

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Engenharia
Programa de Pós-graduação em Construção Civil

Gabriel Victoria Tassara

**PROCEDIMENTOS E ANÁLISES DA ORÇAMENTAÇÃO DE UM MODELO BIM
EM DOIS NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS**

Belo Horizonte
2019

Gabriel Victoria Tassara

**PROCEDIMENTOS E ANÁLISES DA ORÇAMENTAÇÃO DE UM MODELO BIM
EM DOIS NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS**

Versão Final

Dissertação apresentada a Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Construção Civil. Área de concentração: Tecnologia na Construção Civil. Linha de pesquisa: Gestão de Empreendimentos de Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Marques Arantes

Belo Horizonte

2019

T211p

Tassara, Gabriel Victoria.

Procedimentos e análises de orçamentação de um modelo BIM em dois níveis de desenvolvimento de objetos [recurso eletrônico] / Gabriel Victoria Tassara. – 2019.

1 recurso online (xvi, 120 f. : il., color.) : pdf.

Orientador: Eduardo Marques Arantes.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Anexos: f. 119-120.

Apêndices: f.114-118.

Bibliografia: f.109-113.

Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Construção civil - Teses. 2. Modelagem de informação da construção – Teses. 3. Orçamento – Teses. 4. Modelagem de dados – Teses. I. Arantes, Eduardo Marques. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 691(043)

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CONSTRUÇÃO CIVIL do aluno GABRIEL VICTORIA TASSARA

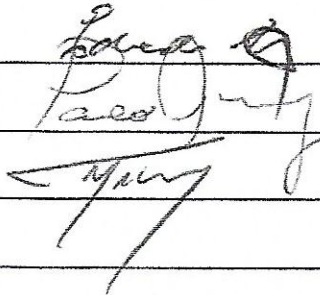
Às 16:00 horas do dia 27 do mês de novembro de 2019, reuniu-se, na Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, a Comissão Examinadora de Dissertação de Mestrado, aprovada *ad referendum* pelo coordenador do Programa de Pós-Curso de Mestrado em Construção Civil para o exame final, o trabalho intitulado "PROCEDIMENTOS E ANÁLISES DA ORÇAMENTAÇÃO DE UM MODELO BIM EM DOIS NÍVEIS DE DETALHAMENTO DE OBJETO", do aluno GABRIEL VICTORIA TASSARA, requisito final para a obtenção do Grau de MESTRE EM CONSTRUÇÃO CIVIL na área de concentração: TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Dr. Eduardo Marques Arantes, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado. Foram atribuídas as seguintes indicações:

(Aprov./Repr.)


Prof. Dr. Eduardo Marques Arantes – UFMG (Orientador) APROVADO
Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Andery – UFMG APROVADO
Prof. Dr. Túlio Márcio Salles Tibúrcio – UFV APROVADO


Pelas indicações acima, o candidato foi considerado APROVADO porém algumas correções foram sugeridas, conforme pareceres em anexo, e o candidato terá o prazo máximo de 60 (sessenta) dias para efetuar-las e entregar a versão final da dissertação na Secretaria do Mestrado em Construção Civil.

O resultado foi comunicado publicamente ao candidato pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 27/novembro/2019.



Obs.: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo da Coordenadora do CMCC.


Camila A. de Souza Durães
Secretária
Matrícula: 32812-X
Prof. Dr. Eduardo Chahud
Coordenador do Curso de Mestrado em Construção Civil
EE.UFMG

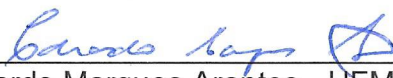

Prof. Dr. Eduardo Chahud
Coordenador do Mestrado
em Construção Civil da E.E.UFMG

Nome: Gabriel Victoria Tassara

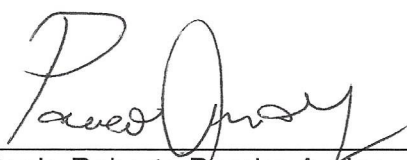
Título: Procedimentos e Análises da Orçamentação de um Modelo BIM em Dois Níveis de Desenvolvimento de Objetos

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Construção Civil e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Construção Civil do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais.


Banca Examinadora:



Prof. Dr. Eduardo Marques Arantes - UFMG/DEMC (Orientador)
Julgamento aprovado



Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Andery - UFMG/DEMC (Banca Examinadora)
Julgamento APROVADO



Prof. Dr Túlio Márcio de Salles Tibúrcio - UFV (Banca Examinadora)
Julgamento APROVADO

Belo Horizonte, 27 de novembro de 2019.

Dedico esse trabalho a Deus que me concedeu coragem e vigor para enfrentar todos os desafios, colocando pessoas excepcionais em minha vida. Dentre elas a minha doce e amada Gabriella e aos meus familiares, meus pais Luiz Otavio e Ciléa Vitoria e a minha irmã, Renata.

AGRADECIMENTOS

Começo esse breve agradecimento fazendo menção a Deus, que sem ele não conseguiria de forma alguma ingressar, cursar e concluir esse curso de mestrado com êxito. Agradeço por todas as bênçãos derramadas em minha vida, na minha carreira e, em especial, ao longo desse curso. Sou grato a Ele por todas as pessoas e oportunidades colocadas em meu caminho que proporcionaram um crescimento profissional e pessoal. *“Entregue suas preocupações ao Senhor e Ele o sustentará, jamais permitirá que o justo venha a cair”*. (Salmos 55;22).

Agradeço de uma forma especial a minha família por todo o incentivo, carinho e apoio na minha formação, por essas pessoas tão incríveis que não pouparam esforços para me proporcionar o melhor. Aos meus pais Luiz Otávio e Ciléa que sempre são referências em excelência profissional, de garra, de superação e me motivaram em toda minha vida. À minha irmã, Renata que sempre foi um exemplo acadêmico e de dedicação à universidade.

Gostaria de agradecer ao grupo BIM, em especial ao meu orientador Eduardo Arantes que sem sua dedicação pelo conteúdo estudado, esse trabalho seria dificilmente desenvolvido. Agradeço por toda a paciência, todos os momentos, reuniões, palestras e aulas. Muito obrigado por me escolher para fazer parte de um projeto tão grande e pela confiança depositada. Agradeço a Flávia e ao Rodrigo, integrantes do grupo que contribuíram para que esse projeto se concluísse. Em especial a Flávia que esteve presente em uma parte essencial desta pesquisa, pela confiança disponibilizada e por conseguir desenvolver o conteúdo necessário de forma exemplar.

Agradeço aos prezados Edgar Costa e Antônio Ruivo da ndBIM e a Carlota da Trimble que, além do “sim” dado a essa pesquisa, pela maestria e disponibilidade ao ensinar e auxiliar em dúvidas referentes a plataforma Vico Office e ao BIM 5D.

Não poderia me esquecer de agradecer a UFMG em especial ao departamento de construção civil, por disponibilizar esse curso, aos funcionários e aos professores.

Aos professores por todo o conhecimento transmitido, paciência e dedicação, em especial às professoras Maria Teresa, Danielle e Sidnea que me ajudaram na formação pessoal e profissional como mestre e pesquisador.

Gostaria de agradecer ao departamento de GeoTrans, onde cursei duas disciplinas e recebi o apoio para publicar o meu primeiro artigo.

Agora em especial gostaria de agradecer a um grande amigo, Paulo Andery, que em um primeiro café, me incentivou a aprimorar minha carreira como engenheiro e mediante a crise e de não desistir da minha profissão. Jamais vou esquecer-me das suas sábias palavras para um jovem abatido pela pior crise do ramo e sem horizontes: *“Acho que você não deveria desistir da sua profissão, a engenharia tem muitos caminhos e têm altos e baixos”*. Com esse apoio consegui motivação para buscar um sonho remoto, que hoje pulsa em minha vida, ser um mestre e professor acadêmico. Muito obrigado Paulo por todo o conhecimento transmitido inclusive em suas disciplinas, pela sua disponibilidade infinita, por todo o apoio, reuniões, aulas, bancas de TCC, almoços, cafés, pela sua grande amizade e principalmente por acreditar em mim. O seu exemplo de pessoa, de cristão ao me estender a mão, de profissional e de amigo ficaram marcados para sempre em minha vida. Muito obrigado Paulo, você, verdadeiramente, mudou a minha vida.

Agradeço a minha doce e amada Gabriella Dolabella que esteve ao meu lado em momentos de tensão, suportando todos os estresses, sempre me auxiliando com palavras, com sua presença carinhosa e seu amor, na certeza e confiança de que tudo passaria e daria certo e que juntos venceremos todos os desafios. Obrigado minha doce e linda Gabi. Te amo muito e a cada dia mais para sempre.

Agradeço a todos os meus amigos e familiares, especialmente aqueles sempre acreditaram em meu sucesso. Muito obrigado pelos votos de apoio, de carinho e por suas orações. Agradeço a Deus por colocar cada um de vocês em minha caminhada de vida e oro por vocês. Obrigado a todos os colegas de mestrado, que ao longo de dois anos compartilhamos exemplos, experiências e momentos inesquecíveis.

RESUMO

A presente pesquisa apresenta procedimentos do *Building Information Modeling* (BIM) para associar tecnologias e processos entre duas etapas, a modelagem e a orçamentação do projeto de uma edificação comercial. Dentro dessa área, o trabalho é direcionado para a execução da estimativa de custos por meio da plataforma Vico Office de um modelo em diferentes etapas do projeto. O objetivo principal desse estudo é desenvolver um processo que vincule o BIM 3D e BIM 5D, maximizando as vantagens desse sistema em empreendimentos do mercado da construção civil. Isso foi alcançado por meio do vínculo de dois trabalhos acadêmicos que ainda possibilitou a comparação entre os custos aferidos em BIM e sem o auxílio desse sistema. O método de pesquisa adotado foi o *Design Science Research*, no qual se enquadrou ao trabalho com a finalidade de compreender e aperfeiçoar as técnicas do BIM 5D, vinculando a elas as etapas de modelagem. Foi construído um fluxo de processos que integrou a modelagem e a orçamentação do modelo em diferentes etapas de projeto e com objetos em níveis de desenvolvimento distintos. Os principais resultados obtidos foram a exposição e validação desse fluxo que, além do vínculo entre as etapas, possibilitou a avaliação da eficiência por meio de cinco índices: Precisão, Agilidade, Automação, Integração e Interoperabilidade. Dentro desse processo, destacam-se a interoperabilidade entre as plataformas por meio de um “*plug in*”, a extração automática do orçamento mediante simulações de alterações do projeto e a diferença de 5 minutos no tempo gasto entre a orçamentação do modelo com objetos em diferentes níveis de desenvolvimento. O resultado da orçamentação em BIM apresentou uma diferença de aproximadamente 5% se comparado ao executado previamente sem o uso desse sistema. Ao comparar os resultados entre os modelos em diferentes níveis de desenvolvimento foi aferida uma diferença de aproximadamente 3,3%, o que fomenta a análise entre o esforço e tempo de modelagem e a precisão dos orçamentos.

Palavras Chave: BIM 5D. Orçamentação. Modelagem. Vico Office.

ABSTRACT

This research presents Building Information Modeling (BIM) procedures to associate technologies and processes in two stages, the modeling and budgeting of a commercial building project. The area of this work is directed towards the execution of cost estimation of a model in different stages of the project through the Vico Office platform. The main objective of this study is to develop a process that links BIM 3D and BIM 5D, maximizing the advantages of this system in budgeting construction projects. This was achieved through the union of two academic researches and also allowed a comparison between the costs measured in BIM and without the aid of this system. The research method adopted was Design Science Research, which fit the work in order to understand and improve the techniques of BIM 5D, linking them to the modeling steps. A process flow was built that integrated modeling and model budgeting into different design stages and with objects at different development levels. The main results obtained were the exposure and validation of this flow that, besides the link between the steps, allowed the efficiency evaluation through five indexes: Accuracy, Agility, Automation, Integration and Interoperability. Within this process stand out the interoperability between platforms through a plug-in, automatic budget extraction through simulations of design changes and the 5-minute difference in time spent budgeting the model with objects at different levels. of development. The budgeting result in BIM showed a difference of approximately 5% compared to the one previously executed without the use of this system. By comparing the results between models at different levels of development, a difference of approximately 3,3% was measured.

Keywords: BIM 5D. Budgeting; Modeling. Vico Office.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Dimensões BIM.....	7
Figura 4.2 – Grau de Maturidade BIM subdividida em três estágios – Visão Linear.....	11
Figura 4.3 – Caminhos do BIM - Governo do Reino Unido.....	13
Figura 4.4 – Engenharia Sequencial X Engenharia Simultânea.....	17
Figura 4.5 – Lista de programas BIM disponíveis no mercado.....	18
Figura 4.6 – Atribuições do Vico Office.....	21
Figura 4.7 – Exemplo de TOI e TOQ.....	23
Figura 4.8 – Como Funciona a Integração do Processo.....	24
Figura 4.9 – Ilustração e nomes dos Níveis de Desenvolvimento.....	28
Figura 4.10 - Conceito de modelo de compartilhamento no BIM.....	30
Figura 4.11 – Exemplo de Objetos Classificados da Tabela 23 do OmniClass.....	35
Figura 4.12 – Parte da Tabela de Produtos “Pr” do UniClass 2015.....	36
Figura 4.13 – Tabelas da ABNT NBR 15965.....	36
Figura 4.14 – Exemplo de uma tabela da ABNT NBR 15965.....	37
Figura 5.1 – Fases do método de pesquisa Design Science Research aplicadas a esse trabalho.....	44
Figura 6.1 – Fluxograma para o Desenvolvimento da Pesquisa.....	49
Figura 6.2 – Exemplo aplicado da tabela a ser inserida no Vico Office.....	59
Figura 6.3 – Fluxograma dos processos para desenvolver a orçamentação do projeto piloto.....	60
Figura 6.4 – Modelo e Sistema de Classificação na Plataforma Vico.....	62
Figura 6.5 – Planilhas do Sistema de Classificação e Objetos do Modelo dentro do Software Vico Office.....	63
Figura 6.6 – Objetos do modelo dentro do Software Vico Office, na extensão de IFC.....	66
Figura 6.7 – Processo de exportação do modelo para o Vico Office no Archicad.....	67
Figura 6.8 – Objeto “Parede” com apenas parâmetros de quantidades.....	68
Figura 6.9 – Objeto “Parede” com parâmetros necessários sem resultados.....	69

Figura 6.10 – Edição de Fórmulas no Vico Office.....	69
Figura 6.11 – Resultado da Orçamentação no Modelo LOD 200 em IFC.....	70
Figura 6.12 – Resultado da Orçamentação no Modelo LOD 200 em IFC, com a inclusão dos itens do grupo Vedações.....	70
Figura 6.13 – Edição de Fórmulas no Vico Office, com associação da área a Parede 2.	72
Figura 6.14 – Gráfico com os resultados da orçamentação LOD 200.....	73
Figura 6.15 – Gráfico com os resultados da orçamentação LOD 200, na extensão IFC.....	74
Figura 6.16 – Objeto “Rev. Ext. 01” com Grande parte dos Critérios sem Quantificação.	76
Figura 6.17 – Resultado Preliminar da Orçamentação em IFC para o LOD 300.....	77
Figura 6.18 – Item “Parede 00” com Tipologia de “Surface”.....	77
Figura 6.19 – Resultado da Orçamentação em IFC para o LOD 300	78
Figura 6.20 – Edição de Fórmulas no Vico Office, com associação a quantidade do Item Elevador	79
Figura 6.21 – Gráfico com os Resultados da Orçamentação LOD 300	80
Figura 6.22 – Gráfico Contendo os Resultados da Orçamentação LOD 300, na Extensão IFC	81
Figura 7.1 – Modelos com a supressão de itens	85
Figura 7.2 – Versões do modelo no Vico Office.....	86
Figura 7.3 – Plantas do 3º Pavimento com e sem as Modificações.....	93
Figura 7.4 – Ampliação da Copa com Destaque para as Interferências.....	93
Figura 7.5 – Corte Longitudinal do Edifício.....	94
Figura 7.6 – Objeto Janela Frontal e suas Definições no Archicad.....	96
Figura 7.7 – Parâmetros Disponíveis no Vico Office.....	97
Figura 7.8 – Fluxograma do Processo BIM.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 6.1 – Itens de Estrutura no Sistema de Classificação.....	52
Tabela 6.2 – Itens utilizados em LOD 200 e em LOD 300.....	53
Tabela 6.3 – Itens de Estrutura com desenvolvimento em LOD 300 e LOD 200.....	54
Tabela 6.4 – Componentes dos Itens de Vedação para o custo na etapa de LOD 200.....	54
Tabela 6.5 – Componentes dos Itens dos Pisos para o custo na etapa de LOD 200.....	55
Tabela 6.6 – Componentes de custo dos itens de Esquadria de Madeira, Metálicas e de Vidro em LOD 200.	56
Tabela 6.7 – Componentes de custo dos itens de Louças, Metais e Acessórios em LOD 200.....	57
Tabela 7.1 – Comparação da orçamentação pelo método tradicional e pelo BIM 5D.....	82
Tabela 7.2 – Comparação da Estimativa de custos do Item estrutura.....	83
Tabela 7.3 – Comparação da Orçamentação pelo Método Tradicional e pelo BIM 5D.....	88
Tabela 7.4 – Estimativa de Custos dos Itens Estrutura, Revestimento, Rodapé e Pintura.....	89
Tabela 7.5 – Resultados Globais das Orçamentações Analisadas.....	98
Tabela 7.6 – Resultados por Itens da Orçamentação.....	99

LISTA DE QUADROS

Quadro 5.1 – Índices para medir a eficiência do processo proposto.....	47
Quadro 5.2 – Principais atividades desenvolvidas Separadas por fase da metodologia.	48
Quadro 6.1 – Sistema de Classificação.....	50
Quadro 6.2 – Colunas inseridas e adaptadas no Sistema de Classificação para o Vico Office.....	58
Quadro 6.3 – Processos promissores para a maximização das vantagens da implantação do BIM.....	64
Quadro 6.4 – Procedimentos adotados e soluções para alterações no Fluxo de Processos representado no Quadro 6.3.....	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- 2D Duas Dimensões.
- 3D Três Dimensões.
- ABDI Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial.
- ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- AEC Arquitetura, Engenharia e Construção.
- AECO Arquitetura, Engenharia e Construção e Operações.
- AIA *American Institute of Architects.*
- ARS Abrigo de Resíduos Sólidos.
- BEP Plano de Execução BIM.
- BIM *Building Information Modeling.*
- CAD *Computer-Aided Design.*
- CR *Constructive Research*
- DEMC Departamento de Materiais e Construção Civil.
- DSR *Design Science Research*
- DXF *Drawing Exchange Format.*
- EAP Estrutura Analítica de Projeto.
- ES Engenharia Simultânea.
- EUA Estados Unidos da America.
- IAI *International Alliance for Interoperability.*
- ICEC *The International Cost Engineering Council.*
- ID Identificação
- IFC *Industry Foundation Classes.*
- IPD *Integrated Project Delivery.*
- ISO *International Organization for Standardization.*
- LOD *Level of Development.*
- LPDS *Lean Project Delivery System.*
- M² Metro Quadrado.
- M³ Metro Cúbico.
- MEP *Mechanical, Electrical and Plumbing.*
- MDIC Ministério da Indústria e Comércio Exterior.
- MG Minas Gerais.

NBR Norma Brasileira.

NBS *National Building Specification.*

OCCS *OmniClass Construction Classification System.*

PDF *Portable Document Format.*

PMI *Project Management Institute.*

PNE Portador de Necessidades Especiais.

SINDUSCON Sindicato da Indústria da Construção Civil.

SP São Paulo.

TOI *Takeoff Items.*

TOQ *Takeoff Quantities.*

UFMG Universidade Federal de Minas Gerais.

UOM *Unit of Measurement.*

VO Vico Office.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo Geral	3
2.2 Objetivos Específicos	3
3 DELIMITAÇÃO DO TEMA E ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	4
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
4.1 Definições de BIM	6
4.1.1 Definição de nD BIM.....	6
4.2 Implementação do sistema BIM	9
4.2.1 O BIM Vinculado a outros avanços da AEC	11
4.3 Softwares para modelagem, orçamentação e plataformas BIM.....	17
4.3.1 Os principais fabricantes de plataformas para uso do BIM	19
4.3.2 Plataforma Archicad para modelagem.....	19
4.3.3 A plataforma Vico Office	20
4.4 Modelo dentro dos padrões BIM	24
4.4.1 Conceitos de Modelagem e Modelo	24
4.4.2 Objetos Paramétricos	25
4.4.3 Características da Modelagem BIM.....	25
4.5 Nível de Desenvolvimento (<i>Level of Development</i>).....	27
4.6 Interoperabilidade do Sistema BIM	29
4.6.1 Industry Foundation Classes	32
4.7 Sistemas de Classificação	32
4.7.1 Exemplos de Sistemas de Classificação	34
4.8 Gerenciamento de Custos na Indústria AEC.....	38
4.9 BIM como Ferramenta para a Extração de Orçamentos	40
4.10 Desafios para Utilizar a Orçamentação em BIM	41
5 METODOLOGIA DA PESQUISA	44
6 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	49
6.1 O Desenvolvimento e a Adaptação do Sistema de Classificação	49
6.2 A Importação do Sistema de Classificação no Vico Office.....	57
6.3 Aplicação do BIM 5D em nível de teste no Modelo Piloto	60
6.4 Fluxos de Processos	63

6.5 Desenvolvimento da Orçamentação BIM ao Modelo em LOD 200	67
6.6 Desenvolvimento da Orçamentação BIM ao Modelo em LOD 300	75
7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	82
7.1 Discussão dos Resultados da Orçamentação do Modelo em LOD 200.....	82
7.2 Discussão dos Resultados da Orçamentação do Modelo em LOD 300.....	88
7.3 Comparações entre os resultados da orçamentação	98
7.4 Processo BIM 3D e BIM 5D	100
8 CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
APÊNDICE A – Itens Extraídos da Planilha Fornecida pela Empresa X com a Codificação do Sistema de Classificação.	114
APÊNDICE B – Sistema de Classificação com o Preço Unitário.	115
APÊNDICE C – Planilhas do Excel com Interface ao Vico Office dos Componentes do Sistema de Classificação e Orçamentação.	116
APÊNDICE D – Estimativa de Custos do Modelo LOD 200 Exportado do Archicad e na Extensão de IFC.	117
APÊNDICE E – Estimativa de Custos do Modelo LOD 300 Exportado do Archicad e na Extensão de IFC.	118
ANEXO 1 – Projeto Arquitetônico Base Para a Modelagem e Memoriais Descritivos.....	119
ANEXO 2 – Orçamentação Fornecida Pela Empresa X.	120

1 INTRODUÇÃO

A área de estudo do presente trabalho é o *Building Information Modeling* (BIM). Segundo Eastman *et. al.* (2014) esse tema é inserido sob a ótica de mudanças culturais nos processos de colaboração e de integração entre os agentes envolvidos em um projeto da indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações (AECO). O *American Institute of Architects* (AIA) associa o BIM à maneira eficiente de compartilhamento e difusão das informações em todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento.

Em um trabalho desenvolvido por Morais *et. al.* (2015) são expostas diversas dificuldades para implementar o BIM em empreendimentos da construção civil. Neste contexto, pode-se destacar a ausência de meios para disseminar os conhecimentos e dados entre toda equipe de trabalho; a falta de interoperabilidade entre as plataformas; a necessidade de mudanças nos métodos de trabalho dos orçamentistas e a falta de capacitação e qualificação para os profissionais que integram as etapas do BIM. Os autores Wang *et. al.* (2014) apresentam estudos de casos voltados para implantação da orçamentação em BIM, que exemplificam alguns diagnósticos de perdas de parâmetros e de itens ao extrair as quantidades, bem como a impossibilidade de incluir, de forma eficiente, taxas e insumos no modelo.

Segundo Smith (2014) o aumento da concorrência no mercado da Arquitetura, Engenharia e Construção AEC e a busca por serviços de maior qualidade propiciam um ambiente favorável para que aprimorem os conhecimentos BIM voltados para a orçamentação (BIM 5D). A presente pesquisa explora o tema delimitado sob os parâmetros e tecnologias BIM e objetiva a extração de estimativas de custos simultâneos sobre soluções elaboradas na etapa de modelagem. De acordo com Xu (2017) o BIM 5D pode contribuir em diversas fases anteriores a execução do projeto, servindo como uma plataforma de processos dentro de todo ciclo de vida dos empreendimentos.

O *Project Management Institute* (2013), conceitua o Gerenciamento de Custos nos empreendimentos como uma etapa fundamental para a otimização do sucesso do empreendimento. Nesse sentido, as principais questões abordadas neste trabalho envolvem a eficiência do processo para alcançar o BIM 5D e a análise que os benefícios da implantação desse método podem resultar. A pesquisa abrange algumas hipóteses, sendo que a principal é a possibilidade da orçamentação em BIM ser mais fácil de aplicar e mais vantajosa, quando comparada aos métodos utilizados pelo mercado da construção atual. Um importante tópico deste estudo é propor uma maneira que integre as etapas de modelagem e orçamentação em BIM. Para a etapa de orçamentação, foi escolhida a plataforma Vico Office. Segundo Costa (2017) a escolha se justifica, principalmente, por se tratar de um *software* pouco difundido nacionalmente, possui todos os requisitos para executar o BIM 5D e é utilizado em diversos países do mundo.

As expectativas são grandes para o avanço do BIM no Brasil. O país se consolidou como um dos que mais desenvolve pesquisas acadêmicas sobre o BIM em âmbito mundial TOLEDO (2016). No final de 2017, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) lançaram uma coletânea envolvendo seis guias, exemplificando e estudando as principais especialidades que envolvem a tecnologia BIM, com a finalidade de nortear a implantação dessa tecnologia no Brasil. As seis especialidades que envolvem o processo de projeto BIM; a classificação da informação no BIM; o BIM na quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção; a contratação e elaboração de projetos BIM na Arquitetura e Engenharia; a avaliação de desempenho energético em projetos BIM e a implantação de processos BIM (ABDI e MDIC, 2017).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é desenvolver um fluxo de processos que permita executar a orçamentação de um modelo para uma edificação comercial, integrando as fases de modelagem e de orçamentação no BIM.

2.2 Objetivos Específicos

- a. Desenvolver a orçamentação de um modelo com componentes em dois níveis de desenvolvimento, que são o LOD 200 e o LOD 300;
- b. Definir um sistema de classificação, para os projetos modelados e para as estimativas de custos;
- c. Comparar os custos de construção aferidos por métodos tradicionais aos dos modelos BIM nos níveis de desenvolvimento LOD 200 e LOD 300;
- d. Analisar a precisão, a agilidade, a automação, a integração e a interoperabilidade como parâmetros para avaliar a eficiência do processo de orçamentação proposto;
- e. Comparar o esforço relativo da orçamentação em BIM com parâmetros de tempo e precisão;
- f. Descrever os processos e etapas para que ocorra a integração entre as fases de modelagem e de orçamentação em um projeto desenvolvido nos parâmetros BIM.

3 DELIMITAÇÃO DO TEMA E ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Delimitação do Objeto de Estudo

O dentro do objetivo pesquisa que consiste na execução da estimativa de custos de um modelo em diferentes fases de projeto; efetuar um comparativo entre os resultados; desenvolver o Sistema de Classificação para abranger os objetos em níveis de desenvolvimento, LOD 200 e 300, e em aferir o processo de orçamentação com cinco padrões de eficiência. O escopo da pesquisa se limita a propor um fluxo de processos e a utilizar um modelo direcionado para a plataforma Vico Office. Para a utilização de outras plataformas serão necessárias revisões das etapas do trabalho. A tipologia da edificação estudada não possui grande complexidade, o que permite o desenvolvimento dos objetos nos LODs supracitados.

Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está organizado em oito capítulos:

- Capítulo 1: Introdução: visa justificar, contextualizar e introduzir a pesquisa;
- Capítulo 2: Objetivos: demonstra o objetivo geral e seis objetivos específicos que foram traçados ao longo do desenvolvimento do trabalho;
- Capítulo 3: Delimitação do Tema e Estruturação do Trabalho: definição do escopo da pesquisa e detalhamento dos tópicos de cada capítulo do trabalho;
- Capítulo 4: Fundamentação Teórica: contém a revisão dos principais conceitos que envolvem a pesquisa;
- Capítulo 5: Metodologia de Pesquisa: descreve o método aplicado, que é dividido em seis etapas seguindo o DSR;
- Capítulo 6: Desenvolvimento da Pesquisa: apresenta os processos de execução da orçamentação e as etapas adotadas para alcançar os objetivos, que foram divididos nos seguintes subitens:
 - Desenvolvimento e a Adaptação do Sistema de Classificação;
 - A Importação do Sistema de Classificação para o Vico Office;
 - Aplicação do BIM 5D em nível de teste no Modelo Piloto;
 - Desenvolvimento das Linhas de Processo;

- Desenvolvimento da Orçamentação BIM no Modelo em LOD 200;
- Desenvolvimento da Orçamentação BIM no Modelo em LOD 300.
- Capítulo 7: Discussão dos Resultados: apresenta a análise dos resultados da orçamentação no modelo, divididos nos seguintes itens:
 - Resultados da Orçamentação do Modelo em LOD 200: apresenta a análise dos índices para aferir a eficiência do processo de orçamentação em BIM;
 - Resultados da Orçamentação do Modelo em LOD 300: apresenta a análise dos índices para aferir a eficiência do processo de orçamentação em BIM;
 - Comparação entre os resultados da orçamentação: expõe o resultado da orçamentação global obtida pelo método tradicional, nos modelos em LOD 200 e LOD 300 com a exportação direta e pelo IFC. Esse item possibilita a visualização da diferença por objetos orçados;
 - Processos BIM 3D e BIM 5D: destacam-se as etapas utilizadas entre as fases de modelagem e orçamentação.
- Capítulo 8: Conclusões: apresenta os principais objetivos alcançados bem como sua relevância para o mercado e para o meio acadêmico.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Definições de BIM

O *Building Information Modeling* (BIM) é uma atividade humana que envolve mudanças amplas no processo de gestão de projetos e construção. Ele é considerado o mais promissor desenvolvimento na indústria AEC. O BIM, quando implantado de forma adequada facilita os processos de projeto e construção, resultando em construções de melhor qualidade com custos e prazos de execução reduzidos. Uma definição adequada para esse sistema é que se trata de uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar os modelos de produção (EASTMAN *et. al.*, 2014).

Segundo Campbell (2006), a definição da tecnologia BIM, suscitada pela empresa M.A. Morteson Company, é que esse sistema seria uma simulação inteligente da arquitetura. Para a implantação integrada, essa simulação deve exibir seis características principais. Ela deve ser digital, espacial (3D), mensurável (quantificável, dimensionável e consultável), abrangente (incorporando e comunicando o desempenho da construção, até construtibilidade, os sistemas operacionais e financeiros de meios e métodos), acessível (a toda equipe do empreendimento) e durável (útil ao longo de todas as fases do empreendimento). O *American Institute of Architects* (AIA) considera esse sistema como uma forma de compartilhamento do conhecimento e informações durante todo o ciclo de vida do empreendimento e em diferentes fases do projeto.

4.1.1 Definição de nD BIM

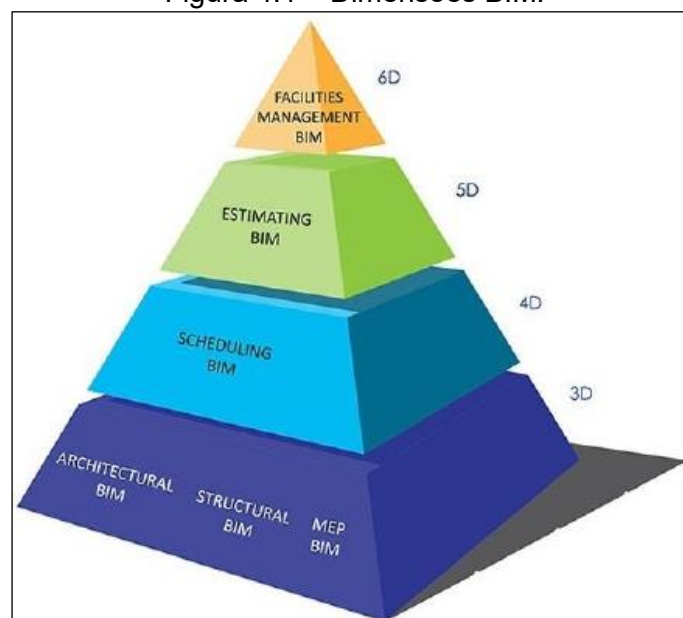
O termo “nD” BIM pode ser utilizado quando um modelo envolve mais de uma dimensão. Ele pode ser introduzido a partir da implementação da modelagem 3D somada a de outros componentes como, o BIM 4D para o planejamento, o BIM 5D para a orçamentação e o BIM 6D, que integra todas as informações do projeto e construção ao seu uso e ocupação. Esse componente do sistema BIM propicia aos

agentes participantes uma base de dados para acessar, recuperar e compartilhar informações durante todas as etapas supracitadas (PARK e CAI, 2017).

Segundo Shawn (2013), um modelo caracterizado como “nD” deve possuir clareza de informações e dados, destacando as funções em que pode ser utilizado para auxiliar na integração de todos os colaboradores. O empreendimento com diversas dimensões BIM deve possibilitar a expansão do diálogo, a colaboração, o compartilhamento de dados, informações e documentos entre os envolvidos no empreendimento. Essa forma de caracterização BIM promove a todos os representantes de cada fase do projeto a correta interpretação dos limites e capacidades do modelo “nD”.

A caracterização mais criteriosa dos projetos, com a multi-dimensão, serve para permitir uma visão mais abrangente dos recursos que o modelo pode alcançar e proporcionar. A Figura 4.1 demonstra as dimensões que o sistema BIM pode originar dentro do mercado AEC, elas contemplam a maioria dos serviços que são demandados em um empreendimento da construção civil. Ressalta-se que novas extensões só puderam ser exploradas com o surgimento da primeira fase que são os modelos tridimensionais, com os recursos tecnológicos provenientes do BIM (FERREIRA, 2015).

Figura 4.1 – Dimensões BIM.



Fonte: Ferreira (2015).

O Conceito de BIM 3D

O BIM 3D é um modelo tridimensional associado a objetos com parâmetros e características pré-estabelecidas. Essas representações em três dimensões devem possuir uma quantidade de informações e dados, sobre diversos tópicos, referentes a cada objeto que constitui o modelo. Esses objetos com informações e parâmetros são fundamentais para que o modelo ou projeto seja considerado adequado ao sistema BIM (BAPTISTA, 2015).

O Conceito de BIM 4D

Conforme Motter e Campelo (2014), o BIM 4D é definido como o uso da tecnologia para modelagem associado ao planejamento, onde são inseridos nos modelos os atributos de tempo. Esse nível de tecnologia de implantação dos sistemas BIM permite a simulação de etapas de construção antes do início das obras, estabelecendo uma melhor gestão e planejamento dos empreendimentos.

Segundo Baptista (2015) o BIM 4D pode ser conceituado como a associação do BIM 3D ao fator tempo, que seria o planejamento de obras. O objetivo é o estudo das tarefas a serem desenvolvidas e o escalonamento pretendido dos objetos que constituem o modelo.

O Conceito de BIM 5D

O conceito das tecnologias BIM 5D foi estudado por Baptista (2015) e pode ser definido como a associação e a vinculação do controle de custos dentro de um empreendimento que segue os parâmetros e tecnologias BIM. O autor ressalta que a orçamentação é uma das áreas que tem mais importância no processo construtivo, estando vinculada às condições de financiamento, a disponibilidade de investidores e aos fundos para a construção civil. Nesta etapa ocorre a relação de dados contidos em um modelo como quantitativos, materiais e tarefas aos custos associados a elas.

O Conceito de BIM 6D

O BIM 6D foi conceituado por Ferreira (2015), como a gestão de instalações. Essa tecnologia é utilizada para a operação e manutenção das instalações do empreendimento durante o seu ciclo de vida. Esse modelo contém informações utilizadas ao longo do período de produção e exploração, isso gera a vantagem que os manuais, os projetos e os dados dos elementos projetados e construídos não se percam.

4.2 Implementação do sistema BIM

A indústria da AEC precisa se adaptar a um mercado concorrido, e um dos caminhos para manter a produtividade é a implantação das tecnologias e procedimentos que envolvem o BIM. Segundo Melhado *et. al.* (2011) existe uma grande falta de colaboração e comunicação entre os agentes envolvidos no desenvolvimento de um empreendimento. O processo de projeto, incluindo todas as suas disciplinas, e o de construção deveriam ser considerados como uma única etapa dentro do ciclo de vida do empreendimento. No mercado brasileiro isso é uma realidade que ainda não é corriqueira, o que pode acarretar em dificuldades para o uso e implantação do BIM.

Algumas pesquisas no segmento foram realizadas e de acordo com Toledo (2017), uma boa maneira de aplicar o BIM é com a utilização de um projeto ou empreendimento que já foi encerrado e que disponha de dados para averiguar os resultados da aplicação. Esse processo de implantação deve evitar o desenvolvimento de projetos paralelos com a utilização do software convencional a partir do *Computer-Aided Design* (CAD) em duas dimensões (2D) e as plataformas do BIM. O BIM prevê uma ruptura do CAD convencional para que se evite retrabalhos e a necessidade da conversão de documentos 2D em modelos. A utilização de um “projeto piloto” para a aplicação do BIM pode ser desenvolvida e iniciada em um empreendimento a ser executado, desde que os projetistas desenvolvam os projetos no modelo, seguindo as diretrizes de um Plano de Execução BIM (BEP), elaborado previamente na etapa de planejamento. A

implantação do BIM pode ser dividida em três principais partes: a primeira constituída pela definição dos processos; a segunda pela infraestrutura e padrões; a terceira pela execução. Os processos abrangem os requisitos do uso BIM e as responsabilidades pela modelagem da informação. A etapa de infraestrutura e padrões define as ferramentas de autoria e colaboração, os tipos de formatos, os arquivos, as bibliotecas, a documentação e a modelagem que serão utilizados no empreendimento. A execução pode ser definida como a criação de um BEP do empreendimento, que inclui e detalha os dois itens anteriores, documentando um acordo entre todas as partes envolvidas no desenvolvimento do projeto.

A implantação do BIM é única para cada empreendimento e empresa. As variações entre as respostas e aos questionamentos dificultam a sua cópia e padronização. Ao adotar o BIM, as empresas devem se conscientizar que para atingir o seu grau pleno demanda anos de desenvolvimento e elevada maturidade em cada estágio. Dificilmente uma empresa consegue atingir o BIM 5D, sem o domínio do BIM 3D (TOLEDO, 2017).

A implantação da Orçamentação no BIM

Com o aumento da concorrência no mercado AEC, a busca por produtos de melhor qualidade e a necessidade de precisão em gerenciamento de custos e orçamentos, as empresas estão percebendo as vantagens competitivas ao implementar o BIM 5D. Esse fator gera uma impulsão na utilização dessa etapa do sistema BIM no meio empresarial, porém, existe uma grande dificuldade para mensurar o número de empresas que aderiram a esse novo meio de extrair custos nos empreendimentos da construção civil (SMITH, 2014).

Segundo Smith (2014), a inserção dessa modalidade BIM no mercado de AEC deve ter adaptações na forma de trabalho dos gerentes de custos. Esses profissionais devem estar preparados para oferecer soluções compatíveis com a utilização de plataformas BIM 5D e as demandas dos clientes por precisão e estimativas de custos em tempo real. Foi constatado, em empresas australianas, que o BIM 5D fornece estimativas de custos em tempo real, agrega um valor maior nos estágios

iniciais dos empreendimentos, auxilia no seu planejamento e possibilita uma diversidade de soluções com mais agilidade. O profissional nomeado como Gerente de Custo 5D, deve estar preparado para estimar o custo do projeto diversas vezes, em múltiplas etapas do ciclo de vida do empreendimento, adaptando as modificações e inclusive fornecendo soluções e sugestões de melhorias nos projetos.

4.2.1 O BIM Vinculado a outros avanços da AEC

O uso do BIM pode ocorrer a partir de uma evolução com diferentes estágios de implantação. De acordo com Succar (2009) esse sistema consolidado possibilita a adoção de uma metodologia de contratos denominada como *Integrated Project Delivery* (IPD). A Figura 4.2 representa os principais passos, divididos em 3 estágios, para alcançar o IPD.

Figura 4.2 – Grau de Maturidade BIM subdividida em três estágios – Visão Linear.



Fonte: Succar (2009).

De acordo com Figura 4.2, existe uma fase de processos anteriores à implantação do BIM. O primeiro estágio são os objetos baseados na modelagem, o segundo estágio contempla a colaboração fundamentada no desenvolvimento dos modelos e o terceiro estágio é a integração entre uma rede com todos os agentes envolvidos no ciclo de vida do empreendimento (SUCCAR, 2009).

No mercado da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações (AECO) existe uma dependência em projetos 2D para representar três dimensões. Muitas vezes quando projetos são elaborados em 3D as suas disciplinas são executadas de forma desconexa. Como por exemplo, os quantitativos, as estimativas de custos e especificações não se originam do modelo 3D e não estão vinculadas a documentações específicas. No estágio antecessor ao BIM, a colaboração entre as

partes interessadas não é uma prioridade, o que acarreta em um fluxo de trabalho linear, que se agrava com o baixo grau de investimentos em tecnologia, nesse ramo (SUCCAR, 2009).

De acordo com a linha de implantação proposta por Succar (2009), o primeiro estágio do BIM representa a execução de um modelo com objetos paramétricos 3D. Esse modelo é desenvolvido em plataformas e *softwares* direcionados a etapa de modelagem com os parâmetros desse sistema, abrangendo todas as disciplinas envolvidas, ele pode englobar as fases de projeto, construção e ocupação. Nessa etapa a colaboração ainda é defasada, as trocas de dados ocorrem unilateralmente e sem uma articulação ou planejamento.

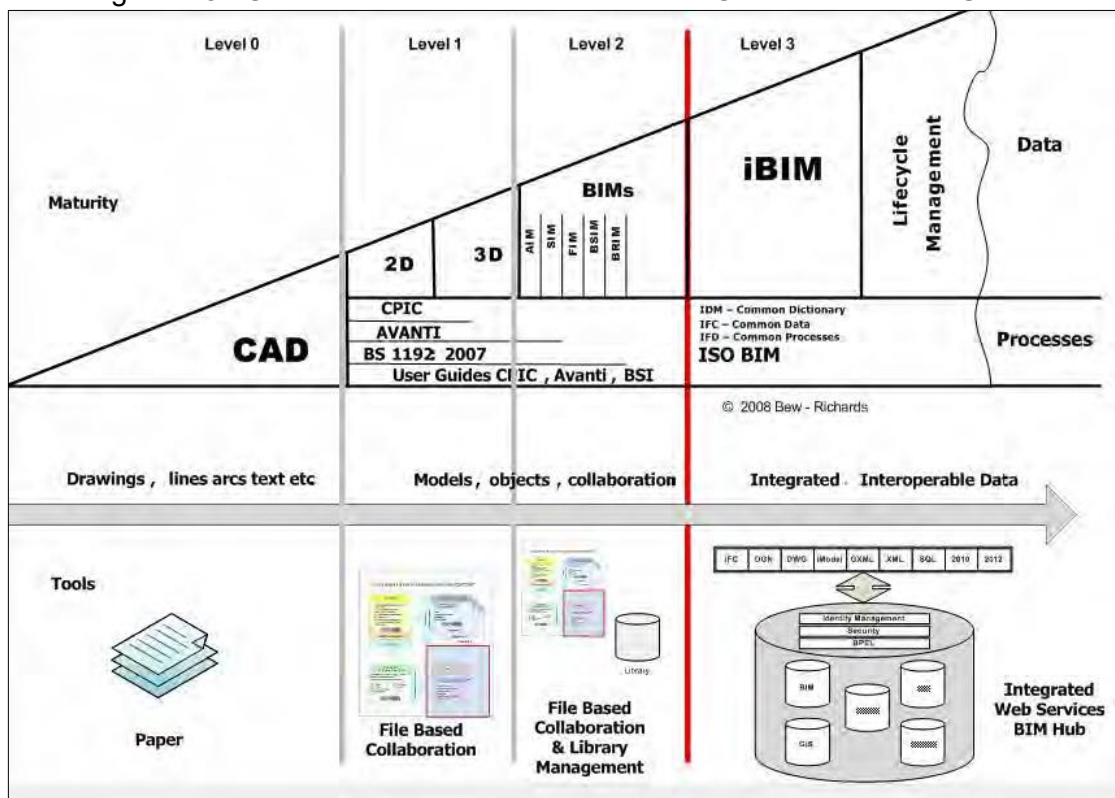
O segundo nível de implantação do BIM é feito após alcançar o desenvolvimento da modelagem abrangendo as principais disciplinas do projeto. Ele engloba esse fator acrescido à colaboração ativa entre os agentes envolvidos nas etapas do empreendimento. O intercâmbio de informações pode ocorrer entre os projetistas, em suas diferentes especialidades, e entre a equipe de projeto e obra, sendo que os seus dados são mantidos em um único lugar. Esse fator possibilita o início das etapas de construção durante a fase de projeto o que corrobora com a interação entre os empreiteiros e projetistas.

A última fase da inserção do BIM pode ser compreendida como o estágio 3, abrangendo um alto nível de compartilhamento entre todas as fases do empreendimento. Nessa etapa os modelos se tornam completamente interdisciplinares “nD”, possibilitando análises complexas, a busca por melhores soluções construtivas, a construção enxuta (*Lean Construction*), a Engenharia Simultânea e a análise global de todo o custo das diversas fases do empreendimento. O trabalho colaborativo deve se tornar evidente, proporcionando um intercâmbio de dados e informações unificados de modo a serem compartilhados com todos os envolvidos no processo produtivo. O modelo é construído visando atender as premissas da engenharia simultânea onde todas as atividades do empreendimento são integradas por meio de um planejamento unificado entre o projeto, a construção e operação. Esses processos simultaneamente planejados

visam maximizar os ganhos de produção, reduzindo o custo, otimizando a capacidade de construção, operação e segurança. A introdução desses estágios BIM, viabiliza a execução de um empreendimento no modelo de IPD.

Uma ideia, que corrobora com as etapas de implantação do BIM supracitadas, é apresentada por Bakens *et. al.* (2013) na Figura 4.3. Essa imagem contempla o grau de maturidade de uma empresa, vinculado ao nível de implantação do BIM.

Figura 4.3 –Caminhos do BIM de acordo com o Governo do Reino Unido.



Fonte: Bakens *et. al.* (2013).

A Figura 4.3 retrata níveis evolutivos para a implantação desse sistema, ela parte da premissa em que as empresas estão no patamar onde os projetos são executados em CAD e o compartilhamento de informações é feito por meio de documentos impressos. No primeiro passo para a implantação do BIM, os projetos já começam a ser desenvolvidos por intermédio de modelos, com objetos paramétricos e a colaboração é feita por arquivos digitais. No nível dois, são contempladas mais etapas do BIM, como o planejamento e a orçamentação, o modelo, os arquivos digitais e bibliotecas são gerenciados e compartilhados entre os agentes envolvidos. Como último nível todas as etapas do ciclo de vida do empreendimento são

compartilhadas e gerenciadas, havendo um alto nível de integração e interoperabilidade entre os arquivos e dados. Esse é o estágio onde a empresa está mais propícia para executar serviços em IPD. Segundo Bakens *et. al.* (2013) o governo do Reino Unido reconhece o tamanho do potencial do BIM que recomenda que as empresas usem pelo menos o segundo nível desse sistema em seus empreendimentos.

Integrated Project Delivery

O *Integrated Project Delivery* (IPD) é uma abordagem na forma de gerir e executar empreendimentos onde a confiança e a integração entre toda a equipe de trabalho são plenas. O IPD é uma forma de trabalho que integra as pessoas, os sistemas, as estruturas dos negócios e as práticas visando à colaboração máxima para obter o melhor produto, da maneira mais eficiente, com uma alta redução de desperdícios e otimizando os resultados nas fases de projeto, de fabricação, de construção e de operação (AIA, 2007).

Segundo Mesa *et. al.* (2016), o IPD tem como vertente principal a condição contratual entre os agentes envolvidos no negócio. A definição do contrato deve ser bem explícita, incluindo uma estrutura organizacional que propicie um ambiente onde exista um aumento de confiança e de comunicação entre os agentes. O grande diferencial dessas relações contratuais é a inserção de responsabilidades, de riscos e de compensações para os agentes, em caso de resultados positivos. A estratégia mais contundente para o sucesso do empreendimento é a escolha da equipe, visando o alinhamento dos interesses e objetivos, o compartilhamento de ganhos, a prontidão em atender as expectativas do contratante, a confiança entre os agentes, o trabalho em equipe, o alto nível de comunicação, a troca de habilidades, de conhecimentos e a elevada capacidade de resolução de conflitos.

Segundo a AIA (2007), os princípios que devem reger um empreendimento com o propósito de ser executado no padrão IPD são:

- Respeito e envolvimento entre os agentes;
- Benefícios mútuos;

- Definições antecipadas de objetivos e metas;
- Grande aprimoramento da comunicação;
- Definição clara dos padrões e tecnologias a serem utilizados;
- Manter um elevado desempenho e resultados de alto nível.

Para alcançar esses princípios é necessário que o alinhamento dos objetivos seja claro, que a equipe de trabalho tenha um envolvimento em todas as fases, inclusive nas etapas preliminares, equilibrar e deixar transparente a possibilidade de riscos e de recompensas, definir claramente as responsabilidades e implementar uma estrutura de gerenciamento para a tomada de diretrizes e decisões.

Lean Construction

O conceito de *Lean Construction* ou produção enxuta foi trabalhado nos diversos setores industriais e pode ser transportado para a construção civil. Segundo Jorgensen e Emmitt (2008) a sua definição é bem ampla e se refere a um conjunto de medidas que visam reduzir etapas do processo de produção consideradas improdutivas, com a finalidade de diminuir o desperdício, maximizar a produção, aumentar a qualidade dos produtos e atender as demandas do consumidor final. As práticas *Lean* possuem uma tendência de analisar todo o ciclo de vida do empreendimento adaptando e melhorando os produtos para atender as necessidades dos agentes envolvidos no processo de produção.

A produção enxuta pode ser agregada no mercado da AEC por meio do *Lean Project Delivery System* (LPDS) que é uma metodologia que integra as fases de projeto e de construção dentro de um único sistema de produção. Esse conceito visa à redução de desperdício, o aumento de valor agregado, com melhores soluções para a construção e para o cliente e deve ser aplicada em etapas preliminares de planejamento do empreendimento (OGUNBIYI *et. al.*, 2012). Segundo Eastman *et. al.* (2014) o BIM é considerado um avanço cultural e tecnológico que visa a redução de retrabalho, uma maior integração entre os agentes envolvidos no processo de produção, a possibilidade de estudo de mais de uma solução de projeto e construção e o aumento da eficiência nas etapas de projeto, de planejamento, de

construção e de operação. A partir desse conceito o BIM pode ser visto com definições semelhantes e um meio para se aplicar o conceito de *Lean Construction*.

Engenharia Simultânea

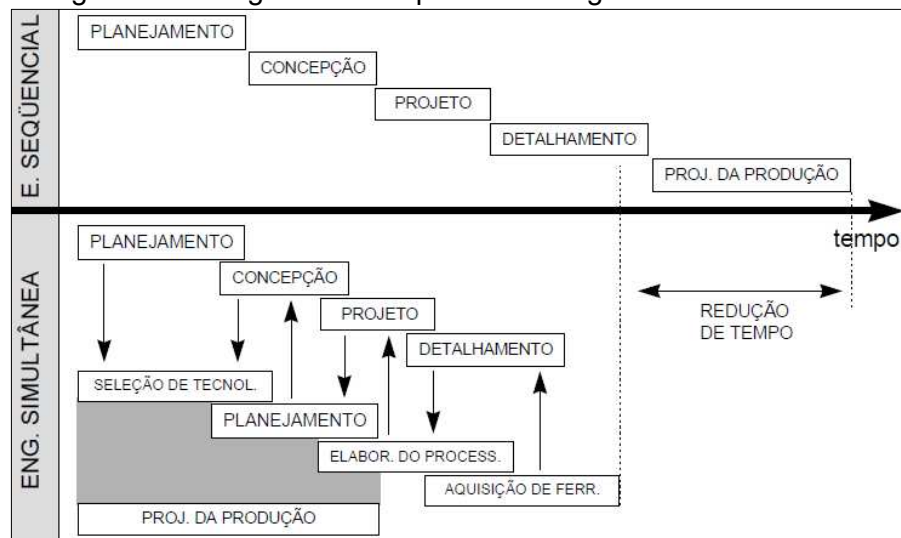
A Engenharia Simultânea (ES) é tema específico de diversos trabalhos acadêmicos e pode ser conceituado como:

Uma abordagem sistemática para o desenvolvimento integrado de produtos que enfatiza o atendimento das expectativas dos clientes. Inclui valores de trabalho em equipe, tais como cooperação, confiança e compartilhamento, de forma que as decisões sejam tomadas, no início do processo, em grandes intervalos de trabalho paralelo incluindo todas as perspectivas do ciclo de vida, sincronizadas com pequenas modificações para produzir consenso (ASHLEY, 1992; PRASAD, 1996 apud CRESPO 2014, p3.).

O objetivo da Engenharia Simultânea é substituir as tentativas de compatibilização, em etapas já acabadas de projetos, por uma integração entre uma equipe multidisciplinar nas fases de concepção e desenvolvimento dos mesmos. Isso possibilita maior assertividade nas decisões tomadas e a execução de etapas da produção paralelamente (CRESPO, 2014).

A Figura 4.4 representa a redução de tempo com a aplicação da Engenharia Simultânea, em comparação com os processos executados sequencialmente. Com essa metodologia as etapas devem ter uma execução paralela com mais dinamismo e integração de todos os agentes envolvidos na produção.

Figura 4.4 – Engenharia Sequencial X Engenharia Simultânea.









Fonte: adaptado de Weck *et. al.* (1991) apud Takahashi (1996).

Segundo Minto (2002) a Engenharia Simultânea gera benefícios ao longo de todas as etapas do empreendimento. O autor ressalta que nesse processo devem ser efetivados esforços para aumento da tomada de decisões, da colaboração e da integração em etapas preliminares como no desenvolvimento do escopo de serviços, na concepção e no planejamento. Quando isso acontece são gerados uma série de benefícios ao longo de todo o ciclo de vida do produto.

4.3 Softwares para modelagem, orçamentação e plataformas BIM

A Figura 4.5 especifica as principais empresas que elaboram *softwares* que podem ser aproveitados em empreendimentos com a aplicação do sistema BIM e os seus principais produtos.

Figura 4.5 – Lista de programas BIM disponíveis no mercado.

	
Revit Architecture Revit Structure Revit MEP Navisworks	O Revit permite a modelação de arquitetura, de estruturas e de redes técnicas (sistemas mecânicos, elétricos e hidráulicos). No Revit, toda a informação do modelo é armazenada numa única base de dados. Assim, à medida que o projeto evolui, as alterações podem ser automaticamente coordenadas. Possui um sistema de detecção de colisões e incompatibilidades entre os elementos. Além disso, possibilita o cálculo automático e detalhado das quantidades e materiais, volume de espaços para análises energéticas e estimativas de custo. O Navisworks é vocacionado para a gestão de projetos. Permite que projetistas e profissionais da construção unam contribuições num modelo de informação único e sincronizado, ao possibilitar que membros da equipa compartilhem, combinem, revisem e aperfeiçoem modelos de projeto 3D.
	
Archicad MEP Modeler EcoDesigner	O Archicad é o <i>software</i> BIM de arquitetura há mais tempo no mercado e pode correr em plataforma Mac e Windows. Através do modelo de informação 3D, toda a informação necessária relativamente à conceção arquitetónica e estrutural – cortes e alçados, pormenores, listas de quantidades de materiais, imagens renderizadas, animações virtuais – podem ser obtidos. Permite, ainda, a modelação de redes técnicas e, na versão 16, a avaliação energética foi também incluída. O Archicad possui também soluções de colaboração entre os membros da equipa, designadas por “conceito <i>Teamwork</i> ”.
	
Architecture Structural Modeler Building Mechanical Systems Building Electrical Systems Facilities	O Bentley Architecture encontra-se no mercado desde 2004. O sistema integra diversas ferramentas que permitem a modelação de arquitetura, de estruturas, de sistemas mecânicos e elétricos e, ainda, a gestão de edifícios. Todos os modelos podem ser desenvolvidos utilizando o desenho tradicional 2D ou o desenho avançado 3D, sendo as ferramentas e a interface a mesma em ambos os casos. Relativamente à interoperacionalidade, permite integrar numa única plataforma toda a informação do projeto que pode ser acessível através da rede da empresa ou através da Internet. Suporta os formatos mais <i>standard</i> como PDF, IFC, DGN, DWG e VRML.
	
Structures	O Tekla Structures permite a criação e gestão de modelos estruturais 3D altamente detalhados e precisos, para uma edificação eficaz, independentemente do material ou complexidade estrutural. Os modelos do Tekla podem ser utilizados em todo o processo de construção, design conceptual, fabricação, montagem e gestão de construção. Inclui configurações específicas para engenheiros estruturais, preparadores e projetistas de estruturas metálicas e betão <i>in situ</i> e pré-fabricado, fabricantes, e também empresas de construção e gestão de edifícios.
	
Allplan Design2Cost	A gama de produtos Allplan oferece uma escolha consistente em BIM no setor da construção. Um modelo BIM desenvolvido através do Allplan pode ser usado em diversas soluções Allplan que cobre, entre outros, betão, aço, estruturas pré-fabricadas assim como sistema AVAC e gestão. Permite, ainda, a obtenção automática das quantidades e, conseqüentemente, estimativas de custo e orçamentos.
	
Office Constructor Estimator Control Cost Manager 5D Presenter	O Vico Software é vocacionado para a gestão da construção, destinado ao estudo do BIM 4D e 5D. Permite receber, integrar e associar diversos modelos BIM. Por exemplo, o arquiteto pode contribuir com um modelo desenvolvido em Archicad; o engenheiro com o projeto de estruturas em Tekla; o engenheiro mecânico com um modelo em Revit MEP. Depois de interligados, são identificados e corrigidos os conflitos. De seguida, o Vico Office consegue extrair o mapa de quantidades de todos os elementos construtivos, sendo possível estimar os custos, possibilitando reconhecer quais as decisões que têm maior impacto no orçamento e no tempo. Possibilita, deste modo, métodos de planeamento e controlo de produção mais flexíveis, tais como a Linha de Balanço, em oposição à tradicional rede CPM e gráfico de Gantt.

Fonte: Antunes (2013).

4.3.1 Os principais fabricantes de plataformas para uso do BIM

A Figura 4.5 descreve brevemente algumas plataformas para o uso do BIM, dentre elas está o *Revit*, que é produzido pela Autodesk, uma das empresas mais influentes desse mercado. Segundo Costin (2012), o *Revit* possui três modalidades distintas para o desenvolvimento de projetos. O *Architecture*, que foca no desenvolvimento de projetos arquitetônicos, o *Structure*, que visa à execução de projetos estruturais e o *Mechanical, Electrical and Plumbing (MEP)*, para projetos elétricos, hidráulicos e de outras instalações mecânicas.

A Graphisoft é uma empresa que se dedica a inovação na produção de plataformas que visam suprir necessidades voltadas para a implantação do BIM. O Archicad foi desenvolvido por essa empresa, sendo considerado um dos primeiros softwares BIM para arquitetos do mercado da AEC e até hoje é atualizado com facilidades em soluções arquitetônicas. Ela possui o modelador MEP que proporciona uma base de dados de diversas disciplinas da engenharia civil integrada à arquitetura do empreendimento. Essa colaboração pode ser efetivada pela integração entre os *softwares* ou pelo padrão IFC. A Graphisoft é responsável pelo desenvolvimento do EcoDesigner, que pode ser considerado como o primeiro aplicativo do mundo que integra as funcionalidades de energia do edifício. Essa companhia é uma das pioneiras em compartilhamento e colaboração virtual em tempo real do mundo a partir da plataforma BIM Server. Ela faz parte do grupo Nemetchek desde sua aquisição em 2007 (GRAPHISOFT, 2018).

4.3.2 Plataforma Archicad para modelagem

O Archicad é um dos principais produtos da fabricante GRAPHISOFT, sendo uma das primeiras plataformas voltadas para a Modelagem da Informação com o conceito de “Edifício Virtual”. Ele foi lançado em 1987 e busca a criação de modelos dentro dos padrões BIM, permitindo a extração de informações e de documentos diretamente dos projetos. Essa plataforma é uma ferramenta 3D de projeto que visa o aumento da capacidade e produtividade dos usuários para criar projetos arquitetônicos integrados. Ao passar dos anos a fabricante atentou-se para

proporcionar aos usuários uma plataforma plena de projetos visando à coordenação, a colaboração, a gestão de mudanças e a avaliação de diversas alternativas de projetos (GRAPHISOFT, 2013).

Segundo ARCHICAD (2018), a interoperabilidade entre os arquivos produzidos no Archicad e os softwares de outros fabricantes pode ser feita por meio de formatos na extensão IFC, por uma vinculação direta do modelo, por desenhos no formato de CAD ou *Drawing Exchange Format* (DXF) e pela documentação gerada em *Portable Document Format* (PDF). Os formatos IFC tem a possibilidade de preservar totalmente a descrição e as propriedades geométricas dos objetos em 3D. Com essa maneira de comunicação existe um aumento de possibilidade da transferência de dados entre diversas disciplinas de projetos. Ressalta-se que é importante verificar e escolher os tipos de dados e os parâmetros que devem ser exportados para diferentes finalidades como projeto estrutural, orçamentação e planejamento. É recomendada a checagem dos modelos em IFC e para realizar essa etapa do projeto podem-se usar as seguintes plataformas de verificação:

- *DDS-CAD Viewer*;
- *Solibri Model Viewer*;
- *Tekla BIMsight*.

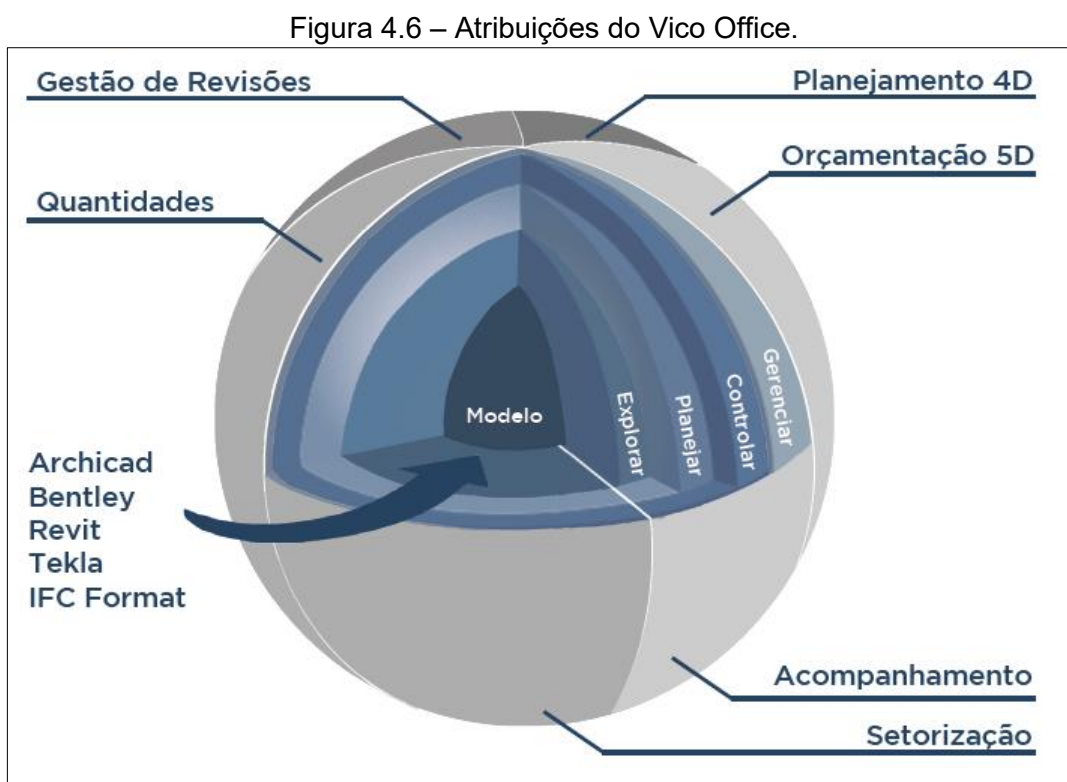
Outra maneira de exportar um modelo produzido no Archicad entre *softwares* de diferentes fabricantes é por uma vinculação direta por meio de plug-ins para a extração de informações e dados. Essa forma de interoperabilidade garante que apenas as propriedades que são necessárias para a outra plataforma sejam incluídas nos modelos (ARCHICAD, 2018).

4.3.3 A plataforma Vico Office

O Vico Office é uma plataforma voltada para atender as demandas de integração entre os projetos, o planejamento e a orçamentação dentro do sistema BIM. A empresa que o fabrica é a Trimble e com essa ferramenta propõe solucionar a crescente demanda de inserir no mercado plataformas dentro da tecnologia BIM e IPD, que proporcionam maior eficiência e mais qualidade, com menos tempo gasto em serviços. O *software* proporciona aos seus usuários, como mostra a Figura 4.6,

uma integração de modelos provenientes de diversas extensões, inclusive do IFC, a execução planejamentos de obras (BIM 4D), a extração de estimativas de custos (BIM 5D), o gerenciamento de dados e a otimização dos cronogramas e das atividades (TRIMBLE, 2016).

A Figura 4.6 ilustra quais extensões de modelos podem ser exportados para o Vico por meio das ferramentas da Bentley, do Archicad, do Revit, do Tekla e em formato IFC. Com os modelos inseridos dentro do arquivo é possível gerar as quantidades, o planejamento, a orçamentação e o acompanhamento da construção ou produção.



Fonte: Adaptado de NDBIM (2016).

De acordo com a TRIMBLE (2016) a plataforma Vico Office pode ser dividida em módulos, dentre eles podem ser destacados os seguintes:

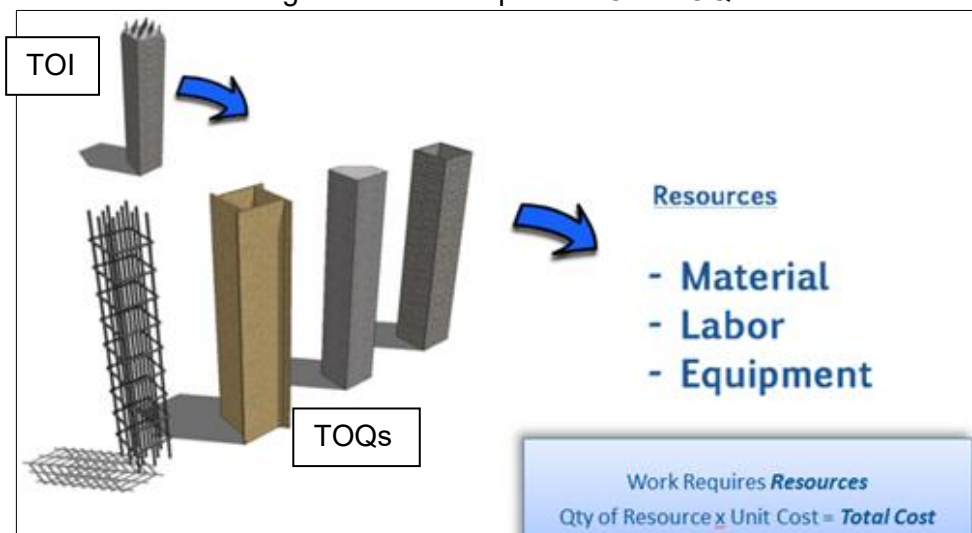
- Gestão de relatórios para a construção: esse estágio possui uma importância fundamental para o projeto, é nele onde as versões do modelo são gerenciadas, onde são compartilhadas as informações entre os colaboradores, podendo fornecer diversos relatórios como os de soluções

- construtivas, os cronogramas com custos, as alterações no projeto, as estimativas de custos e de fluxo de caixa;
- Visualização 3D em BIM: esse módulo é onde os modelos de diferentes *softwares* BIM são adicionados podendo ser oriundos do Archicad, Revit, Tekla Structures, Google SketchUp, CAD Duct, 3D DWG e Arquivos IFC;
 - Identificação de interferências 3D: a plataforma oferece soluções para detectar as interferências de projetos, facilitando a coordenação e a identificação da melhor solução construtiva;
 - Estimativa de quantidades 3D em BIM: quantifica os objetos dos modelos inseridos no arquivo;
 - O BIM 4D, através do planejamento e do controle da produção: nesse módulo o planejamento pode ser feito de uma forma global ou por áreas, ele permite a divisão dos projetos em locais de trabalho com os seus recursos, possibilita que a equipe veja as tarefas antecessoras e sucessoras de cada estágio da produção, cria cronogramas de construção que associam os objetos modelados as tarefas e materiais correspondentes aos recursos e trabalhos. Nessa etapa pode ser proporcionado o controle e gerenciamento da produção nos canteiros de obras e a simulação do planejamento, por meio de um modelo rico em detalhes para toda a equipe de construção;
 - O BIM 5D, através da estimativa de custos: nesse módulo destaca-se a orçamentação dos modelos, a possibilidade de comparação entre os custos e as diversas revisões ou versões do projeto, possibilitando que toda a equipe entenda de forma visual quais os itens mais impactantes no custo do empreendimento.

O Vico Office agrupa os objetos a serem estudados provenientes dos modelos importados em classes de itens. Segundo Costa (2017), esses objetos que vão ser quantificados e orçados recebem o nome de *Takeoff Items* (TOI), que é o elemento de extração de quantidades. O TOI é um nome das listas de elementos que se encontram no projeto, sendo ele um grupo de quantidades dos itens similares. Cada TOI possui diferentes tipos de quantidades que são denominadas como *Takeoff Quantities* (TOQ). As quantidades encontradas em cada objeto serão associadas ao processo de BIM 5D para a realização de um orçamento.

A Figura 4.7 representa um exemplo de TOI e os seus TOQs. Nessa imagem está ilustrado um pilar acabado, que seria o elemento modelado e, subsequentemente, as quantidades representadas pela armação projetada, a forma, o volume de concreto e o revestimento da peça. Após as quantidades serem especificadas são associados aos TOQ os diversos insumos, recursos, equipamentos e mão de obra que compõe o custo total do elemento (COSTA, 2017).

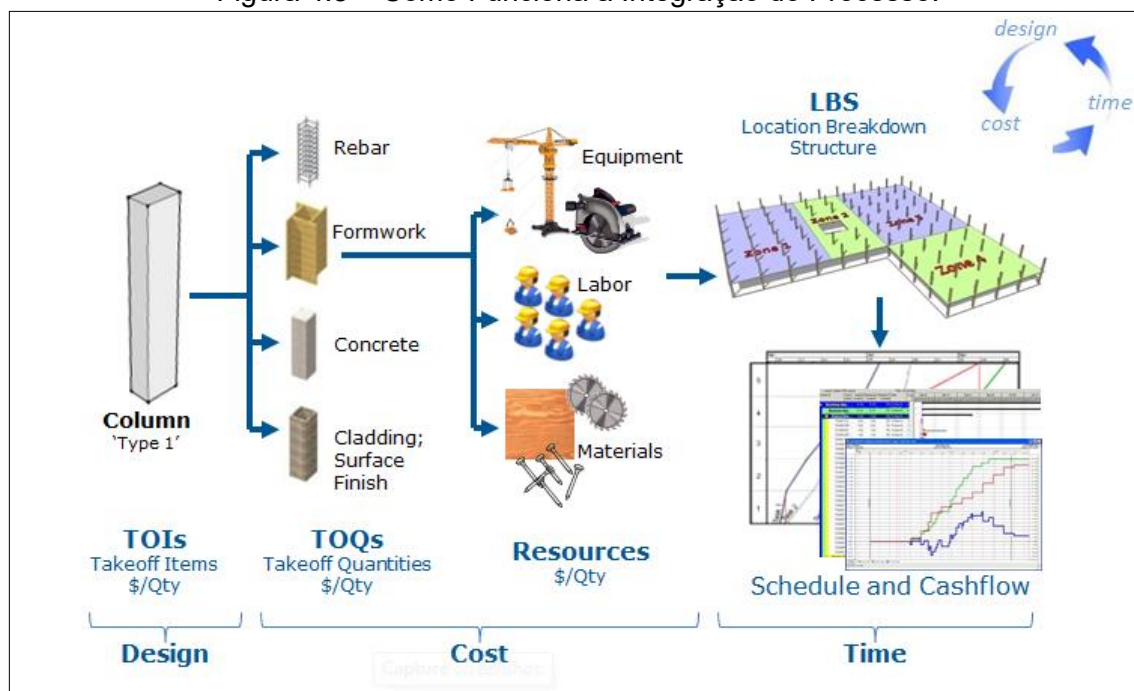
Figura 4.7 – Exemplo de TOI e TOQ.



Fonte: TRIMBLE (2016).

A integração entre os módulos do Vico Office é dada através da importação dos modelos, logo após isso ocorre à extração das quantidades e associação de recursos para executar a estimativa de custos e, posteriormente, a inserção de atividades cronológicas que é o planejamento da produção e o fluxo de caixa. A Figura 4.8 ilustra de forma cronológica a associação dos processos de projeto, de custo e de tempo com os TOI, os TOQ, os recursos a eles agregados e a duração de cada atividade planejada (TRIMBLE, 2016).

Figura 4.8 – Como Funciona a Integração do Processo.



Fonte: TRIMBLE (2016).

O processo de modelagem é uma etapa realizada em outras plataformas e deve ser desempenhada com critério de acordo com as finalidades dos projetos. A utilização dessa plataforma pressupõe diversos padrões no modelo, a colaboração entre os agentes e a verificação da qualidade do projeto (NDBIM, 2016).

4.4 Modelo dentro dos padrões BIM

4.4.1 Conceitos de Modelagem e Modelo

Nos sistemas que envolvem o BIM, dois conceitos tem uma grande importância para o mercado da AEC e os meios acadêmicos. O primeiro é o termo modelagem, que pode ser definido como o processo onde os dados e objetos são estruturados e organizados. O segundo conceito, são os resultados do processo de modelagem. O objetivo dos modelos é descrever como os dados e objetos serão utilizados e como os seus atributos vão ser representados dentro de uma área específica de conhecimento. A geometria dos objetos pode ser considerada uma das propriedades mais importantes que deve ser inserida na etapa de modelagem. O modelo precisa conter diversas informações sobre o empreendimento, agrupadas em vários objetos. Ele deve possibilitar a extração de dados para diversos propósitos, como a

documentação, a análise de informações, a visualização 2D e 3D do conjunto de objetos (MANZIONE, 2013).

4.4.2 *Objetos Paramétricos*

Segundo Motter e Campelo (2014), as ferramentas para modelagem BIM devem ser compostas por objetos paramétricos, que dão origem aos modelos desse sistema. Os objetos paramétricos consistem em definições geométricas, dados e regras associadas aos itens. Eles são objetos 3D que possuem uma geometria integrada e não apenas diversas vistas 2D independentes, como nos projetos executados sem as plataformas BIM. O fator de integração das suas características possibilita modificações em diversas vistas automaticamente. Podem ser atribuídos a um objeto paramétrico, além de definições geométricas, os tipos de material de sua constituição, dados acústicos, dados térmicos, o peso, o custo e a durabilidade. Isso permite a extração de informações como quantitativos e estimativas de custos.

4.4.3 *Características da Modelagem BIM*

Segundo Marini (2017), a gama de informações contidas em um modelo vão aumentar ou diminuir a sua precisão com relação a sua orçamentação. Quanto maior é a quantidade de informações, mais preciso será o orçamento. Um cliente que contrata um modelo menos detalhado deve ser alertado sobre o aumento do risco de que o orçamento possa não ser compatível à realidade. Para a precisão da estimativa de custos em um *software* de planejamento e orçamentação, como o Vico Office, deve ser desenvolvido um modelo com o máximo de objetos parametrizados.

Os objetos devem ser modelados para atender padrões orçamentários, o que pode levar os projetistas a modos diferentes de projetar. Como por exemplo, uma janela deve ser composta por dois objetos, o vidro e a esquadria, sendo que esses componentes devem ser modelados separadamente. Nos *softwares* de orçamentação BIM, especificadamente no Vico Office, a modelagem de diversos elementos de uma parede em um único item, pode ocasionar em uma redução da precisão, o que corrobora com a ideia de modelar os elementos em objetos

separados. É recomendado ainda separar a arquitetura da estrutura e das demais especialidades com a finalidade de obter orçamentos e quantidades individualizadas e possibilitando o isolamento das diversas peças, áreas e disciplinas (MONTEIRO e MARTINS, 2012).

Monteiro e Martins (2012), propõe uma análise do custo e benefício de um modelo em quatro métodos com detalhamentos distintos de objetos e modelagem. O primeiro método é a separação de cada material ou insumo em itens diferentes. Para atingir esse objetivo, deve-se modelar cada *layer* individualmente como uma componente dos materiais. As principais vantagens do primeiro método são o controle total do processo de modelagem, a facilidade de isolamento de cada tipo de elemento, a fácil localização de materiais específicos, uma maior flexibilidade, um aumento no nível de detalhes, o aumento da precisão no orçamento além de ser uma forma de evitar erros ao transportar o arquivo para modelos federados como o *Industry Foundation Classes*. As suas desvantagens são relacionadas ao tamanho do modelo, quanto maior o nível de detalhamento mais pesado ele se torna, aumentando o tempo para ser elaborado e processado. Isso eleva os seus custos e orienta-se a ter um cuidado maior com o desenvolvimento dos objetos.

O segundo método prevê um modelo com a estrutura separada dos demais componentes, por exemplo, os elementos estruturais isolados da arquitetura. Esse método agrega objetos em componentes, ou seja, em *layers* compostos. Isso gera uma queda significativa no número de dados, elementos e objetos modelados. Comparado com o método anterior o modelo se torna mais leve e o tempo de processamento é menor. O procedimento de modelar se torna mais curto e menos oneroso, porém, existe um aumento na probabilidade de erros devido a composições equivocadas, a omissões de objetos e a uma queda significativa na precisão dos resultados que enfatizam a orçamentação e a exportação para o IFC.

O terceiro método é modelar as diferentes composições de objetos separadamente como uma tipologia de parede para cada elevação e cota no projeto. Nessa forma de desenvolver o modelo aumenta a precisão em relação ao segundo método, porém, se torna mais propenso a erros devido ao número de cotas e elevações. Esse possível aumento de erros pode ocasionar em imprecisões nos quantitativos

gerados e nas estimativas de custos. Modelos desenvolvidos dessa maneira são mais onerosos e demandam mais tempo do que aqueles elaborados pelo segundo método. Outra desvantagem apontada é que os elementos compostos podem ficar restritos a informações e gerar projetos em duas dimensões incompletos.

O quarto método visa à modelagem de apenas as composições de elementos principais. Essa abordagem é a mais simples de todos os outros métodos e segue um dos pilares da filosofia do BIM, a colaboração. O método prevê modelos criados em conjunto, desde o início, com componentes estruturais e arquitetônicas integradas. Os dados são melhores organizados e o arquivo se torna mais leve, porém, mais informações são compactadas em um único objeto. Ele é uma metodologia que prioriza a visualização e dificulta a extração para modelos federados. Esses fatores o tornam mais difícil de ser implantado (MONTEIRO e MARTINS, 2012).

4.5 Nível de Desenvolvimento (*Level of Development*)

Conforme Bedrick e Reinhardt (2013), o Nível de Desenvolvimento ou *Level of Development* (LOD) é uma referência que possibilita aos agentes envolvidos na indústria da AEC verificar, especificar e articular a quantidade de informações dos modelos BIM nas diversas etapas do projeto e construção. O LOD define e ilustra características dos elementos e componentes do modelo, possibilitando aos usuários identificar o que ele é capaz de fornecer. Esse sistema classificatório pode auxiliar os proprietários a ter conhecimento do que eles estão adquirindo, a esclarecer o que o modelo BIM pode proporcionar, a melhorar a comunicação entre o gerente de projeto e os demais projetistas e produzir um padrão que pode ser referência nos contratos e nos planos de execução BIM. Os Níveis de Desenvolvimento são LOD 100, 200, 300, 350, 400 e 500 e podem ser ilustrados na Figura 4.9.

Figura 4.9 – Ilustração e nomes dos Níveis de Desenvolvimento.



Fonte: Hitech (2017).

Segundo Morais *et. al.* (2015) os Níveis de Desenvolvimento podem ser descritos da seguinte forma:

- LOD 100: É um nível conceitual que pode ser equiparado à fase inicial ou estudo volumétrico do projeto. Usualmente os modelos são compostos de toda a forma volumétrica do que será construído, possibilitando análises construtivas como: definição da forma inicial da edificação, a orientação do edifício e uma estimativa de custo por metro quadrado;
- LOD 200: É um nível que pode ser comparado à fase de concepção do projeto ou anteprojeto, possui parte de sua geometria já estabelecida, com os quantitativos aproximados, os tamanhos e as formas predefinidos. Existe uma representação parcial das instalações prediais, estando nessa etapa a sua orientação e localização.
- LOD 300: É um nível classificado como geometria precisa, onde o projeto está praticamente definido, a extração de quantitativos e as especificações de materiais são precisas e refletem o que será construído em obra. Esse nível possibilita o fornecimento de dados, de documentos para a obra, de listas de compras e a inserir cronogramas sem detalhes de montagem. Com um modelo BIM em LOD 300 podem ser desenvolvidas diversas análises simulando o comportamento das estruturas e as demais instalações prediais ou disciplinas envolvidas no empreendimento. Esse modelo está habilitado para ser usado em construções, o que o aproxima dos detalhes da fase de obras;

- LOD 350: É um nível de classificação que possibilita o desenvolvimento das principais funções de coordenação de projetos. As informações são suficientes para a verificação de conflitos entre as disciplinas envolvidas no projeto e a sua compatibilização. Nesse nível de desenvolvimento são definidos os escopos de projeto por especialidade e o nível de detalhe individual de cada objeto. No LOD 350 devem ser previstos os detalhamentos de reforços e conexões estruturais que possam influenciar em projetos hidráulicos e arquitetônicos;
- LOD 400: Esse nível pode ser considerado como etapa de fabricação ou produção, onde o modelo está pronto para a construção. Para alcançá-lo é necessária a participação de todos os agentes envolvidos nos diversos processos do projeto e obra. No LOD 400 já devem estar inseridos os cronogramas de obra, refletindo o tempo de montagem das etapas da obra. Essa etapa permite executar simulações precisas, inclusive de processos relacionados à manufatura dos componentes;
- LOD 500: Esse Nível de Desenvolvimento pode ser denominado como *as built* (como construído). Nesse estágio o objetivo é inserir no modelo os dados de como exatamente o empreendimento foi construído e é considerado fundamental para a realização do uso adequado, da operação, da manutenção e de reformas.

O estudo preciso dos Níveis de Desenvolvimento é importante para que seja executado cada tarefa que se deseja alcançar com o modelo BIM. Desenvolver os objetivos do modelo é fundamental para otimizar o tempo de modelagem e viabilizar a definição de parâmetros (MORAIS *et. al.*, 2015).

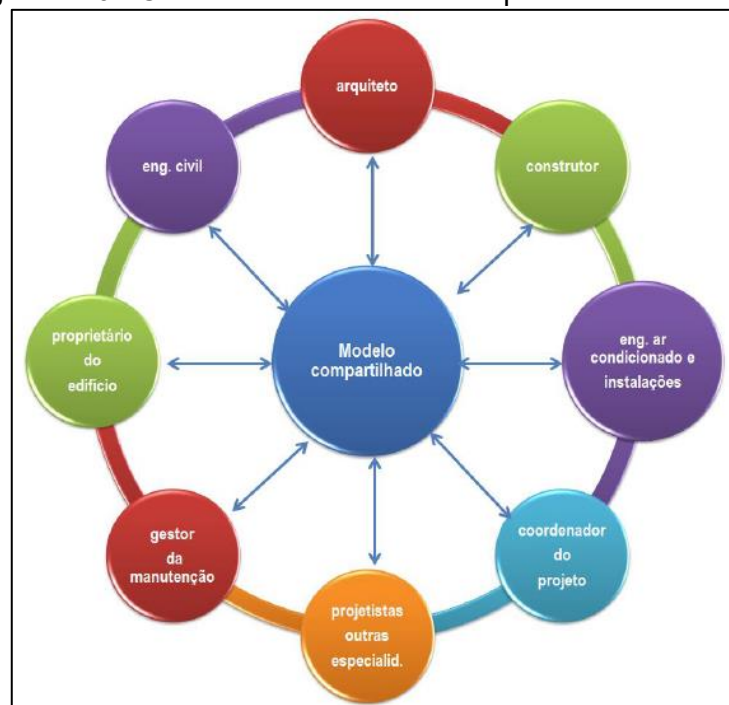
4.6 Interoperabilidade do Sistema BIM

A interoperabilidade, conforme Bernstein *et. al.* (2007), é a habilidade de gerenciar produtos eletrônicos e os dados de projetos ou de empreendimentos, entre as

empresas e os agentes colaboradores envolvidos no processo produtivo. Ela é definida como a facilidade de implantar e gerenciar relações colaborativas entre os membros das diversas etapas e disciplinas, envolvidas na construção. Esse processo visa, principalmente, à integração entre as etapas de planejamento, de projeto e a execução do empreendimento.

Segundo Antunes (2013), a interoperabilidade é a capacidade dos sistemas se comunicarem eficientemente entre si, eliminando a necessidade de repetir a introdução de dados já concebida. Para otimizar a aplicação do BIM é necessário que esse banco de dados e informações seja compartilhado entre todos os agentes envolvidos no empreendimento, como mostra a Figura 4.10. Nos sistemas BIM a base de dados deve ser lógica e consistente, abordando todas as informações do empreendimento até o fim da vida útil do edifício, o que possibilita a colaboração entre todos os agentes.

Figura 4.10 - Conceito de modelo de compartilhamento no BIM.



Fonte: Manzione (2013).

A interoperabilidade pode gerar benefícios, principalmente, se for implantada com um planejamento adequado e ao longo prazo. As principais vantagens observadas são a redução de desperdício do tempo de entrega e nos custos de produção e o aumento da produtividade. Conforme constatado por Bernstein *et. al.* (2007), existem

benefícios como o aumento da velocidade da produção, a redução da vulnerabilidade dos projetos, um aumento na garantia de validade das informações no ciclo de vida do empreendimento, a redução dos custos com comunicação, o aumento do valor agregado ao produto, podendo eliminar a reentrada manual de dados e a duplicação das funções. A ausência de interoperabilidade pode resultar na necessidade de readequação dos dados manualmente, em um maior gasto de tempo na utilização dos *softwares* duplicados, o que aumenta a necessidade de ferramentas de controle de produção como listas de checagem (*check lists*) e um maior prazo para a conferência da informação.

No mercado da AEC, o conceito de interoperabilidade pode ser trabalhado em três níveis, que são entre *softwares* do mesmo fornecedor, entre *softwares* de diferentes fornecedores e através de normas abertas de dados. O primeiro nível acontece quando os agentes envolvidos no empreendimento utilizam *softwares* da mesma marca ou empresa fabricante. Um exemplo é quando os projetistas utilizam o Autodesk Revit em diferentes modelos BIM e versões distintas e no final do trabalho agrupam os resultados e projetos. Estes são enviados para uma equipe de planejamento e gestão que trabalha com o Navisworks ou outro *software* da mesma fabricante. Utilizar as plataformas do mesmo fornecedor apresenta benefícios em termos de planejamento, de coordenação, em redução de tempo e na facilidade na detecção de interferências entre as diversas especialidades.

O segundo nível de interoperabilidade é quando a equipe de trabalho utiliza *softwares* de diversos fornecedores, que é o mais usual no mercado da AEC. Para que o intercâmbio de dados aconteça nesse nível é necessária a definição de regras de comunicação, que determinem como as diferentes plataformas e aplicativos devem se comunicar. A comunicação é importante porque possibilita a redução do número de erros e facilita a coordenação e gestão das informações no projeto.

O terceiro nível é através de normas abertas de dados (*open data standards*). O fundamental que deve ser definido é em que ponto a informação deve estar para ser exibida ou transferida para os diferentes *softwares*. Na indústria da construção o que se consolidou como *open data standards* foi o *Industry Foundation Classes* (IFC)

que permite informações de diferentes fontes e *softwares* trabalhem em conjunto visando um melhor fluxo de dados dentro do empreendimento (HAMIL, 2012).

4.6.1 Industry Foundation Classes

O IFC é definido pela *buildingSmart* (2017) como um formato de extensão que torna possível trocar informações entre os diferentes softwares BIM. O formato abrange diversas disciplinas nas mais variadas etapas do ciclo de vida do empreendimento. Esse modo de colaboração e compartilhamento universal pode ser denominado como BIM aberto (*open BIM*), as suas principais vantagens são: os membros do empreendimento podem participar de suas etapas de execução independente do *software* que ele usa; cria uma linguagem comum que pode vincular diversas organizações; possibilita a participação de variadas empresas de softwares dentro do sistema BIM.

Segundo Baptista (2015), a principal função do IFC é que o BIM estabeleça uma base ou banco de dados e de informações tecnologicamente abertas. Isso possibilita a criação de uma independência dos usuários dos diversos produtos, onde o projeto não depende do programa utilizado na sua base de dados inicial. O sistema visa uma comunicação entre diferentes etapas do ciclo de vida do empreendimento como modelagem e orçamentação.

4.7 Sistemas de Classificação

Os sistemas de classificação têm o propósito de categorizar a informação contida em obras e projetos do mercado da AEC, com o objetivo de atingir maior assertividade e interoperabilidade entre diferentes plataformas de serviço e especialidades de projetos distintas. Eles têm como objetivos diminuir a troca de informações equivocadas, de dúvidas de interpretação e de facilitar a interoperabilidade e a comunicação entre os agentes nas diferentes etapas do ciclo de vida de um empreendimento. A maioria propõe classes que agrupam objetos semelhantes, vinculando-os a diversas fases do projeto (ABDI e MDIC, 2017).

Segundo Gelder (2015), para que um sistema de classificação seja funcional e eficiente ele deve conter alguns requisitos. As principais premissas para alcançar essas funções são:

- Ele deve ser digital, fácil de acessar, de utilizar e com o seu conteúdo disponibilizado gratuitamente;
- Os seus itens devem gerar um sistema unificado de forma que suas tabelas, códigos e elementos tenham uma numeração, terminologia, sequência e agrupamento de maneira lógica;
- É importante que seja promovida a interface entre áreas distintas, como edificações, infraestrutura e geografia, a partir da forma que os objetos e insumos são classificados. Ele deve servir a todas as disciplinas de projetos, as normas vigentes e as fases do negócio, independentemente da sua complexidade;
- Ter interface em todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento (concepção, desenvolvimento de projetos, orçamentação, planejamento, construção e uso e ocupação);
- Considerar os princípios funcionais dos sistemas de classificação predecessores e internacionais;
- Estar em conformidade com as normas internacionais como a *International Organization for Standardization* (ISO) 12006-2:2015, e as nacionais como a Norma Brasileira (NBR) 15965.

De acordo com Smith (2016), o sistema de classificação tem impacto direto no processo de trabalho e desenvolvimento do empreendimento e em diversas fases do ciclo de vida da edificação. A sua escolha deve ser feita de forma a agregar o maior número possível de agentes envolvidos e projetistas para que ela ou o seu desenvolvimento seja feito de forma adequada. Ele é uma importante definição que interfere em todas as etapas dos empreendimentos no mercado AEC. Para garantir o sucesso e a maximização de lucros no negócio ele deve ser escolhido ou desenvolvido em etapas preliminares do projeto e modelagem. Quanto mais breve ele for executado melhor será o seu aproveitamento, abrangendo um maior número de disciplinas e projetos

4.7.1 Exemplos de Sistemas de Classificação

ISO 12006-2:2015

A ISO 12006-2:2015 é nomeada como “Construção de Edifícios – Organização de Informações sobre Obras de Construção – Parte:2 Estrutura para Classificação”. A sua principal meta é alcançar uma padronização internacional de sistemas de classificação para a construção, por meio de definições estruturais de agrupamentos, recomendações de nomenclaturas e informações para o desenvolvimento dos seus itens. Essa norma internacional serve como referência para empresas, entidades governamentais em âmbito mundial, que visam desenvolver Sistemas de Classificação, podendo conter alguns detalhes específicos de cada localidade (ISO, 2015).

OmniClass

O *OmniClass Construction Classification System* (OCCS) é uma classificação de bibliotecas de materiais, produtos e informações de projeto, que são estruturados em um banco de dados visando auxiliar a indústria da construção. A estratégia desenvolvida pelo mercado da AEC norte americano, para executar o OCCS, foi catalogar e descrever o máximo possível de insumos que envolvem todo o processo de construção. Ele é formado por 15 tabelas que representam as diferentes informações decorrentes desse mercado (OMNICLASS, 2006).

Segundo Ferreira (2015), apesar de ser desenvolvido nos Estados Unidos da América (EUA) ele tem uma grande abrangência, inclusive de caráter mundial, sendo utilizado como padrão ou referência em diversos países.

A seguir é demonstrada por meio da Figura 4.11, a formatação de alguns elementos da “Tabela 23 – Produtos” do *OmniClass*. Essa tabela fornece um meio de identificar as classes dos produtos, desconsiderando a maneira que ele será usado ou o lugar para sua aplicação (OMNICLASS, 2012).

Figura 4.11 – Exemplo de Objetos Classificados da Tabela 23 do OmniClass.

Table 23 Products								
OmniClass Number	Level 1 Title	Level 2 Title	Level 3 Title	Level 4 Title	Level 5 Title	Synonym	Definitions	Discussion/Examples
23-15 00 00	Interior and Finish Products						Products used inside the facility to finish surfaces and divide spaces.	Includes interior finishes such as paints, ceilings, and flooring, and interior space division materials such as a gypsum board and other partitions.
23-15 11 00		Space Division Products					Products which divide spaces between the internal parts of a facility. (Note: Non-Demountable Walls)	
23-15 11 11			Fixed Partitions					
23-15 11 11 11				Gypsum Board Fixed Partitions				
23-15 11 11 11 11					Metal Framed Gypsum Board Fixed Partitions			
23-15 11 11 11 13					Wood Framed Gypsum Board Fixed Partitions			

Fonte: Adaptado de OMNICLASS (2012).

Na Figura 4.11 estão caracterizados os produtos referentes ao interior de construções, foram destacados os itens de divisão de espaços em gesso com borda de metal e madeira.

UniClass 2015

O UniClass 2015 é um sistema unificado de classificação utilizado na indústria do Reino Unido e abrange todos os setores da construção. Ele foi desenvolvido, sendo mantido e atualizado pela *National Building Specification* (NBS). A sua última versão é de 2015, porém, ele tem como característica o fato de ter atualizações periódicas. As mais recentes visam atender as principais demandas de implantação do BIM, buscando métodos de integrar etapas e tornar o processo produtivo mais uniforme e eficiente. Ele pode ser usado como uma forma de categorizar informações para diversas etapas de um empreendimento como orçamentação e definição de escopo (DELANY, 2018).

Segundo Gelder (2015) e Delany (2018), o *UniClass* 2015 foi desenvolvido em conformidade com os parâmetros internacionais da ISO 12006-2, no qual é dividido em tabelas para diferentes sistemas, insumos e produtos dentro do mercado da AEC. A Figura 4.12, representa uma parte da tabela de Produtos “Pr” e seus itens são codificados com iniciais do grupo, seguidos por dois algarismos característicos de cada coluna. Nesse exemplo estão demonstrados produtos pré-fabricados como estruturas envidraçadas e metálicas. De acordo com Gelder (2015) um importante detalhe é que o sistema não visa à definição de utilização do produto e sim a sua codificação uniforme no mercado da AEC britânico.

Figura 4.12 – Parte da Tabela de Produtos “Pr” do *UniClass* 2015.

Pr Products - 01 February 2018 - v1.9						
Code	Group	Sub group	Section	Object	Title	NBS Code
Pr_20_65	20	65			Prefabricated buildings and structures	
Pr_20_65_34	20	65	34		Glazed structures	
Pr_20_65_34_34	20	65	34	34	Glazed enclosures	45-05-60/340 Glazed structures;
Pr_20_65_34_51	20	65	34	51	Metal framed structures	45-05-60/350 Metal framed structu

Fonte: Adaptado de *UniClass* (2018).

ABNT NBR 15965

A ABNT NBR 15965 é a primeira norma técnica BIM brasileira, ela consiste em um sistema de classificação das informações, oferecendo ao mercado da AEC brasileiro, uma padronização da nomenclatura utilizada em seus processos. O seu desenvolvimento aconteceu com base no Sistema de Classificação norte americano, *OmniClass*, no qual foram retirados técnicas de construção dos EUA e inseridos sistemas construtivos e soluções específicos do mercado brasileiro (CATELANI e TOLEDO, 2016). Essa norma brasileira é composta por uma divisão de itens e insumos em seis temas que dão origem a 13 tabelas. Elas visam contemplar toda a indústria da construção civil, os setores de edificações, de infraestrutura e o industrial, abrangendo a mineração, extração de petróleo e gás. A Figura 4.13 mostra os temas e as subdivisões em tabelas.

Figura 4.13 – Tabelas da ABNT NBR 15965.

Tema	Assunto	Tabela
Características dos objetos	Materiais	0M
	Propriedades	0P
Processos	Fases	1F
	Serviços	1S
	Disciplinas	1D
Recursos	Funções	2N
	Equipamentos	2Q
	Componentes	2C
Resultados da construção	Elementos	3E
	Construção	3R
Unidades e espaços da construção	Unidades	4U
	Espaços	4A
Informação da construção	Informação	5I

Fonte: Adaptado de Catelani e Toledo (2016).

A formatação dos Sistemas de Classificação dessa norma pode ser analisada por meio da Figura 4.14, que contempla um trecho da “Tabela OM”, referente aos materiais, que está na figura 4.13.

Figura 4.14 – Exemplo de uma tabela da ABNT NBR 15965.

Código						Termo	
OM.	10.	00.				Elementos químicos	
	OM.	10.	10.	00.		Elementos sólidos	
		OM.	10.	10.	01.	Carbono	
		OM.	10.	10.	03.	Silício	
OM.	10.	30.	00.			Elementos líquidos	
		OM.	10.	30.	01.	Mercurio	
OM.	10.	40.	00.			Elementos gasosos	
		OM.	10.	40.	01.	Hidrogênio	
OM.	20.	00.	00.			Compostos sólidos	
	OM.	20.	10.	00.		Compostos minerais	
		OM.	20.	10.	01.	00.	Rochas
		OM.	20.	10.	01.	01.	Granitos
		OM.	20.	10.	01.	03.	Mármore

Fonte: Adaptado de Catelani e Toledo (2016).

De acordo com ABDI e MDCI (2017), a norma quando inserida ao uso do BIM deve propiciar integração ao longo do ciclo de vida do empreendimento, inclusive nas etapas de concepção, nas especificações, na orçamentação, no planejamento e controle. A NBR 15965 ainda não foi totalmente publicada, sendo ela dividida nas sete partes a seguir:

- Parte 1: Terminologia e Classificação, publicada em 2011;
- Parte 2: Tema - Características dos Objetos da Construção, publicada em 2012;
- Parte 3: Tema - Processos da Construção, publicada em 2014;
- Parte 4: Tema - Recursos da Construção (ainda não foi publicada);
- Parte 5: Tema - Resultados da Construção (ainda não foi publicada);
- Parte 6: Tema - Utilidades da Construção (ainda não foi publicada);
- Parte 7: Tema - Informação da Construção, publicada em 2015.

Segundo Solihin e Eastman (2015), as etapas do BIM devem propiciar automação e eficiência, gerando o mínimo de interferências e intervenções no desenvolvimento de empreendimentos no mercado da AEC. Os sistemas de classificação contribuem para o auxílio na verificação dos códigos dos itens e insumos utilizados, corrobora

para especificar as demandas dos clientes e a analisar a forma mais viável de construir a partir dos objetos modelados.

4.8 Gerenciamento de Custos na Indústria AEC

Na indústria da construção civil o gerenciamento de custos nos empreendimentos é uma etapa fundamental para o sucesso do negócio. De acordo com o *Project Management Institute* PMI, (2013) o conceito é a gestão dos recursos necessários para concluir a execução de todas as operações de um empreendimento. Ele ocorre em fases preliminares como no planejamento e nas etapas de projeto. Os efeitos dessas decisões de projeto podem impactar em fases subsequentes como o uso e a ocupação, a manutenção e o suporte do produto.

O gerenciamento de custos inclui três grandes etapas dentro do ciclo de vida de um empreendimento, a Estimativa de Custos, a Determinação de um Orçamento e o Controle dos Custos. Os processos de cada etapa são detalhados em um plano específico. Nele são definidas as diretrizes do nível de exatidão, as unidades de medida, as associações com procedimentos organizacionais, os limites de controle, as regras para a medição do desempenho, os formatos dos relatórios e as descrições dos processos (PMI, 2013).

Estimativa de Custos

Segundo o PMI (2013), a estimativa de custos é a previsão dos recursos monetários necessários para a conclusão de todas as etapas de um empreendimento. Nessa etapa está prevista a identificação e consideração das alternativas de custos do início ao término do empreendimento e as suas compensações de riscos. O processo de estimativa de custos deve ser realizado de forma dinâmica, sendo que a sua precisão vai aumentar de acordo com a progressão do ciclo de vida do empreendimento. As avaliações quantitativas dos recursos necessários para completar as atividades são feitas através dos custos diretos, extraídos das múltiplas disciplinas de projeto, e por meio dos custos indiretos, que não podem ser extraídos dos projetos, como previsões inflacionárias, capital de contingência e taxas do preço

dos recursos monetários. Dentro das possibilidades de realizar a estimativa de custos indica-se que sejam avaliadas opiniões de especialistas, com referências em informações históricas e em projetos passados similares. Devem ser previstos subsídios de contingência, quando oportuno, analisar propostas de fornecedores com o auxílio de *softwares* e tecnologias. A estimativa pode ser feita de forma análoga que usa valores e parâmetros para prever os custos do projeto atual, essa maneira estima o valor bruto, com base em empreendimentos já concluídos e é ajustada pelas diferenças entre projetos conhecidos. A estimativa pode ser realizada de uma maneira paramétrica, utilizando padrões associados ao valor do metro cúbico construído e a relação de dados históricos (PMI, 2013).

Determinação do Orçamento

Conforme o PMI (2013) a etapa de determinação do orçamento é uma associação de preços estimados a atividades individuais ou grupos de trabalhos, com a finalidade de estabelecer uma linha base autorizada de custos. A linha base inclui todos os orçamentos autorizados do projeto que compõe os recursos financeiros necessários para executar o empreendimento. Os objetivos da sua execução são limitar em períodos os gastos financeiros e compor a Estrutura Analítica do Projeto (EAP), identificando e relacionando os custos a entrega dos projetos e seus componentes.

Para determinar o Orçamento são indicados alguns métodos que melhoram a confiabilidade e precisão do serviço. Essas técnicas são agregar as estimativas de custos aos níveis dos componentes, por grupos de trabalho seguindo a EAP, consultar a modelos e projetos que já foram executados semelhantes ao atual, estabelecer a quantidade das reservas de contingência e as provisões para possíveis modificações do escopo ao longo do empreendimento. Essas reservas financeiras não fazem parte da linha base dos custos do empreendimento, mas devem ser incluídas no orçamento total do mesmo. Outro fator que pode aumentar a precisão é a comunicação e a verificação com especialistas, consultores, agentes envolvidos, clientes e associações profissionais, aferindo a necessidade de inclusão de algum custo que não esteja estimado (PMI, 2013).

Controle de Custos

O Controle de Custos é conceituado pelo acompanhamento do progresso das fases do empreendimento, atualizações do seu orçamento provocadas por reajustes de preços, por modificações que afetam a base de cálculo e pelo registro dos custos reais gastos. As atividades que podem ser incluídas nessa etapa são o gerenciamento das mudanças, assegurar que os gastos não ultrapassem os recursos financeiros, controlar os fatores que geram alterações, a prevenção de que modificações não aprovadas entrem no projeto e manter informados os agentes envolvidos no ciclo de vida do empreendimento (PMI, 2013).

4.9 BIM como Ferramenta para a Extração de Orçamentos

A extração da estimativa de custos em um empreendimento da construção civil é uma fase estratégica fundamental para o seu sucesso. De acordo com Muzvimwe (2011) o valor do gerenciamento de custo e dos orçamentos, para o investidor, está na possibilidade de simulações e explorar diversos cenários de construção em tempo real e com os custos e quantitativos interligados ao projeto.

Benefícios da Orçamentação em BIM

Os principais benefícios que podem ser alcançados com a estimativa de custos e quantitativos, interligados no modelo BIM, são a possibilidade de simulações, incluindo alterações desde o escopo até as especificações de acabamento com o fornecimento do projeto de construção completo. O BIM 5D pode contribuir em fases anteriores a orçamentação, auxiliando em decisões, nas soluções de projetos, em decisões da supervisão de obras e nos métodos construtivos (XU, 2017).

Segundo Xu (2017), o BIM 5D pode servir como uma boa plataforma de processos dentro de todo o ciclo de vida de um empreendimento, projeto, construção e operação. Na etapa de projeto esse estágio do BIM otimiza os métodos construtivos, reduz o tempo gasto nas estimativas de custos, em modificações e alterações do modelo, bem como, auxilia na detecção de erros nos desenhos que são

encaminhados para a construção ou fabricação de componentes. De acordo com Xu (2017) e Lu *et. al.* (2016) na fase de construção essa plataforma auxilia no controle financeiro geral e total do empreendimento, fornecendo fluxos de caixa e previsões de gastos. Ela facilita a formulação do plano de construção, partindo dos recursos disponíveis e sua previsão, podendo ser atualizado como reflexo real dos gastos e minimiza as perdas ocasionadas por falta de planejamento do canteiro de obras. Na etapa de operação essa ferramenta ajuda a desenvolver um plano de manutenção e reduz as dificuldades de operar a construção, tendo como base informações atualizadas de obra.

O BIM 5D foi diagnosticado por Xu (2017) em um empreendimento de grande porte na China. Esse empreendimento exigiu o envolvimento e interação de profissionais de diversas empresas e especialidades. Nesse exemplo ele possibilitou a extração de forma automática de listas de preços, o controle custos, os orçamentos de insumos, os serviços e a administração de contratos com fornecedores. A plataforma proporcionou a realização automática da extração de quantidades com suas dimensões, previsões de consumos de material e simulações do canteiro de obra associado ao custo dos insumos alocados. O modelo foi disponibilizado para todos os fornecedores e subcontratados o que gerou uma redução de desperdício, de tempo, de burocracia na fabricação dos materiais e na execução dos contratos. Esses benefícios suscitaram em vantagens econômicas para a empresa e auxiliaram o planejamento, a gestão, a organização e a eficiência na utilização de recursos e insumos da construção.

4.10 Desafios para Utilizar a Orçamentação em BIM

Foi realizada uma pesquisa por Smith (2016) em diversas empresas australianas que utilizam os processos e plataformas BIM 5D para orçamentação. O objetivo da pesquisa foi mapear as dificuldades encontradas pelos profissionais que atuam com esse avanço tecnológico, os benefícios e o que é necessário fazer para que ele seja difundido em mais empresas.

Os principais desafios e dificuldades para implantação do BIM estão vinculados à interoperabilidade, a colaboração e ao fornecimento de dados durante o ciclo de vida do empreendimento ou contratação do projeto. A colaboração entre os profissionais do mercado AEC muitas vezes é inibida pela falta de confiança entre os agentes envolvidos e a falta do fornecimento de informações e dados integrais no modelo (SMITH, 2016).

Um grande erro apontado por Xu (2017) é a tentativa de implantar o BIM 5D em fases posteriores a modelagem. Gestores que visam à execução de empreendimentos dentro dos padrões e normas BIM devem prever esse sistema desde as primeiras fases do empreendimento. A tentativa de inserir o BIM em fases posteriores a de projetos pode acarretar em mais trabalho e dificuldades de implantação. A falta de previsão do BIM 5D nas etapas de modelagem acarreta na dificuldade de integração, de colaboração e na ausência das referências do padrão de modelagem para a estimativa de custos. A orçamentação em BIM necessita de um modelo previamente planejado de forma a integrar as informações construtivas com os dados demandados para esse serviço.

Segundo Smith (2016), o modelo possui grande influência no sucesso da utilização do BIM 5D. Muitas empresas, da pesquisa supracitada, apontam como uma grande falha ao implantar o sistema BIM os modelos com falta de informações e com dados imprecisos. O projeto deve conter informações adequadas para possibilitar o desenvolvimento dos processos subsequentes da modelagem, como o planejamento e a estimativa de custos. Os dados de entrada devem ser precisos e suficientes, o modelo deve ser rico em informações o que demanda um esforço maior de projeto e mais expertise por parte dos profissionais envolvidos. Quando informações são modeladas de forma equivocada existe um grande risco de ocorrer o insucesso ou oneração do empreendimento porque toda a equipe envolvida vai trabalhar sobre aquela base de dados. O *The International Cost Engineering Council* (ICEC) afirma que a falta de padrão nas modelagens é uma grande causa da ausência de informações e dados. O ideal seria criar uma condição padrão de modelagem internacional que seja impulsionado pelos governos, entidades envolvidas com o BIM e empresas multinacionais.

As empresas australianas apontaram alguns problemas e erros práticos como desafios para a extração de quantitativos e posteriormente a orçamentação. Muitas vezes podem acontecer falhas no processo de detecção de interferências dentro do modelo, o que pode influenciar nas quantidades dos componentes do projeto.

Outro problema prático é vinculado ao governo e as organizações como as universidades, é a falta de treinamento e de incentivos para o aperfeiçoamento do sistema BIM. O ideal é que sejam executados treinamentos em universidades com a possibilidade de complementar as informações adquiridas nas empresas do mercado da AEC. Os temas sugeridos para o treinamento são a identificação dos problemas, dos fatores de sucesso, de fracasso, o conhecimento necessário para implantação do BIM e a troca de experiências de profissionais na área (SMITH, 2016).

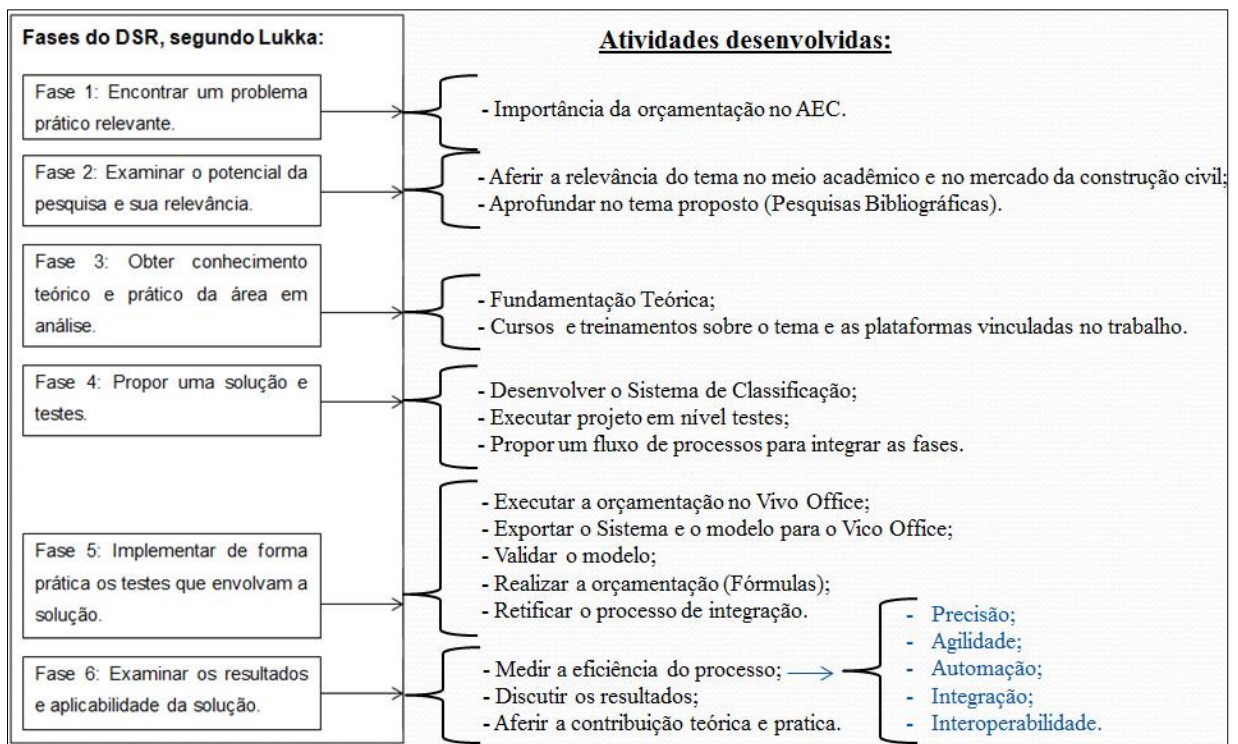
5 METODOLOGIA DA PESQUISA

A presente pesquisa utilizou o método Design Science Research (DSR), que é um procedimento de investigação para a elaboração de técnicas inovadoras ou o aperfeiçoamento de procedimentos já existentes. O delineamento do DSR se dá em seis fases (LUKKA 2003 e Rocha *et. al.* 2012):

1. Encontrar um problema prático relevante;
2. Examinar o potencial de pesquisa e a sua relevância;
3. Obter conhecimento teórico e prático na área em análise;
4. Propor uma solução e testes;
5. Implementar de forma prática os testes que envolvam a solução;
6. Examinar os resultados e aplicabilidade da solução.

Para a execução desta pesquisa, fez-se uso das fases supracitadas em associação com as etapas previstas para finalizá-la. Essas associações estão representadas na Figura 5.1.

Figura 5.1 - Fases do método de pesquisa *Design Science Research* aplicadas a esse trabalho.



Fonte: Autor (2017).

Para a elaboração do trabalho, uma empresa cedeu o projeto em 2D de um edifício comercial, Anexo 1. Os projetos fornecidos foram o arquitetônico e estrutural básicos, contendo os memoriais e recursos utilizados para a orçamentação desse empreendimento, executada por um processo que não engloba o BIM. A planilha de orçamento foi a base para a elaboração do Sistema de Classificação. A orçamentação foi realizada em um modelo desenvolvido a partir desses projetos que estão no Anexo 1. Ressalta-se que o modelo da pesquisa foi elaborado em um trabalho integrado a este, por uma aluna do Mestrado em Construção Civil do Departamento de Materiais e Construção Civil (DEMC), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sendo assim, eles são complementares.

Fase 1 – Encontrar um problema prático relevante

O objeto de estudo dessa pesquisa é a proposta de processo de orçamentação que facilite a gestão dos empreendimentos reduzindo seus custos. Em um contexto global de avanços tecnológicos, de grande concorrência no mercado e de baixa de investimentos, aumenta-se a importância em prever adequadamente o valor de um empreendimento e suas possíveis variáveis. Nesse cenário, a presente pesquisa estuda a extração de estimativas de custos dentro do sistema BIM, que aumenta a automação entre as etapas de projeto e gera maior precisão em um menor tempo. A contribuição teórica da pesquisa consiste em expor um fluxo de processos que vincule as etapas de modelagem e orçamentação, temática pouco explorada no meio acadêmico.

Fase 2 – Examinar o potencial da pesquisa e a sua relevância

Segundo Toledo (2017), o Brasil pode ser considerado um dos países em que mais se produz conhecimentos acadêmicos vinculados ao BIM. Apesar de ser um setor promissor, grande parte do mercado e das empresas não possui conhecimento pleno de como implantar essas tecnologias e esses processos em seus meios de produção. No meio acadêmico existe uma escassez de trabalhos exemplificando métodos que envolvam o BIM 5D. Esse fator corrobora com sua relevância e com

a importância desse estudo nas universidades, subsidiando futuros trabalhos, projetos e pesquisas.

Fase 3 – Obter conhecimento teórico e prático da área em análise

O conhecimento teórico foi adquirido por meio de literaturas de diversos autores vinculados ao tema. Esses conceitos estão no capítulo da fundamentação teórica, onde se destaca os principais tópicos para o entendimento do processo de orçamentação vinculado a modelagem. Na área prática, foram realizados cursos de orçamentação voltados para empreendimentos em BIM e a formação operacional do Vico Office (VO) fornecida pela NDBIM. Com o intuito de ratificar esses conhecimentos foi proposta a execução do modelo projetado na pesquisa, em caráter de testes.

Fase 4 – Proposta de uma solução e testes

Essa etapa consiste na proposta de fluxos de processos que vinculem a orçamentação e a modelagem em BIM para a definição dos melhores procedimentos. Com a finalidade de melhorar a assertividade dessa proposta foi desenvolvido um modelo de testes, diagnosticando as demandas de integração entre os processos de modelagem e orçamentação. Esse modelo demonstra a maneira que foi executada a orçamentação preliminar, o vínculo entre as etapas de BIM 3D e BIM 5D e os pontos que devem ser aperfeiçoados para a orçamentação dentro desse sistema. O teste aferiu os pré-requisitos para modelagem, a interoperabilidade entre plataformas e a consolidação dos conhecimentos dentro das plataformas envolvidas. Nessa fase o Sistema de Classificação foi desenvolvido com base na planilha fornecida pela Empresa X, tendo a nomenclatura, codificação e numeração comum entre o *software* de orçamentação e o projeto.

Fase 5 – Implementar de forma prática os testes que envolvam a solução

A quinta fase consiste na execução de forma prática da orçamentação dos modelos supracitados, no *software* Vico Office. Esse programa é vinculado ao BIM 5D e vinculado ao Departamento de Materiais e Construção Civil da UFMG, o qual possui

uma licença para operá-lo, fornecida em caráter acadêmico pela Trimble. O primeiro passo é a importação do Sistema de Classificação para o *software* de orçamentação, para isso as planilhas foram adaptadas ao padrão da plataforma. Em seguida exportam-se para o VO os modelos com os objetos nos níveis de desenvolvimento mencionados. Eles foram exportados na extensão do IFC e através de um “*plug in*” do *software* de modelagem. Após a transferência de todos os projetos e dados, foram associadas as características dos objetos aos seus custos unitários e obtendo-se a estimativa de custos do empreendimento em cada LOD.

Fase 6 – Examinar os resultados e aplicabilidade da solução

Nessa etapa foram aferidos os melhores métodos para integrar as etapas da orçamentação e da modelagem. Com a finalidade de medir a eficiência dos procedimentos foram avaliados alguns critérios que estão no Quadro 5.1, onde se destaca o meio de avaliação utilizado para verificar cada parâmetro.

Quadro 5.1 – Índices para medir a eficiência do processo proposto.

Número	Índice	Método de Avaliação
1	Precisão	Comparativo entre os custos previamente executados e os desenvolvidos em BIM
2	Agilidade	Aferir o tempo gasto no processo de orçamentação
3	Automação	Verificar os resultados do processo mediante a possíveis alterações do projeto
4	Integração	Associação das etapas BIM 3D e BIM 5D
5	Interoperabilidade	Analisar como o IFC tem interface nas plataformas envolvidas

Fonte: Autor (2018).

Com a orçamentação e a aferição do processo proposto, foi possível fazer uma correlação entre os quantitativos, a precisão obtida nos orçamentos e o tempo gasto no desenvolvimento dos modelos. Essa análise pode resultar na verificação dos componentes essenciais e pré-requisitos de um modelo e na planilha que compõe o Sistema de Classificação, para a posterior estimativa de custos.

Com a finalidade de facilitar a visualização dessa metodologia de pesquisa foi desenvolvido o Quadro 5.2, contendo um resumo das principais atividades realizadas em cada fase da presente pesquisa.

Quadro 5.2 – Principais atividades desenvolvidas separadas por fase da metodologia.

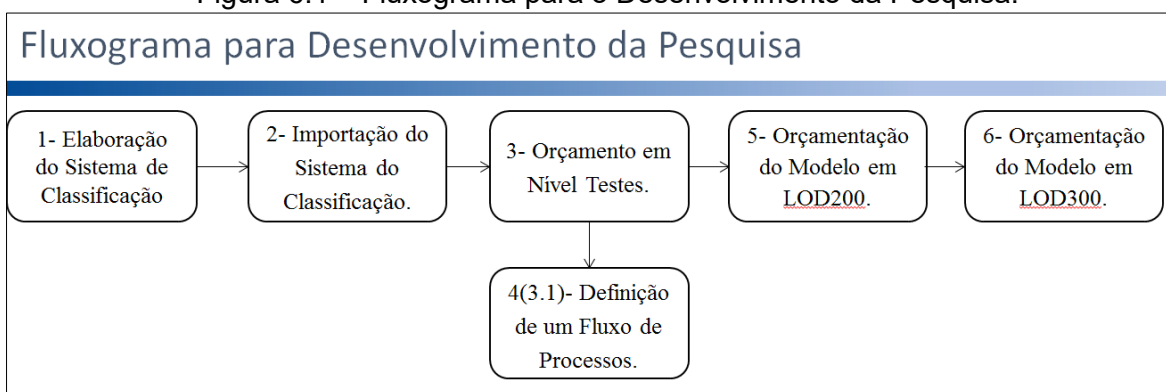
Fases da Pesquisa	Atividades
Fase 1	<ul style="list-style-type: none"> -> Verificar a possibilidade de aperfeiçoamentos do tema orçamentação em BIM. -> Aferir a importância da orçamentação no mercado da AEC.
Fase 2	<ul style="list-style-type: none"> -> Analisar a relevância da pesquisa no meio acadêmico e no mercado da construção civil; -> Criar de um grupo de compartilhamento de dados entre os agentes envolvidos no trabalho.
Fase 3	<ul style="list-style-type: none"> -> Desenvolver a fundamentação teórica; -> Realizar cursos de formação sobre o tema e as plataformas a ele vinculadas.
Fase 4	<ul style="list-style-type: none"> -> Adaptar e desenvolver o Sistema de Classificação para os componentes dos modelos LOD 200 e LOD 300; -> Desenvolver o projeto piloto como teste; -> Propor um processo de integração entre o BIM 3D e BIM 5D para levar a maior eficiência da orçamentação.
Fase 5	<ul style="list-style-type: none"> -> Validar do modelo; -> Executar a interface entre a modelagem e orçamentação; -> Exportar o Sistema de Classificação e modelo para o Vico; -> Realizar a estimativa de custos dos modelos; -> Ratificar o processo de integração do BIM 3D e BIM 5D.
Fase 6	<ul style="list-style-type: none"> -> Ponderar aperfeiçoamentos no processo; -> Medir a eficiência do processo proposto; -> Avaliar e discutir os resultados perante os objetivos; -> Aferir a contribuição teórica e prática da dissertação.

Fonte: Autor (2018).

6 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Para alcançar os objetivos a etapa de desenvolvimento da pesquisa é representada e destacada pelo fluxograma na figura 6.1. O presente capítulo é subdividido no desenvolvimento e adaptação do Sistema de Classificação, a sua exportação para a plataforma Vico Office, a execução e orçamentação do modelo “Piloto” e em níveis de desenvolvimento LOD 200 e LOD 300.

Figura 6.1 – Fluxograma para o Desenvolvimento da Pesquisa.



Fonte: Autor (2019).

Os resultados dos processos de integração entre as fases foram obtidos e descritos por meio do desenvolvimento da modelagem e da orçamentação em três etapas de projetos. A primeira foi o “Modelo Piloto”, em caráter preliminar de testes. A segunda foi o modelo com componentes em LOD 200 e, por fim, aquele que possui maior aperfeiçoamento, o LOD 300. Em ambas as etapas de projeto foi destacada a integração utilizada para alcançar a estimativa de custos eficiente dentro dos padrões BIM e a maneira que essa etapa foi efetuada.

6.1 O Desenvolvimento e a Adaptação do Sistema de Classificação

Nesse trabalho, o Sistema de Classificação foi desenvolvido de forma preliminar, visando garantir a interface em todas as etapas do ciclo de vida do empreendimento. Ele é representado pela planilha que está no Apêndice B, contemplando os códigos, os subcódigos dos itens, a descrição, a unidade de medida e o preço unitário.

A planilha utilizada para gerar o Sistema de Classificação, Anexo 2, abrange os itens que foram quantificados no projeto arquitetônico e estrutural do Edifício representado pelo projeto arquitetônico no Anexo 1. Extraiu-se dela, os objetos e itens necessários para a modelagem e para a orçamentação dentro das especificações dos componentes para possuir características de LOD 200 e de LOD 300. O Quadro 6.1 mostra os objetos extraídos da planilha fornecida, com a sua codificação, que foram utilizados para a modelagem.

Quadro 6.1 – Sistema de Classificação.

Classificação	Descrição do Item
01.13.00	Estrutura
01.13.01	Forma para estrutura sub empreitada (Material, mão de obra e escoramento)
01.13.02	Concreto Estrutural usinado e bombeado 30 Mpa
01.13.03	Armação aço CA-50/60, corte e dobra industrializado e mão de obra de montagem e transporte sub empreitada
01.13.20	Estrutura de Concreto armado.
02.14.00	Vedações
02.14.01	Alvenaria de vedação em bloco cerâmico de 14 cm.
02.14.02	Aperto com argamassa expansiva de alvenaria de 14 cm
02.14.03	Verga e contra verga
03.15.00	Revestimento Interno de Parede
03.15.01	Chapisco - 2 mm
03.15.02	Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 2 cm
03.15.03	Gesso liso, material e mão de obra sub empreitada
03.15.04	Porcelanato 60x60cm Biancogrês
04.16.00	Revestimento Externo de Parede
04.16.01	Chapisco - 2 mm
04.16.02	Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 3 cm
05.17.00	Revestimento de Tetos
05.17.01	Gesso liso, material e mão de obra sub empreitada
06.18.00	Pisos
06.18.01	Laje de piso h=10cm em concreto armado, com tela soldada dupla
06.18.02	Contrapiso
06.18.03	Acabamento camurçado de piso de concreto
06.18.04	Polimento de concreto aparente (nível zero)
06.18.05	Porcelanato 60x60 Biancogres Polido
06.18.06	Porcelanato 60x60 Biancogres Rústico
06.18.07	Granito Cinza Corumbá
06.18.08	Cimentado
06.18.09	Ladrilho Hidráulico (passeio)
07.19.00	Rodapé
07.19.01	Porcelanato Biancogres Polido h=15cm
07.19.02	Granito Cinza Corumbá h=15cm
07.19.03	Granito Cinza Corumbá h=20cm
08.20.00	Soleira, Peitoril, Chapim
08.20.01	Soleira em granito cinza corumbá
08.20.02	Peitoril em mármore
08.20.03	Chapim em pré-fabricado de concreto
09.21.00	Esquadrias de Madeira
09.21.01	Porta prancheta de madeira - P01 - 60x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios

09.21.02	Porta prancheta de madeira com chapa de aço inox escovado h=50cm nas duas faces - P02C - 90x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios
09.31.00	Esquadria de Madeira
09.31.01	Porta Genérica P01
09.31.02	Porta Genérica P02C
10.22.00	Esquadrias Metálicas
10.22.01	Esquadrias de ferro
10.22.01.01	Porta em aço de enrolar
10.22.01.02	Portão de garagem metálico
10.22.20.01	Porta de enrolar - Material Genérico
10.22.20.02	Portão de garagem genérico
10.22.02	Esquadrias de alumínio
10.22.02.01	Contramarco de esquadrias de alumínio
10.22.02.02	Portas de alumínio com vidro
10.22.02.03	Esquadrias de alumínio com vidro
10.22.02.04	Esquadrias em veneziana de alumínio
10.22.20.03	Portas Genéricas
10.22.20.04	Janelas Genéricas
11.23.00	Forros
11.23.01	Forro de gesso (mão de obra e material sub empreitados)
12.24.00	Impermeabilizações
12.24.01	Impermeabilização com manta - 2 cm de regularização (mão de obra sub empreitada) + manta asfáltica 4mm (material e mão de obra sub empreitada + 3 cm de proteção mecânica (mão de obra)
12.24.02	Impermeabilização de área molhada - 2 cm de regularização + impermeabilização com argamassa polimérica bicomponente
13.25.00	Bancadas
13.25.01	Bancada em granito cinza corumbá
14.26.00	Serralheria e Vidros
14.26.01	Corrimão metálico com pintura esmalte
14.26.02	Guarda-corpo metálico com pintura esmalte
14.26.03	Escada de marinho com pintura esmalte
14.26.04	Alçapão metálico 80x80cm com pintura esmalte
14.26.05	Espelho
15.28.00	Elevador
15.28.01	Elevador
15.28.02	Apoio civil elevador
15.28.20	Elevador instalado
16.29.00	Pintura
16.29.01	Pintura látex sem massa. Sub empreitado material e mão de obra.
16.29.02	Pintura látex com massa. Sub empreitado material e mão de obra.
16.29.03	Pintura acrílica sem massa. Sub empreitado material e mão de obra.
16.29.04	Pintura acrílica com massa. Sub empreitado material e mão de obra.
16.29.05	Textura (fachada)
16.29.06	Pintura óleo sem massa. Sub empreitado material e mão de obra.
17.30.00	Louças, Metais e Acessórios
17.30.01	Bacia com caixa acoplada Deca Vogue Plus (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.02	Bacia para PNE ou similar
17.30.03	Cuba quadrada de semi-encaixe Deca L830 (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.04	Lavatório suspenso Deca L915 (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.05	Cuba de metal Strake número 01 (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.06	Torneira para lavatório mesa DECA LINK 1197 C LINK (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.07	Torneira para lavatório fechamento automático DECA LINK 1172 C LNK (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.08	Torneira
17.30.09	Torneira para pia de mesa 1167 C59Fast (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.10	Barras de apoio

17.30.11	Válvula de descarga
17.30.12	Ducha manual higiênica
17.30.13	Dispenser de papel toalha
17.30.14	Dispenser de papel higiênico
17.30.15	Dosador de sabonete líquido
17.30.16	Ralo
17.30.21	Itens Genéricos para Banheiro Padrão
17.30.22	Itens Genéricos para Banheiro PNE
17.30.23	Itens Genéricos para Copa
17.30.24	Itens Genéricos para ARS
18.31.00	Telhados e Coberturas
18.31.01	Telhado em telhas metálicas trapezoidal com pintura branca, inclusive estrutura de sustentação.
18.31.02	Calha
18.31.03	Rufo
18.31.20	Telhado Genérico
19.32.00	Outros
19.32.01	Meio-fio
19.32.02	Jardim - terra vegetal e grama e paisagismo
19.32.03	Árvores de grande porte propostas para plantio

Fonte: Autor (2019).

Para a modelagem em LOD 300 foram escolhidos e extraídos 76 componentes da planilha fornecida pela Empresa X (Apêndice A). Para a modelagem em LOD 200 foram utilizados 24 objetos extraídos ou agrupados da planilha supracitada. Essa redução almejou mais agilidade no tempo do processo de modelagem, menor quantidade de itens precificados com um desenvolvimento adequado e equiparado a etapa de anteprojeto. O Sistema de Classificação com todos os componentes está no Apêndice B. A Tabela 6.1 representa parte desse Apêndice, com os itens referentes aos “Componentes Estruturais” codificados como 01.00.00. Cada elemento é caracterizado pelo número de classificação “CÓDIGO ITEM”, pela descrição, pela unidade de medida e pelo preço unitário respectivamente.

Tabela 6.1 – Itens de Estrutura no Sistema de Classificação.

CÓDIGO ITEM	DESCRIÇÃO	COMP.	UNID.	PREÇO UNIT. (R\$)
01.13.00	Estrutura			
01.13.01	Forma para estrutura sub empreitada (Material, mão de obra e escoramento)	IS3077	m2	76,50
01.13.02	Concreto Estrutural usinado e bombeado 30 Mpa	CE3010	m3	310,58
01.13.03	Armação aço CA-50/60, corte e dobra industrializado e mão de obra de montagem e transporte sub empreitada	CE2007	kg	6,09
01.13.20	Estrutura de Concreto armado.		m3	1.624,74

Fonte: Autor (2019).

Existem alguns objetos que não foram modificados e são utilizados em ambas as etapas de modelagem em LOD 200 e em LOD 300. Os itens que estão iguais são “05.17.00 Revestimento Interno de Tetos”, “11.23.00 Forros”, “14.26.00 Serralheria e Vidros” e “19.32.00 Outros”. Os objetos desses subgrupos estão na Tabela 6.2 a seguir.

Tabela 6.2 – Itens utilizados em LOD 200 e em LOD 300.

05.17.00	Revestimento Interno de Tetos
05.17.01	Pintura Latex sem massa e Gesso liso, material e mão de obra subempreitada
11.23.00	Forros
11.23.01	Forro de gesso (mão de obra e material subempreitados)
14.26.00	Serralheria e vidros
14.26.01	Corrimão metálico com pintura esmalte
14.26.02	Guarda-corpo metálico com pintura esmalte
14.26.03	Escada de marinho com pintura esmalte
14.26.04	Alçapão metálico 80x80cm com pintura esmalte
19.32.00	Outros
19.32.01	Meio-fio
19.32.02	Jardim - terra vegetal e grama e paisagismo
19.32.03	Árvores de grande porte propostas para plantio

Fonte: Autor (2018).

A seguir são apresentadas as composições de custos dos insumos da Tabela 6.2 que formam alguns dos itens utilizados no modelo em nível de LOD 200. Ressalta-se que para a orçamentação os itens de “Alvenaria de vedação em bloco cerâmico de 14 cm” e “Contrapiso” tiveram preços diferentes nas orçamentações do LOD 200 e do LOD 300.

Item 01.13.20 – Estrutura de Concreto Armado

Para o item “Estrutura de Concreto armado”, utilizado na modelagem em LOD 200, foram agrupados os custos dos componentes estruturais “Forma”, “Concreto” e “Armação”. Nesse item está contabilizado o preço do concreto armado, estrutural usinado e bombeado 30 Mpa, com forma inclusive material, mão de obra e escoramento e armação aço CA-50/60, corte e dobra industrializado e mão de obra de montagem e transporte. Isso foi feito de acordo com estimativas utilizadas por engenheiros que atuam nesse segmento de mercado indicando o consumo desses componentes por metro cúbico de concreto armado. A Tabela 6.3 apresenta todos os itens estruturais utilizados nessa pesquisa em ambas as etapas de modelagem.

Tabela 6.3 – Itens de Estrutura com desenvolvimento em LOD 300 e LOD 200.

01.13.00	Estrutura
01.13.01	Forma para estrutura sub empreitada (Material, mão de obra e escoramento)
01.13.02	Concreto Estrutural usinado e bombeado 30 Mpa
01.13.03	Armação aço CA-50/60, corte e dobra industrializado e mão de obra de montagem e transporte sub empreitada
01.13.20	Estrutura de Concreto armado.

Fonte: Autor (2019).

Item 02.14.01 – Alvenaria de vedação em bloco cerâmico de 14 cm

Para o desenvolvimento desse componente, em LOD 200, foi utilizado o conceito de modelar, em um único objeto para as vedações e as paredes. Para a extração do orçamento foi utilizada uma composição de custos englobando todos os insumos presentes na Tabela 6.4. O valor utilizado para o item 02.14.01, no LOD 200, é o preço agrupado e vinculado dos objetos de “Vedação”, de “Revestimento Interno de Paredes”, de “Revestimento Externo de Paredes”, “Chapim” e “Pintura”, selecionados da planilha fornecida. O valor foi uma média obtida pela utilização de cada tipo de acabamento no projeto. Para o modelo em nível de desenvolvimento de LOD 300 o item 02.14.01 contempla os custos para Alvenaria de vedação em bloco cerâmico de 14 cm, com belgo fix, chapisco colante e argamassa de assentamento industrializada.

Tabela 6.4 – Componentes dos Itens de Vedação para o custo na etapa de LOD 200.

Componentes da Tabela 6.1 utilizados para desenvolver o custo da “Vedação” em LOD 200	
02.14.00	Vedações
02.14.01	Alvenaria de vedação em bloco cerâmico de 14 cm, com belgo fix, chapisco colante e arg. de assentamento ind.
02.14.02	Aperto com argamassa expansiva de alvenaria de 14 cm
03.15.00	Revestimento Interno de Paredes
03.15.01	Chapisco - 2 mm
03.15.02	Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 2 cm
03.15.03	Gesso liso, material e mão de obra subempreitada
03.15.04	Porcelanato 60x60cm Biancogrês
04.16.00	Revestimento Externo de Paredes
04.16.01	Chapisco - 2 mm
04.16.02	Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 3 cm
08.20.00	Soleira, Peitoril, Chapim
08.20.03	Chapim em pré-fabriado de concreto
16.29.00	Pintura
16.29.01	Pintura látex sem massa. Subempreitado material e mão de obra.
16.29.02	Pintura látex com massa. Subempreitado material e mão de obra.
16.29.03	Pintura acrílica sem massa. Subempreitado material e mão de obra.
16.29.04	Pintura acrílica com massa. Subempreitado material e mão de obra.

16.29.05	Textura (fachada)
16.29.06	Pintura óleo sem massa. Subempreitado material e mão de obra.

Fonte: Autor (2019).

Item 06.18.02 – Contrapiso

Para o desenvolvimento desse componente, em LOD 200, foi utilizado o conceito de modelar, em um único objeto os insumos que envolvem os pisos. Para a extração do orçamento foi utilizada uma composição de custos englobando todos os insumos presentes na Tabela 6.5. O valor utilizado para o item 06.18.02, no LOD 200, é o preço agrupado e vinculado dos objetos de “Piso” e “Impermeabilização”. O valor foi aferido por uma média de utilização dos acabamentos e insumos para os pisos no projeto em análise.

Tabela 6.5 – Componentes dos Itens dos Pisos para o custo na etapa de LOD 200.

Componentes da Tabela 6.1 utilizados para desenvolver o custo do "Contrapiso" em LOD 200	
06.18.00	Piso
06.18.01	Laje de piso h=10cm em concreto armado, com tela soldada dupla
06.18.02	Contra-piso
06.18.03	Acabamento camurçado de piso de concreto
06.18.04	Polimento de concreto aparente (nível zero)
06.18.05	Porcelanato 60x60 Biancogres Polido
06.18.06	Porcelanato 60x60 Biancogres Rústico
06.18.07	Granito Cinza Corumbá
06.18.08	Cimentado
06.18.09	Ladrilho Hidráulico (passeio)
12.24.00	Impermeabilizações
12.24.01	Impermeabilização com manta - 2 cm de regularização (mão de obra subempreitada) + manta asfáltica 4 mm (material e mão de obra subempreitada + 3 cm de proteção mecânica (mão de obra subempreitada)
12.24.02	Impermeabilização de área molhada - 2 cm de regularização + impermeabilização com argamassa polimérica bicomponente

Fonte: Autor (2019).

Item 09.31.00 e 10.22.20 – Esquadrias de Madeira, Metálicas e de Vidro genéricas

Os Itens 09.31.01, 09.31.02, 10.22.20.01 e 10.22.20.02 são utilizados de forma geral no modelo com o desenvolvimento em LOD 200. Nesses itens do LOD 200 foram acrescentados a composição de custos dos objetos “Verga”, “Contra Verga” e “Soleira”, como mostra a descrição dos objetos na Tabela 6.6. Desta maneira ao estimar os custos das janelas e das portas do edifício o objeto já contempla os preços desses insumos.

Tabela 6.6 – Componentes de custo dos Itens de Esquadria de Madeira, Metálicas e de Vidro em LOD 200.

Componentes da Tabela 6.1 utilizados para desenvolver os custos dos Itens de "Esquadria" em LOD 200	
09.21.00	Esquadrias de Madeira
09.21.01	Porta prancheta de madeira - P01 - 60x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios
09.21.02	Porta prancheta de madeira com chapa de aço inox escovado h=50cm nas duas faces - P02C - 90x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios
10.00.00	Esquadrias metálicas e vidros
10.22.01	Esquadrias de ferro
10.22.01.01	Porta em aço de enrolar
10.22.01.02	Portão de garagem metálico
10.22.02	Esquadrias de alumínio
10.22.02.01	Contra-marco de esquadrias de alumínio
10.22.02.02	Portas de alumínio com vidro
10.22.02.03	Esquadrias de alumínio com vidro
10.22.02.04	Esquadrias em veneziana de alumínio
08.20.00	Soleira, Peitoril, Chapim
08.20.01	Soleira em granito cinza corumbá
08.20.02	Peitoril em mármore
02.14.00	Vedações
02.14.03	Verga e contra-verga

Fonte: Autor (2019).

Item 15.28.20 – Elevador Instalado

Para o modelo com itens característicos de LOD 200 foram agrupados os custos de todos os serviços relacionados ao elevador, que são "15.28.01 Elevador" e "15.28.02 Apoio ao Civil Elevador", em um único item que é o 15.28.20 "Elevador Instalado".

Itens 17.30.01, 17.30.02, 17.30.03 e 17.30.04

Para o desenvolvimento desses componentes foi utilizado uma composição de custos em verba para cada conjunto de itens a serem utilizados nas áreas molhadas. Eles são o 17.30.01 "Itens Genéricos para Banheiro Padrão", o 17.30.02 "Itens Genéricos para Banheiro para Portadores de Necessidades Especiais (PNE)", o 17.30.03 "Itens Genéricos para Copa" e as instalações do item 17.30.04 "Itens Genéricos para Abrigo de Resíduos Sólidos (ARS)". Foram inseridos e agrupados os custos dos elementos de "Bancadas", de "Espelho" e as "Louças, Metais e Acessórios" presentes na planilha fornecida. Esses objetos estão na Tabela 6.7.

Tabela 6.7 – Componentes de custo dos Itens de Louças, Metais e Acessórios em LOD 200.

Componentes da Tabela 6.1 utilizados para desenvolver os Itens das Áreas Molhadas em LOD 200	
13.25.00	Bancadas
13.25.01	Bancada em granito cinza corumbá

14.26.00	Serralheria e vidros
14.26.05	Espelho
17.30.00	Louças, Metais e Acessórios
17.30.01	Bacia com caixa acoplada Deca Vogue Plus (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.02	Bacia para PNE ou similar
17.30.03	Cuba quadrada de semi-encaixe Deca L830 (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.04	Lavatório suspenso Deca L915 (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.05	Cuba de metal Strake número 01 (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.06	Torneira para lavatório mesa DECA LINK 1197 C LINK (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.07	Torneira para lavatório fechamento automático DECA LINK 1172 C LNK (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.08	Torneira
17.30.09	Torneira para pia de mesa 1167 C59Fast (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.10	Barras de apoio
17.30.11	Válvula de descarga
17.30.12	Ducha manual higiênica
17.30.13	Dispenser de papel toalha
17.30.14	Dispenser de papel higiênico
17.30.15	Dosador de sabonete líquido
17.30.16	Ralo

Fonte: Autor (2019).

Item 18.31.20 – Telhado Genérico

Para a etapa de modelagem em LOD 200 foram agrupados todos insumos dos serviços relacionados ao item “18.31.00 Telhados e Coberturas”, que são “Telhado”, “Calha” e “Rufo”, em um único item que é o “18.31.20 – Telhado Genérico”. Este item tem como composição de custos todos os serviços que envolvem a execução completa dos telhados e seus componentes do projeto em metros quadrados.

Todos os componentes supracitados foram agrupados de forma a não perder as características funcionais e tipológicas dos cômodos, dos espaços projetados e detalhados. O Sistema de Classificação adaptado, desenvolvido e citado anteriormente foi utilizado para a extração de custos nos modelos com os componentes em LOD 200 e LOD 300. Então eles serão avaliados, quantificados e orçados com o mesmo Sistema, porém, com os itens selecionados e com o preço referente a cada fase do projeto.

6.2 A Importação do Sistema de Classificação no Vico Office

Para que o Sistema de Classificação tenha a interface com a mesma codificação e nomes entre a etapa de modelagem ele deve ser inserido dentro da plataforma de

orçamentação, adaptando-se a alguns padrões específicos do Vico Office. Nele foram inseridas e adaptadas colunas para que o *software* leia as suas informações adequadamente. Essas colunas foram simplificadas de acordo com a sua função e descrição, como consta no Quadro 6.2.

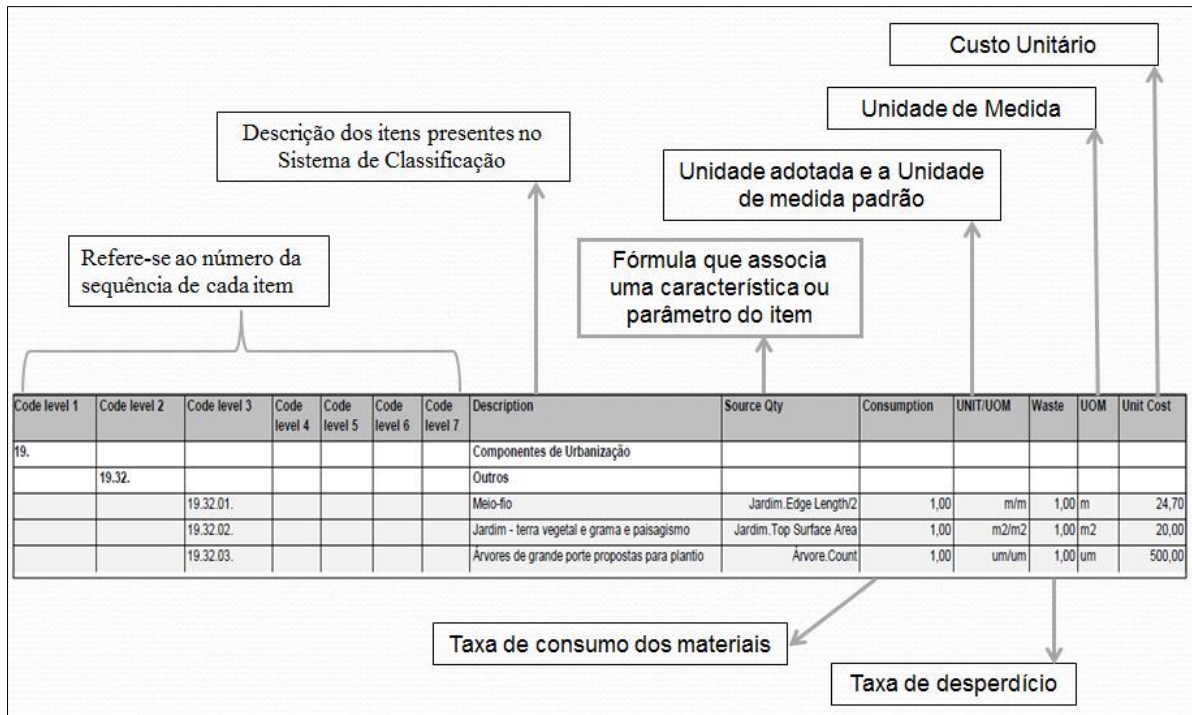
Quadro 6.2 – Colunas inseridas e adaptadas no Sistema de Classificação para o Vico Office.

Colunas Inseridas - adaptadas	Descrição e funcionalidade
Code level 1	Refere-se ao primeiro número da sequência de cada item
Code level 2	Refere-se ao segundo número da sequência de cada item
Code level 3	Refere-se ao terceiro número da sequência de cada item
Code level 4	Refere-se ao quarto número da sequência de cada item
Code level 5	Refere-se ao quinto número da sequência de cada item se existir
Code level 6	Refere-se ao sexto número da sequência de cada item se existir
Code level 7	Refere-se ao sétimo número da sequência de cada item se existir
Description	A descrição dos itens presentes no Sistema de Classificação
Source Quantity	Esse espaço é para a inserção de uma fórmula que associa uma característica ou parâmetro do item modelado ao seu custo unitário
Consumption	Essa coluna representa a taxa de consumo dos materiais
UNIT/UOM	Essa coluna representa a unidade adotada e a Unidade de medida padrão
Waste	Essa coluna representa a taxa de desperdício dos itens
UOM	Unidade de Medida - <i>Unit of Measurement</i> (UOM)
Unit Cost	Essa coluna representa o custo unitário dos itens

Fonte: Autor (2018).

A Figura 6.2 exemplifica com uma parte da tabela, desenvolvida no Excel, com as colunas adaptadas para os itens referentes aos componentes da urbanização.

Figura 6.2 – Exemplo aplicado da tabela a ser inserida no Vico Office.



Fonte: Autor (2019).

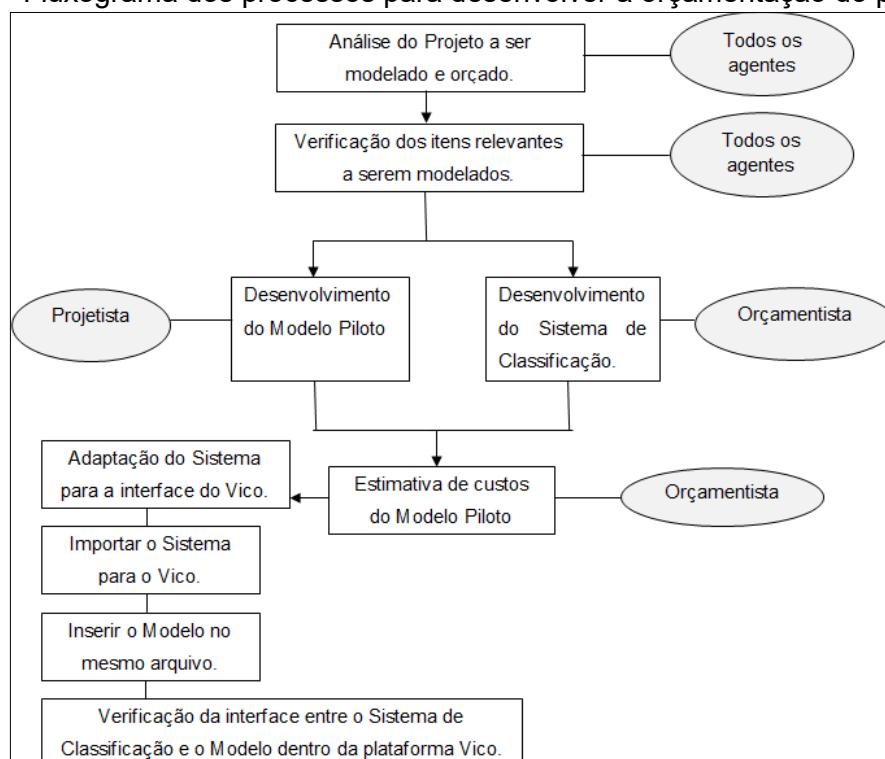
O resultado da inserção e da adaptação das colunas está no Apêndice C, que é a Planilha do Excel com Interface ao Vico Office. Ela representa as codificações e suas diversas escalas, a descrição dos objetos de acordo com o Sistema de Classificação elaborado, as fórmulas a serem inseridas no *software*, as unidades de medidas adotadas e o preço unitário.

A presente pesquisa não visa estudar os parâmetros de consumo e desperdício (*Consumption* e *Waste*). A estimativa de custos previamente realizada pelos métodos tradicionais não contempla valores para esses itens. Sendo assim, para não comprometer os resultados da orçamentação e possibilitar uma comparação adequada entre os elementos de cada projeto para essas taxas foi adotado o valor 1 como padrão.

6.3 Aplicação do BIM 5D em nível de teste no Modelo Piloto

Foram realizadas a modelagem e a estimativa de custos, em caráter preliminar, para o aprimoramento das habilidades na plataforma Vico e para aperfeiçoar os processos e requisitos, visando a integração entre as etapas de modelagem e orçamentação. Essa análise destacou componentes que o modelo deverá ter para ser orçado dentro dos critérios dessa plataforma BIM 5D. O projeto teste foi denominado como “Modelo Piloto”, por anteceder aos trabalhos principais. A seguir será apresentado, por meio da Figura 6.3, um fluxograma dos processos de integração entre as etapas do BIM para alcançar a orçamentação do modelo supracitado.

Figura 6.3 – Fluxograma dos processos para desenvolver a orçamentação do projeto piloto.



Fonte: Autor (2018).

A execução do Modelo Piloto foi dividida em três fases que são a modelagem, o desenvolvimento do Sistema de Classificação e a orçamentação dentro do software Vico Office. O principal objetivo desse serviço é averiguar os requisitos necessários que o projeto deve contemplar para que a eficiência do processo de orçamentação em BIM não seja comprometida. Agrega-se a esse objetivo o aperfeiçoamento dos processos, o aumento da integração da equipe envolvida no empreendimento, a

verificação prévia de como será feito o compartilhamento de dados, a colaboração, a interoperabilidade entre os softwares, a apuração de inconsistências nos procedimentos e a validação dos parâmetros utilizados no Sistema de Classificação e na modelagem.

Para a etapa de modelagem não foi seguido um nível de desenvolvimento específico dos componentes do projeto. Foram desenvolvidos alguns itens que possibilitaram o estudo volumétrico das áreas e as formas da edificação, o que pode caracterizar o projeto como conceitual no nível de LOD 100. Além desses componentes foram realizados arranjos estruturais contendo a geometria dos objetos o que possibilita a extração de quantitativos e caracteriza o modelo como LOD 200. Os itens modelados foram feitos com os parâmetros, os códigos e as definições convencionais do *software Archicad*, escolhidos pela responsável da modelagem e sem ter como base o Sistema de Classificação. O modelo foi salvo em um padrão IFC para verificar a interoperabilidade entre as etapas do empreendimento.

Para a orçamentação no projeto do Modelo Piloto foi utilizado o Sistema de Classificação desenvolvido e detalhado no Quadro 6.1 do item 6.1 do presente capítulo, porém, com uma codificação diferente. Os códigos do Sistema de Classificação foram aperfeiçoados ao longo do desenvolvimento dos objetos modelados em LOD 200 e 300.

O processo da orçamentação pelo Vico Office foi dividido em quatro etapas. A primeira refere-se à criação de uma planilha em Excel que contenha as informações adaptadas do Sistema de Classificação no padrão do Vico Office. Como fase secundária, a planilha foi exportada para o Vico e a sua interface foi realizada com êxito. O terceiro passo foi inserir no arquivo o Modelo Piloto, na extensão IFC. A última etapa verificou-se a interface entre o modelo e o sistema de classificação dentro da plataforma Vico Office. Todos os componentes e objetos detalhados no empreendimento foram reconhecidos pelo *software* sem interferências em seus padrões como mostra a Figura 6.4. Foi constatado que no momento de gerar os quantitativos para aferir a estimativa de custos os códigos do Sistema de

Classificação não estavam compatíveis com os dos objetos detalhados e padronizados no modelo.

Figura 6.4 – Modelo e Sistema de Classificação na Plataforma Vico.

The screenshot displays the Vico software interface. On the left, a sidebar contains navigation options like 'Project Setup', 'Model Management', 'Takeoff', 'Estimate Planning', and 'Reports'. The central area shows a 3D model of a building structure, labeled 'Modelo Piloto 3D'. On the right, a 'Sistema de Classificação' table lists various construction items with their respective codes, descriptions, and costs. Below this, a 'Padrões de modelagem' table shows a list of model objects with columns for Name, Unit, Cost, and Project. A red box highlights the 'Unit' and 'Cost' columns in the 'Padrões de modelagem' table, and a red arrow points to the 'Unit' column.

Code	Descriç.	Source	Qty	Labor	Unit	UOM	Unit Cost	Base Cost
01.13	Estrutura	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	0,00
01.14	Vedações	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	0,00
01.15	Revestimento	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	0,00
01.16	Revestimento	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	0,00
01.17	Revestimento	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	0,00
01.18	Piso	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	0,00
01.19	Rodapé	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	0,00
01.20	Soleira	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	0,00
01.21	Esquadrias de	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	0,00
01.22	Esquadrias de	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	0,00
01.23	Fornos	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	0,00
01.24	Impermeabiliz	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	0,00
01.25	Bancadas	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	0,00
01.26	Serralheiro e	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	0,00

Name	Unit	Cost	Project
Count	NR	No	No
Length	M	No	No
Reference Side Surface Area	M2	No	No
Opposite Side Surface Area	M2	No	No
Top Surface Area	M2	No	No
Bottom Surface Area	M2	No	No
Ends Surface Area	M2	No	No
Reference Side Opening Surface Area	M2	No	No
Opposite Reference Side Opening Surface Area	M2	No	No
Net Volume	M3	No	No
Gross Volume	M3	No	No
Joint Horizontal Surface Area	M2	No	No
Joint Vertical Surface Area	M2	No	No
Piece Count			
Piece Length			
CAD_Count			
CAD_Length			

Fonte: Autor (2018).

Na Figura 6.5, extraída do Vico Office, encontram-se duas planilhas, uma na cor azul que representa o Sistema de Classificação, e outra em branco que são os objetos aferidos a partir do modelo. A incompatibilidade entre elas está na forma com que os objetos foram codificados e nomeados na hora da modelagem. Na planilha branca a coluna denominada “Code” está em branco, o que não é compatível com a mesma coluna na planilha azul. Isso ocasionou a impossibilidade da medição das quantidades na planilha azul, representada pela coluna denominada “Qty”. Os objetos não puderam ser identificados pelo nome porque foram modelados sem a nomenclatura do Sistema de Classificação. Todos os itens que foram importados ficaram com suas quantidades sem valor, o que impossibilitou a extração da estimativa de custos. Os itens modelados não puderam ter as suas características geométricas associadas aos custos devido a uma incompatibilidade de nomenclatura e a ausência dos códigos dentro do modelo importado e da leitura a partir da plataforma Vico Office.

Figura 6.5 – Planilhas do Sistema de Classificação e Objetos do Modelo dentro do Software Vico Office.

Code	Descripti.	Source Q.	Consump.	Waste	Qty	Labor	Unit/UOM	UOM	Unit Cost	Base Cost
01.00	Mestrado	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00			0,00	
01.01	PLANTILHA	1,00	1,000	1,000	1,00					
01.03	Estrutura	1,00	1,000	1,000	1,00					
01.04	Vedações	1,00	1,000	1,000	1,00					
01.1	Alvenaria de	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	m2/m2	m2	46,68	46,68
01.1.1	Aperto com	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	m/m	m	5,62	5,62
01.1.1	Verga e	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	m/m	m	39,85	39,85
01.15	Revestimento	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	0,00	0,00
01.16	Revestimento	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	0,00	0,00
01.17	Revestimento	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	0,00	0,00
01.18	Piso	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	0,00	0,00
01.19	Rodapé	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	0,00	0,00
01.20	Soleira,	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	0,00	0,00
01.21	Esquadrias	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	0,00	0,00
01.22	Esquadrias	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	0,00	0,00
01.23	Forros	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	0,00	0,00
01.24	Impermeabiliz	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	0,00	0,00
01.25	Serralheria	1,00	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	0,00	0,00

Code	Name	Type	Cost Me	Task Me	Count
	Muro-WALL				5
	Parede-WALL				11
	14.1_Vedação-WALL				35
Name	Unit	Cost Me	Task Me	Project	
Count	NR	No	No	35,00	
Length	M	No	No	170,80	
Reference Side Surface Area	M2	No	No	560,75	
Opposite Side Surface Area	M2	No	No	555,99	
Top Surface Area	M2	No	No	25,28	
Bottom Surface Area	M2	No	No	25,28	
Ends Surface Area	M2	No	No	36,45	
Reference Side Opening Surface Area	M2	No	No	0,00	
Opposite Reference Side Opening Surface Area	M2	No	No	0,00	
Net Volume	M3	No	No	83,03	
Gross Volume	M3	No	No	83,03	
Joint Horizontal Surface Area	M2	No	No	0,00	
Joint Vertical Surface Area	M2	No	No	0,00	
Piece Count	NR	No	No	35,00	
Piece Length	M	No	No	170,80	
CAD_Count	NR	No	No	35,00	
CAD_Length	M	No	No	0,00	

Fonte: Autor (2018).

O modelo piloto foi importante para expor algumas falhas de integração. A principal falha é que a etapa de modelagem e orçamentação devem ser desenvolvidas com o Sistema de Classificação definido. As informações desse sistema devem estar presentes em todas as etapas do ciclo de vida do empreendimento. Esse modelo definiu fases e diretrizes, apresentadas no item subsequente, que conduziram a orçamentação dos componentes em LOD 200 e LOD 300.

6.4 Fluxos de Processos

O presente tópico apresenta dois fluxos de processos para que as etapas de modelagem e orçamentação sejam desenvolvidas dentro dos parâmetros do BIM. Esses fluxos estão representados pelos Quadros 6.3 e 6.4, que contém uma sequência de passos divididos em sete fases contendo as etapas para o

desenvolvimento da pesquisa e do BIM 5D. Na primeira tabela, estão descritos os procedimentos considerados promissores para que as vantagens da implantação do BIM sejam maximizadas. A segunda tabela contém as mesmas fases, porém, com adaptações realizadas e com as soluções apontadas para as etapas modificadas ou que não foram executadas conforme o planejado.

Quadro 6.3 – Processos promissores para a maximização das vantagens da implantação do BIM.

Fases da Pesquisa	Agentes Envolvidos	Descrição dos Processos
Fase 1 - Planejamento	Projetista, Orçamentista e Gestor do Empreendimento	Definição do escopo, serviços que serão desenvolvidos no empreendimento, das demandas atendidas dos objetivos, dos projetos a serem modelados, as etapas do BIM atingidas e como seria o desenvolvimento dos modelos. Escolha das plataformas, softwares e ferramentas para comunicação e interoperabilidade.
Fase 2 - Integração das etapas BIM	Projetista e Orçamentista	Definição, a partir, das necessidades a serem trabalhadas e pesquisadas, dos principais itens e objetos modelados e orçados. Os métodos para a interoperabilidade e comunicação nas etapas do BIM.
Fase 3 - Comunicação entre o BIM 3D e BIM 5D	Orçamentista	Desenvolvimento do Sistema de Classificação. Ele serve como uma forma de integrar e auxiliar a interpretação dos resultados da modelagem e orçamentação.
Fase 4 – Modelagem e Orçamentação em nível de teste	Projetista e Orçamentista	A execução de um modelo e estimativas de custos em caráter de testes para identificar possíveis falhas etapas de modelagem e orçamentação, aperfeiçoando os processos para adequar ao sistema BIM no empreendimento.
Fase 5 - BIM 3D	Projetista (Modelador)	O desenvolvimento do modelo nos níveis de desenvolvimento descritos no trabalho com a utilização do Sistema de Classificação e objetos utilizados em cada fase do projeto.
Fase 6 - BIM 5D	Orçamentista	Orçamentação com a exportação dos modelos em IFC e pela extensão do <i>Software Archicad</i> para o <i>Vico Office</i> junto ao Sistema de Classificação.
Fase 7 - Análise dos Resultados	Projetista, Orçamentista e Gestor do Empreendimento	O projeto será avaliado conforme os parâmetros descritos no capítulo de Metodologia de Pesquisa. Os Resultados do processo serão equiparados aos objetivos da pesquisa.

Fonte: Autor (2018).

No Quadro 6.4, foram descritos os processos adotados em cada fase e as soluções utilizadas quando o que foi planejado não pôde ser empregado. Dentro desse aspecto destacam-se as Fases 2 e 6. Na segunda etapa, foi diagnosticada a perda de algumas propriedades e caracterizações de objetos no *Vico Office* quando o modelo fora importado na extensão IFC. A caracterização dos itens do projeto ficou

com parâmetros diferentes do modelado. Foram atribuídos a eles, involuntariamente, pelo *software* de orçamentação, a característica de “objeto padrão”. Isso pode ser exemplificado na Figura 6.6. A coluna nomeada como “type” possui a caracterização dos itens modelados, que ficaram com a tipologia de objeto.

Quadro 6.4 – Procedimentos adotados e soluções para alterações no fluxo de processos representado no Quadro 6.3.

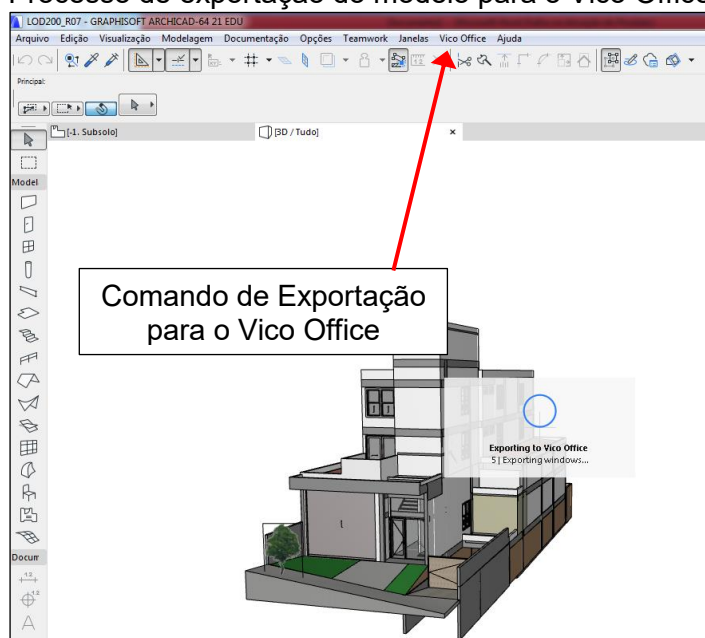
Fases da Pesquisa	Processos Adotados e Soluções
Fase 1 - Planejamento	Definição das Plataformas Archicad e Vico Office para executar o BIM 3D e BIM 5D. As disciplinas de projetos modeladas são arquitetura e estrutura. O modelo foi desenvolvido em LOD 200 e 300. A Comunicação e compartilhamento dos dados através do Google Drive.
Fase 2 - Integração das Etapas BIM	Os objetos foram definidos e os seus níveis de desenvolvimento para a elaboração dos modelos LOD 200 e LOD 300. Foi definido inicialmente o padrão IFC para a exportação dos dados entre as plataformas. Solução apontada: o Modelo em IFC impossibilitou a leitura, no Vico, do padrão de algumas informações dos objetos modelados. Eles foram ajustados manualmente, e com a finalidade comparativa foi definida a realização da estimativa de custos nos modelos em IFC e na extensão do Archicad.
Fase 3 - Comunicação entre o BIM 3D e BIM 5D	O Sistema de Classificação foi desenvolvido e adaptado com os objetos que estão nos modelos supracitados. O principal objetivo é facilitar a comunicação entre os agentes envolvidos e entre as etapas do BIM por meio de parâmetros e códigos descritos no item 6.1 do presente capítulo o qual caracteriza o seu desenvolvimento.
Fase 4 - Modelagem e Orçamentação em nível de teste	O Modelo Piloto foi desenvolvido em caráter preliminar com a finalidade de aperfeiçoar os processos de modelagem dos objetos e da orçamentação. Mais detalhes desse projeto estão no Item 6.3 do presente capítulo.
Fase 5 - BIM 3D	Os projetos foram modelados no software Archicad versão estudantil. Nessa etapa o Sistema de Classificação foi inserido dentro do <i>software</i> , onde cada item foi associado a um item da plataforma. O modelo foi salvo em IFC e no padrão da plataforma.
Fase 6 - BIM 5D	A orçamentação foi desenvolvida no software Vico Office nas extensões do Archicad e em IFC. A plataforma Vico não reconheceu o Sistema de Classificação como opção de dados dos objetos vindos da etapa de modelagem. Para a estimativa de custos o Sistema de Classificação foi importado do Excel, como está apresentado no item 6.2 do presente capítulo. Solução apontada: a orçamentação foi desenvolvida pela identificação (ID) ou nome dos objetos, para isso foi extraída do Archicad uma tabela em PDF contendo os nomes dos objetos e o seu código de classificação para que sejam identificados e associados aos custos no Vico Office.
Fase 7 - Análise dos Resultados	Os resultados do processo e da estimativa de custos foram aferidos com relação aos parâmetros estipulados no capítulo de Metodologia de Pesquisa que são a precisão, a agilidade, a automação, a integração e a interoperabilidade.

Fonte: Autor (2018).

6.5 Desenvolvimento da Orçamentação BIM ao Modelo em LOD 200

Dentro dos fluxos de processos, a estimativa de custos do modelo em LOD 200 tem interface direta com as fases 5, 6 e 7. A Fase 5 contempla o desenvolvimento do modelo com a utilização do Sistema de Classificação para a orçamentação. Após sua execução, no *software* Archicad, o modelo foi exportado por meio dessa plataforma para o Vico Office como mostra a Figura 6.7. Logo após a primeira etapa adotada, foi feita a importação da planilha, na extensão do Excel, contendo a identificação dos elementos, o código e os custos por unidade de medida de cada item modelado. Um procedimento que deve ser destacado no Vico Office é que a planilha deve ser validada e ativada dentro do arquivo que se refere ao projeto que está sendo orçado.

Figura 6.7 – Processo de exportação do modelo para o Vico Office no Archicad.



Fonte: Autor (2018).

Modelo LOD 200 na extensão IFC

Com a finalidade de analisar os parâmetros e requisitos de interoperabilidade dentro das etapas de BIM 3D e 5D o modelo foi exportado e importado na extensão IFC. O arquivo foi armazenado neste critério através da plataforma de modelagem e teve leituras de parâmetros geométricos comprometidas, como foi citado no subitem 6.4. Os itens definidos com a tipologia de “objetos” perderam alguns atributos, o que impossibilita a associação das fórmulas. A Figura 6.8 mostra o item modelado “Parede” com apenas os parâmetros de quantidade, que os resultados estão representados pelas células azuis.

Figura 6.8 – Objeto “Parede” com apenas parâmetros de quantidades.

		P06		No	No	
		P07		No	No	
		P09		No	No	
		Parede		No	No	
	Name		Unit	Cost Ma	Task Ma	Project
	Count		NR	No	No	101,00
	CAD_Count		NR	No	No	101,00
	Passoio			No	No	2

Classificado como “Objeto Padrão”

Item

Parâmetros de Quantidade

Fonte: Autor (2018).

Na Figura 6.8, alguns padrões fundamentais para ter o orçamento de elementos que envolvam as paredes não estão contempladas nos itens do modelo, como por exemplo, a área superficial e os comprimentos entre os vértices. Para tentar sanar esse problema, foram atribuídas características a eles. Como exemplo, tem-se o caso da parede, que recebeu a tipologia de “*wall*”. Conforme explicado no subitem 6.4, as tipologias dos objetos foram adicionadas manualmente e a grande maioria dos objetos teve todos os seus parâmetros aferidos pelo *software*.

Como exemplifica a Figura 6.8, os itens do grupo das vedações, como por exemplo, a “Parede”, não tiveram os seus parâmetros reconhecidos com o tipo “*wall*” associados a eles. A Figura 6.9, a seguir, mostra que os parâmetros relacionados à área e comprimentos desse objeto não puderam ser calculados.

Figura 6.9 – Objeto “Parede” com parâmetros necessários sem resultados.

Name	Unit	Cost Me	Task Me	Project
Count	NR	No	No	101,00
Length	M	No	No	0,00
Reference Side Surface Area	M2	No	No	0,00
Opposite Side Surface Area	M2	No	No	0,00
Top Surface Area	M2	No	No	0,00
Bottom Surface Area	M2	No	No	0,00
Ends Surface Area	M2	No	No	0,00
Reference Side Opening Surface Area	M2	No	No	0,00
Opposite Reference Side Opening Surface Area	M2	No	No	0,00
Net Volume	M3	No	No	129,06
Gross Volume	M3	No	No	138,20
Joint Horizontal Surface Area	M2	No	No	0,00
Joint Vertical Surface Area	M2	No	No	0,00
Piece Count	NR	No	No	101,00
Piece Length	M	No	No	0,00
CAD_Count	NR	No	No	101,00
CAD_Length	M	No	No	0,00
CAD_Volume	M3	No	No	129,06

Fonte: Autor (2018).

Na figura supracitada a coluna azul é onde ficam os resultados dos dados geométricos e estão com os valores zerados o que impossibilita a associação das fórmulas como exemplifica a Figura 6.10, a seguir.

Figura 6.10 – Edição de Fórmulas no Vico Office.

FormulaEditor

Associated Location System: -

Code	Description/Quant..	Value	Unit
	Opposite Side Surface ...	0,00	M2
	Piece Count	4,00	NR
	Piece Length	0,00	M
	Reference Side Openin...	0,00	M2
	Reference Side Sur...	0,00	M2
	Top Surface Area	0,00	M2
	Parede		

Enter formula

Formula Associated to the Object

Parede 01.Reference Side Surface Area

Preview

Result of the Formula

0,00

Fonte: Autor (2018).

A solução encontrada para que os objetos do grupo vedações fossem incluídos na orçamentação do modelo LOD 200 em IFC foi associá-los a uma tipologia onde o Vico Office reconhecesse os parâmetros de área (*Surface*). As Figuras 6.11 e 6.12

mostram, respectivamente, os resultados das orçamentações sem as vedações e com as vedações associadas a outro tipo de objeto.

Figura 6.11 – Resultado da Orçamentação no Modelo LOD 200 em IFC.

Code	Description	Source Q..	Consump..	Consump..	Waste	Qty	Labor	Unit/UOM	UOM	Unit Cost
003	001 TESE GF LOD200 IFC	1,00				1,00	0,00			571.357,80
01.	PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	1,00				1,00	0,00			571.357,80
+ 01.13.	Estrutura	1,00				1,00	0,00			222.396,78
+ 02.14.	Vedações	1,00				1,00	0,00			0,00
+ 05.17.	Revestimento Interno de	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			22.494,02
+ 06.18.	Pisos	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			136.235,21
+ 09.31.	Esquadria de Madeira	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			2.945,51
+ 10.22.	Esquadrias Metálicas	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			61.804,60
+ 11.23.	Forros	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			2.008,39
+ 14.26.	Serralheria e vidros	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			4.505,00
+ 15.28.	Elevador	1,00					0,00			75.000,00
+ 17.30.	Louças, Metais e	1,00					0,00			13.962,94
+ 18.31.	Telhados e Coberturas	1,00					0,00			28.217,61
+ 19.32.	Outros	1,00					0,00			1.787,72

Fonte: Autor (2018).

Na Figura 6.11, todos os itens do grupo vedação estão com o custo zero, gerando uma orçamentação desfasada pela ausência de uma característica “área” inserida e associada à fórmula apresentada na Figura 6.10.

Figura 6.12 – Resultado da Orçamentação no Modelo LOD 200 em IFC, com a inclusão dos itens do grupo Vedações.

Code	Description	Source Q..	Consump..	Consump..	Waste	Qty	Labor	Unit/UOM	UOM	Unit Cost
003	001 TESE GF LOD200 IFC	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			763.317,55
01.	PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			763.317,55
+ 01.13.	Estrutura	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			222.396,78
+ 02.14.	Vedações	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			191.959,76
+ 05.17.	Revestimento Interno de	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			22.494,02
+ 06.18.	Pisos	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			136.235,21
+ 09.31.	Esquadria de Madeira	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			2.945,51
+ 10.22.	Esquadrias Metálicas	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			61.804,60
+ 11.23.	Forros	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			2.008,39
+ 14.26.	Serralheria e vidros	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			4.505,00
+ 15.28.	Elevador	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			75.000,00
+ 17.30.	Louças, Metais e	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			13.962,94
+ 18.31.	Telhados e Coberturas	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			28.217,61
+ 19.32.	Outros	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			1.787,72

Fonte: Autor (2018).

A Figura 6.12, apresenta a relação dos custos dos objetos dentro do Vico Office no arquivo salvo em IFC e com a inclusão de outros parâmetros para aferir o valor das vedações. Os resultados dessa orçamentação foram analisados na sequência da pesquisa.

A Fase 6 do Fluxo de Processos se refere a orçamentação dos modelos no padrão IFC e sua exportação direta ao Vico Office, por meio do *software* Archicad. O projeto

com as duas extensões foram inseridos em diferentes arquivos contendo o Sistema de Classificação e para ambos foram utilizados os mesmos padrões de identificação e atributos como quantidades e preços.

A plataforma Vico Office não reconheceu o Sistema de Classificação dos objetos modelados como um parâmetro para a identificação dos itens. Esse problema foi solucionado na etapa da modelagem com o acréscimo dos códigos da classificação dos objetos ao ID. Esse passo foi fundamental para associar e criar as fórmulas.

Dentro da orçamentação, o passo mais importante para atingir a precisão dos resultados e a automação do BIM é a inclusão das fórmulas na planilha que será importada pelo Vico Office. O subitem 6.2 descreve como a planilha deve ser desenvolvida e o espaço destinado à fórmula. As fórmulas devem associar algum parâmetro ou característica do item selecionado ao seu custo unitário. Um exemplo diz respeito, à quantificar a área das paredes, em que deve-se colocar no campo supracitado a superfície (área), logo após a forma de identificação ou nome do objeto dentro do projeto como mostra a Figura 6.13. Onde a “Parede 2” foi associada a uma área superficial que o resultado é 715,73 m².

Figura 6.13 – Edição de Fórmulas no Vico Office, com associação da área a Parede.

Code	Description	Sourc..	Cons..	Cons..	Waste	Qty	Unit Cost	B
003	001 TESE GF LOD200 IFC	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	763.317,55	▲
- 01.	PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	763.317,55	▲
+ 01.13.	Estrutura	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	222.396,78	▲
- 02.14.	Vedações	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	191.959,76	▲
02.14.01.	Alvenaria de vedação em bloco	942,00 fx	1,000	1,000	1,000	942,00	203,78	▲
+ 05.17.	Revestimento Interno de	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	22.494,02	▲
+ 06.18.	Pisos	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	126.235,21	▲

FormulaEditor

Associated Location System: -

Code	Descrip..	Value	Unit
★	P05		
★	P06		
★	P07		
★	P09		
★	Parede		
★	Passeio		
★	Pilar		

LBS	Quantity
<input checked="" type="checkbox"/> Project	942,00

Enter formula: $fx=$ Parede.Surface Area

Preview: Parede.Surface Area

Result: 942,00

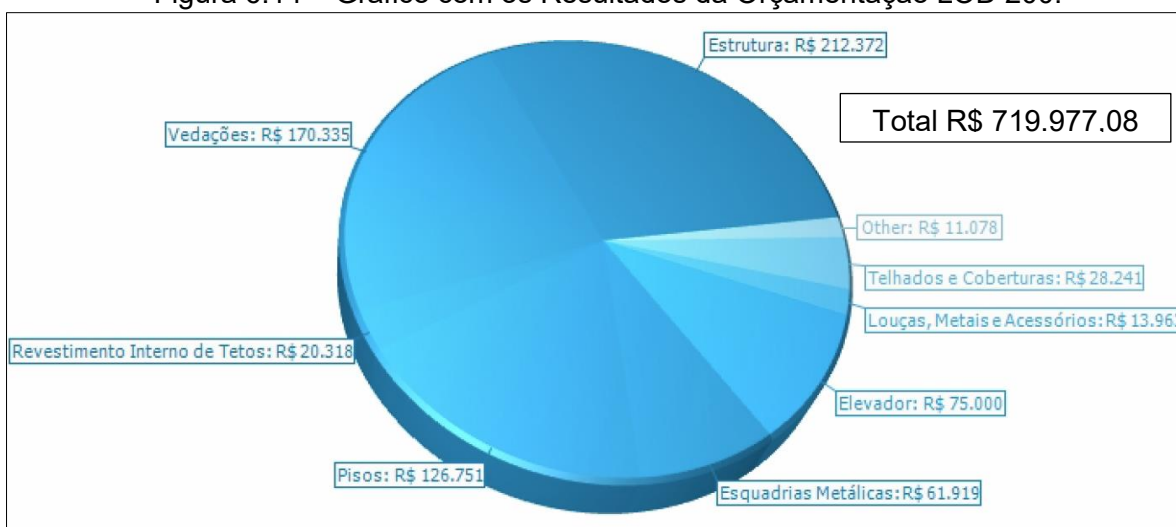
Fonte: Autor (2019).

A associação de fórmulas aos objetos pode parecer um processo que não apresenta muitas vantagens com relação à automação e agilidade prevista nos conceitos do BIM 5D. Isso pode acontecer para as instituições que desenvolvem um único serviço com essa tecnologia. Para esses casos as vantagens observadas são a precisão, a possibilidade de alterações nos itens de projeto, a geração do orçamento automático, a redução de erros e retrabalhos ao criar um único modelo que contemple as todas as disciplinas de projeto, bem como as diversas etapas do BIM. No caso da implantação do BIM abranger um maior número de empreendimentos os benefícios são ainda maiores. Pode ser criada uma biblioteca com os objetos utilizados na modelagem contendo a mesma identificação presente no *software* de orçamentação. Esse fator reduz o tempo de modelagem e da extração dos custos do

empreendimento. As fórmulas e o Sistema de Classificação podem ser utilizados para mais de um projeto que tenham objetos com nomes iguais.

A Fase 7 do Fluxo de Processos é a análise dos resultados obtidos na orçamentação do modelo no estágio LOD 200. O desenvolvimento dos componentes do modelo pode ser comparado ao projeto conceitual o que possibilita uma extração de quantidades e custos menos precisa. A orçamentação desse modelo ficou com um valor global de R\$ 719.977,08 e a planilha detalhada pode ser encontrada no Apêndice D. Os resultados da estimativa de custos do modelo supracitado foram divididos em nove subgrupos como mostra a Figura 6.14.

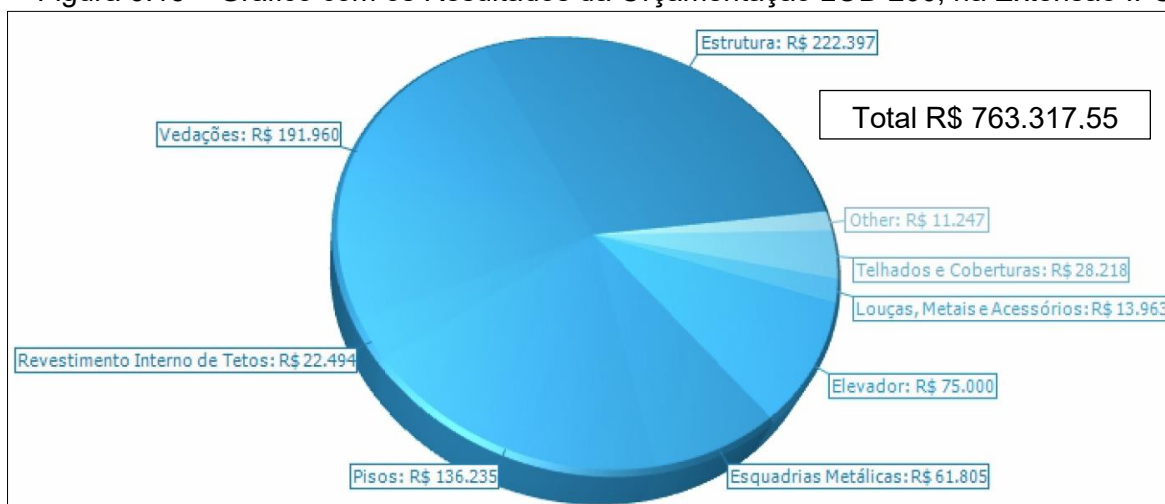
Figura 6.14 – Gráfico com os Resultados da Orçamentação LOD 200.



Fonte: Autor (2019).

A orçamentação do modelo desenvolvido na extensão IFC teve como resultado global R\$ 763.317,55 um valor superior à estimativa de custos desenvolvida com a exportação direta do projeto pela plataforma de modelagem. O gráfico com o resultado da orçamentação desse modelo está representado pela Figura 6.15, a seguir e os resultados completos estão no Apêndice D.

Figura 6.15 – Gráfico com os Resultados da Orçamentação LOD 200, na Extensão IFC.



Fonte: Autor (2019).

A diferença entre os valores obtidos entre os orçamentos supracitados é de R\$ 43.340,47. A estimativa de custos ficou mais onerosa no modelo LOD 200 com a extensão IFC, principalmente, nos itens “vedações” e “estrutura”. Esse resultado mostra que a perda da caracterização dos objetos modelados, dentro do *software* Vico Office, pode ter sido um fator determinante para a distorção de custos totais dos insumos. Sendo assim, o modelo federado perdeu alguns dos benefícios e vantagens que poderia ser alcançado com o BIM, impossibilitando a sua comparação com o projeto e estimativa de custos executadas pelos métodos tradicionais. Isso demonstra a necessidade de mais pesquisas e do desenvolvimento de mais trabalhos vinculados a interoperabilidade do BIM mediante ao IFC.

Os resultados obtidos a partir da orçamentação do modelo LOD 200 exportado diretamente do Archicad para o Vico Office, foram comparados com os da estimativa de custos desenvolvida pelos métodos tradicionais, representados pela Tabela 7.1, estão no Subitem 7.1.2 do Capítulo 7. Os índices que foram descritos na metodologia científica para aferir a eficiência do estudo foram exemplificados no capítulo subsequente.

6.6 Desenvolvimento da Orçamentação BIM ao Modelo em LOD 300

Para alcançar a estimativa de custos nesse modelo foram seguidas as etapas do Fluxo de Processos, que está no subitem 6.4 do presente capítulo. Assim como o projeto com o nível de desenvolvimento orçado anteriormente, a execução das etapas BIM no modelo em LOD 300 visou a maximização do uso das vantagens e dos benefícios dessa tecnologia. Os principais passos dos processos propostos que têm interface direta com o BIM 3D e BIM 5D são as fases 5, 6 e 7.

A Fase 5 contempla o aperfeiçoamento do modelo com os objetos em LOD 200 para LOD 300, muitos itens foram utilizados para ambas as etapas de projeto. A principal diferença entre eles é que o segundo possui uma quantidade maior de componentes e materiais a serem orçados, como foi especificado no Item 6.1. Esse fator gera uma aproximação maior da realidade a ser construída e uma orçamentação mais precisa, possibilitando comparações dos resultados entre os valores totais dos itens estimados com e sem o uso do BIM.

Na etapa de modelagem, foram inseridas as características do Sistema de Classificação como o código, o nome dos objetos e os demais parâmetros para o LOD 300. A planilha contendo esses itens foi exportada, também para o arquivo no Vico Office como retrata o subitem 6.2. O modelo foi feito no Arquicad e exportado ao Vico Office por meio de um comando que vincula as duas plataformas e a através do IFC.

O Modelo LOD 300 na extensão IFC

O modelo em LOD 300 foi submetido à exportação no padrão IFC para aferir a interoperabilidade entre duas etapas do BIM realizadas com *softwares* de diferentes fabricantes. A exemplo do que foi descrito anteriormente, no Vico Office todos itens modelados foram reconhecidos com a tipologia de “*objects*”. Para resolver esse problema, atribuiu-se a cada item um novo padrão dentro da própria plataforma de orçamentação. Essa solução funcionou na grande maioria dos casos, porém alguns continuaram sem atributos e sem características geométricas como as medidas das

extensões, das áreas e dos volumes. Os objetos que não tiveram características associadas a valores foram as escadas, as janelas, as portas, as paredes, as pinturas, os revestimentos e os rodapés. A Figura 6.16 exemplifica um dos itens de revestimento com as medidas que não foram quantificadas.

Figura 6.14 – Objeto “Rev. Ext. 01” com Grande parte dos Critérios sem Quantificação.

Info	Code	Name	Type	Cost Me	Task Me	Count
		Piso E		No	No	26
		Rev I		Yes	No	1
		Rev Int Teto		Yes	No	10
		Rev. Ext. 01		Yes	No	13

Name	Unit	Cost Me	Task Me	Project
Count	NR	No	No	13,00
Length	M	No	No	0,00
Reference Side Surface Area	M2	No	No	0,00
Opposite Side Surface Area	M2	Yes	No	0,00
Top Surface Area	M2	No	No	0,00
Bottom Surface Area	M2	No	No	0,00
Ends Surface Area	M2	No	No	0,00
Reference Side Opening Surface Area	M2	No	No	0,00
Opposite Reference Side Opening Surface Area	M2	No	No	0,00
Net Volume	M3	No	No	0,14
Gross Volume	M3	No	No	0,14
Joint Horizontal Surface Area	M2	No	No	0,00
Joint Vertical Surface Area	M2	No	No	0,00
Piece Count	NR	No	No	13,00
Piece Length	M	No	No	0,00
CAD_Count	NR	No	No	
CAD_Length	M	No	No	
CAD_Volume	M3	No	No	

Fonte: Autor (2019).

Mediante essas características geométricas sem valor, diversas fórmulas inseridas na planilha do Vico Office ficaram comprometidas e com o resultado nulo, como destaca a Figura 6.16. Esse fato resultou em um orçamento com objetos sem seu custo total e na perda nas vantagens da automação, da interoperabilidade e da eficiência do BIM, por ter que escolher as tipologias dos objetos manualmente. A Figura 6.17 mostra o resultado da orçamentação total e por itens. Após a análise constatou-se que os itens modelados supracitados não possuíram um valor associado e, conseqüentemente, não entraram na estimativa de custo do empreendimento para o modelo nessa extensão. O valor preliminar global da orçamentação em IFC foi de R\$ 508.342,07, bem inferior ao que foi fornecido pela Empresa X.

Figura 6.17 – Resultado Preliminar da Orçamentação em IFC para o LOD 300.

TESE GF LOD300 IFC	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			508.342,07
PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	508.342,07
Estrutura	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	195.131,29
Vedações	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	0,00
Revestimento Interno de	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	0,00
Revestimento Externo de	1,00	1,000	1,000	1,000					0,00
Revestimento Interno de	1,00	1,000	1,000	1,000					12.096,10
Piso	1,00	1,000	1,000	1,000					99.731,05
Rodapé	1,00	1,000	1,000	1,000					0,00
Soleira, Peitoril, Chapim	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	5.217,79
Esquadrias de Madeira	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	2.400,00
Esquadrias metálicas e	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	50.332,39
Forros	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	621,25
Impermeabilizações	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	11.829,66
Bancadas	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	3.403,05
Serralheria e vidros	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	3.100,00
Elevador	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	75.000,00
Pintura	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	6.738,40
Louças, Metais e	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	13.151,37
Telhados e Coberturas	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	27.937,21
Outros	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	1.652,49

Fonte: Autor (2019).

A solução para essa falha e extrair os custos nessa fase do modelo foi associar a cada item outra tipologia similar. Como exemplo, para os itens de vedações foram atribuídos o tipo “Surface”. A figura 6.18 demonstra que as medidas do item “Parede 00” puderam ser calculadas ao fazer a atribuição citada anteriormente.

Figura 6.18 – Item “Parede 00” com Tipologia de “Surface”.

Objeto “Surface”					
			No	No	1
			No	No	7
	Parede 00		No	No	2
Name	Unit	Cost M2	Task M2	Project	
Count	NR	No	No	2,00	
Perimeter	M	No	No	60,73	
Top Surface Area	M2	No	No	4,50	
Edge Surface Area	M2	No	No	167,00	
Hole Surface Area	M2	No	No	0,00	
Net Volume	M3	No	No	12,39	
Bottom Surface Area	M2	No	No	4,50	
Piece Count	NR	No	No	2,00	
Edge Length	M	No	No	60,73	
Joint Length	M	No	No	0,00	
CAD_Count	NR	No	No	2,00	
	Parede 01		No	No	112

Fonte: Autor (2019).

Para possibilitar a comparação dos resultados totais da orçamentação entre a extensão do IFC e a exportação direta do Archicad foram adotados critérios semelhantes ao citado anteriormente para obter valores passíveis de associar a algum preço. A Figura 6.19 representa a estimativa de custos dentro do Vico Office com a utilização da associação dos itens não orçados às tipologias diferentes.

Figura 6.19 – Resultado da Orçamentação em IFC para o LOD 300.

Code	Description	Sour..	Consu..	Cons..	Waste	Qty	Labor	Unit/..	UOM	Unit Cost
003	TESE GF LOD300 IFC	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00			810.013,34
01.	PLANILHA ORÇAMENTÁRIA ED. Comercial	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	810.013,34
01.13.	Estrutura	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	213.795,79
02.14.	Vedações	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	64.366,97
03.15.	Revestimento Interno de Paredes	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	71.769,65
04.16.	Revestimento Externo de Paredes	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	62.026,54
05.17.	Revestimento Interno de Tetos	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	12.096,10
06.18.	Piso	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	99.731,05
07.19.	Rodapé	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	10.466,96
08.20.	Soleira, Peitoril, Chapim	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	8.822,36
09.21.	Esquadrias de Madeira	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	2.400,00
10.22.	Esquadrias metálicas e vidros	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	50.332,39
11.23.	Forros	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	621,25
12.24.	Impermeabilizações	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	11.829,66
13.25.	Bancadas	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	3.403,05
14.26.	Serralheria e vidros	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	6.188,00
15.28.	Elevador	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	75.000,00
16.29.	Pintura	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	75.985,99
17.30.	Louças, Metais e Acessórios	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	11.587,87
18.31.	Telhados e Coberturas	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	27.937,21
19.32.	Outros	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,00	-	-	1.652,49

Fonte: Autor (2019).

Ressalta-se que os itens referentes ao rodapé não puderam ser associados, porque mesmo com outras tipologias a característica referente ao comprimento está com o valor nulo. Para eles foi adotado o valor encontrado nos quantitativos extraídos do modelo LOD 300 com a exportação direta do Archicad para o Vico Office. Os resultados dessa orçamentação foram analisados na sequência da pesquisa.

A Fase 6 do Fluxo de Processos concentra os esforços na orçamentação do modelo em LOD 300 na extensão IFC e o importado diretamente para o Vico Office. Ambos foram inseridos na plataforma de orçamentação em arquivos com o mesmo Sistema de Classificação.

A codificação dos objetos é um importante mecanismo dentro do Sistema de Classificação que é usado para reconhecer os itens e associar etapas do BIM como a modelagem e a orçamentação. Ressalta-se que em nenhum dos casos o *software* reconheceu nos projetos os códigos que foram inseridos na fase da modelagem. Foi executada, então, a associação dos custos aos objetos identificados por meio do ID dos itens do projeto. O ideal para a maximização das vantagens do BIM é que em todas as suas etapas as ferramentas se comuniquem em uma linguagem comum, que no caso seria norteadas pelo código dos itens.

Com a impossibilidade da leitura dos códigos um passo se tornou fundamental para a eficiência do processo de orçamentação. A nomenclatura dos itens teve que ser adaptada de forma que ambos os integrantes tenham conhecimento do que se tratava cada objeto. A etapa avaliada como a mais importante para a orçamentação no Vico Office se trata da introdução de fórmulas na planilha que foi exportada para o arquivo dessa plataforma. No caso desse empreendimento a fórmula vinculou o nome dos objetos aos valores de custo unitário referentes a cada elemento. A Figura 6.20 representa o Item “Elevador”, com a correspondência da quantidade desses objetos no edifício modelado. A fórmula é “Elevador.Count” (quantidade de elevador) e foi utilizada na planilha de todos os modelos utilizados nessa pesquisa.

Figura 6.20 – Edição de Fórmulas no Vico Office, com associação a quantidade do Item Elevador.

The image shows a screenshot of the Vico Office software interface. On the left, a spreadsheet displays a list of items with their codes, descriptions, and unit costs. The item 'Elevador' (code 15.2) is highlighted, showing a unit cost of 1,00. A red arrow points from this cell to the 'Formula Editor' window. The 'Formula Editor' window has a tab for 'Elevador' and a list of parameters. The 'Count' parameter is selected, and a red arrow points to its value of 1,00. Below the parameter list, the 'Enter formula' field contains the formula 'Elevador.Count'. A red arrow points from this field to the 'Preview' section, which shows the result of the formula as '1,00'. Text boxes with red arrows identify the 'Editor de Fórmulas' (Formula Editor), the 'Fórmula Associada ao Objeto' (Formula associated with the object), the 'Parâmetro Associado a Fórmula' (Parameter associated with the formula), and the 'Resultado da Fórmula' (Formula result).

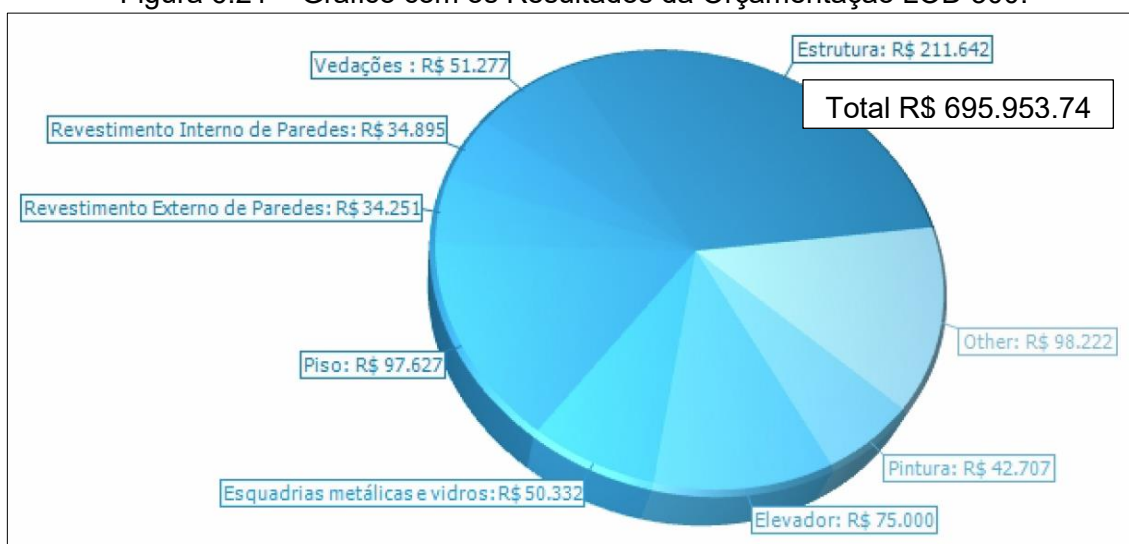
Fonte: Autor (2019).

O vínculo das características dos objetos por meio de fórmulas é um processo que gera vantagens dentro de um empreendimento na construção civil. Se o arquivo do Vico Office possuir a relação das informações corretamente a extração do orçamento será feita automaticamente mediante as possíveis alterações nos projetos. As quantidades inseridas ou subtraídas dos projetos serão recalculadas e o orçamento será fornecido imediatamente. Existe nessa técnica um aumento de precisão e uma redução de retrabalhos. No caso da implantação do BIM 5D

abranger mais de um empreendimento as vantagens são maiores. A mesma planilha do Sistema de Classificação, com as características, inclusive as fórmulas, pode ser utilizada em diferentes projetos. Um exemplo a ser destacado foi a aplicação das mesmas fórmulas nos modelos em IFC e na exportação direta do Archicad para o Vico Office. Isso foi possível porque os objetos foram modelados com o mesmo ID e as mesmas características vinculadas às fórmulas. Ressalta-se que nos objetos do modelo em IFC, que tiveram a sua tipologia modificada, as relações entre as suas quantidades tiveram que ser reformuladas.

A Fase 7 do Fluxo de Processos analisa os resultados obtidos da orçamentação para o modelo com componentes desenvolvidos em LOD 300. Nesse estágio o modelo se compara a um projeto básico e a estimativa de custos se torna mais próxima da realidade. A versão exportada diretamente do Archicad para o Vico Office teve um valor global de R\$ 695.953,75 a planilha com os itens detalhados, extraída da plataforma de orçamentação, está no Apêndice E e no subitem 7.4. Os resultados dessa estimativa de custos foram divididos em nove subgrupos com maior relevância de valores, como mostra a Figura 6.21.

Figura 6.21 – Gráfico com os Resultados da Orçamentação LOD 300.

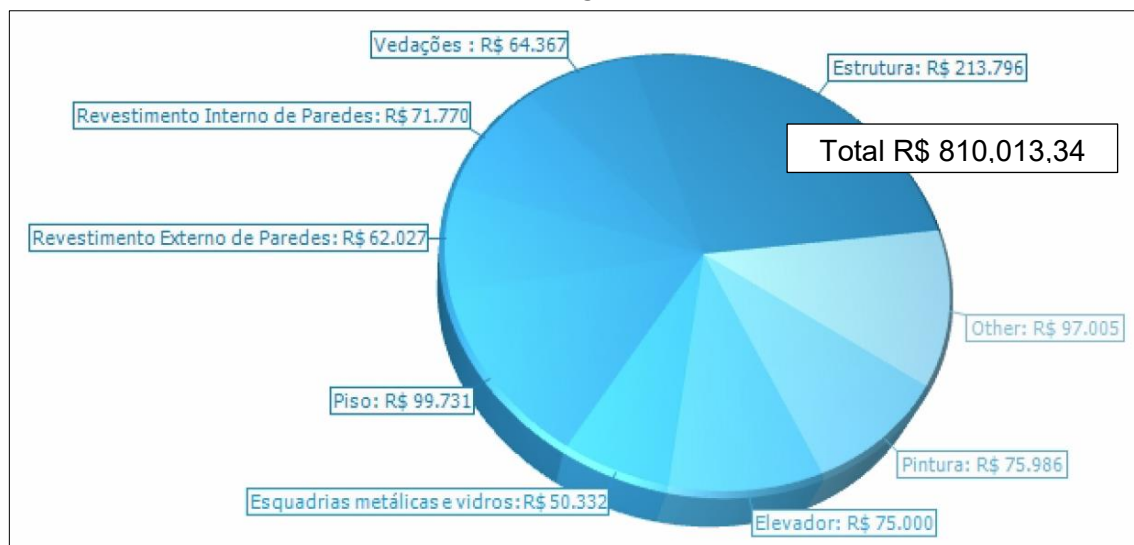


Fonte: Autor (2019).

A estimativa de custos desse modelo com a extensão em IFC foi, a exemplo do LOD 200, bem superior ao anterior. O seu valor global é de R\$ 810.013,34 e está

representado na Figura 6.22, que apresenta um gráfico com esse montante dividido em nove subgrupos.

Figura 6.22 – Gráfico Contendo os Resultados da Orçamentação LOD 300, na Extensão IFC.



Fonte: Autor (2019).

A diferença entre os valores obtidos por meio dos orçamentos supracitados é de R\$ 114.059,60. Os resultados obtidos da orçamentação desse modelo foram comparados aos outros e ao método tradicional e a comparação é apresentada na sequência do trabalho.

O modelo em IFC ficou mais oneroso, principalmente, nos itens de “vedações”, de “revestimentos” e de “pintura”. A grande diferença nos orçamentos demonstra que a perda da caracterização dos objetos modelados pode ter sido determinante para a distorção dos custos totais dos materiais. Ao exportar o modelo para uma extensão universal, deve-se adotar diversos critérios e precauções para que o resultado não fique comprometido e sem confiabilidade. Essa distorção no valor impossibilita comparações assertivas entre o resultado obtido do modelo IFC e o método tradicional que foi orçado o projeto. Sendo assim, o modelo no formato universal é contra indicado para a estimativa de custo no BIM. Esse fator gera um aumento na demanda por mais pesquisas e trabalhos no campo da interoperabilidade entre plataformas e no formato IFC.

7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No presente capítulo os resultados são apresentados e discutidos em quatro subitens. Inicia-se com a discussão dos resultados da orçamentação do modelo em LOD 200, em seguida são apresentados os resultados do projeto em LOD 300. O terceiro subitem é a comparação dos resultados obtidos das orçamentações nos modelos e aquela fornecida pela Empresa X. O último item descrito é a linha de processo utilizada que vinculou os dois trabalhos acadêmicos.

7.1 Discussão dos Resultados da Orçamentação do Modelo em LOD 200

Os resultados e o processo de orçamentação do Modelo LOD 200 foram correlacionados a índices que medem a eficiência do processo do BIM 5D dentro desse projeto. Os índices são a precisão, a agilidade, a automação, a integração e a interoperabilidade.

A Precisão

Para aferir precisão, foram comparados os resultados obtidos da orçamentação no empreendimento pelos métodos tradicionais e utilizando os recursos e tecnologias do BIM. As estimativas de custos globais podem ser vistas na Tabela 7.1 a seguir.

Tabela 7.1 – Comparação da orçamentação pelo método tradicional e pelo BIM 5D.

Orçamentação	
Método Tradicional	Valor total: R\$ 731.283,57
Método com o BIM 5D	Valor total: R\$ 719.977,08

Fonte: Autor (2019).

A partir dos resultados descritos na Tabela 7.1, nota-se que existe uma diferença de R\$ 11.306,49. Essa diferença expõe um dos benefícios do BIM que é a potencial assertividade dos custos. Nesse caso a orçamentação foi inferior, resultando em um aumento da viabilidade da execução do empreendimento.

No processo de modelagem para o LOD 200, itens foram agrupados para poupar tempo e garantir uma das premissas desse modelo que é a característica compatibilidade ao projeto conceitual, conforme detalhado no Subitem 6.2 do Capítulo 6. Com esse agrupamento existe um grande empecilho para aferir em quais itens essa diferença de valores é maior. Porém, ficou ressaltada a diferença de preços, que corresponde ao Item 01.23.00 Estrutura. Neste item, obteve-se a maior parcela da diferença como mostra a Tabela 7.2 a seguir.

Tabela 7.2 – Comparação da estimativa de custos do Item estrutura.

Estimativa de custos do item Estrutura Integral Acabada	
Método Tradicional	Valor total: R\$ 234.513,35
Método com o BIM 5D	Valor total: R\$ 212.372,02

Fonte: Autor (2019).

A diferença de custos desses dois itens é de R\$ 22.141,33. Existem algumas hipóteses são apontadas para que essa diferença esteja acentuada especificamente no item de estruturas. Uma delas está relacionada à precisão, a parametrização e às características dos objetos modelados no BIM. Na modelagem das peças estruturais foram atribuídos parâmetros que geram uma aproximação da realidade do volume de metros cúbicos (m³) de concreto utilizado. Um desses parâmetros está vinculado à geometria das peças nos pontos de encontro entre os pilares, vigas e lajes, não existindo a sobreposição dos elementos estruturais. Na etapa de modelagem e no Vico Office o parâmetro utilizado é que as seções das vigas terminariam no fundo das lajes e os pilares no início da seção das vigas. Existe a possibilidade de que a orçamentação feita por métodos tradicionais tenha desconsiderado esse volume de sobreposição entre as peças estruturais.

A Agilidade

O método para aferir a agilidade do processo é a contabilização do tempo gasto para que se obtenha a orçamentação. Ressalta-se que existe uma diferença conceitual entre o tempo de desenvolvimento do processo do BIM 5D e o tempo para obter a estimativa de custo do projeto nesses parâmetros e tecnologias.

A primeira ressalva retrata o esforço para se integrar os processos de modelagem e orçamentação, todas as diretrizes para inserir os objetos para desenvolver o Sistema de Classificação, as análises do modelo e as diversas revisões desenvolvidas. Esse tempo não pode ser contabilizado como tempo gasto na orçamentação, porque dentro dele foi desenvolvido o processo que vincula o BIM 3D ao BIM 5D.

A segunda ressalva foi o tempo gasto para obter a estimativa de custos com o modelo, o Sistema de Classificação, o processo de vinculação entre eles já detalhado e desenvolvido. O tempo gasto para gerar a orçamentação do modelo LOD 200 foi de aproximadamente 35 minutos.

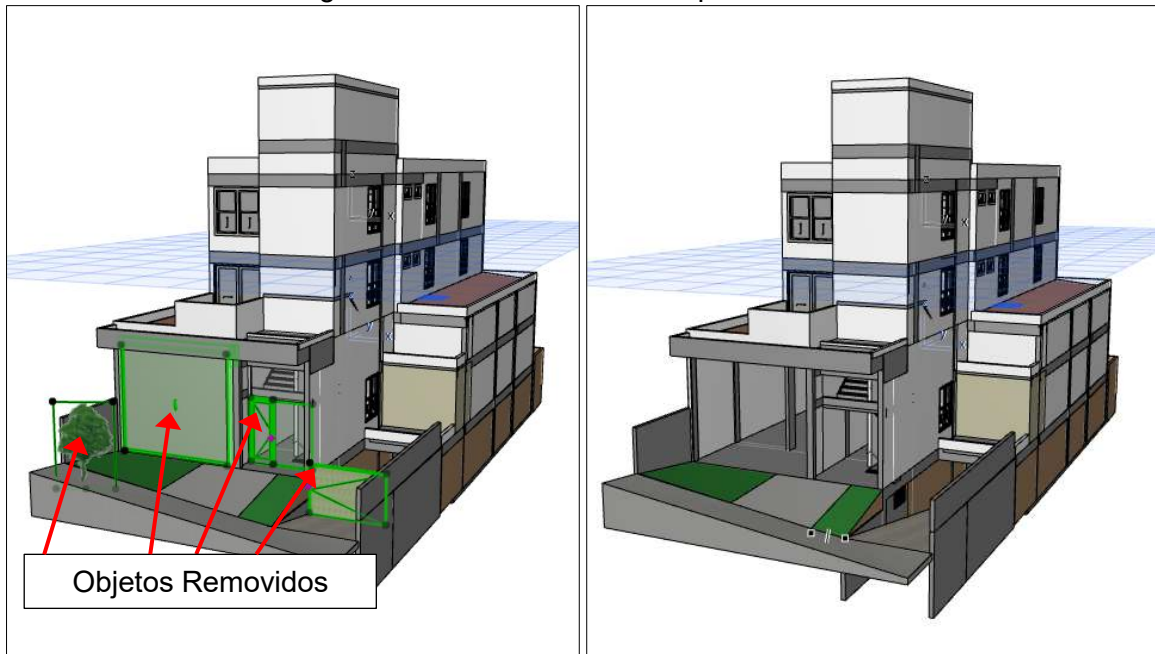
A Automação

O BIM possui como uma das premissas principais a automação entre os seus processos. Ela se caracteriza pela capacidade de estruturação das plataformas em gerar, bem como reconhecer dados e alterações com o mínimo possível de interferência mecânica. Os objetos foram modelados com um ID ou nome que possibilitou o desenvolvimento das fórmulas citadas no Item 6.5, do Capítulo 6. Com esses parâmetros desenvolvidos, podendo ser reproduzidos para outros empreendimentos e projetos ocorre a automação no processo que vincula as etapas do BIM 5D e BIM 3D. A base de dados, já contendo os parâmetros e fórmulas das características dos objetos que devem ser orçadas, recebe o modelo e gera a estimativa de custos automaticamente.

Foi verificada a partir de modificações do *layout* do projeto como a supressão da árvore que está no passeio, das vitrines nas lojas, da porta de entrada e do portão

da garagem, a forma como a base de dados geraria a orçamentação mediante a essas alterações. A Figura 7.1 mostra as modificações feitas no Archicad para ser exportada uma nova versão do projeto. Nessa figura, contempla-se primeiramente, o modelo original com os objetos a serem suprimidos e à esquerda o modelo sem esses itens.

Figura 7.1 – Modelos com a supressão de itens.



Fonte: Autor (2019).

O modelo com os itens suprimidos foi exportado para o mesmo arquivo no Vico Office e o projeto gerou uma versão nova com os componentes supracitados modificados. A Figura 7.2 mostra a tela inicial do arquivo do Vico com a versão “V2” em vermelho o que significa que ela está ativada.

Figura 7.2 – Versões do modelo no Vico Office.



Fonte: Autor (2019).

A orçamentação foi dada de forma automática no momento em que a segunda versão foi ativada e os itens retirados saíram automaticamente dos quantitativos.

A Integração

A integração dos agentes envolvidos foi um ponto fundamental para o êxito da pesquisa e do alcance das vantagens e dos benefícios do BIM. Desde as primeiras fases do empreendimento, como a definição do escopo, a escolha dos itens a serem estudados e modelados, o desenvolvimento da modelagem e da orçamentação foram realizados ou acompanhados em conjunto com as duas partes envolvidas nessa pesquisa.

As etapas de BIM 3D e BIM 5D foram desenvolvidas, individualmente, por cada um dos participantes. Nesse trabalho desenvolveu-se a etapa do BIM 5D, porém a modelagem foi acompanhada e alguns parâmetros de objetos e itens foram estabelecidos em conjunto com os agentes. Um exemplo é a forma de identificação e nomeação dos objetos nas plataformas Vico Office e Archicad respectivamente. A definição dos IDs foi fundamental para o reconhecimento dos componentes e itens, para o desenvolvimento das fórmulas e para o sucesso do processo da integração entre essas etapas.

A Interoperabilidade

Dentro desse projeto a interoperabilidade ocorreu, conforme citado no referencial teórico, no segundo e no terceiro nível. O segundo estágio foi através de uma associação entre *softwares* de diferentes fornecedores que se comunicaram por meio de um “*plug-in*” específico de exportação e importação dos dados do modelo no Archicad. O terceiro foi através das normas abertas do BIM com um Modelo Federado na extensão de IFC.

Dentro desses dois processos, ocorreu uma falha comum de interoperabilidade que consiste na ausência da leitura dos códigos do Sistema de Classificação na plataforma de orçamentação. Os códigos correspondem ao caminho mais assertivo e fácil para a leitura dos dados do modelo. Porém, na plataforma de orçamentação não teve como opção de parâmetros a identificação dos objetos pela sua classificação. Essa falha pode gerar a oportunidade de aprofundamento em pesquisas acadêmicas posteriores. A solução desse problema foi obtida ao inserir os códigos do Sistema de Classificação no nome dos objetos na etapa de modelagem. Desta maneira, quando o modelo foi exportado para o *software* de orçamentação, ele continha as informações necessárias para a associação de cada objeto ao seu custo unitário. Essa solução não inviabilizou o alcance das metas do trabalho e os benefícios do BIM. Os benefícios do BIM foram obtidos, principalmente, através das fórmulas inseridas na planilha a ser exportada para o Vico. Elas garantem que os objetos com suas características descritas em cada uma se associem automaticamente ao seu preço unitário. O aumento de trabalho aconteceu na hora de descrever as fórmulas, porém, uma vez que feitas poderão ser utilizadas em outros trabalhos desenvolvidos com a mesma biblioteca de objetos.

No modelo exportado para a extensão do IFC outra falha de interoperabilidade foi exposta nos subitens 6.4 e 6.5, do Capítulo 6. Todos os itens modelados foram reconhecidos pelo Vico Office como “objeto padrão” e eles tiveram que ser alterados manualmente. Alguns itens modelados ficaram com o seus parâmetros sem reconhecimento na extensão de IFC, o que comprometeu a interoperabilidade no terceiro nível, que é obtida com o modelo federado.

7.2 Discussão dos Resultados da Orçamentação do Modelo em LOD 300

Os resultados e o processo de orçamentação do Modelo LOD 300 foram correlacionados a índices que medem a eficiência do processo do BIM 5D dentro desse empreendimento. Os índices são os mesmos utilizados na etapa de modelagem em LOD200.

A Precisão

A precisão, nessa pesquisa, é mensurada através da comparação entre os resultados obtidos da orçamentação no empreendimento pelos métodos tradicionais e aqueles utilizando os recursos e tecnologias do BIM. A comparação foi feita apenas com o modelo exportado por meio de um comando da plataforma Archicad, devido à descaracterização de objetos no projeto com a extensão em IFC. As estimativas de custos globais podem ser vistas na Tabela 7.3 e no capítulo subsequente.

Tabela 7.3 – Comparação da Orçamentação pelo Método Tradicional e pelo BIM 5D.

Orçamentação – Preço Global	
Método Tradicional	Valor total: R\$ 731.283,57
Método com o BIM 5D	Valor total: R\$ 695.953,75

Fonte: Autor (2019).

A partir da análise dos resultados descritos na Tabela 7.3, nota-se que existe uma diferença de R\$ 35.329,84. Assim como o modelo em LOD 200, esse resultado corrobora com um conceito de que quanto maior o nível detalhamento, mais precisa será a estimativa de custos. A orçamentação tende a realidade quando os objetos possuem mais parâmetros geométricos e características físicas. Essa diferença pode comprovar uma das vantagens do BIM que é a assertividade nos resultados, tendo em vista que o valor da estimativa de custos obtida no processo do BIM 5D foi inferior ao encontrado nos métodos tradicionais.

A modelagem seguiu todas as especificações e os projetos fornecidos, estando assim fiel ao produto que foi orçado pelos métodos tradicionais. A Tabela 7.4 apresenta uma comparação entre os principais itens orçados que divergiram entre os resultados do projeto executado em BIM e o que foi previamente desenvolvido pelos meios tradicionais. As diferenças mais significativas se encontram nos objetos referentes à “Estrutura”, os de “Revestimento Interno de Paredes”, os de “Rodapé” e os de “Pintura”.

Tabela 7.4 – Estimativa de Custos dos Itens Estrutura, Revestimento, Rodapé e Pintura.

Estimativa de custos do item "Estrutura"	
Método Tradicional	Valor total: R\$ 234.513,35
Método com o BIM 5D (LOD 300)	Valor total: R\$ 211.641,98
Diferença dos valores: R\$ 22.871,37	
Estimativa de custos do item "Revestimento Interno de Paredes"	
Método Tradicional	Valor total: R\$ 41.412,66
Método com o BIM 5D (LOD 300)	Valor total: R\$ 34.894,97
Diferença dos valores: R\$ 6.517,69	
Estimativa de custos do item "Rodapé"	
Método Tradicional	Valor total: R\$ 13.611,79
Método com o BIM 5D (LOD 300)	Valor total: R\$ 10.489,80
Diferença dos valores: R\$ 3.121,99	
Estimativa de custos do item "Pintura"	
Método Tradicional	Valor total: R\$ 44.825,67
Método com o BIM 5D (LOD 300)	Valor total: R\$ 42.707,12
Diferença dos valores: R\$ 2.118,55	

Fonte: Autor (2019).

A diferença de custos dos itens de “Estrutura” é de R\$ 22.871,37, a dos objetos relacionados ao “Revestimento Interno de Paredes” é R\$ 6.517,69 a do “Rodapé” é R\$ 3.121,99 e a dos elementos de “Pintura” é de R\$ 2.118,55. A somatória desses quatro grupos de itens é R\$ 34.629,60 que representa uma grande parcela da diferença global dos orçamentos, aproximadamente 98%. O restante se divide nos demais itens orçados, sendo que alguns deles possuíram pequenas variações negativas e outras positivas, se comparados a estimativa de custos orçada previamente.

Algumas hipóteses são apontadas para explicar essa diferença mais acentuada. Para os itens de estrutura, assim como o modelo LOD 200, uma possibilidade está relacionada com a precisão, a parametrização e às características dos objetos modelados no BIM 3D. As peças estruturais foram modeladas com alguns parâmetros que geraram economia ou aproximação da realidade do volume de metros cúbicos de concreto utilizado. Um parâmetro relaciona-se à geometria das peças, em que os volumes de concreto não são contabilizados mais de uma vez nas interseções das vigas, pilares e lajes. Isso evita a sobreposição dos espaços nos elementos estruturais e gera uma redução significativa no volume utilizado de concreto armado.

Para os itens de “Revestimento Interno de Paredes”, de “Rodapé” e de “Pintura” os elementos que os compreendem foram modelados em objetos diferentes. Desta forma, por exemplo, as vedações foram desmembradas em diversos objetos distintos, de acordo com o Sistema de Classificação. Essa diferença pode ocorrer porque esses elementos possuem características geométricas e padrões independentes. Um exemplo são as alturas dos revestimentos “Chapisco”, “Reboco”, “Pintura”, “Gesso” e “Cerâmica” que podem variar de acordo com o uso e ocupação de cada ambiente, se existe algum elemento estrutural sobre eles e se há possíveis rebaixamentos de tetos.

Quanto maior o número de especificações e detalhes, mais próximo da realidade será o projeto, o que gera uma estimativa de custos com menos erros. Esse fator pode levar a menos aditivos de preços em obras e maior facilidade em captar

investimentos. Conclui-se que a utilização de mais parâmetros do BIM possibilita uma evolução do modelo de LOD 200 para LOD 300, com uma redução significativa na previsão dos custos de cada componente dos materiais supracitados. Isso pode ser gerado pelo aumento de detalhes em cada item modelado, através do seu desmembramento.

A Agilidade

O mesmo método que foi utilizado para aferir a agilidade no processo do LOD 200 foi aplicado neste estágio do projeto. Nesse modelo a contabilização do tempo gasto para que se obtenha a orçamentação possui dois fundamentos distintos. O primeiro diz respeito ao tempo de aplicação do processo para atingir o BIM 5D e o segundo consiste nos gastos efetivos para extrair os custos. Sendo o último com o projeto modelado e os objetos inseridos com todos os parâmetros e diretrizes conforme os memoriais e especificações fornecidos.

O tempo de aplicação do processo para atingir o BIM 5D refere-se a todos os serviços executados para integrar a metodologia de modelagem e orçamentação, todas as diretrizes para inserir os objetos, para desenvolver o Sistema de Classificação, as análises do modelo e todas as revisões no projeto. Esse tempo não pode ser contabilizado como tempo gasto na orçamentação, porque dentro dele foram desenvolvidos vínculos entre o BIM 3D ao BIM 5D. Ele foi bem inferior se comparado ao gasto no modelo com o desenvolvimento de LOD 200. Apesar da inclusão de materiais e de insumos o padrão do projeto com o nível de desenvolvimento conceitual estava bem ajustado. Muitos nomes dos objetos já estavam padronizados, as revisões do modelo foram consideravelmente menores e o Sistema de Classificação já estava desenvolvido.

O segundo fundamento tem como premissa o Sistema de Classificação previamente definido ou desenvolvido, o modelo revisado, porém, com as fórmulas do Vico Office a definir. O tempo aproximado para gerar a orçamentação foi de 30 minutos. O tempo para obter a orçamentação foi inferior ao do modelo analisado anteriormente pela facilidade de identificação dos objetos, pelo nome, e a associação dos mesmos às fórmulas desenvolvidas na plataforma do BIM 5D. É importante ressaltar que se

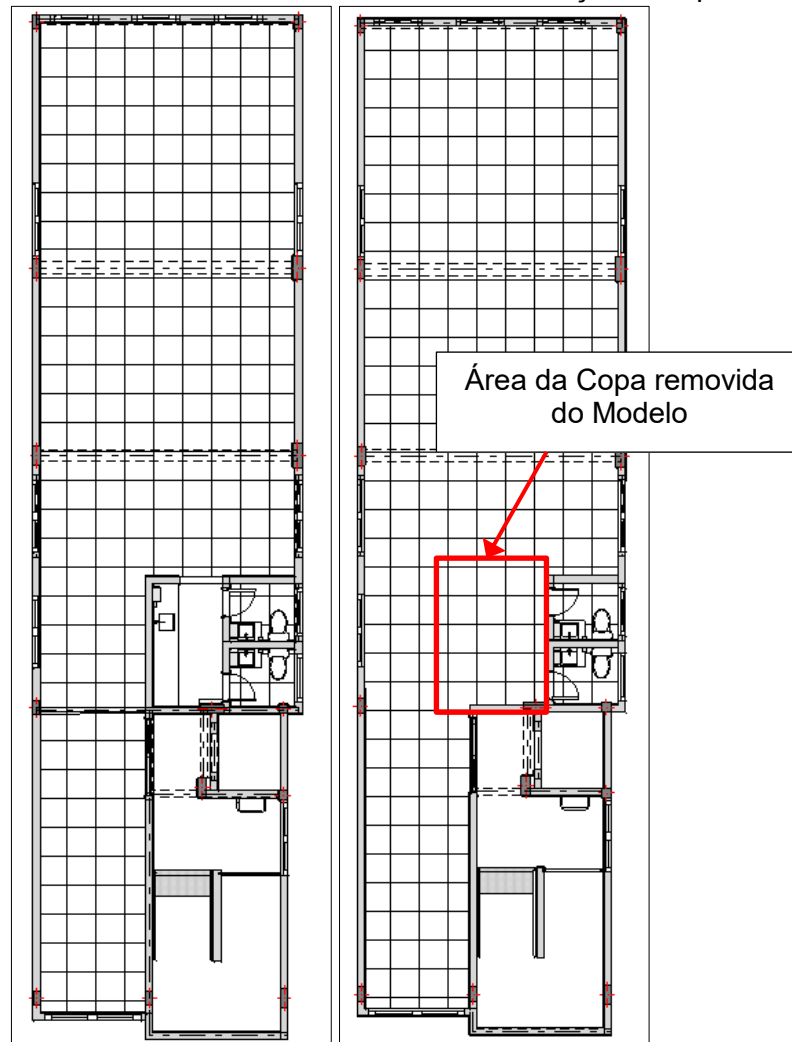
as fórmulas já estivessem definidas e o modelo feito com base em uma biblioteca de dados com nomenclatura compatível a elas, o tempo gasto para gerar a estimativa de custo seria em alguns minutos.

A Automação

No processo de estimativa de custos para o modelo LOD 300 um importante parâmetro foi verificado, a automação. Neste trabalho, ela se especifica por meio de modificações nos projetos, simulando possíveis demandas de clientes. A automação é vinculada a capacidade da plataforma de orçamentação de reconhecer alterações e de gerar novos resultados perante as modificações propostas.

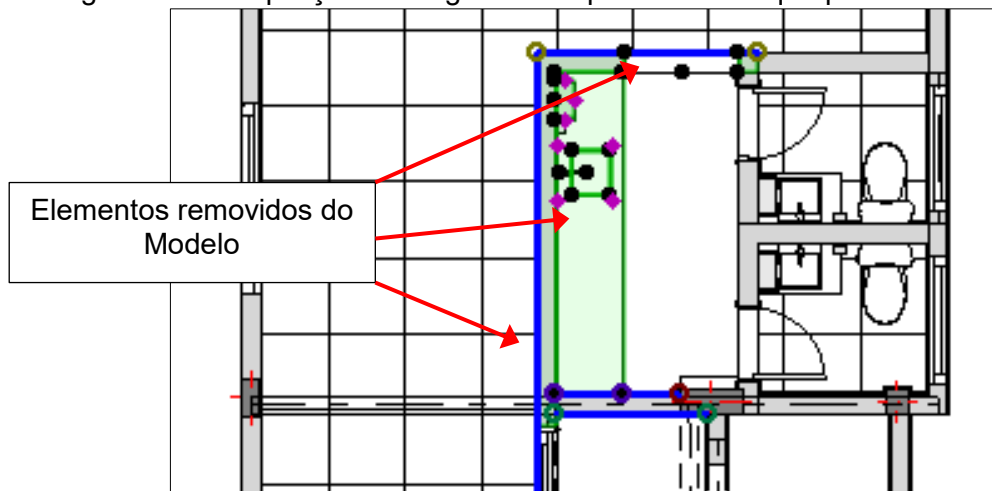
Para esse modelo foram feitas algumas modificações no terceiro pavimento do prédio comercial. A Figura 7.3 apresenta duas plantas baixas do pavimento supracitado extraídas do modelo. A primeira é a representação real do projeto fornecido e a segunda é o mesmo pavimento com algumas alterações na região da copa. A modificação feita foi a retirada dos componentes desse espaço para ampliar o ambiente da sala. A Figura 7.4 destaca todos os objetos retirados para a ampliação da sala e remoção desse local. Os itens suprimidos foram a bancada, a torneira para pia, o dosador de sabonete líquido, o *dispenser* de papel toalha e uma parte dos revestimentos internos, do rodapé e das vedações.

Figura 7.3 – Plantas do 3º Pavimento com e sem as Modificações Respectivamente.



Fonte: Autor (2019).

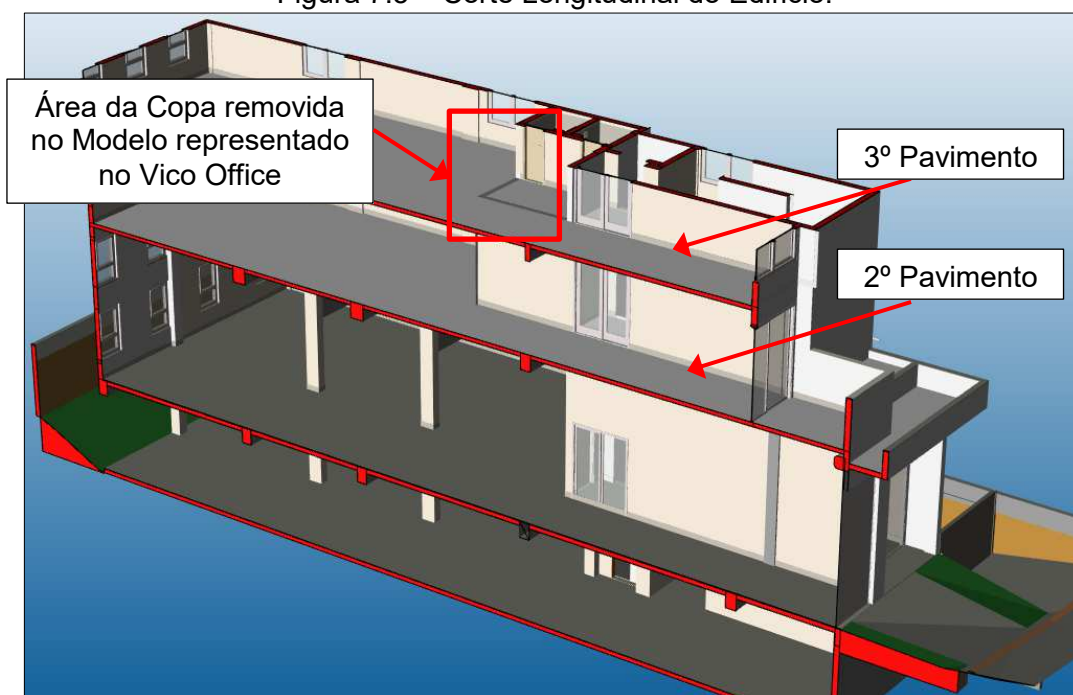
Figura 7.4 – Ampliação da Região da Copa com Destaque para as Interferências.



Fonte: Autor (2019).

Essas alterações foram feitas no *software* de modelagem e exportadas por meio de um “*Plug in*” para o arquivo referente ao modelo LOD 300 no Vico Office. Nesse arquivo já estavam inseridos o Sistema de Classificação com as fórmulas e o modelo representando o projeto fornecido. Os itens suprimidos foram reconhecidos automaticamente, o que pode ser comprovado pela Figura 7.5 que representa um corte longitudinal do edifício, destacando os 2º e 3º pavimentos, no Vico Office, sem os componentes referentes ao espaço da copa no terceiro andar.

Figura 7.5 – Corte Longitudinal do Edifício.



Fonte: Autor (2019).

Ao analisar a Figura 7.5 ressalta-se que o último pavimento, aquele que sofreu modificações, encontra-se diferente do segundo pavimento que se manteve como no projeto original. Todos os objetos modificados ou suprimidos não estão mais contemplados nessa versão do modelo, o que gerou uma diferença nas estimativas de custos. A orçamentação foi atualizada automaticamente e o preço total foi de R\$ 692.512,20. Se comparado ao custo total do modelo sem nenhuma modificação existente, houve uma redução de R\$ 3.441,54. Esse valor representa os itens suprimidos de Louças, Metais e Acessórios e a redução da bancada, do rodapé, dos revestimentos e das vedações.

Para ambos os modelos, LOD 200 e LOD 300, a automação foi um ponto de destaque. Os projetos identificaram as modificações, gerando de forma automática a nova estimativa de custos o que possibilita maior eficiência e rapidez ao analisar modificações e propostas solicitadas. Em ambos os modelos os objetos foram associados por meio do ID às fórmulas desenvolvidas do Vico Office, o que possibilitou a atualização das estimativas de custos imediata. As alterações feitas não modificaram os dados principais dos demais elementos do modelo.

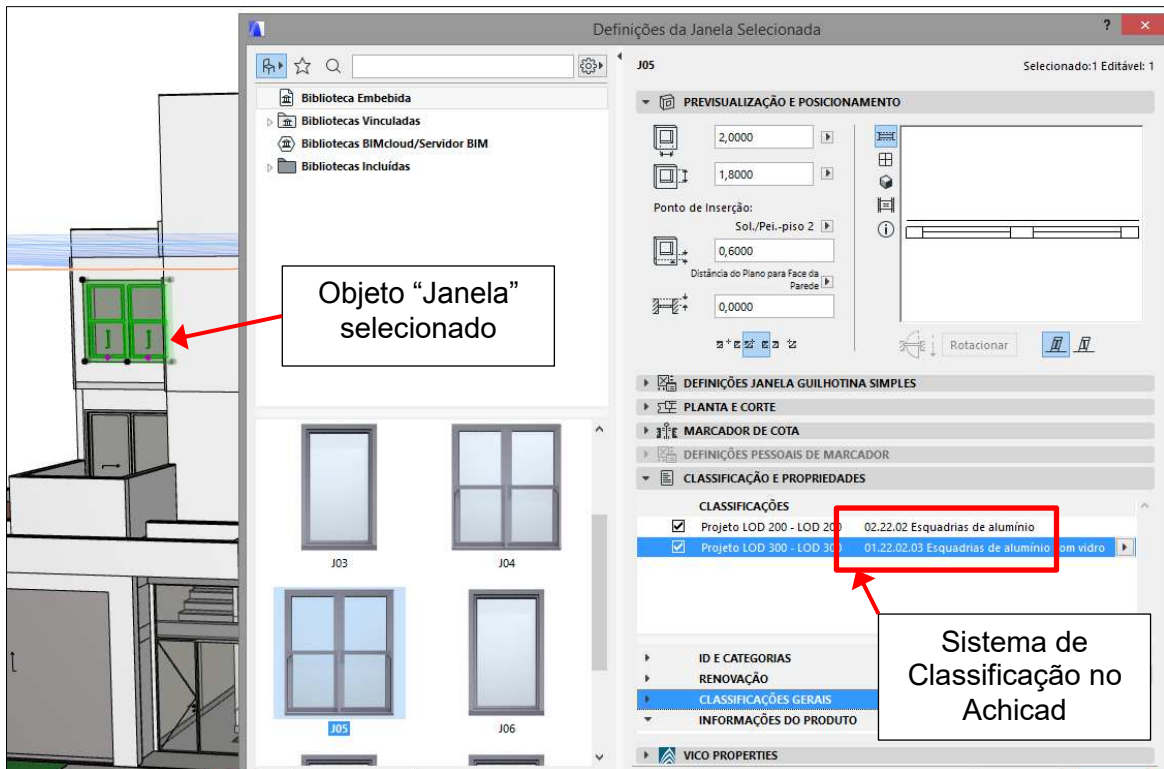
A Integração

Os principais pontos para obter a integração entre as pesquisas e os agentes envolvidos no trabalho estão ressaltados no Item 7.4, no Fluxo de Processos, e no Capítulo 3, do Método Científico. Os agentes envolvidos nas etapas do BIM 3D e do BIM 5D mantiveram uma comunicação em todas as etapas da modelagem e do processo de orçamentação. Isso foi imprescindível para definir as diretrizes e os parâmetros de modelagem, bem como para solucionar problemas como a ausência do código para a caracterização dos objetos na plataforma de orçamentação e a maneira que seriam identificados os itens nas fórmulas geradas no Vico Office.

A Interoperabilidade

O modelo em LOD 300 foi exportado assim como aquele em LOD 200 em dois níveis de interoperabilidade e foi detectada uma falha em comum que é a ausência dos códigos do Sistema de Classificação na leitura e validação do modelo dentro do Vico Office. Na etapa de modelagem foi desenvolvido o projeto inserindo os códigos e definições do Sistema de Classificação nos objetos e itens. A Figura 7.6 extraída do Archicad retrata o exemplo de uma das janelas frontais, selecionada em verde, e as suas características. Dentro do quadro de “Definições da Janela Selecionada” no campo em destaque encontram-se os códigos do sistema.

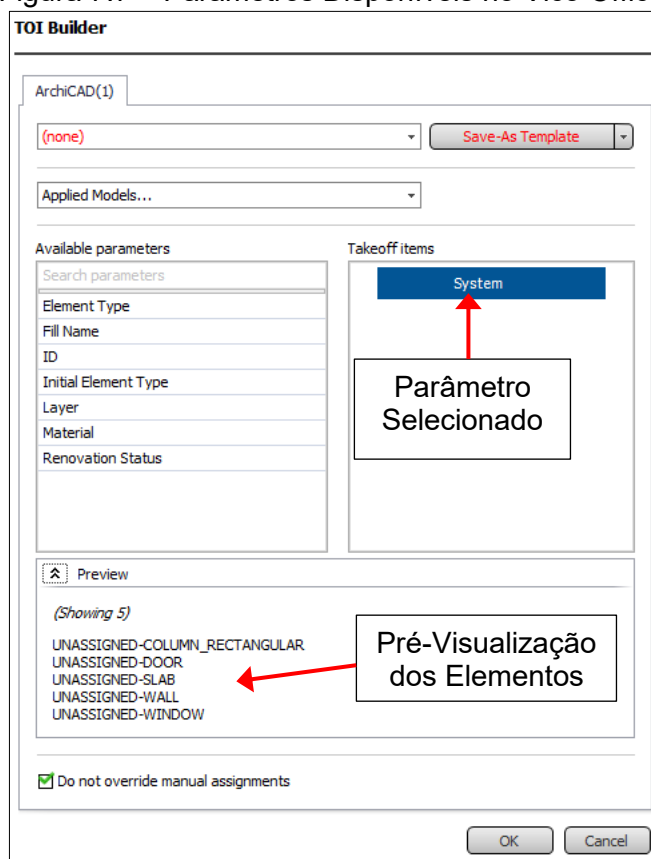
Figura 7.6 – Objeto Janela Frontal e suas Definições no Archicad.



Fonte: Autor (2019).

Quando o modelo é inserido no Vico Office não existe uma opção de leitura que vincule os objetos aos códigos do Sistema de Classificação existentes no Archicad. A Figura 7.7 mostra os parâmetros disponíveis para a identificação dos objetos modelados e reconhecidos no Vico Office. Dentre esses parâmetros estão a tipologia do elemento, a composição de nomenclatura, o ID, a tipologia primária do item, o *layer* que ele foi desenvolvido, o material de sua composição, o seu estado e o seu sistema. Todas essas opções foram testadas e a Figura 7.7 demonstra a verificação do item “Sistema”. Ela está selecionada e a pré-visualização não mostra nenhuma identificação dos itens semelhante aos códigos modelados do Sistema de Classificação.

Figura 7.7 – Parâmetros Disponíveis no Vico Office.



Fonte: Autor (2019).

A solução adotada para o arquivo em ambas as extensões foi inserir na etapa de modelagem a codificação referente a cada objeto no Sistema de Classificação no seu ID. Essas informações foram suficientes para a identificação dos objetos no Vico Office e para a vinculação de suas características geométricas às fórmulas desenvolvidas. Essa adequação não inviabilizou o processo de orçamentação em BIM, sendo que o importante para alcançar a eficiência são as fórmulas inseridas na planilha a ser exportada para o VO. As fórmulas têm como objetivo vincular os quantitativos aos preços, independentemente do nome ou tipo de identificação de cada item. A nomenclatura deverá ser comum para todas as etapas do processo até o BIM 5D e os parâmetros da planilha podem ser aproveitados em outros empreendimentos que utilizem o mesmo processo de modelagem e a mesma biblioteca de elementos.

No modelo exportado por meio do IFC ocorreu uma falha grave que prejudicou a orçamentação do empreendimento. Conforme citado nos subitens 6.4, 6.5 e 6.6 os objetos perderam suas características e tiveram que ser associados manualmente a

novas tipologias. Esse fato gerou comprometimento nos padrões geométricos e algumas fórmulas da planilha tiveram que ser inseridas novamente. A interoperabilidade em terceiro nível não alcançou uma eficiência relevante porque diversas etapas tiveram que ser refeitas e ficou clara a necessidade de mais estudos para aferir as falhas de comunicação entre as plataformas em projetos com a extensão de IFC.

7.3 Comparações entre os resultados da orçamentação

O presente tópico, mostra os resultados da orçamentação e por meio deles validar conceitos e hipóteses que abrangem o BIM. A Tabela 7.5 representa os resultados globais das cinco orçamentações analisadas nessa pesquisa. A primeira foi executada previamente a esse trabalho pelos métodos tradicionais e sem o auxílio das tecnologias e dos processos que envolvem o BIM. A segunda e terceira orçamentações se desenvolveram segundo o modelo em LOD 200 e as duas últimas, foram projetadas e tiveram seus itens desenvolvidos sob o modelo LOD 300.

Tabela 7.5 – Resultados Globais das Orçamentações Analisadas.

Resultado Global da Orçamentação		Percentual - valor do Método Tradicional
Método Tradicional	Valor total: R\$ 731.283,57	100%
Método BIM 5D - LOD 200	Valor total: R\$ 719.977,08	98,45%
Método BIM 5D - LOD 200 IFC	Valor total: R\$ 739.096,68	101,07%
Método BIM 5D - LOD 300	Valor total: R\$ 695.953,75	95,17%
Método BIM 5D - LOD 300 IFC	Valor total: R\$ 810.013,34	110,77%

Fonte: Autor (2019).

O BIM possui como premissa a precisão dos resultados obtidos o que gera um aumento de credibilidade e proximidade a realidade nos resultados apresentados dos modelos feitos por exportação direta. Os modelos orçados em IFC perderam muitas características e tiveram orçamentos mais onerosos o que realçou a importância de critérios e cuidados ao exportar os arquivos para essa extensão.

Ao comparar os resultados nos diferentes níveis de desenvolvimento nota-se uma diferença de aproximadamente 3,3%. O modelo em LOD 300 apresenta menores custos, porém, a ele emprega-se um esforço maior em seu desenvolvimento. Mediante ao aumento de tempo na etapa de modelagem ao avançar os componentes do modelo ao nível LOD 300 essa diferença pode parecer pequena. Porém, diversas vantagens do sistema BIM são apresentadas com o aumento de detalhamento de objetos. Sendo elas a possibilidade de executar o planejamento de diferentes etapas da obra em BIM, de prever os custos unitários de produção para objetos isolados e a possibilidade de quantificar insumos como mão de obra em serviços únicos.

Foi gerada uma comparação entre os principais grupos de itens orçados do modelo com os componentes em desenvolvimento de LOD 300, exportados diretamente pelo Archicad e na extensão de IFC e com os resultados fornecidos pela Empresa X. Os itens que tiveram maior disparidade nos preços são os de “Estrutura”, de “Revestimento Interno de Paredes”, de “Rodapé” e de “Pintura”. A diferença de todos os valores está na Tabela 7.6 e as hipóteses levantadas para essa diferença estão no item de “Precisão” do capítulo anterior. A orçamentação do modelo em LOD 200 não pode ser comparada porque os elementos estão agrupados em mais insumos, como é destacado no subitem 6.1 do desenvolvimento do Sistema de Classificação.

Tabela 7.6 – Resultados por Itens da Orçamentação.

Código	Descrição	1- Preço-Orç. Fornecido	2- Preço-LOD 300	Diferença 1 e 2	3- Preço-LOD 300 IFC
01.13.00	Estrutura	234.513,35	211.641,98	22.871,37	213.795,79
02.14.00	Vedações	53.954,97	51.276,61	2.678,36	64.366,97
03.15.00	Revestimento Interno de Paredes	41.412,66	34.894,97	6.517,69	71.769,65
04.16.00	Revestimento Externo de Paredes	33.414,21	34.251,29	- 837,08	62.026,54
05.17.00	Revestimento Interno de Tetos	12.698,40	11.449,99	1.248,41	12.096,10
06.18.00	Piso	96.302,62	97.627,08	- 1.324,46	99.731,05
07.19.00	Rodapé	13.611,79	10.489,80	3.121,99	10.466,96
08.20.00	Soleira, Peitoril, Chapim	8.687,26	10.660,51	- 1.973,25	8.822,36
09.21.00	Esquadrias de Madeira	2.400,00	2.400,00	-	2.400,00
10.22.00	Esquadrias metálicas e vidros	50.242,70	50.332,32	- 89,62	50.332,39

11.23.00	Forros	669,90	618,96	50,94	621,25
12.24.00	Impermeabilizações	13.113,21	11.831,00	1.282,21	11.829,66
13.25.00	Bancadas	3.066,63	3.396,67	- 330,04	3.403,05
14.26.00	Serralheria e vidros	6.507,65	6.177,88	329,77	6.188,00
15.28.00	Elevador	75.000,00	75.000,00	-	75.000,00
16.29.00	Pintura	44.825,67	42.707,12	2.118,55	75.985,99
17.30.00	Louças, Metais e Acessórios	11.299,58	11.587,87	- 288,29	11.587,87
18.31.00	Telhados e Coberturas	27.957,21	27.957,21	-	27.937,21
19.32.00	Outros	1.605,77	1.652,49	- 46,72	1.652,49
TOTAL		R\$ 731.283,57	R\$ 695.953,75	R\$ 35.329,82	R\$ 810.013,33

Fonte: Autor (2019).

Os itens do modelo no formato em IFC perderam os seus parâmetros e por isso ficaram com os custos bem superiores aos demais. Sendo assim, o projeto, nessa extensão perde o padrão para comparação. A terceira coluna da tabela anterior mostra a diferença dos itens entre o preço do orçamento fornecido e o preço obtido pelo modelo LOD 300. Alguns itens que foram descritos anteriormente detinham uma variação acentuada e os demais sofreram pequenas variações positivas e negativas.

7.4 Processo BIM 3D e BIM 5D

O trabalho realizado em ambas as pesquisas foi desenvolvido conforme explicado na metodologia, com base em um projeto executado e orçado sem o auxílio dos benefícios do BIM. Com a análise dos resultados obtidos nos serviços que envolvem a modelagem e a orçamentação foi desenvolvido, em conjunto pelos dois pesquisadores, o procedimento mais eficiente voltado para empresas e trabalhos acadêmicos que almejam como produto um modelo para a orçamentação em diversos níveis de desenvolvimento. Esse processo foi aferido, dentro de ambas as pesquisas, como o mais eficaz, que integra as etapas de modelagem e extração de custos para a presente metodologia e está descrito a seguir. O procedimento poderá sofrer alterações mediante as diferentes ferramentas e empreendimentos.

Os métodos que vinculam as duas fases do BIM foram desenvolvidos com base nos fluxos de processos explicadas no subitem 6.4. Na execução da modelagem e

orçamentação algumas etapas foram modificadas para adaptar a metodologia. O início do procedimento acontece a partir da definição do escopo, seguido pela seleção de objetos que representam a descrição dos códigos do Sistema de Classificação a serem utilizados no projeto e na estimativa de custos. A próxima etapa é a modelagem do edifício contendo componentes com características de LOD 200 e na sequência a rotina de orçamentação. O passo subsequente é o aperfeiçoamento do modelo gerado para que os componentes já inseridos adquiram as características de LOD 300. Foram acrescentados os demais componentes e objetos necessários para complementar o modelo conforme os itens definidos pelo Sistema de Classificação para este nível de desenvolvimento. Como fase final é realizada a extração dos custos.

Definição do escopo

Nessa etapa, os envolvidos no trabalho devem definir o que será orçado e modelado, qual o nível de desenvolvimento desejado para a elaboração do modelo e definir quais objetos devem ser inseridos em cada etapa do projeto. Para garantir a eficiência dos empreendimentos BIM deve ser criada uma biblioteca de objetos e um Sistema de Classificação como é detalhado no subitem 6.1. Tais bibliotecas podem ser atualizadas, englobando novos objetos à medida que novos empreendimentos sejam desenvolvidos em BIM, para que os projetos subsequentes possam extrair suas informações.

Escolha dos objetos dentro do Sistema de Classificação

O Sistema de Classificação foi o grande vínculo entre a etapa de modelagem e orçamentação, o qual devem estar todos os objetos que tiveram seus custos estimados. Caso algum item não esteja na biblioteca ou nesse Sistema, o mesmo deve ser incluído.

No software de modelagem o Sistema de Classificação foi desenvolvido a partir da ferramenta “Gestor de Classificação”, no qual as propriedades foram configuradas com maior ou menor grau de informação, dependendo do nível de desenvolvimento

desejado. O Sistema estará disponível para ser habilitado na janela de configuração, na aba “Classificação e Propriedades”, de cada componente e objeto a ser modelado ou inserido, mesmo local onde o código a ser classificado o elemento deve ser selecionado manualmente. Cada componente pode ser categorizado em mais de um sistema de classificação.

Um passo importante para a validação dos objetos selecionados foi a importação para o Vico Office, que está descrito no subitem 6.2. Os itens antepostos devem ser transferidos para uma planilha auxiliar na formatação descrita e demonstrada pela tabela 6.9 no item supracitado. Assim como o Sistema de Classificação, essa planilha deve agrupar todos os objetos da biblioteca com as fórmulas inseridas para automatizar o processo BIM e obter a maximização da eficiência citada nos subitens 7.2 e 7.3.

Modelagem do Projeto com componentes em LOD 200

A modelagem se iniciou com a inserção dos elementos de estrutura, considerando a ordem construtiva: pilares, vigas e lajes, utilizando as ferramentas homônimas do *software*, no qual as configurações de informações de cada elemento são básicas (altura, largura e espessura) e sua classificação definida uma a uma. Não foi considerado para esta pesquisa a modelagem de elementos de fundação.

É importante destacar que a modelagem dos elementos estruturais considerou um elemento como o limitador do próximo, o que significa que os pilares iniciam acima das lajes de piso e terminam abaixo das lajes de teto; as vigas acabam nos pilares e abaixo das lajes de teto. Este critério deve ser tomado para que nenhum elemento modelado se sobreponha a outro, evitando duplicidade de quantitativos.

Os sistemas de escadas foram modelados a partir da ferramenta oriunda do *software* chamada “Escada”. O modelo da escada se trata de um elemento composto por vários objetos agrupados em uma mesma ferramenta (piso, espelho e acabamento) e foi necessário configurar através do editor da ferramenta cada um dos itens de forma que estes sejam corretamente classificados.

Finalizada a modelagem dos elementos estruturais, as paredes foram inseridas utilizando a ferramenta “Parede” e na sequência, inseridos através da ferramenta “Objeto”, as louças, metais e bancadas. As portas, janelas e coberturas foram inseridos utilizando respectivas ferramentas com mesmo nome, sendo classificados individualmente, adotando os mesmos procedimentos realizados para os elementos estruturais.

Orçamentação do modelo com componentes em LOD 200

Essa etapa iniciou-se com a importação do modelo do Archicad para o Vico Office, executada por meio de um comando que vincula as duas plataformas como pode ser visto no subitem 6.5. Ressalta-se que a versão dos softwares é um fator preponderante para o êxito desse passo. O Archicad, versão 22, não possui o “Plug in” que relaciona os modelos ao Vico.

Com o modelo inserido na plataforma de Orçamentação deve-se validar os objetos modelados e conferir da sua tipologia. Em seguida a planilha foi importada para o *software* com as informações necessárias, a fim de estimar os custos do projeto. Para a automação do processo é importante que as fórmulas que vinculam as quantidades aos preços unitários sejam inseridas na planilha que é importada ao VO. Essa associação foi feita pelo ID dos objetos, como é demonstrado pela figura 6.18, do subitem 6.6, do capítulo 6.

Após a validação da planilha e a atualização dos dados na plataforma de orçamentação, a estimativa de custos final do projeto e o preço individual de cada insumo foram gerados de forma automática. Recomenda-se a conferência dos códigos e da vinculação dos objetos aos seus insumos. As informações associadas entre o ID dos objetos e o conteúdo das fórmulas devem estar idênticas.

Aperfeiçoamento do modelo para alcançar o nível LOD 300

Para a elaboração do projeto em um nível de desenvolvimento com características mais refinadas, o modelo anterior foi “evoluído” para apresentar características de

um LOD 300. Neste sentido os componentes e objetos existentes no modelo anterior são mantidos e readequados conforme a sua classificação e as suas especificações de projeto.

Para que os quantitativos sejam extraídos com maior precisão novas camadas utilizando a ferramenta “Parede” foram inseridas, representando reboco, emboço, pintura e textura. Além da inserção de forro, pintura de teto, impermeabilização, piso cerâmico, peitoril, soleira, etc. utilizando a ferramenta” Laje”, bem como a inserção de objetos diversos não apresentados no modelo anterior utilizando a ferramenta de mesmo nome. Cada item teve sua classificação e ID configurados conforme sistema de classificação adotado para esta etapa.

Extração de custos no modelo com itens em LOD 300

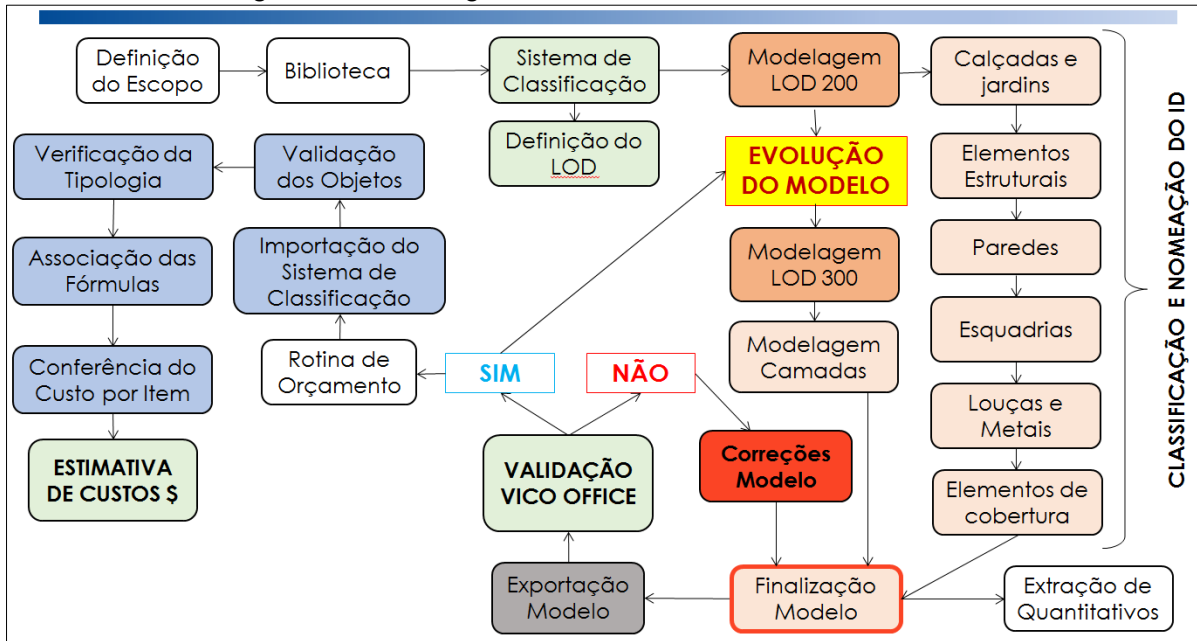
A orçamentação do modelo em LOD 300 tem como principal objetivo a extração de custos individuais por meio do desmembramento e aperfeiçoamento dos objetos. Nessa etapa a maioria dos métodos utilizados para a orçamentação do modelo anterior são os mesmos.

O modelo com os componentes aperfeiçoados para LOD 300 foi exportado para o Vico Office e os objetos validados. A planilha para importação do VO deverá ser atualizada com os objetos e componentes que foram inseridos e refinados no modelo com itens em LOD 300. A planilha foi validada dentro da plataforma de orçamentação e as fórmulas, conferidas para que não tenha inconsistência entre a associação dos custos aos objetos modelados.

Os resultados das orçamentações nos modelos supracitados e no projeto pelo método tradicional se encontram no subitem 7.4, do Capítulo 7. Por meio da sua comparação pode ser diagnosticado que o critério de modelagem das peças estruturais foi determinante para gerar um orçamento que condiz com a realidade e que evite erros de projeto e de estimativa de custos como os descritos no primeiro subitem 7.3, do Capítulo 7.

Com a finalidade de ilustrar o Processo BIM descrito nesse trabalho foi desenvolvida a Figura 7.8 que mostra as suas etapas em um fluxograma que vincula a modelagem e a rotina de orçamentação.

Figura 7.8 – Fluxograma do Processo BIM desse trabalho.



Fonte: Autor (2019).

8 CONCLUSÕES

O BIM é um ramo promissor no mercado da Engenharia e Construção Civil. O seu estudo e aprofundamento proporciona oportunidades para a realização de trabalhos acadêmicos, para a melhoria de diversos processos e metodologias (EASTMAN, 2014). Essa pesquisa consistiu em analisar ferramentas e conceitos, em apresentar métodos, procedimentos e em executar uma estimativa de custos dentro dos parâmetros aplicáveis ao BIM. O presente trabalho apresenta a integração entre duas fases que ocorrem em grande parte dos ciclos de vida dos empreendimentos vinculados ao mercado da AEC, compreendidas como a modelagem e a orçamentação.

A metodologia de pesquisa foi aplicada adequadamente e validada com o aperfeiçoamento do processo de orçamentação dentro dos empreendimentos. O trabalho propõe a redução de riscos, com o aumento da precisão da estimativa de custos e a diminuição no tempo gasto para obter a orçamentação em alterações do projeto. No âmbito acadêmico essa pesquisa apresenta um processo de integração BIM que vincula as fases de modelagem e orçamentação, isso colabora para a consolidação desses conceitos na área. A contribuição científica foi ressaltada por meio dos conceitos de automação, interoperabilidade, integração, precisão e agilidade expostos de forma prática no projeto.

A pesquisa executou o seu objetivo principal que é o desenvolvimento de um fluxo de processos que permite a execução da orçamentação, integrada a etapa de modelagem em mais de um nível de desenvolvimento. A estimativa de custos foi feita com base na evolução do modelo de anteprojeto para projeto básico. Ao desenvolver a orçamentação nessas duas fases percebe-se uma redução do valor global do orçamento o que pode indicar que quando os objetos são mais detalhados, com características geométricas desvinculadas, existe um aumento de precisão e de eficiência. Com o aumento de detalhes modelados o orçamento diminuiu, o que corrobora com a ideia de avaliação do custo benefício e no aumento de esforço na etapa de detalhamento dos projetos. A análise proposta é até quanto o tempo e os custos gastos em desenvolvimento dos modelos seriam vantajosos para a precisão

do projeto no empreendimento estudado. Para a finalidade de orçamentação, seguindo a metodologia descrita, o resultado apresentado do modelo em LOD 200 está satisfatório, com uma diferença de aproximadamente 3,3% entre as etapas de projeto. O modelo em LOD 300 apresenta menor estimativa de custo e a ele emprega-se um esforço maior para seu desenvolvimento. Mediante ao aumento de tempo essa diferença pode parecer insignificante, porém, diversas vantagens do sistema BIM são alcançadas com o aumento de detalhamento de objetos. Sendo elas a possibilidade de executar o planejamento de diferentes etapas da obra em BIM, de prever os custos unitários de produção para objetos isolados e a possibilidade de quantificar insumos como mão de obra em serviços únicos.

Dois parâmetros que tiveram destaque nesse trabalho e que comprovam alguns benefícios da implantação do BIM são a automação e a agilidade. O Vico Office cria a condição de aplicação de fórmulas que vinculam o nome dos objetos a quantitativos calculados. Essas regras precisam ser desenvolvidas apenas uma vez desde que as nomenclaturas dos objetos sejam as mesmas para os demais projetos executados, gerando maior agilidade na obtenção da orçamentação. Os dados por sua vez são reconhecidos e automaticamente associados aos custos unitários. Outro critério que comprova essa rapidez é a automação do modelo com relação a possíveis modificações. Em ambas as etapas de projeto foram executados testes simulando alterações nos objetos modelados. Nesses casos foram reduzidos elementos e suprimidos alguns itens na plataforma de orçamentação. O modelo foi modificado no Vico Office e automaticamente o orçamento foi atualizado, o que comprova mais um benefício do BIM que é a possibilidade de ter o custo instantâneo sobre diversas opções e alterações de projetos.

O tempo aferido na premissa da agilidade foi aproximadamente 5 minutos menor para a orçamentação no modelo com desenvolvimento mais elevado. Por ter mais objetos detalhados logicamente esse fator deveria ser maior. O fundamento desse fato é dado pelo amadurecimento do processo de orçamentação dentro da pesquisa. Conclui-se que quanto maior o grau de implantação do BIM 5D mais ágil será a extração de custos dentro do projeto.

Existe um parâmetro utilizado para medir a eficiência do projeto que ainda precisa de estudos e trabalhos para o uso adequado. A interoperabilidade foi feita por meio de comunicação direta entre as plataformas e por meio da extensão em IFC. Essa última apresentou falhas que poderiam inviabilizar a estimativa de custos do empreendimento. Para alcançar a orçamentação mais precisa com essa extensão seriam necessárias mais pesquisas que detalhariam cuidados e regras para a exportação do modelo desta forma. Esses detalhes não fazem parte desse trabalho e não o inviabilizaram tendo em vista que outra orçamentação foi desenvolvida por meio de um comando direto entre os *softwares* de Archicad e Vico Office.

O BIM é considerado uma das maiores evoluções no campo da Engenharia e da Construção Civil, entretanto o planejamento (BIM 4D) corresponde a um fator que deve ser alvo de aprofundamento e pesquisas no ramo. Conforme revisão bibliográfica, para que ele se consolide, seus conceitos devem ser trabalhados nos centros de formação e capacitação, as suas linhas de pesquisa devem ser ampliadas e os seus conhecimentos difundidos para que cheguem até as empresas. Esse trabalho fornece um procedimento de vinculação BIM que possibilita nortear e subsidiar mais pesquisas acadêmicas e projetos que almejam precisamente alcançar o orçamento. Dentro da ótica de contribuição para pesquisas posteriores o trabalho, apresenta que o parâmetro da interoperabilidade, por meio da extensão em IFC, precisa ser estudado, visando a criação de procedimentos e de metodologias que colaborem para a exportação de modelos em um padrão universal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL e MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **ABDI e MDIC – Coletânea Guias BIM. Guia 2 – Classificação da Informação no BIM**. Vol. 2 38 p. Brasília, DF. 2017.

AIA, American Institute of Architects, California Concil. Integrated Project Delivery. **A Work Definition**, v. 2, jun. 2007.

ANTUNES J. M. P. **Interoperacionalidade em Sistemas de Informação**. 2013. 120 f. Dissertação de Mestrado (em Engenharia Civil), Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Portugal, 2013.

ARCHICAD, 2018. Recommended Export Formats. Website **Help Center**. Disponível em: < https://helpcenter.graphisoft.com/guides/archicad-21/archicad-21-reference-guide/interoperability/multidisciplinary-data-exchange/export-data-from-archicad/recommendedexportformats/#XREF_59248_IFC_Model_Based>, Acesso em: 18/05/2018.

BAKENS, W.; PHILP, D.; BERNSTEIN, P. Research Roadmap Report Integrated Design & Delivery Solutions (IDDS). **International Council For Research and Innovation in Building Construction – Publication 37**, p.1-37, 2013.

BAPTISTA, A. R. R. T. G. **Utilização de Ferramentas BIM no Planejamento de Trabalhos de Construção – Estudo de Caso**. 2015. 65 f. Dissertação de Mestrado Integrado (em Área Científica), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2015.

BEDRICK, J.; REINHARDT, J. **Level of Development Specification**. BIM Forum, For Building Information Models. Version 2013.

BERNSTEIN, H. M.; JONES S. A.; YOUNG N. W. Interoperability in the Construction Industry. **SmartMarket Report – Design e Construction Intelligence**. Nova York EUA, p. 1-34, 2007 Interoperability Issue.

BUILDINGSMART. Technical Vision. Website. Disponível em: < <http://buildingsmart.org/standards/technical-vision/>>. Acesso em: 30/08/2017.

CAMPBELL, D. A. AIA. Modeling Rules – Working with BIM. Website: *Architecture Week*. Disponível em: <http://www.architectureweek.com/2006/1011/tools_1-2.html>. Acesso em: 07/08/2017.

CATELANI, W. S.; TOLEDO E. S. Normas brasileiras sobre BIM. **Normatização Técnica – Concreto e Construções**, p.54-59, 2016.

CRESPO, G. P. Diretrizes para implantar a engenharia simultânea como ferramenta da gestão de projetos da construção civil. **TecHoje, IETEC**. 2014. Disponível em:

<http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1823> Acesso em: 16/05/2018.

COSTA, E. **Treinamento Vico Office 6.0**. ndBIM Virtual Building, Brasil e Portugal, curso on-line, 2017 (Comunicação Oral).

COSTIN, E. BIM: vantagens e características. **ArchDaily, fórum de notícias**. 2012. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/01-49221/bim-vantagens-e-caracteristicas-eron-costin>> Acesso em: 24 abr. 2018.

DELANY, S. Classification. Website: *NBS BIM Toolkit*. Disponível em: <<https://toolkit.thenbs.com/articles/classification#classificationtables>>. Acesso em: 11/04/2018.

DRESCH, A.; LACERDA D. P.; MIGUEL, P. A. C. Uma Análise Distintiva entre o Estudo de Caso, a Pesquisa Ação a *Design Science Research*. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, São Paulo, v.17, n.56, p.1116-1133, abr./jun. 2015.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. 1. ed. BOOKMAN, 2014. 483 p.

FERREIRA, B. M. L. **Desenvolvimento de metodologias BIM de apoio aos trabalhos construtivos de medição e orçamentação**. 2015. 68 f. Dissertação de Mestrado Integrado (em Área Científica), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2015.

GELDER, J. The principles of a classification system for BIM: Uniclass 2015. **Living and Learning: Research for a Better Built Environment**, 49th International Conference of the Architectural Science Association, 2015, p.287-297, 2015.

GRAPHISOFT, 2018: Página digital da companhia, website. Disponível em: <http://www.graphisoft.com/br/info/sobre_a_graphisoft/> Acesso em: 02 mai. 2018.

GRAPHISOFT, 2013. Experimente o BIM com o ARCHICAD. Website **MyArchiCAD.com**. Disponível em: <<https://myarchicad.com/About.aspx>>, Acesso em: 21/05/2018.

HAMIL, S. Building Information Modelling and Interoperability. Website: thinkBIM accelerating change. 2012. Disponível em: <<http://ckegroup.org/thinkbimblog/?p=39>>. Acesso em: 23/08/17.

HITECH. BIM Services, Level of Development (LOD). Disponível em: <<http://www.hitechcaddservices.com/bim/support/level-of-development-lod/>>. Acesso em: 30/08/17.

ISO 12006-2: 2015 (en). Building construction - Organization of information about construction works - Part 2: Framework for classification. Website: *ISO Online Browsing Platform (OBP)*.

Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:12006:-2:ed-2:v1:en>>. Acesso em: 10/04/2018.

JORGENSEN, B.; EMMITT S. Lost in transition: the transfer of lean manufacturing to construction. **Engineering, Construction and Architectural Management**, Emerald Group Publishing Limited, v.15, n.4, p.383-398, 2008.

LACERDA, D. P.; DRESCH A.; PROENÇA, A.; ANTUNES J. A. V. J. *Design Science Research: Método de Pesquisa para a Engenharia de Produção*. **Gestão e Produção**, São Carlos, v.20, n.4, p.741-761, ago. 2013.

LUKKA, K. **The constructive research approach**. In Ojala, L. & Hilmola, O.-P. ed. Case study research in logistics. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, 2003, p.83-101.

LU, Q.; WON J.; CHENG J. A Financial Decision Making Framework for Construction Projects Based on 5D Building Information Modeling (BIM). **International Journal of Project Management 34 – Science Direct**, p.3-21, 2016.

MANZIONE L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 324 f. Tese de Doutorado (Em Engenharia da Construção Civil) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MARINI, I. B. F. **Webinar – Orçamentação 5D e Modelagem BIM**. Sede da Editora PINI, São Paulo-SP, 2017. (Comunicação Oral)

MELHADO, S.; FABRICIO, M.; EMMITT, S.; BOUCHLAGHEM, D. The Building Design Process in the Context of Different Countries, Similarities and differences of professional practices. **Proceedings Architectural Management in the Digital Arena - CIB-W096**, Vienna. p. 241-255, 2011.

MESA, H. A.; MOLENAAR, K. R.; ALARCÓN, L. F. Exploring performance of the integrated project delivery process on complex building projects. **International Journal of Project Management 34 – Science Direct Elsevier**, p.1089-1101, 2016.

MINTO, M. F. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. 329 f. Tese de Doutorado em Engenharia da Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil, 2002.

MONTEIRO, A.; MARTINS, J. P. BIM Modeling for Contractors – Improving Model Takeoffs. In: 29th International Conference. 2012, Beirut, Lebanon. **Proceedings of the – CIB – W78**. Outubro, 2012. P. 324-333.

MOTTER, A. G.; CAMPELO H. Q. **Implantação da Tecnologia BIM em Escritórios de Projetos na Região de Curitiba – Estudos de Caso**. 2014. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (Em Engenharia Civil) da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MORAIS, M.; GRANJA A. D.; RUSCHEL, R. C. Restrições Orçamentárias e Entrega de Valor: Sinergias entre BIM e Custeio-Meta. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v.10, n.1, p.7-27, jan./jun. 2015.

MUZVIMWE M. (2011). 5D BIM Explained. **Faithful Gould**. Disponível em: <<https://www.fgould.com/uk-europe/articles/5d-bim-explained/>>. Acesso em: 13/11/17.

NDBIM. **Vico Software Integrating Construction - O software BIM líder no mercado para a integração do 3D (Escopo), 4D (Custos) e o 5D (Tempo)**. Trimble, 2016. 8p.

OGUNBIYI, O.; OLADAPO, A.; GOULDING, S. Lean procurement: the use of lean construction techniques in project value enhancement. **Joint cib w070, w092 & tg72 international conference on facilities management, procurement systems**, University of Cape Town, Cape Town , South Africa, p 143-149, 2012.

OMNICLASS. **Introduction and User's Guide**. OmniClass™, A Strategy for Classifying the Built Environment. 1. ed. OmniClass™, 2006. 28 p.

OMNICLASS, 2012. Table 23: Products. Website: *OmniClass*. Disponível em: <<http://www.omniclass.org/>>. Acesso em: 10/04/2018.

PARK, J.; CAI H. WBS-based dynamic multi-dimensional BIM database for total construction as-built documentation. **Automation in Construction 77 – Science Direct**, p.15-23, 2017.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 5. ed. Pennsylvania: Global STANDARD Project Management Institute, 2013. 595 p.

ROCHA, C. G.; FORMOSO C. T.; FAZENDA, P. T.; KOSKELA L.; TEZEL A. A Design Science Research in Lean Construction: Process and Outcomes. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 20th.

SAUNDERS, M.; LEWIS, P.; THORNHILL, A. **Research Methods for Business Students**. 15.ed. PEARSON Education, 2009. 614 p.

SHAWN, E. **Synergy of the developed 6D BIM framework and conception of the nd BIM framework and nd BIM process ontology**. 2013. 68 f. Dissertação de Doutorado, Universidade do Sul do Mississipi, EUA, 2013.

SMITH, P. BIM & the 5D Project Cost Manager. **Procedia - Social and Behavioral Sciences 119 – Science Direct**, 27th IPMA World Congress, p.475-484, 2014.

SMITH, P. BIM & the 5D Project Cost Manager. **Procedia - Social and Behavioral Sciences 226 – Science Direct**, 29th IPMA World Congress International Project Management Association 2015, Westin Playa Bonita, Panama, p.193-200, 2016.

SOLIHIN, W.; EASTMAN C. Classification of rules for automated BIM rule checking development. **Automation in Construction 53 – Science Direct**, Georgia Institute of Technology, United States, p.69-82, 2015.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction 18 – Science Direct**, University of Newcastle, Austrália, p.357-375, 2009.

TAKAHASHI, V. P. **Proposta de um modelo de auxílio à tomada de decisão na adoção de técnicas de engenharia simultânea**. 1996. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

TOLEDO, E. BIM Bem Feito. **Revista Estrutura – Espaço**. 3. ed. p. 63-65, abril, 2017.

TRIMBLE. **Vico Office Introduction Training Manual**. Trimble Buildings Confidential, 2016. 110p.

UNICLASS, 2018. Table: Pr Products. Website: *NBS BIM Toolkit*. Disponível em: <<https://toolkit.thenbs.com/articles/classification#classificationtables>>. Acesso em: 11/04/2018.

XU, J. Research on Application of BIM 5D Technology in Central Grand Project. **Procedia – Engineering 174 – Science Direct**, 13th Global Congress on Manufacturing and Management, GCMM 2016, p.600-610, 2017.

WANG, X.; YUNG P.; LUO H.; TRUIJENS M. An innovative method for project control in LNG project through 5D CAD: A case study. **Automation in Construction 45 – Science Direct**, ELSEVIER, junho 2014 p.126-135.

APÊNDICE A – Itens Extraídos da Planilha Fornecida pela Empresa X com a Codificação do Sistema de Classificação.

Apêndice A

Classificação	Descrição do Item
01.13.00	Estrutura
01.13.01	Forma para estrutura sub empreitada (Material, mão de obra e escoramento)
01.13.02	Concreto Estrutural usinado e bombeado 30 Mpa
01.13.03	Armação aço CA-50/60, corte e dobra industrializado e mão de obra de montagem e transporte sub empreitada
02.14.00	Vedações
02.14.01	Alvenaria de vedação em bloco cerâmico de 14 cm.
02.14.02	Aperto com argamassa expansiva de alvenaria de 14 cm
02.14.03	Verga e contra verga
03.15.00	Revestimento Interno de Parede
03.15.01	Chapisco - 2 mm
03.15.02	Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 2 cm
03.15.03	Gesso liso, material e mão de obra sub empreitada
03.15.04	Porcelanato 60x60cm Biancogrês
04.16.00	Revestimento Externo de Parede
04.16.01	Chapisco - 2 mm
04.16.02	Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 3 cm
05.17.00	Revestimento de Tetos
05.17.01	Gesso liso, material e mão de obra sub empreitada
06.18.00	Pisos
06.18.01	Laje de piso h=10cm em concreto armado, com tela soldada dupla
06.18.02	Contrapiso
06.18.03	Acabamento camurçado de piso de concreto
06.18.04	Polimento de concreto aparente (nível zero)
06.18.05	Porcelanato 60x60 Biancogres Polido
06.18.06	Porcelanato 60x60 Biancogres Rústico
06.18.07	Granito Cinza Corumbá
06.18.08	Cimentado
06.18.09	Ladrilho Hidráulico (passeio)
07.19.00	Rodapé
07.19.01	Porcelanato Biancogres Polido h=15cm
07.19.02	Granito Cinza Corumbá h=15cm
07.19.03	Granito Cinza Corumbá h=20cm
08.20.00	Soleira, Peitoril, Chapim
08.20.01	Soleira em granito cinza corumbá
08.20.02	Peitoril em mármore
08.20.03	Chapim em pré-fabricado de concreto
09.21.00	Esquadrias de Madeira
09.21.01	Porta prancheta de madeira - P01 - 60x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios
09.21.02	Porta prancheta de madeira com chapa de aço inox escovado h=50cm nas duas faces - P02C - 90x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios
10.22.00	Esquadrias Metálicas
10.22.01	Esquadrias de ferro
10.22.01.01	Porta em aço de enrolar
10.22.01.02	Portão de garagem metálico
10.22.02	Esquadrias de alumínio
10.22.02.01	Contramarco de esquadrias de alumínio
10.22.02.02	Portas de alumínio com vidro
10.22.02.03	Esquadrias de alumínio com vidro
10.22.02.04	Esquadrias em veneziana de alumínio
11.23.00	Forros
11.23.01	Forro de gesso (mão de obra e material sub empreitados)
12.24.00	Impermeabilizações
12.24.01	Impermeabilização com manta - 2 cm de regularização (mão de obra sub empreitada) + manta asfáltica 4mm (material e mão de obra sub empreitada + 3 cm de proteção mecânica (mão de obra)

12.24.02	Impermeabilização de área molhada - 2 cm de regularização + impermeabilização com argamassa polimérica bicomponente
13.25.00	Bancadas
13.25.01	Bancada em granito cinza corumbá
14.26.00	Serralheria e Vidros
14.26.01	Corrimão metálico com pintura esmalte
14.26.02	Guarda-corpo metálico com pintura esmalte
14.26.03	Escada de marinho com pintura esmalte
14.26.04	Alçapão metálico 80x80cm com pintura esmalte
14.26.05	Espelho
15.28.00	Elevador
15.28.01	Elevador
15.28.02	Apoio civil elevador
16.29.00	Pintura
16.29.01	Pintura látex sem massa. Sub empreitado material e mão de obra.
16.29.02	Pintura látex com massa. Sub empreitado material e mão de obra.
16.29.03	Pintura acrílica sem massa. Sub empreitado material e mão de obra.
16.29.04	Pintura acrílica com massa. Sub empreitado material e mão de obra.
16.29.05	Textura (fachada)
16.29.06	Pintura óleo sem massa. Sub empreitado material e mão de obra.
17.30.00	Louças, Metais e Acessórios
17.30.01	Bacia com caixa acoplada Deca Vogue Plus (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.02	Bacia para PNE ou similar
17.30.03	Cuba quadrada de semi-encaixe Deca L830 (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.04	Lavatório suspenso Deca L915 (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.05	Cuba de metal Strake número 01 (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.06	Torneira para lavatório mesa DECA LINK 1197 C LINK (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.07	Torneira para lavatório fechamento automático DECA LINK 1172 C LNK (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.08	Torneira
17.30.09	Torneira para pia de mesa 1167 C59Fast (substituído pelo cliente por uma linha inferior)
17.30.10	Barras de apoio
17.30.11	Válvula de descarga
17.30.12	Ducha manual higiênica
17.30.13	Dispenser de papel toalha
17.30.14	Dispenser de papel higiênico
17.30.15	Dosador de sabonete líquido
17.30.16	Ralo
18.31.00	Telhados e Coberturas
18.31.01	Telhado em telhas metálicas trapezoidal com pintura branca, inclusive estrutura de sustentação.
18.31.02	Calha
18.31.03	Rufo
19.32.00	Outros
19.32.01	Meio-fio
19.32.02	Jardim - terra vegetal e grama e paisagismo
19.32.03	Árvores de grande porte propostas para plantio

APÊNDICE B – Sistema de Classificação com o Preço Unitário.

Sistema de Classificação com o Preço Unitário

Obra: Pesquisa de Mestrado – Gabriel Tassara				
CÓDIGO ITEM	DESCRIÇÃO	COMP.	UNID.	PREÇO UNIT. (R\$)
01.13.00	Estrutura			
01.13.01	Forma para estrutura sub empreitada (Material, mão de obra e escoramento)	IS3077	m2	76,50
01.13.02	Concreto Estrutural usinado e bombeado 30 Mpa	CE3010	m3	310,58
01.13.03	Armação aço CA-50/60, corte e dobra industrializado e mão de obra de montagem e transporte sub empreitada	CE2007	kg	6,09
01.13.20	Estrutura de Concreto armado.		m3	1.624,72
02.14.00	Vedações			
02.14.01	Alvenaria de vedação em bloco cerâmico de 14 cm.	CA1019	m2	46,68
02.14.02	Aperto com argamassa expansiva de alvenaria de 14 cm	CA1029	m	5,62
02.14.03	Verga e contra verga	CE4007	m	39,85
03.15.00	Revestimento Interno de Parede			
03.15.01	Chapisco - 2 mm	CR3002	m2	6,09
03.15.02	Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 2 cm	CR3063	m2	27,67
03.15.03	Gesso liso, material e mão de obra sub empreitada	IS5418	m2	20,00
03.15.04	Porcelanato 60x60cm Biancogrês	CR5207	m2	105,21
04.16.00	Revestimento Externo de Parede			
04.16.01	Chapisco - 2 mm	CR3002	m2	6,09
04.16.02	Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 3 cm	CR3064	m2	34,24
05.17.00	Revestimento de Tetos			
05.17.01	Gesso liso, material e mão de obra sub empreitada	IS5418	m2	20,00
06.18.00	Pisos			
06.18.01	Laje de piso h=10cm em concreto armado, com tela soldada dupla	CE6010	m2	73,42
06.18.02	Contrapiso	CR5003	m2	21,76
06.18.03	Acabamento camurçado de piso de concreto	IS5231	m2	7,00
06.18.04	Polimento de concreto aparente (nível zero)	IS5214	m2	7,50
06.18.05	Porcelanato 60x60 Biancogres Polido	CR5207	m2	105,21
06.18.06	Porcelanato 60x60 Biancogres Rústico	CR5171	m2	106,77
06.18.07	Granito Cinza Corumbá	CR5079	m2	263,69
06.18.08	Cimentado	CR5005	m2	25,92
06.18.09	Ladrilho Hidráulico (passeio)	CR5010	m2	83,58
07.19.00	Rodapé			
07.19.01	Porcelanato Biancogres Polido h=15cm	CR1029	m	32,83
07.19.02	Granito Cinza Corumbá h=15cm	CR1222	m	62,95
07.19.03	Granito Cinza Corumbá h=20cm	CR1223	m	73,57

08.20.00	Soleira, Peitoril, Chapim			
08.20.01	Soleira em granito cinza corumbá	CR1188	m	75,50
08.20.02	Peitoril em mármore	CR1205	m	90,18
08.20.03	Chapim em pré-fabricado de concreto	CR1015	m	34,67
09.21.00	Esquadrias de Madeira			
09.21.01	Porta prancheta de madeira - P01 - 60x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios	IS5720	un	380,00
09.21.02	Porta prancheta de madeira com chapa de aço inox escovado h=50cm nas duas faces - P02C - 90x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios	IS5894	un	500,00
09.31.00	Esquadria de Madeira			
09.31.01	Porta Genérica P01		un	465,15
09.31.02	Porta Genérica P02C		un	619,76
10.22.00	Esquadrias Metálicas			
10.22.01	Esquadrias de ferro			
10.22.01.01	Porta em aço de enrolar	IS5723	m2	450,00
10.22.01.02	Portão de garagem metálico	IS5849	m2	540,00
10.22.20.01	Porta de enrolar - Material Genérico		m2	468,42
10.22.20.02	Portão de garagem genérico		m2	540,00
10.22.02	Esquadrias de alumínio			
10.22.02.01	Contramarco de esquadrias de alumínio	CQ2001	m2	72,22
10.22.02.02	Portas de alumínio com vidro	IS5919	m2	360,00
10.22.02.03	Esquadrias de alumínio com vidro	IS5713	m2	360,00
10.22.02.04	Esquadrias em veneziana de alumínio	IS5704	m2	387,00
10.22.20.03	Portas Genéricas		m2	486,33
10.22.20.04	Janelas Genéricas		m2	555,26
11.23.00	Forros			
11.23.01	Forro de gesso (mão de obra e material sub empreitados)	IS5420	m2	55,00
12.24.00	Impermeabilizações			
12.24.01	Impermeabilização com manta - 2 cm de regularização (mão de obra sub empreitada) + manta asfáltica 4mm (material e mão de obra sub empreitada + 3 cm de proteção mecânica (mão de obra sub empreitada)	CM1049	m2	100,67
12.24.02	Impermeabilização de área molhada - 2 cm de regularização + impermeabilização com argamassa polimérica bicomponente	CM1035	m2	48,53
13.25.00	Bancadas			
13.25.01	Bancada em granito cinza corumbá	CR1086	m2	428,30
14.26.00	Serralheria e Vidros			
14.26.01	Corrimão metálico com pintura esmalte	IS4119	m	75,00
14.26.02	Guarda-corpo metálico com pintura esmalte	IS4118	m2	205,00
14.26.03	Escada de marinho com pintura esmalte	IS4015	un	400,00
14.26.04	Alçapão metálico 80x80cm com pintura esmalte	IS4094	un	400,00

14.26.05	Espelho	IS5620	m2	250,00
15.28.00	Elevador			
15.28.01	Elevador	IS7128	un	70.000,00
15.28.02	Apoio civil elevador	IS6704	vb	5.000,00
15.28.20	Elevador instalado		vb	75.000,00
16.29.00	Pintura			
16.29.01	Pintura látex sem massa. Sub empreitado material e mão de obra.	IS5411	m2	10,80
16.29.02	Pintura látex com massa. Sub empreitado material e mão de obra.	IS5404	m2	16,20
16.29.03	Pintura acrílica sem massa. Sub empreitado material e mão de obra.	IS5413	m2	11,70
16.29.04	Pintura acrílica com massa. Sub empreitado material e mão de obra.	IS5412	m2	17,10
16.29.05	Textura (fachada)	IS5493	m2	21,60
16.29.06	Pintura óleo sem massa. Sub empreitado material e mão de obra.	IS5521	m2	13,50
17.30.00	Louças, Metais e Acessórios			
17.30.01	Bacia com caixa acoplada Deca Vogue Plus (substituído pelo cliente por uma linha inferior)	CO6014	un	442,78
17.30.02	Bacia para PNE ou similar	CO6011	un	547,78
17.30.03	Cuba quadrada de semi-encaixe Deca L830 (substituído pelo cliente por uma linha inferior)	CO6035	un	418,17
17.30.04	Lavatório suspenso Deca L915 (substituído pelo cliente por uma linha inferior)	CO6270	un	207,51
17.30.05	Cuba de metal Strake número 01 (substituído pelo cliente por uma linha inferior)	CO6004	un	237,88
17.30.06	Torneira para lavatório mesa DECA LINK 1197 C LINK (substituído pelo cliente por uma linha inferior)	CO6217	un	300,53
17.30.07	Torneira para lavatório fechamento automático DECA LINK 1172 C LNK (substituído pelo cliente por uma linha inferior)	CO6093	un	185,53
17.30.08	Torneira	CO6072	un	36,06
17.30.09	Torneira para pia de mesa 1167 C59Fast (substituído pelo cliente por uma linha inferior)	CO6245	un	175,53
17.30.10	Barras de apoio	CX0025	un	288,29
17.30.11	Válvula de descarga	CO6168	un	226,16
17.30.12	Ducha manual higiênica	CO6037	un	177,19
17.30.13	Dispenser de papel toalha	CO6273	un	67,27
17.30.14	Dispenser de papel higiênico	CO6272	un	67,27
17.30.15	Dosador de sabonete líquido	CO6111	un	67,27
17.30.16	Ralo	CO6071	un	54,37
17.30.21	Itens Genéricos para Banheiro Padrão		un	1.899,87
17.30.22	Itens Genéricos para Banheiro PNE		un	2.078,02
17.30.23	Itens Genéricos para Copa		un	1.147,57
17.30.24	Itens Genéricos para ARS		un	90,43
18.31.00	Telhados e Coberturas			
18.31.01	Telhado em telhas metálicas trapezoidal com pintura branca, inclusive estrutura de sustentação.	IS7726	m2	100,00
18.31.02	Calha	CC3002	m	89,70
18.31.03	Rufo	CC3003	m	49,58

18.31.20	Telhado Genérico		m2	152,81
19.32.00	Outros			
19.32.01	Meio-fio	CV0004	m	24,70
19.32.02	Jardim - terra vegetal e grama e paisagismo	IS7041	m2	20,00
19.32.03	Árvores de grande porte propostas para plantio	IS7123	un	500,00

**APÊNDICE C – Planilhas do Excel com Interface ao Vico Office dos
Componentes do Sistema de Classificação e Orçamentação.**

Code level 1	Code level 2	Code level 3	Code level 4	Code level 5	Code level 6	Code level 7	Description	Source Quantity	Consumption	UNIT/UOM	Waste	UOM	Unit Cost
01.							PLANILHA ORÇAMENTÁRIA ED. Comercial - LOD 200						
	01.13.						Estrutura						
		01.13.20.					Estrutura de Concreto armado	Pilar.Net Volume+ Viga.Net Volume+ Escada - 001.CAD_Volume+ Escada - 002.CAD_Volume+	1,00	m3/m3	1,00	m3	1624,72
	02.14.						Vedações						
		02.14.01.					Alvenaria de vedação em bloco cerâmico de 14 cm	Parede.Reference Side Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	203,78
	05.17.						Revestimento Interno de Tetos						
		05.17.01.					Pintura Latex sem massa e Gesso liso, material e mão de obra subpremiada	Laje.Bottom Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	30,80
	06.18.						Pisos						
		06.18.02.					Contrapiso	Rampa.Top Surface Area+Laje.Top Surface Area+ Passeio.Bottom Surface Area+ Piso Estacionamento.Bottom Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	134,25
	09.31.						Esquadria de Madeira						
		09.31.01.					Porta Genérica P01	P01.Count	1,00	um/um	1,00	um	465,15
		09.31.02.					Porta Genérica P02C	P02.Count	1,00	um/um	1,00	um	619,76
	10.22.						Esquadrias Metálicas						
		10.22.01.					Esquadrias de ferro						
			10.22.01.21.				Porta de enrolar - Material Genérico	P03.Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	468,42
			10.22.01.21.				Portão de garagem genérico	P09.Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	540,00
		10.22.02					Esquadrias de alumínio						
			10.22.02.23.				Portas Genéricas	P04.Surface Area+ P05.Surface Area+ P06.Surface Area+ P07.Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	486,33
			10.22.02.24.				Janelas Genéricas	J01.Surface Area+ J02.Surface Area+ J03.Surface Area+ J04.Surface Area+ J05.Surface Area+ J06.Surface Area+ J07.Surface Area+ J08.Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	555,26
	11.23.						Forros						
		11.23.01.					Forro de gesso (mão de obra e material subpremiados)	Laje.Top Surface Area*0,05	1,00	m2/m2	1,00	m2	55,00
	14.26.						Serralheria e vidros						
		14.26.01.					Corrimão metálico com pintura esmalte	Guarda-Corpo - 001.CAD_Length+ Guarda-Corpo - 002.CAD_Length+ Guarda-Corpo - 006.CAD_Length+ Guarda-Corpo - 007.CAD_Length+ Guarda-Corpo - 008.CAD_Length+ Guarda-Corpo - 009.CAD_Length+ Guarda-Corpo - 010.CAD_Length+ Guarda-Corpo - 011.CAD_Length+ Guarda-Corpo - 012.CAD_Length	1,00	m/m	1,00	m	75,00
		14.26.02.					Guarda-corpo metálico com pintura esmalte	1,00	1,00	m2/m2	1,00	m2	205,00
		14.26.03.					Escada de marinho com pintura esmalte	Escada Marinho.Count	1,00	um/um	1,00	um	400,00
		14.26.04.					Alçapão metálico 80x80cm com pintura esmalte	Alçapão.Count	1,00	um/um	1,00	um	400,00
	15.28.						Elevador						
		15.28.20.					Elevador instalado	Elevador.Count	1,00	vb/vb	1,00	vb	75000,00
	17.30.						Louças, Metais e Acessórios						
		17.30.21.					Itens Genéricos para Banheiro Padrão	Vaso Padrão.Count	1,00	um/um	1,00	um	1899,87
		17.30.22.					Itens Genéricos para Banheiro PNE	Vaso PNE.Count	1,00	um/um	1,00	um	2078,02
		17.30.23.					Itens Genéricos para Copa	Bancada Copa.Count	1,00	um/um	1,00	um	1147,57
		17.30.24.					Itens Genéricos para ARS	Torneira.Count	1,00	um/um	1,00	um	90,43
	18.31.						Telhados e Coberturas						
		18.31.20.					Telhado Genérico	Telhado.Top Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	152,81
	19.32.						Outros						
		19.32.01.					Meio-fo	(Passeio.Edge Length)*2,24	1,00	m/m	1,00	m	24,70
		19.32.02.					Jardim - terra vegetal e grama e paisagismo	Malha-001.Top Surface Area+ Malha-002.Top Surface Area+ Malha-003.Top Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	20,00
		19.32.03.					Arvores de grande porte propostas para plantio	Arvore.Count	1,00	um/um	1,00	um	500,00

Code level 1	Code level 2	Code level 3	Code level 4	Code level 5	Code level 6	Code level 7	Description	Source Qty	Consumption	UNIT/UOM	Waste	UOM	Unit Cost
01.							PLANILHA ORÇAMENTÁRIA ED. Comercial - LOD 300						
	01.13.						Estrutura						
		01.13.01.					Forma Para Estrutura Sub-empregada (material, mão de obra e escoramento)	Laje.Top Surface Area+ Viga.Opposite Reference Side Surface Area+ Viga.Top Surface Area+ Pilar.Vertical Surface Area+ Pilar.Top Surface Area+ 4*(Escada - 001.CAD_Volume+ Escada - 002.CAD_Volume+ Escada - 003.CAD_Volume+ Escada - 004.CAD_Volume+ Escada - 005.CAD_Volume)	1,00	m2/m2	1,00	m2	76,50
		01.13.02.					Concreto Estrutural usinado e bombeado 30 Mpa	Laje 02.Net Volume+ Pilar.Net Volume+ Laje.Net Volume+ Escada - 001.CAD_Volume+ Escada - 004.CAD_Volume+ Escada - 005.CAD_Volume+ Escada - 002.CAD_Volume+ Escada - 003.CAD_Volume+ Viga.CAD_Volume	1,00	m3/m3	1,00	m3	310,58
		01.13.03.					Armação aço CA-50/60, corte e dobra industrializado e mão de obra de montagem e transporte subempregada	(Viga.Net Volume+ Pilar.Net Volume+ Laje.Net Volume+ Escada - 001.CAD_Volume+ Escada - 004.CAD_Volume+ Escada - 005.CAD_Volume+ Escada - 002.CAD_Volume+ Escada - 003.CAD_Volume)*100	1,00	kg/m3	1,00	kg	6,09
	02.14.						Vedações						
		02.14.01.					Alvenaria de vedação em bloco cerâmico de 14 cm, com belgo fix, chapisco colante e argamassa de assentamento industrializada	Parede 01.Opposite Side Surface Area+ Parede 00.Opposite Side Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	46,68
		02.14.02.					Aperto com argamassa expansiva de alvenaria de 14 cm	Parede 01.Length	1,00	m/m	1,00	m	5,62
		02.14.03.					Verga e contra-verga	2*(J01.Width+ J02.Width+ J03.Width+J04.Width+ J05.Width+ J06.Width+ J07.Width+ J09.Width)+(P01.Width+ P02.Width+ P03.Width+ P04.Width+ P05.Width +P06.Width+ P07.Width)	1,00	m/m	1,00	m	39,85
	03.15.						Revestimento Interno de Paredes						
		03.15.01.					Chapisco - 2 mm	Revest Int. 01.Opposite Side Surface Area+ Rev. Int. 01.Opposite Side Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	6,09
		03.15.02.					Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 2 cm	Revest Int. 02.Opposite Side Surface Area+ Rev. Int. 02.Opposite Side Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	27,67
		03.15.03.					Gesso liso, material e mão de obra subempregada	Revest Int. 03.Opposite Side Surface Area+ Rev. Int. 03.Opposite Side Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	20,00
		03.15.04.					Porcelanato 60x60cm BiancoGrés	Revest Int. 04.Opposite Side Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	105,21
	04.16.						Revestimento Externo de Paredes						
		04.16.01.					Chapisco - 2 mm	Revest Ext. 01.Opposite Side Surface Area+ Rev. Ext. 01.Opposite Side Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	6,09
		04.16.02.					Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 3 cm	Revest Ext. 02.Opposite Side Surface Area+ Rev. Ext. 02.Opposite Side Surface Area+ Rev. Ext. 02.Reference Side Opening Surface Area+ Revest Ext. 02.Opposite Reference Side Opening Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	34,24
	05.17.						Revestimento Interno de Tetos						
		05.17.01.					Gesso liso, material e mão de obra subempregada	Rev Int Teto.Top Surface Area+ Rev Int teto.Top Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	20,00
	06.18.						Piso						
		06.18.01.					Laje de piso h=10cm em concreto armado, com tela soldada dupla	Piso 01.Bottom Surface Area+ Piso 03.Bottom Surface Area+ Piso 04.Bottom Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	73,42
		06.18.02.					Contra piso	Piso 02.Top Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	21,76
		06.18.03.					Acabamento camurçado de piso de concreto	Piso 03.Top Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	7,00
		06.18.04.					Polimento de concreto aparente (nível zero)	Piso 04.Top Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	7,50
		06.18.05.					Porcelanato 60x60 BiancoGrés Polido	Piso 05.Top Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	105,21
		06.18.06.					Porcelanato 60x60 BiancoGrés Rústico	Piso 06.Top Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	106,77
		06.18.07.					Granito Cinza Corumbá	Piso 07.Top Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	263,69
		06.18.08.					Cimentado	Piso 08.Top Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	25,92
		06.18.09.					Ladrilho Hidráulico (passeio)	Piso 09.Top Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	83,58
	07.19.						Rodapé						
		07.19.01.					Porcelanato BiancoGrés Polido h=15cm	Rodapé 01.Length	1,00	m/m	1,00	m	32,83
		07.19.02.					Granito Cinza Corumbá h=15cm	Rodapé 02.Length	1,00	m/m	1,00	m	62,95
		07.19.03.					Granito Cinza Corumbá h=20cm	Rodapé 04.Length	1,00	m/m	1,00	m	73,57
	08.20.						Soleira, Peitoril, Chapim						
		08.20.01.					Soleira em granito cinza corumbá	P01.Width+ P02.Width+ P03.Width+ P04.Width+ P05.Width+ P06.Width+ P07.Width+ P08.Width	1,00	m/m	1,00	m	75,50
		08.20.02.					Peitoril em mármore	J01.Width+ J02.Width+ J03.Width+ J04.Width+ J05.Width+ J06.Width+ J07.Width+ J08.Width	1,00	m/m	1,00	m	90,18
		08.20.03.					Chapim em pré-fabricado de concreto	Chapim.Edge Perimeter/2	1,00	m/m	1,00	m	34,67
	09.21.						Esquadrias de Madeira						
		09.21.01.					Porta prancheta de madeira - P01 - 60x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios	P01.Count	1,00	un/um	1,00	um	380,00
		09.21.02.					Porta prancheta de madeira com chapa de aço inox escovado h=50cm nas duas faces - P02C - 90x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios	P02.Count	1,00	un/um	1,00	um	500,00
	10.22.						Esquadrias metálicas e vidros						
		10.22.01.					Esquadrias de ferro						

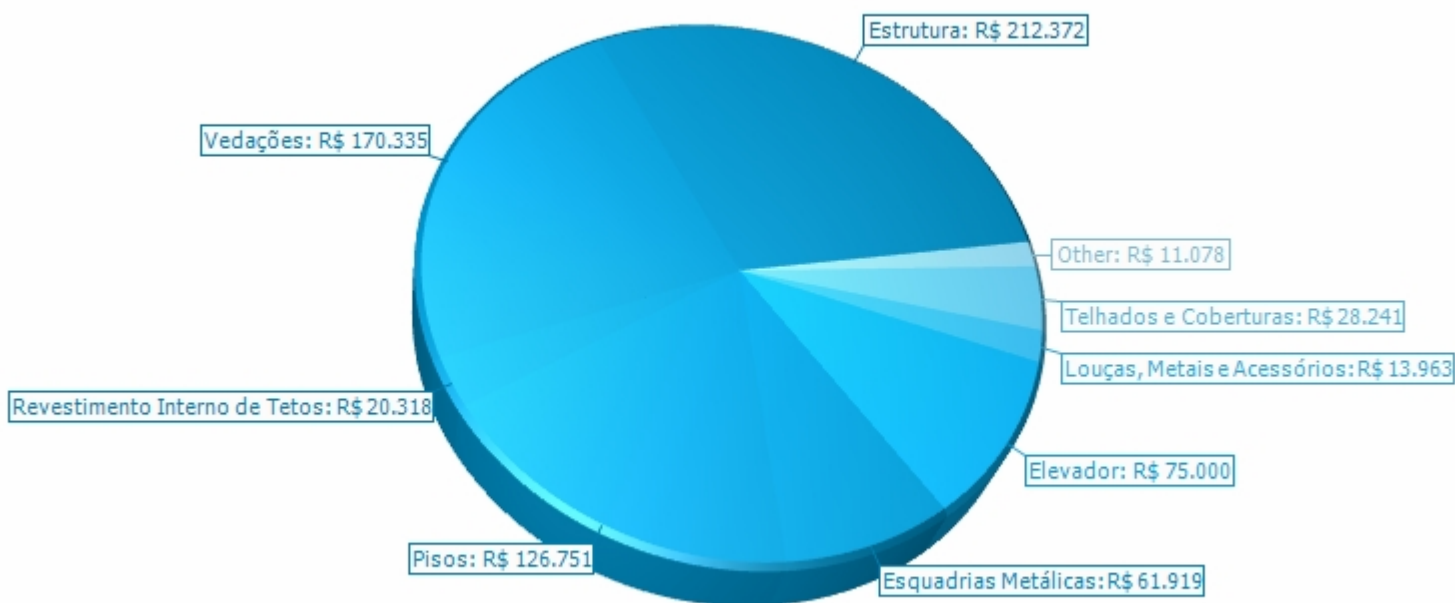
		10.22.01.01			Porta em aço de enrolar	P05.Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	450,00
		10.22.01.02			Portão de garagem metálico	P09.Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	540,00
		10.22.02.			Esquadrias de alumínio						
		10.22.02.01.			Contra-marco de esquadrias de alumínio	J01.Surface Area+ J02.Surface Area+ J03.Surface Area+ J04.Surface Area+ J05.Surface Area+ J06.Surface Area+ J07.Surface Area+ J09.Surface Area+ P04.Surface Area+ P06.Surface Area+ P07.Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	72,22
		10.22.02.02.			Portas de alumínio com vidro	P04.Surface Area+ P07.Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	360,00
		10.22.02.03.			Esquadrias de alumínio com vidro	J01.Surface Area+ J02.Surface Area+ J03.Surface Area+ J04.Surface Area+ J05.Surface Area+ J06.Surface Area+ J07.Surface Area+ J09.Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	360,00
		10.22.02.04.			Esquadrias em veneziana de alumínio	J03.Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	387,00
		11.23.			Forros						
		11.23.01.			Forno de gesso (mão de obra e material subempreitados)	Forno.Top Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	55,00
		12.24.			Impermeabilizações						
		12.24.01.			Impermeabilização com manta - 2 cm de regularização (mão de obra subempreitada) + manta asfáltica 4 mm (material e mão de obra subempreitada) + 3 cm de proteção mecânica (mão de obra subempreitada)	Imperm. 01.Top Surface Area+ Imperm. 01.Edge Perimeter*0.5	1,00	m2/m2	1,00	m2	100,67
		12.24.02.			Impermeabilização de área molhada - 2 cm de regularização + impermeabilização com argamassa polimérica bicomponente	(Imperm 02.Top Surface Area+ Imperm. 02.Top Surface Area)+(Imperm 02.Edge Perimeter*0.5+ Imperm. 02.Edge Perimeter*0.5)	1,00	m2/m2	1,00	m2	48,53
		13.25.			Bancadas						
		13.25.01.			Bancada em granito cinza corumbá	(Bancada.Edge Surface Area+ Bancada.Copa.Edge Surface Area+ Bancada.IS.Edge Surface Area)* Bancada.Count	1,00	m2/m2	1,00	m2	428,30
		14.26.			Serralheria e vidros						
		14.26.01.			Corrimão metálico com pintura esmalte	Guarda-Corpo - 001.CAD_Length+ Guarda-Corpo - 002.CAD_Length+ Guarda-Corpo - 005.CAD_Length+ Guarda-Corpo - 007.CAD_Length+ Guarda-Corpo - 009.CAD_Length+ Guarda-Corpo - 010.CAD_Length+ Guarda-Corpo - 011.CAD_Length+ Guarda-Corpo - 012.CAD_Length	1,00	m/m	1,00	m	75,00
		14.26.02.			Guarda-corpo metálico com pintura esmalte	Corrimão.CAD_Length	1,00	m2/m2	1,00	m2	205,00
		14.26.03.			Escada de marinho com pintura esmalte	Escada.Marinheiro.Count	1,00	un/um	1,00	um	400,00
		14.26.04.			Alçapão metálico 80x80cm com pintura esmalte	Alçapão.Count	1,00	un/um	1,00	um	400,00
		14.26.05.			Espelho	Espelho.Count	1,00	m2/m2	1,00	m2	250,00
		15.28.			Elevador						
		15.28.01.			Elevador	Elevador.Count	1,00	un/um	1,00	um	70000,00
		15.28.02.			Apoio civil elevador	Elevador.Count	1,00	vb/um	1,00	vb	5000,00
		16.29.			Pintura						
		16.29.01.			Pintura látex sem massa. Subempreitado material e mão de obra.	Pintura 01.Top Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	10,80
		16.29.02.			Pintura látex com massa. Subempreitado material e mão de obra.	Pintura 02.Top Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	16,20
		16.29.03.			Pintura acrílica sem massa. Subempreitado material e mão de obra.	Pintura 03.Opposite Side Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	11,70
		16.29.04.			Pintura acrílica com massa. Subempreitado material e mão de obra.	Pintura 04.Opposite Side Surface Area+ Pintura 04.Opposite Reference Side Opening Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	17,10
		16.29.05.			Textura (fachada)	Pintura 05.Opposite Side Surface Area+ Pintura 05.Reference Side Opening Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	21,60
		16.29.06.			Pintura óleo sem massa. Subempreitado material e mão de obra.	Pintura 06.Opposite Side Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	13,50
		17.30.			Louças, Metais e Acessórios						
		17.30.01.			Bacia com caixa acoplada Deca Vogue Plus ou similar	Vaso Padrão.Count	1,00	un/um	1,00	um	442,78
		17.30.02.			Bacia para PNE ou similar	Vaso PNE.Count	1,00	un/um	1,00	um	547,78
		17.30.03.			Cuba quadrada de semi-encaixe Deca L830 ou similar	Lavatório Padrão.Count	1,00	un/um	1,00	um	418,17
		17.30.04.			Lavatório suspenso Deca L915 ou similar	Lavatório PNE.Count	1,00	un/um	1,00	um	207,51
		17.30.05.			Cuba de metal Strake número 01 ou similar	Cuba.Count	1,00	un/um	1,00	um	237,88
		17.30.06.			Torneira para lavatório mesa DECA LINK 1197 C LINK ou similar	Torneira padrão.Count	1,00	un/um	1,00	um	300,53
		17.30.07.			Torneira para lavatório fechamento automático DECA LINK 1172 C LNK ou similar	Torneira PNE.Count	1,00	un/um	1,00	um	185,53
		17.30.08.			Torneira	Torneira.Count	1,00	un/um	1,00	um	36,06
		17.30.09.			Torneira para pia de mesa 1167 C59Fast ou similar	Torneira copa.Count	1,00	un/um	1,00	um	175,53
		17.30.10.			Barra de apoio	Barra Apoio.Count	1,00	un/um	1,00	um	288,29
		17.30.11.			Válvula de descarga	Vaso PNE.Count	1,00	un/um	1,00	um	226,16
		17.30.12.			Ducha manual higiênica	Vaso Padrão.Count+ Vaso PNE.Count	1,00	un/um	1,00	um	177,19
		17.30.13.			Dispenser de papel toalha	Padrão.Count+Lavatório PNE.Count+ Torneira copa.Count	1,00	un/um	1,00	um	67,27
		17.30.14.			Dispenser de papel higiênico	Vaso Padrão.Count+ Vaso PNE.Count	1,00	un/um	1,00	um	67,27
		17.30.15.			Dosador de sabonete líquido	Lavatório Padrão.Count+ Lavatório PNE.Count+ Torneira copa.Count	1,00	un/um	1,00	um	67,27
		17.30.16.			Ralo	Torneira.Count	1,00	un/um	1,00	um	54,37
		18.31.			Telhados e Coberturas						
		18.31.01.			Telhado em telhas metálicas trapezoidal com pintura branca, inclusive estrutura de sustentação		1,00	m2/m2	1,00	m2	100,00
		18.31.02.			Calha		1,00	m/m	1,00	m	89,70
		18.31.03.			Rufo		1,00	m/m	1,00	m	49,58
		19.32.			Outros						
		19.32.01.			Melo-fo	Jardim.Edge Length/2	1,00	m/m	1,00	m	24,70
		19.32.02.			Jardim - terra vegetal e grama e paisagismo	Jardim.Top Surface Area	1,00	m2/m2	1,00	m2	20,00
		19.32.03.			Árvores de grande porte propostas para plantio	Árvore.Count	1,00	un/um	1,00	um	500,00

APÊNDICE D – Estimativa de Custos do Modelo LOD 200 Exportado do Archicad e na Extensão de IFC.

001 TESE GF LOD200 PLN (R9)



Cost Plan Report



Project Name: 001 TESE GF LOD200 PLN (R9)

Code	Description	Quantity	Unit	Unit Cost	Total Price
01.	PLANILHA ORÇAMENTÁRIA ED. Comercial - LOD 200	1,00	-	719.977,08	719.977,08
01.13.	Estrutura	1,00	-	212.372,02	212.372,02
01.13.20.	Estrutura de Concreto armado	130,71	m3	1.624,72	212.372,02
02.14.	Vedações	1,00	-	170.334,78	170.334,78
02.14.01.	Alvenaria de vedação em bloco cerâmico de 14 cm	835,88	m2	203,78	170.334,78
05.17.	Revestimento Interno de Tetos	1,00	-	20.318,04	20.318,04
05.17.01.	Pintura Latex sem massa e Gesso liso, material e mão de obra subempreitada	659,68	m2	30,80	20.318,04
06.18.	Pisos	1,00	-	126.750,60	126.750,60
06.18.02.	Contrapiso	944,14	m2	134,25	126.750,60
09.31.	Esquadria de Madeira	1,00	-	2.945,51	2.945,51
09.31.01.	Porta Genérica P01	5,00	um	465,15	2.325,75
09.31.02.	Porta Genérica P02C	1,00	um	619,76	619,76
10.22.	Esquadrias Metálicas	1,00	-	61.919,46	61.919,46
10.22.01.	Esquadrias de ferro	1,00	-	4.444,62	4.444,62

Project Name: 001 TESE GF LOD200 PLN (R9)

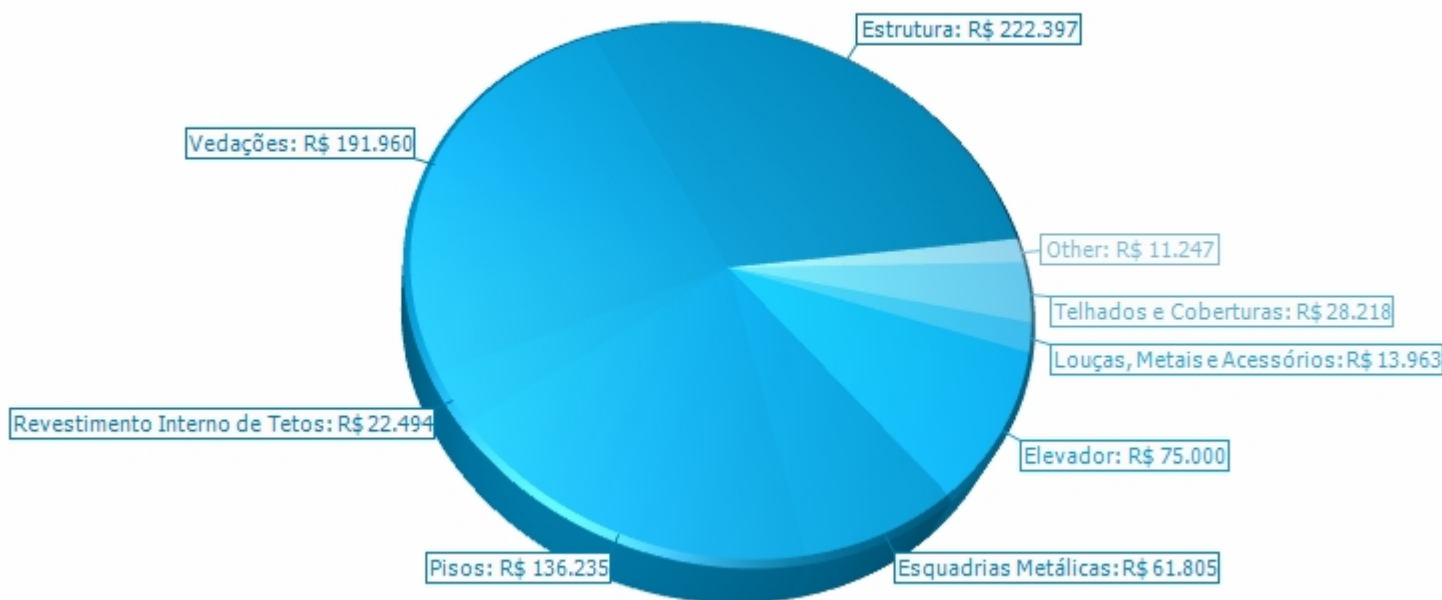
Code	Description	Quantity	Unit	Unit Cost	Total Price
10.22.20.01	Porta de enrolar - Material Genérico	3,55	m2	468,42	1.661,82
10.22.20.02	Portão de garagem genérico	5,15	m2	540,00	2.782,80
10.22.02	Esquadrias de alumínio	1,00	-	57.474,84	57.474,84
10.22.20.03	Portas Genéricas	38,92	m2	486,33	18.926,27
10.22.20.04	Janelas Genéricas	69,42	m2	555,26	38.548,56
11.23.	Forros	1,00	-	1.814,11	1.814,11
11.23.01.	Forro de gesso (mão de obra e material subempreitados)	32,98	m2	55,00	1.814,11
14.26.	Serralheria e vidros	1,00	-	4.530,46	4.530,46
14.26.01.	Corrimão metálico com pintura esmalte	36,34	m	75,00	2.725,46
14.26.02.	Guarda-corpo metálico com pintura esmalte	1,00	m2	205,00	205,00
14.26.03.	Escada de marinheiro com pintura esmalte	2,00	um	400,00	800,00
14.26.04.	Alçapão metálico 80x80cm com pintura esmalte	2,00	um	400,00	800,00
15.28.	Elevador	1,00	-	75.000,00	75.000,00
15.28.20.	Elevador instalado	1,00	vb	75.000,00	75.000,00
17.30.	Louças, Metais e Acessórios	1,00	-	13.962,94	13.962,94
17.30.21.	Itens Genéricos para Banheiro Padrão	5,00	um	1.899,87	9.499,35
17.30.22.	Itens Genéricos para Banheiro PNE	1,00	um	2.078,02	2.078,02
17.30.23.	Itens Genéricos para Copa	2,00	um	1.147,57	2.295,14
17.30.24.	Itens Genéricos para ARS	1,00	um	90,43	90,43
18.31.	Telhados e Coberturas	1,00	-	28.241,43	28.241,43
18.31.20.	Telhado Genérico	184,81	m2	152,81	28.241,43
19.32.	Outros	1,00	-	1.787,72	1.787,72
19.32.01.	Meio-fio	16,52	m	24,70	408,05
19.32.02.	Jardim - terra vegetal e grama e paisagismo	43,98	m2	20,00	879,68
19.32.03.	Árvores de grande porte propostas para plantio	1,00	um	500,00	500,00
#1000	Alternatives	1,00		0,00	0,00

Total Project Cost: 719.977,08

001 TESE GF LOD200 IFC (R9)



Cost Plan Report



Project Name: 001 TESE GF LOD200 IFC (R9)

Code	Description	Quantity	Unit	Unit Cost	Total Price
01.	PLANILHA ORÇAMENTÁRIA ED. Comercial - LOD 200	1,00	-	763.317,55	763.317,55
01.13.	Estrutura	1,00	-	222.396,78	222.396,78
01.13.20.	Estrutura de Concreto armado	136,88	m3	1.624,72	222.396,78
02.14.	Vedações	1,00	-	191.959,76	191.959,76
02.14.01.	Alvenaria de vedação em bloco cerâmico de 14 cm	942,00	m2	203,78	191.959,76
05.17.	Revestimento Interno de Tetos	1,00	-	22.494,02	22.494,02
05.17.01.	Pintura Latex sem massa e Gesso liso, material e mão de obra subempreitada	730,33	m2	30,80	22.494,02
06.18.	Pisos	1,00	-	136.235,21	136.235,21
06.18.02.	Contrapiso	1.014,79	m2	134,25	136.235,21
09.31.	Esquadria de Madeira	1,00	-	2.945,51	2.945,51
09.31.01.	Porta Genérica P01	5,00	um	465,15	2.325,75
09.31.02.	Porta Genérica P02C	1,00	um	619,76	619,76
10.22.	Esquadrias Metálicas	1,00	-	61.804,60	61.804,60
10.22.01.	Esquadrias de ferro	1,00	-	4.329,69	4.329,69

Project Name: 001 TESE GF LOD200 IFC (R9)

Code	Description	Quantity	Unit	Unit Cost	Total Price
10.22.20.01	Porta de enrolar - Material Genérico	3,55	-	540,00	1.915,78
10.22.20.02	Portão de garagem genérico	5,15	-	468,42	2.413,91
10.22.02	Esquadrias de alumínio	1,00	-	57.474,92	57.474,92
10.22.20.03	Portas Genéricas	38,92	-	486,33	18.926,27
10.22.20.04	Janelas Genéricas	69,42	-	555,26	38.548,65
11.23.	Forros	1,00	-	2.008,39	2.008,39
11.23.01.	Forro de gesso (mão de obra e material subempreitados)	36,52	m2	55,00	2.008,39
14.26.	Serralheria e vidros	1,00	-	4.505,00	4.505,00
14.26.01.	Corrimão metálico com pintura esmalte	36,00	m	75,00	2.700,00
14.26.02.	Guarda-corpo metálico com pintura esmalte	1,00	m2	205,00	205,00
14.26.03.	Escada de marinheiro com pintura esmalte	2,00	um	400,00	800,00
14.26.04.	Alçapão metálico 80x80cm com pintura esmalte	2,00	um	400,00	800,00
15.28.	Elevador	1,00	-	75.000,00	75.000,00
15.28.20.	Elevador instalado	1,00	vb	75.000,00	75.000,00
17.30.	Louças, Metais e Acessórios	1,00	-	13.962,94	13.962,94
17.30.21.	Itens Genéricos para Banheiro Padrão	5,00	um	1.899,87	9.499,35
17.30.22.	Itens Genéricos para Banheiro PNE	1,00	um	2.078,02	2.078,02
17.30.23.	Itens Genéricos para Copa	2,00	um	1.147,57	2.295,14
17.30.24.	Itens Genéricos para ARS	1,00	um	90,43	90,43
18.31.	Telhados e Coberturas	1,00	-	28.217,61	28.217,61
18.31.20.	Telhado Genérico	184,65	m2	152,81	28.217,61
19.32.	Outros	1,00	-	1.787,72	1.787,72
19.32.01.	Meio-fio	16,52	m	24,70	408,05
19.32.02.	Jardim - terra vegetal e grama e paisagismo	43,98	m2	20,00	879,68
19.32.03.	Árvores de grande porte propostas para plantio	1,00	um	500,00	500,00
#1000	Alternatives	1,00		0,00	0,00

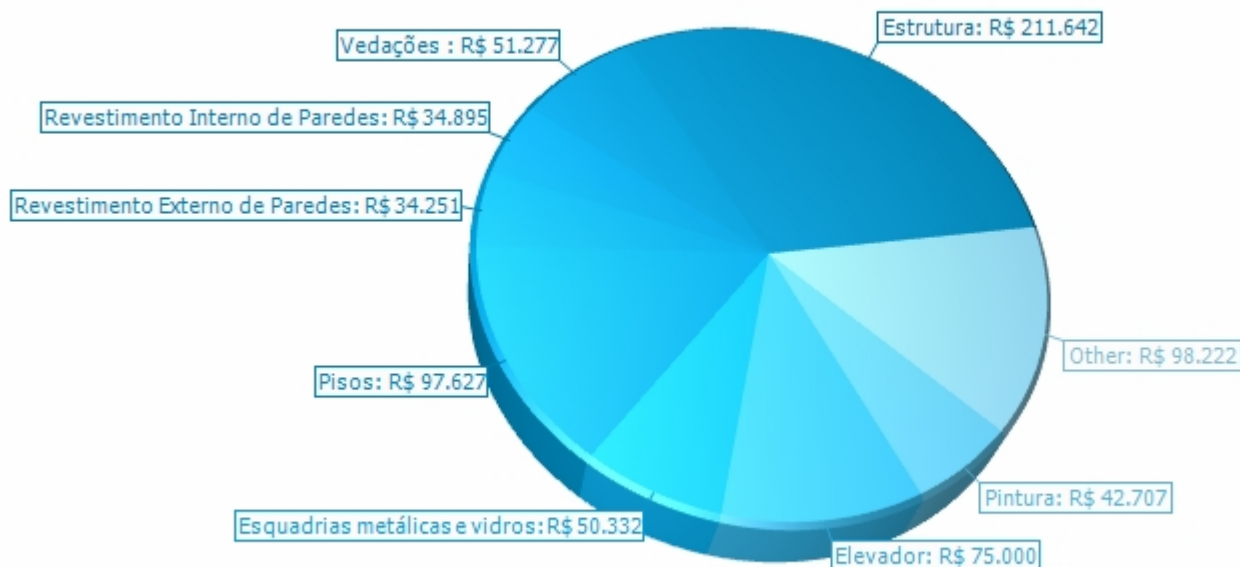
Total Project Cost: 763.317,55

APÊNDICE E – Estimativa de Custos do Modelo LOD 300 Exportado do Archicad e na Extensão de IFC.

01 TESE GF LOD300 PLN FINAL (R9)



Cost Plan Report



Project Name: 01 TESE GF LOD300 PLN FINAL (R9)

Code	Description	Quantity	Unit	Unit Cost	Total Price
01.	PLANILHA ORÇAMENTÁRIA ED. Comercial - LOD 300	1,00	-	695.953,74	695.953,74
01.13.	Estrutura	1,00	-	211.641,98	211.641,98
01.13.01.	Forma Para Estrutura Sub-empregada (material, mão de obra e escoramento)	1.222,59	m2	76,50	93.527,91
01.13.02.	Concreto Estrutural usinado e bombeado 30 Mpa	128,69	m3	310,58	39.967,00
01.13.03.	Armação aço CA-50/60, corte e dobra industrializado e mão de obra de montagem e transporte subempregada	12.832,03	kg	6,09	78.147,07
02.14.	Vedações	1,00	-	51.276,61	51.276,61
02.14.01.	Alvenaria de vedação em bloco cerâmico de 14 cm, com belgo fix, chapisco colante e argamassa de assentamento industrializada	951,93	m2	46,68	44.435,95
02.14.02.	Aperto com argamassa expansiva de alvenaria de 14 cm	478,70	m	5,62	2.690,28
02.14.03.	Verga e contra-verga	104,15	m	39,85	4.150,38
03.15.	Revestimento Interno de Paredes	1,00	-	34.894,97	34.894,97
03.15.01.	Chapisco - 2 mm	495,64	m2	6,09	3.018,44
03.15.02.	Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 2 cm	506,73	m2	27,67	14.021,12

Project Name: 01 TESE GF LOD300 PLN FINAL (R9)

Code	Description	Quantity	Unit	Unit Cost	Total Price
03.15.03.	Gesso liso, material e mão de obra subempreitada	702,36	m2	20,00	14.047,19
03.15.04.	Porcelanato 60x60cm Biancogrês	36,20	m2	105,21	3.808,22
04.16.	Revestimento Externo de Paredes	1,00	-	34.251,29	34.251,29
04.16.01.	Chapisco - 2 mm	783,75	m2	6,09	4.773,03
04.16.02.	Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 3 cm	860,93	m2	34,24	29.478,26
05.17.	Revestimento Interno de Tetos	1,00	-	11.449,99	11.449,99
05.17.01.	Gesso liso, material e mão de obra subempreitada	572,50	m2	20,00	11.449,99
06.18.	Pisos	1,00	-	97.627,08	97.627,08
06.18.01.	Laje de piso h=10cm em concreto armado, com tela soldada dupla	466,75	m2	73,42	34.268,52
06.18.02.	Contra-piso	460,40	m2	21,76	10.018,41
06.18.03.	Acabamento camurçado de piso de concreto	31,75	m2	7,00	222,25
06.18.04.	Polimento de concreto aparente (nível zero)	213,63	m2	7,50	1.602,24
06.18.05.	Porcelanato 60x60 Biancogres Polido	373,90	m2	105,21	39.337,80
06.18.06.	Porcelanato 60x60 Biancogres Rústico	5,21	m2	106,77	556,71
06.18.07.	Granito Cinza Corumbá	41,54	m2	263,69	10.954,26
06.18.08.	Cimentado	18,95	m2	25,92	491,28
06.18.09.	Ladrilho Hidráulico (passeio)	2,10	m2	83,58	175,61
07.19.	Rodapé	1,00	-	10.489,80	10.489,80
07.19.01.	Porcelanato Biancogres Polido h=15cm	188,70	m	32,83	6.195,09
07.19.02.	Granito Cinza Corumbá h=15cm	52,17	m	62,95	3.284,31
07.19.03.	Granito Cinza Corumbá h=20cm	13,73	m	73,57	1.010,40
08.20.	Soleira, Peitoril, Chapim	1,00	-	10.660,51	10.660,51
08.20.01.	Soleira em granito cinza corumbá	20,37	m	75,50	1.537,94
08.20.02.	Peitoril em mármore	43,30	m	90,18	3.904,79
08.20.03.	Chapim em pré-fabriado de concreto	150,50	m	34,67	5.217,78
09.21.	Esquadrias de Madeira	1,00	-	2.400,00	2.400,00
09.21.01.	Porta prancheta de madeira - P01 - 60x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios	5,00	um	380,00	1.900,00
09.21.02.	Porta prancheta de madeira com chapa de aço inox escovado h=50cm nas duas faces - P02C - 90x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios	1,00	um	500,00	500,00
10.22.	Esquadrias metálicas e vidros	1,00	-	50.332,32	50.332,32
10.22.01.	Esquadrias de ferro	1,00	-	12.123,28	12.123,28
10.22.01.01	Porta em aço de enrolar	20,76	m2	450,00	9.340,48
10.22.01.02	Portão de garagem metálico	5,15	m2	540,00	2.782,80
10.22.02.	Esquadrias de alumínio	1,00	-	38.209,04	38.209,04
10.22.02.01.	Contra-marco de esquadrias de alumínio	86,18	m2	72,22	6.223,85
10.22.02.02.	Portas de alumínio com vidro	17,95	m2	360,00	6.460,65
10.22.02.03.	Esquadrias de alumínio com vidro	68,23	m2	360,00	24.563,83
10.22.02.04.	Esquadrias em veneziana de alumínio	2,48	m2	387,00	960,71
11.23.	Forros	1,00	-	618,96	618,96
11.23.01.	Forro de gesso (mão de obra e material subempreitados)	11,25	m2	55,00	618,96
12.24.	Impermeabilizações	1,00	-	11.831,00	11.831,00

Project Name: 01 TESE GF LOD300 PLN FINAL (R9)

Code	Description	Quantity	Unit	Unit Cost	Total Price
12.24.01.	Impermeabilização com manta - 2 cm de regularização (mão de obra subempreitada) + manta asfáltica 4 mm (material e mão de obra subempreitada + 3 cm de proteção mecânica (mão de obra subempreitada)	95,09	m2	100,67	9.573,17
12.24.02.	Impermeabilização de área molhada - 2 cm de regularização + impermeabilização com argamassa polimérica bicomponente	46,52	m2	48,53	2.257,83
13.25.	Bancadas	1,00	-	3.396,67	3.396,67
13.25.01.	Bancada em granito cinza corumbá	7,93	m2	428,30	3.396,67
14.26.	Serralheria e vidros	1,00	-	6.177,88	6.177,88
14.26.01.	Corrimão metálico com pintura esmalte	33,80	m	75,00	2.534,94
14.26.02.	Guarda-corpo metálico com pintura esmalte	2,65	m2	205,00	542,94
14.26.03.	Escada de marinheiro com pintura esmalte	2,00	um	400,00	800,00
14.26.04.	Alçapão metálico 80x80cm com pintura esmalte	2,00	um	400,00	800,00
14.26.05.	Espelho	6,00	m2	250,00	1.500,00
15.28.	Elevador	1,00	-	75.000,00	75.000,00
15.28.01.	Elevador	1,00	um	70.000,00	70.000,00
15.28.02.	Apoio civil elevador	1,00	vb	5.000,00	5.000,00
16.29.	Pintura	1,00	-	42.707,12	42.707,12
16.29.01.	Pintura látex sem massa. Subempreitado material e mão de obra.	574,86	m2	10,80	6.208,45
16.29.02.	Pintura látex com massa. Subempreitado material e mão de obra.	11,25	m2	16,20	182,26
16.29.03.	Pintura acrílica sem massa. Subempreitado material e mão de obra.	486,43	m2	11,70	5.691,21
16.29.04.	Pintura acrílica com massa. Subempreitado material e mão de obra.	814,20	m2	17,10	13.922,74
16.29.05.	Textura (fachada)	765,36	m2	21,60	16.531,71
16.29.06.	Pintura óleo sem massa. Subempreitado material e mão de obra.	12,65	m2	13,50	170,73
17.30.	Louças, Metais e Acessórios	1,00	-	11.587,87	11.587,87
17.30.01.	Bacia com caixa acoplada Deca Vogue Plus ou similar	5,00	um	442,78	2.213,90
17.30.02.	Bacia para PNE ou similar	1,00	um	547,78	547,78
17.30.03.	Cuba quadrada de semi-encaixe Deca L830 ou similar	5,00	um	418,17	2.090,85
17.30.04.	Lavatório suspenso Deca L915 ou similar	1,00	um	207,51	207,51
17.30.05.	Cuba de metal Strake número 01 ou similar	2,00	um	237,88	475,76
17.30.06.	Torneira para lavatório mesa DECA LINK 1197 C LINK ou similar	5,00	um	300,53	1.502,65
17.30.07.	Torneira para lavatório fechamento automático DECA LINK 1172 C LNK ou similar	1,00	um	185,53	185,53
17.30.08.	Torneira	1,00	um	36,06	36,06
17.30.09.	Torneira para pia de mesa 1167 C59Fast ou similar	2,00	um	175,53	351,06
17.30.10.	Barras de apoio	4,00	um	288,29	1.153,16
17.30.11.	Válvula de descarga	1,00	um	226,16	226,16
17.30.12.	Ducha manual higiênica	6,00	um	177,19	1.063,14
17.30.13.	Dispenser de papel toalha	8,00	um	67,27	538,16
17.30.14.	Dispenser de papel higiênico	6,00	um	67,27	403,62

Project Name: 01 TESE GF LOD300 PLN FINAL (R9)

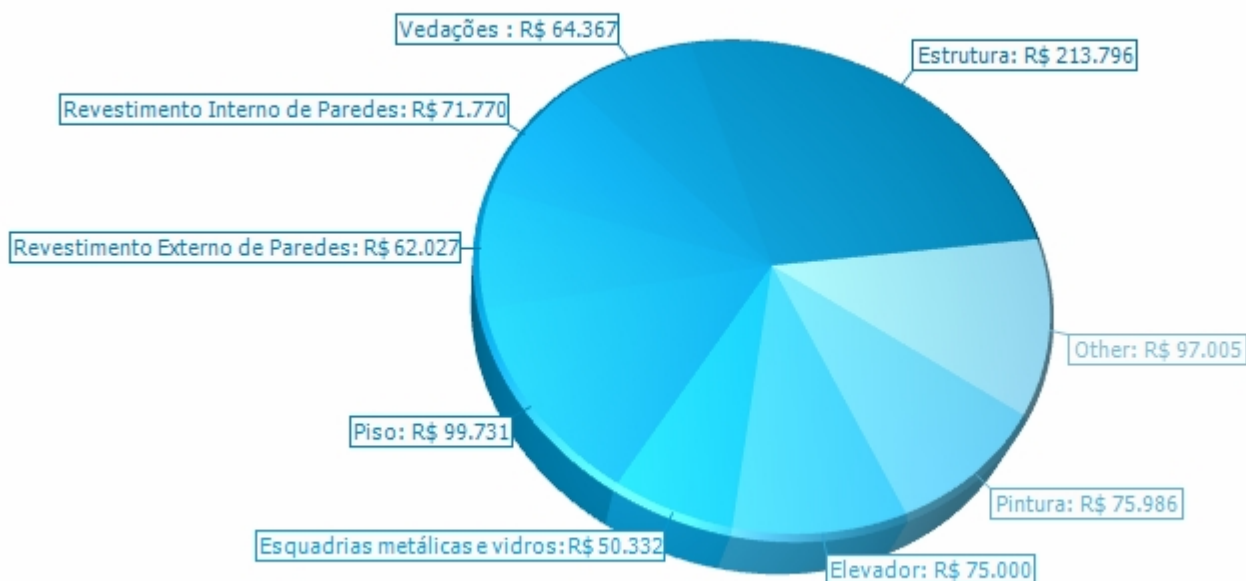
Code	Description	Quantity	Unit	Unit Cost	Total Price
17.30.15.	Dosador de sabonete líquido	8,00	um	67,27	538,16
17.30.16.	Ralo	1,00	um	54,37	54,37
18.31.	Telhados e Coberturas	1,00	-	27.957,21	27.957,21
18.31.01.	Telhado em telhas metálicas trapezoidal com pintura branca, inclusive estrutura de sustentação	182,95	m2	100,00	18.295,00
18.31.02.	Calha	72,11	m	89,70	6.468,27
18.31.03.	Rufo	64,42	m	49,58	3.193,94
19.32.	Outros	1,00	-	1.652,49	1.652,49
19.32.01.	Meio-fio	11,07	m	24,70	273,52
19.32.02.	Jardim - terra vegetal e grama e paisagismo	43,95	m2	20,00	878,97
19.32.03.	Árvores de grande porte propostas para plantio	1,00	um	500,00	500,00
#1000	Alternatives	1,00		0,00	0,00

Total Project Cost: **695.953,74**

01 TESE GF LOD300 IFC (R9)



Cost Plan Report



Project Name: 01 TESE GF LOD300 IFC (R9)

Code	Description	Quantity	Unit	Unit Cost	Total Price
01.	PLANILHA ORÇAMENTÁRIA ED. Comercial - LOD 300	1,00	-	810.013,34	810.013,34
01.13.	Estrutura	1,00	-	213.795,79	213.795,79
01.13.01.	Forma Para Estrutura Sub-empregada (material, mão de obra e escoramento)	1.142,98	m2	76,50	87.438,29
01.13.02.	Concreto Estrutural usinado e bombeado 30 Mpa	137,41	m3	310,58	42.676,13
01.13.03.	Armação aço CA-50/60, corte e dobra industrializado e mão de obra de montagem e transporte subempregada	13.740,78	kg	6,09	83.681,37
02.14.	Vedações	1,00	-	64.366,97	64.366,97
02.14.01.	Alvenaria de vedação em bloco cerâmico de 14 cm, com belgo fix, chapisco colante e argamassa de assentamento industrializada	1.223,54	m2	46,68	57.114,87
02.14.02.	Aperto com argamassa expansiva de alvenaria de 14 cm	301,87	m	5,62	1.696,51
02.14.03.	Verga e contra-verga	139,41	m	39,85	5.555,59
03.15.	Revestimento Interno de Paredes	1,00	-	71.769,65	71.769,65
03.15.01.	Chapisco - 2 mm	1.034,76	m2	6,09	6.301,69
03.15.02.	Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 2 cm	1.035,32	m2	27,67	28.647,28

Project Name: 01 TESE GF LOD300 IFC (R9)

Code	Description	Quantity	Unit	Unit Cost	Total Price
03.15.03.	Gesso liso, material e mão de obra subempreitada	1.457,42	m2	20,00	29.148,40
03.15.04.	Porcelanato 60x60cm Biancogrês	72,92	m2	105,21	7.672,29
04.16.	Revestimento Externo de Paredes	1,00	-	62.026,54	62.026,54
04.16.01.	Chapisco - 2 mm	1.622,65	m2	6,09	9.881,93
04.16.02.	Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 3 cm	1.522,92	m2	34,24	52.144,61
05.17.	Revestimento Interno de Tetos	1,00	-	12.096,10	12.096,10
05.17.01.	Gesso liso, material e mão de obra subempreitada	604,81	m2	20,00	12.096,10
06.18.	Piso	1,00	-	99.731,05	99.731,05
06.18.01.	Laje de piso h=10cm em concreto armado, com tela soldada dupla	493,84	m2	73,42	36.258,03
06.18.02.	Contra-piso	462,09	m2	21,76	10.055,16
06.18.03.	Acabamento camurçado de piso de concreto	31,75	m2	7,00	222,25
06.18.04.	Polimento de concreto aparente (nível zero)	214,00	m2	7,50	1.605,03
06.18.05.	Porcelanato 60x60 Biancogres Polido	374,61	m2	105,21	39.412,71
06.18.06.	Porcelanato 60x60 Biancogres Rústico	5,21	m2	106,77	556,71
06.18.07.	Granito Cinza Corumbá	41,54	m2	263,69	10.954,26
06.18.08.	Cimentado	18,95	m2	25,92	491,28
06.18.09.	Ladrilho Hidráulico (passeio)	2,10	m2	83,58	175,61
07.19.	Rodapé	1,00	-	10.466,96	10.466,96
07.19.01.	Porcelanato Biancogres Polido h=15cm	188,52	m	32,83	6.189,11
07.19.02.	Granito Cinza Corumbá h=15cm	51,91	m	62,95	3.267,73
07.19.03.	Granito Cinza Corumbá h=20cm	13,73	m	73,57	1.010,12
08.20.	Soleira, Peitoril, Chapim	1,00	-	8.822,36	8.822,36
08.20.01.	Soleira em granito cinza corumbá	20,37	m	75,50	1.537,94
08.20.02.	Peitoril em mármore	43,30	m	90,18	3.904,79
08.20.03.	Chapim em pré-fabriado de concreto	97,48	m	34,67	3.379,63
09.21.	Esquadrias de Madeira	1,00	-	2.400,00	2.400,00
09.21.01.	Porta prancheta de madeira - P01 - 60x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios	5,00	um	380,00	1.900,00
09.21.02.	Porta prancheta de madeira com chapa de aço inox escovado h=50cm nas duas faces - P02C - 90x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios	1,00	um	500,00	500,00
10.22.	Esquadrias metálicas e vidros	1,00	-	50.332,39	50.332,39
10.22.01.	Esquadrias de ferro	1,00	-	12.123,25	12.123,25
10.22.01.01	Porta em aço de enrolar	20,76	m2	450,00	9.340,47
10.22.01.02	Portão de garagem metálico	5,15	m2	540,00	2.782,78
10.22.02.	Esquadrias de alumínio	1,00	-	38.209,14	38.209,14
10.22.02.01.	Contra-marco de esquadrias de alumínio	86,18	m2	72,22	6.223,87
10.22.02.02.	Portas de alumínio com vidro	17,95	m2	360,00	6.460,66
10.22.02.03.	Esquadrias de alumínio com vidro	68,23	m2	360,00	24.563,90
10.22.02.04.	Esquadrias em veneziana de alumínio	2,48	m2	387,00	960,71
11.23.	Forros	1,00	-	621,25	621,25
11.23.01.	Forro de gesso (mão de obra e material subempreitados)	11,30	m2	55,00	621,25
12.24.	Impermeabilizações	1,00	-	11.829,66	11.829,66

Project Name: 01 TESE GF LOD300 IFC (R9)

Code	Description	Quantity	Unit	Unit Cost	Total Price
12.24.01.	Impermeabilização com manta - 2 cm de regularização (mão de obra subempreitada) + manta asfáltica 4 mm (material e mão de obra subempreitada + 3 cm de proteção mecânica (mão de obra subempreitada)	95,09	m2	100,67	9.573,17
12.24.02.	Impermeabilização de área molhada - 2 cm de regularização + impermeabilização com argamassa polimérica bicomponente	46,50	m2	48,53	2.256,49
13.25.	Bancadas	1,00	-	3.403,05	3.403,05
13.25.01.	Bancada em granito cinza corumbá	7,95	m2	428,30	3.403,05
14.26.	Serralheria e vidros	1,00	-	6.188,00	6.188,00
14.26.01.	Corrimão metálico com pintura esmalte	33,93	m	75,00	2.544,75
14.26.02.	Guarda-corpo metálico com pintura esmalte	2,65	m2	205,00	543,25
14.26.03.	Escada de marinheiro com pintura esmalte	2,00	um	400,00	800,00
14.26.04.	Alçapão metálico 80x80cm com pintura esmalte	2,00	um	400,00	800,00
14.26.05.	Espelho	6,00	m2	250,00	1.500,00
15.28.	Elevador	1,00	-	75.000,00	75.000,00
15.28.01.	Elevador	1,00	um	70.000,00	70.000,00
15.28.02.	Apoio civil elevador	1,00	vb	5.000,00	5.000,00
16.29.	Pintura	1,00	-	75.985,99	75.985,99
16.29.01.	Pintura látex sem massa. Subempreitado material e mão de obra.	606,99	m2	10,80	6.555,47
16.29.02.	Pintura látex com massa. Subempreitado material e mão de obra.	11,29	m2	16,20	182,94
16.29.03.	Pintura acrílica sem massa. Subempreitado material e mão de obra.	992,78	m2	11,70	11.615,50
16.29.04.	Pintura acrílica com massa. Subempreitado material e mão de obra.	1.552,77	m2	17,10	26.552,30
16.29.05.	Textura (fachada)	1.422,80	m2	21,60	30.732,45
16.29.06.	Pintura óleo sem massa. Subempreitado material e mão de obra.	25,73	m2	13,50	347,34
17.30.	Louças, Metais e Acessórios	1,00	-	11.587,87	11.587,87
17.30.01.	Bacia com caixa acoplada Deca Vogue Plus ou similar	5,00	um	442,78	2.213,90
17.30.02.	Bacia para PNE ou similar	1,00	um	547,78	547,78
17.30.03.	Cuba quadrada de semi-encaixe Deca L830 ou similar	5,00	um	418,17	2.090,85
17.30.04.	Lavatório suspenso Deca L915 ou similar	1,00	um	207,51	207,51
17.30.05.	Cuba de metal Strake número 01 ou similar	2,00	um	237,88	475,76
17.30.06.	Torneira para lavatório mesa DECA LINK 1197 C LINK ou similar	5,00	um	300,53	1.502,65
17.30.07.	Torneira para lavatório fechamento automático DECA LINK 1172 C LNK ou similar	1,00	um	185,53	185,53
17.30.08.	Torneira	1,00	um	36,06	36,06
17.30.09.	Torneira para pia de mesa 1167 C59Fast ou similar	2,00	um	175,53	351,06
17.30.10.	Barras de apoio	4,00	um	288,29	1.153,16
17.30.11.	Válvula de descarga	1,00	um	226,16	226,16
17.30.12.	Ducha manual higiênica	6,00	um	177,19	1.063,14
17.30.13.	Dispenser de papel toalha	8,00	um	67,27	538,16
17.30.14.	Dispenser de papel higiênico	6,00	um	67,27	403,62

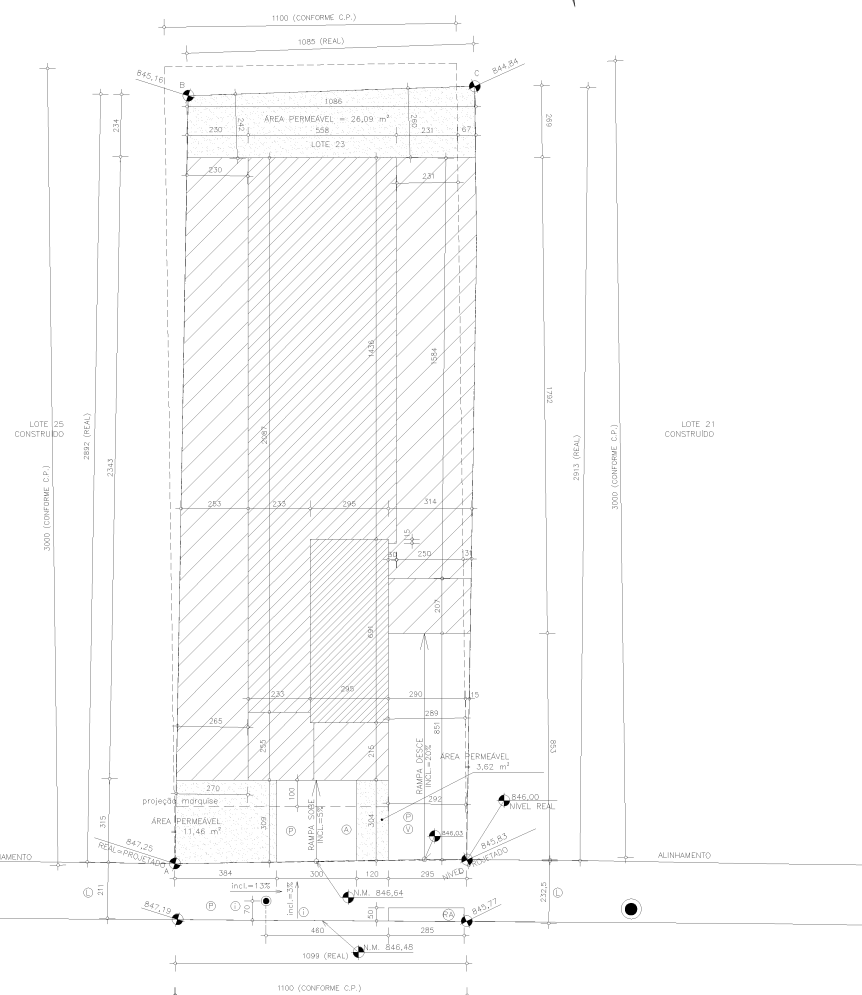
Project Name: 01 TESE GF LOD300 IFC (R9)

Code	Description	Quantity	Unit	Unit Cost	Total Price
17.30.15.	Dosador de sabonete líquido	8,00	um	67,27	538,16
17.30.16.	Ralo	1,00	um	54,37	54,37
18.31.	Telhados e Coberturas	1,00	-	27.937,21	27.937,21
18.31.01.	Telhado em telhas metálicas trapezoidal com pintura branca, inclusive estrutura de sustentação	182,75	m2	100,00	18.275,00
18.31.02.	Calha	72,11	m	89,70	6.468,27
18.31.03.	Rufo	64,42	m	49,58	3.193,94
19.32.	Outros	1,00	-	1.652,49	1.652,49
19.32.01.	Meio-fio	11,07	m	24,70	273,52
19.32.02.	Jardim - terra vegetal e grama e paisagismo	43,95	m2	20,00	878,97
19.32.03.	Árvores de grande porte propostas para plantio	1,00	um	500,00	500,00
#1000	Alternatives	1,00		0,00	0,00

Total Project Cost: **810.013,34**

**ANEXO 1 – Projeto Arquitetônico Base Para a Modelagem e Memoriais
Descritivos.**

LOTE 24
CONSTRUIDO



- LEGENDA:
- ⊙ ACESSO DE VEICULOS
 - Ⓛ COTA DA LARGURA DO PASSEIO
 - ⊙ ACESSO DE PEDESTRES
 - ① INCLINAÇÕES LONGITUDINAIS E TRANSVERSAIS DO TERRENO
 - Ⓜ POSTE(S) EXISTENTE(S)
 - Ⓝ NOTA - PISO ANTICERRAMINTE
 - Ⓢ REBAIXO(S) DE ACESSO
 - ARVORE DE GRANDE PORTE A SER PLANTADA

DISTANCIA ATE A ESQUINA MAIS PROXIMA

PLANTA DE SITUAÇÃO
ESCALA 1/100

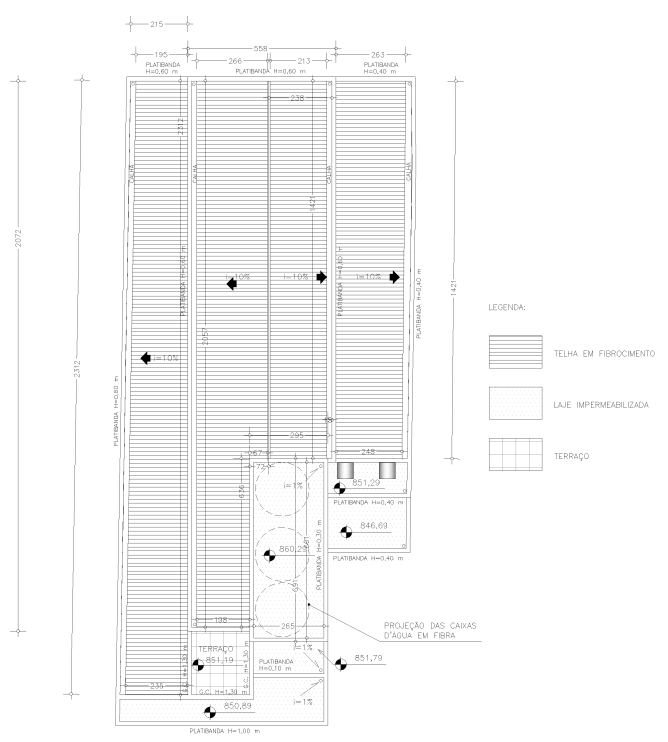
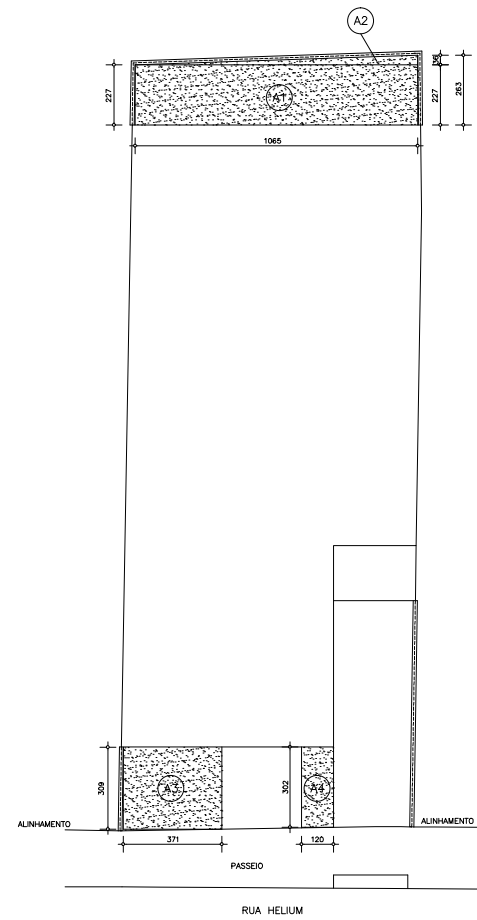


DIAGRAMA DE COBERTURA
ESCALA 1/100

CÁLCULO ÁREA PERMEÁVEL:



PLANTA - 1º PAVIMENTO
ESCALA 1/100



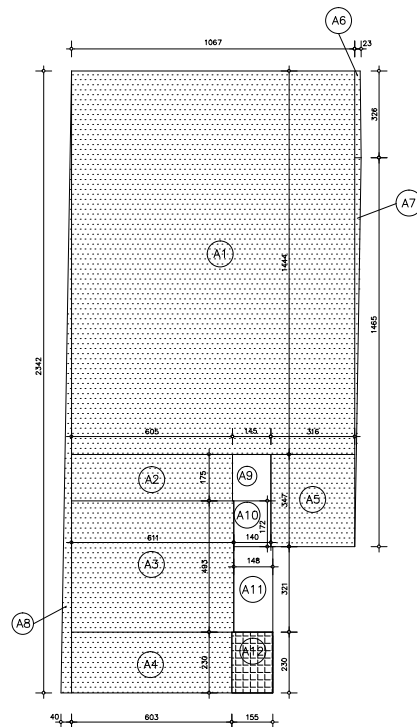
ÁREA PERMEÁVEL

- A1 10,65 x 2,27 = 24,17 m²
- A2 0,36 x 10,65/2 = 1,92 m²
- A3 3,71 x 3,09 = 11,46 m²
- A4 1,20 x 3,02 = 3,62 m²

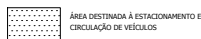
TOTAL = 41,17 m²

ÁREA DO TERRENO = 317,80 m²
 PERMEABILIDADE EXIGIDA = 10% = 31,78 m²
 ÁREA PERMEÁVEL DO LOTE > ÁREA PERMEÁVEL EXIGIDA
 41,17 m² > 31,78 m²

CÁLCULO ÁREA CONSTRUÍDA:



PLANTA - SUBSOLO
ESCALA 1/100



ÁREA DESTINADA À ESTACIONAMENTO E CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS

- A1 14,44 x 10,67 = 154,07 m²
- A2 6,05 x 1,75 = 10,59 m²
- A3 4,93 x 6,11 = 30,12 m²
- A4 6,03 x 2,30 = 13,87 m²
- A5 3,16 x 3,47 = 10,96 m²
- A6 0,23 x 3,26 = 0,75 m²
- A7 0,23 x 14,65/2 = 1,68 m²
- A8 0,40 x 23,42/2 = 4,68 m²

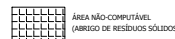
TOTAL = 226,72 m²



ÁREA NÃO-COMPUTÁVEL

- A9 1,45 x 1,75 = 2,54 m²
- A10 1,40 x 1,72 = 2,41 m²
- A11 1,48 x 3,21 = 4,75 m²

TOTAL = 9,70 m²



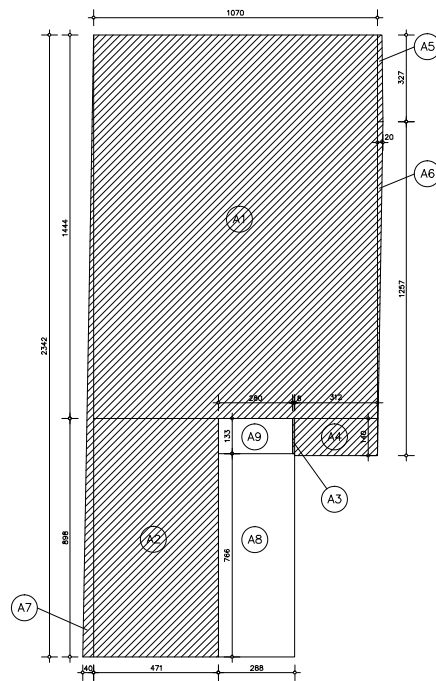
ÁREA NÃO-COMPUTÁVEL (PARQUEIO DE RESÍDUOS SÓLIDOS)

- A12 1,55 x 2,30 = 3,56 m²

TOTAL = 3,56 m²

ÁREA DO A.R.S. MÍNIMO = 2,40 m²
 ÁREA EXCEDENTE DO A.R.S. MÍNIMO = 3,56 - 2,40 = 1,16 m²

ÁREA DO TERRENO = 317,80 m²
 COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO = 1,5
 ÁREA DE GARAGEM PODE SER DESCONTADA ATÉ O LIMITE DE 476,70 m².
 ÁREA DE GARAGEM = 226,72 m² < 476,70 m²
 NÃO SERÁ COMPUTADA NENHUMA ÁREA EXCEDENTE DA ÁREA DE GARAGEM.



PLANTA - 1º PAVIMENTO
ESCALA 1/100



ÁREA COMPUTÁVEL

- A1 10,70 x 14,44 = 154,51 m²
- A2 4,71 x 8,98 = 42,29 m²
- A3 0,08 x 1,33 = 0,11 m²
- A4 3,12 x 1,40 = 4,37 m²
- A5 0,20 x 3,27 = 0,65 m²
- A6 0,20 x 12,57/2 = 1,26 m²
- A7 0,40 x 23,42/2 = 4,68 m²

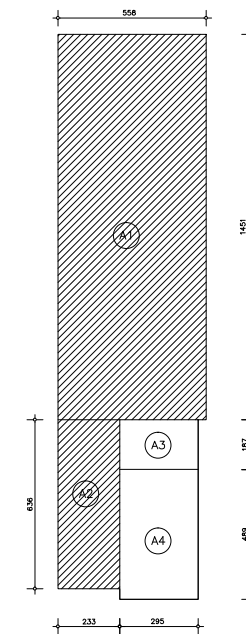
TOTAL = 207,87 m²



ÁREA NÃO-COMPUTÁVEL

- AB 2,88 x 7,66 = 22,06 m²
- A9 2,80 x 1,33 = 3,72 m²

TOTAL = 25,78 m²



PLANTA - 2º PAVIMENTO
ESCALA 1/100



ÁREA COMPUTÁVEL

- A1 5,58 x 14,51 = 80,97 m²
- A2 2,33 x 6,36 = 14,82 m²

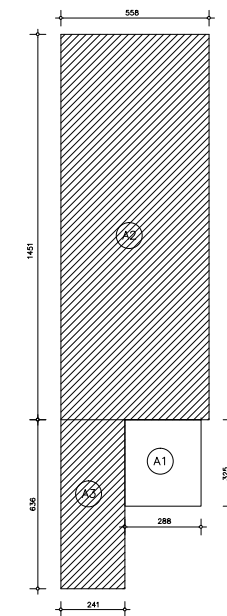
TOTAL = 95,89 m²



ÁREA NÃO-COMPUTÁVEL

- A3 2,95 x 1,87 = 5,51 m²
- A4 2,95 x 4,89 = 14,42 m²

TOTAL = 19,93 m²



PLANTA - 3º PAVIMENTO
ESCALA 1/100



ÁREA COMPUTÁVEL

- A2 14,51 x 5,58 = 80,96 m²
- A3 6,36 x 2,41 = 15,33 m²

TOTAL = 96,29 m²



ÁREA NÃO-COMPUTÁVEL

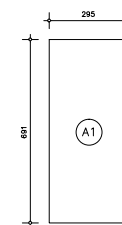
- A1 2,88 x 3,25 = 9,36 m²

TOTAL = 9,36 m²

PAVIMENTO	ÁREA DE GARAGEM	ÁREA COMPUTÁVEL	ÁREA NÃO-COMPUTÁVEL
SUBSOLO	226,72 m ²	1,16 m ²	9,70 m ² + 2,40 m ² = 12,10 m ²
1º PAVTO	—	207,87 m ²	25,78 m ²
2º PAVTO	—	95,89 m ²	19,93 m ²
3º PAVTO	—	96,29 m ²	9,36 m ²
CAIXA D'ÁGUA	—	—	20,38 m ²
TOTAL	226,72 m ²	401,21 m ²	87,55 m ²

TOTAL DE ÁREA DE PAVIMENTOS TIPO = 207,87 + 95,89 + 96,29 = 400,05 m²
 14% DA SOMA DAS ÁREAS DE PAVIMENTOS TIPO = 56,00 m²
 ÁREA NÃO-COMPUTÁVEL EXCEDENTE PARA DESCONTO = 87,55 - 56,00 = 31,55 m²
 TOTAL DE ÁREA LÍQUIDA = 1,16 + 400,05 + 31,55 = 432,76 m²
 ÁREA LÍQUIDA MÁXIMA PERMITIDA = 330,00 x 1,5 = 495,00 m²
 NÚMERO DE VAGAS EXIGIDAS = 432,76 m² / 50 m² = 8,65 = 9 VAGAS + 1 VAGA ADICIONAL = 10 VAGAS
 TOTAL DE ÁREA BRUTA = 226,72 + 401,21 + 87,55 + 2,40 (LIXO) = 717,88 m²

ÁREA DO TERRENO = 330,00 m²
 PERMEABILIDADE EXIGIDA = 10% = 33,00 m²
 ÁREA PERMEÁVEL DO LOTE > ÁREA PERMEÁVEL EXIGIDA
 41,17 m² > 33,00 m²



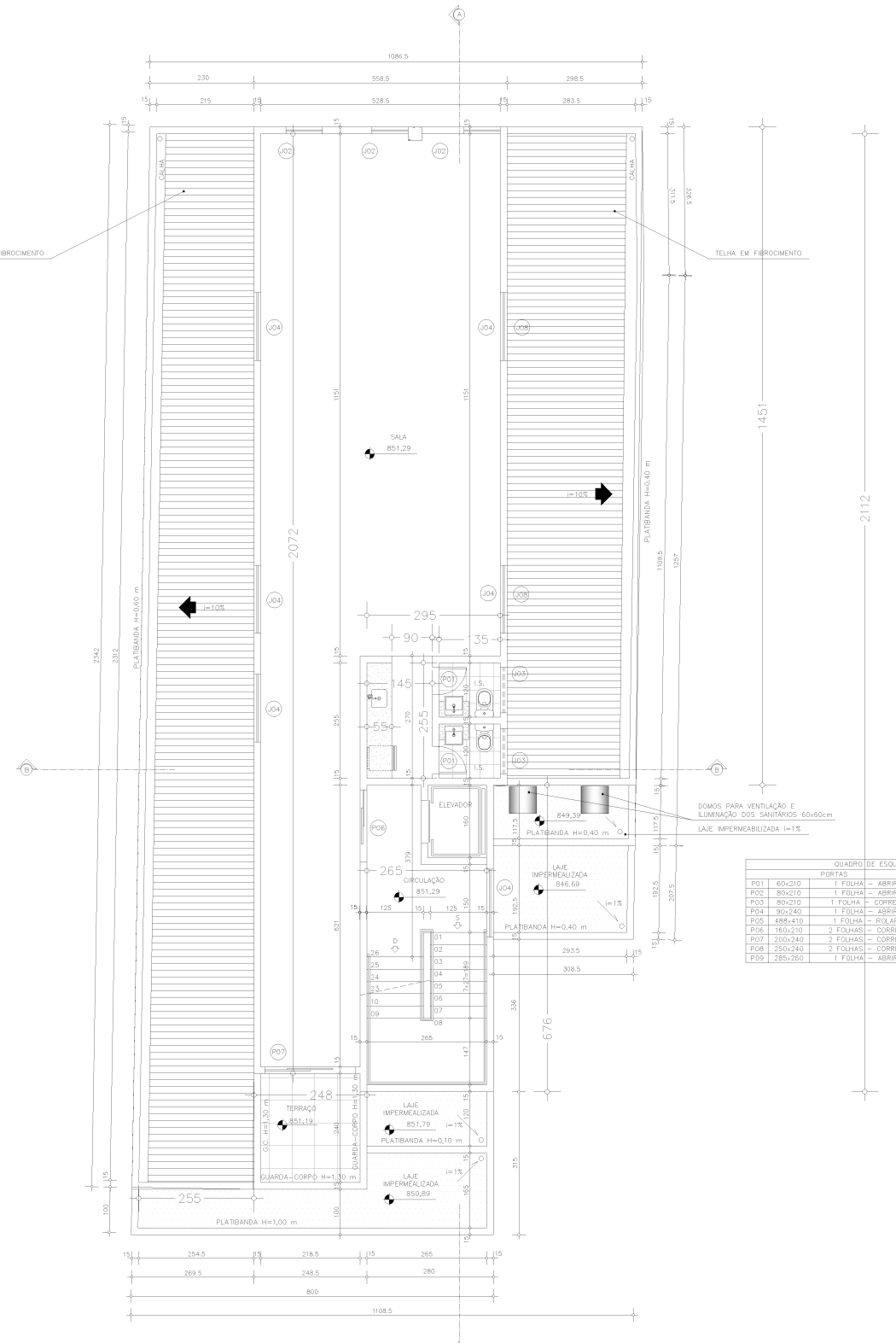
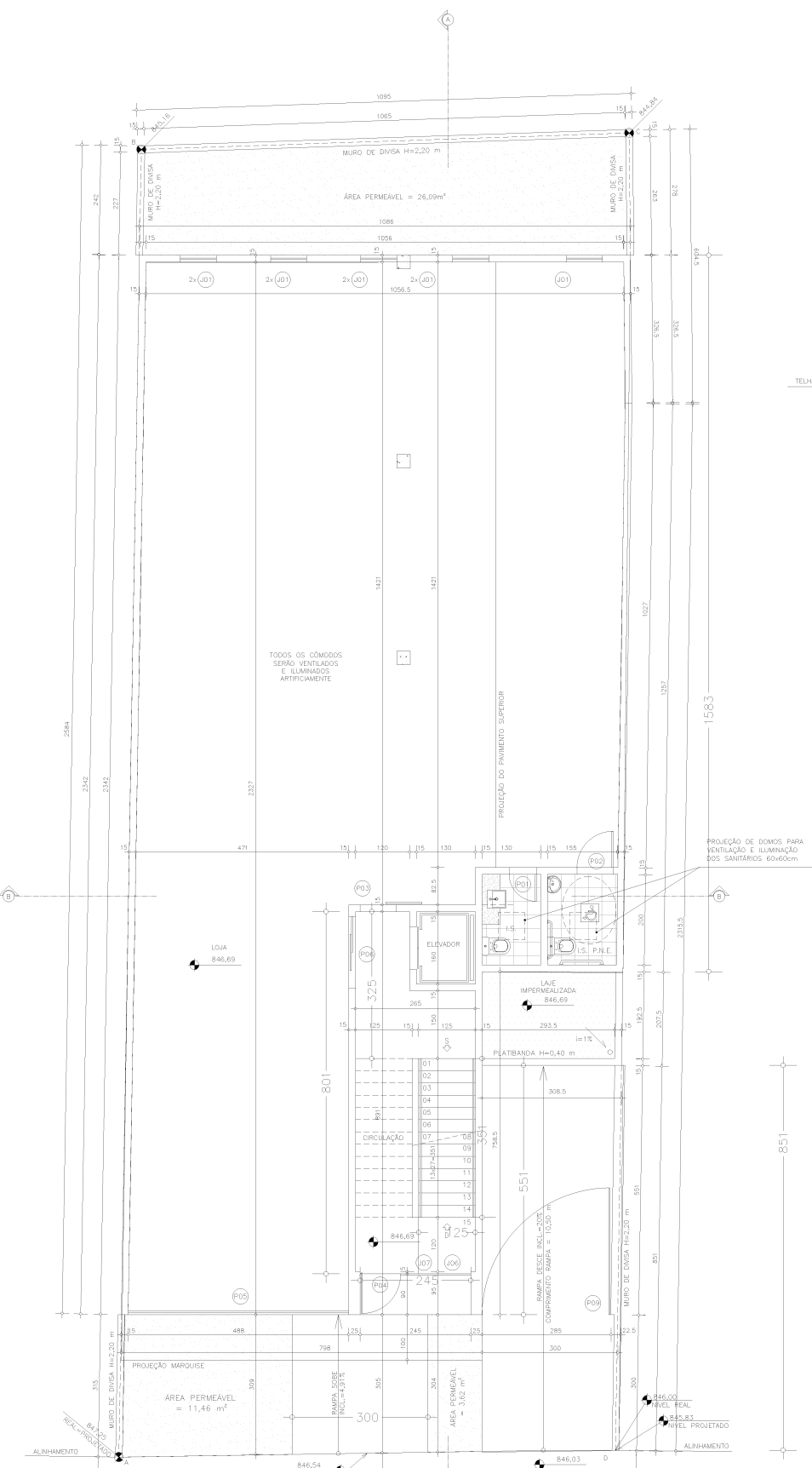
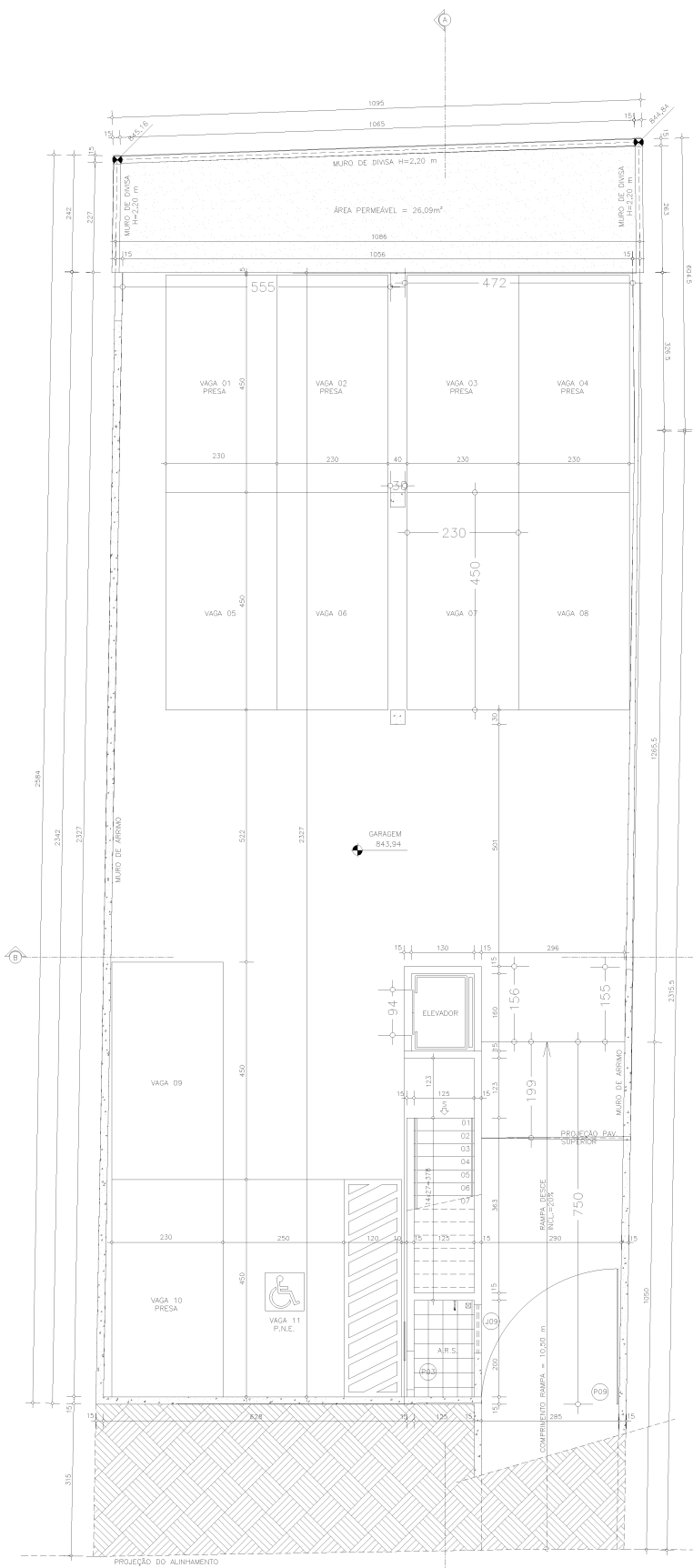
PLANTA - CAIXA D'ÁGUA
ESCALA 1/100



ÁREA NÃO-COMPUTÁVEL

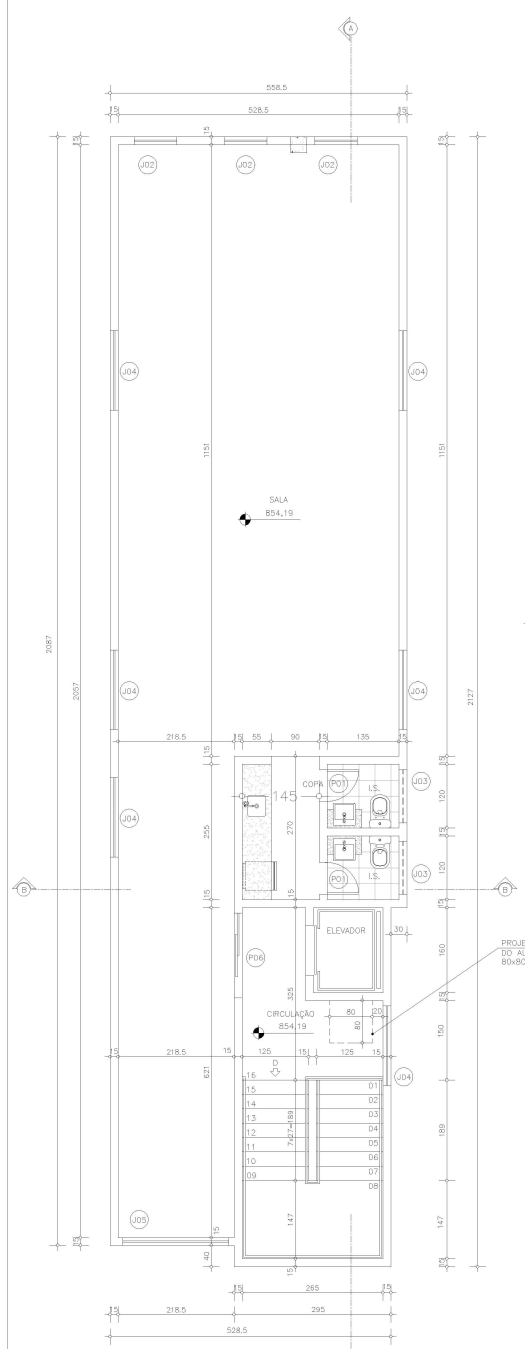
- A1 2,95 x 6,91 = 20,38 m²

TOTAL = 20,38 m²

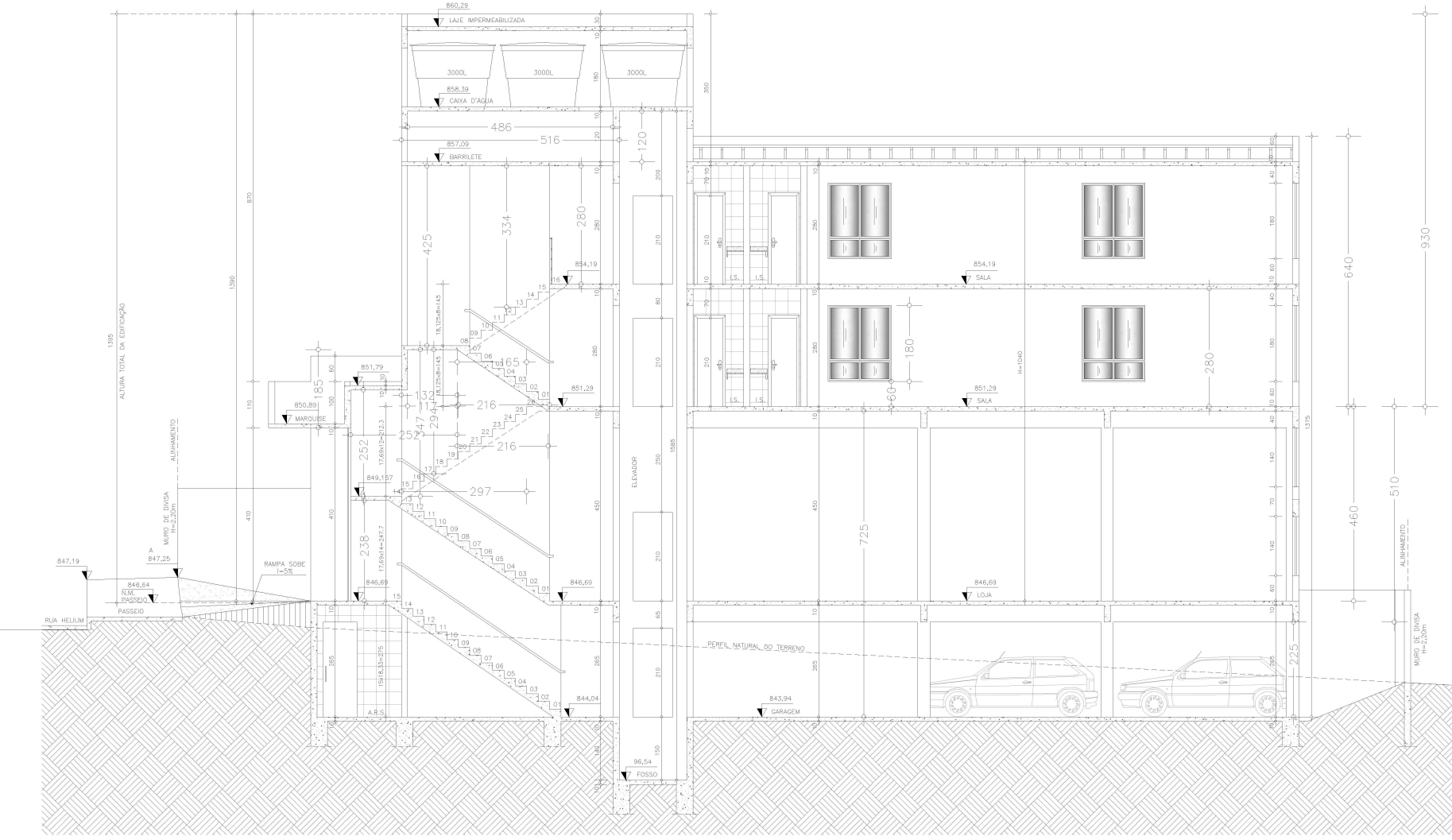


QUADRO DE ESQUADRIA

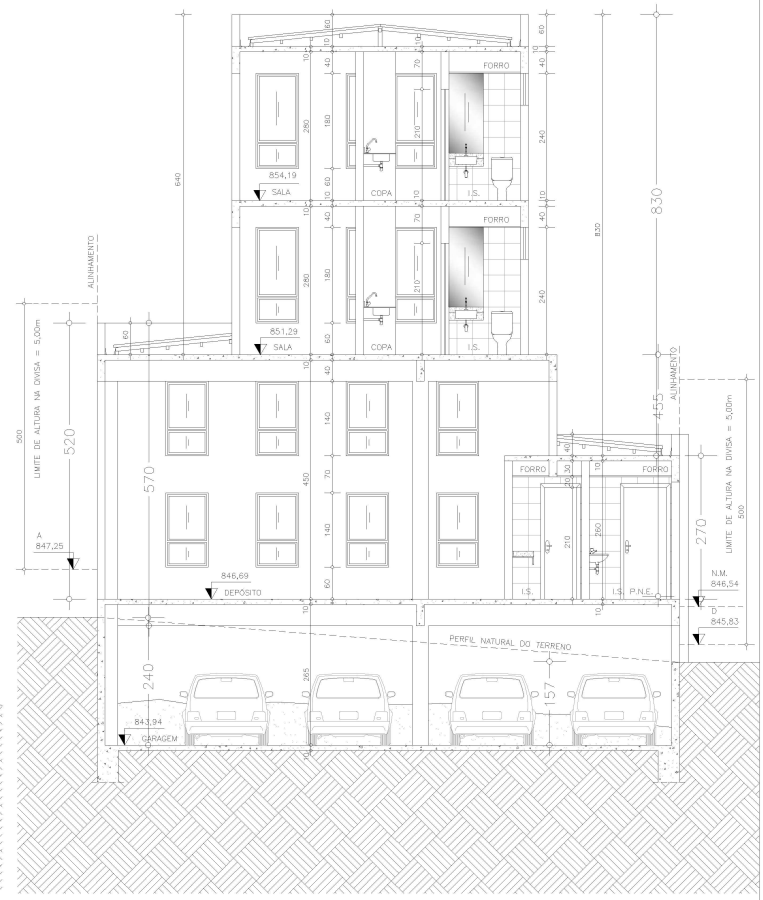
PORTAS		JANELAS		
P01	60x210	1 FOLHA - ABRIR	J01	80x140/60
P02	80x210	1 FOLHA - ABRIR	J02	85x180/60
P03	80x210	1 FOLHA - CORRER	J03	100x60/180
P04	80x240	1 FOLHA - ABRIR	J04	150x180/60
P05	48x410	1 FOLHA - ROLAR	J05	200x180/60
P06	160x210	2 FOLHAS - CORRER	J06	100x240/0
P07	250x240	2 FOLHAS - CORRER	J07	245x170/240
P08	250x240	2 FOLHAS - CORRER	J08	150x100/40
P09	285x280	1 FOLHA - ABRIR	J09	100x60/180



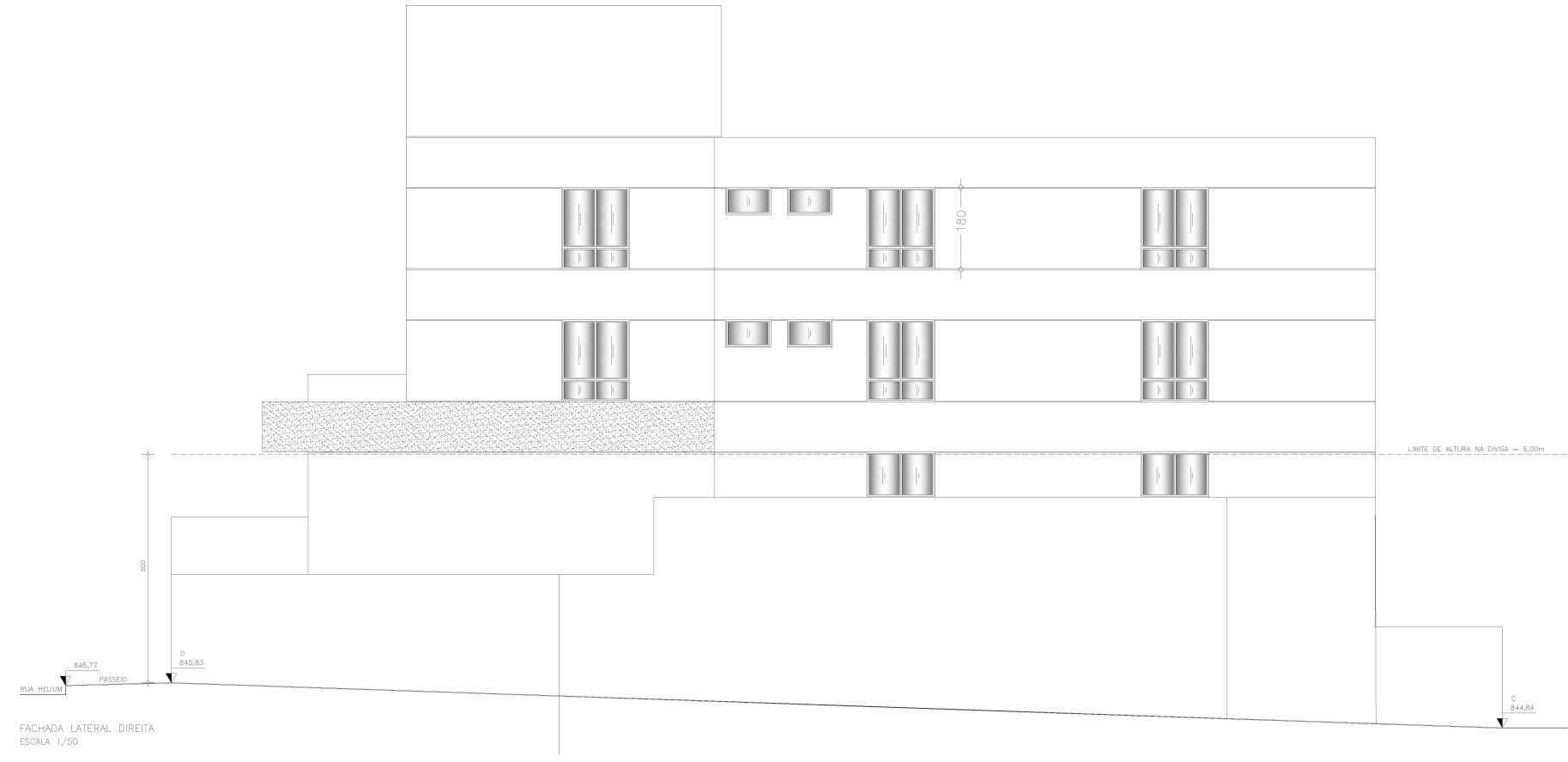
PLANTA - 3º PAVIMENTO
ESCALA 1/50



CORTE AA
ESCALA 1/50

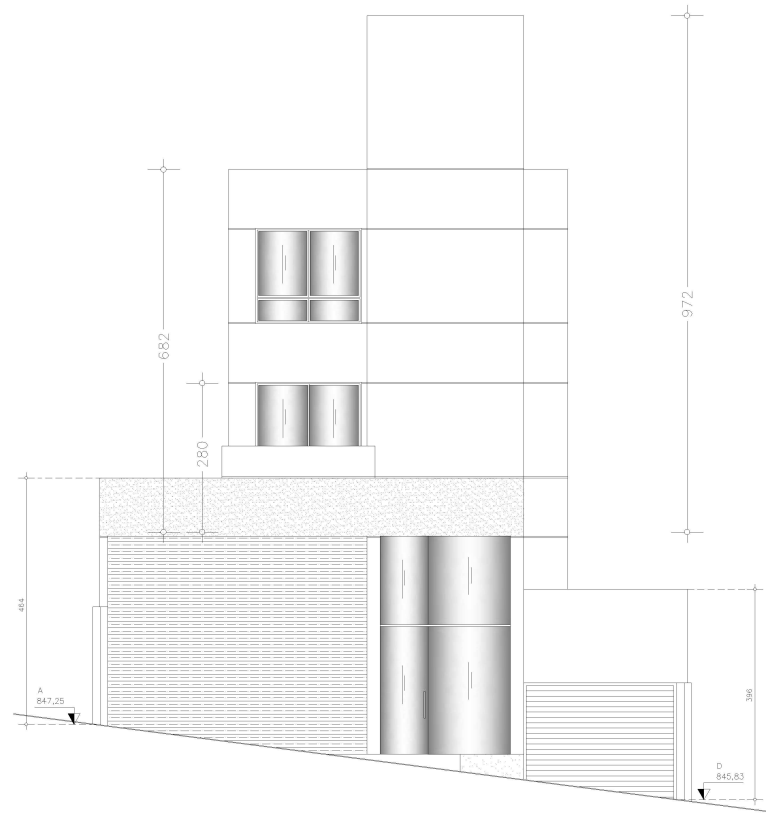


CORTE BB
ESCALA 1/50

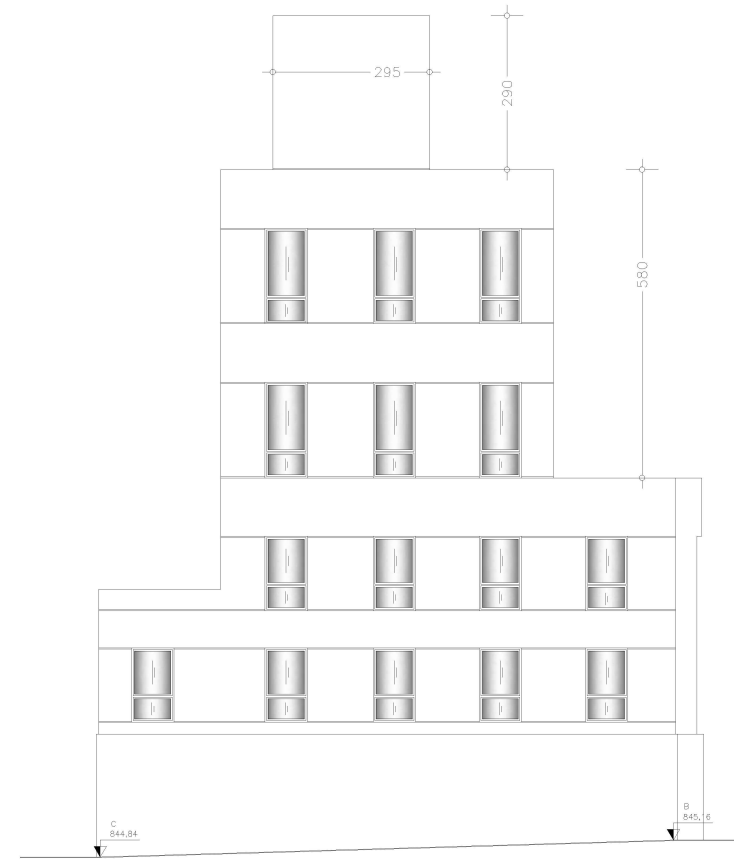


FACHADA LATERAL DIREITA
ESCALA 1/50

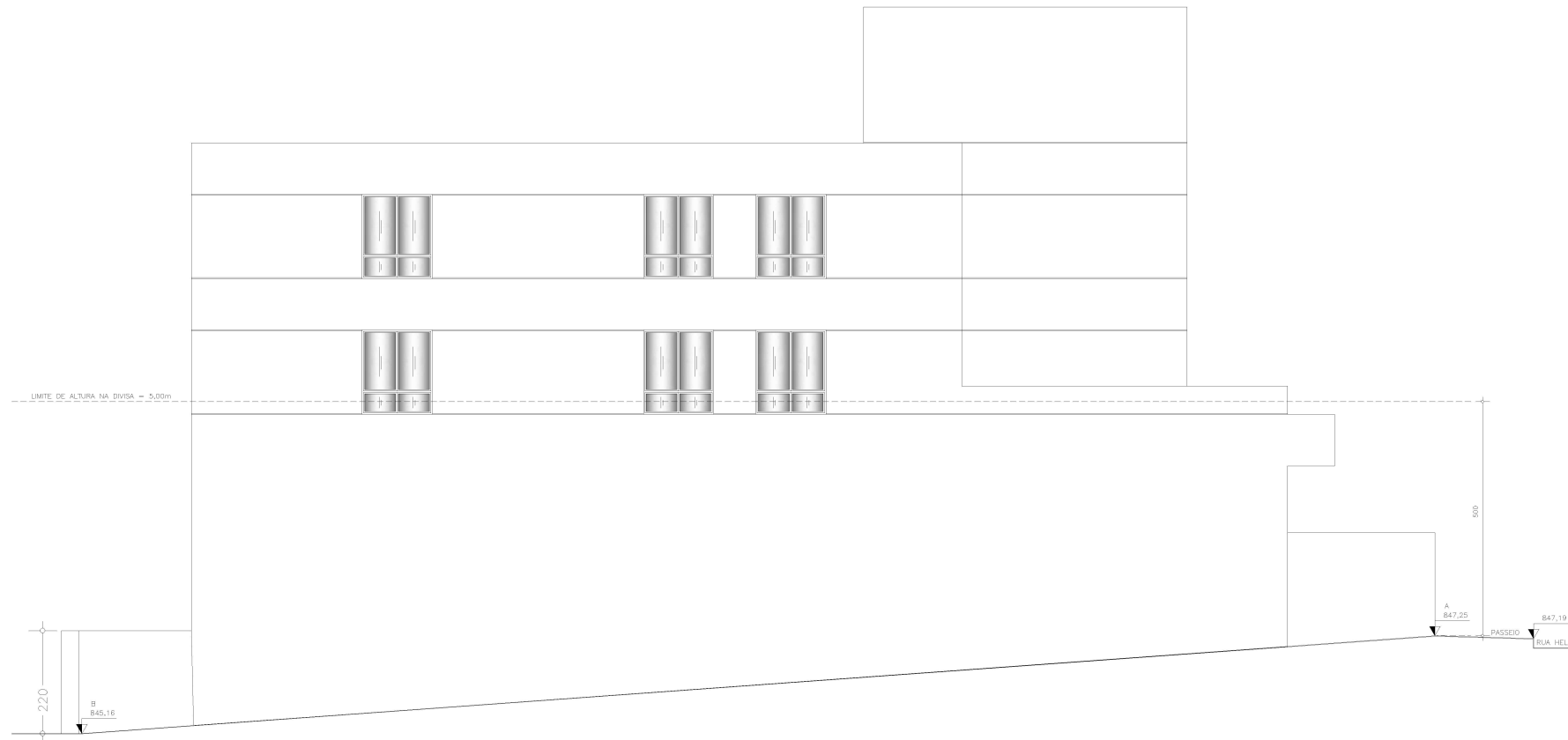
360



FACHADA FRONTAL
ESCALA 1/50



FACHADA POSTERIOR
ESCALA 1/50



FACHADA LATERAL ESQUERDA
ESCALA 1/50

Especificações

Ciente:	Projeto Piloto											
Obra:	Projeto Piloto											
	Parede		Piso	Rodapé	Teto		Portas	Janelas	Soleiras	Peitoris	Impermeabilização	Outros
	Revestimento	Acabamento			Revestimento/Forro	Acabamento						
SUBSOLO												
Rampa Veículos	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica sem massa; pintura sinalização de garagens (h=110 cm)	concreto camurçado	-	gesso liso	pintura PVA látex branca sem massa	portão metálico	-	-	-	-	chapim de pré-fabricado de concreto (muro de divisa)
Garagem	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica sem massa; pintura sinalização de garagens (h=110 cm)	concreto polido; pintura demarcação de vagas	-	gesso liso	pintura PVA látex branca sem massa	-	-	-	-	-	pintura demarcação de vagas PNE
ARS	gesso liso	pintura com tinta a base de óleo sem massa	contra-piso + porcelanato 60 x 60 Biancoegres Polido	porcelanato Biancoegres Polido h= 15 cm	gesso liso	pintura PVA látex branca sem massa	veneziana de alumínio	veneziana de alumínio	granito cinza corumbá	mármore	-	ralo e torneira
Escada	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica com massa	contra-piso + granito cinza corumbá	granito cinza corumbá h= 15 cm	gesso liso	pintura PVA látex branca sem massa	-	-	-	-	-	corrimão metálico com pintura esmalte sintético
Poço e Fosso do elevador	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica sem massa	contra-piso + cimentado	-	-	-	-	-	granito cinza corumbá	-	-	escada de marinho
Área Permeável Descoberta	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica sem massa	terra vegetal + grama + paisagismo	-	-	-	-	-	-	-	-	chapim de pré-fabricado de concreto
1º PAVIMENTO												
Loja	gesso liso	pintura acrílica com massa	contra-piso + porcelanato 60 x 60 Biancoegres Polido	porcelanato Biancoegres Polido h= 15 cm	gesso liso	pintura PVA látex branca sem massa	aço de enrolar	alumínio branco com vidro	granito cinza corumbá	mármore	-	-
IS PNE	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica com massa; barrado em porcelanato 60 x 60 Biancoegres polido h=120 cm; só reboco	contra-piso + porcelanato 60 x 60 Biancoegres Polido	granito cinza corumbá h= 20 cm	forro de gesso	pintura PVA látex com massa	prancheta de madeira com chapa de inox escovado h=50 cm nas duas faces	-	granito cinza corumbá	-	camada de regularização + argamassa polimérica	lavatório suspenso Deca L915; torneira p/ lav. Fechamento automático DECA LINK 1172 C LNK; bacia p/ PNE e válvula de descarga; barras de apoio; domos 60x60; ducha manual higiênica; espelho; dosador de sabonete líquido; dispenser de papel toalha; dispenser para
Lavabo	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica com massa; barrado em porcelanato 60 x 60 Biancoegres polido h=120 cm	contra-piso + porcelanato 60 x 60 Biancoegres Polido	granito cinza corumbá h= 16,5 cm	forro de gesso	pintura PVA látex com massa	prancheta de madeira	-	granito cinza corumbá	-	camada de regularização + argamassa polimérica	-
Circulação	gesso liso	pintura acrílica com massa	contra-piso + granito cinza corumbá	granito cinza corumbá h= 15 cm	gesso liso	pintura PVA látex sem massa	alumínio branco com vidro	-	granito cinza corumbá	-	-	-
Escada	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica com massa	contra-piso + granito cinza corumbá	granito cinza corumbá h= 15 cm	gesso liso	pintura PVA látex branca sem massa	-	-	-	-	-	corrimão metálico com pintura esmalte sintético
Fosso do elevador	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica sem massa	-	-	-	-	-	-	granito cinza corumbá	-	-	-
2º PAVIMENTO												
Sala	gesso liso	pintura acrílica com massa	contra-piso + porcelanato 60 x 60 Biancoegres Polido	porcelanato Biancoegres Polido h= 15 cm	gesso liso	pintura PVA látex branca sem massa	alumínio branco com vidro	alumínio branco com vidro	granito cinza corumbá	mármore	-	-
Copa	gesso liso	pintura acrílica com massa	contra-piso + porcelanato 60 x 60 Biancoegres Polido	porcelanato Biancoegres Polido h= 15 cm	gesso liso	pintura PVA látex branca sem massa	-	-	-	-	camada de regularização + argamassa polimérica	Cuba de metal Strake número 01; torneira p/ pia de mesa 1167 C59Fast; dosador de sabonete líquido; dispenser para papel toalha; bancada em granito cinza corumbá lesteira e rodabanca de 15 cm
IS.	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica com massa; barrado em porcelanato 60 x 60 Biancoegres polido h=120 cm	contra-piso + porcelanato 60 x 60 Biancoegres Polido	granito cinza corumbá h= 16,5 cm	forro de gesso	pintura PVA látex com massa	prancheta de madeira	alumínio branco com vidro	granito cinza corumbá	mármore	camada de regularização + argamassa polimérica	Cuba quadrada de semi-encaixe Deca L830; torneira p/ lav. mesa 1197C DECA LINK; bacia com caixa acoplada Deca Vogue Plus; bancada em granito cinza corumbá; ducha manual higiênica; espelho; dosador de sabonete líquido; dispenser de papel toalha; dispenser para papel higiênico

Especificações

Especificações												
Cliente:	Projeto Piloto											
Obra:	Projeto Piloto											
	Parede		Piso	Rodapé	Teto		Portas	Janelas	Soleiras	Peitoris	Impermeabilização	Outros
	Revestimento	Acabamento			Revestimento/Forro	Acabamento						
Terraço	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica sem massa	contra-piso + porcelanato 60 x 60 Biancogres Rústico	porcelanato Biancogres Rústico h= 15 cm	-	-	alumínio branco com vidro	-	granito cinza corumbá	mármore (guarda-corpo)	camada de regularização + manta asfáltica 4 mm + camada de proteção mecânica	-
Circulação	gesso liso	pintura acrílica com massa	contra-piso + granito cinza corumbá	granito cinza corumbá h= 15 cm	gesso liso	pintura PVA látex sem massa	alumínio branco com vidro	-	granito cinza corumbá	-	-	-
Escada e vão superior	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica com massa	contra-piso + granito cinza corumbá	granito cinza corumbá h= 15 cm	gesso liso	pintura PVA látex branca sem massa	-	-	-	-	-	corrimão metálico com pintura esmalte sintético
Fosso do elevador	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica sem massa	-	-	-	-	-	-	granito cinza corumbá	-	-	-
3º PAVIMENTO												
Sala	gesso liso	pintura acrílica com massa	contra-piso + porcelanato 60 x 60 Biancogres Polido	porcelanato Biancogres Polido h= 15 cm	gesso liso	pintura PVA látex branca sem massa	alumínio branco com vidro	alumínio branco com vidro	granito cinza corumbá	mármore	-	-
Copa	gesso liso	pintura acrílica com massa	contra-piso + porcelanato 60 x 60 Biancogres Polido	porcelanato Biancogres Polido h= 15 cm	gesso liso	pintura PVA látex branca sem massa	-	-	-	-	camada de regularização + argamassa polimérica	Cuba de metal Strake número 01; torneira p/ pia de mesa 1167 C59Fast; dosador de sabonete líquido; dispenser para papel toalha; bancada em granito cinza corumbá testeira e rodabanca de 15 cm
IS.	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica com massa; barrado em porcelanato 60 x 60 Biacongres polido h=120 cm	contra-piso + porcelanato 60 x 60 Biancogres Polido	granito cinza corumbá h= 16,5 cm	forro de gesso	pintura PVA látex com massa	prancheta de madeira	alumínio branco com vidro	granito cinza corumbá	mármore	camada de regularização + argamassa polimérica	Cuba quadrada de semi-encaixe Deca L830; torneira p/ lav. mesa 1197C DECA LINK; bacia com caixa acoplada Deca Vogue Plus; bancada em granito cinza corumbá; ducha manual higiênica; espelho; dosador de sabonete líquido; dispenser de papel toalha; dispenser para papel higiênico
Circulação	gesso liso	pintura acrílica com massa	contra-piso + granito cinza corumbá	granito cinza corumbá h= 15 cm	gesso liso	pintura PVA látex sem massa	alumínio branco com vidro	-	granito cinza corumbá	-	-	guarda-corpo metálico, escada de marinho e alçapão metálico
Fosso do elevador	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica sem massa	-	-	concreto aparente sem tratamento	-	-	-	granito cinza corumbá	-	-	-
TELHADOS E OUTROS												
Barilete	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica sem massa	contra-piso + cimentado	-	concreto aparente sem tratamento	-	-	-	-	-	-	alçapão metálico e escada de marinho
Caixa d'água	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica sem massa	contra-piso + cimentado	-	concreto aparente sem tratamento	-	-	-	-	-	camada de regularização + manta asfáltica 4 mm + camada de proteção mecânica	-
Lajes Planas Impermeabilizadas	chapisco + reboco/emboço	pintura acrílica sem massa	-	-	-	-	-	-	-	-	camada de regularização + manta asfáltica 4 mm + camada de proteção mecânica	chapim de pré-fabricado de concreto
Telhados	Telhas metálicas trapezoidais com pintura branca. Calhas e Rufos em chapa galvanizada.											
PASSEIO												
Passeio	-	-	contra-piso + ladrilho hidráulico ; granito cinza corumbá	-	-	-	-	-	-	-	-	terra vegetal + grama + paisagismo e árvores propostas para plantio
FACHADAS												
Fachada Frontal	chapisco + reboco/emboço	Textura										tratamento de juntas
Fachada dos Fundos	chapisco + reboco/emboço	Textura										tratamento de juntas
Fachada LD	chapisco + reboco/emboço	Textura										tratamento de juntas
Fachada LE	chapisco + reboco/emboço	Textura										tratamento de juntas

Especificações

Ciente:	Projeto Piloto											
Obra:	Projeto Piloto											
	Parede		Piso	Rodapé	Teto		Portas	Janelas	Soleiras	Peitoris	Impermeabilização	Outros
	Revestimento	Acabamento			Revestimento/ Forro	Acabamento						
VEDAÇÕES												
Alvenarias internas	Bloco cerâmico 14 cm de largura											
Alvenarias externas, caixa de escada e elevador	Bloco cerâmico 14 cm de largura											

ANEXO 2 – Orçamentação Fornecida Pela Empresa X.

PLANILHA DE ORÇAMENTO**Planilha de Estimativa de Custos Utilizada pela Empresa X - Mercado Privado**

Projeto de Piloto					maio-15
DESCRIÇÃO	COMP.	UNID.	QNT.	PREÇO UNIT.(R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
Estrutura	32,07%				234.513,35
Forma para estrutura subempreitada (material, mão de obra e escoramento)	IS3077	m2	1.428,12	76,50	109.251,18
Concreto Estrutural usinado e bombeado 30 Mpa	CE3010	m3	146,14	310,58	45.388,16
Armacao aco CA-50/60, corte e dobra industrializado e mão de obra de montagem e transporte subempreitada	CE2007	kg	13.115,60	6,09	79.874,00
Vedações	7,38%				53.954,97
Alvenaria de vedação em bloco cerâmico de 14 cm, com belgo fix, chapisco colante e argamassa de assentamento industrializada	CA1019	m2	1.023,50	46,68	47.776,98
Aperto com argamassa expansiva de alvenaria de 14 cm	CA1029	m	293,21	5,62	1.647,84
Verga e contra-verga	CE4007	m	113,68	39,85	4.530,15
Revestimento Interno de Paredes	5,66%				41.412,66
Chapisco - 2 mm	CR3002	m2	662,65	6,09	4.035,54
Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 2 cm	CR3063	m2	662,65	27,67	18.335,53
Gesso liso, material e mão de obra subempreitada	IS5418	m2	736,82	20,00	14.736,40
Porcelanato 60x60cm Biancogrês	CR5207	m2	40,92	105,21	4.305,19
Revestimento Externo de Paredes	4,57%				33.414,21
Chapisco - 2 mm	CR3002	m2	828,52	6,09	5.045,69
Reboco/Emboço, com argamassa industrializada - 3 cm	CR3064	m2	828,52	34,24	28.368,52
Revestimento Interno de Tetos	1,74%				12.698,40
Gesso liso, material e mão de obra subempreitada	IS5418	m2	634,92	20,00	12.698,40
Piso	13,17%				96.302,62
Laje de piso h=10cm em concreto armado, com tela soldada dupla	CE6010	m2	302,28	73,42	22.193,40
Contra-piso	CR5003	m2	512,96	21,76	11.162,01
Acabamento camurçado de piso de concreto	IS5231	m2	33,50	7,00	234,50
Polimento de concreto aparente (nível zero)	IS5214	m2	214,36	7,50	1.607,70
Porcelanato 60x60 Biancogres Polido	CR5207	m2	375,12	105,21	39.466,38
Porcelanato 60x60 Biancogres Rústico	CR5171	m2	5,24	106,77	559,47
Granito Cinza Corumbá	CR5079	m2	65,90	263,69	17.377,17
Cimentado	CR5005	m2	32,48	25,92	841,88
Ladrilho Hidráulico (passeio)	CR5010	m2	34,22	83,58	2.860,11
Rodapé	1,86%				13.611,79
Porcelanato Biancogres Polido h=15cm	CR1029	m	184,47	32,83	6.056,15

Granito Cinza Corumbá h=15cm	CR1222	m	112,78	62,95	7.099,50
Granito Cinza Corumbá h=20cm	CR1223	m	6,20	73,57	456,13
Soleira, Peitoril, Chapim	1,19%				8.687,26
Soleira em granito cinza corumbá	CR1188	m	23,08	75,50	1.742,54
Peitoril em mármore	CR1205	m	50,29	90,18	4.535,15
Chapim em pré-fabriado de concreto	CR1015	m	69,50	34,67	2.409,57
Esquadrias de Madeira	0,33%				2.400,00
Porta prancheta de madeira - P01 - 60x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios	IS5720	un	5,00	380,00	1.900,00
Porta prancheta de madeira com chapa de aço inox escovado h=50cm nas duas faces - P02C - 90x210cm - Kit porta pronta, com ferragens e acessórios	IS5894	un	1,00	500,00	500,00
Esquadrias metálicas e vidros	6,87%				50.242,70
					13.005,90
Porta em aço de enrolar	IS5723	m2	20,01	450,00	9.004,50
Portão de garagem metálico	IS5849	m2	7,41	540,00	4.001,40
				0,00	37.236,80
Contra-marco de esquadrias de alumínio	CQ2001	m2	86,01	72,22	6.211,64
Portas de alumínio com vidro	IS5919	m2	18,72	360,00	6.739,20
Esquadrias de alumínio com vidro	IS5713	m2	65,01	360,00	23.403,60
Esquadrias em veneziana de alumínio	IS5704	m2	2,28	387,00	882,36
Forros	0,09%				669,90
Forro de gesso (mão de obra e material subempreitados)	IS5420	m2	12,18	55,00	669,90
Impermeabilizações	1,79%				13.113,21
Impermeabilização com manta - 2 cm de regularização (mão de obra subempreitada) + manta asfáltica 4 mm (material e mão de obra subempreitada) + 3 cm de proteção mecânica (mão de obra subempreitada)	CM1049	m2	108,60	100,67	10.932,76
Impermeabilização de área molhada - 2 cm de regularização + impermeabilização com argamassa polimérica bicomponente	CM1035	m2	44,93	48,53	2.180,45
Bancadas	0,42%				3.066,63
Bancada em granito cinza corumbá	CR1086	m2	7,16	428,30	3.066,63
Serralheria e vidros	0,89%				6.507,65
Corrimão metálico com pintura esmalte	IS4119	m	40,93	75,00	3.069,75
Guarda-corpo metálico com pintura esmalte	IS4118	m2	1,38	205,00	282,90
Escada de marinho com pintura esmalte	IS4015	un	3,00	400,00	1.200,00
Alçapão metálico 80x80cm com pintura esmalte	IS4094	un	2,00	400,00	800,00
Espelho	IS5620	m2	4,62	250,00	1.155,00
Elevador	10,26%				75.000,00

Elevador	IS7128	un	1,00	70.000,00	70.000,00
Apoio civil elevador	IS6704	vb	1,00	5.000,00	5.000,00
Pintura					44.825,67
Pintura látex sem massa. Subempreitado material e mão de obra.	IS5411	m2	634,92	10,80	6.857,14
Pintura látex com massa. Subempreitado material e mão de obra.	IS5404	m2	12,18	16,20	197,32
Pintura acrílica sem massa. Subempreitado material e mão de obra.	IS5413	m2	369,68	11,70	4.325,26
Pintura acrílica com massa. Subempreitado material e mão de obra.	IS5412	m2	895,75	17,10	15.317,33
Textura (fachada)	IS5493	m2	828,52	21,60	17.896,03
Pintura óleo sem massa. Subempreitado material e mão de obra.	IS5521	m2	17,23	13,50	232,61
				0,00	
Louças, Metais e Acessórios					11.299,58
Bacia com caixa acoplada Deca Vogue Plus (substituído pelo cliente por uma linha inferior)	CO6014	un	5,00	442,78	2.213,90
Bacia para PNE ou similar	CO6011	un	1,00	547,78	547,78
Cuba quadrada de semi-encaixe Deca L830 (substituído pelo cliente por uma linha inferior)	CO6035	un	5,00	418,17	2.090,85
Lavatório suspenso Deca L915 (substituído pelo cliente por uma linha inferior)	CO6270	un	1,00	207,51	207,51
Cuba de metal Strake número 01 (substituído pelo cliente por uma linha inferior)	CO6004	un	2,00	237,88	475,76
Torneira para lavatório mesa DECA LINK 1197 C LINK (substituído pelo cliente por uma linha inferior)	CO6217	un	5,00	300,53	1.502,65
Torneira para lavatório fechamento automático DECA LINK 1172 C LNK (substituído pelo cliente por uma linha inferior)	CO6093	un	1,00	185,53	185,53
Torneira	CO6072	un	1,00	36,06	36,06
Torneira para pia de mesa 1167 C59Fast (substituído pelo cliente por uma linha inferior)	CO6245	un	2,00	175,53	351,06
Barras de apoio	CX0025	un	3,00	288,29	864,87
Válvula de descarga	CO6168	un	1,00	226,16	226,16
Ducha manual higiênica	CO6037	un	6,00	177,19	1.063,14
Dispenser de papel toalha	CO6273	un	8,00	67,27	538,16
Dispenser de papel higiênico	CO6272	un	6,00	67,27	403,62
Dosador de sabonete líquido	CO6111	un	8,00	67,27	538,16
Ralo	CO6071	un	1,00	54,37	54,37
Telhados e Coberturas					27.957,21
Telhado em telhas metálicas trapezoidal com pintura branca, inclusive estrutura de sustentação	IS7726	m2	182,95	100,00	18.295,00
Calha	CC3002	m	72,11	89,70	6.468,27
Rufo	CC3003	m	64,42	49,58	3.193,94
Outros					1.605,77
Meio-fio	CV0004	m	11,10	24,70	274,17
Jardim - terra vegetal e grama e paisagismo	IS7041	m2	41,58	20,00	831,60
Árvores de grande porte propostas para plantio	IS7123	un	1,00	500,00	500,00
TOTAL					731.283,57