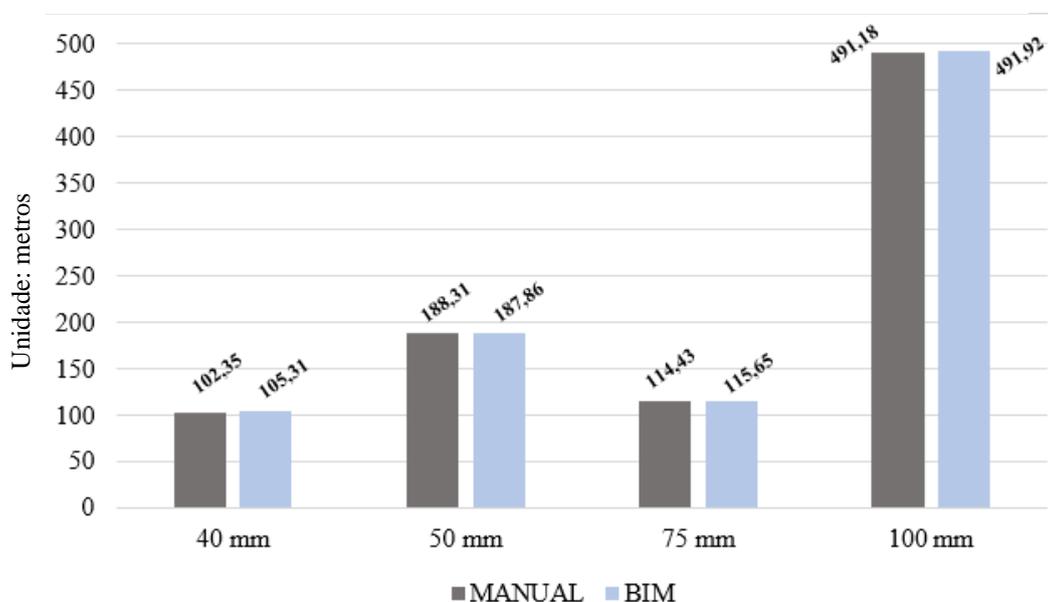
<b>Tubulação sanitária</b>				
<b>Revit</b>	<b>Manual</b>	<b>Diferença %</b>	<b>Tamanho</b>	<b>Descrição</b>
Quantidade	Quantidade			
105,31 m	102,35	2,89%	40 mm	Esgoto
187,86 m	188,31	0,24%	50 mm	Esgoto
115,65 m	114,43	1,07%	75 mm	Esgoto
491,92 m	491,18	0,15%	100 mm	Esgoto

Fonte: Autor (2022).

Em relação ao quantitativo de tubulação sanitária apresentado na tabela acima, nota-se que o resultado foi bastante satisfatório, pois a maior diferença apresentada foi 2,89%, correspondendo a 3 metros de tubulação contabilizados a menos de forma manual, conforme é

evidenciado pelo gráfico na Figura 38. Esta diferença pode ser explicada pelos erros de cotas pelo AutoCad através da identificação incerta de início e fim da tubulação ou pela falta de atenção ao transcrever as informações.

Figura 38 - Gráfico do quantitativo de tubulação sanitária



Fonte: Autor (2022).

Nas peças o quantitativo de forma manual ocorreu identificando e contabilizando cada peça de forma unitária conforme a modelagem do traçado e transcrevendo esta informação para uma tabela no Microsoft Excel. Com o intuito de facilitar a comparação quantitativa obtida, os itens das tabelas manuais foram os mesmos daqueles gerados no Revit. A Tabela 18 apresenta os resultados do pavimento tipo para peças e conexões hidráulicas.

Tabela 18 - Quantitativo de peças e conexões hidráulicas - Tipo

Quantitativo de peças e conexões hidráulicas				(continua)	
Revit	Manual	Diferença	Descrição	Tipo	
Quantidade	Quantidade	%			
36	36	0%	Adapt trans F PPR DN 25x1/2 CB	PPR	
24	24	0%	Adapt trans M PPR DN 25x3/4 CB	PPR	
4	4	0%	Adapt trans M PPR DN 32x1 CB	PPR	
6	6	0%	Bucha red M/F PPR DN32x25 CB	PPR	
6	6	0%	Bucha red M/F PPR DN50x32 CB	PPR	
24	12	50%	Curva transp PPR 25mm	PPR	
1	1	0%	Curva transp PPR 32mm	PPR	
2	2	0%	Joelho 45 PPR DN 25 CB	PPR	
2	2	0%	Joelho 45 PPR DN 32 CB	PPR	

(continuação)

263	260	1%	Joelho 90 PPR DN 25 CB	PPR
4	4	0%	Joelho 90 PPR DN 32 CB	PPR
1	1	0%	Joelho 90 PPR DN 50 CB	PPR
26	26	0%	Joelho 90 trans F PPR DN 25x1/2 CB	PPR
23	23	0%	Luva simp PPR DN 25 CB	PPR
1	1	0%	Luva simp PPR DN 32 CB	PPR
8	8	0%	Misturador PPR 25x3/4 CB	PPR
8	8	0%	Registro esfera PPR DN 25	PPR
4	4	0%	Registro esfera PPR DN 32	PPR
49	42	17%	Tê PPR DN 25 CB	PPR
1	1	0%	Tê PPR DN 32 CB	PPR
5	5	0%	Tê PPR DN 50 CB	PPR
1	1	0%	Tê red PPR DN 32x25x25 CB	PPR
1	1	0%	Tê red PPR DN 32x32x25 CB	PPR
6	6	0%	Tê trans F PPR DN 25x1/2x25 CB	PPR

Fonte: Autor (2022).

Na Tabela acima é possível analisar as divergências entre as peças hidráulicas do pavimento tipo pelos dois métodos, manual e BIM, cuja maior diferença apresentada foi de 50%. Neste caso é um resultado impactante no quantitativo das peças, uma vez que pela forma manual foi contabilizado a metade do valor das peças realizadas pelo levantamento do *software* Revit. Esta diferença pode ser explicada pela modelagem, visto que o resultado encontrado é exatamente o dobro da forma manual. Analisando o projeto foi encontrado que neste caso a modelagem desta peça foi duplicada, ocasionado esta diferença no levantamento dos quantitativos. Este é um erro bem comum que pode ocorrer e o projetista deve ficar sempre atento e verificar se nada foi apagado ou duplicado por engano. O Apêndice D – Comparativo percentual das peças hidráulicas, apresenta o resultado de uma análise comparativa do percentual de cada peça em relação ao total pelo levantamento dos dois métodos, tanto manual quanto pelo *software*.

Conforme os resultados apresentados no Apêndice D é possível verificar que mesmo algumas peças possuindo diferença no quantitativo, de forma geral houve apenas uma diferença total de 2 peças entre os dois métodos, resultado satisfatório e positivo para indicar a confiabilidade na plataforma BIM. Com relação aos acessórios de tubulação hidráulica, a Tabela 19 evidencia o levantamento obtido.

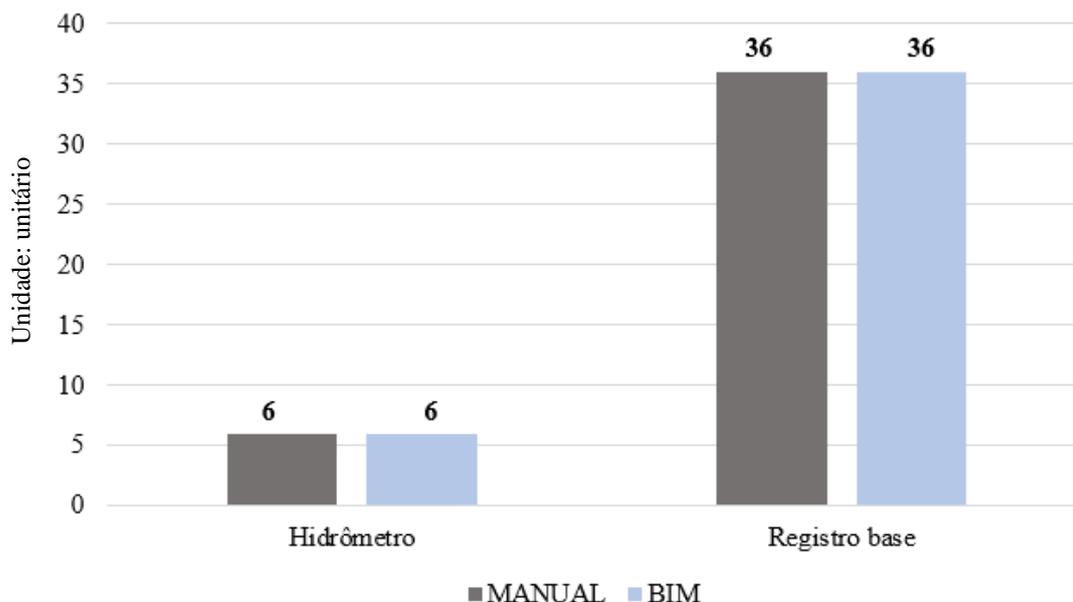
Tabela 19 - Quantitativo de acessórios de tubulação hidráulica - tipo

<b>Acessórios de tubulação hidráulica</b>			
<b>Revit</b>	<b>Manual</b>	<b>Diferença</b>	<b>Descrição</b>
<b>Quantidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>	
6	6	0%	Hidrômetro para cavalete
36	36	0%	Registro base PPR Cerâmico 1/2 volta 25 mm

Fonte: Autor (2022).

O quantitativo de acessórios hidráulicos obteve o mesmo resultado pelos dois métodos, conforme é evidenciado no gráfico apresentado na Figura 39. Resultado excelente perante a otimização e utilização da plataforma BIM para a obtenção de quantitativos.

Figura 39 - Quantitativo de acessórios hidráulicos – pav. tipo



Fonte: Autor (2022).

O mesmo procedimento para a obtenção dos quantitativos das peças e conexões hidráulicas foi realizado para as peças e conexões sanitárias do pavimento tipo. O Apêndice E – Quantitativo de peças e conexões sanitárias pav. tipo, apresenta os resultados referente às instalações sanitárias.

O Apêndice E apresenta o quantitativo de peças e conexões sanitárias do pavimento tipo, onde é possível analisar que a maioria das peças possuem o mesmo resultado pelo levantamento de quantitativo dos dois métodos. Entretanto, duas peças em específico, joelho 45 DN 75 e a junção simples DN 100 possuem divergências impactantes entre os dois métodos. Esta diferença pode ser explicada pela modelagem, uma vez que ao realizar o desenvolvimento

do projeto existe a chance de o projetista ter duplicado alguns itens sem perceber, ocasionado esta diferença no levantamento. Infelizmente este é um erro bem comum que pode acontecer, portanto, é necessário prestar atenção na hora de realizar a extração de quantitativos e se questionar referente aos resultados apresentados. O Apêndice F – Comparativo do percentual das peças sanitárias evidencia a porcentagem de cada peça em relação ao total. Analisando sob a perspectiva geral dos quantitativos das peças sanitárias houve uma diferença de 100 peças entre os dois métodos, correspondendo a uma porcentagem de 2,53%. Em uma ótica geral é um resultado satisfatório, embora haja divergência, as mesmas não são tão impactantes, uma vez que as maiores diferenças ocorreram por conta da duplicação das peças no *software*, erro que pode ser identificado ao revisar o projeto e corrigi-lo a tempo.

### 4.2.3 Revestimentos Internos

Nesta seção será apresentado os resultados do levantamento do quantitativo do revestimento interno cerâmico do pavimento térreo e tipo extraídos pelos dois métodos, manual e automático. A seguir são apresentados os valores encontrados através do quantitativo dado pelo *software*. A Tabela 20 demonstra o resultado do pavimento térreo, enquanto a Tabela 21 é referente ao pavimento tipo.

Tabela 20 - Revestimento interno térreo - BIM

<b>RESVESTIMENTO INTERNO - TÉRREO</b>	
<b>Descrição</b>	<b>Quantidade (m<sup>2</sup>)</b>
Revestimento cerâmico - paredes	24,10

Fonte: Autor (2022).

Tabela 21 - Revestimento interno tipo - BIM

<b>RESVESTIMENTO INTERNO - TIPO</b>	
<b>Descrição</b>	<b>Quantidade (m<sup>2</sup>)</b>
Revestimento cerâmico - paredes	298,81

Fonte: Autor (2022).

Em relação ao método de obtenção de quantitativos de forma manual, o mesmo ocorreu com o auxílio dos *softwares* AutoCad e Microsoft Excel. Primeiramente foi aberto as plantas baixas dos pavimentos térreo e tipo no AutoCad, as quais foram disponibilizadas pela construtora. Foi lido também o documento do Memorial Descritivo do empreendimento a fim

de certificar-se quais ambientes possuíam o revestimento interno e se existia alguma restrição de altura do mesmo. Após esta verificação, com as plantas baixas abertas no AutoCad, foi utilizado a ferramenta cota, a qual possibilita obtermos as dimensões de cada parede revestida. Em alguns casos foi preciso descontar vãos de janelas e portas. Após todas as paredes necessárias estarem cotadas, as informações obtidas foram transcritas para uma tabela no Microsoft Excel. A Tabela 22 apresenta o resultado obtido do revestimento interno cerâmico do pavimento térreo, onde apenas um ambiente possuía revestimento.

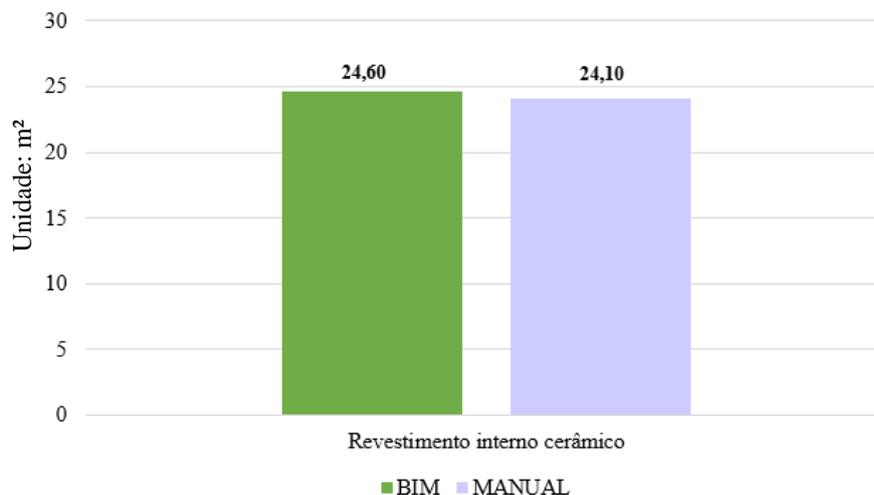
Tabela 22 - Revestimento interno térreo - manual

<b>REVESTIMENTO INTERNO - TÉRREO</b>			
<b>Comprimento da parede (m)</b>	<b>Descontos de vão</b>	<b>Pé direito (m)</b>	<b>Total (m<sup>2</sup>)</b>
1,508	-	3,3	4,98
2,703	1,65	3,3	7,27
2,699	-	3,3	8,91
1,500	1,500	3,3	3,45
<b>TOTAL</b>			<b>24,60</b>

Fonte: Autor (2022).

Conforme apresentado nas Tabelas 20 e 22, a diferença entre o levantamento do revestimento cerâmico do térreo de forma manual e automática foi extremamente baixa, implicando em uma diferença de apenas 0,5 m<sup>2</sup> ou 2,03%. O gráfico apresentado na Figura 40 evidencia esta análise. Este resultado é ótimo para contribuir na confiabilidade da plataforma BIM, uma vez que os resultados foram próximo.

Figura 40 - Gráfico do quantitativo de revestimento interno térreo

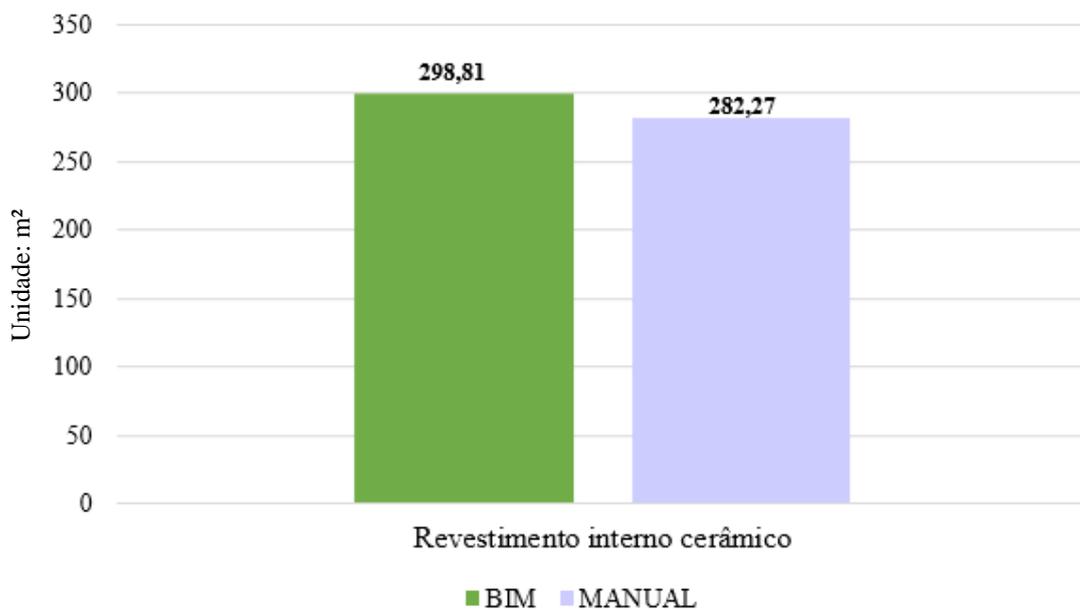


Fonte: Autor (2022).

No pavimento tipo, por sua vez, a maioria dos apartamentos possuíam revestimento cerâmico no banheiro social e na cozinha, exceto pelos apartamentos de final 03 e 04 que por apresentarem um quarto com suíte, foi contabilizado um banheiro com revestimento cerâmico a mais que nos demais. O resultado do quantitativo da cerâmica na cozinha está evidenciado no Apêndice G – Quantitativo cerâmica cozinha – pav.tipo, e o levantamento da cerâmica nos banheiros dos apartamentos tipo está evidenciado no Apêndice H.

Em relação aos quantitativos do pavimento tipo apresentados nos Apêndices G e H e na Tabela 21, é possível analisar que os resultados foram próximos, apresentando uma diferença de 5,53% o que corresponde a 16,54 m<sup>2</sup>, o gráfico na Figura 41 reforça este resultado.

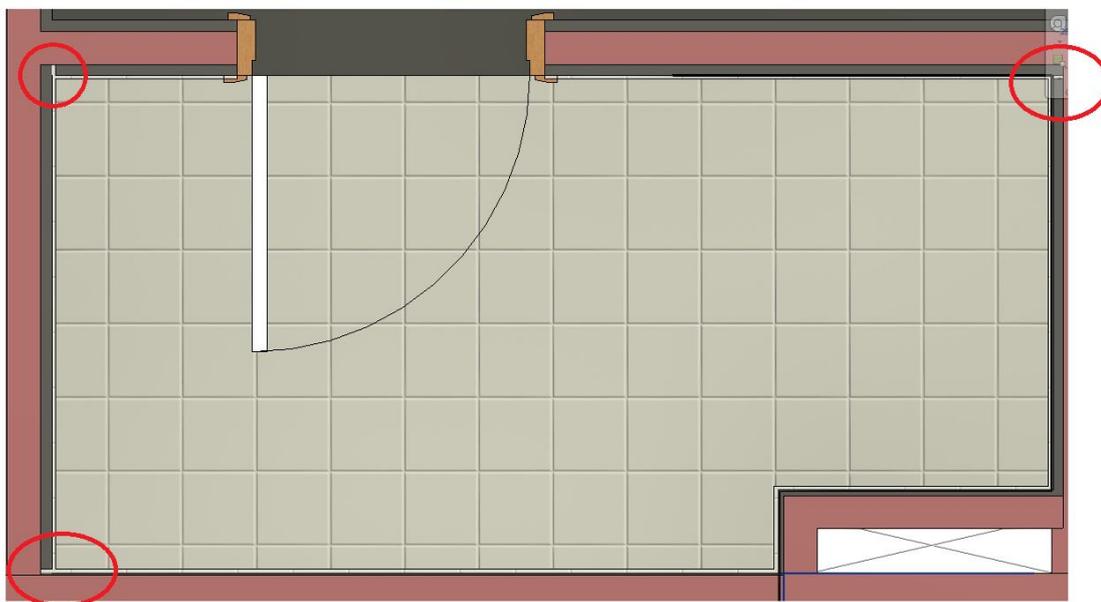
Figura 41 - Gráfico do quantitativo do revestimento cerâmico – pav tipo



Fonte: Autor (2022).

Esta diferença pode ser justificada através de erros na modelagem, ou por não colocar a altura correta ou por não revisar e ajustar em planta baixa o revestimento, como é evidenciado na Figura 42 a seguir. O que conseqüentemente faz com que a modelagem possua uma área um pouco maior daquela vista em planta baixa no AutoCad, porém apesar da diferença entre os dois métodos, é um resultado satisfatório. Este erro pode diminuir caso a modelagem seja revisada, corrigindo estes pequenos erros ou caso o projetista opte por trocar a família de revestimento cerâmico que ao ser modelada não ocasione este erro.

Figura 42 - Erro na modelagem do revestimento interno



Fonte: Autor (2022).

### 4.3 ANÁLISE ORÇAMENTÁRIA

É válido salientar que para esta análise orçamentária, em alguns itens da instalação hidrossanitária, houve simplificação por especificidades do projeto. Neste caso foi considerado a mesma mão de obra de serviços similares aos faltantes e cotando apenas o valor dos materiais a serem utilizados, com base em pesquisa de fornecedores. Um exemplo desta situação é o item 3.65 – Luva simples, esgoto, DN 150 mm, que para sua composição unitária foi utilizado as mesmas descrições e índices de mão de obra da Luva simples, esgoto, DN 100 mm, correspondente ao código do SINAPI n° 89821. Deste modo, foi alterado apenas o valor do material.

A planilha orçamentária contemplando a composição unitária dos serviços abordados utilizada para este método encontra-se no Apêndice I – Orçamento Quantitativo BIM e Apêndice J – Orçamento Quantitativo Manual, onde estes itens simplificados estão identificados com o número do item que foi baseado a composição unitária, junto com um asterisco.

Com a finalidade de cumprir o proposto neste estudo, se fez necessária uma análise comparativa entre os custos do orçamento com os quantitativos extraídos pelo *software* da plataforma BIM e aqueles obtidos de forma manual, e então calculada a diferença tanto em

Reais quanto em percentual. A Tabela 26 e o gráfico apresentado na Figura 43 abaixo evidenciam esta comparação.

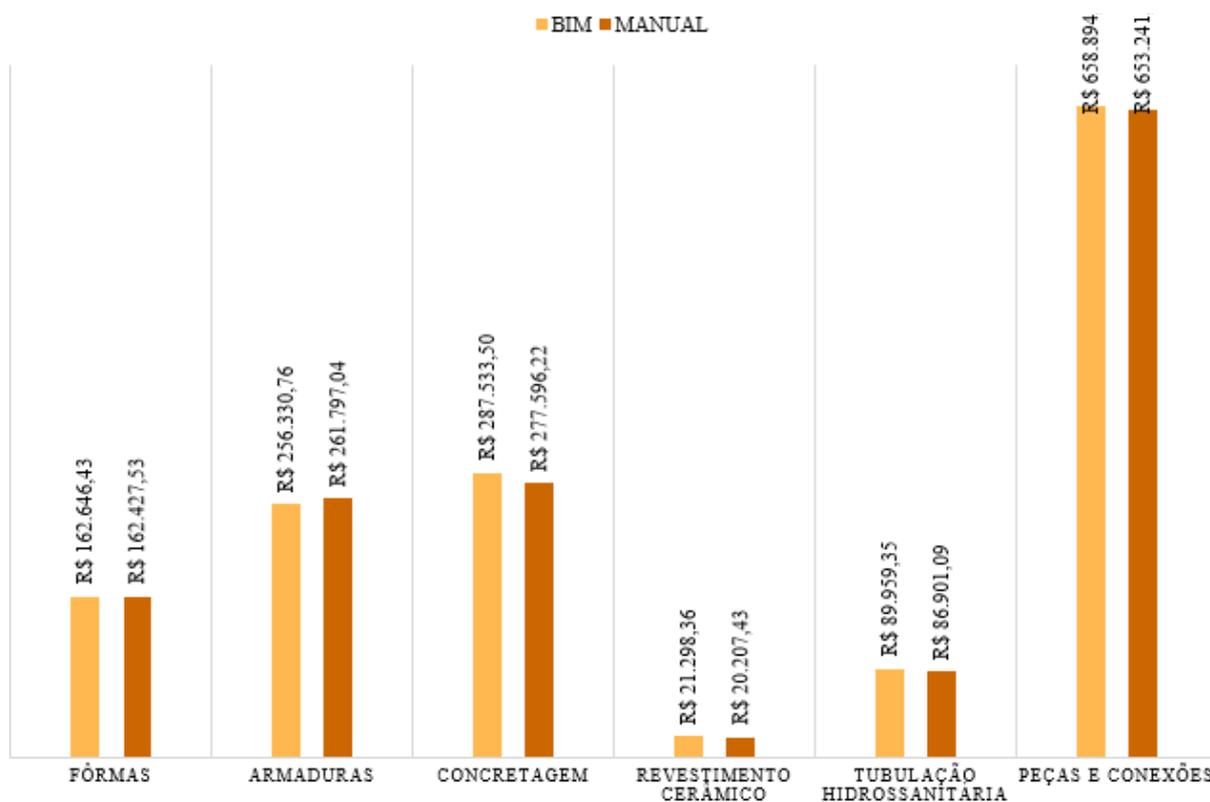
Tabela 23 - Análise orçamentária

<b>SERVIÇO</b>	<b>CUSTO BIM</b>	<b>CUSTO MANUAL</b>	<b>DIFERENÇA (R\$)</b>	<b>DIFERENÇA (%)</b>
Fôrmas	R\$ 162.646,43	R\$ 162.427,53	R\$ 218,90	0,135%
Armaduras	R\$ 256.330,76	R\$ 261.797,04	R\$ 5.466,28	2,133%
Concretagem	R\$ 287.533,50	R\$ 277.596,22	R\$ 9.937,28	3,456%
Revestimento cerâmico	R\$ 21.298,36	R\$ 20.207,43	R\$ 1.090,93	5,122%
Tubulação hidrossanitária	R\$ 89.959,35	R\$ 86.901,09	R\$ 3.058,26	3,400%
Peças e conexões	R\$ 658.894,06	R\$ 653.241,28	R\$ 5.652,78	0,858%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.476.662,46</b>	<b>R\$ 1.462.170,59</b>	<b>R\$ 14.491,87</b>	<b>0,981%</b>

Fonte: Autor (2022).

Perante o levantamento executado na plataforma BIM, pode-se observar de acordo com a Tabela 27 acima, que o custo foi de R\$ 1.476.662,46, enquanto o custo total manual foi R\$ 1.462.170,59. Mesmo que analisado individualmente a divergência encontrada seja um valor significativo de R\$ 14.491,87, representando uma diferença inferior a 1% entre os dois métodos abordados. Em termos gerais não impacta de modo negativo no orçamento, uma vez que este valor representa apenas 0,35% do orçamento global, sendo uma porcentagem extremamente baixa, conforme é evidenciado na Tabela 27.

Figura 43 -Gráfico comparativo do custo BIM x CAD



Fonte: Autor (2022).

Como pode ser visto na Tabela 26, a maior diferença da análise orçamentária em percentual foi no revestimento cerâmico, com 5,12%. Embora possua o maior percentual, em termos de custo o valor não é significativo, principalmente se relacionado na ótica geral do custo do empreendimento, pois obteve apenas R\$ 1.090,93 de diferença. Enquanto na supraestrutura, contabilizando apenas a concretagem das lajes, vigas e escada dos pavimentos térreo e tipo, a diferença dos quantitativos, ou seja, do volume de concreto levantado é menor ainda se comparado com a diferença em reais do serviço, resultando em 2,91%. Apesar da baixa diferença em percentual, a representatividade em reais é mais significativa, sendo praticamente 9x maior se comparada com o revestimento cerâmico. Isto está relacionado com o preço unitário e a quantidade de cada produto. Segundo Paulo Camillo Penna (2022), a forte pressão sobre os preços das commodities está afetando o mundo. Isso é exacerbado pela guerra da Rússia contra Ucrânia, que inevitavelmente afetará ainda mais o valor do petróleo, gás, carvão e coque nos mercados globais. Com isso, a indústria nacional, em especial a cimenteira, enfrente um aumento mais expressivo dos custos. Este fato contribui para explicar a diferença em percentual ser baixa, porém possuir alta representatividade no custo.

Com o intuito de obter o orçamento global da edificação, a construtora disponibilizou um documento com o custo dos demais serviços que contemplam a obra. Deste modo, foi possível analisar quanto cada serviço representa no orçamento total, bem como as divergências encontradas nos diferentes métodos de levantamento de quantitativos. A Tabela 27 apresenta o valor orçado dos demais serviços presentes no empreendimento, junto com aqueles abordados neste trabalho, separado pela metodologia abordada para realizar o levantamento de quantitativos.

Tabela 24 - Análise do custo global do empreendimento

<b>SERVIÇO</b>	<b>CUSTO TOTAL</b>
Serviços Iniciais	R\$ 263.469,16
Movimento de terra	R\$ 71.820,00
Fundações e Contenções	R\$ 196.898,53
Paredes e Painéis	R\$ 357.113,68
Impermeabilização	R\$ 609.112,03
Cobertura	R\$ 15.559,95
Portas, Esquadrias e Ferragens	R\$ 220.450,00
Pisos internos	R\$ 72.685,00
Revestimento interno	R\$ 184.799,97
Revestimento externo	R\$ 46.273,41
Instalações Elétricas	R\$ 244.212,00
Pintura Interna	R\$ 169.713,00
Pintura Externa	R\$ 72.358,60
Máquinas e Equipamentos	R\$ 175.618,07
Serviços Complementares	R\$ 12.000,00
Superestrutura - BIM	R\$ 706.510,69
Superestrutura - Manual	R\$ 701.820,79
Instalações hidrossanitárias - BIM	R\$ 748.853,41
Instalações hidrossanitárias - Manual	R\$ 740.142,38
Revestimento cerâmico - BIM	R\$ 21.298,36
Revestimento cerâmico - Manual	R\$ 20.207,43
<b>Total - BIM</b>	<b>R\$ 4.188.745,86</b>
<b>Total - Manual</b>	<b>R\$ 4.174.254,00</b>

Fonte: Autor (2022).

É notório que o orçamento realizado pelos quantitativos retirados da plataforma BIM foi maior daquele efetuado com quantitativos extraídos de forma manual, sendo R\$ 4.188.745,86 e R\$ 4.174.254,00 respectivamente. A maior diferença encontrada foi nas

instalações hidrossanitárias, com R\$ 8.711,03, representando 0,208% perante o orçamento global BIM e 0,209% no orçamento global manual. Isto está diretamente relacionado com os quantitativos obtidos, principalmente referente à tubulação, pois o *software* consegue contabilizar com precisão, enquanto manualmente está sujeito a oscilações. É válido ressaltar que a diferença de total encontrada se refere somente aos 3 serviços analisados. Observa-se que o custo das instalações hidrossanitárias ficou elevado se comparado com as demais instalações, entretanto, este valor corresponde ao traçado que a engenheira que desenvolveu o projeto optou por seguir e utilizar peças mais caras. Poderia ser feita uma revisão contendo outra análise de como viabilizar e otimizar o custo deste projeto. De qualquer forma, o presente trabalho visa verificar e comparar apenas os quantitativos e custos dos serviços selecionados, e conforme evidenciado na tabela acima, os resultados dos orçamentos globais foram próximos, contribuindo para o tema em questão perante a confiabilidade da plataforma para a extração de quantitativos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo deste trabalho ocorreu pela necessidade de aprimorar e agilizar o processo de levantamento de quantitativos através da plataforma BIM, e comparar este resultado com a extração feita de forma manual. Os quantitativos são utilizados na elaboração do orçamento, documento de extrema importância, pois impacta significativamente na obra, uma vez que o seu resultado assegura a viabilidade do empreendimento em questão.

Os objetivos iniciais desse trabalho eram conhecer os principais conceitos, usos e benefícios presentes na plataforma BIM no processo de levantamento de quantitativos e sua contribuição na gestão de projetos de engenharia. Avaliar se as divergências encontradas nos quantitativos obtidos pelos dois métodos causam impactos significativos no orçamento e identificar possíveis fatores que fossem responsáveis por estas distorções nos resultados. Esses objetivos foram atingidos com êxito através da revisão bibliográfica, com base em artigos, teses, dissertações, livros e revistas técnicas, abordando os principais conceitos, benefícios, tipos e aplicações de projetos, orçamentos e ferramentas presentes na plataforma BIM. Com os quantitativos extraídos, foi possível analisar e comparar os valores obtidos pelo método automatizado e manual, e com o auxílio da composição do SINAPI, avaliar o impacto no orçamento em relação às divergências nos valores encontrados.

Foi possível observar que em praticamente todos os itens, os quantitativos levantados pela ferramenta BIM se mostraram maiores, o que faz sentido devido a precisão que esse método pode ter devido a modelagem 3D, pois ao contrário dos programas baseados no sistema CAD, onde interferências/alterações de projeto devem ser corrigidas manualmente, os *softwares* BIM permitem alterações dinâmicas no modelo. Na extração de quantitativos, a maior agilidade e confiabilidade nos quantitativos extraídos se apresenta como uma grande vantagem no processo de orçamentação. O fato dos quantitativos se atualizarem automaticamente após alterações nos projetos, favorece muito o processo de acompanhamento do orçamento da edificação, tarefa muito difícil seguindo métodos tradicionais. Entretanto, ao verificar os resultados obtidos para os quantitativos empregando a metodologia tradicional e a metodologia BIM, foi averiguado que não houve variabilidade significativa. Embora qualquer variação seja suficiente para propagar erros, por menores que sejam, ao orçamento.

Ademais, foi percebido que a plataforma BIM se apresenta como uma ótima ferramenta para evitar que erros de projeto aconteçam. Devido a capacidade dos *softwares* de enviar avisos ao encontrar incompatibilidades. Sua utilização para modelagem dos projetos em BIM, além de possibilitar a compatibilização de vários projetos em um único modelo, aspecto que não foi

abordado neste trabalho, apresentou vantagens em relação a otimização nos parâmetros de visualização e atualização dos modelos. Percebe-se então que o *software* é um bom aliado do orçamentista, no sentido de evitar que erros humanos aconteçam.

Partindo das análises e comparações apresentadas no capítulo anterior, conclui-se que apesar das divergências encontradas no levantamento de quantitativos, estas não impactaram expressivamente no orçamento, pois a diferença encontrada representou apenas 0,34% do orçamento global. Desse modo, com esse trabalho chega-se à conclusão de que a tecnologia BIM vem para facilitar e encurtar prazos de entregas de orçamento de empreendimentos da construção civil, diminuindo erros, desvios e aumentando a precisão de uma orçamentação assertiva.

Na sequência do presente trabalho surgiram alguns aspectos que se mostraram interessantes para uma abordagem mais detalhada. Desta forma, como sugestão para trabalhos futuros, cita-se a realização de estudos comparativos entre os dois métodos perante todas as etapas da construção de um empreendimento, buscando analisar se os resultados encontrados permanecem próximos e coerentes entre si, já que neste trabalho foi abordado apenas três serviços e duas tipologias de pavimentos. Outra ideia proposta seria referente ao tempo gasto para adaptar os projetos e atualizar os quantitativos pelos dois métodos, em caso de revisões de projetos a fim de aprimorar pontos positivos e negativos do BIM. Foi mencionado que *softwares* desta plataforma contribuem fortemente para a compatibilização de projetos, deste modo, pode-se recomendar um trabalho que possua a finalidade de avaliar a incompatibilidade presente entre os projetos de instalações, por exemplo, e as dificuldades para realizar a compatibilização dos mesmos tanto pelo método manual quanto automatizado. Por fim, de modo qualitativo, propõe-se realizar uma pesquisa com projetistas, engenheiros e arquitetos para compreender as dificuldades e resistência da implementação da plataforma BIM.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDER, M.A. **Comparing time and accuracy of building information modeling to on-screen takeoff for a quantity takeoff of a conceptual estimate**. Master of Science Thesis – School of Technology – Brigham Young University, 2006.
- ALVES, G. S.; ARAÚJO, N. M. C. **Composições de custos unitários: TCPO x Apropriação in loco**. In: CONNEPI – Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, Maceió/AL, 2010.
- ANDRADE, Artemária Coelho de. SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. SIMPOSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO. 3. ed. 2003, São Carlos. **Críticas ao Processo Orçamentário Tradicional e Recomendações para a Confecção de um Orçamento Integrado ao Processo de Produção de um Empreendimento**. São Paulo: Antac, 2003.
- ANTUNES, Cristiano Eduardo; SCHEER, Sérgio. Requisitos de informação e mapas do processo de projeto de estruturas em concreto armado: um estudo de caso utilizando a metodologia IDM. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v.5, n.1, p. 18-34, jan./jun. 2014.
- AUTODESK. **Quais são os benefícios da BIM?** 2022. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/solutions/bim/benefits-of-bim>. Acesso em: 02 maio 2022.
- AVILA, Antonio Victorino; LIBRELOTTO, Liziane Ilha; LOPES, Oscar Ciro. **Orçamento de Obras**. Florianópolis, 2003.
- AZEVEDO, Rogério Cabral *et al.* Avaliação de desempenho do processo de orçamento: estudo de caso em uma obra de construção civil. **Ambiente Construído**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 85-104, mar. 2011.
- BAETA, André Pachioni. **Orçamento e controle de obras públicas**. São Paulo: Pini, 2012.
- BUILDINGSMART. **IFC4 Add2 - Addendum 2** [Official]. IFC4, 2016. Disponível em: <<http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4/Add2/html/>>. Acesso em: 13 abril 2022.

CALLEGARI, S. **Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares**. 2007. Dissertação (Mestrado em Processos e Sistemas Construtivos) – Curso de Pós-graduação de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina.

CAMPESTRINI, T. F.; GARRIDO, M. C.; JUNIOR, R. M.; SCHEER, S.; FREITAS, M. C. D. **Entendendo BIM**. Curitiba, 2015.

Cao, D.; Li, H.; Wang, G.; Huang, T. **Identifying and contextualising the motivations for BIM implementation in construction projects: An empirical study in China**. International Journal of Project Management, Elsevier, 2016.

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

CARDOSO, A.; MAIA, B.; SANTOS, D.; NEVES, J.; MARTINS, M. (2013) **BIM: O que é?**. Universidade do Porto, Disponível em: <  
[https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd\\_2012\\_13/files/REL\\_12MC08\\_03.PDF](https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd_2012_13/files/REL_12MC08_03.PDF) > Acesso em: 19 abril 2022.

CARVALHO, Michele Tereza Marques; MARCHIORI, Fernanda Fernandes. **Conhecendo o orçamento da obra**. Rio de Janeiro: Ltc, 2019.

CASAROTTO Filho, N., FAVERO, José S. e CASTRO, J.E.E. **Gerência de Projetos/Engenharia**. Simultânea, São Paulo: edição1, p.19-23, 1999.

COÊLHO, Ronaldo Sérgio de Araújo. **Orçamento de Obras na Construção Civil**. São Luís: Uema, 2015.

COELHO, Sérgio S., NOVAES, Celso C. **Modelagem de informações para construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Modelagem da Informação da construção: uma experiência brasileira em BIM 401 Construção De Edifícios, 8., São Paulo, 2008. Anais... São Paulo: USP, 2008

DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Engenharia de Custos: Estimativa de Custo de Obras e Serviços de Engenharia**. 1. ed. Rio de Janeiro: IBEC, 2010.

DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Engenharia de Custos: Estimativa de Custos de Obras e Serviços de Engenharia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBEC, 2011.

DROGEMULLER, Robin; TUCKER, Selwyn. **Automating the Extraction of Quantities**. QUT Faculties and Divisions, Faculty of Built Environment and Engineering, 2003.

EASTMAN,C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. 2<sup>nd</sup>. ed. Hoboken, USA: Wiley, 2011.

**Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil**. Porto Alegre, 2007. Hilgenberg, F. B.; Almeida, B. L.; Scheer, S.; Ayres Filho, C. Uso de BIM pelos profissionais de arquitetura em Curitiba. In: Revista Gestão e Tecnologia de Projetos. São Paulo, SP: USP, 2012.

FEDERAL, Caixa Econômica. **Caderno de orientações técnicas - COT**. 18 v. [S.I: s.n.], 2019.

FIRMINO, Lincoln. **Princípios de Gerência de Projetos**. MBA Executivo em Gerenciamento de Projetos. Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 2005.

FISTAROL, Bruno Guerreiro. **Elaboração de Projeto Arquitetônico, Hidrossanitário e Orçamento de Residencial Multifamiliar utilizando software em plataforma BIM**. 2015. p. 66. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

FRUET, G. M.; FORMOSO, C. T. **Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte**. In: SEMINÁRIO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL (Gestão e Tecnologia), 2., jun. 1993, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 1993. p. 1-51.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 175 p.

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira: a estrutura de um setor de planejamento técnico**. 3. ed. São Paulo: Pini, 1997.

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 4. ed. São Paulo: Pini, 2004.

GOMES, L.D.; CAIXETA, L.M. **Compatibilização de Projetos em BIM**. 2020. 1 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. São Leopoldo: UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2008.

GRAY, Clifford F.; LARSON, Erik W. **Gerenciamento de Projetos**. 4. ed. São Paulo: Amgh, 2010

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de Projetos**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (Mestrado Profissionalizante), São Paulo, 2003.

HELM, Joanna. **BIM: vantagens e características**. 2012. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-49221/bim-vantagens-e-caracteristicas-eron-costin>. Acesso em: 17 abril 2022.

JASKULSKI, Fernanda Maria *et al.* **Benefícios da utilização da tecnologia BIM no gerenciamento da construção civil**, *In: XXVI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 2018, Ijuí, Salão do Conhecimento: Ciência para a redução das desigualdades, Ijuí, Unijuí, out. 2018, p. 1-5.

JUSTI, Alexander Rodrigues. **IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA REVIT NOS ESCRITÓRIOS BRASILEIROS: RELATO DE UMA EXPERIÊNCIA**. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 140-152, maio 2008.

KERZNER, Harold. **Project Management: A system approach to planning scheduling and controlling**. 7.ed. New York:John Wiley & Sons, 2001.

KORMAN, Thomas M.; TATUM, C. B. **Computer Tool for Coordinating MEP Systems**. In: Proceedings of the Computing in Civil and Building Engineering (2000). ASCE California, United States, 2000. p. 1172-1179.

LEUSIN, Sérgio. **Gerenciamento e coordenação de Projetos em BIM: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos**. Rio de Janeiro: Ltc, 2018.

LIMMER, Carl Vicente. **Planejamento, Orcamentação e Controle de Projetos e Obras**. 1. ed. Rio de Janeiro, 1997.

MANZIONE, Leonardo. **ESTUDO DE MÉTODOS DE PLANEJAMENTO DO POROCESSO DO PROJETO DE EDIFÍCIOS**. 2006. 267 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MARCHIORI, F. F. **Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composição de custos para orçamentação de obras de edificações**. 238f. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

MARINHO, Renan Caminha. **Análise comparativa do levantamento de quantitativos entre p método manual e a plataforma BIM**. 2017. 97 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

MATIPA, W. M. **Total cost management at the design stage using a building product model**. Tese (PhD in Philosophy Engineering). Cork: Faculty of Engineering, National University of Ireland, 2008.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras**. 1.ed São Paulo: Pini, 2006.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudo de caso, exemplos**. São Paulo: Pini, 2008.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como Preparar Orçamentos de Obras: Dicas para Orçamentistas - Estudos de Caso - Exemplos**. São Paulo: Pini, 2014.

MAYR, Luiz Roberto. **Modelo da participação do cliente na produção de edificações por encomenda**. 2007. 161 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2007

MELHADO, S. B., **Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios; Aplicação ao Caso de Empresas de Incorporação e Construção**. São Paulo, EPUSP, 1994.

MELHADO, S.B., AGOPYAN V. **O conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle**. São Paulo, EUSP, 1995.

MELHADO, S.B. **Gestão, Cooperação e Integração para um novo Modelo Voltado à Qualidade do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**. 2001. Tese (Livre-docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

MELHADO, Sílvio Burrattino; SOUZA, Ana Lúcia Rocha de; FONTENELLE, Eduardo; *et al.* **Coordenação de projetos de edificações**. [S.I: s.n.], 2005.

MONTEIRO, Ana Caroline Nogueira *et al.* Compatibilização de Projetos na Construção Civil: Importância, métodos e ferramentas. **Revista Campo do Saber**, v. 3, n. 1, p. 53-77, 2017.

MORAES, Márcio Cesar Barretos. **As Perdas na Construção Civil: Gestão do desperdício Estudo de caso do condomínio Costa Esmeralda**. 1997. 233 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/77046/139298.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 02 nov. 2022.

MUTTI, Cristine do Nascimento. Apostila da Disciplina Administração da Construção: ECV 5307 - UFSC. Florianópolis, 2006.

NBS (2018a) **What is IFC?**. Disponível em: <<https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-ifc>> Acesso em: 29 abril 2022.

NAKAMURA, Juliana. Como fazer o gerenciamento de obras. **Revista Online AU PINE**. Ed. 245. Ago-2014.

NARDI, B. **Curva ABC no controle de estoque: Identifique produtos mais rentáveis**. Disponível em: <<https://excelsolucao.com.br/blog-empresarial/curva-abc-no-controle-de-estoque-identifique-os-seus-produtos-mais-rentaveis-e-otimize-gestao/>>. Acesso em 05 maio 2022.

PASTORE, Marina. **Conflito entre Rússia e Ucrânia aumenta custo de insumos do cimento**. 2022. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/conflito-entre-russia-e-ucrania-aumenta-custo-de-insumos-do-cimento/#:~:text=Entretanto%2C%20esta%20situa%C3%A7%C3%A3o%20se%20agrava,do%20coque%20no%20mercado%20global..> Acesso em: 28 out. 2022.

PERIARD, G., 2011. **O ciclo PDCA e a melhoria contínua**. Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/o-ciclo-pdca-deming-e-a-melhoria-continua/> Acesso em: 14 maio 2022.

PICCHI, Flávio Augusto; AGOPYAN, Vahan. **Sistemas da qualidade : uso em empresas de construção e edifícios**. 1993. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge – PMBOK Guide 2000 Edition**, Pennsylvania, 2000.

RESENDE, C. C. R. **Atrasos em obra devido a problemas no Gerenciamento**, Rio de Janeiro, 2013.

RILEY, D. R.; HORMAN, M. J. **Effects of design coordination on project uncertainty**. In: Proceedings of the 9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-9), Singapore. 2001.

RODRIGUES, M.A.A.; HEINECK, L.F. **Coordenação de Projetos: Uma Experiência de 10 anos dentro de Empresas Construtoras de Médio Porte.** In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Anais. Fortaleza, 2001.

RODRÍGUEZ, Marco Antonio Arancibia. **COORDENAÇÃO TÉCNICA DE PROJETOS: CARACTERIZAÇÃO E SUBSÍDIOS PARA SUA APLICAÇÃO NA GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES.** 2005. 186 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RUFINO, Sandra. **A IMPORTÂNCIA DO PROJETO NO EMPREENDIMENTO.** 2016. 144 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

RUSCHEL, Regina Coeli *et al.* O ensino de Bim no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, jun. 2013.

SABOL, L. **Challenges in Cost Estimating with Building Information Modeling.** Design and Construction Strategies LLC, 2008.

SACKS, R.; EASTMAN, C. M.; LEE, G. Parametric 3D modeling in building construction with examples from precast concrete. **Automation in Construction**, Australia, v. 13, p. 291-312, 2004.

SACKS, Rafael *et al.* **Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction.** Journal Of Construction Engineering And Management, [s.l.], v. 136, n. 9, p.968-980, set. 2010. American Society of Civil Engineers (ASCE).

SACKS, Rafael; EASTMAN, Charles; TEICHOLZ, Paul; LEE, Ghang. **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

SAMPAIO, F. M. **Orçamento e custo da construção.** Brasília: Hemus, 1989.

SANTOS, A. de P. L. e JUNGLES, A. E. **Como gerenciar as compras de materiais na construção civil**. 1. Ed. São Paulo: Pini, 2008.

SELEME, R; STADLER, H. **Controle da qualidade: As ferramentas essenciais**. Curitiba: Intersaberes, 2012.

SILVA, Cleiton Oliveira *et al.* A utilização do método PDCA para melhoria dos processos: um estudo de caso no carregamento de navios. **Revista Espacios**, [S.I], v. 38, n. 27, jan. 2017.

SMITH, D. K.; TARDIF, M. **Building Information Modeling A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers**. 1. ed. New Jersey, USA: Wiley & Sons Inc, 2009.

SOUZA, Roberto. MEKBEKIAN, Geraldo. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras**. São Paulo: Pini, 1996.

SOUZA, U.E.L. **Como reduzir perdas nos canteiros**: manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. 1. ed. São Paulo: Pini, 2005 .

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**, New Zealand, 2014.

STEMMER, C.E. A questão do projeto nos cursos de engenharia. **Revista Ensino de Engenharia**, v.7, n. 1. São Paulo, ABENGE, 1988.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, Australia, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

TEIXEIRA, Luciana P.; CARVALHO, Fátima M. A. A Construção Civil como instrumento de desenvolvimento da economia brasileira. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 1, n. 109, p. 9-26, jul. 2005.

THOMÉ, Brenda Bressan. **Conheça 5 indicadores da construção que são importantes para o seu negócio**. 2016. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/5-indicadores-da-construcao-importantes/>. Acesso em: 08 maio 2022.

TILLEY, P.A; BARTON, R. **Design and documentation deficiency: Causes and Effects**. Proceedings of the first international Conference on Construction Process Reengineering. Australia, p 703-712, 1997.

TISAKA, Maçahico. **Orçamento na Construção Civil: Consultoria, Projeto e Execução**. 1.ed. São Paulo: PINI, 2006.

TISAKA, Maçahico. **Orçamento na Construção Civil: Consultoria, Projeto e Execução**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2011.

VIEIRA FILHO, G. **Gestão da Qualidade Total: Uma abordagem prática**. 3. ed. Campinas: Alínea, 2010.

VITÁSEK, Stanislav.; MATĚJKA, P. **Utilization of BIM for Atomation of Quantity Takeoffs and Cost Estimation in Transporting infrastructure construction porjects in the Czech Republic**. Prague, Czech Republic, v.1,n.1. 2017. Faculty of Civil Engineering.

XAVIER, C. M. da S. *et al.* **Metodologia de gerenciamento de projetos: methodware**. 3. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2014.

## APÊNDICE A – QUANTITATIVO DE ARMADURAS DO TÉRREO

<b>TÉRREO - Escada</b>						
<b>Aço</b>	<b>Bitola (mm)</b>	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	
<b>CA-50</b>	8	217,95	95,90	218,00	95,00	0,94%
<b>CA-50</b>	10	187,45	129,90	190,50	129,00	0,70%
<b>TÉRREO - Armaduras pórtico</b>						
<b>Aço</b>	<b>Bitola (mm)</b>	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	
<b>CA-50</b>	6,3	20,57	5,66	20,57	5,66	0%
<b>TÉRREO - Vigas pórtico</b>						
<b>Aço</b>	<b>Bitola (mm)</b>	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	
<b>CA-50</b>	5	107,90	18,99	103,30	17,84	6,08%
<b>CA-50</b>	10	25,48	17,66	25,50	17,00	3,72%
<b>CA-50</b>	12,5	41,80	45,98	41,80	44,00	4,31%
<b>TÉRREO - Armadura superior das lajes</b>						
<b>Aço</b>	<b>Bitola (mm)</b>	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	
<b>CA-50</b>	6,3	7.561,40	2.079,39	7.557,90	2.036,00	2,09%
<b>CA-50</b>	8	1.643,80	723,27	1.646,80	715,00	1,14%
<b>CA-50</b>	10	46,00	31,88	44,20	30,04	5,77%
<b>TÉRREO - Armadura inferior das lajes</b>						
<b>Aço</b>	<b>Bitola (mm)</b>	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	
<b>CA-50</b>	6,3	7.948,55	2.185,85	7.943,00	2.139,00	2,14%
<b>CA-50</b>	8	155,80	68,55	152,80	66,02	3,69%
<b>TÉRREO - Vigas</b>						
<b>Aço</b>	<b>Bitola (mm)</b>	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	
<b>CA-60</b>	5	10.192,14	1.793,82	10.190,40	1.759,41	1,92%
<b>CA-50</b>	6,3	472,78	130,01	492,50	133,00	2,30%
<b>CA-50</b>	8	642,10	282,52	647,70	281,00	0,54% (variação)
<b>CA-50</b>	10	510,32	353,65	517,80	351,00	0,75%
<b>CA-50</b>	12,5	562,24	618,46	562,40	596,00	3,63%
<b>CA-50</b>	16	432,67	761,50	429,40	746,07	2,03%

<b>CA-50</b>	20	292,13	803,36	293,60	797,00	0,79%
<b>CA-50</b>	25	568,92	2.409,38	568,90	2.412,00	0,11%

## APÊNDICE B – QUANTITATIVO DE ARMADURAS DO PAVIMENTO TIPO

<b>TIPO - Escada</b>						
<b>Aço</b>	Bitola (mm)	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	
<b>CA-50</b>	8	252,93	111,29	244,10	106,44	4,36%
<b>CA-50</b>	12,5	96,92	106,61	96,90	103,00	3,39%
<b>TIPO - Armadura superior sacadas</b>						
<b>Aço</b>	Bitola (mm)	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	
<b>CA-50</b>	6,3	569,40	156,59	565,20	154,00	1,65%
<b>TIPO - Armadura inferior sacadas</b>						
<b>Aço</b>	Bitola (mm)	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	
<b>CA-50</b>	6,3	432,25	118,87	443,50	121,00	1,79%
<b>TIPO - Armadura superior das lajes</b>						
<b>Aço</b>	Bitola (mm)	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	
<b>CA-50</b>	6,3	4812,93	1323,56	4808,90	1299,02	1,85%
<b>CA-50</b>	8	484,60	213,22	470,20	226,00	5,99%
<b>CA-50</b>	10	209,00	144,84	210,90	143,40	0,99%
<b>CA-50</b>	12,5	5,60	6,16	5,60	6,00	2,60%
<b>TIPO - Armadura inferior das lajes</b>						
<b>Aço</b>	Bitola (mm)	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	
<b>CA-50</b>	6,3	4741,87	1304,01	4801,10	1177,00	9,74%
<b>CA-50</b>	8	61,66	27,13	61,80	25,00	7,85%
<b>CA-50</b>	12,5	8,40	9,24	8,60	9,21	0,28%
<b>TIPO - Vigas</b>						
<b>Aço</b>	Bitola (mm)	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	Comp. (m)	Peso (Kg) + 10%	
<b>CA-60</b>	5	863,98	152,06	862,30	147,00	3,33%
<b>CA-50</b>	12,5	550,74	605,81	550,80	584,00	3,60%
<b>CA-50</b>	16	59,42	104,58	59,50	104,00	0,55%

## APÊNDICE C – QUANTITATIVO COM A MESMA RELAÇÃO PESO/METRO

<b>TIPO - Escada</b>						
<b>Aço</b>	<b>Bitola (mm)</b>	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		<b>Comp. (m)</b>	<b>Peso (Kg) + 10%</b>	<b>Comp. (m)</b>	<b>Peso (Kg) + 10%</b>	
<b>CA-50</b>	8	252,93	111,29	244,10	107,40	3,49%
<b>CA-50</b>	12,5	96,92	106,61	96,90	106,59	0,02%
<b>TIPO - Armadura superior sacadas</b>						
<b>Aço</b>	<b>Bitola (mm)</b>	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		<b>Comp. (m)</b>	<b>Peso (Kg) + 10%</b>	<b>Comp. (m)</b>	<b>Peso (Kg) + 10%</b>	
<b>CA-50</b>	6,3	569,40	156,59	565,20	155,43	0,74%
<b>TIPO - Armadura inferior sacadas</b>						
<b>Aço</b>	<b>Bitola (mm)</b>	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		<b>Comp. (m)</b>	<b>Peso (Kg) + 10%</b>	<b>Comp. (m)</b>	<b>Peso (Kg) + 10%</b>	
<b>CA-50</b>	6,3	432,25	118,87	443,50	121,96	2,60%
<b>TIPO - Armadura superior das lajes</b>						
<b>Aço</b>	<b>Bitola (mm)</b>	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		<b>Comp. (m)</b>	<b>Peso (Kg) + 10%</b>	<b>Comp. (m)</b>	<b>Peso (Kg) + 10%</b>	
<b>CA-50</b>	6,3	4812,93	1323,56	4808,90	1322,45	0,08%
<b>CA-50</b>	8	484,60	213,22	470,20	206,89	2,97%
<b>CA-50</b>	10	209,00	144,84	210,90	146,15	0,91%
<b>CA-50</b>	12,5	5,60	6,16	5,60	6,16	0,00%
<b>TIPO - Armadura inferior das lajes</b>						
<b>Aço</b>	<b>Bitola (mm)</b>	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		<b>Comp. (m)</b>	<b>Peso (Kg) + 10%</b>	<b>Comp. (m)</b>	<b>Peso (Kg) + 10%</b>	
<b>CA-50</b>	6,3	4741,87	1304,01	4801,10	1320,30	1,25%
<b>CA-50</b>	8	61,66	27,13	61,80	27,19	0,23%
<b>CA-50</b>	12,5	8,40	9,24	8,60	9,46	2,38%
<b>TIPO - Vigas</b>						
<b>Aço</b>	<b>Bitola (mm)</b>	<b>Manual</b>		<b>CypeCad</b>		<b>Diferença no peso %</b>
		<b>Comp. (m)</b>	<b>Peso (Kg) + 10%</b>	<b>Comp. (m)</b>	<b>Peso (Kg) + 10%</b>	
<b>CA-60</b>	5	863,98	152,06	862,30	151,76	0,19%
<b>CA-50</b>	12,5	550,74	605,81	550,80	605,88	0,01%
<b>CA-50</b>	16	59,42	104,58	59,50	104,72	0,13%

## APÊNDICE D – COMPARATIVO PERCENTUAL DAS PEÇAS HIDRÁULICAS

Revit		Manual		Descrição
Quantidade	% em relação ao total de peças BIM	Quantidade	% em relação ao total de peças manual	
36	7,44%	36	7,44%	Adapt trans F PPR DN 25x1/2 CB
24	4,96%	24	4,96%	Adapt trans M PPR DN 25x3/4 CB
4	0,83%	4	0,83%	Adapt trans M PPR DN 32x1 CB
6	1,24%	6	1,24%	Bucha red M/F PPR DN32x25 CB
6	1,24%	6	1,24%	Bucha red M/F PPR DN50x32 CB
24	4,96%	12	2,48%	Curva transp PPR 25mm
1	0,21%	1	0,21%	Curva transp PPR 32mm
2	0,41%	2	0,41%	Joelho 45 PPR DN 25 CB
2	0,41%	2	0,41%	Joelho 45 PPR DN 32 CB
263	54,34%	260	53,72%	Joelho 90 PPR DN 25 CB
4	0,83%	4	0,83%	Joelho 90 PPR DN 32 CB
1	0,21%	1	0,21%	Joelho 90 PPR DN 50 CB
26	5,37%	26	5,37%	Joelho 90 trans F PPR DN 25x1/2 CB
23	4,75%	23	4,75%	Luva simp PPR DN 25 CB
1	0,21%	1	0,21%	Luva simp PPR DN 32 CB
8	1,65%	8	1,65%	Misturador PPR 25x3/4 CB
8	1,65%	8	1,65%	Registro esfera PPR DN 25
4	0,83%	4	0,83%	Registro esfera PPR DN 32
49	10,12%	42	8,68%	Tê PPR DN 25 CB
1	0,21%	1	0,21%	Tê PPR DN 32 CB
5	1,03%	5	1,03%	Tê PPR DN 50 CB
1	0,21%	1	0,21%	Tê red PPR DN 32x25x25 CB

1	0,21%	1	0,21%	Tê red PPR DN 32x32x25 CB
6	1,24%	6	1,24%	Tê trans F PPR DN 25x1/2x25 CB
Total: 494		Total: 496		

**APÊNDICE E – QUANTITATIVO DE PEÇAS E CONEXÕES SANITÁRIAS – PAV.**

**TIPO**

<b>Quantitativo de peças e conexões sanitárias</b>				
<b>Revit</b>	<b>Manual</b>	<b>Diferença</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo</b>
Quantidade	Quantidade	%		
980	980	0%	Anel oring esg sbr DN 50 DUR40	Esgoto
364	360	1,11%	Anel oring esg sbr DN 75 DUR40	Esgoto
777	760	2,24%	Anel oring esg sbr DN 100 DUR40	Esgoto
56	56	0%	Anel ved vaso sanit	Esgoto
56	56	0%	Caixa sif N25 BR P GR QD 150x150x150	Esgoto
42	42	0%	Cap esg sn DN 75 CB	Esgoto
42	42	0%	Joelho 45 esg sn DN 40 CB	Esgoto
182	181	0,55%	Joelho 45 esg sn DN 50 CB	Esgoto
42	20	110,00%	Joelho 45 esg sn DN 75 CB	Esgoto
168	168	0%	Joelho 45 esg sn DN 100 CB	Esgoto
49	49	0%	Joelho 90 bolsa lga esg sn DN 40 CB	Esgoto
196	196	0%	Joelho 90 esg sn DN 50 CB	Esgoto
42	42	0%	Joelho 90 esg sn DN 75 CB	Esgoto
56	56	0%	Joelho 90 esg sn DN 100 CB	Esgoto
56	56	0%	Junção invertida esg sn DN 75x50 CB	Esgoto
42	42	0%	Junção simp esg sn DN 50 CB	Esgoto
42	42	0%	Junção simp esg sn DN 75 CB	Esgoto
112	56	100,00%	Junção simp esg sn DN 100 CB	Esgoto
42	42	0%	Junção simp red esg sn DN 100x50 CB	Esgoto
42	42	0%	Junção simp red esg sn DN 100x75 CB	Esgoto
154	154	0%	Luva simp esg sn DN 50 CB	Esgoto
56	56	0%	Luva simp esg sn DN 75 CB	Esgoto
245	245	0%	Luva simp esg sn DN 100 CB	Esgoto
42	42	0%	Red exc esg sn DN 75x50 CB	Esgoto
56	56	0%	Red exc esg sn DN 100x50 CB	Esgoto
56	56	0%	Tê esg sn DN 50 CB	Esgoto
56	56	0%	Tube esg sn DN 150x3M	Esgoto

## APÊNDICE F – COMPARATIVO DO DAS PEÇAS SANITÁRIAS – PAV. TIPO

Revit		Manual		Descrição
Quantidade	% em relação ao total de peças BIM	Quantidade	% em relação ao total de peças manual	
980	24,18%	980	24,79%	Anel oring esg sbr DN 50 DUR40
364	8,98%	360	9,11%	Anel oring esg sbr DN 75 DUR40
777	19,17%	760	19,23%	Anel oring esg sbr DN 100 DUR40
56	1,38%	56	1,42%	Anel ved vaso sanit
56	1,38%	56	1,42%	Caixa sif N25 BR P GR QD 150x150x150
42	1,04%	42	1,06%	Cap esg sn DN 75 CB
42	1,04%	42	1,06%	Joelho 45 esg sn DN 40 CB
182	4,49%	181	4,58%	Joelho 45 esg sn DN 50 CB
42	1,04%	20	0,51%	Joelho 45 esg sn DN 75 CB
168	4,15%	168	4,25%	Joelho 45 esg sn DN 100 CB
49	1,21%	49	1,24%	Joelho 90 bolsa lga esg sn DN 40 CB
196	4,84%	196	4,96%	Joelho 90 esg sn DN 50 CB
42	1,04%	42	1,06%	Joelho 90 esg sn DN 75 CB
56	1,38%	56	1,42%	Joelho 90 esg sn DN 100 CB
56	1,38%	56	1,42%	Junção invertida esg sn DN 75x50 CB
42	1,04%	42	1,06%	Junção simp esg sn DN 50 CB
42	1,04%	42	1,06%	Junção simp esg sn DN 75 CB
112	2,76%	56	1,42%	Junção simp esg sn DN 100 CB
42	1,04%	42	1,06%	Junção simp red esg sn DN 100x50 CB
42	1,04%	42	1,06%	Junção simp red esg sn DN 100x75 CB
154	3,80%	154	3,90%	Luva simp esg sn DN 50 CB
56	1,38%	56	1,42%	Luva simp esg sn DN 75 CB
245	6,04%	245	6,20%	Luva simp esg sn DN 100 CB
42	1,04%	42	1,06%	Red exc esg sn DN 75x50 CB
56	1,38%	56	1,42%	Red exc esg sn DN 100x50 CB
56	1,38%	56	1,42%	Tê esg sn DN 50 CB
56	1,38%	56	1,42%	Tube esg sn DN 150x3M
Total: 3.953		Total: 4.053		

**APÊNDICE G – QUANTITATIVO CERÂMICA COZINHA – PAV. TIPO**

<b>TIPO APTO FINAL 01</b>			
Comprimento da parede (m)	Descontos vão (m)	Pé direito (m)	Total (m <sup>2</sup> )
0,700	-	2,7	1,89
0,750	-	2,7	2,03
3,849	-	2,7	10,39
TOTAL POR APARTAMENTO =			14,31
<b>TIPO APTO FINAL 02</b>			
Comprimento da parede (m)	Descontos vão (m)	Pé direito (m)	Total (m <sup>2</sup> )
0,700	-	2,7	1,89
0,750	-	2,7	2,03
4,700	-	2,7	12,69
1,052	-	2,7	2,84
TOTAL POR APARTAMENTO =			19,45
<b>TIPO APTO FINAL 03 e 04</b>			
Comprimento da parede (m)	Descontos vão (m)	Pé direito (m)	Total (m <sup>2</sup> )
0,901	-	2,7	2,43
5,608	-	2,7	15,14
0,750	-	2,7	2,03
0,393	-	2,7	1,06
TOTAL POR APARTAMENTO =			20,66
<b>TIPO APTO FINAL 05</b>			
Comprimento da parede (m)	Descontos vão (m)	Pé direito (m)	Total (m <sup>2</sup> )
1,044	-	2,7	2,82
5,600	-	2,7	15,12
0,750	-	2,7	2,03
0,700	-	2,7	1,89
TOTAL POR APARTAMENTO =			21,85
<b>TIPO APTO FINAL 06</b>			
Comprimento da parede (m)	Descontos vão (m)	Pé direito (m)	Total (m <sup>2</sup> )
4,850	-	2,7	13,10
0,750	-	2,7	2,03
3,849	-	2,7	10,39
TOTAL POR APARTAMENTO =			25,51

**APÊNDICE H – QUANTITATIVO CERÂMICA BANHEIRO – PAV. TIPO**

<b>TIPO APTO FINAL 01</b>			
Comprimento da parede (m)	Descontos vão (m)	Pé direito (m)	Total (m <sup>2</sup> )
1,500	-	2,7	4,05
1,350	1,58	2,7	2,07
2,250	-	2,7	6,08
1,092	0,600	2,7	2,35
0,75	-	2,7	2,03
0,25	-	2,7	0,68
TOTAL POR APARTAMENTO =			17,24
<b>TIPO APTO FINAL 02</b>			
Comprimento da parede (m)	Descontos vão (m)	Pé direito (m)	Total (m <sup>2</sup> )
2,500	1,575	2,7	8,33
1,350	-	2,7	3,65
1,800	-	2,7	4,86
0,250	-	2,7	0,68
0,75	-	2,7	2,03
1,1	0,6	2,7	2,37
TOTAL POR APARTAMENTO =			21,90
<b>TIPO APTO FINAL 03 e 04</b>			
Comprimento da parede (m)	Descontos vão (m)	Pé direito (m)	Total (m <sup>2</sup> )
1,350	-	2,7	3,65
1,973	-	2,7	5,33
0,250	-	2,7	0,68
0,743	-	2,7	2,00
1,1	-	2,7	2,97
2,7	1,65	2,7	5,64
1,350	-	2,7	3,65
1,845	-	2,7	4,98
0,259	-	2,7	0,70
1,000	-	2,7	2,70
1,100	0,6	2,7	2,37
2,850	1,575	2,7	6,12
TOTAL POR APARTAMENTO =			40,78
<b>TIPO APTO FINAL 05</b>			
Comprimento da parede (m)	Descontos de vão	Pé direito (m)	Total (m <sup>2</sup> )
2,500	1,575	2,7	8,33
1,350	-	2,7	3,65

1,800	-	2,7	4,86
0,250	-	2,7	0,68
0,750	-	2,7	2,03
1,100	0,6	2,7	2,37
TOTAL POR APARTAMENTO =			21,90
<b>TIPO APTO FINAL 06</b>			
Comprimento da parede (m)	Descontos vão (m)	Pé direito (m)	Total (m <sup>2</sup> )
1,500	-	2,7	4,05
1,350	1,58	2,7	2,07
2,250	-	2,7	6,08
1,092	0,600	2,7	2,35
0,75	-	2,7	2,03
0,25	-	2,7	0,68
TOTAL POR APARTAMENTO =			17,24
<b>TOTAL GERAL PAVIMENTO TIPO (cozinha + banheiro) =</b>			<b>282,27</b>

**APÊNDICE I – ORÇAMENTO QUANTITATIVO BIM**

<b>PLANILHA ORÇAMENTÁRIA - BIM</b>								
ITEM	CÓDIGO SINAPI	SERVIÇOS	UNID.	QTD.	CUSTO UNITÁRIO			CUSTO TOTAL R\$
					MATERIAL	MÃO DE OBRA	MAT + M.O.	
<b>1.</b>		<b>SUPERESTRUTURA</b>						
		<b>VIGAS</b>						
1.1	92448	Montagem e desmontagem de fôrma de viga, escoramento com pontalete de madeira, pé-direito simples, em madeira serrada, 4 utilizações	m²	670,85	5,41	126,66	132,07	88.601,59
1.2	92759	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-60 de 5 mm	Kg	1.924,25	0,86	17,99	18,84	36.260,96
1.3	92760	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 6,3 mm	Kg	133,00	0,82	16,79	17,61	2.342,19
1.4	92761	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 8 mm	Kg	281,00	0,79	15,55	16,34	4.591,21
1.5	92762	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 10 mm	Kg	385,00	0,75	13,68	14,44	5.557,79
1.6	92763	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 12.5 mm	Kg	1.268,00	0,73	11,30	12,03	15.248,43

1.7	92764	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 16 mm	Kg	850,07	0,70	10,88	11,58	9.841,21
1.8	92765	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 20 mm	Kg	797,00	0,69	12,38	13,07	10.414,50
1.9	92766	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 25 mm	Kg	2.412,00	0,68	12,19	12,86	31.025,29
1.10	103674	Concretagem de vigas e lajes, fck=25 MPa, para lajes pré-moldadas com uso de bomba em edificação com área média de lajes maior que 20 m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	80,58	565,16	117,60	682,76	55.016,54
		<b>LAJES</b>						
1.11	92486	Montagem e desmontagem de fôrma de laje, pé-direito simples, em madeira serrada, 4 utilizações	m <sup>2</sup>	536	13,87	124,21	138,08	74.044,84
1.12	92769	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 6,3 mm	Kg	6.932	0,88	15,67	16,55	114.735,54
1.13	92770	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 8 mm	Kg	1.032	0,78	14,64	15,42	15.913,78
1.14	92771	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 10 mm	Kg	143	0,72	12,91	13,63	1.955,14
1.15	92772	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 12,5 mm	Kg	15	0,69	10,64	11,33	172,30
1.16	103674	Concretagem de vigas e lajes, fck=25 MPa, para lajes pré-moldadas com uso de bomba em edificação com área média de lajes maior que 20 m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	105	565,16	117,60	682,76	71.744,08

		<b>ESCADA</b>						
1.17	95945	Armação de escada, com 2 lances, de uma estrutura convencional de concreto armado utilizando aço CA-50 de 8 mm	Kg	201,44	0,77	22,42	23,18	4.669,73
1.18	95946	Armação de escada, com 2 lances, de uma estrutura convencional de concreto armado utilizando aço CA-50 de 10 mm	Kg	129,00	0,74	16,84	17,58	2.267,64
1.19	95947	Armação de escada, com 2 lances, de uma estrutura convencional de concreto armado utilizando aço CA-50 de 12,5 mm	Kg	103	0,71	12,25	12,96	1.335,06
1.20	95969	Execução de escada em concreto armado, moldada in loco fck=25	m³	46,70	565,16	2.877,52	3.442,67	160.772,88
								<b>706.510,69</b>
<b>2</b>		<b>REVESTIMENTOS INTERNO CERÂMICO</b>						
2.1	87273	Revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo esmaltadas extra de dimensões 33x45 cm aplicadas em ambientes de área maior que 5 m² na altura inteira das paredes.	m²	322,91	40,29	25,67	65,96	21.298,36
								<b>21.298,36</b>
<b>3</b>		<b>INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS</b>						
3.1	96636	Tubo PPR DN 25 mm, classe PN 20	m	343,52	12,62	28,92	41,54	14.269,09
3.2	96648	Tubo PPR DN 32 mm, classe PN 25	m	23,17	21,09	3,23	24,33	563,66
3.3	96731	Tubo PPR DN 50 mm, classe PN 25	m	0,87	40,21	7,34	47,54	41,36
3.4	89447	Tubo PVC Soldável DN 32 mm	m	38,28	12,75	0,05	12,80	490,02
3.5	91792	Tubo PVC esgoto DN 40 mm	m	106,45	61,86	0,00	61,86	6.584,91
3.6	91793	Tubo PVC esgoto DN 50 mm	m	192,00	97,17	0,00	97,17	18.656,90
3.7	91794	Tubo PVC esgoto DN 75 mm	m	115,65	38,73	0,00	38,73	4.478,64
3.8	91795	Tubo PVC esgoto DN 100 mm	m	517,10	80,23	0,00	80,23	41.486,47
3.9	91796	Tubo PVC esgoto DN 150 mm	m	36,09	83,89	0,00	83,89	3.027,56

3.10	91796*	Tubo PVC esgoto DN 200 mm	m	4,30	83,89	0,00	83,89	360,72
3.11	89398	Tê soldável DN 32 mm	un.	1	8,69	5,50	14,19	14,19
3.12	89413	Joelho 90 PVC Soldável DN 32 mm	un.	7	4,95	5,50	10,45	73,15
3.13	96637	Joelho 90 PPR DN 25 mm	un.	277,00	3,25	5,64	8,89	2.461,62
3.14	96658	Conector fêmea PPR 25x1/2	un.	3,00	13,42	0,69	14,11	42,32
3.15	96665	Tê PPR DN 25 mm	un.	52,00	4,17	2,66	6,83	355,39
3.16	94656	Adaptador DN 25 mm	un.	60,00	3,26	0,60	3,86	231,84
3.17	94658	Adaptador DN 32 mm	un.	4,00	4,63	0,60	5,23	20,94
3.18	96702	Bucha de redução PPR DN 32x25	un.	6,00	3,83	1,62	5,45	32,67
3.19	103967	Bucha de redução PVC DN 50x32	un.	6,00	10,18	0,60	10,78	64,69
3.20	104197	Curva 90 graus, PPR, DN 25 mm	un.	12,00	12,48	6,52	19,00	228,02
3.21	96638	Joelho 45 PPR DN 25 mm	un.	2,00	2,65	6,52	9,17	18,34
3.22	96653	Joelho 45 PPR DN 32 mm	un.	2,00	4,92	1,68	6,60	13,19
3.23	96652	Joelho 90 PPR DN 32 mm	un.	4,00	4,98	1,67	6,65	26,61
3.24	96690	Joelho 90 PPR DN 50 mm	un.	1,00	19,56	9,17	28,73	28,73
3.25	96690*	Joelho 90 transição PPR DN 25 mm	un.	26,00	2,65	9,17	11,82	307,23
3.26	96656	Luva, PPR, DN 25 mm	un.	23,00	2,68	0,69	3,37	77,45
3.27	96659	Luva, PPR, DN 32 mm	un.	1,00	3,52	0,69	4,21	4,21
3.28	96643	Tê misturador, PPR, DN 25x3/4	un.	8,00	39,15	5,85	45,00	360,04
3.29	104055*	Registro esfera, PPR, DN 25 mm	un.	8,00	107,89	1,03	108,92	871,38
3.30	104055*	Registro esfera, PPR, DN 32 mm	un.	4,00	160,45	1,03	161,48	645,93
3.31	96666	Tê PPR DN 32 mm	un.	1,00	6,79	2,94	9,73	9,73
3.32	96713	Tê PPR DN 50 mm	un.	5,00	20,52	16,21	36,73	183,67
3.33	96666*	Tê de redução, PPR, 32x25x25	un.	1,00	15,31	16,21	31,52	31,52
3.34	96666*	Tê de redução, PPR, 32x32x25	un.	1,00	10,51	16,21	26,72	26,72
3.35	96665*	Tê de transição, PPR, 25x1/2x25	un.	6,00	23,45	16,21	39,66	237,98
3.36	95635	Kit cavalete para medição de água (hidrômetro) DN 25 mm	un.	6,00	127,88	273,17	401,05	2.406,29
3.37	104055*	Registro base PPR Cerâmico 1/2 volta	un.	36,00	48,35	1,03	49,38	1.777,77
3.38	94703*	Anel oring, esgoto, DN 50	un.	980,00	1,29	273,17	274,46	268.974,40
3.39	94703*	Anel oring, esgoto, DN 75	un.	364,00	1,79	273,17	274,96	100.086,78



## APÊNDICE J – ORÇAMENTO QUANTITATIVO MANUAL

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA - MANUAL								
ITEM	CÓDIGO SINAPI	SERVIÇOS	UNID.	QTD.	CUSTO UNITÁRIO			CUSTO TOTAL R\$
					MATERIAL	MÃO DE OBRA	MAT + M.O.	
<b>1.</b>		<b>SUPERESTRUTURA</b>						
		<b>VIGAS</b>						
1.1	92448	Montagem e desmontagem de fôrma de viga, escoramento com pontalete de madeira, pé-direito simples, em madeira serrada, 4 utilizações	m²	673,04	5,41	126,66	132,07	88.890,84
1.2	92759	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-60 de 5 mm	Kg	1.964,87	0,86	17,99	18,84	37.026,41
1.3	92760	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 6,3 mm	Kg	130,01	0,82	16,79	17,61	2.289,53
1.4	92761	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 8 mm	Kg	282,52	0,79	15,55	16,34	4.616,04
1.5	92762	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 10 mm	Kg	371,31	0,75	13,68	14,44	5.360,17
1.6	92763	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 12.5 mm	Kg	1.270,25	0,73	11,30	12,03	15.275,49
1.7	92764	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 16 mm	Kg	866,08	0,70	10,88	11,58	10.026,55

1.8	92765	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 20 mm	Kg	803,36	0,69	12,38	13,07	10.497,60
1.9	92766	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 25 mm	Kg	2.409,38	0,68	12,19	12,86	30.991,59
1.10	103674	Concretagem de vigas e lajes, fck=25 MPa, para lajes pré-moldadas com uso de bomba em edificação com área média de lajes maior que 20 m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	78,81	565,16	117,60	682,76	53.808,06
		<b>LAJES</b>						
1.11	92486	Montagem e desmontagem de fôrma de laje, pé-direito simples, em madeira serrada, 4 utilizações	m <sup>2</sup>	533	13,87	124,21	138,08	73.536,69
1.12	92769	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 6,3 mm	Kg	7.174	0,88	15,67	16,55	118.745,34
1.13	92770	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 8 mm	Kg	1.032	0,78	14,64	15,42	15.916,09
1.14	92771	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 10 mm	Kg	177	0,72	12,91	13,63	2.409,43
1.15	92772	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 12,5 mm	Kg	15	0,69	10,64	11,33	174,45
1.16	103674	Concretagem de vigas e lajes, fck=25 MPa, para lajes pré-moldadas com uso de bomba em edificação com área média de lajes maior que 20 m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	102	565,16	117,60	682,76	69.900,63
		<b>ESCADA</b>						
1.17	95945	Armação de escada, com 2 lances, de uma estrutura convencional de concreto armado utilizando aço CA-50 de 8 mm	Kg	207,19	0,77	22,42	23,18	4.803,03

1.18	95946	Armação de escada, com 2 lances, de uma estrutura convencional de concreto armado utilizando aço CA-50 de 10 mm	Kg	129,90	0,74	16,84	17,58	2.283,46
1.19	95947	Armação de escada, com 2 lances, de uma estrutura convencional de concreto armado utilizando aço CA-50 de 12,5 mm	Kg	107	0,71	12,25	12,96	1.381,85
1.20	95969	Execução de escada em concreto armado, moldada in loco fck=25	m³	44,70	565,16	2.877,52	3.442,67	153.887,53
								<b>701.820,79</b>
<b>2</b>		<b>REVESTIMENTOS INTERNO CERÂMICO</b>						
2.1	87273	Revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo esmaltadas extra de dimensões 33x45 cm aplicadas em ambientes de área maior que 5 m² na altura inteira das paredes.	m²	306,37	40,29	25,67	65,96	20.207,43
								<b>20.207,43</b>
<b>3</b>		<b>INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS</b>						
3.1	96636	Tubo PPR DN 25 mm, classe PN 20	m	277,17	12,62	28,92	41,54	11.513,14
3.2	96648	Tubo PPR DN 32 mm, classe PN 25	m	25,69	21,09	3,23	24,33	625,01
3.3	96731	Tubo PPR DN 50 mm, classe PN 25	m	0,86	40,21	7,34	47,54	40,75
3.4	89447	Tubo PVC Soldável DN 32 mm	m	38,09	12,75	0,05	12,80	487,59
3.5	91792	Tubo PVC esgoto DN 40 mm	m	103,48	61,86	0,00	61,86	6.401,19
3.6	91793	Tubo PVC esgoto DN 50 mm	m	191,85	97,17	0,00	97,17	18.642,32
3.7	91794	Tubo PVC esgoto DN 75 mm	m	114,43	38,73	0,00	38,73	4.431,40
3.8	91795	Tubo PVC esgoto DN 100 mm	m	515,99	80,23	0,00	80,23	41.397,41
3.9	91796	Tubo PVC esgoto DN 150 mm	m	35,78	83,89	0,00	83,89	3.001,56
3.10	91796*	Tubo PVC esgoto DN 200 mm	m	4,30	83,89	0,00	83,89	360,72
3.11	89398	Tê soldável DN 32 mm	un.	1	8,69	5,50	14,19	14,19
3.12	89413	Joelho 90 PVC Soldável DN 32 mm	un.	7	4,95	5,50	10,45	73,15
3.13	96637	Joelho 90 PPR DN 25 mm	un.	274	3,25	5,64	8,89	2.434,96
3.14	96658	Conector fêmea PPR 25x1/2	un.	4	13,42	0,69	14,11	56,43

3.15	96665	Tê PPR DN 25 mm	un.	44	4,17	2,66	6,83	300,71
3.16	94656	Adaptador DN 25 mm	un.	60	3,26	0,60	3,86	231,84
3.17	94658	Adaptador DN 32 mm	un.	4	4,63	0,60	5,23	20,94
3.18	96702	Bucha de redução PPR DN 32x25	un.	6	3,83	1,62	5,45	32,67
3.19	103967	Bucha de redução PVC DN 50x32	un.	6	10,18	0,60	10,78	64,69
3.20	104197	Curva 90 graus, PPR, DN 25 mm	un.	24,00	12,48	6,52	19,00	456,03
3.21	96638	Joelho 45 PPR DN 25 mm	un.	2,00	2,65	6,52	9,17	18,34
3.22	96653	Joelho 45 PPR DN 32 mm	un.	2,00	4,92	1,68	6,60	13,19
3.23	96652	Joelho 90 PPR DN 32 mm	un.	4,00	4,98	1,67	6,65	26,61
3.24	96690	Joelho 90 PPR DN 50 mm	un.	1,00	19,56	9,17	28,73	28,73
3.25	96690*	Joelho 90 transição PPR DN 25 mm	un.	26,00	2,65	9,17	11,82	307,23
3.26	96656	Luva, PPR, DN 25 mm	un.	23,00	2,68	0,69	3,37	77,45
3.27	96659	Luva, PPR, DN 32 mm	un.	1,00	3,52	0,69	4,21	4,21
3.28	96643	Tê misturador, PPR, DN 25x3/4	un.	8,00	39,15	5,85	45,00	360,04
3.29	104055*	Registro esfera, PPR, DN 25 mm	un.	8,00	107,89	1,03	108,92	871,38
3.30	104055*	Registro esfera, PPR, DN 32 mm	un.	4,00	160,45	1,03	161,48	645,93
3.31	96666	Tê PPR DN 32 mm	un.	1,00	6,79	2,94	9,73	9,73
3.32	96713	Tê PPR DN 50 mm	un.	5,00	20,52	16,21	36,73	183,67
3.33	96666*	Tê de redução, PPR, 32x25x25	un.	1,00	15,31	16,21	31,52	31,52
3.34	96666*	Tê de redução, PPR, 32x32x25	un.	1,00	10,51	16,21	26,72	26,72
3.35	96665*	Tê de transição, PPR, 25x1/2x25	un.	6,00	23,45	16,21	39,66	237,98
3.36	95635	Kit cavalete para medição de água (hidrômetro) DN 25 mm	un.	6,00	127,88	273,17	401,05	2.406,29
3.37	104055*	Registro base PPR Cerâmico 1/2 volta	un.	36,00	48,35	1,03	49,38	1.777,77
3.38	94703*	Anel oring, esgoto, DN 50	un.	980,00	1,29	273,17	274,46	268.974,40
3.39	94703*	Anel oring, esgoto, DN 75	un.	360,00	1,79	273,17	274,96	98.986,92
3.40	94703*	Anel oring, esgoto, DN 100	un.	760,00	2,79	273,17	275,96	209.732,39
3.41	94703*	Anel oring, esgoto, DN 150	un.	36,00	5,94	273,17	279,11	10.048,09
3.42	86888	Vaso sanitário (anel de vedação)	un.	57,00	166,49	38,50	204,99	11.684,67
3.43	104328	Caixa sifonada 150x150x150	un.	57,00	55,93	16,87	72,81	4.149,90
3.44	89726*	Cap esg sn DN 75 CB	un.	42,00	7,21	1,52	8,73	366,66

