

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Larissa de Quadros Bianchini

**UTILIZAÇÃO DE UM MODELO BIM 5D PARA
ORÇAMENTAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO**

Santa Maria, RS
2019

Larissa de Quadros Bianchini

**UTILIZAÇÃO DE UM MODELO BIM 5D PARA ORÇAMENTAÇÃO: UM ESTUDO
DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Engenheira Civil**.

Orientador: Prof. Dr. André Lübeck

Santa Maria, RS

2019

de Quadros Bianchini, Larissa

UTILIZAÇÃO DE UM MODELO BIM 5D PARA ORÇAMEN-
TAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO / por Larissa de Quadros Bianchini.
– 2019.

76 f.: il.; 30 cm.

Orientador: André Lübeck

Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa
Maria, , , RS, 2019.

1. BIM 5D. 2. Orçamento. 3. OrçaBIM. I. Lübeck, André.
II.UTILIZAÇÃO DE UM MODELO BIM 5D PARA ORÇAMEN-
TAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO.

© 2019

Todos os direitos autorais reservados a Larissa de Quadros Bianchini. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: lariqb@gmail.com

Larissa de Quadros Bianchini

**UTILIZAÇÃO DE UM MODELO BIM 5D PARA ORÇAMENTAÇÃO: UM ESTUDO
DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao da Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM, RS), como requisito parcial para a ob-
tenção do grau de **Engenheira Civil**.

Aprovado em 04 de julho de 2019:

André Lübeck, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Rogério Cattelan Antochaves de Lima, Prof. Dr. (UFSM)

Rafael Pires Portella, Prof. Ms. (UFN)

Santa Maria, RS

2019

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus por todas as portas que me foram abertas durante esta jornada e por toda a força e coragem que me destes para a realização deste sonho.

Agradeço também à minha família que sempre esteve ao meu lado acreditando no meu potencial e me apoiando sem medir esforços para que esse sonho se tornasse realidade sempre com muito amor, carinho e fé. Obrigada mãe, Andi e Calebe pelas revisões e formatações e também por não me deixarem enlouquecer.

Agradeço ao meu orientador André por ter aceito este desafio, sempre me dando apoio e me incentivando a melhorar. Obrigado pelo suporte, pelas correções e pela confiança.

Agradeço à UFSM pelo ambiente de estudos proporcionado e aos professores do curso de Engenharia Civil por terem compartilhado suas experiências e sabedoria, enriquecendo o aprendizado de seus alunos.

Agradeço à construtora que me acolheu como estagiária, acreditando no meu potencial e me dando a oportunidade de colocar em prática todos os conhecimentos teóricos adquiridos na universidade, aprendendo a cada dia e me preparando para o mercado de trabalho.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente participaram da realização desse projeto.

“Um momento de dor vale uma vida inteira de glória”

(LOUIS ZAMPERINI)

RESUMO

UTILIZAÇÃO DE UM MODELO BIM 5D PARA ORÇAMENTAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO

AUTORA: LARISSA DE QUADROS BIANCHINI

ORIENTADOR: ANDRÉ LÜBECK

A retração do mercado da construção civil no Brasil incentivou as empresas do setor a modificarem seus processos executivos, surgindo o interesse em tecnologias que possam resultar em uma melhor gestão e diminuição de custos dos empreendimentos. A tecnologia *Building Information Modeling* (BIM) se destaca pelo seu grande potencial de otimização de diversas atividades relacionadas à construção civil, pois permite que as edificações sejam construídas virtualmente antes da sua execução ocorrer. Ao utilizar o modelo BIM 5D a extração dos quantitativos pode ser automatizada, diminuindo as chances de ocorrerem erros e omissões, resultando em um orçamento mais preciso e confiável. Este trabalho tem como objetivo, criar um modelo BIM 5D através de um estudo de caso. Para isso todos os projetos de uma residência unifamiliar foram modelados através da tecnologia BIM e posteriormente foram elaborados um cronograma e um orçamento para a mesma. Para a elaboração do orçamento foi utilizado o *plug-in* para Revit OrçaBIM, criado pela empresa OrçaFascio. O desempenho de todos os *softwares* utilizados foi satisfatório para criação do modelo 5D e o OrçaBIM foi capaz de automatizar o processo de levantamento de quantitativos, trazendo credibilidade ao orçamentista e agilidade ao processo de orçamentação, resultando em um orçamento preciso, desde que haja uma modelagem prévia adequada ao processo. Entretanto, este programa não possui vinculação automatizada com o cronograma elaborado, e por isso parte do processo de elaboração do modelo BIM 5D ainda teve de ser realizado manualmente.

Palavras-chave: BIM 5D. Orçamento. OrçaBIM.

ABSTRACT

ABSTRACT TITLE

AUTHOR: LARISSA DE QUADROS BIANCHINI
ADVISOR: ANDRÉ LÜBECK

The downturn in the construction market in Brazil encouraged companies in the industry to change their executive processes, raising interest in technologies that may result in better management and lower costs of the projects. Building Information Modeling (BIM) technology stands out for its great potential for optimizing various construction-related activities, as it allows buildings to be built virtually before their execution occurs. By using the BIM 5D model the extraction of quantitative data can be automated, reducing the chances of errors and omissions and resulting in a more accurate and reliable estimate. This work aims to create a BIM 5D model through a case study. For this, all the projects of a residence were modeled through BIM technology and later a schedule and a estimate cost for the same were elaborated. To estimates the costs was used the plug-in for Revit OrçaBIM, created by the company Orçafascio. The performance of all the software used was satisfactory for the creation of the 5D model and OrçaBIM was able to automate the quantitative survey process, bringing credence to the estimator and agility to the estimating process, resulting in a precise estimate, provided there is a previous modeling appropriate to the process. However, this program does not have an automated link with the elaborated schedule, and therefore part of the process of elaboration of the BIM 5D model still had to be performed manually.

Keywords: BIM 5D. Estimate. OrçaBIM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Diferentes processos de comunicação	17
Figura 2 –	Dimensões BIM.....	19
Figura 3 –	Planta baixa do 1º pavimento	28
Figura 4 –	Planta baixa do 2º pavimento	28
Figura 5 –	Implantação do condomínio	29
Figura 6 –	Imagem do condomínio	29
Figura 7 –	Imagem 3D da residência.....	31
Figura 8 –	Imagem do projeto estrutural	33
Figura 9 –	Corte do banheiro	34
Figura 10 –	Água fria e esgoto cloacal 1º pavimento	35
Figura 11 –	Projeto hidrossanitário.....	36
Figura 12 –	Projeto elétrico.....	37
Figura 13 –	Programa Navisworks	38
Figura 14 –	Plataforma online do Orçafascio	40
Figura 15 –	Opções para criação, vinculação ou edição de orçamentos	41
Figura 16 –	Ferramentas disponíveis no OrçaBIM	41
Figura 17 –	Pesquisa de composições	42
Figura 18 –	Editor de Critério	43
Figura 19 –	Editor de Subcritério	44
Figura 20 –	Subcritério por Categorias	45
Figura 21 –	Subcritério por Materiais	46
Figura 22 –	Subcritério por Fórmulas	47
Figura 23 –	Filtro de Categoria	48
Figura 24 –	Filtro de Parâmetro.....	49
Figura 25 –	Regras de Cálculo.....	50
Figura 26 –	Orçamento automatizado	51
Figura 27 –	Interferência entre parede e bloco estrutural	53
Figura 28 –	Interferência entre tubulação de água fria e parede arquitetônica	54
Figura 29 –	Interferência entre parede e QD	55
Figura 30 –	Interferência entre bloco estrutural e QD	55
Figura 31 –	Interferência entre tubulação de água fria e laje estrutural	56
Figura 32 –	Interferência entre tubulação de água fria e eletroduto	56
Figura 33 –	Gráfico de Gantt com superestrutura do 1º pavimento	57
Figura 34 –	Forros em gesso.....	58
Figura 35 –	Portas de 70x210cm.....	59
Figura 36 –	Concretagem 2º pavimento	60
Figura 37 –	Alvenaria 2º pavimento	60
Figura 38 –	Reboco externo	61
Figura 39 –	Cronograma físico-financeiro	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Testes verificados	53
-------------------------------------	----

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – ORÇAMENTO SUMÁRIO	71
APÊNDICE B – CURVA ABC	73
APÊNDICE C – GRÁFICO DE GANTT	76

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	JUSTIFICATIVA	14
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	Objetivo Geral	14
1.2.2	Objetivos Específicos	14
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	BIM	16
2.1.1	BIM 4D	20
2.1.2	BIM 5D	21
2.2	ORÇAMENTO	22
2.2.1	Orçamentação Tradicional	23
2.2.2	Orçamentação BIM 5D com auxílio de programa externo	23
2.2.3	Orçamentação BIM 5D com auxílio do OrçaBIM	25
3	METODOLOGIA	27
3.1	ESTUDO DE CASO	27
3.1.1	Projetos	30
<i>3.1.1.1</i>	<i>Projeto Arquitetônico</i>	30
<i>3.1.1.2</i>	<i>Projeto Estrutural</i>	32
<i>3.1.1.3</i>	<i>Projeto Hidrossanitário</i>	33
<i>3.1.1.4</i>	<i>Projeto Elétrico</i>	36
3.1.2	Compatibilização	38
3.1.3	Cronograma	39
3.1.4	Orçamento	39
<i>3.1.4.1</i>	<i>OrçaBIM</i>	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
4.1	PROJETOS	52
4.2	COMPATIBILIZAÇÃO	53
4.2.1	Clash Detective	53
4.3	CRONOGRAMA	57
4.4	ORÇAMENTO	58
4.4.1	Curva ABC	62
4.5	CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO	62
5	CONCLUSÃO	64
	REFERÊNCIAS	66
	APÊNDICES	70

1 INTRODUÇÃO

Em 2012, segundo o IBGE, o setor da construção civil chegou a representar 5,51% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. Entretanto, a construção civil apresenta queda em suas atividades desde 2014 (NAKAMURA, 2019) e em 2017 foi o setor que teve a maior queda no PIB, encolhendo 5% (IBGE, 2018). Com isto as empresas do setor tendem a modificar seus processos executivos e surge o interesse em tecnologias que possam resultar em uma melhor gestão e diminuição de custos dos empreendimentos.

O *Building Information Modeling* (BIM), que foi disseminada pelo mundo a partir de 2002 (XU, 2017), se destaca pelo seu grande potencial de otimização de diversas atividades relacionadas à construção civil, porque permite que as edificações sejam “construídas” virtualmente antes da sua execução ocorrer, possibilitando a realização de análises e simulações (SANTOS; ANTUNES; BALBINOT, 2014). Segundo Ricotta (2018) não utilizar a tecnologia BIM é perder dinheiro e competitividade no mercado.

No método tradicional utilizado por profissionais da área da arquitetura e construção civil os projetos são realizados utilizando o *Computer Aided Design* (CAD) e compatibilizados de forma manual dependendo da experiência do profissional encarregado e da sua capacidade de imaginar como as especialidades irão interferir entre si. Segundo Campestrini *et al.* (2015) esta forma tradicional de projetar causa e, muitas vezes, perda de informação ao longo do tempo, pois são utilizadas diversas plantas 2D e as informações podem não estar adequadas em todos os desenhos, diferentemente da tecnologia BIM, na qual estas informações estão agrupadas em um único modelo compartilhado entre todos os profissionais envolvidos.

Além disso, com a utilização da tecnologia BIM os profissionais envolvidos no empreendimento participam desde o início do processo e a tomada de decisões é melhorada através dos conhecimentos e competências de cada um dos envolvidos gerando assim informações mais completas desde as etapas iniciais do projeto (WITICOVSKI, 2011).

Dentre os fatores ligados à não utilização da tecnologia BIM estão a resistência às mudanças por partes dos profissionais do setor, a dificuldade de entendimento do que é BIM e dos seus benefícios e as questões culturais inerentes ao mercado brasileiro (CATELANI, 2016).

Conforme Ferreira (2015), diversos países da Europa tornaram o BIM obrigatório em obras públicas através de leis, orientações ou diretivas, a fim de tornar essa tecnologia a mais abrangente possível. Em países com maior maturidade no uso do BIM, alguns bancos ofere-

cem taxas menores de financiamento para projetos desenvolvidos a partir desta tecnologia, pois entendem que o risco é menor, e seguradoras apontam que a construção é mais precisa e tem chances menores de ocorrências de erros e de variações nos orçamentos (CATELANI, 2016).

No Brasil, o governo federal, através da publicação do Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018, oficializou a Estratégia Nacional para a Disseminação do *Building Information Modeling* (BIM) - Estratégia BIM BR, “com o intuito de promover um ambiente adequado ao investimento do BIM e sua difusão no país”.

De acordo com estudos contratados pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), há uma expectativa de que a utilização da metodologia BIM reflita em um aumento de 10% na produtividade do setor e uma redução de custos que pode chegar a 20% (DINO, 2018). Carnicelli (2018) aponta que em alguns casos foi possível reduzir até 22% do custo de construção e até 44% dos custos com retrabalho ao utilizar o BIM.

A representação do projeto, seu planejamento e a orçamentação são etapas cruciais que devem ser muito bem definidas desde o início de uma obra para que sirvam de base para o empreendimento ser executado de forma produtiva e alcance os resultados esperados (LIMA, 2016). Ademais, o orçamento é uma das principais ferramentas gerenciais, pois é utilizado em diversas fases do empreendimento, desde a análise de viabilidade econômica até o controle da execução (COSTA; SERRA, 2014).

Segundo Ferreira (2015) os modelos BIM proporcionam uma melhor orçamentação e gestão de custos para os empreendimentos. Entretanto, Sabol (2008) ressalta que um pré-requisito para uma eficaz estimativa de custos automatizada é a definição de estruturas adequadas e de dados consistentes para os objetos modelados.

Sendo assim, uma modelagem 3D adequada é capaz de proporcionar uma extração de quantitativos automática, facilitando a elaboração de orçamentos e permitindo uma maior precisão nas decisões a serem tomadas referentes aos custos (JÚNIOR, 2018).

Por fim, sendo a tecnologia BIM e a orçamentação de suma importância para os empreendimentos, o presente trabalho irá utilizar esta tecnologia ao modelar uma edificação unifamiliar e compatibilizar seus projetos arquitetônico e complementares, além de utilizar um *software* de orçamentos existente no mercado que visa facilitar e aprimorar o processo de orçamentação vinculado ao uso do BIM.

1.1 JUSTIFICATIVA

A tecnologia BIM tem se mostrado o futuro da construção civil (NAKAMURA, 2019), pois diminui os custos e aumenta a produtividade (DINO, 2018). Sendo assim, é uma tecnologia de estudo justificado. Além disso, o uso do BIM melhora a qualidade dos orçamentos, aumentando a precisão dos valores encontrados (LIMA, 2016), aumentando o grau de confiabilidade do mesmo e permitindo uma extração automatizada dos quantitativos, o que diminui as chances de erros e omissões (COSTA; SERRA, 2014).

Este estudo propõe o uso de um *software* que promete a atualização automática de todos os quantitativos do projeto, previamente vinculados às composições do orçamento, avaliação do custo do projeto em qualquer etapa do mesmo, otimização do fluxo de trabalho, economia de tempo e de custo (FASCIO, 2019a).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral utilizar a tecnologia BIM para modelar todos os projetos de uma residência unifamiliar no *software* Revit, compatibilizá-los com o *software* Navisworks e posteriormente realizar um orçamento a partir dos modelos com o *plug-in* Revit OrçaBIM, que integra o *software* Orçafascio ao Revit .

1.2.2 Objetivos Específicos

- Utilizar a tecnologia BIM para modelar os projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico de uma residência unifamiliar no *software* Revit;
- Utilizar a tecnologia BIM para compatibilizar os projetos modelados através do *software* Navisworks avaliando as sobreposições e conflitos entre as diferentes especialidades;
- Utilizar a tecnologia BIM para orçamentação dos projetos através do *plug-in* para Revit OrçaBIM, da empresa Orçafascio e analisar as vantagens e desvantagens deste método em relação a outros estudos que se propuseram integrar o orçamento ao BIM.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi dividido em cinco capítulos organizados da seguinte maneira: Capítulo 1 – Introdução: apresentação, justificativa do trabalho e delimitação dos objetivos; Capítulo 2 – Revisão bibliográfica: caracterização do BIM (*Building Information Modeling*), identificação dos seus benefícios e dificuldades de uso, apresentação e caracterização do BIM 4D e 5D, caracterização de orçamentação nos formatos tradicional e com auxílio do BIM; Capítulo 3 – Metodologia: prestação dos programas utilizados, caracterização dos projetos modelados, apresentação dos processos de compatibilização e de extração de quantitativos, caracterização do OrçaBIM e criação de um modelo 5D; Capítulo 4 – Resultados e discussões: análises relativas aos processos de desenvolvimento dos projetos, da compatibilização, da elaboração do cronograma, da extração de quantitativos no através do OrçaBIM e resultados do orçamento elaborado; Capítulo 5 – Conclusões: apresenta as conclusões relativas ao desenvolvimento do modelo BIM 5D.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BIM

Os conceitos referentes ao *Building Information Modeling* (BIM) surgiram nos anos 1970, entretanto, a tendência de mudança na tecnologia de construção foi amplamente disseminada pelo mundo após o BIM ser proposto pela empresa Autodesk em 2002 (XU, 2017).

O *American Institute of Architects* (AIA) define BIM como “uma tecnologia baseada em um modelo que está associado a um banco de dados de informações sobre um projeto” (CATELANI, 2016). Entretanto traduz-se a expressão *Building Information Modeling* (BIM) como “modelagem da informação da construção”. Esta expressão demonstra duas características importantes do BIM: o modelo tridimensional e a informação agregada a ele.

O modelo 3D ajuda a explicar as informações da construção e resulta em uma compreensão mais clara do projeto, reduzindo as chances de haver elementos mal representados ou esquecidos (SABOL, 2008) e melhora o processo de compatibilização dos diferentes projetos desenvolvidos (CAMPESTRINI et al., 2015).

As informações, que são a parte mais valiosa desta tecnologia (FERREIRA, 2015), servem como principal ferramenta para orientar a tomada de decisão (CAMPESTRINI et al., 2015) e estão sempre atreladas ao modelo tridimensional, servindo assim como um banco de dados unificado, no qual qualquer informação relacionada ao empreendimento pode ser criada ou extraída (BARBOSA, 2014).

Ao estudar esta tecnologia, deve-se entender que BIM não é uma mera representação computacional, mas sim um processo integrado, construído com base em informações coordenadas e confiáveis sobre um projeto (FERREIRA, 2015). *Softwares* que são capazes de elaborar modelos 3D, mas que não atuam como gestores de bancos de dados integrados, não são BIM (CATELANI, 2016).

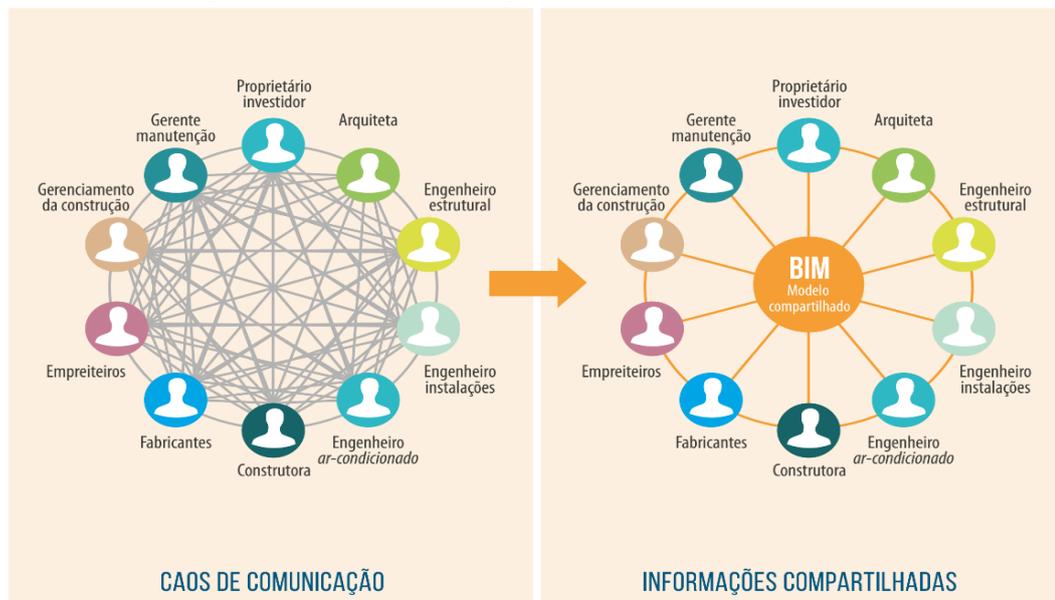
Isto significa que na tecnologia BIM o modelo digital vai além da sua visualização geométrica, pois possui um conjunto de informações sobre todos os elementos modelados que permite ao projetista realizar alterações e estudar diferentes possibilidades antes do empreendimento começar a ser construído (SOARES, 2013).

No processo de construção tradicional a gestão da informação entre os profissionais ocorre de várias formas, através de reuniões, e-mails, planilhas, ligações telefônicas e men-

sagens e a informação enviada por um profissional depende daquela recebida anteriormente (CAMPESTRINI et al., 2015), podendo ocasionar desorganização, carência de informações compartilhadas, perda de dados e conseqüentemente erros do projeto (BARBOSA, 2014).

Em contrapartida, ao utilizar um modelo BIM todos os profissionais podem inserir informações no modelo, aumentando as chances de a representação digital gerar um resultado fiel às expectativas (TOTALCAD, 2017). Além disso, os colaboradores envolvidos podem acessá-lo a fim de encontrar informações pertinentes à realização de determinada tarefa (SABOL, 2008) e têm acesso à informação atualizada em tempo real (XU, 2017). Na Figura 1 demonstra-se a diferença na comunicação entre o processo tradicional, que leva ao caos de comunicação, e a tecnologia BIM, que utiliza o compartilhamento das informações.

Figura 1 – Diferentes processos de comunicação



Fonte: (CATELANI, 2016)

Segundo Ferreira (2015) quanto maior for o investimento financeiro e o esforço empregado na fase de projetos, menores serão os erros e omissões existentes no mesmo. A utilização do BIM nesta fase aprimora a compreensão e facilita a visualização do empreendimento (JÚNIOR, 2018), auxiliando na identificação de erros desde o início da elaboração dos projetos e conseqüentemente diminuindo os custos do empreendimento (SAI EVURI; AMIRI-ARSHAD, 2015).

Além disso, Xu (2017) aponta que, ao integrar todas as informações dos projetos, o modelo BIM proporciona aos profissionais envolvidos tomadas de decisão mais precisas, me-

lhorando assim o gerenciamento da construção. Witicovski (2011) concluiu também que a partir da utilização do BIM é possível melhorar o planejamento e o controle de custos de empreendimentos.

Ainda, com a tecnologia BIM podem ser evitados atrasos, interrupções da obra e custos com retrabalho e o dinheiro disponível pode ser redirecionado para outras áreas do projeto (MITCHELL, 2012).

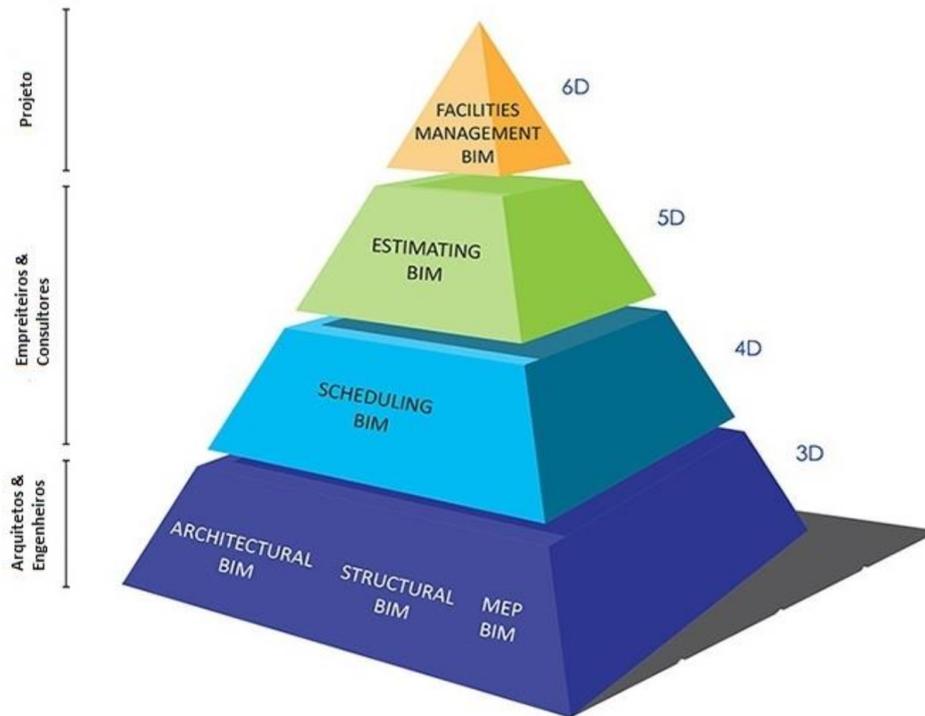
Amiri (2015) afirma que usar o BIM para desenvolver projetos tem benefícios consideráveis em comparação com projetos desenvolvidos usando métodos e processos tradicionais, pois com o BIM as empresas economizam tempo, melhoram a qualidade e reduzem custos. Barlish e Sullivan (2012) encontraram em seus estudos economia de 29% nos custos de projetos e de 70% nos custos de alterações dos projetos. Encontraram também uma variação do cronograma 53% menor e uma economia de 6% dos custos de construção para o empreiteiro. Kassem e Amorim (2015) destacam também que 70% das empresas que utilizam o BIM apontam que ele é muito relevante na melhoria de desempenho da construção civil.

Em um projeto BIM, a partir modelo 3D pode-se associar outras dimensões como tempo e custo. Quanto mais dimensões tiver o modelo, mais informações estão contidas nele, tornando as tomadas de decisão mais complexas e acertadas (CAMPESTRINI et al., 2015).

Com o intuito de visualizar corretamente o planejamento de uma obra no espaço, existe o BIM 4D, que significa o acréscimo da dimensão tempo através de um cronograma, permitindo a visualização do andamento da obra em um programa de visualização gráfica (LUKE et al., 2014).

Ainda, ao adicionar informações de custos a um modelo 4D chega-se ao BIM 5D. A partir desse será possível retirar diversas informações, entre elas o custo das atividades da obra e demais ferramentas de controle, como a curva ABC (CAMPESTRINI et al., 2015). Na Figura 2 mostram-se as dimensões do BIM.

Figura 2 – Dimensões BIM



Fonte: (FERREIRA, 2015)

Existem vários *softwares* integrados com a tecnologia BIM, entre eles Revit, ArchiCAD, Bentley Architecture, Tekla Structures, TQS, QiBuilder, Eberick e Navisworks (ROSSO, 2011). A combinação Revit + Navisworks é uma das mais populares para edificações (XU, 2017). Nesta combinação os projetos são desenvolvidos no *software* Revit e posteriormente os modelos são importados pelo *software* Navisworks que possui uma estrutura própria para detecção de conflitos entre os diferentes elementos modelados (SABOL, 2008).

No Navisworks é possível acompanhar toda a evolução da construção, antecipar problemas de interferências e fazer, por meio de simulação gráfica, análises de diferentes cenários (LUKE et al., 2014). Com isto, os erros podem ser encontrados com antecedência e os projetos podem ser alterados, evitando mudanças futuras e retrabalho, reduzindo custos e economizando tempo (XU, 2017).

No âmbito do gerenciamento da construção, este *software* permite também realizar o acompanhamento da obra por meio de fotografias digitais ao compará-las com as imagens virtuais obtidas no programa para determinada etapa da construção (LUKE et al., 2014).

2.1.1 BIM 4D

O modelo BIM 4D é aquele que possui informações sobre o cronograma do empreendimento, como prazos, produtividade das equipes, número de equipes e sequências construtivas (CAMPESTRINI et al., 2015). Além disso, este modelo permite a avaliação dos projetos através de simulações virtuais do cronograma do empreendimento que podem ser compartilhadas com os demais profissionais da equipe de trabalho (BARBOSA, 2014) e permite a análise de possíveis interferências do processo construtivo e dos elementos entre si (LUKE et al., 2014).

Na fase de projetos é possível simular diferentes datas para cada atividade, analisando seus efeitos sobre o cronograma, visualizar a construção e o canteiro de obras em qualquer momento, melhorando a compreensão do processo executivo (EASTMAN et al., 2014). É possível ainda avaliar interferências, antecipar problemas e cortar custos de execução (LUKE et al., 2014).

No processo executivo o BIM 4D melhora a comunicação e a cooperação entre os profissionais envolvidos e as simulações garantem maior eficiência do planejamento (BARBOSA, 2014). Além disso, o BIM 4D proporciona sistemas de acompanhamento e controle de obras aprimorados através de interfaces gráficas amigáveis (LUKE et al., 2014).

Segundo Eastman et al. (2014) os benefícios deste sistema podem ser maiores ainda ao serem incluídos na modelagem objetos de construção temporários, como guias, escoramentos e andaimes.

Entretanto, o nível de detalhe do modelo pode variar de acordo com a utilização do mesmo, pois os elementos representados devem abranger todas as etapas a serem incorporadas no cronograma a fim de apresentar simulações realistas do andamento da obra. Este processo também pode necessitar que alguns objetos construídos como um único elemento sejam divididos em diferentes partes para mostrar sua real construção, em diferentes etapas. A maioria dos *softwares* 4D não possuem esta funcionalidade, sendo necessário que estas alterações sejam feitas no *software* 3D onde o modelo foi elaborado (EASTMAN et al., 2014).

Sendo assim, o planejamento 4D apresenta benefícios importantes para a indústria da construção (LUKE et al., 2014), desde que o nível de detalhes e a modelagem dos objetos seja adequada à sua utilização (EASTMAN et al., 2014).

2.1.2 BIM 5D

A modelagem 3D vinculada ao orçamento é denominada BIM 5D e é caracterizada por acrescentar o custo ao modelo virtual (COSTA; SERRA, 2014). Neste modelo são inseridas informações como valores de materiais, mão de obra, equipamentos e despesas indiretas, possibilitando a extração de informações como custo das atividades e demais elementos de controle como as curvas ABC e S (CAMPESTRINI et al., 2015).

A tecnologia BIM é capaz de melhorar o processo de orçamentação desde as estimativas de custos provisórias, pois os modelos BIM, mesmo na fase inicial de projetos, permitem a extração de áreas, volumes e perímetros de forma precisa que levam a uma estimativa de custos mais aproximada (EASTMAN et al., 2014).

Na etapa de extração dos quantitativos pelo método tradicional as dimensões são retiradas de desenhos em CAD e as quantidades são introduzidas manualmente nos orçamentos, demandando muito tempo (XU, 2017), além de correr os riscos de interpretações erradas, erros de digitação e omissões de cálculos importantes (LIMA, 2016).

No BIM 5D a extração dos quantitativos apresenta um significativo grau de confiabilidade (COSTA; SERRA, 2014) já que tanto a extração de quantidades como a lista dos materiais serão mais precisas, com menos erros e omissões (EASTMAN et al., 2014).

Stanley (2014) sugere que o BIM 5D pode fornecer vantagens como maior eficiência, maior visualização de detalhes e identificação prévia dos riscos, pois o uso de modelos atualizados e com medidas exatas do que será executado torna o processo de orçamentação muito mais preciso (LIMA, 2016). Além disso, Costa e Serra (2014) afirmam que a maioria dos itens da planilha orçamentária podem ser extraídos de forma automática, diminuindo as chances de erros e omissões.

Entretanto, para que se tenha uma maior eficiência do BIM 5D os elementos de um modelo precisam ser detalhados o suficiente para permitir uma classificação precisa dos materiais e uma atribuição de custos adequada, o que pode demandar um tempo maior do projetista (SABOL, 2008).

Por fim, o BIM 5D é uma ferramenta que contribui para atividades como levantamento de quantitativos, eliminando alguns erros manuais comuns desta etapa e colaborando para uma melhor qualidade do orçamento (COSTA; SERRA, 2014), desde que se tenham configurações e processos adequados na modelagem (XU, 2017).

2.2 ORÇAMENTO

O orçamento é uma das principais ferramentas gerenciais e possui diferentes características ao longo do seu desenvolvimento. Nas fases iniciais de um projeto é determinado com base em estimativas de custo, através de áreas e volumes aproximados, e nas fases mais avançadas deve ser detalhado de forma a considerar todos os serviços a serem executados (COSTA; SERRA, 2014).

A elaboração de um orçamento deve considerar dois fatores: os custos diretos e os custos indiretos. Os custos diretos são todos os custos diretamente envolvidos na produção do empreendimento, que são insumos e composições constituídos por materiais, mão-de-obra e equipamentos auxiliares, mais toda a infraestrutura de apoio necessária para a sua execução no canteiro de obras (TISAKA, 2006). E os custos indiretos são aqueles que não estão diretamente associados aos serviços no canteiro, mas são fundamentais para que o projeto seja executado (WITICOVSKI, 2011).

Os custos indiretos são chamados de BDI (Benefício e Custos Indiretos). Esta parte do orçamento é a mais difícil de mensurar, pois engloba além as despesas indiretas com administração local da obra, engenheiro fiscal, salário dos funcionários, custos com contabilidade, transporte de materiais, impostos e taxas, outros fatores como taxa de risco do empreendimento, tributos, taxa de comercialização e benefícios ou lucro (TISAKA, 2006).

A concepção de um orçamento ocorre inicialmente com a extração dos quantitativos, a qual está atrelada à capacidade do profissional de atender às expectativas do cliente e de quantificar de maneira adequada a forma de pagamento de cada um dos serviços calculados (OLATUNJI et al., 2010). Nesta etapa o orçamentista utiliza várias informações, como projetos executivos, medições de áreas, volumes e serviços, índices de dimensionamento do trabalho e o conhecimento sobre a tecnologia e a técnica do serviço construtivo a ser executado (COSTA; SERRA, 2014).

Posteriormente estes dados extraídos são vinculados a insumos e composições com preços unitários retirados da base de dados do SINAPI, de outros bancos existentes ou de uma base própria da empresa. Esta etapa ocorre de maneira similar em todos os processos de orçamentação, e por isso estes são diferenciados pela maneira como é feita a quantificação.

No processo de orçamentação baseado no BIM 5D, esta extração dos quantitativos pode ser realizada de três maneiras diferentes, conforme aponta Eastman et al. (2014):

1. Exportar os quantitativos do modelo para um *software* externo de orçamentação através de tabelas geradas pelo próprio programa utilizado na modelagem;
2. Vincular o modelo BIM diretamente a um *software* de orçamentação através da utilização de um *plug-in* do mesmo;
3. Utilizar uma ferramenta específica para extração dos quantitativos do modelo BIM.

Neste trabalho serão abordadas três maneiras diferentes de orçamentação, sendo duas delas conforme os itens 1 e 2 acima: orçamentação tradicional, orçamentação BIM 5D com auxílio de programa externo e orçamentação BIM 5D com auxílio do programa OrçaBIM.

2.2.1 Orçamentação Tradicional

No processo tradicional de orçamentação a extração dos quantitativos ocorre de forma manual, inicialmente selecionando os elementos nos desenhos CAD e determinando suas dimensões e posteriormente vinculando manualmente essas quantidades aos insumos e composições do orçamento (XU, 2017). Este tipo de quantificação é propenso a erros humanos e pode causar imprecisões nos orçamentos, além de ser um processo demorado, consumindo de 50% a 80% do tempo de um engenheiro orçamentista (SABOL, 2008).

Costa e Serra (2014) verificaram inúmeros problemas neste processo de orçamentação, entre eles falhas e incompatibilidade de projetos, planejamento inadequado, erros no levantamento de quantitativos e falta de informações sobre os índices de dimensionamento, que podem ocasionar elevação nos custos de obra e um processo de compras inadequado. Além disso um erro no levantamento de quantitativos pode ser perigosamente refletido na avaliação do custo final de um empreendimento, afetando, assim, a tomada de decisão das empresas (BARBOSA, 2014).

Outro ponto negativo deste tipo de orçamentação advém da necessidade de se fazer um novo levantamento de quantitativo cada vez que se tem um ajuste no projeto original (ANDRADE; SOUZA, 2003), o que pode ser resolvido com a utilização do BIM 5D.

2.2.2 Orçamentação BIM 5D com auxílio de programa externo

Neste processo de orçamentação os quantitativos dos elementos a serem orçados são extraídos do programa no qual foram modelados e são exportados para planilhas ou banco de

dados externos (PEREIRA, 2017). Como no modelo BIM os elementos contêm propriedades já definidas, a quantificação se torna mais precisa e é capaz de reduzir em até 44% o tempo de levantamento de quantitativos (ALDER, 2006).

Diversos autores apontam as vantagens deste processo em relação à orçamentação tradicional. Barbosa (2014) destaca que o método convencional pode ser vítima de erros humanos. Com a utilização do BIM tem-se uma extração de quantitativos exata, automatizada e atualizada, reduzindo significativamente a variabilidade dos orçamentos (SABOL, 2008), que se tornam mais confiáveis (XU, 2017) e possuem maior precisão no seu processo (ANTUNES, 2017).

Costa e Serra (2014) também indicam que os quantitativos extraídos do BIM apresentam um significativo grau de confiabilidade, eliminando alguns erros manuais comuns na quantificação e colaborando para uma melhor qualidade do orçamento.

Além disso, Pereira 2017 afirma que é incontestável a agilidade obtida na etapa de extração de quantitativos, pois o *software* disponibiliza as informações de forma exata e praticamente automática, o que traduzirá em um orçamento mais preciso, fazendo com que as construtoras diminuam seus riscos ao oferecerem propostas financeiras (CAMPESTRINI et al., 2015).

Para Andrade 2012, a contribuição do BIM na fase de levantamento de quantitativos resulta em três vantagens: maior precisão com a extração automática de tabelas de quantitativos; proporcionar maior necessidade de reflexão sobre a tecnologia da construção; evolução da forma de projetar visando eficiência no processo.

Por fim, Santos et al. (2009) destacam que o levantamento de quantitativos através do BIM permite também uma rápida avaliação sobre o impacto de uma decisão do projeto no custo da obra.

Entretanto, Antunes (2017) afirma que a modelagem deve ser pensada nas etapas da obra, a fim de ter uma quantificação adequada à forma de pagamento dos serviços e que como é necessária a extração dos quantitativos do *software* BIM para a orçamentação, a cada mudança do projeto uma nova extração é necessária a fim de atualizar o orçamento.

Neste processo é necessário também que os objetos em um modelo BIM tenham dados suficientes que permitam uma classificação precisa dos materiais e adequada atribuição dos custos (SABOL, 2008) e que seja feita a compatibilização dos projetos antes da realização do orçamento (PEREIRA, 2017). Sendo assim, o maior esforço deve ser empreendido na criação do modelo, para que processo de levantamento de quantitativos ocorra de forma ágil (SAI EVURI;

AMIRI-ARSHAD, 2015).

Por fim, Pereira (2017) constatou a necessidade de aperfeiçoar este processo para que as planilhas externas ao *software* BIM permaneçam integradas ao modelo e Antunes (2017) destacou que a integração com *softwares* específicos de orçamento seria de um ganho considerável, já que neste processo é necessária a extração de planilhas para um *software* externo para realização do orçamento.

2.2.3 Orçamentação BIM 5D com auxílio do OrçaBIM

Neste processo de orçamentação o levantamento dos quantitativos ocorre através de uma ferramenta que é capaz de vincular o modelo BIM diretamente a um *plug-in* de orçamentação. Com isto, o orçamentista pode utilizar regras de medição e calcular as quantidades de cada elemento ao associar os objetos do modelo à uma base de dados externa, aliando as informações contidas nos modelos BIM ao orçamento (EASTMAN et al., 2014). Além disso, caso ocorram alterações nos projetos, os levantamentos provenientes dos modelos BIM são atualizados instantaneamente, fato que não ocorre no método convencional (BARBOSA, 2014).

Sabol (2008) ressalta que os profissionais que utilizam estas ferramentas deverão desenvolver padrões e procedimentos internos a fim de alinhar seus modelos aos processos de orçamentação, além de adotar mudanças ao longo do tempo conforme essas tecnologias amadurecem.

O programa escolhido para análise neste trabalho é o *plug-in* para Revit OrçaBIM, desenvolvido pela empresa Orçafascio. Esta ferramenta utiliza as principais bases de dados de composições do Brasil, incluindo preços do SINAPI, SBC e outros e permite a edição do orçamento de forma integrada através do *software* Revit, com o *plug-in* ou através de qualquer navegador na internet, em sua plataforma online (FONSECA, 2018).

Segundo Fascio (2019b) através do *plug-in* é possível extrair automaticamente os quantitativos do projeto em Revit, através de critérios definidos pelo usuário, e vinculá-los, de modo rápido e direto, com as Composições de Custo Unitário para a montagem de um orçamento preciso. Além disso, a empresa Orçafascio promete uma interface acessível aliada à segurança e qualidade das informações, com a atualização automática dos quantitativos previamente vinculados às composições do orçamento, avaliação do custo do projeto em qualquer etapa do mesmo e extração de um orçamento analítico, eliminando a necessidade de exportar planilhas manualmente e otimizando o tempo de produção durante os processos de planejamento e orçamentação

da obra.

Fascio (2019b) afirma que “a utilização do OrçaBIM vêm demonstrado versatilidade na resposta a problemas de quantificação de elementos dos modelos BIM e da ligação destas quantificações diretamente a bancos de dados de custos”. Fonseca (2018) também avaliou a plataforma como sendo extremamente útil e ágil no processo de orçamentação, além de ser intuitiva e fácil de utilizar. Souza (2019) complementa dizendo que nos processos de quantificação e orçamentação com BIM “a utilização do OrçaBIM pode eliminar etapas, superando até algumas limitações ainda existentes nos recursos de tabelas do Revit”.

3 METODOLOGIA

Este trabalho se propôs inicialmente à apresentação de uma revisão bibliográfica dos assuntos a serem abordados neste, que são: a tecnologia BIM, sua utilização, vantagens e desvantagens e seus diferentes modelos, 4D e 5D; e processos de orçamentação, como são elaborados os orçamentos pelos processos tradicional e com utilização do BIM.

Posteriormente foi proposta a aplicação dos temas revisados através de um estudo de caso, que ocorre em duas etapas: a primeira consiste na elaboração e compatibilização dos projetos de uma residência unifamiliar a partir da tecnologia BIM e a segunda consiste na elaboração de um cronograma (BIM 4D) e de um orçamento (BIM 5D), para o qual foi utilizada a ferramenta OrçaBIM a fim de analisar suas vantagens e desvantagens.

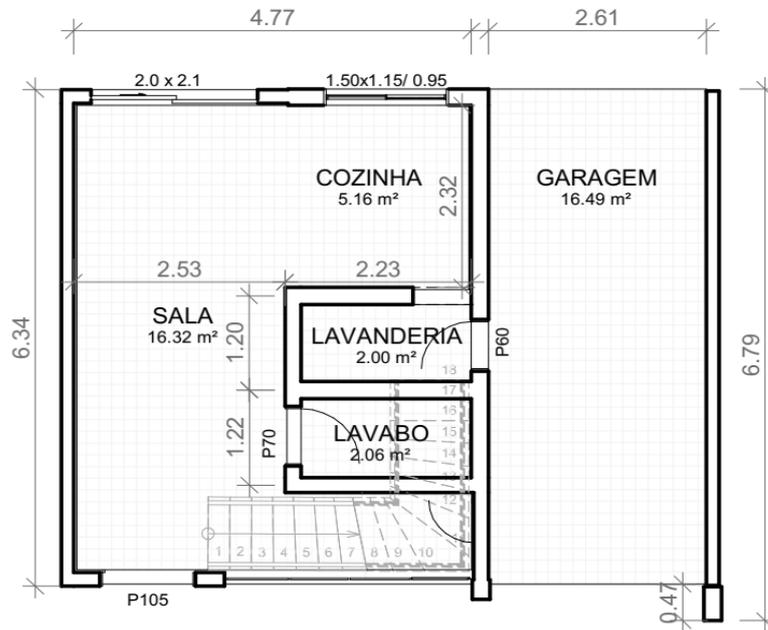
Ao todo, serão utilizados quatro programas diferentes que possuem boa interoperabilidade entre si e que juntos fazem parte da tecnologia BIM.

3.1 ESTUDO DE CASO

A partir da tecnologia BIM foram elaborados os projetos de uma residência unifamiliar que fará parte de um condomínio na cidade de Santa Maria, RS. Este condomínio será executado em um terreno de 40x80m e contará com 18 casas geminadas, uma rua interna que dará acesso às residências e um *playground*. A residência projetada possui dois pavimentos e conta com 2 dormitórios, 1 suíte, cozinha integrada com a sala, lavanderia, lavabo, garagem para dois carros e uma área verde ao fundo com 71m². A área construída é de 93 m² e cada lote terá 109 m².

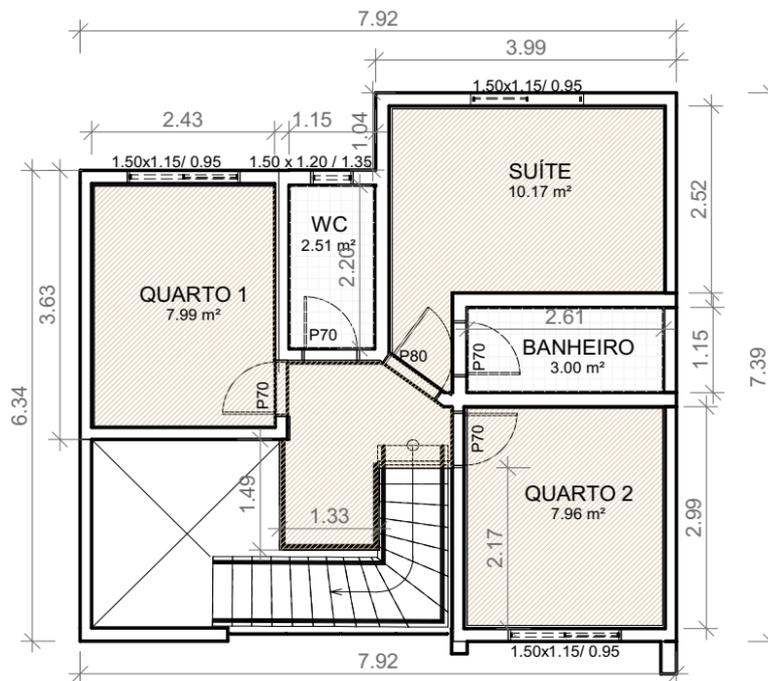
São apresentadas nas Figuras 3 e 4, as plantas baixas da residência, na Figura 5 a implantação do condomínio e na Figura 6 uma imagem 3D do condomínio gerada pelo Revit.

Figura 3 – Planta baixa do 1º pavimento



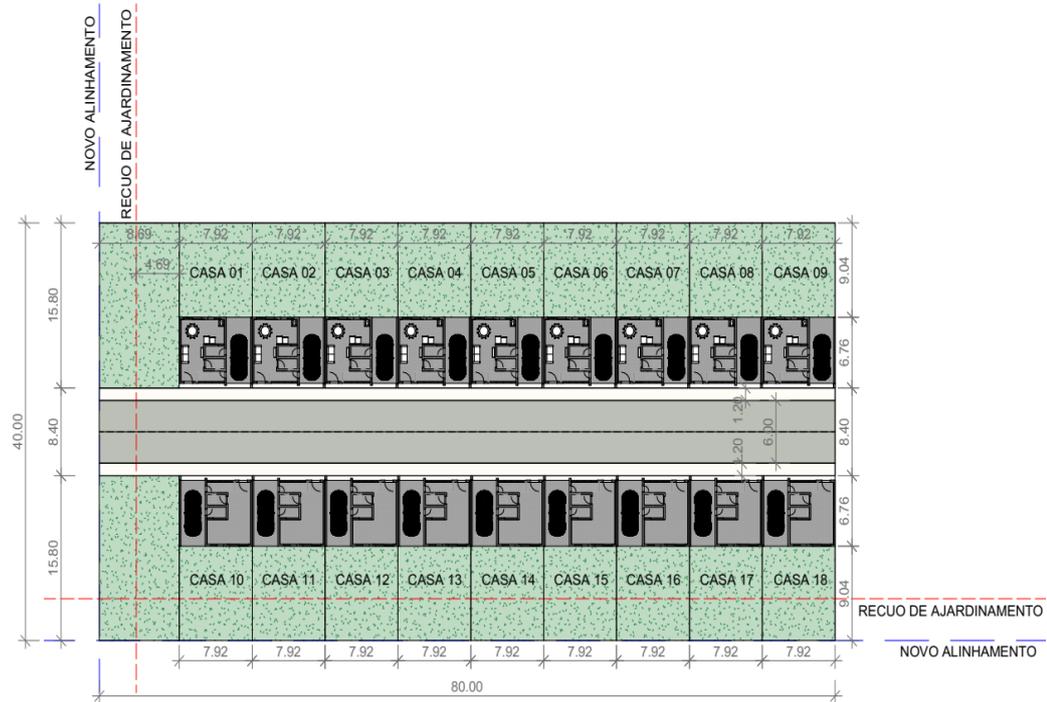
Fonte: Autora.

Figura 4 – Planta baixa do 2º pavimento



Fonte: Autora.

Figura 5 – Implantação do condomínio



Fonte: Autora.

Figura 6 – Imagem do condomínio



Fonte: Autora.

Os projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico foram desenvolvidos dentro do *software* Revit e compatibilizados com o *software* Navisworks. O cronograma da obra

foi elaborado no MS Project e, ao fim, utilizou-se o módulo OrçaBIM, do programa OrçaFascio para elaborar um orçamento a partir dos modelos gerados no Revit.

3.1.1 Projetos

A escolha do *software* Revit ocorreu devido:

1. Ao fácil acesso deste para estudo, pois é disponibilizado de forma gratuita a estudantes e professores, assim como outros *softwares* desenvolvidos pela empresa Autodesk;
2. A existência dos módulos *Architecture*, *Structure* e *MEP*, o que possibilita que todos os projetos deste trabalho sejam elaborados em um único *software* e a facilidade do seu uso, com ferramentas intuitivas e com possibilidade de vincular os projetos que estão sendo elaborados;
3. À compatibilidade do *plug-in* disponibilizado pela empresa OrçaFascio com este programa;
4. À boa interoperabilidade que este oferece com os demais *softwares* a serem utilizados;

A modelagem foi iniciada pelo projeto arquitetônico e para cada um dos projetos complementares a serem desenvolvidos, foi criado um vínculo com o modelo arquitetônico. Isso facilitou a modelagem, pois existia um projeto base já definido, e também evitou erros nos projetos, pois neste processo já é possível enxergar e evitar possíveis interferências entre os projetos complementares e o arquitetônico. Ao final da modelagem, obteve-se quatro arquivos diferentes, um para cada projeto a ser desenvolvido, que posteriormente deverão ser compatibilizados.

3.1.1.1 Projeto Arquitetônico

O projeto arquitetônico foi desenvolvido no *software* Revit *Architecture*. Neste processo foram definidos as dimensões dos ambientes, o tipo de cobertura, o local do reservatório, a espessura e a composição das paredes, os tipos e tamanhos dos pisos e azulejos e os tamanhos, materiais, tipos e localização das esquadrias.

Todas essas informações ficaram salvas no modelo 3D, que pode ser consultado a qualquer momento e utilizado para definição do cronograma, baseado nos serviços a serem executados, e do orçamento, baseado nos serviços e materiais especificados. Esse é o aspecto mais

importante da tecnologia BIM, que ao gravar as informações já definidas, ajuda o profissional a elaborar cronogramas e orçamentos mais precisos e confiáveis.

Foi definido neste projeto, por exemplo, que as portas serão em madeira e a porta-janela e as janelas serão em alumínio e que o telhado será executado com estrutura em aço e fechamento em aluzinco, com platibanda. As paredes serão executadas com blocos de 14cm de largura e o reboco externo, interno no 1º pavimento e nos banheiros do 2º pavimento será convencional e o reboco interno nos demais ambientes do 2º pavimento será em gesso líquido. O 1º pavimento terá rebaixo em gesso, com exceção do lavabo e da lavanderia que terão reboco em gesso no teto, assim como todos os ambientes do 2º pavimento.

Foi definido também que os pisos do 1º pavimento e dos banheiros do 2º pavimento serão de porcelanato, enquanto que os demais pisos do 2º pavimento serão flutuantes. A cozinha, a lavanderia, o lavabo e os banheiros terão revestimento cerâmico em suas paredes, em toda a altura das mesmas, enquanto que as demais paredes internas e externas serão pintadas.

A casa contará também com um local para instalação de um reservatório de até 1.000 litros e uma laje técnica impermeabilizada junto à cobertura. Na Figura 7 é apresentada uma imagem 3D, que foi gerada pelo programa Revit, do projeto arquitetônico desenvolvido.

Figura 7 – Imagem 3D da residência



Fonte: Autora.

3.1.1.2 Projeto Estrutural

O projeto estrutural foi desenvolvido no *software* Revit *Structure*, no qual foi adicionado um vínculo do tipo anexo ao projeto arquitetônico, sendo assim o estrutural ficou unido ao arquitetônico durante todo o processo. Foi definido que o sistema estrutural a ser utilizado é alvenaria estrutural, com lajes maciças de concreto armado.

Os blocos estruturais escolhidos para esta residência são de uma empresa que disponibiliza um arquivo em seu site com todos os blocos do seu catálogo já modelados em BIM para uso no *software* Revit, facilitando a modelagem de projetos estruturais.

Como já definido no projeto arquitetônico as paredes devem ter 14cm de largura em osso, para isso foram escolhidos blocos estruturais com resistência característica de 7Mpa e as seguintes dimensões: Largura=14cm; Altura=19cm; Comprimento=29cm. Também foram utilizados no projeto os blocos complementares desta família, entre eles o meio bloco (L=14cm;A=19cm;C=14cm), o bloco e meio (L=14cm;A=19cm;C=44cm), os canaletas “U” e “J” e os compensadores.

Para elaboração deste projeto, foram utilizados os blocos em BIM disponibilizados pela empresa, e a partir destes foi feita a modulação da primeira e segunda fiada de cada um dos pavimentos da residência. Após a modulação, foi utilizada a ferramenta de cópia do Revit para copiar a 1ª e 2ª fiadas para as demais, sendo a 1ª fiada copiada para a 3ª, 5ª, 7ª, 9ª, 11ª e 13ª fiadas e a 2ª fiada copiada para a 4ª, 6ª, 8ª, 10ª e 12ª fiadas, demonstrando assim a paginação das paredes.

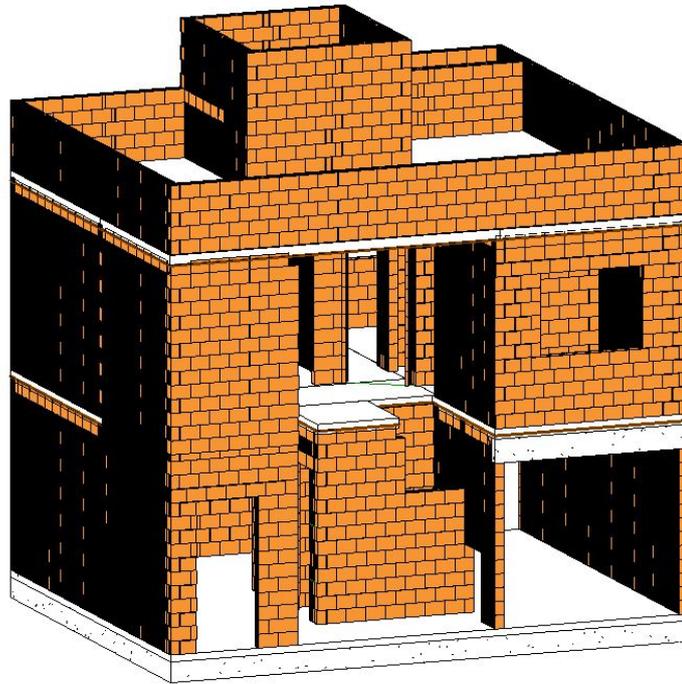
Após este processo, foi preciso ainda modificar as fiadas que teriam portas e janelas, retirando os blocos colocados nos vãos e colocando vergas e contra vergas, que serão executadas com os blocos canaletas preenchidos com 2 barras de ferro 8mm e graute. Foi preciso também modular separadamente a 14ª fiada, a fim de colocar os blocos canaletas, sendo o canaleta “U” (L=14cm; A=10cm; C=29cm) nas paredes internas e o canaleta “J” (L=14cm; A=10/19cm; C=29cm) nas paredes externas.

Para modelagem das lajes maciças foram utilizados os recursos disponibilizados pelo próprio Revit para modelagem de lajes maciças, com utilização do material “concreto”. O dimensionamento destas lajes deve ser feito manualmente a fim de determinar suas alturas e quantidades de armadura necessárias para cada laje.

Neste estudo não foram modeladas as fundações, pois a escolha da tipologia a ser utili-

zada e as dimensões da mesma dependerão dos ensaios que serão executados posteriormente no terreno. Na Figura 8 apresenta-se uma imagem 3D do projeto estrutural que foi desenvolvido.

Figura 8 – Imagem do projeto estrutural



Fonte: Autora.

3.1.1.3 Projeto Hidrossanitário

O projeto hidrossanitário foi desenvolvido no *software* Revit MEP, o qual permite o desenvolvimento de projetos mecânicos, elétricos e hidráulicos (MEP, *mechanical, electrical, and plumbing*).

Antes de iniciar a modelagem deve ser criado um vínculo do tipo sobreposição com o projeto arquitetônico para que as tubulações de água fria, esgoto e pluvial sejam alocadas de maneira correta dentro das paredes da residência. Deve-se também organizar o projeto, de maneira que as disciplinas de água fria, esgoto e pluvial sejam representadas em plantas separadas, para melhor entendimento do projeto, mas que fiquem em um único arquivo a fim de evitar erros de compatibilização entre elas.

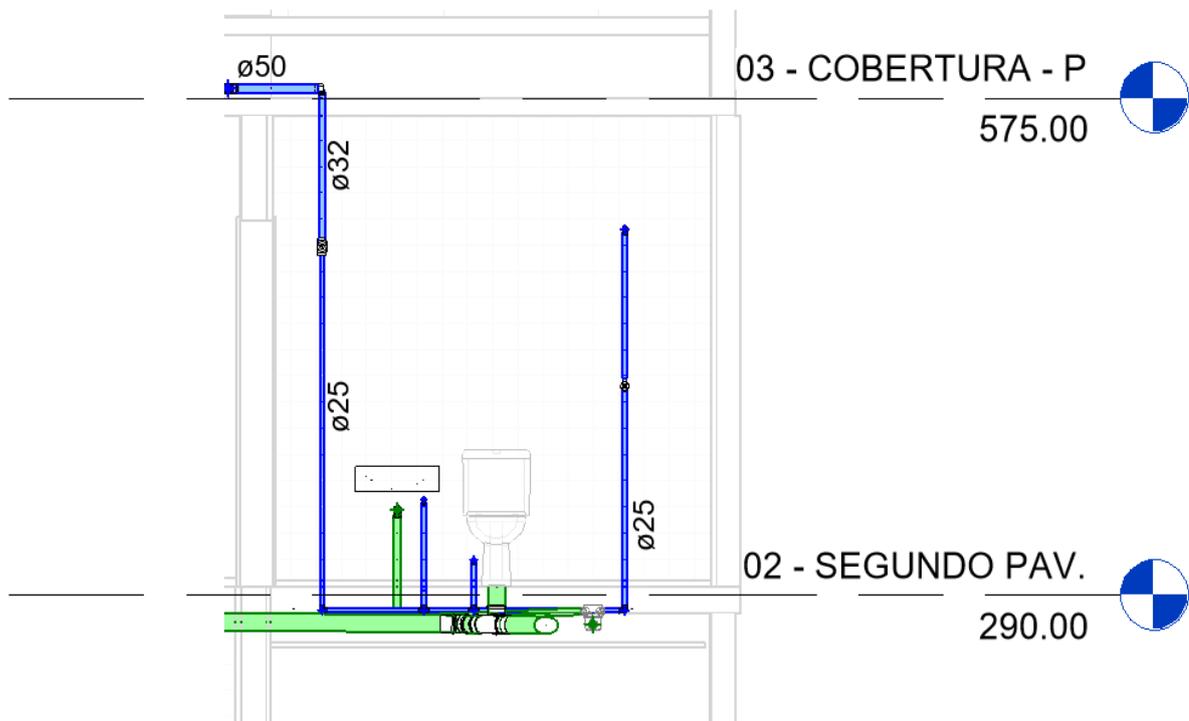
Neste módulo do Revit é possível adicionar os equipamentos hidráulicos que estarão presentes na residência. Neste projeto tem-se lavatório, vaso sanitário, chuveiro, pia, máquina de lavar roupas e tanque de lavar roupas, além da caixa d'água que deve ser adicionada a fim de

obter-se um projeto compatível com a realidade.

Para elaboração destes projetos foram utilizadas tubulações, conexões, registros, ralos e caixas de inspeção de uma empresa que disponibiliza os materiais do seu catálogo modelados em BIM, para uso no Revit MEP. Na disciplina de água fria, os diâmetros utilizados são entre 20 e 50mm e foram adicionadas colunas com registros independentes nos banheiros do 2º pavimento e na cozinha. Para o lavabo e a lavanderia foi utilizado uma única coluna de água e registro de pressão, pois não havia espaço suficiente para descida de mais uma coluna de água.

Nos ambientes do 1º pavimento a ligação entre as colunas e os ramais ocorre por dentro da laje do 1º pavimento e nos banheiros do 2º pavimento a ligação entre as colunas e os ramais será feita pelo forro do 1º pavimento. A entrada de água fria para a caixa d'água ocorrerá por dentro do detalhe arquitetônico localizado na parte central na fachada da residência. A Figura 9 apresenta um corte com representação das disciplinas de água fria e esgoto.

Figura 9 – Corte do banheiro



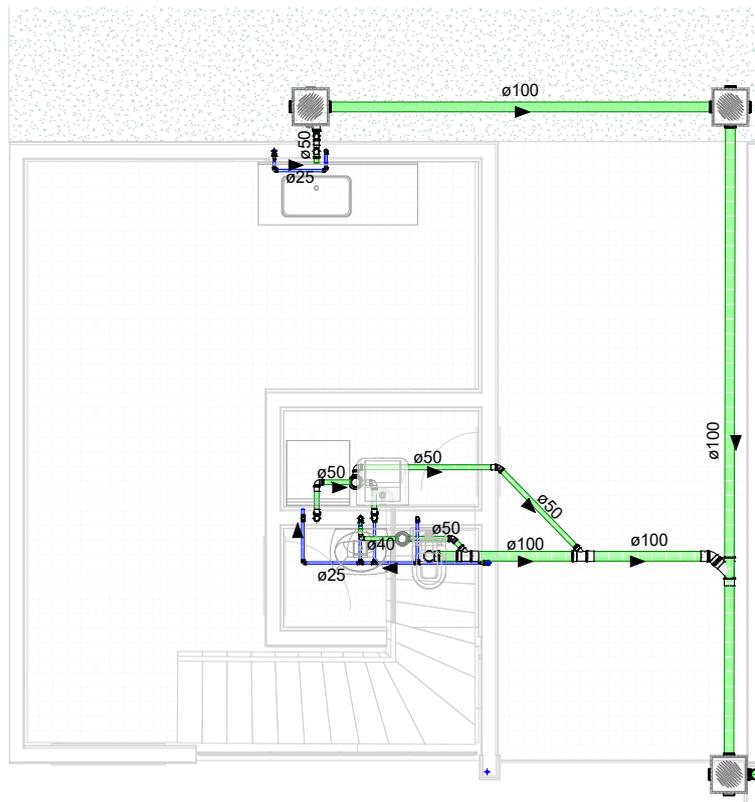
Fonte: Autora.

Na disciplina de esgoto cloacal, os diâmetros utilizados são entre 40 e 100mm e assim como na água fria, as tubulações dos ambientes do 1º pavimento passarão pela laje e as dos banheiros do 2º pavimento passarão pelo forro do 1º pavimento. A descida do esgoto do 2º

pavimento ocorrerá por dentro do detalhe arquitetônico localizado na direita da fachada da residência.

Para as três disciplinas desenvolvidas o cálculo dos diâmetros e verificações necessárias ocorreu de forma manual, com auxílio de outro programa. Na Figura 10 é apresentada a planta do 1º pavimento com água fria e esgoto.

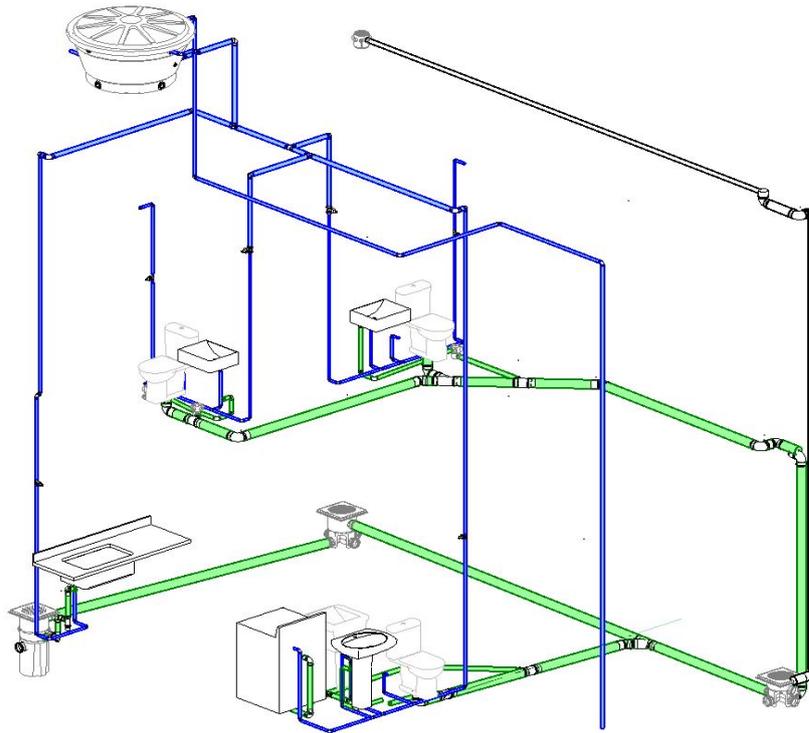
Figura 10 – Água fria e esgoto cloacal 1º pavimento



Fonte: Autora.

Na disciplina de esgoto pluvial, os diâmetros utilizados são de 100mm. Serão utilizadas duas calhas, uma na cobertura do reservatório e outra no telhado com fechamento em aluzinco. A laje impermeabilizada terá um ralo que coletará a água pluvial que será levada até a mesma descida das calhas. A descida do esgoto pluvial ficará localizada juntamente com a do esgoto cloacal, por dentro do detalhe arquitetônico da fachada. A Figura 11 apresenta o projeto hidrosanitário que foi desenvolvido.

Figura 11 – Projeto hidrossanitário



Fonte: Autora.

3.1.1.4 Projeto Elétrico

O projeto elétrico também foi desenvolvido no Revit MEP, e assim como no projeto hidrossanitário, foi adicionado um vínculo do tipo sobreposição com o modelo arquitetônico, a fim de posicionar de forma correta os pontos de iluminação e tomadas.

O desenvolvimento deste projeto, diferentemente do estrutural e hidrossanitário, pôde ser realizado inteiramente dentro do Revit, pois o programa oferece ferramentas para o cálculo do número mínimo de tomadas e de iluminação em cada ambiente e para o dimensionamento e posicionamento de todos os circuitos elétricos necessários. Isso facilita o processo, pois ocorre de forma integrada e rápida.

Inicialmente foram calculados os números mínimos exigidos por norma para iluminação e tomadas de uso geral (TUG's), que posteriormente foram posicionadas nos ambientes. Foram também adicionados os quadros de distribuição (QD) e as tomadas de uso específico (TUE's) para equipamentos como chuveiros, torneiras elétricas, aquecedores elétricos e ar condicionados, as quais devem ter um circuito independente.

O programa permite ainda que sejam modelados os eletrodutos que devem ir do QD até

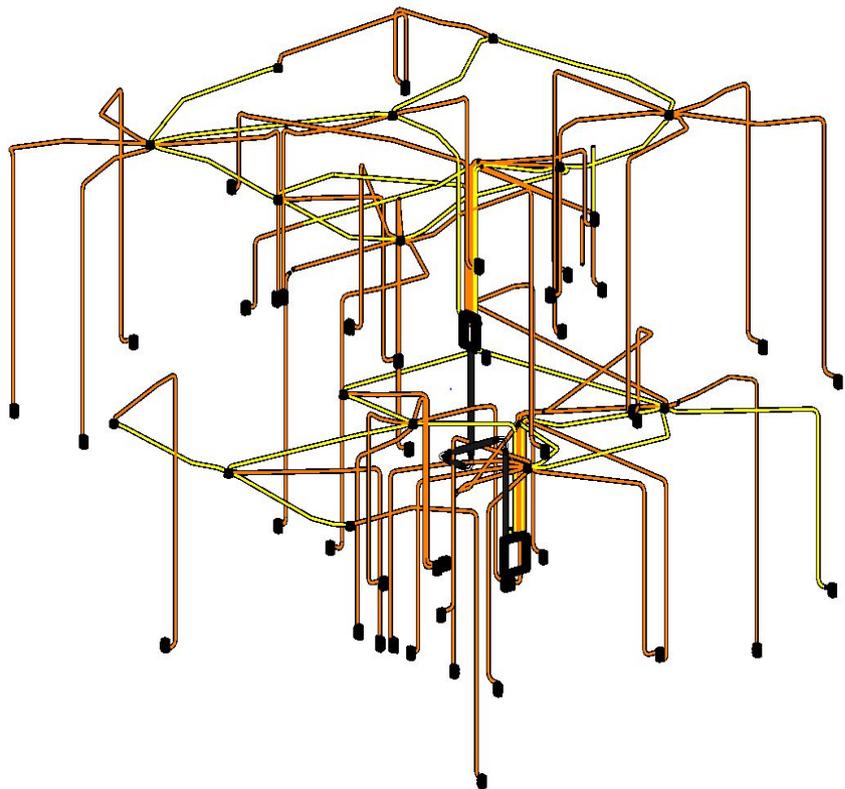
os pontos de iluminação e tomadas. Para este projeto os eletrodutos e caixinhas de luz ficarão embutidos nas lajes e descerão por dentro dos blocos estruturais. A entrada de energia elétrica será feita por um cano de 40mm embutido na laje do 1º pavimento.

A altura das tomadas foi especificada da seguinte maneira: tomadas baixas a 0,30m de altura, tomadas médias a 1,20m e tomadas altas a 2,10m. O projeto conta com 9 tomadas TUE, sendo elas: 4 ar condicionados (1 de 1600 VA e 3 de 1200 VA), 2 chuveiros (4400 VA cada), 1 torneira elétrica (4000 VA) e 2 específicas para cozinha (600 VA cada), conforme norma NBR 5410/2004.

A residência contará com um sistema trifásico, com circuitos independentes para iluminação, TUG's e TUE's e 2 quadros de distribuição, um em cada pavimento, sendo que cada um terá 9 circuitos.

Na Figura 12 apresenta-se o modelo 3D do projeto elétrico desenvolvido.

Figura 12 – Projeto elétrico



Fonte: Autora.

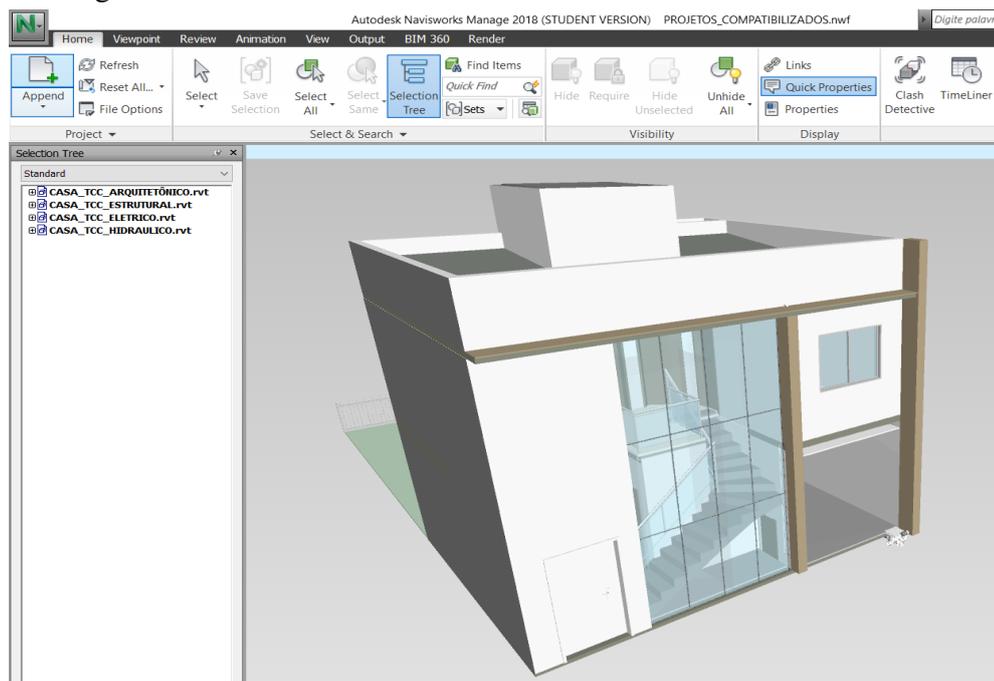
3.1.2 Compatibilização

Para compatibilização dos projetos desenvolvidos, foi escolhido o *software* Navisworks. Entre os motivos desta escolha estão:

1. Este programa é desenvolvido pela Autodesk, e assim como o Revit é de fácil acesso para estudo;
2. Por ser desenvolvido pela mesma empresa do *software* Revit, possui boa interoperabilidade com este e é capaz de gerar visualizações em 3D através de arquivos mais leves, que não contém todas as informações, apenas as imagens;
3. Este *software* permite que seja feita a detecção de interferências entre diferentes projetos, além de gerar uma visualização completa dos projetos e permitir que sejam feitas imagens tanto por fora como por dentro da residência.

Neste programa foi possível através da opção *Clash Detective* a realização de testes entre os quatro projetos, a fim de encontrar possíveis incompatibilidades entre eles. Essas incompatibilidades podem acarretar em erros de execução e de orçamentação e por isso é de suma importância que sejam verificados. Na Figura 13 apresenta-se uma imagem do Navisworks.

Figura 13 – Programa Navisworks



Fonte: Autora.

3.1.3 Cronograma

Para elaboração do cronograma foi utilizado o *software* MS Project, o qual foi escolhido por:

1. Ser um *software* de fácil usabilidade;
2. Apresentar o cronograma de forma escrita e gráfica, além de gerar relatórios sobre o andamento da obra que ajudam no gerenciamento da mesma;
3. Possui boa interoperabilidade, pois o cronograma gerado por este pode ser importado para o Navisworks a fim de gerar uma visualização do empreendimento ao longo do tempo;

No cronograma foram adicionadas as atividades referentes à execução da residência. A estas foram atribuídos períodos de tempo em "dias" e posteriormente foram vinculadas através das tarefas predecessoras, ou seja, foi indicado para cada item o que deverá ser entregue antes de este iniciar.

Os tempos de execução e as sequências executivas utilizados foram baseados na experiência obtida no acompanhamento de outras obras do mesmo porte já executadas pela empresa e pela autora.

3.1.4 Orçamento

Antes de iniciar o orçamento, é necessário que a compatibilização dos quatro projetos desenvolvidos tenha sido realizada. Isso porque a incompatibilidade entre os projetos pode causar erros na quantificação dos elementos.

Para esta etapa do trabalho foi escolhido o *plug-in* para Revit OrçaBIM, da empresa Orçafascio. Entre os motivos para escolha deste programa destaca-se:

1. A empresa Orçafascio possui uma plataforma online para elaboração de orçamentos que é intuitiva e na qual as informações a respeito dos preços unitários são facilmente encontradas, facilitando o processo de orçamentação. Na Figura 14 apresenta-se a visualização dos orçamentos na plataforma online;
2. Esta plataforma conta com diversas bases de dados como SINAPI e SBC, além de permitir a criação de insumos e composições próprios da empresa;

3. O *plug-in* OrçaBIM foi desenvolvido há pouco tempo pela empresa e, por ser um método diferente do que já foi abordado por outros autores que estudaram o BIM 5D, propõe-se neste trabalho o seu uso a fim de verificar sua eficácia;
4. A empresa a partir de uma parceria com a universidade permitiu o uso temporário do OrçaBIM sem custos, possibilitando o estudo deste, que promete melhorar a precisão dos orçamentos e diminuir o tempo dispendido pelos orçamentistas neste processo.

Figura 14 – Plataforma online do OrçaFascio



Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
7.2	KIT PORTA PRONTA DE MADEIRA, FOLHA PESADA (NBR 15930) DE 90 X 210 CM, E = 35 MM, NUCLEO SOLIDO, ESTRUTURA USINADA PARA FECHADURA, CAPA LISA EM HDF, ACABAMENTO EM LAMINADO NATURAL COM VERNIZ (INCLUI MARCO, ALIZARES E DOBRADICAS)	UN	1,00	595,02	595,02
7.3	KIT PORTA PRONTA DE MADEIRA, FOLHA PESADA (NBR 15930) DE 80 X 210 CM, E = 35 MM, NUCLEO SOLIDO, ESTRUTURA USINADA PARA FECHADURA, CAPA LISA EM HDF, ACABAMENTO EM LAMINADO NATURAL COM VERNIZ (INCLUI MARCO, ALIZARES E DOBRADICAS)	UN	1,00	548,50	548,50
7.4	KIT PORTA PRONTA DE MADEIRA, FOLHA MEDIA (NBR 15930) DE 70 X 210 CM, E = 35 MM, NUCLEO SARRAFEADO, ESTRUTURA USINADA PARA FECHADURA, CAPA LISA EM HDF, ACABAMENTO MELAMINICO BRANCO (INCLUI MARCO, ALIZARES E DOBRADICAS)	UN	5,00	461,86	2.309,30
7.5	KIT PORTA PRONTA DE MADEIRA, FOLHA MEDIA (NBR 15930) DE 60 X 210 CM, E = 35 MM, NUCLEO SARRAFEADO, ESTRUTURA USINADA PARA FECHADURA, CAPA LISA EM HDF, ACABAMENTO MELAMINICO BRANCO (INCLUI MARCO, ALIZARES E DOBRADICAS)	UN	3,00	447,56	1.342,68
7.6	JANELA MAXIM AR EM ALUMINIO, 80 X 60 CM (A X L), BATENTE/REQUADRO DE 4 X 14 CM, COM VIDRO, SEM GUARNICAO/ALIZAR	UN	1,00	322,30	322,30
				TOTAL	7.800,00

Fonte: Autora.

Para este trabalho foi utilizado o projeto arquitetônico como projeto base para orçamentação. Itens referentes a hidráulica e elétrica não foram quantificados devido a sua grande especificidade e seus valores foram inseridos como verbas.

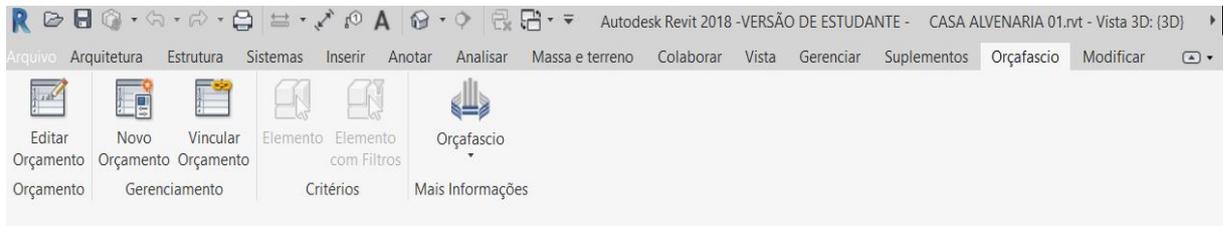
3.1.4.1 OrçaBIM

O módulo OrçaBIM desenvolvido pela empresa OrçaFascio permite ao orçamentista instalar um *plug-in* no *software* Revit para extração de quantitativos e elaboração de orçamentos através do BIM. Neste processo são oferecidos pela empresa ferramentas que permitem a vinculação dos elementos presentes em um modelo BIM, através dos seus quantitativos, às composições e insumos utilizados no orçamento, automatizando assim o processo de orçamentação em caso de alterações nos projetos base.

Para iniciar o processo o OrçaBIM oferece duas alternativas: a criação de um novo orçamento, no qual todas as etapas e composições deverão ser adicionadas; ou a vinculação do

modelo com um orçamento pré-existente na plataforma online do Orçafascio, e assim todas as etapas e composições serão automaticamente carregadas do servidor da empresa. A Figura 15 mostra como as opções acima citadas aparecem para o usuário dentro do Revit.

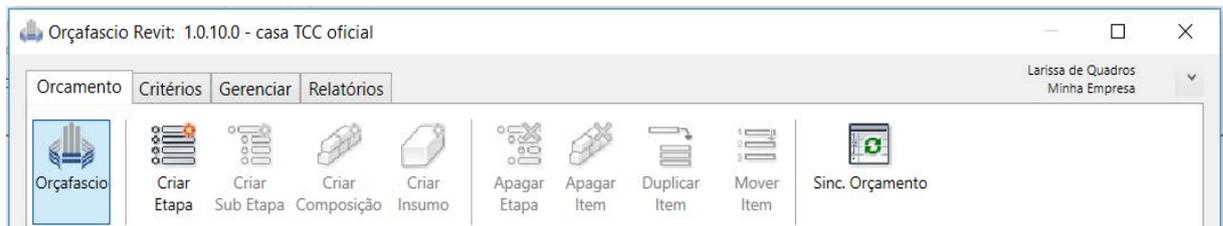
Figura 15 – Opções para criação, vinculação ou edição de orçamentos



Fonte: Autora.

A criação de um novo orçamento ocorre de forma semelhante ao processo utilizado na plataforma online, com opções para adicionar ou remover etapas, sub etapas, insumos e composições, além das opções duplicar item e remover item, que não existem na plataforma online. Na Figura 16 são mostradas as ferramentas disponíveis no OrçaBIM para serem utilizadas.

Figura 16 – Ferramentas disponíveis no OrçaBIM



Fonte: Autora.

Após a criação das etapas deve-se inserir os insumos e composições a serem utilizados. Primeiro escolhe-se qual banco será utilizado para a pesquisa da composição, que pode ser SINAPI, SBC, próprio ou outro e depois procura-se o item a ser orçado digitando-o para que o programa retorne todas as composições que foram encontradas com esta referência, conforme mostrado na Figura 17.

Figura 17 – Pesquisa de composições

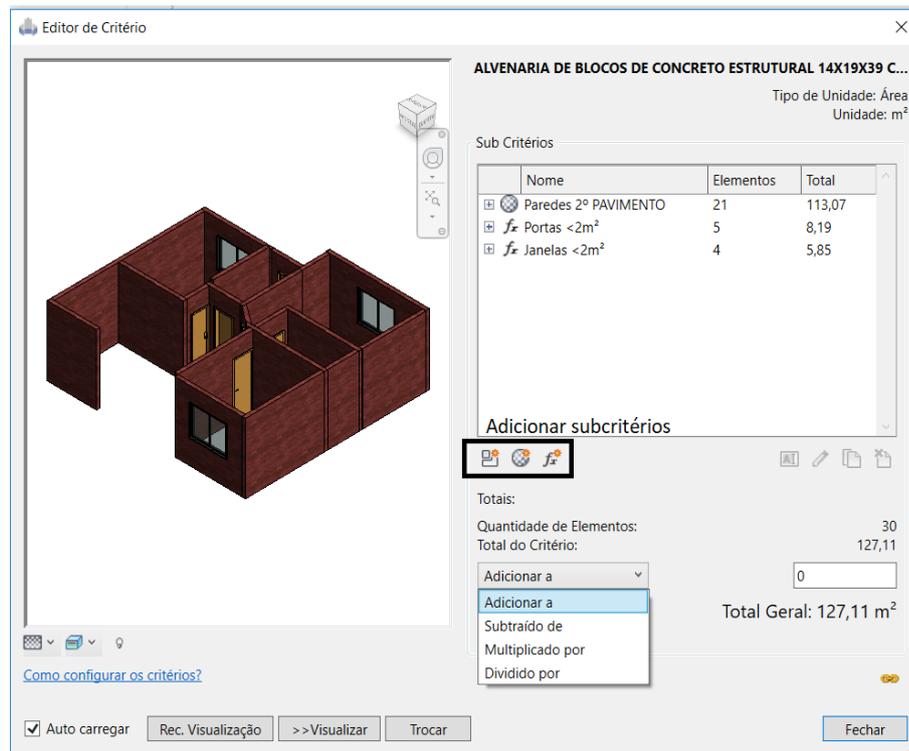
Código	Descrição	Unid.	Data	V. Unitário
99803	LIMPEZA DE PISO CERÂMICO OU PORCELANATO COM PANO ÚMIDO. AF_04/2019	m²	04/2019	1,68
99802	LIMPEZA DE PISO CERÂMICO OU PORCELANATO COM VASSOURA A SECO. AF_04/2019	m²	04/2019	0,43
88786	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES EXTERNAS EM PASTILHAS DE PORCELANA 2,5 X 2,5 CM (PLACAS DE 30 X 30 CM), ALINHAD...	m²	04/2019	170,39
88787	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES EXTERNAS EM PASTILHAS DE PORCELANA 2,5 X 2,5 CM (PLACAS DE 30 X 30 CM), ALINHAD...	m²	04/2019	155,81
88788	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES EXTERNAS EM PASTILHAS DE PORCELANA 2,5 X 2,5 CM (PLACAS DE 30 X 30 CM), ALINHAD...	m²	04/2019	166,15
88789	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES EXTERNAS EM PASTILHAS DE PORCELANA 2,5 X 2,5 CM (PLACAS DE 30 X 30 CM), ALINHAD...	m²	04/2019	198,79
87242	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES EXTERNAS EM PASTILHAS DE PORCELANA 5 X 5 CM (PLACAS DE 30 X 30 CM), ALINHADAS...	m²	04/2019	154,03
87243	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES EXTERNAS EM PASTILHAS DE PORCELANA 5 X 5 CM (PLACAS DE 30 X 30 CM), ALINHADAS...	m²	04/2019	140,17
87244	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES EXTERNAS EM PASTILHAS DE PORCELANA 5 X 5 CM (PLACAS DE 30 X 30 CM), ALINHADAS...	m²	04/2019	150,51
87245	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES EXTERNAS EM PASTILHAS DE PORCELANA 5 X 5 CM (PLACAS DE 30 X 30 CM), ALINHADAS...	m²	04/2019	180,67
87259	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁR...	m²	04/2019	79,06
87260	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁR...	m²	04/2019	73,02
87258	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁR...	m²	04/2019	89,02
87262	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 60X60 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁR...	m²	04/2019	90,53
87263	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 60X60 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁR...	m²	04/2019	83,40
87261	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 60X60 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁR...	m²	04/2019	101,88

Fonte: Autora.

Após o processo de inserção das etapas, insumos e composições deve-se fazer a vinculação do campo “quantidade” de cada item aos elementos existentes no modelo BIM, através do “Editor de Critério”. Neste é possível adicionar Subcritérios, ou seja, selecionar os elementos a serem vinculados, bem como visualizá-los e ainda modificar o valor do quantitativo calculado automaticamente com as opções de adicionar, subtrair, multiplicar ou dividir qualquer valor desejado. Essas opções permitem ao orçamentista, por exemplo, adicionar folgas no orçamento para serviços que podem ter perdas de materiais e retrabalhos ao longo da execução.

Este campo permite também que mais de um elemento ou conjunto de elementos sejam contabilizados dentro de uma única composição, a fim de tornar o quantitativo o mais completo possível. Na Figura 18 apresenta-se o Editor de Critério com um quantitativo calculado, a visualização do mesmo e as opções para modificação de seus valores.

Figura 18 – Editor de Critério



Fonte: Autora.

Para adicionar os Subcritérios, que são os elementos a serem contabilizados no quantitativo tem-se três opções disponíveis: por Categoria, por Materiais ou por Fórmula. E além destas opções há também a possibilidade de utilização de filtros que ajudam a refinar a quantificação, selecionando, por exemplo, apenas elementos de um pavimento.

A janela de edição de subcritérios apresenta dados como a unidade utilizada pela composição escolhida, a quantidade de elementos encontrados que satisfazem a regra escolhida e o valor total calculado, além de permitir que o nome do subcritério seja alterado, melhorando a organização do orçamento. Na Figura 19 é apresentado o editor de subcritérios e os dados que podem ser visualizados.

Figura 19 – Editor de Subcritério

Editor de Sub Critérios

Sub Critério Filtros (0) Permite alterar o nome

Paredes (.PACG_Alvenaria_Tijolo)

Tipo do Sub Critério: Materiais

Regras de Critério

Tipo de Unidade: Área

Unidade: m²

Somente utilizados

Categoria: Paredes

Material
.PACG_Alvenaria_Tijolo
.PACG_Pintura_Branca
.PACG_Reboco_Externo
.PACG_Reboco_Interno
000B_Ceramica_Branca_10x10cm
000B_Chapisco_Externo_Desempenado
000B_Chapisco_Interno_Desempenado

Quantidade de Elementos: 27

Total de Sub Critério: 157,53

[Como configurar Sub Critérios?](#) OK Cancelar

Fonte: Autora.

A edição por Categorias é utilizada para quantificação de elementos presentes no modelo que são orçados como uma única composição ou insumo, como telhados, janelas e portas. Esta edição ocorre da seguinte maneira: 1º Escolhe-se o subcritério Categorias; 2º Escolhe-se qual categoria a ser utilizada; 3º Escolhe-se qual o parâmetro deve ser utilizado no cálculo, que pode ser, por exemplo, a área ou volume da categoria selecionada. Na Figura 20 é apresentado um exemplo de subcritério por Categorias.

Figura 20 – Subcritério por Categorias

Editor de Sub Critérios

Sub Critério Filtros (0)

Telhados (Área)

Tipo do Sub Critério: Categorias

Regras de Critério

Tipo de Unidade: Área

Unidade: m²

Somente utilizados

Categoria: 2º → Telhados

Parâmetro	Tipo de Parâmetro
Área	Instância

Quantidade de Elementos: 2

Total de Sub Critério: 43,00

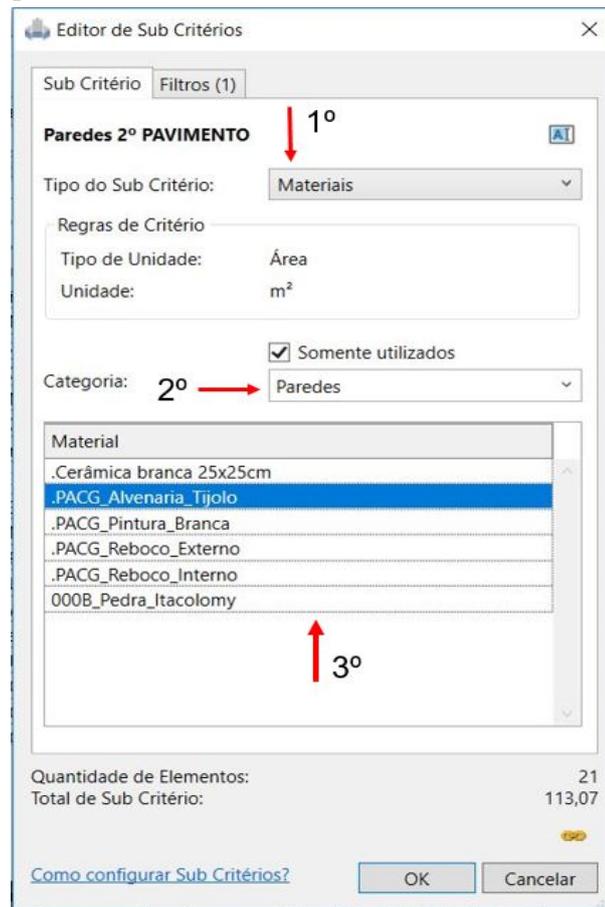
[Como configurar Sub Critérios?](#) OK Cancelar

Fonte: Autora.

A edição por Materiais é utilizada para quantificar elementos modelados em uma única categoria, que possuem diversos materiais inseridos, e que fazem parte de duas ou mais composições por representarem serviços diferentes. Como exemplo podemos citar as paredes, que contemplam as composições de alvenaria, reboco interno, reboco externo, pintura e azulejos, pois são executados e pagos de maneira diferenciada uns dos outros.

Esta edição ocorre de maneira semelhante ao subcritério por Categorias, entretanto deve-se escolher qual o material deve ser utilizado no cálculo. Na Figura 21 é apresentado um exemplo do subcritério por Materiais.

Figura 21 – Subcritério por Materiais



Fonte: Autora.

A edição por Fórmulas é utilizada para calcular quantidades que não estão especificadas no projeto ou que não são calculadas automaticamente pelo Revit. Por exemplo, os serviços de requadro das portas e janelas que deve ser incluído nas composições de rebocos.

Esta edição ocorre de forma semelhante aos anteriores, entretanto nesta opção deve-se inserir qual fórmula a ser utilizada pelo programa para quantificar o item desejado. Essa fórmula deve ser baseada nos parâmetros existentes para a categoria a fim de que o orçamento fique automatizado.

Para o cálculo do requadro das janelas, por exemplo, deve-se contabilizar o perímetro das janelas multiplicado por um, pois o serviço é pago como metro linear, assim a regra de cálculo será " $(Altura * 2 + Largura * 2) * 1$ ", na qual "Altura" e "Largura" são parâmetros inerentes à categoria Janelas. Na Figura 22 é apresentado um exemplo de subcritério por Fórmulas.

Figura 22 – Subcritério por Fórmulas

Editor de Sub Critérios

Sub Critério Filtros (0)

Requadro Janelas

Tipo do Sub Critério: Fórmula

Regras de Critério

Tipo de Unidade: Área

Unidade: m²

Categoria: Janelas Somente utilizados

Fórmula: (Largura bruta*2+ Altura bruta*2)*1

Parâmetro	Tipo de Parâmetro
Altura do peitoril	Instância
Altura da extremidade	Instância
Volume	Instância
Resistência térmica (R)	Tipo
Coeficiente de ganho de calor sol	Tipo
Altura Total	Tipo
Forra_largura	Tipo
Custo	Tipo
Coeficiente de transferência de cal	Tipo

Quantidade de Elementos: 5
Total de Sub Critério: 22,32

[Como configurar Sub Critérios?](#) OK Cancelar

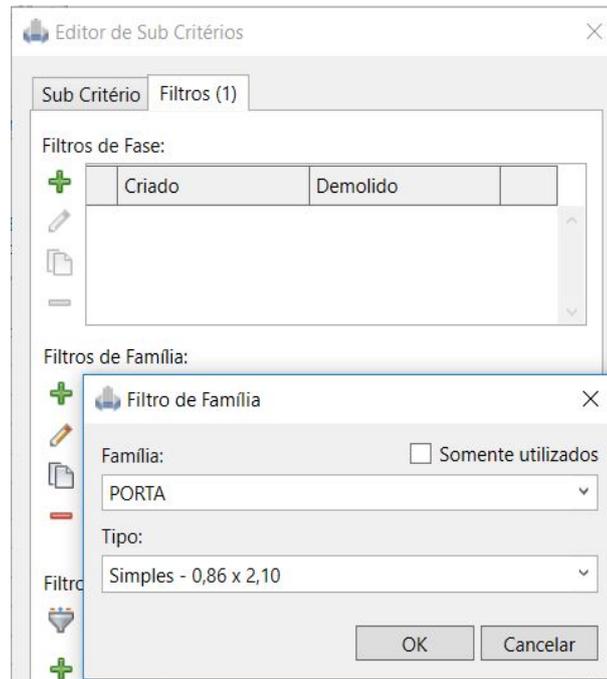
Fonte: Autora.

Outra opção disponível dentro do Editor de Subcritérios é a aba “Filtros”. Esta janela apresenta três opções de filtros: Filtros de Fase; Filtros de Categorias; e Filtros de Parâmetro.

O Filtro de Fase é utilizado para obras que possuem diferentes fases, como a fase existente, a demolida ou a construída, e é mais utilizado para orçamentos de reformas e não foi utilizado em nenhuma composição deste trabalho.

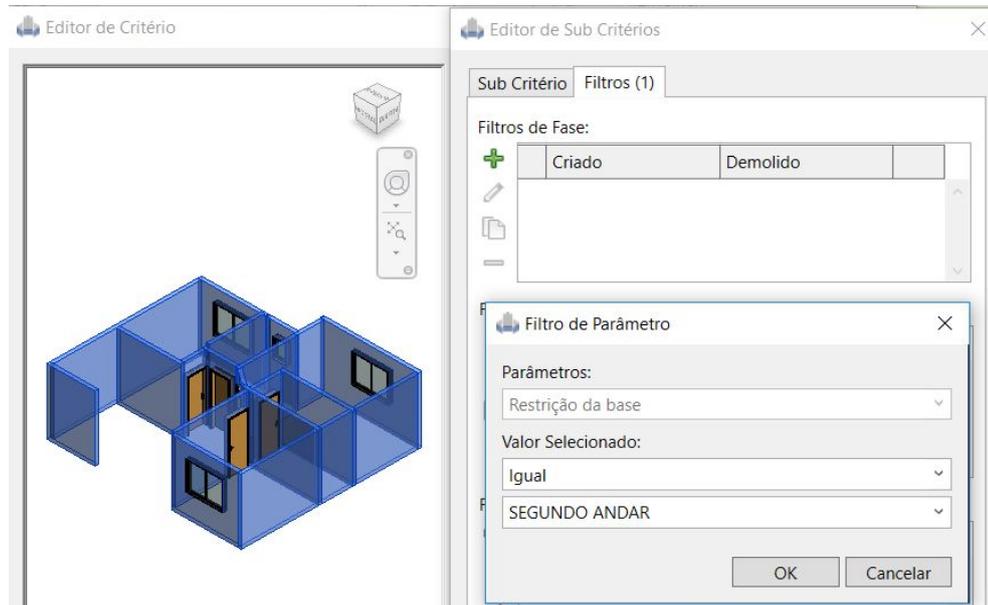
O Filtro de Categoria é utilizado para selecionar um ou mais elementos específicos, através de sua categoria. Por exemplo, dentro da categoria Portas, pode-se filtrar apenas as portas com tamanho 0,80x2,10m. Na Figura 23 apresenta-se um exemplo deste filtro.

Figura 23 – Filtro de Categoria



O Filtro de Parâmetro é utilizado para especificar um conjunto de elementos que possuem os mesmos parâmetros. Entre as opções deste filtro estão Nível, Restrição de Base e Restrição de Topo, que podem ser utilizados para quantificar elementos apenas de um pavimento específico da edificação. Pode-se citar como exemplo as composições de alvenaria e concreto que aparecem em todos os níveis do projeto, mas que devem ser orçados de maneira separada para cada pavimento, pois, normalmente, o pagamento destes ocorre em diferentes etapas ao longo da obra. Na Figura 24 apresenta-se um exemplo deste filtro ao quantificar apenas a alvenaria do 2º pavimento.

Figura 24 – Filtro de Parâmetro



Fonte: Autora.

O OrçaBIM permite ainda que sejam vinculados em um mesmo orçamento elementos presentes em diferentes projetos, desde que estes estejam vinculados entre si, além de possuir a opção de realce, que realça os elementos quantificados no próprio modelo BIM, a fim de evitar possíveis enganos. Ainda, ao passar o mouse por cada um dos elementos, o programa apresenta quais foram os subcritérios utilizados e quais os seus quantitativos. Na Figura 25 mostra-se um exemplo de como o programa mostra esses quantitativos.

Figura 25 – Regras de Cálculo

Orçafascio Revit: 1.0.10.0 - casa TCC oficial

Larissa de Quadros
Minha Empresa

Orcamento | Critérios | Gerenciar | Relatórios

Orçafascio | Criar Etapa | Criar Sub Etapa | Criar Composição | Criar Insumo | Apagar Etapa | Apagar Item | Duplicar Item | Mover Item | Sinc. Orçamento

Item	Código	Banco	Descrição	Unid.	Quant.	V. Unitário	Valor (BDI)	Total
4.0			2º PAVIMENTO					5.818,66
4.1	92267	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MA...	m²	115,19	28,34	28,34	3.264,48
4.2	00000...	Emp	CONCRETAGEM	m³	7,74	330,00	330,00	2.554,20
4.7			Editar descrição		1			0,00
5			ALVENARIA/VEDAÇÃO		1			13.942,94
5.1	00002...	SINAPI	DIVISORIA (N2) PAINEL/VIDRO - PAINEL C/ MSO/COMEI...	m²	16,52	93,91	93,91	1.551,39
5.2			1º PAVIMENTO		1			5.305,17
5.3	89454	SINAPI	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14...	m²	95,16	55,75	55,75	5.305,17
5.4			2º PAVIMENTO		1			7.086,38
5.5	89454	SINAPI	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14...	m²	127,11	55,75	55,75	7.086,38
6			COBERTURA		1			53.748,76
6.1	89454	SINAPI	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14...	m²	52,48			
6.2	168	Emp	RESERVATÓRIO EM FIBRA	un	1,00			
6.3	169	Emp	ESTRUTURA METÁLICA PARA TELHADO	un	1,00			
6.4	167	Emp	TELHA EM ALUZINCO	m²	43,00			
6.5	156	Emp	Funilaria para cobertura	un	1,00			
7			ESQUADRIAS		1			
7.1	00039...	SINAPI	KIT PORTA PRONTA DE MADEIRA, FOLHA PESADA (NBR...	un	1,00			

Regras:

(21) Paredes 2º PAVIMENTO: 113,07
 (5) Portas <2m²: 8,19
 (4) Janelas <2m²: 5,85

Quantidade de Elementos: 30
 Total do Critério: 127,11
 Adicionar a: 0
 Total Geral: 127,11

Como criar orçamentos?

Fechar

Fonte: Autora.

Além disso, no campo “quantidade” de cada composição há um botão para sincronizar novamente o quantitativo com o orçamento e, assim, mesmo que o projeto base tenha sido modificado, o quantitativo será recalculado com base nos critérios pré-definidos, automatizando o processo de orçamentação e evitando erros nos quantitativos.

Pode-se ainda inserir quantitativos de forma manual, caso o item não seja representado pelo modelado, como por exemplo, mestre de obras e administração local da obra. Ao fim tem-se um orçamento completo e automatizado com o modelo BIM. Na Figura 26 é apresentado o orçamento ao fim do processo.

Figura 26 – Orçamento automatizado

Orçafascio Revit: 1.0.10.0 - casa TCC oficial

Orçamento | Critérios | Gerenciar | Relatórios

Orçafascio | Criar Etapa | Criar Sub Etapa | Criar Composição | Criar Insumo | Apagar Etapa | Apagar Item | Duplicar Item | Mover Item | Sinc. Orçamento

Item	Código	Banco	Descrição	Unid.	Quant.	V. Unitário	Valor (BDI)	Total
1.7	00000002	Emp	TERRENO BELLA VITTAE		121,39	159,80	159,80	19.398,12
2			MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS		1			3.555,80
2.1	148	Emp	Terraplanagem e Limpeza do terreno	m²	121,39	20,72	20,72	2.515,20
2.2	72900	SINAPI	TRANSPORTE DE ENTULHO COM CAMINHAO BASCULANTE 6 M3, RODOVIA PAVIMENTADA, DMT 0,5 A 1,0 KM	m³	172,00	6,05	6,05	1.040,60
3			INFRAESTRUTURA/FUNDAÇÕES		1			11.011,93
3.1	178	Emp	FUNDAÇÕES	un	1,00	5.069,50	5.069,50	5.069,50
3.2	97086	SINAPI	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇ...	m²	49,79	90,32	90,32	4.497,03
3.3	00000001	Emp	CONCRETAGEM	m³	4,38	330,00	330,00	1.445,40
4			SUPRAESTRUTURA/CONCRETO ARMADO		1			21.319,84
4.1	85233	SINAPI	ESCALADA EM CONCRETO ARMADO, FCK = 15 MPA, MOLDADA IN LOCO	m²	1,10	2.388,77	2.388,77	2.627,65
4.2	84862	SINAPI	GUARDA-CORPO COM CORRIMÃO EM TUBO DE AÇO GALVANIZADO 1 1/2"	m	31,92	215,78	215,78	6.887,70
4.3	85662	SINAPI	ARMACAO EM TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA Q-92, AÇO CA-60, 4,2MM, MALHA 15X15CM	m²	149,86	12,19	12,19	1.826,79
4.4	00000039	SINAPI	ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	kg	50,48	4,51	4,51	227,66
4.5			1º PAVIMENTO		1			3.931,37
4.5.1	92267	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÓRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM, AF_12/...	m²	44,17	28,34	28,34	1.251,77
4.5.2	00000001	Emp	CONCRETAGEM	m³	8,12	330,00	330,00	2.679,60
4.6			2º PAVIMENTO		1			5.818,68
4.6.1	92267	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÓRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM, AF_12/...	m²	115,19	28,34	28,34	3.264,48
4.6.2	00000001	Emp	CONCRETAGEM	m³	7,74	330,00	330,00	2.554,20
4.7			Editar descrição		1			0,00
5			ALVENARIA/VEDAÇÃO		1			13.942,94
5.1	00002413	SINAPI	DIVISORIA (N2) PAINEL/VIDRO - PAINEL C/ MSO/COMEIA E=35MM - PERFIS SIMPLES AÇO GALV PINTADO ...	m²	16,52	93,91	93,91	1.551,39
5.2			1º PAVIMENTO		1			5.305,17
5.2.1	89454	SINAPI	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM, (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, PAR...	m²	95,16	55,75	55,75	5.305,17
5.3			2º PAVIMENTO		1			7.086,38
5.3.1	89454	SINAPI	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM, (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, PAR...	m²	127,11	55,75	55,75	7.086,38
6			COBERTURA		1			22.719,76
6.1	89454	SINAPI	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM, (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, PAR...	m²	52,48	55,75	55,75	2.925,76
6.2	169	Emp	RESERVATÓRIO EM FIBRA	un	1,00	330,00	330,00	330,00
6.3	169	Emp	ESTRUTURA METÁLICA PARA TELHADO	un	1,00	8.400,00	8.400,00	8.400,00
6.4	167	Emp	TRILHA EM ALUMÍNIO	m	13,00	49,00	49,00	640,00
TOTAL:								204.182,28

Como criar orçamentos? Fechar

Fonte: Autora.

Através do OrçaBIM é possível exportar uma planilha com todos os custos diretos que foram inseridos no orçamento e com uma memória de cálculo que mostra quantos elementos foram quantificados e qual o quantitativo final encontrado para cada composição do orçamento, facilitando o planejamento da obra, já que o setor de compras terá em mãos todos os quantitativos calculados.

Na plataforma online do Orçafascio é possível gerar planilhas orçamentárias com todas as informações inseridas através do modelo BIM. Entre as opções estão orçamento sintético, orçamento analítico e curvas ABC de insumos e de serviços. Através desta plataforma é possível ainda inserir dados a respeito do cronograma da obra a fim de gerar um cronograma físico-financeiro, de suma importância para o planejamento financeiro e execução do empreendimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Serão apresentados neste capítulo o cronograma e o orçamento elaborados, os resultados encontrados na compatibilização dos projetos e as discussões a respeito dos processos de modelagem e orçamentação.

4.1 PROJETOS

O *software* Revit permitiu uma visualização completa de todos os projetos e que estes fossem modelados de forma satisfatória. Além disso, através deste programa foi possível a criação de vistas com diferentes detalhamentos a partir do mesmo modelo, importante para apresentar projetos com todas as informações necessárias e de maneira a facilitar o entendimento destes na obra. Um exemplo disso ocorreu na modelagem do projeto hidrossanitário, no qual cada disciplina pôde ser detalhada em uma planta diferente, facilitando a compreensão do mesmo para execução, mas ao mesmo tempo permitindo que sejam identificados possíveis conflitos entre elas na visualização 3D.

Os vínculos criados entre os projetos também foram de suma importância para evitar erros de incompatibilidade desde o início do processo, eliminando o tempo dispendido para refazê-los em caso de incompatibilidades. Pode-se citar como exemplo uma coluna de água fria que, inicialmente, foi alocada em uma parede a partir da planta baixa do 1º pavimento, mas que ao gerar a visualização em 3D pôde-se perceber que a mesma passaria no meio do corredor do 2º pavimento.

Outro erro comum que se percebe na execução de obras é a falha do projetista em identificar diferentes tubulações que passam pelo mesmo nível, devido ao fato de o modelo tradicional de projetar só levar em consideração a visualização em 2D.

A utilização do BIM ajudou a identificar a necessidade de inserir dois detalhes arquitetônicos na fachada, a fim de esconder as tubulações e evitar a presença de *shafts* na residência.

Por fim, verificou-se que embora os projetos estrutural, hidrossanitário e elétrico possam ser modelados de forma satisfatória no Revit, o uso de *softwares* específicos para estas disciplinas poderiam trazer um ganho significativo para a tecnologia BIM, pois além da modelagem, seria possível dimensionar todos os elementos de forma rápida e com menor propensão a erros humanos.

4.2 COMPATIBILIZAÇÃO

A compatibilização dos projetos ocorreu através da ferramenta “Clash Detective” encontrada no *software* Navisworks.

4.2.1 Clash Detective

Através do Clash Detective foram realizados 06 testes, nos quais foram encontrados 186 clashes. O resultado de cada um deles está apresentado na Tabela 1.

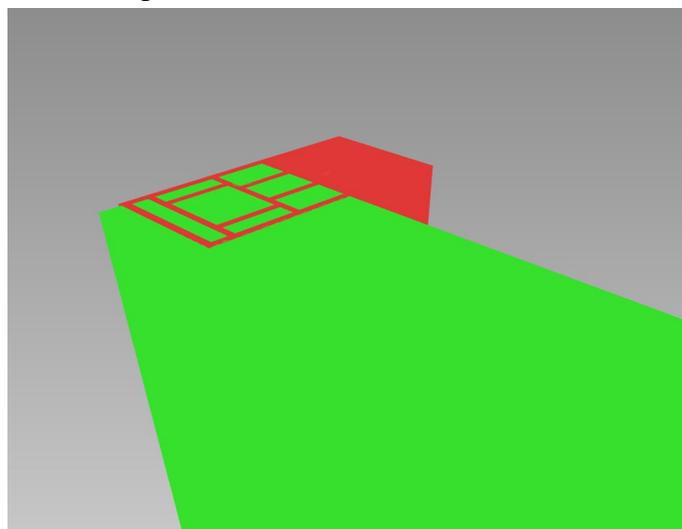
Teste	Regra	Tolerância	Clashes
1	Arquitetônico x Estrutural	0,1m	89
2	Arquitetônico x Hidrossanitário	0,05m	25
3	Arquitetônico x Elétrico	0,05m	8
4	Estrutural x Hidrossanitário	0,05m	25
5	Estrutural x Elétrico	0,05m	13
6	Hidrossanitário x Elétrico	0,01m	26
	Total		186

Tabela 1 – Testes verificados

Nenhuma das incompatibilidades encontradas pelo Navisworks apresentou a necessidade de alteração dos projetos, pois foram incompatibilidades já esperadas e com pouca interferência no orçamento, cronograma ou execução da obra.

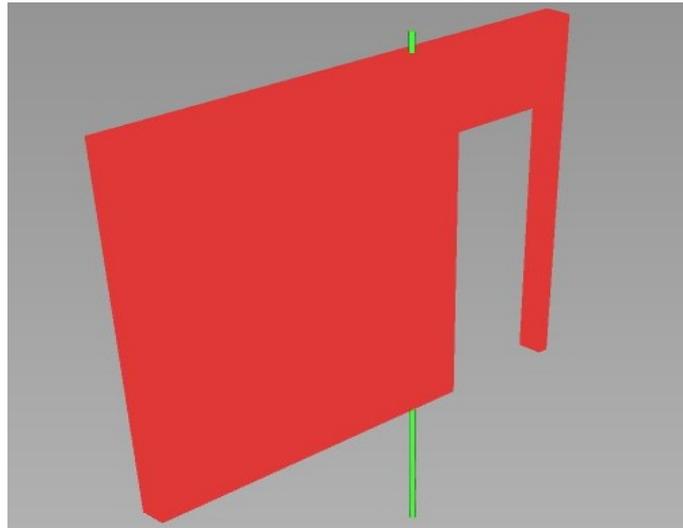
No teste 1 foram encontradas interferências entre a parede do projeto arquitetônico e os blocos estruturais, conforme Figura 27.

Figura 27 – Interferência entre parede e bloco estrutural



No teste 2 as principais interferências encontradas foram das tubulações de água fria passando pelas lajes e pelas paredes. Essas tubulações serão executadas dessa maneira, porém como não foi demonstrado no projeto arquitetônico que os blocos estruturais são furados na vertical, o *software* Navisworks identifica isto como uma incompatibilidade. Na Figura 28 é demonstrado um exemplo desses clashes.

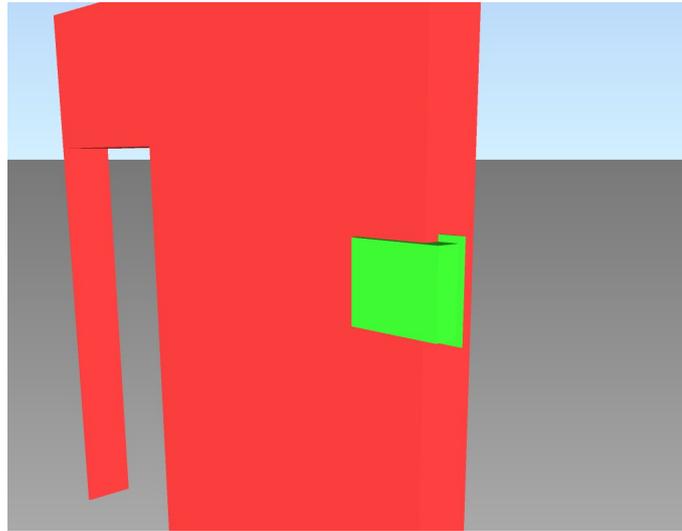
Figura 28 – Interferência entre tubulação de água fria e parede arquitetônica



Fonte: Autora.

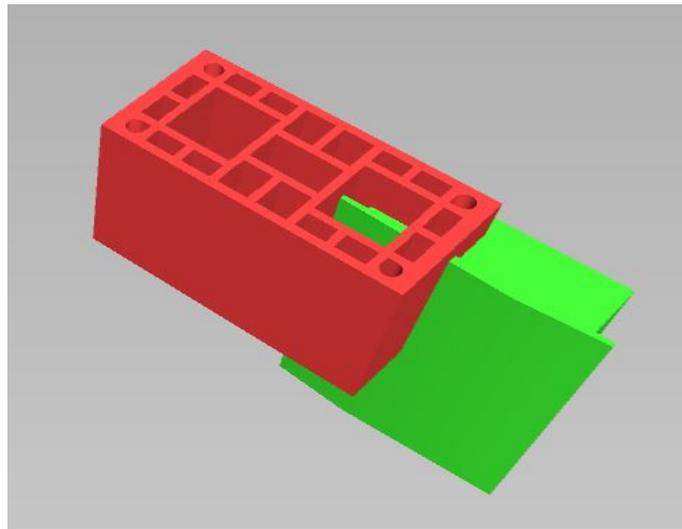
Nos testes 3 e 5 as interferências encontradas foram semelhantes. No teste 3 ocorreu entre a parede e o QD e no teste 5 ocorreu entre os blocos estruturais e o QD, o que mostrado nas Figuras 29 e 30. Estas interferências são mostradas porque nos projetos arquitetônico e estrutural não foi previsto o espaço do QD.

Figura 29 – Interferência entre parede e QD



Fonte: Autora.

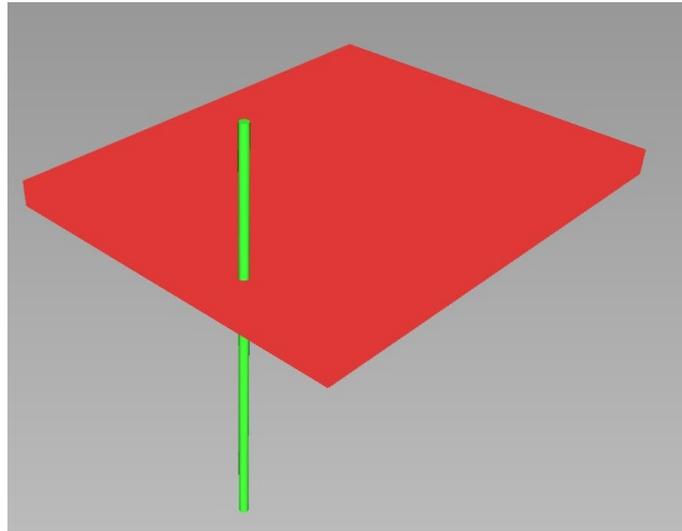
Figura 30 – Interferência entre bloco estrutural e QD



Fonte: Autora.

No teste 4 foram encontradas interferências entre a tubulação de água fria e a laje. Na execução esta laje será concretada com a tubulação já embutida nela, porém como não foi representada uma abertura na laje para esta passagem, é mostrada uma interferência entre estes dois elementos. Isso pode ser verificado na Figura 31.

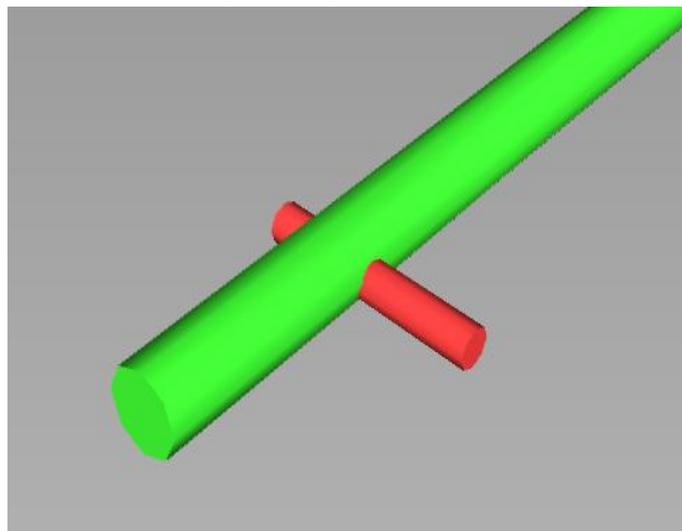
Figura 31 – Interferência entre tubulação de água fria e laje estrutural



Fonte: Autora.

No teste 6 a tolerância foi menor para que o programa detectasse alguma interferência. Foram encontrados clashes entre as tubulações e os eletrodutos, entretanto como os eletrodutos são flexíveis, esta interferência não ocorrerá na execução. Na Figura 32 é mostrado um exemplo dessa interferência.

Figura 32 – Interferência entre tubulação de água fria e eletroduto



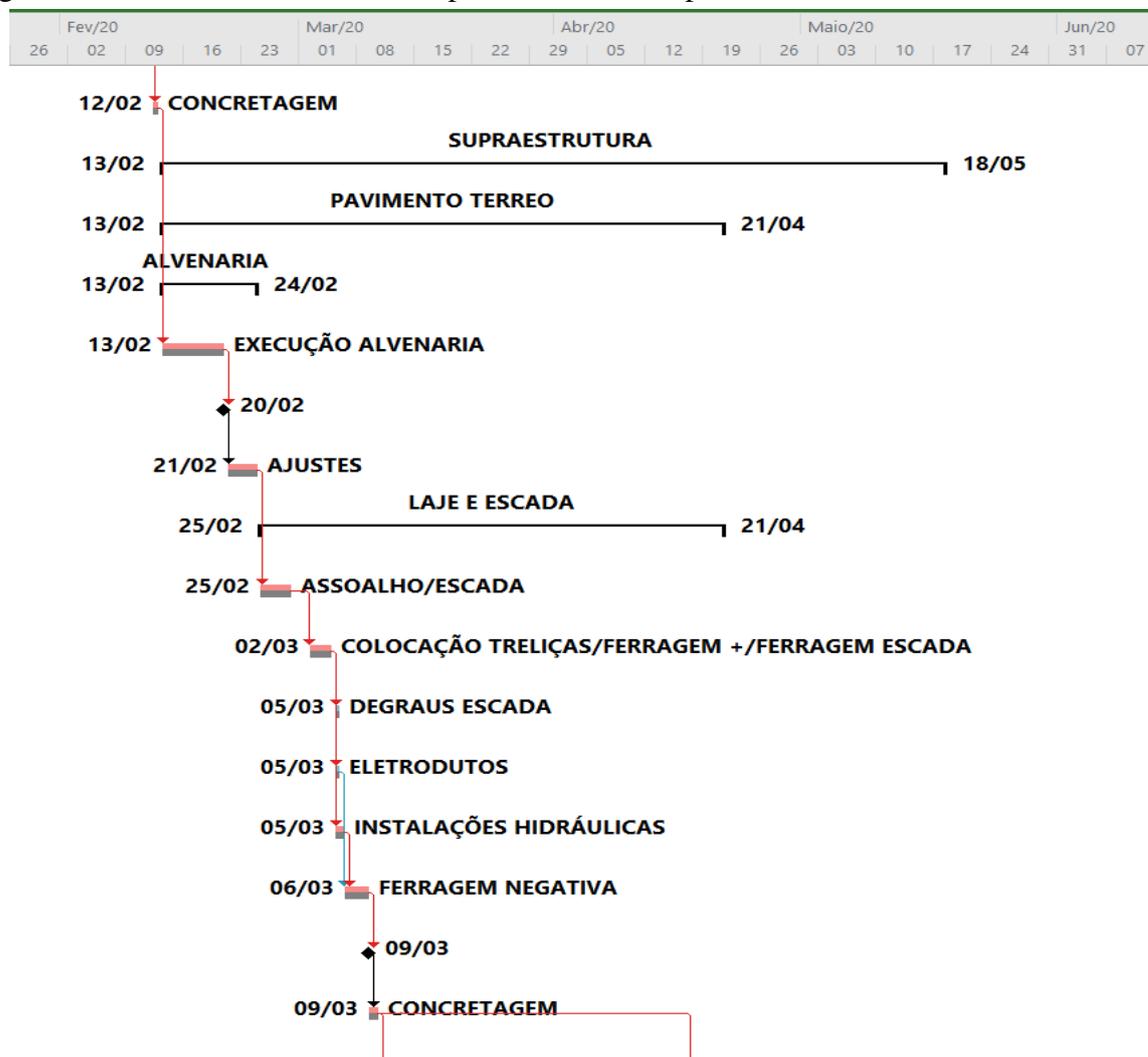
Fonte: Autora.

4.3 CRONOGRAMA

No cronograma elaborado para esta residência foi previsto um total de 135,5 dias úteis para execução da mesma, com início no dia 06 de janeiro de 2020 e término no dia 13 de julho de 2020, totalizando 7 meses para construção.

Além do cronograma em forma de planilha, o programa entrega também um Gráfico de Gantt que mostra graficamente o cronograma ao longo do tempo. Na Figura 33 está apresentada parte do Gráfico de Gantt que representa a superestrutura do 1º pavimento.

Figura 33 – Gráfico de Gantt com superestrutura do 1º pavimento



Fonte: Autora.

4.4 ORÇAMENTO

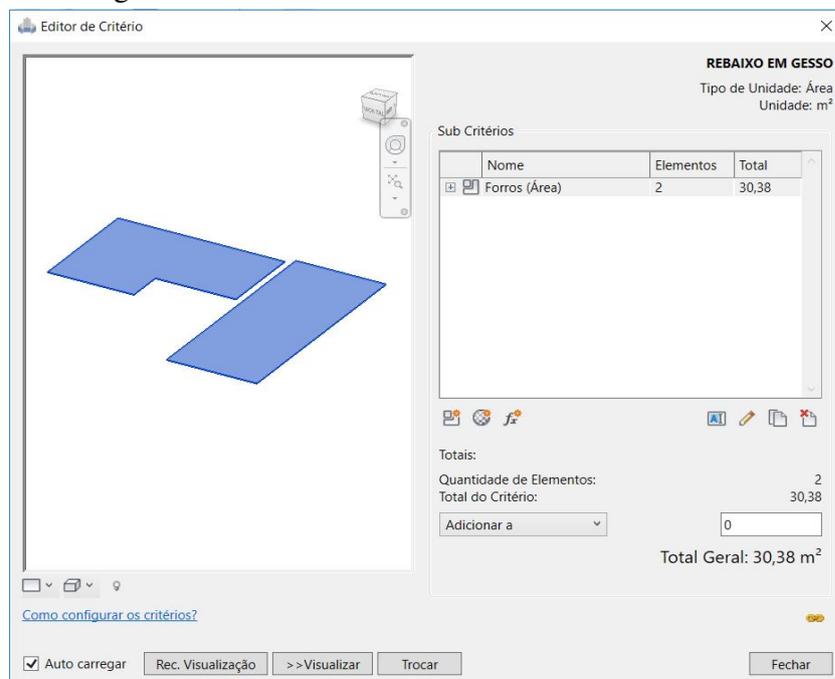
Para elaboração do orçamento deste trabalho foi utilizado como base um orçamento pré-existente de outra residência executada com os mesmos materiais e serviços, facilitando a elaboração do mesmo e evitando o esquecimento de alguma composição. Este orçamento pré-existente utilizava insumos e composições do SINAPI e do banco próprio da empresa.

Os custos unitários foram todos atualizados antes de iniciar o novo orçamento para evitar equívocos nos valores encontrados e os materiais e serviços referentes aos projetos hidrossanitário e elétrico foram adicionados como verbas, a fim de simplificar os resultados encontrados.

Para quantificação dos elementos foram utilizadas as opções de subcritérios por Categorias, Materiais e Fórmulas, além dos filtros disponíveis no OrçaBIM.

A opção Categorias permitiu a quantificação, por exemplo, das escadas (volume em m³ de concreto), do telhado (área em m²) e dos forros de gesso (áreas de forro em m²). Para estas categorias não foi necessário adicionar mais de um subcritério ou utilizar os filtros. A Figura 34 apresenta um exemplo da quantificação dos forros em gesso, presentes no 1º pavimento da residência.

Figura 34 – Forros em gesso

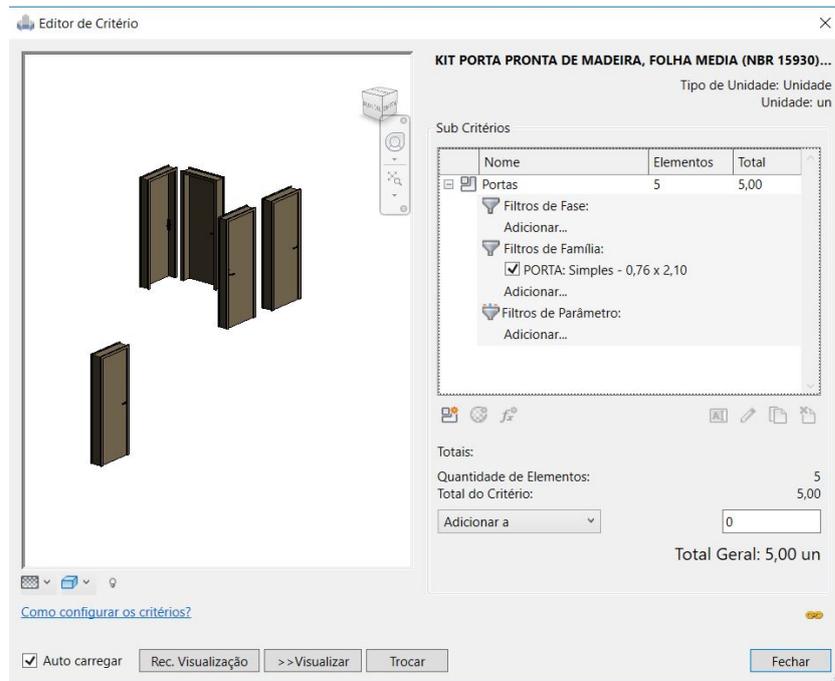


Fonte: Autora.

A quantificação das esquadrias (por unidade) também utilizou esta opção, porém foi ne-

cessária a utilização do Filtro de Família para especificar quais elementos do modelo (a partir dos tamanhos) deveriam ser contabilizados. Na Figura 35 apresenta-se um exemplo da quantificação das portas de 70x210cm.

Figura 35 – Portas de 70x210cm

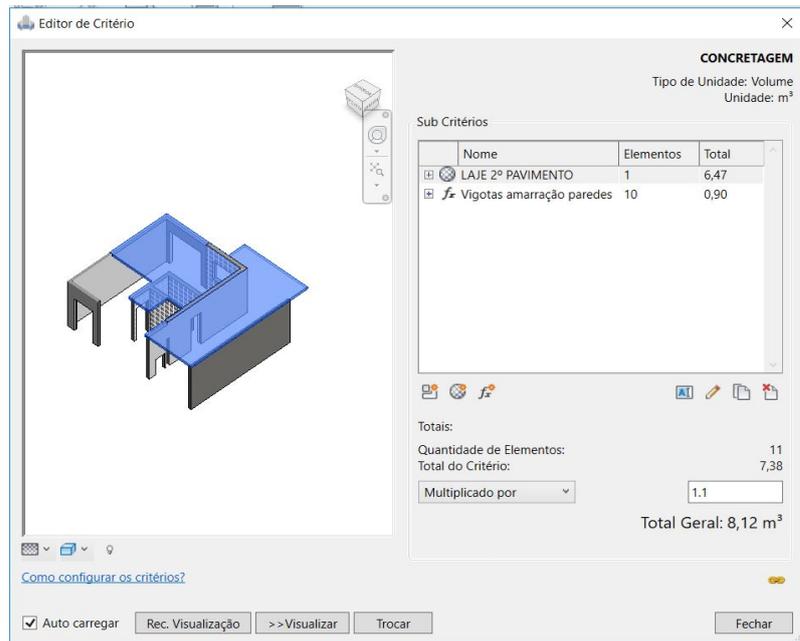


Fonte: Autora.

A opção Materiais permitiu a quantificação, por exemplo, de concreto (volume em m^3), alvenaria, rebocos, pinturas, azulejos e pisos (áreas em m^2). Para as composições de reboco e pintura externos, pisos e azulejos não foi necessária a utilização de filtros, pois estes serviços serão pagos de forma única independente do pavimento a ser utilizado.

Para as composições de concreto, alvenaria, reboco interno e pintura interna foi utilizado o Filtro de Parâmetro a fim de calcular de forma separada as quantidades do 1º e 2º pavimentos e da cobertura. Para o serviço de concretagem foi necessário ainda adicionar um subcritério por fórmula para quantificar o concreto a ser utilizado nas vigotas das paredes do andar subsequente e para contabilizar as perdas que ocorrem nesta etapa foi adicionado 10% sobre o valor calculado, o que é demonstrado na Figura 36.

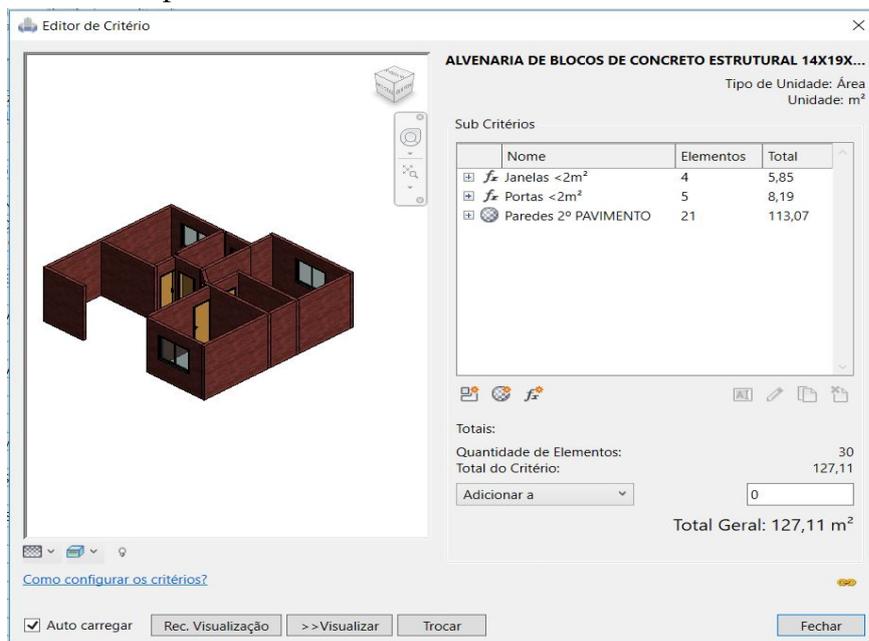
Figura 36 – Concretagem 2º pavimento



Fonte: Autora.

Para as composições de alvenaria e reboco externo precisaram ser utilizados mais de um subcritério. No serviço de alvenaria foi necessário incluir através de um subcritério por fórmula a área da portas e janelas menores do que 2m², que não são descontadas no pagamento deste serviço. O exemplo da alvenaria é demonstrado na Figura 37.

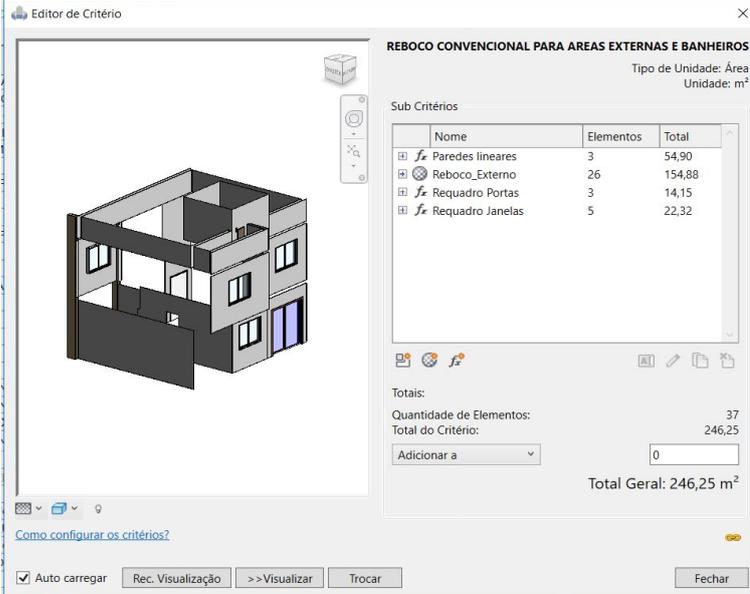
Figura 37 – Alvenaria 2º pavimento



Fonte: Autora.

No serviço de reboco externo foi incluído através de um subcritério por fórmula as áreas com medidas lineares, que representa um aumento significativo no orçamento, e o serviço de requadro das portas externas e das janelas, que é pago de forma separada. Esta composição é demonstrada na Figura 38.

Figura 38 – Reboco externo



The screenshot shows the 'Editor de Critério' window with a 3D model of a building on the left and a table of sub-criteria on the right. The table is titled 'REBOCO CONVENCIONAL PARA AREAS EXTERNAS E BANHEIROS' and lists the following items:

Nome	Elementos	Total
Paredes lineares	3	54,90
Reboco_Externo	26	154,88
Requadro Portas	3	14,15
Requadro Janelas	5	22,32

Below the table, the 'Totais' section shows: Quantidade de Elementos: 37, Total do Critério: 246,25. At the bottom right, the 'Total Geral' is 246,25 m².

Fonte: Autora.

A opção de Fórmulas foi ainda utilizada para quantificar elementos não modelados, como os rodapés, roda forros e o aço a ser utilizado nas alvenarias e lajes. Os rodapés e rodaforros foram quantificados a partir do perímetro dos ambientes. O aço a ser utilizado foi estimado com base nos parâmetros do projeto, a fim de automatizar estes quantitativos, e ao valor encontrado foi adicionado 10%, através da opção “multiplicar por”.

No final foi exportada do OrçaBIM uma planilha com o memorial de cálculo. O orçamento sintético elaborado se encontra no apêndice A deste trabalho.

O valor obtido através dos custos diretos foi de R\$ 174.168,08, ao qual foi adicionado um BDI de 8% referentes aos custos indiretos esperados para esta residência. O valor final obtido para este orçamento foi de R\$188.101,52. A planilha com o orçamento completo se encontra em anexo à este trabalho.

4.4.1 Curva ABC

A partir da plataforma online do Orçafascio foi possível exportar uma planilha que contém a curva ABC. Nesta estão indicados quais os insumos mais representativos dentro do orçamento, de maneira a melhorar o planejamento financeiro da empresa ao saber quais produtos estão impactando mais no valor final da obra. Esta curva ABC se encontra no apêndice B deste trabalho.

4.5 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

A elaboração do cronograma físico-financeiro, que ocorreu após elaboração do cronograma e do orçamento, ocorreu de forma manual, pois ainda não há uma integração direta entre o Orçafascio e MS Project.

Para isso é necessário fazer simulações no cronograma atualizando-o a cada mês e depois colocar manualmente os percentuais encontrados na plataforma do Orçafascio, o que demanda um certo tempo.

Apesar do tempo dispendido neste processo, esta é uma das ferramentas mais importantes de gerenciamento, pois a partir dele a empresa pode planejar os gastos mês a mês e programar compras antecipadas em meses que apresentam um menor gasto.

No cronograma físico-financeiro encontrado para esta residência, que é apresentado na Figura 39, nota-se que o último mês é o que apresenta o menor custo com valor de R\$ 5.763,85, provavelmente porque a conclusão da obra se dará no dia 13 deste mês, e que o mês de Maio (quinto mês) é o que apresenta o maior custo com valor de R\$ 38.715,36.

Figura 39 – Cronograma físico-financeiro

JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO
R\$22.396,79	R\$14.147,57	R\$21.456,91	R\$35.870,92	R\$38.715,36	R\$16.418,55	R\$5.763,85



Fonte: Autora.

5 CONCLUSÃO

A partir da análise do trabalho que foi elaborado pôde-se concluir que o *software* de modelagem BIM apresentou um resultado satisfatório no processo de modelagem dos projetos com intuito de utilizá-lo para orçamentação, pois possui ferramentas adequadas à modelagem dos projetos propostos. Entretanto, notou-se que a utilização de *softwares* específicos para modelagem e cálculo dos projetos complementares tende a trazer um ganho significativo à tecnologia BIM e ao modelo 3D, desde que estes possuam boa interoperabilidade com o Revit.

Além disso, nota-se que quanto maior o número de *softwares* utilizados para elaboração dos projetos, mais completo e com menor propensão a erros ele será.

O *software* Navisworks apresentou pouca dificuldade na sua utilização, além de demonstrar-se eficaz ao detectar as interferências entre os projetos modelados, possibilitando a modificação dos projetos antes que estes sejam entregues para execução e causem problemas como retrabalho.

No processo de elaboração do orçamento, pôde-se perceber que o OrçaBIM possui uma boa interface gráfica, que o torna fácil de utilizar e intuitivo, ajudando o orçamentista a entender o que está sendo quantificado. Ainda, o programa tornou o processo de quantificação rápido e ágil, através da facilidade encontrada ao vincular os elementos do modelo BIM ao orçamento e dos filtros disponibilizados, que ajudam a refinar a quantificação.

Além disso, o OrçaBIM tende a trazer maior confiança e credibilidade ao orçamentista pois todos os critérios podem ser facilmente verificados e atualizados. A automatização do orçamento, com certeza, é o maior ganho deste método, pois resolve as dificuldades encontradas por outros autores.

Entretanto, é necessário que o modelo seja elaborado de maneira a representar os serviços a serem executados, evitando assim erros de quantificação. Por exemplo, deve-se modelar as lajes antes das paredes, porém o revestimento dos pisos (porcelanato, flutuante, madeira, etc.) deve ser modelado após a modelagem das paredes, conforme execução, evitando que os revestimentos sejam modelados nos lugares das paredes e causem um erro de quantificação.

Além disso, nem a plataforma online do Orçafascio nem o OrçaBIM possuem vinculação com o cronograma, sendo necessário atualizar manualmente o cronograma físico-financeiro. Sendo assim, a modificação do cronograma não é capaz de demonstrar o impacto desta decisão no orçamento da obra.

Por fim, o desempenho do OrçaBIM foi satisfatório para criação de um modelo BIM 5D integrado, podendo trazer agilidade, credibilidade e precisão no orçamento elaborado, porém necessita de uma prévia modelagem adequada e não possui automatização com o cronograma elaborado.

Para trabalhos futuros sugere-se a comparação de um orçamento elaborado no OrçaBIM com os gastos reais de um empreendimento, a fim de verificar a precisão obtida neste processo de orçamentação. Sugere-se também a realização de outros orçamentos a partir do OrçaBIM com a utilização de diferentes materiais associados à um mesmo projeto a fim de verificar a eficácia desta ferramenta para tomadas de decisões a respeito de diferentes materiais e processos construtivos a serem empregados.

REFERÊNCIAS

- ALDER, M. A. **Comparing time and accuracy of building information modeling to on-screen takeoff for a quantity takeoff of a conceptual estimate.** , [S.l.], 2006.
- ANDRADE, A. C. d.; SOUZA, U. E. L. d. **Críticas ao processo orçamentário tradicional e recomendações para a confecção de um orçamento integrado ao processo de produção de um empreendimento.** São Carlos, SP. **Simpósio Brasileiro de Gestão e economia da Construção. São Carlos, SP**, [S.l.], 2003.
- ANDRADE, L. S. d. **A contribuição dos sistemas BIM para o planejamento orçamentário das obras públicas: estudo de caso do auditório e da biblioteca de planaltina.** , [S.l.], 2012.
- ANTUNES, B. W. **Orçamento na construção civil com a utilização da tecnologia BIM.** 2017. — Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).
- BARBOSA, A. C. M. **A Metodologia BIM 4D e BIM 5D aplicada a um caso prático Construção de uma ETAR na Argélia.** 2014. — Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- BARLISH, K.; SULLIVAN, K. **How to measure the benefits of BIM—A case study approach.** *Automation in construction*, [S.l.], v.24, p.149–159, 2012.
- CAMPESTRINI, T. F. et al. **Entendendo BIM.** Curitiba, PR, [S.l.], 2015.
- CARNICELLI, D. **O desenvolvimento do modelo BIM no Brasil.** *Revista Exame*. Acessado em Março/2019, Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/negocios/dino/o-desenvolvimento-do-modelo-bim-no-brasil/>>.
- CATELANI, W. S. Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras. Volume 3-Colaboração e Integração BIM. **Brasília: Cbic**, [S.l.], 2016.
- COSTA, J. M. C. d.; SERRA, S. **Comparação de processos de levantamento de quantitativos: tradicional e bim.** **XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC 2014), Maceió**, [S.l.], 2014.

DINO. **O desenvolvimento do modelo BIM no Brasil. Revista Exame.** Acessado em Março/2019, Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/negocios/dino/o-desenvolvimento-do-modelo-bim-no-brasil/>>.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** [S.l.]: Bookman Editora, 2014.

FASCIO, A. **OrçaBIM - Integração com Revit para orçamentos na tecnologia BIM. Blog Orçafascio.** Acessado em Abril/2019, Disponível em: <<https://blog.orcafascio.com/orcabim/>>.

FASCIO, A. **OrçaBIM – Quantitativos – Critérios com Fórmulas. Blog Orçafascio.** Acessado em Abril/2019, Disponível em: <<https://blog.orcafascio.com/orcabim-quantitativos-criterios-com-formulas/>>.

FERREIRA, B. M. L. **Desenvolvimento de metodologias BIM de apoio aos trabalhos construtivos de medição e orçamentação.** , [S.l.], 2015.

FONSECA, L. K. **Estudo de caso de projeto residencial unifamiliar padrão com abordagem na concepção e desenvolvimento da engenharia de projeto, orçamentação e planejamento a partir da modelagem na plataforma Building Information Modeling (BIM) de três métodos construtivos diferentes.** 2018. — Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Espírito Santo.

JÚNIOR, W. T. F. **UTILIZANDO BIM 5D PARA QUANTIFICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL. GTS-Gestão, Tecnologia e Sustentabilidade,** [S.l.], v.1, n.1, 2018.

KASSEM, M.; AMORIM, S. Leusin de. **BIM Building Information Modeling No Brasil e na União Europeia.** , [S.l.], 2015.

LIMA, T. **Conheça as principais ferramentas para usar BIM com sucesso nos seus projetos! Blog Sienge.** Acessado em Março/2019, Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/principais-ferramentas-para-bim/>>.

LUKE, W. G. et al. **Uso de ferramentas BIM para o melhor planejamento de obras da Construção Civil.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2014. v.4.

MITCHELL, D. 5D BIM: creating cost certainty and better buildings. In: RICS COBRA CONFERENCE, 2012. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2012.

NAKAMURA, J. **Tendências da construção civil em 2019. Build in:** construção e informação, março de 2019. Acessado em Abril/2019, Disponível em <<https://www.buildin.com.br/tendencias-da-construcao-civil-2/>>.

OLATUNJI, O. et al. Building information modeling and quantity surveying practice. **Emirates Journal for Engineering Research**, [S.l.], v.15, n.1, p.67–70, 2010.

PEREIRA, N. F. **Tecnologia BIM aplicada no levantamento de quantitativos**. 2017. — Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

RICOTTA, T. **Metodologia BIM - Desafios da implantação – Entrevista com Thiago Ricotta. Build in:** construção e informação. Acessado em Março/2019, Disponível em: <<https://www.buildin.com.br/metodologia-bim-tiago-ricotta/>>.

ROSSO, S. M. **Softwares BIM: conheça os programas disponíveis, seu custo, principais características e segredos**. site au. Acessado em Março/2019, Disponível em: <<http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/208/artigo224333-2.aspx>>.

SABOL, L. **Challenges in cost estimating with Building Information Modeling. IFMA World Workplace**, [S.l.], p.1–16, 2008.

SAI EVURI, G.; AMIRI-ARSHAD, N. **A study on risks and benefits of building information modeling (BIM) in a construction organization**. , [S.l.], 2015.

SANTOS, A. d. P. L.; ANTUNES, C. E.; BALBINOT, G. B. Levantamento de quantitativos de obras: comparação entre o método tradicional e experimentos em tecnologia bim. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, [S.l.], v.6, n.12, p.135–155, 2014.

SANTOS, A. d. P. L. et al. A utilização do BIM em projetos de construção civil. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, [S.l.], v.1, n.2, p.24–42, 2009.

SOARES, J. D. R. T. **A metodologia BIM-FM aplicada a um caso prático**. 2013. — Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

SOUZA, D. A. A. d. N. e. **OrçaBIM – Quantitativos – Critérios com Fórmulas. Blog Orçafascio**. Acessado em Abril/2019, Disponível em: <<https://blog.orcafascio.com/orcabim-quantitativos-criterios-com-formulas/>>.

STANLEY, R.; THURNELL, D. **The benefits of, and barriers to, implementation of 5D BIM for quantity surveying in New Zealand.** , [S.l.], 2014.

TISAKA, M. Orçamento na construção civil. **São Paulo: Pini**, [S.l.], 2006.

TOTALCAD. **Afinal, o que é um software BIM? Blog TotalCAD**. Acessado em Março/2019, Disponível em: <<https://blog.totalcad.com.br/afinal-o-que-e-um-software-bim/>>.

WITICOVSKI, L. C. **Levantamento de quantitativos em projeto**: uma análise comparativa do fluxo de informações entre as representações 2d e o modelo de informações da construção (bim). 2011. — Dissertação (Mestrado em Construção Civil)—Universidade Federal do Paraná.

XU, J. Research on application of BIM 5D technology in central grand project. **Procedia engineering**, [S.l.], v.174, p.600–610, 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Orçamento sumário

Apresenta-se neste o orçamento sumário que foi elaborado ao final deste trabalho.

Obra		Bancos		B.D.I.				
TCC LARISSA DE QUADROS		SINAPI - 04/2019 - Rio Grande do Sul		8,00%				
Planilha Orçamentária Sintética								
Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Total	Peso (%)
1			SERVIÇOS PRELIMINARES E TÉCNICOS				48.204,99	27,68 %
1.1	140	Próprio	PROJETOS	m²	92,96	13,88	1.290,28	0,74 %
1.2	149	Próprio	INFRAESTRUTURA CONDOMÍNIO	un	1	10.715,00	10.715,00	6,15 %
1.3	144	Próprio	MESTRE DE OBRAS	mês	0,667	7.800,00	5.202,60	2,99 %
1.4	145	Próprio	GERENTE OPERACIONAL	mês	0,667	5.000,00	3.335,00	1,91 %
1.5	150	Próprio	INSTALAÇÃO ELÉTRICA (ENTRADA)	UN	1	2.000,00	2.000,00	1,15 %
1.6	166	Próprio	ADMINISTRAÇÃO LOCAL DA OBRA	UN	0,667	9.391,30	6.263,99	3,60 %
1.7	00000002	Próprio	TERRENO BELLA VITTAE	m²	121,39	159,80	19.398,12	11,14 %
2			MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS				3.555,80	2,04 %
2.1	148	Próprio	Terraplanagem e Limpeza do terreno	m²	121,39	20,72	2.515,20	1,44 %
2.2	72900	SINAPI	TRANSPORTE DE ENTULHO COM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, RODOVIA PAVIMENTADA, DMT 0,5 A 1,0 KM	m³	172	6,05	1.040,60	0,60 %
3			INFRAESTRUTURA/FUNDAÇÕES				7.397,67	4,25 %
3.1	04	Próprio	FUNDAÇÕES	UN	1	3.250,00	3.250,00	1,87 %
3.2	03	Próprio	RADIER, MONTAGEM, MADEIRA SERRADA E FERRAGEM	m²	49,79	37,24	1.854,17	1,06 %
3.3	00000001	Próprio	CONCRETAGEM	m³	6,95	330,00	2.293,50	1,32 %
4			SUPRAESTRUTURA/CONCRETO ARMADO				15.444,83	8,87 %
4.1	85233	SINAPI	ESCADA EM CONCRETO ARMADO, FCK = 15 MPA, MOLDADA IN LOCO	m³	1,1	2.388,77	2.627,64	1,51 %
4.2	04	Próprio	GUARDA-CORPO COM CORRIMÃO EM AÇO	M	8,79	115,21	1.012,69	0,58 %
4.3	85662	SINAPI	ARMACAO EM TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA Q-92, ACO CA-60, 4,2MM, MALHA 15X15CM	m²	149,86	12,19	1.826,79	1,05 %
4.4	00000039	SINAPI	ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	50,48	4,51	227,66	0,13 %
4.5			1º PAVIMENTO				3.931,37	2,26 %
4.5.1	92267	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÓRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	m²	44,17	28,34	1.251,77	0,72 %
4.5.2	00000001	Próprio	CONCRETAGEM	m³	8,12	330,00	2.679,60	1,54 %
4.6			2º PAVIMENTO				5.818,68	3,34 %
4.6.1	92267	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÓRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	m²	115,19	28,34	3.264,48	1,87 %
4.6.2	00000001	Próprio	CONCRETAGEM	m³	7,74	330,00	2.554,20	1,47 %
5			ALVENARIA/VEDAÇÃO				15.784,25	9,06 %
5.1	05	Próprio	DIVISÓRIA EM VIDRO TEMPERADO	m²	15,78	215,00	3.392,70	1,95 %
5.2			1º PAVIMENTO				5.305,17	3,05 %
5.2.1	89454	SINAPI	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM, (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M², SEM VÁOS, UTILIZANDO PALHETA. AF_12/2014	m²	95,16	55,75	5.305,17	3,05 %
5.3			2º PAVIMENTO				7.086,38	4,07 %
5.3.1	89454	SINAPI	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM, (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M², SEM VÁOS, UTILIZANDO PALHETA. AF_12/2014	m²	127,11	55,75	7.086,38	4,07 %
6			COBERTURA				13.226,16	7,59 %
6.1	89454	SINAPI	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM, (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M², SEM VÁOS, UTILIZANDO PALHETA. AF_12/2014	m²	52,48	55,75	2.925,76	1,68 %
6.2	168	Próprio	RESERVATÓRIO EM FIBRA	UN	1	330,00	330,00	0,19 %
6.3	06	Próprio	ESTRUTURA METÁLICA PARA TELHADO	UN	1	4.200,00	4.200,00	2,41 %
6.4	167	Próprio	TELHA EM ALUZINCO	m²	47,3	48,00	2.270,40	1,30 %
6.5	07	Próprio	SERVIÇO DE FUNILARIA	UN	1	3.500,00	3.500,00	2,01 %
7			ESQUADRIAS				11.929,14	6,85 %
7.1	08	Próprio	PORTA INTERNA EM MADEIRA	UN	8	500,00	4.000,00	2,30 %
7.2	09	Próprio	PORTINHA 60X100	UN	1	300,00	300,00	0,17 %
7.3	00034381	SINAPI	JANELA MAXIM AR EM ALUMINIO, 80 X 60 CM (A X L), BATENTE/REQUADRO DE 4 A 14 CM, COM VIDRO, SEM GUARNICAO/ALIZAR	UN	1	294,51	294,51	0,17 %
7.4	10	Próprio	JANELA EM ALUMÍNIO DE CORRER 2 FOLHAS	UN	4	1.350,00	5.400,00	3,10 %
7.5	68050	SINAPI	PORTA DE CORRER EM ALUMINIO, COM DUAS FOLHAS PARA VIDRO, INCLUSO VIDRO LISO INCOLOR, FECHADURA E PUXADOR, SEM GUARNICAO/ALIZAR/VISTA	m²	4,3	365,93	1.573,49	0,90 %
7.6	05	Próprio	ALCAPAO EM FERRO, INCLUSO FERRAGENS	UN	2	180,57	361,14	0,21 %

8			HIDRÁULICA				6.500,00	3,73 %
8.1	11	Próprio	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	UN	1	6.500,00	6.500,00	3,73 %
9			ELÉTRICA				6.500,00	3,73 %
9.1	12	Próprio	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	UN	1	6.500,00	6.500,00	3,73 %
10			REVESTIMENTOS				35.073,14	20,14 %
10.1			REVESTIMENTO INTERNO/PAREDES				12.765,66	7,33 %
10.1.1	107	Próprio	REBOCO EM GESSO	m²	181,41	18,68	3.388,73	1,95 %
10.1.2	06	Próprio	COLOCAÇÃO DE AJULEJOS	m²	105,09	62,25	6.541,85	3,76 %
10.1.3	08	Próprio	REBOCO 2 MASSAS PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, APLICADA MANUALMENTE, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS.	m²	94,44	30,02	2.835,08	1,63 %
10.2			REVESTIMENTO INTERNO/TETO/FORRO				3.627,51	2,08 %
10.2.1	107	Próprio	REBOCO EM GESSO	m²	60,97	18,68	1.138,91	0,65 %
10.2.2	00000003	Próprio	REBAIXO EM GESSO	m²	30,38	65,00	1.974,70	1,13 %
10.2.3	13	Próprio	TABICA METÁLICA PARA REBAIXO DE GESSO	M	34,26	15,00	513,90	0,30 %
10.3			REVESTIMENTO EXTERNO/PAREDES				7.392,42	4,24 %
10.3.1	08	Próprio	REBOCO 2 MASSAS PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, APLICADA MANUALMENTE, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS.	m²	246,25	30,02	7.392,42	4,24 %
10.4			PISOS				4.875,79	2,80 %
10.4.1	09	Próprio	PISO PORCELANATO	m²	48,31	62,73	3.030,48	1,74 %
10.4.2	10	Próprio	PISO FLUTUANTE	m²	29,72	62,09	1.845,31	1,06 %
10.5			RODAPÉS/RODAFORROS/PEITORIS				6.411,76	3,68 %
10.5.1	105	Próprio	RODAPE SANTA LUZIA - 12 a 15cm QUADRADO	M	116,78	27,06	3.160,06	1,81 %
10.5.2	103	Próprio	RODAFORRO EM GESSO	m	116,78	15,00	1.751,70	1,01 %
10.5.3	16	Próprio	PEITORIL EM GRANITO	UN	1	1.500,00	1.500,00	0,86 %
11			PINTURAS				7.223,39	4,15 %
11.1			PINTURA INTERNA				4.083,98	2,34 %
11.1.1	110	Próprio	PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS.	m²	149,4	15,16	2.264,90	1,30 %
11.1.2	112	Próprio	PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM TETO, DUAS DEMÃOS.	m²	105,21	17,29	1.819,08	1,04 %
11.2			PINTURA EXTERNA				3.139,41	1,80 %
11.2.1	113	Próprio	PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EM PAREDES EXTERNAS DE CASAS, DUAS CORES.	m²	154,88	20,27	3.139,41	1,80 %
12			SERVIÇOS COMPLEMENTARES				3.328,71	1,91 %
12.1	12	Próprio	GRADE DE FERRO	m²	16,86	107,94	1.819,86	1,04 %
12.2	11	Próprio	PLANTIO DE GRAMA	m²	71,6	9,07	649,41	0,37 %
12.3	175	Próprio	LIMPEZA FINAL DA OBRA	m²	121,39	7,08	859,44	0,49 %

Total sem BDI	174.168,08
Total do BDI	13.933,44
Total Geral	188.101,52

APÊNDICE B – Curva ABC

Apresenta-se neste a curva ABC de insumos que foi elaborado ao final deste trabalho. Esta demonstrou-se com distorções pois algumas composições foram adicionadas como verbas e assim os materiais a serem utilizados e a mão-de-obra não foram discriminados.

Obra			Bancos						B.D.I.		
TCC LARISSA DE QUADROS			SINAPI - 04/2019 - Rio Grande do Sul						8,00%		
Curva ABC de insumos											
Curva	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unitário	TOTAL	Peso	Valor Acumulado	Peso Acumulado
A	00000002	Próprio	TERRENO BELLA VITTAE	Outros	m²	121,39	159,8	19.398,12	11,14%	19.398,12	11,14%
	149	Próprio	INFRAESTRUTURA CONDOMÍNIO	Administração	un	1	10.715,00	10.715,00	6,15%	30.113,12	17,29%
	00025070	SINAPI	BLOCO CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 39 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	Material	UN	3.079,95	2,62	8.069,46	4,63%	38.182,58	21,92%
	00000001	Próprio	CONCRETAGEM	Material	m³	22,81	330	7.527,30	4,32%	45.709,88	26,24%
	11	Próprio	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	Verba	UN	1	6.500,00	6.500,00	3,73%	52.209,88	29,98%
	12	Próprio	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	Verba	UN	1	6.500,00	6.500,00	3,73%	58.709,88	33,71%
	166	Próprio	ADMINISTRAÇÃO LOCAL DA OBRA	Administração	UN	0,667	9.391,30	6.264,00	3,60%	64.973,88	37,31%
	00004750	SINAPI	PEDREIRO	Mão de Obra	H	400,0445562	15,16	6.064,68	3,48%	71.038,56	40,79%
	10	Próprio	JANELA EM ALUMÍNIO DE CORRER 2 FOLHAS	Material	UN	4	1.350,00	5.400,00	3,10%	76.438,56	43,89%
	144	Próprio	MESTRE DE OBRAS	Mão de Obra	mês	0,667	7.800,00	5.202,60	2,99%	81.641,16	46,87%
	00001358	SINAPI	CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA PARA FORMA DE CONCRETO. DE "2,2 X 1,1" M. E = 17 MM	Material	m²	167,328	26,21	4.385,67	2,52%	86.026,82	49,39%
	06	Próprio	ESTRUTURA METÁLICA PARA TELHADO	Serviços	UN	1	4.200,00	4.200,00	2,41%	90.226,82	51,80%
	08	Próprio	PORTA INTERNA EM MADEIRA	Material	UN	8	500	4.000,00	2,30%	94.226,82	54,10%
	00004760	SINAPI	AZULEJISTA OU LADRILHISTA	Mão de Obra	H	231,198	15,16	3.504,96	2,01%	97.731,79	56,11%
	07	Próprio	SERVIÇO DE FUNILARIA	Serviços	UN	1	3.500,00	3.500,00	2,01%	101.231,79	58,12%
	00006111	SINAPI	SERVENTE DE OBRAS	Mão de Obra	H	290,0152833	11,86	3.439,58	1,97%	104.671,37	60,10%
	05	Próprio	DIVISÓRIA EM VIDRO TEMPERADO	Serviços	m²	15,78	215	3.392,70	1,95%	108.064,07	62,05%
	145	Próprio	GERENTE OPERACIONAL	Mão de Obra	mês	0,667	5.000,00	3.335,00	1,91%	111.399,07	63,96%
	04	Próprio	FUNDAÇÕES	Verba	UN	1	3.250,00	3.250,00	1,87%	114.649,07	65,83%
	00000536	SINAPI	REVESTIMENTO EM CERÂMICA ESMALTADA EXTRA, PEI MENOR OU IGUAL A 3, FORMATO MENOR OU IGUAL A 2025 CM2	Material	m²	105,09	28,9	3.037,10	1,74%	117.686,17	67,57%
	00003315	SINAPI	GESSO EM PO PARA REVESTIMENTOS/MOLDURAS/SANCAS	Material	KG	3.984,73	0,71	2.829,16	1,62%	120.515,32	69,19%
	148	Próprio	Terraplanagem e Limpeza do terreno	Serviços	m²	121,39	20,72	2.515,20	1,44%	123.030,52	70,64%
	00037371	SINAPI	TRANSPORTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	Serviços	H	993,6863356	2,51	2.494,15	1,43%	125.524,68	72,07%
	00007356	SINAPI	TINTA ACRILICA PREMIUM, COR BRANCO FOSCO	Material	L	107,1045	22,06	2.362,73	1,36%	127.887,40	73,43%
167	Próprio	TELHA EM ALUZINCO	Material	m²	47,3	48	2.270,40	1,30%	130.157,80	74,73%	
00038877	SINAPI	MASSA PARA TEXTURA LISA DE BASE ACRILICA, USO INTERNO E EXTERNO	Material	KG	297,3696	6,79	2.019,14	1,16%	132.176,94	75,89%	
150	Próprio	INSTALAÇÃO ELÉTRICA (ENTRADA)	Serviços	UN	1	2.000,00	2.000,00	1,15%	134.176,94	77,04%	
00000003	Próprio	REBAIXO EM GESSO	Serviços	m²	30,38	65	1.974,70	1,13%	136.151,64	78,17%	
00001106	SINAPI	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	Material	KG	2.988,80	0,6	1.793,28	1,03%	137.944,92	79,20%	
B	159	Próprio	RODAPÉ SANTA LUZIA	Material	m	116,78	15	1.751,70	1,01%	139.696,62	80,21%
	4783	SINAPI	PINTOR	Mão de Obra	H	113,6155249	15,16	1.722,41	0,99%	141.419,03	81,20%
	1379	SINAPI	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	Material	KG	2.893,61	0,57	1.649,36	0,95%	143.068,39	82,14%
	21141	SINAPI	TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIÂMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	Material	m²	154,3558	10,06	1.552,82	0,89%	144.621,21	83,04%
	16	Próprio	PEITORIL EM GRANITO	Verba	UN	1	1.500,00	1.500,00	0,86%	146.121,21	83,90%
	14	Próprio	PISO PORCELANATO	Material	m²	48,31	30	1.449,30	0,83%	147.570,51	84,73%
	160	Próprio	MÃO-DE-OBRA RODAPÉ	Mão de Obra	m	116,78	12	1.401,36	0,80%	148.971,87	85,53%
	4922	SINAPI	PORTA DE CORRER EM ALUMÍNIO, DUAS FOLHAS MOVEIS COM VIDRO, FECHADURA E PUXADOR EMBUTIDO, ACABAMENTO	Material	m²	4,3	316,06	1.359,06	0,78%	150.330,93	86,31%
	140	Próprio	PROJETOS	Administração	m²	92,96	13,88	1.290,28	0,74%	151.621,21	87,05%
	370	SINAPI	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	Material	m³	20,433681	60	1.226,02	0,70%	152.847,23	87,76%
	1213	SINAPI	CARPINTEIRO DE FORMAS	Mão de Obra	H	80,5339445	15,16	1.220,89	0,70%	154.068,13	88,46%
	15	Próprio	PISO FLUTUANTE	Material	M²	29,72	40	1.188,80	0,68%	155.256,93	89,14%
	37686	SINAPI	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONARIA/MISTURADOR	Mão de Obra	H	74,3807402	15,71	1.168,52	0,67%	156.425,45	89,81%

	12872 SINAPI	GESSEIRO	Mão de Obra	H	73,3902402	14,5	1.064,16	0,61%	157.489,61	90,42%
	163 Próprio	GESSO PARA RODAFORRO	Material	m	116,78	9	1.051,02	0,60%	158.540,63	91,03%
	37370 SINAPI	ALIMENTACAO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES)	Outros	H	993,6863356	0,99	983,75	0,56%	159.524,38	91,59%
	546 SINAPI	BARRA DE FERRO RETANGULAR, BARRA CHATA (QUALQUER DIMENSÃO)	Material	KG	182,45892	4,82	879,45	0,50%	160.403,83	92,10%
	175 Próprio	LIMPEZA FINAL DA OBRA	Mão de Obra	m²	121,39	7,08	859,44	0,49%	161.263,27	92,59%
	38597 SINAPI	CANALETA CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 39 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	Material	UN	255,5175	2,93	748,67	0,43%	162.011,93	93,02%
	6193 SINAPI	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 20* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIAO	Material	M	68,7102	10,58	726,95	0,42%	162.738,89	93,44%
	162 Próprio	mão-de-obra rodaforro	Mão de Obra	m	116,78	6	700,68	0,40%	163.439,57	93,84%
	4221 SINAPI	OLEO DIESEL COMBUSTIVEL COMUM	Material	L	188,67024	3,49	658,46	0,38%	164.098,03	94,22%
	6127 SINAPI	AUXILIAR DE PEDREIRO	Mão de Obra	H	46,818	11,56	541,22	0,31%	164.639,24	94,53%
	13 Próprio	TABICA METALICA PARA REBAIXO DE GESSO	Material	M	34,26	15	513,90	0,30%	165.153,14	94,82%
C	00038591 SINAPI	BLOCO CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 34 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	Material	UN	192,325	2,59	498,12	0,29%	165.651,27	95,11%
	00000034 SINAPI	ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	Material	KG	97,68	4,55	444,44	0,26%	166.095,71	95,37%
	00006189 SINAPI	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 30* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIAO	Material	M	28,046964	15,48	434,17	0,25%	166.529,88	95,61%
	00006110 SINAPI	SERRALHEIRO	Mão de Obra	H	26,615241	15,16	403,49	0,23%	166.933,36	95,85%
	00003324 SINAPI	GRAMA BATATAIS EM PLACAS, SEM PLANTIO	Material	m²	38,664	10,35	400,17	0,23%	167.333,54	96,00%
	00037595 SINAPI	ARGAMASSA COLANTE TIPO ACIII	Material	KG	289,86	1,37	397,11	0,23%	167.730,64	96,30%
	00010915 SINAPI	TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-61, (0,97 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 3,4 MM, LARGURA = 2,45 X 120 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	Material	KG	48,2963	7	338,07	0,19%	168.068,72	96,50%
	00037372 SINAPI	EXAMES - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	Outros	H	993,6863356	0,34	337,85	0,19%	168.406,57	96,69%
	168 Próprio	RESERVATÓRIO EM FIBRA	Material	UN	1	330	330,00	0,19%	168.736,57	96,88%
	00001523 SINAPI	CONCRETO USINADO CONVENCIONAL (NAO BOMBEAVEL) CLASSE DE RESISTENCIA C15, COM BRITA 1 E 2, SLUMP = 80 MM +/- 10 MM (NBR 8853)	Material	m³	1,1	283,75	312,13	0,18%	169.048,70	97,06%
	00038589 SINAPI	MEIO BLOCO CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 19 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	Material	UN	192,325	1,59	305,80	0,18%	169.354,49	97,24%
	09 Próprio	PORTINHA 60X100	Material	UN	1	300	300,00	0,17%	169.654,49	97,41%
	00034381 SINAPI	JANELA MAXIM AR EM ALUMINIO, 80 X 60 CM (A X L), BATENTE/REQUADRO DE 4 A 14 CM, COM VIDRO, SEM GLARNICAO/AI PAR	Material	UN	1	294,51	294,51	0,17%	169.949,00	97,58%
	00034547 SINAPI	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 12* CM	Material	M	108,52625	2,65	287,59	0,17%	170.236,60	97,74%
	00007697 SINAPI	TUBO ACO GALVANIZADO COM COSTURA, CLASSE MEDIA, DN 1 1/2", E = *3,25* MM, PESO *3,61* KG/M (NBR 5580)	Material	M	8,79	30,66	269,50	0,15%	170.506,10	97,90%
	00000567 SINAPI	CANTONEIRA FERRO GALVANIZADO DE ABAS IGUAIS, 1" X 1/8" (L X E) - 1,20KG/M	Material	M	39,92	6,35	253,49	0,15%	170.759,59	98,04%
	00011447 SINAPI	DOBRADICA EM LATAO, 3" X 2 1/2", E = 1 9 A 2 MM, COM ANEL, CROMADO, TAMPA BOLA, COM PARAFUSOS	Material	UN	6,2	40,87	253,39	0,15%	171.012,99	98,19%
	00001649 SINAPI	CRUZETA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 1 1/2"	Material	UN	6,153	40,39	248,52	0,14%	171.261,51	98,33%
	00036146 SINAPI	PROTECTOR SOLAR FPS 30, EMBALAGEM 2 LITROS	Material	UN	1,2278505	202,3	248,39	0,14%	171.509,90	98,47%
	00000039 SINAPI	ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	Material	KG	50,48	4,51	227,66	0,13%	171.737,56	98,60%
	00037760 SINAPI	CAMINHÃO TOCO, PESO BRUTO TOTAL: 16000 KG, CARGA UTIL MAXIMA: 13071 KG, DISTANCIA ENTRE EIXOS: 4,80 M, POTENCIA: 230 CV (INCLUI CABINE E CHASSI, NAO INCLUI CARROCERIA)	Equipamento	UN	0,0008167	276.196,30	225,58	0,13%	171.963,14	98,73%
	00006297 SINAPI	TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 1 1/2"	Material	UN	9,669	22,06	213,30	0,12%	172.176,44	98,86%
	00000378 SINAPI	ARMADOR	Mão de Obra	H	12,2470481	15,16	185,67	0,11%	172.362,10	98,96%
	00036153 SINAPI	TALABARTE DE SEGURANCA, 2 MOSQUETOES TRAVA DUPLA *53* MM DE ABERTURA, COM ABSORVEDOR DE ENERGIA	Material	UN	1,0641239	159,16	169,37	0,10%	172.531,47	99,06%
	00036144 SINAPI	RESPIRADOR DESCARTAVEL SEM VALVULA DE EXALACAO, PFF 1	Material	UN	110,3730319	1,33	146,80	0,08%	172.678,27	99,14%
	00012892 SINAPI	LUVIA RASPA DE COURO, CANO CURTO (PUNHO *7* CM)	Equipamento	PAR	13,5669872	10,71	145,30	0,08%	172.823,57	99,23%
	00020020 SINAPI	MOTORISTA DE CAMINHÃO-BASCULANTE	Mão de Obra	H	6,2173872	17,03	105,88	0,06%	172.929,45	99,29%
	00006117 SINAPI	CARPINTEIRO AUXILIAR	Mão de Obra	H	8,4548495	11,93	100,87	0,06%	173.030,32	99,35%
	00036149 SINAPI	TRAVA-QUEIDAS EM ACO PARA CORDA DE 12 MM, EXTENSOR DE 25 X 300 MM, COM MOSQUETAO TIPO GANCHO TRAVA DUPLA	Equipamento	UN	0,7109959	139,82	99,41	0,06%	173.129,73	99,40%
	00036150 SINAPI	AVENTAL DE SEGURANCA DE RASPA DE COURO 1,00 X 0,80 M	Material	UN	2,6310799	35,34	92,98	0,05%	173.222,71	99,46%
	00012893 SINAPI	BOTA DE SEGURANCA COM BIQUEIRA DE ACO E COLARINHO ACO LIGADO	Material	PAR	1,5828547	57,12	90,41	0,05%	173.313,12	99,51%
	00004517 SINAPI	SARRAFO DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 7,5* CM (1 X 3 *)	Material	M	72,03394	1,15	82,84	0,05%	173.395,96	99,56%
	00002711 SINAPI	PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO CARRINHO DE MAO DE ACO CAPACIDADE 50 A 60 L, PNEU COM CAMARA	Equipamento	UN	0,541281	117,31	63,50	0,04%	173.459,46	99,59%
	00004491 SINAPI	PONTALETE DE MADEIRA NAO APARELHADA *7,5 X 7,5* CM (3 X 3 *)	Material	M	18,4223	3,21	59,14	0,03%	173.518,60	99,63%
	00000337 SINAPI	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	Material	KG	4,4479	12,41	55,20	0,03%	173.573,79	99,66%
	00038595 SINAPI	MEIA CANALETA CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 19 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	Material	UN	32,97	1,59	52,42	0,03%	173.626,22	99,69%
00037373 SINAPI	SEGURO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	Taxas	H	993,6863356	0,05	49,68	0,03%	173.675,90	99,72%	
00012815 SINAPI	FITA CREPE ROLO DE 25 MM X 50 M	Material	UN	7,2768886	6,77	49,26	0,03%	173.725,17	99,75%	
00000010 SINAPI	BALDE PLASTICO CAPACIDADE *10* L	Material	UN	6,3933524	6,74	43,09	0,02%	173.768,26	99,77%	

00025964	SINAPI	JARDINEIRO	Mão de Obra	H	2,8110382	14,67	41,24	0,02%	173.809,49	99,79%
00038476	SINAPI	ESCADA DUPLA DE ABRIR EM ALUMINIO, MODELO PINTOR, 8 DEGRAUS	Material	UN	0,1651103	218,41	36,06	0,02%	173.845,56	99,81%
00004230	SINAPI	OPERADOR DE MAQUINAS E TRATORES DIVERSOS (TERRAPLANAGEM)	Mão de Obra	H	1,9182958	18,45	35,39	0,02%	173.880,95	99,84%
00038412	SINAPI	INVERSOR DE SOLDA MONOFASICO DE 160 A, POTENCIA DE 5400 W, TENSÃO DE 220 V, TURBO VENTILADO, PROTEÇÃO POR FUSIVEL TECNICO, PARA ELTROPOLICO 16,2 X 14 MM	Equipamento	UN	0,0361036	980,01	35,38	0,02%	173.916,33	99,86%
00011359	SINAPI	ESMERILHADEIRA ANGULAR ELETRICA, DIAMETRO DO DISCO 7" (180 MM), ROTACAO 8500 RPM, POTENCIA 2400 W	Equipamento	UN	0,0516027	656,9	33,90	0,02%	173.950,23	99,87%
00038390	SINAPI	ROLO DE LA DE CARNEIRO 23 CM (SEM CABO)	Material	UN	1,2128452	26,61	32,27	0,02%	173.982,50	99,89%
00038399	SINAPI	BOLSA DE LONA PARA FERRAMENTAS *50 X 35 X 25* CM	Material	UN	0,2063195	144,96	29,91	0,02%	174.012,41	99,91%
00034356	SINAPI	REJUNTE BRANCO, CIMENTICIO	Material	KG	11,5944	2,57	29,80	0,02%	174.042,21	99,93%
00037733	SINAPI	CACAMBA METALICA BASCULANTE COM CAPACIDADE DE 6 M3 (INCLUI MONTAGEM, NAO INCLUI CAMINHÃO)	Material	UN	0,0008167	33.430,41	27,30	0,02%	174.069,51	99,94%
00038396	SINAPI	SELADOR HORIZONTAL PARA FITA DE ACO 1"	Material	UN	0,0413004	615,7	25,43	0,01%	174.094,94	99,96%
00005068	SINAPI	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 17 X 21 (2 X 11)	Material	KG	2,354574	10,25	24,13	0,01%	174.119,07	99,97%
00038413	SINAPI	LIXADEIRA ELETRICA ANGULAR, PARA DISCO DE 7" (180 MM), POTENCIA DE 2.200 W, *5.000* RPM, 220 V	Equipamento	UN	0,0353743	677,26	23,96	0,01%	174.143,03	99,99%
00010535	SINAPI	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELETRICO TRIFASICO 220/380 V POTENCIA 2 CV, SEM CARREGADOR	Equipamento	UN	0,0068284	3.207,50	21,90	0,01%	174.164,93	100,00%
00038477	SINAPI	ESCADA EXTENSIVEL EM ALUMINIO COM 6,00 M ESTENDIDA	Material	UN	0,0353743	618,54	21,88	0,01%	174.186,81	100,01%
00002705	SINAPI	ENERGIA ELETRICA ATE 2000 KWH INDUSTRIAL, SEM DEMANDA	Material	KWH	26,4260145	0,82	21,67	0,01%	174.208,48	100,02%
00025966	SINAPI	REDUTOR TIPO THINNER PARA ACABAMENTO	Material	L	1,2128452	17,77	21,55	0,01%	174.230,04	100,04%
00038382	SINAPI	LINHA DE PEDREIRO LISA 100 M	Material	UN	2,3077153	8,83	20,38	0,01%	174.250,41	100,05%
00001327	SINAPI	CHAPA DE ACO FINA A FRIO BITOLA MSG 24, E = 0,60 MM (4,80 KG/M2)	Material	KG	3	5,79	17,37	0,01%	174.267,78	100,06%
00038393	SINAPI	ROLO DE ESPUMA POLIESTER 23 CM (SEM CABO)	Material	UN	1,2128452	12	14,55	0,01%	174.282,34	100,07%
00006114	SINAPI	AJUDANTE DE ARMADOR	Mão de Obra	H	1,2345758	10,56	13,04	0,01%	174.295,37	100,07%
00005061	SINAPI	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 18 X 27 (2 1/2 X 10)	Material	KG	0,70068	10,08	7,06	0,00%	174.302,44	100,08%
00040304	SINAPI	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	Material	KG	0,3564	12,65	4,51	0,00%	174.306,95	100,08%
00039017	SINAPI	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	Material	UN	47,784	0,09	4,30	0,00%	174.311,25	100,08%
00002692	SINAPI	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	Material	L	0,2244	6,4	1,44	0,00%	174.312,68	100,08%
00013896	SINAPI	VIBRADOR DE IMERSAO, DIAMETRO DA PONTEIRA DE *45* MM, COM MOTOR ELETRICO TRIFASICO DE 2 HP (2 CV)	Equipamento	UN	0,0003923	2.153,01	0,84	0,00%	174.313,53	100,08%
00014618	SINAPI	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELETRICO, POTENCIA DE *1600* W, PARA DISCO DE DIAMETRO DE 10" (250 MM)	Material	UN	0,0002261	988,45	0,22	0,00%	174.313,75	100,08%

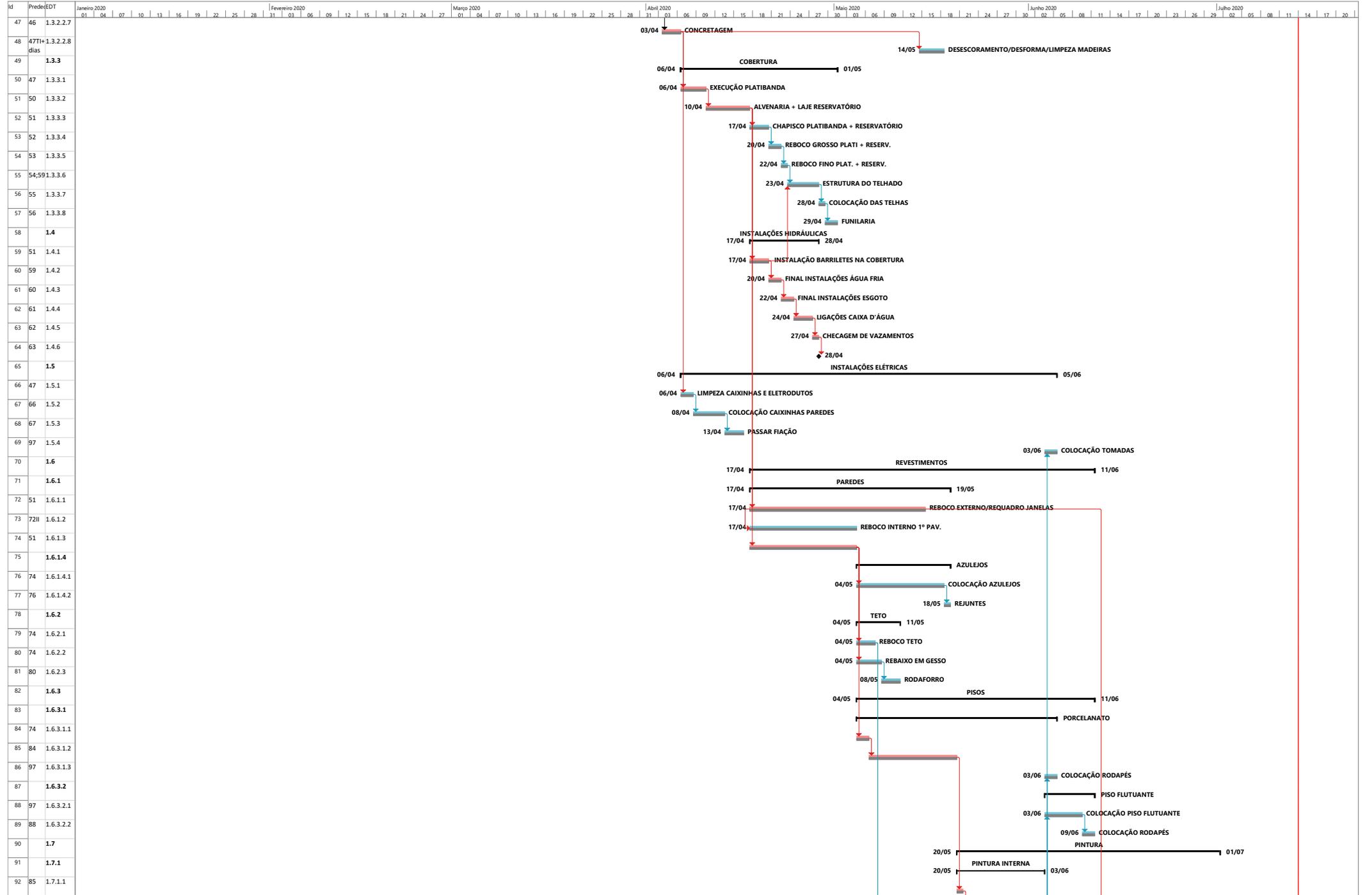
Totais por Tipo	
Equipamento	R\$649,77
Mão de Obra	R\$31.111,07
Material	R\$5.887,46
Serviços	R\$20.076,75
Taxas	R\$49,68
Administração	R\$18.269,28
Verba	R\$17.750,00
Outros	R\$20.719,72
	174.168,08
	13.933,44
	188.101,52

APÊNDICE C – Gráfico de Gantt

APÊNDICE C - Gráfico de Gantt



APÊNDICE C - Gráfico de Gantt



APÊNDICE C - Gráfico de Gantt

