

**INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

FELLIPE SERAFIM CAETANO

**PROPOSTA E APLICAÇÃO DE FLUXO DE TRABALHO PARA USO DA
METODOLOGIA BIM NO PROCESSO DE ORÇAMENTAÇÃO (BIM 5D)**

FLORIANÓPOLIS, 2021.

**INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

FELLIPE SERAFIM CAETANO

**PROPOSTA E APLICAÇÃO DE FLUXO DE TRABALHO PARA USO DA
METODOLOGIA BIM NO PROCESSO DE ORÇAMENTAÇÃO (BIM 5D)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Engenharia Civil do
Departamento Acadêmico de
Construção Civil do Instituto
Federal de Santa Catarina –
Campus Florianópolis para a
obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Orientador: Juliana Bonacorso
Dorneles

FLORIANÓPOLIS, 2021.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de
Geração Automática da Biblioteca do IFSC

Caetano, Fellipe Serafim

Proposta e Aplicação de Fluxo de Trabalho para uso da metodologia BIM no
Processo de Orçamentação (BIM 5D) / Fellipe
Serafim Caetano ; orientação de Juliana Bonacorso Dorneles. -
Florianópolis, SC, 2021.
135 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa
Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil.
Departamento Acadêmico de Construção Civil.
Inclui Referências.

1. BIM. 2. Orçamentação. 3. Custos. 4. BIM 5D. I. Dorneles,
Juliana Bonacorso . II. Instituto Federal de Santa Catarina.
Departamento Acadêmico de Construção Civil. III. Título.

PROPOSTA E APLICAÇÃO DE FLUXO DE TRABALHO PARA USO DA METODOLOGIA BIM NO PROCESSO DE ORÇAMENTAÇÃO (BIM 5D)

FELLIPE SERAFIM CAETANO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Florianópolis, 26 de abril de 2021.

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br
Juliana Bonacorso Dorneles
Data: 20/05/2021 07:26:23-0300
CPF: 802.473.340-49

Prof. Juliana Bonacorso Dorneles, M.^a

Orientadora

Instituto Federal de Santa Catarina

JOAO ALBERTO DA
COSTA GANZO
FERNANDEZ

Assinado de forma digital por
JOAO ALBERTO DA COSTA GANZO
FERNANDEZ
Dados: 2021.04.29 20:53:10 -03'00'

Prof. João Alberto da Costa Ganzo Fernandez, Dr.

Instituto Federal de Santa Catarina

SAMUEL JOAO DA
SILVEIRA:
02490213903

Digitally signed by SAMUEL JOAO DA SILVEIRA 02490213903
DN: cn=Samuel Joao da Silveira, ou=Secretaria de Recrutamento e Seleção, ou=IFSC, ou=Instituto Federal de Santa Catarina, ou=Brasil, ou=BR, ou=RPB, ou=RPB e CPF A1, ou=IFSC BRANCO, ou=IFSC 14.3001160, ou=presencial, cn=JOAO ALBERTO DA COSTA GANZO FERNANDEZ
Reason: Autenticação
Location: São José
Date: 2021.05.03 09:56:56
Full Reader Version: 9.7.0

Prof. Samuel João da Silveira, Dr.

Instituto Federal de Santa Catarina

Bianca Cavedon Fontana

Bianca Cavedon Fontana, M.^a

ndBIM Virtual Building

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, que nunca pouparam esforços para me proporcionar a melhor educação possível, e me deram sempre todo o apoio e incentivo necessário para a minha caminhada até aqui.

Agradeço também à minha família, que sempre me incentivou em minhas decisões e compreendeu todos os momentos em que não fui presente.

Agradeço à minha namorada, Luiza, por todo o apoio, paciência e compressão principalmente nesta reta final do curso.

Agradeço à minha orientadora Juliana Dorneles por todo o auxílio, dedicação e conhecimentos transmitidos durante essa jornada, mesmo em uma situação tão complicada quanto a pandemia, garantindo o cumprimento das minhas metas e da realização do trabalho.

Agradeço aos meus colegas de curso, que se tornaram amigos para toda a vida. Em especial ao Cesare, Danilo, Denis, Gustavo Henrique, Higlas, Otávio, João Pedro e Paulo Henrique, que proporcionaram muitos momentos de estudo, mas também com muitas festas e comemorações.

Agradeço aos meus colegas e orientadores do meu estágio profissionalizante, em especial à Ana Carla, Bianca Fontana e Marlon, por todo o conhecimento transmitido durante a minha jornada na empresa.

Agradeço aos meus colegas da Première Engenharia, empresa que atuo atualmente, por todo o conhecimento, apoio e reconhecimento do trabalho.

RESUMO

Dentro de um cenário de crescimento e competitividade, o setor da construção civil vem evoluindo com o uso de tecnologias que auxiliam na execução e no planejamento das obras, principalmente com o uso da metodologia BIM (*Building Information Modeling*). A utilização do BIM vem aos poucos amadurecendo no Brasil, tendo seu uso principalmente para compatibilização de projetos. A metodologia torna-se eficiente em todas as fases do projeto, principalmente na fase de orçamentação, uma vez que permite a manipulação de um modelo com as informações dos elementos que propiciam uma estimativa de custos em tempo real e a avaliação de diversos cenários durante o avanço das decisões do projeto. No entanto, para que a utilização do BIM no processo de orçamentação seja um processo linear e produtivo, é necessário estabelecer etapas dentro de um fluxo de trabalho que definam critérios de classificação, organização e modelagem dos elementos que serão associados às composições analíticas, possibilitando a estimativa de custos em qualquer momento do projeto. Nesse viés, o presente estudo busca propor um fluxo de trabalho com a descrição das principais etapas necessárias para a utilização de maneira eficaz do BIM no processo de orçamentação por intermédio de um software BIM 5D (*Bixel Manager*) tendo como aplicação da ferramenta uma Residência Unifamiliar e um Empreendimento Multifamiliar, comprovando o uso do processo para diferentes tipos de projetos.

Palavras-chave: BIM (*Building Information Modeling*). Orçamentação. Custos. BIM 5D

ABSTRACT

Within a scenario of growth and competitiveness, the civil construction sector has been evolving with the use of technologies that assist in execution and planning of works, mainly with use of BIM (Building Information Modeling) methodology. The use of BIM is gradually maturing in Brazil, having its use mainly for project compatibility. The methodology becomes efficient in all phases of the project, mainly in the budgeting phase, since it allows the manipulation of a model with element's information that provide a cost estimate in real-time and the evaluation of several scenarios, during the project advancement decisions. However, for the use of BIM in the budgeting process to be a linear and productive process, it is necessary to define steps within a workflow and criteria for the classification, organization and modeling elements that will be associated with the analytical compositions, enabling the cost estimation at any point in the project. In this vein, the present study seeks to propose a workflow with the description of the main steps necessary to effective use of BIM in the budgeting process through a BIM 5D software, using the tool with a Single Family Residence and an Building, proving the use of the process for different types of projects.

Keywords : BIM (*Building Information Modeling*). Budgeting. Costs. BIM 5D

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de objetos em um modelo BIM.....	24
Figura 2: Os três conceitos da buildingSmart.	27
Figura 3: Relação entre Níveis de desenvolvimento, Detalhe e Informação.....	29
Figura 4: Adesão ao BIM na América do Norte.	32
Figura 5: Fases de Implementação do BIM no país segundo a Estratégia BIM BR	33
Figura 6: Representação gráfica da Curva ABC	44
Figura 7: Tela de operação do DProfiler	49
Figura 8: Carência de informações em um elemento modelado.....	56
Figura 9: Perspectiva do Projeto I.....	60
Figura 10: Planta baixa do Projeto I.....	60
Figura 11: Apartamento tipo 01 e tipo 02	62
Figura 12: Fluxo de trabalho proposto para o BIM 5D	64
Figura 13: Interface do Autodesk Revit.....	66
Figura 14: Interface padrão do Bexel Manager.....	67
Figura 15: Estrutura básica do Sistema de Nomenclaturas para Famílias de Sistemas.....	70
Figura 16: Estrutura básica do Sistema de Nomenclatura para Famílias Carregáveis (Esquadrias)	71
Figura 17: Processo de renomear elementos no Revit.....	72
Figura 18: Estrutura de uma rotina no Dynamo da Autodesk	73
Figura 19: Tipos de modelagem de parede	77
Figura 20: Níveis osso e acabado	79
Figura 21: Considerações a respeito da modelagem de alvenaria de vedação.....	80
Figura 22: Método tradicional de modelagem de pisos	81
Figura 23: Inserindo todos os rooms	82
Figura 24: Configuração de modelagem Floor Finishes	82
Figura 25: Configuração de modelagem Skirting Board	83
Figura 26: Configuração de modelagem Skirting Board	84
Figura 27: Exemplo de parâmetro utilizado	85
Figura 28: Plugin de exportação Publising to BX3.....	87
Figura 29: Criação de uma Nova classificação no Bexel.....	88
Figura 30: Organização do Classification Editor nos Projetos I e II	89
Figura 31: Configurações da aba General	90

Figura 32: Seleção dos insumos e quantidade na composição	91
Figura 33: Busca e fórmula de quantificação no Cost Item Definition.....	92
Figura 34: Busca e fórmula de quantificação para os pisos do projeto I.....	92
Figura 35: Alvenaria de vedação e revestimentos de parede externos - Projeto I	93
Figura 36: Alvenarias de vedação e revestimentos de parede externos - Projeto II	93
Figura 37: Vinculação das composições aos elementos - Auto-Assign Cost Items	94
Figura 38: Elementos vinculados e seus valores - Projeto I	95
Figura 39: Composições dos revestimentos de piso – Projeto I	95
Figura 40: Elementos vinculados - Projeto I	96
Figura 41: Elementos vinculados - Projeto II	96
Figura 42: Divisão de arquivos do Projeto II	100
Figura 43: Divisão dos arquivos para exportação.....	100
Figura 44: Edição de composições após replicar os pavimentos	102
Figura 45: Lista com elementos não vinculados	103
Figura 46: Recurso Report Editor Template	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Fases, Etapas e Nível de Desenvolvimento (BIM) de projetos e Representação gráfica	28
Tabela 2: Estrutura de Classes	34
Tabela 3: Quadro Comparativo de Graus do Orçamento.....	38
Tabela 4: Formação do Preço de Venda.....	46
Tabela 5: Exemplo de códigos de tipo de material.....	69
Tabela 6: Organização da planilha para substituir os nomes dos elementos.....	73
Tabela 7: Associação das Composições aos elementos do modelo BIM	74
Tabela 8: Exemplo de preenchimento dos insumos no Bexel.....	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

IFSC – Instituto Federal de Santa Catarina

BIM – *Building Information Modeling*

IAI – *International Alliance for Interoperability*

IFC – *Industry Foundation Classes*

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

LOD – *Level of Development*

PEB – Plano de Execução BIM

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

TCPO – Tabela de Composições e Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Justificativa	15
1.2. Objetivos	17
1.2.1. Objetivo geral.....	17
1.2.2. Objetivos específicos	17
1.3. Delimitação do tema	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1. <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	19
2.1.1. Definição de BIM.....	19
2.1.2. O Histórico do BIM	20
2.1.3. Benefícios e utilizações de modelos BIM.....	21
2.1.4. Objetos paramétricos no modelo BIM.....	23
2.1.5. Conceito de Interoperabilidade	25
2.1.6. Industry Foundation Classes (IFC)	26
2.1.7. Level of Development (LOD)	28
2.1.8. Dimensões do BIM (ND's).....	30
2.1.9. O BIM no cenário Mundial e Nacional.....	31
2.1.10. As Normas BIM da ABNT	33
2.2. Orçamentação	36
2.2.1. Atributos do Orçamento	36
2.2.1.1. <i>Aproximação</i>	37
2.2.1.2. <i>Especificidade</i>	37
2.2.1.3. <i>Temporalidade</i>	38
2.2.2. Graus do Orçamento	38
2.2.2.1. <i>Estimativa de Custos</i>	39
2.2.2.2. <i>Orçamento Preliminar</i>	40
2.2.2.3. <i>Orçamento Analítico ou Detalhado</i>	40
2.2.3. Etapas do processo de orçamentação.....	40
2.2.3.1. <i>Estudo das condicionantes (condições de contorno)</i>	41
2.2.3.2. <i>Identificação dos Serviços e Levantamento de Quantidades</i>	41
2.2.3.3. <i>Cotação de preços de insumos e serviços</i>	42
2.2.3.4. <i>Composições de Custos</i>	42

2.2.3.5. <i>Curva ABC</i>	43
2.2.3.6. <i>Custos Indiretos</i>	44
2.2.3.7. <i>Fechamento do Orçamento</i>	45
2.2.4. Orçamento operacional.....	47
2.3. O BIM no processo de orçamentação – BIM 5D.....	48
2.3.1. O Estudo de caso do Empreendimento Comercial Hillwood.....	48
2.3.2. Softwares para BIM 5D.....	50
2.3.2.1. <i>Navisworks Manage</i>	51
2.3.2.2. <i>Vico Office</i>	52
2.3.2.3. <i>Bexel Manager</i>	52
3. MÉTODO DE PESQUISA.....	54
3.1. Necessidades do fluxo de trabalho para o BIM 5D.....	54
3.1.1. Escolha dos softwares BIM.....	54
3.1.2. Estruturação de um sistema de nomenclatura de elementos	55
3.1.3. Associação dos serviços da EAP com os elementos do modelo	56
3.1.4. Atribuição do sistema de nomenclatura aos elementos	57
3.1.5. Escolha de parâmetros para extração de quantitativos	57
3.1.6. Estruturação das composições e insumos no <i>Bexel Manager</i>	58
3.1.7. Plano de execução BIM (PEB) para fins de orçamentação	59
3.2 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DO FLUXO DE TRABALHO	60
3.2.1. Projeto I – Residência Unifamiliar	60
3.2.2. Projeto II – Residencial Multifamiliar	61
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
4.1. Escolha dos softwares de modelagem e gerenciamento BIM	65
4.1.1 O Software de Modelagem BIM.....	65
4.1.2 O Software de Gerenciamento BIM	66
4.2. Identificação do escopo do orçamento	67
4.3. Sistema de nomenclatura de elementos.....	68
4.4. Atribuição do Sistema de Nomenclatura aos elementos.....	72
4.5. Associação do escopo aos elementos do modelo BIM.....	73
4.6. Planejamento e método de modelagem	75
4.6.1. Categorias de elementos correspondentes ao escopo	75
4.6.2. Escolha da tipologia de paredes e pisos.....	76
4.6.3. Ordem de modelagem dos elementos	78

4.6.4. Etapa 1 – Criação dos níveis	78
4.6.5. Etapa 2 - Alvenarias de vedação	79
4.6.6. Etapa 3 – Portas e Janelas	80
4.6.7. Etapa 4 – Revestimentos de piso	80
4.6.8. Etapa 5 – Revestimentos de parede	83
4.6.9. Etapa 6 – Atribuição de parâmetros	84
4.6.9.1 – <i>Inserindo parâmetros de modo automatizado</i>	85
4.6.9.2 – <i>Inserindo parâmetros de modo manual</i>	86
4.7. Exportação do modelo para o software BIM 5D	86
4.8. Lançamento dos insumos no software <i>Bexel Manager</i>	87
4.9. Lançamento das composições de custo unitário no <i>Bexel</i>	89
4.10. Associação das composições aos elementos modelados	91
4.11. Vinculação das composições aos elementos modelados	94
4.12. Revisão e atualização do orçamento	96
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS	98
5.1. O Sistema de nomenclatura de elementos	98
5.2. A modelagem de revestimentos utilizando o <i>plugin</i>	99
5.3. A exportação para o software de gerenciamento BIM	99
5.4. O lançamento dos insumos no <i>Bexel Manager</i>	101
5.5. A estruturação das composições de insumos no <i>Bexel Manager</i>	101
5.6. A verificação da vinculação das composições aos elementos	102
5.7. Itens não modelados no projeto ou falta de especificação – Projeto II	103
5.8. Os resultados gerados pelo <i>Bexel Manager</i>	104
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
6.1. Conclusão e Comentários finais	105
6.2. Sugestões para trabalhos futuros	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
APÊNDICE A – DEFINIÇÕES DO SISTEMA DE NOMENCLATURA	113
APÊNDICE B – TABELA DE ASSOCIAÇÃO DOS SERVIÇOS AOS ELEMENTOS	116
APÊNDICE C – ORÇAMENTOS DOS PROJETOS I E II	120
APÊNDICE D – ROTINAS DESENVOLVIDAS NO DYNAMO	133

1. INTRODUÇÃO

O Building Information Modeling (BIM) – ou Modelagem da Informação da Construção – tem trazido diversas mudanças nas tecnologias dos processos da área da construção civil. A metodologia BIM é capaz de alterar a cultura dos agentes de todo o setor, por conta da necessidade de utilizar novos métodos de trabalho e formas de relacionamento entre todos os profissionais atuantes no ciclo de vida de um empreendimento. (CATELANI *et al.*, 2016).

Com a crescente competitividade, as empresas de construção estão buscando maneiras mais eficientes de estimar e obter os custos de um empreendimento, na tentativa de acelerar o processo e poder avaliar diversos cenários. O processo tradicional de orçamentação (combinação de projetos 2D com softwares de orçamentos e planilhas eletrônicas) é complexo e demorado, podendo ser otimizado através da utilização de composições vinculadas diretamente aos quantitativos extraídos ou elementos dos modelos BIM. (SATTINENI; BRADFORD, 2011).

No entanto, uma nova tecnologia requer novos processos e fluxos de trabalho, principalmente quando envolve múltiplas informações ao mesmo tempo. O principal uso de modelos BIM no processo de orçamentação se dá pela automação do processo de extração de quantitativos. No entanto, deve-se respeitar alguns cuidados quanto à modelagem em todas as etapas, escolhendo os métodos e parâmetros que serão utilizados durante a execução da obra para obter confiabilidade e assertividade neste fim. (ABDI, 2017).

1.1. Justificativa

O autor do presente trabalho realizou o estágio profissionalizante em um escritório de projetos BIM localizado em Florianópolis e que trabalha com projetos na região Sul do país e em São Paulo. Nele, o autor identificou dificuldades que poderiam ser eliminadas com o uso do modelo BIM no processo de orçamentação:

- a) **Plano de Execução BIM do modelo para fins de quantificação:** A extração automática de quantitativos provenientes de modelos BIM é obtida com

êxito se o modelo foi concebido para este fim. Para isso, deve-se estabelecer critérios de modelagem e parâmetros específicos de acordo com a necessidade da construtora.

- b) A interação modelo-orçamentista:** No escritório, os quantitativos são extraídos a partir do software de gerenciamento (*Navisworks* da *Autodesk*) e disponibilizados em planilhas eletrônicas para o orçamento. Neste caso, o uso do BIM é interrompido, pois as planilhas eletrônicas não possuem vinculação direta com o software, dificultando a visualização dos elementos e das considerações na extração de quantitativos pelo modelador responsável e o controle dos valores extraídos por parte do orçamento.
- c) A desconexão do fluxo BIM:** As planilhas eletrônicas dos quantitativos são lançadas em softwares de orçamento, como o *Sienge*, exigindo um considerável retrabalho operacional caso elas sejam alteradas conforme o desenvolvimento do projeto. Já as composições e insumos diretamente em um software BIM linearizam o processo, alterando automaticamente os custos.

Nesse viés, o presente trabalho busca propor e atestar a eficácia de um fluxo de trabalho para uso da metodologia BIM no processo de orçamentação, definindo os softwares BIM, um sistema de nomenclaturas para os elementos, a associação dos serviços de um orçamento aos elementos, a atribuição de parâmetros no modelo necessários para o orçamento e a estruturação de composições e insumos de serviços escolhidos na delimitação do trabalho, recursos necessários para a elaboração de um Plano de Execução BIM.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Propor, aplicar e avaliar um fluxo de trabalho para uso da metodologia BIM no processo de orçamentação utilizando um software BIM 5D.

1.2.2. Objetivos específicos

Definir um procedimento padrão para realização da associação dos custos aos elementos do modelo para contribuir e incentivar a segunda fase de implementação BIM proposta pela Estratégia BIM BR;

Propor critérios e métodos eficientes de modelagem que priorizem informação e qualidade no modelo BIM;

Estruturar um sistema de nomenclatura de elementos que classifique estes por meio de uma codificação, linearizando o fluxo do trabalho e o entendimento do modelo pelos profissionais envolvidos.

1.3. Delimitação do tema

Nos exemplos práticos de aplicação do método, será utilizado um projeto de uma Edificação Multifamiliar já modelada e orçada e uma Edificação Unifamiliar que será modelada pelo autor do trabalho e serão utilizadas as composições da SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), para aplicar o método de modelagem que poderá ser previsto no Plano de Execução BIM. Dentre os serviços à serem estruturadas as composições e associados aos elementos do modelo, foram escolhidos os de vedações verticais, revestimentos de piso (contrapiso e acabamento) e também revestimentos de parede (reboco e acabamentos). Desta forma, não fazem parte do escopo da análise do trabalho outros serviços que fazem parte da Estrutura Analítica de Projeto de uma edificação, nem outras disciplinas (estrutura, hidrossanitário, projeto preventivo contra incêndio, etc.), sendo apenas considerados os custos diretos embutidos nos serviços escolhidos. Também não serão considerados outros componentes do orçamento

como os Encargos Sociais e trabalhistas, Custos Indiretos e o Benefício de Despesas Indiretas (BDI).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os conceitos bibliográficos para a elaboração do trabalho estão presentes nos tópicos abaixo, contextualizando os temas que fazem concordância, sendo o BIM e o processo de orçamentação.

2.1. *Building Information Modeling* (BIM)

2.1.1. Definição de BIM

O BIM (*Building Information Modeling*) não se resume a apenas uma definição ou a um produto final, mas sim uma nova metodologia em todos os processos envolvidos durante uma construção. A visão mais clássica e direta acerca da temática é a de Charles Eastman, professor do Instituto de Tecnologia da Geórgia (EUA):

BIM é uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores (AEC) na elaboração de um modelo virtual preciso, que gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos e ações em todas as fases da construção (Eastman et al., 2014).

Segundo a Autodesk (2020), BIM é uma tecnologia que permite a criação de um modelo 3D que possibilita o gerenciamento, coordenação e simulações durante todo o ciclo de vida de um projeto (planejamento, documentação de projetos, construção, operação e manutenção).

De acordo com Gonçalves (2018), o BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação, além de permitir que o projeto contenha todas as informações do ciclo de vida da construção. Para isso, ainda de acordo com Gonçalves (2018), um projeto em BIM deve possuir uma visão 3D, mas não somente isso. Deve possuir uma gama de informações atreladas, aí oriundo o “I” (Informação – do inglês *Information*).

O BIM é uma inovação tecnológica radical de processo, alterando funções, responsabilidades e o conteúdo de produtos ao longo de todo o ciclo de vida das construções. Enquanto no processo de projeto tradicional um projeto é representado

em 2D e imaginado em 3D, no processo BIM imagina-se em 3D e a representação é através de uma simulação da construção (construção virtual) que é denominada 'modelo'. Embora ainda seja necessária a representação 2D do projeto, ela se torna quase completamente automatizada, sendo complementada e integrada a base de dados externas e vinculada a especificações de requisitos de desempenho e outras informações do projeto, tornando-as conectadas e centralizadas em um único arquivo. (KASSEM; AMORIM, 2015).

Ambas as visões relatam o BIM como agente modificador não só na etapa de projetos, mas sim diante de todo o ciclo de vida da edificação. O BIM foge dos clássicos modelos CAD (*Computer Aided Design*), que eram utilizados até então – e ainda são frequentemente utilizados - visto a implantação progressiva do BIM, porque não se resume apenas a uma visualização enraizada em linhas (*layers*), mas sim elementos que possuem informações definidas (como área, comprimento, volume, posição), que podem ser alimentadas e retroalimentadas em tempo real.

2.1.2. O Histórico do BIM

Apesar de ser um método em fase de implantação no mercado da construção civil no Brasil, o conceito e nomenclatura BIM não datam deste século: O documento mais antigo em que se tem registro foi no ano de 1975 por Chuck Eastman na Universidade de Carnegie-Mellon (EUA). Nele, Eastman já definia o BIM (Na época "*Building Description System*") como um sistema de elementos que possuem interação entre si, onde qualquer mudança no arranjo (modelo) teria que ser realizada apenas uma vez para todos os desenhos futuros. Além disso, acrescentou que qualquer tipo de análise quantitativa poderia ser vinculada diretamente à descrição, possibilitando um banco de dados para análises visuais e quantitativas. (EASTMAN *et al.*, 2014).

Ligeiramente após os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento articulados por Eastman, o método BIM foi descrito nos Estados Unidos como "*Building Production Models*" (Modelos de produtos da construção) e analogamente na Europa, especialmente na Finlândia, como "*Product Information Models*" (Modelos de informação de produto). Em decorrência das duas nomenclaturas, ainda de acordo com Eastman, surgiu a nomenclatura de *Building Information Model*, posteriormente.

O primeiro uso documentado do termo atual de BIM – *Building Information Modeling*, segundo Eastman et al. (2008), foi a partir de 1986, em um título de um artigo de Robert Aish, integrante da *GMW Computers Ltd.*, empresa fabricante do sistema de software RUCAPS. Nesse artigo, Aish expôs os conceitos de BIM utilizados atualmente e as tecnologias para implementá-lo, como modelagem 3D paramétrica, banco de dados relacionais, faseamento temporal dos processos, entre outros.

2.1.3. Benefícios e utilizações de modelos BIM

O BIM, de acordo com vários autores, possui diferentes aplicabilidades e pode ser utilizado em todo o ciclo de vida de um projeto. Eastman *et al.* (2014) definiram os benefícios do BIM segundo etapas de projeto.

- a) **Benefícios na pré-construção para o proprietário:** Trata-se do uso do BIM para a pré-construção, a fim de verificar se o empreendimento satisfará os requisitos financeiros do proprietário. Um modelo de construção macro ou aproximado construído e vinculado a uma base de custos pode ser modelado e ser de valor imensurável para o proprietário, evitando tempos consideráveis desperdiçados caso o empreendimento esteja acima do orçamento pretendido.
- b) **Benefícios no projeto:** O modelo BIM é projetado diretamente em vez de ser resultado de múltiplas vistas 2D, podendo ser utilizado para visualização em qualquer etapa do processo e com a garantia de possuir dimensões consistentes em todas as vistas. O uso do BIM na etapa de projeto também garante correções automáticas de baixo nível quando mudanças são feitas no projeto (uma vez que os objetos inseridos no projeto são controlados através de regras paramétricas), permite a colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas de projeto (compatibilização), uma vez que cria um modelo virtual compartilhado e garante a atuação e resolução dos problemas de incompatibilidades de maneira muito mais eficaz comparado com plantas 2D. Além dos fatores apresentados, modelos BIM permitem a extração de estimativas de custo durante qualquer etapa de projeto, possibilitando a tomada de decisões de projeto envolvendo custos mais informadas em comparação ao método 2D

tradicional. Por conseguinte, o BIM também incrementa a eficiência energética e a sustentabilidade em um projeto, uma vez que permite a vinculação a ferramentas de análise energética, resultando na avaliação do uso de energia durante todas as fases do projeto (o que não é possível utilizando ferramentas 2D tradicionais, que necessitam de uma análise de energia separada e realizado ao final do processo de projeto).

- c) **Benefícios à construção e à fabricação:** Já que o modelo virtual 3D da construção é a fonte para todos os desenhos 2D e 3D, os erros de projetos e omissões de informações causadas por desenhos 2D sem conexão são eliminados, ou seja, torna mais rápido o processo de construção, reduz os custos, minimiza a probabilidade de disputas jurídicas e torna o processo mais coeso para toda a equipe atuante. Acrescentando, o impacto de uma mudança sugerida no projeto é reduzido drasticamente (principalmente se o projeto está em fase de emissão final), uma vez que as modificações são alteradas automaticamente, sendo grande parte através de regras paramétricas estabelecidas previamente, contrariando mudanças no desenho 2D, que, conforme a evolução do projeto, podem ser prejudiciais para a conformidade de todo o projeto. Por conseguinte, modelos BIM permitem a melhor interpretação e técnicas de construção enxuta, uma vez que pode proporcionar a base para uma melhoria no planejamento e no cronograma dos subempreiteiros e contribui na garantia de chegada de pessoal, equipamentos e materiais no momento em que é realmente necessário, reduzindo custos e permitindo uma melhor colaboração no trabalho do canteiro de obras.
- d) **Benefícios pós-construção:** O modelo virtual proporciona uma série de informações (gráficas e especificações) para todos os sistemas componentes da construção. Análises prévias que foram utilizadas para determinar equipamentos mecânicos, sistemas de controle e outras aquisições podem ser fornecidas ao proprietário, como meio de verificação de decisões do projeto – tornando a informação muito mais centralizada. Além disso, o modelo BIM pode ser retroalimentado (as-built) e pode ser utilizado para gerenciamento e a operação da construção.

Kjartansdóttir *et al.* (2017) afirmam que o uso do BIM traz eficiência em ciclos de análises de projeto, informações eletrônicas confiáveis e acessíveis durante o ciclo de vida do projeto, documentação (projetos executivos) com maior precisão e qualidade, permite a visão geral de mudanças durante o projeto e construção, menor tempo de construção, redução de erros e omissões em projeto e operação e manutenção aprimoradas.

O BIM também pode ser utilizado para realidade virtual e realidade aumentada na construção civil. De acordo com Zita Sampaio *et al.* (2013) a tecnologia de realidade virtual (VR – *Virtual Reality*) traz uma melhor comunicação entre os proprietários e projetistas do setor de construção civil, uma vez que contribui para uma melhor compreensão do modelo, permitindo que o usuário ‘mergulhe’ em um modelo 3D - possibilitando um *tour* no empreendimento. Dentre as utilizações da realidade virtual para a construção civil, estão o *Walkthrough*, onde é possível que o usuário percorra um ambiente virtual em tempo real, obtendo várias perspectivas do modelo (simulando quando construído). Já a realidade aumentada (AR – *Augmented Reality*) permite o usuário visualizar no espaço real (físico) o modelo BIM, diretamente de um *smartphone* ou *tablet* – facilitando também a percepção do projeto e a ocupação física que este assumirá.

2.1.4. Objetos paramétricos no modelo BIM

A essência do projeto de um edifício está nas relações que podem ser incorporadas no modelo de construção. A criação e manipulação destas relações são concebidas no ato de projetar. Os parâmetros permitem a manipulação destas relações e são uma maneira natural e intuitiva de pensar sobre os edifícios utilizando um computador da mesma forma como uma planilha eletrônica é utilizada para pensar sobre os números e um formatador de textos para pensar sobre textos (AUTODESK, 2019).

A conjuntura de parâmetros transcrita pela Autodesk (2019) traz um conceito de manipulação de dados dentro de um projeto, em que se assemelha a outras ferramentas práticas do dia a dia. Uma vez que se tem acesso a tais parâmetros, tem-se a relação entre todos os elementos inseridos no projeto.

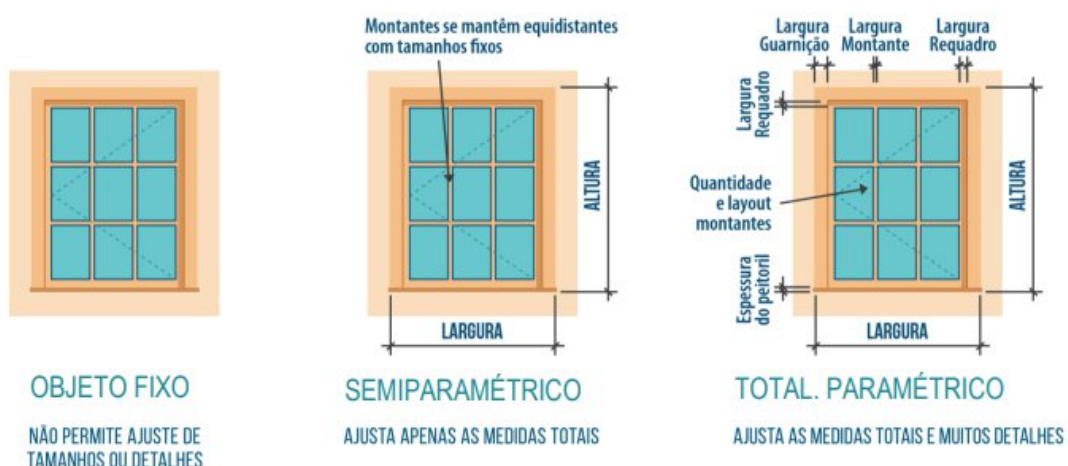
De acordo com Eastman *et al.* (2014), os objetos paramétricos em BIM consistem em definições geométricas associadas a regras e dados, são agente

modificador da geometria de elementos de maneira automática, permitem aos objetos (elementos) receberem uma gama de propriedades e atributos, além de permitirem a possibilidade de o usuário criar seus próprios elementos paramétricos.

A informação a respeito do elemento construtivo a ser representado é armazenada em diferentes parâmetros que podem ser associados e produzidos pelo usuário para obtenção de diferentes respostas (AYRES FILHO, 2009). Segundo IBRAHIM *et al.* (2003) há dois tipos básicos de parâmetros: os que carregam a informação sobre a forma espacial dos elementos, como posição, dimensões ou transformações geométricas e parâmetros que armazenam características funcionais dos elementos, tais como material, especificações, desempenhos, procedimentos de montagem, custo, fabricante, endereço web disponível, entre outros.

Nesse viés, parâmetros são basicamente um conjunto de regras e/ou informações atribuídas ao objeto parametrizado, que podem ser úteis para manipular a sua geometria e carregar informações necessárias para etapas posteriores à concepção do projeto. A figura 1 abaixo ilustra três tipos de objetos, sendo da esquerda para a direita, um objeto fixo onde não é possível manipular suas dimensões, um objeto semiparamétrico que permite manipular as medidas totais e um objeto totalmente paramétrico, onde todas as medidas são manipuláveis e permitem uma customização em um alto nível de detalhe do elemento.

Figura 1: Tipos de objetos em um modelo BIM



Fonte: CBIC (2016)

2.1.5. Conceito de Interoperabilidade

Dentre os diversos conceitos e definições que tangem a tecnologia BIM, tem-se a interoperabilidade, que de acordo com Eastman *et.al* (2014) define-se basicamente pela capacidade de aglutinar informações e extensões envolvidas dentro de um projeto em um único formato, permitindo a comunicação e compartilhamento de informações entre as disciplinas e os projetistas envolvidos.

Segundo Eastman *et. al* (2014) até a data de sua publicação, nenhum software de projetos é capaz de suportar sozinho todas as tarefas associadas ao projeto e à produção de uma construção. Neste sentido, a interoperabilidade representa a necessidade de transportar dados entre os softwares, permitindo para o trabalho em questão a contribuição de múltiplos especialistas e plataformas diferentes. A interoperabilidade baseia-se tradicionalmente pelo intercâmbio de distintos formatos de arquivo, como os clássicos DXF (*Drawing Exchange Format*) e IGES (*Initial Graphics Exchange Specification*) que intercambiam somente a geometria, carecendo de informações paramétricas e do projeto.

A Interoperabilidade, para Howell e Batcheler (2004) é o compartilhamento de informações entre modelos diferentes e é crítica para o sucesso do BIM. Esse processo exige suporte para padrões de dados abertos e não próprios (inacessíveis), evitando ineficiências e imprecisões recorrentes da reentrada de dados, que pode ocorrer por questões financeiras ou rearranjos arquitetônicos durante o desenvolvimento do projeto. A interoperabilidade permitirá o reuso de dados do projeto já desenvolvidos, garantindo consistência entre cada um dos modelos para diferentes representações do mesmo edifício. Concluindo, a interoperabilidade permite a existência de dados consistentes, acurados e acessíveis por todos os profissionais envolvidos, contribuindo de maneira significativa para evitar atrasos e custos adicionais, devido a informação existente estar em um único arquivo.

A interoperabilidade segundo Manzione (2013) possui dois contextos, sendo o técnico e o cultural. No contexto técnico, é definida como “a habilidade para gerenciar e comunicar produtos eletrônicos e dados de projetos entre empresas e dentro de empresas individuais de projetos, construção, manutenção e sistemas de processos de negócios”. Já no contexto cultural, é definida como “a habilidade em implementar e gerenciar relações colaborativas entre membros de equipes

multidisciplinares que possibilitam o desenvolvimento de projetos de edifícios de forma integrada”. Ou seja, o contexto técnico representa a parte gráfica - de produção habitual do projeto, permitindo a comunicação de múltiplas plataformas que tratam de diferentes disciplinas e aplicações. Já o contexto cultural trata do compartilhamento de informações.

No entanto, a interoperabilidade em modelo BIM ainda necessita de maiores aprimoramentos, uma vez que arquivos do tipo IFC (*Industry Foundation Classes*) – criados pela *Alliance of Interoperability* (IAI) podem apresentar problemas de compatibilidade e falta de informações (o que vai na contramão do conceito) (STANLEY; THURNELL, 2015).

Nesse contexto, Eastman et. al (2014) afirmam ainda que a interoperabilidade impõe um novo nível de rigor de modelagem (nível) na qual as empresas ainda estão aprendendo a lidar. Os arquivos suportam a troca de informações (intercâmbio) entre dois softwares, no entanto há uma necessidade crescente de coordenar dados por meio de um repositório de modelos de construção.

2.1.6. Industry Foundation Classes (IFC)

A interoperabilidade, como já citado no item anterior, necessita de um formato padrão de arquivo para que as informações possam ser intercambiadas de um software para outro, permitindo que o uso do BIM se torne eficiente com as trocas de informação entre os modelos oriundos de projetistas distintos, cada qual com sua contribuição e análise para o projeto.

No final do ano de 1994, a Autodesk iniciou um consórcio de indústrias para assessorar a companhia no desenvolvimento de um conjunto de classes C++ (interface de programação) que poderiam suportar um desenvolvimento integrado de softwares, reunindo doze companhias dos Estados Unidos em um consórcio para cumprir tal objetivo, inicialmente definido como *Industry Alliance for Interoperability* - sendo aberta posteriormente (1995) para que todos os interessados pudessem se tornar membros e tendo seu nome modificado para *Internacional Alliance for Interoperability* (IAI) no ano de 1997. A nova aliança foi reconstituída com uma organização internacional sem fins lucrativos conduzida pela indústria, com o objetivo de publicar o *Industry Foundation Class* (IFC) como um modelo padrão de dados para produtos destinados à construção civil.

Em 2005, segundo Manzione (2013), a IAI foi renomeada como *buildingSMART*, tornando-se especialista no uso do BIM e do IFC como propulsores de maneiras mais eficientes e inteligentes de trabalho. A *buildingSMART* desenvolve e mantém padrões de trabalho de maneira aberta (open BIM), aliando três grandes conceitos bases de suas tecnologias, conforme a figura 1 a seguir. A *buildingSMART* define o open BIM como objeto ampliador dos benefícios que o BIM oferece melhorando a dinâmica de produção, o gerenciamento e a confiabilidade dos dados digitais inseridos nos modelos. Na sua essência, o open BIM é um processo colaborativo que é neutro em relação aos fornecedores, podendo obter informações compartilháveis dos projetos que suportam a colaboração contínua para todos os envolvidos neste produto, facilitando a interoperabilidade durante todo o ciclo de vida da edificação (BUILDINGSMART, 2020, tradução nossa).

A *buildingSmart* classifica a interoperabilidade entre termos (IFD), processos (IDM) e dados (IFC), conforme ilustra a figura 2 abaixo.

Figura 2: Os três conceitos da buildingSmart.



Fonte: Adaptado de buildingSMART (MANZIONE, 2013).

O Industry Foundation Classes (IFC) – ISO 16739 é basicamente um modelo de dados padrão que define como trocar ou compartilhar informações de um edifício. O International Framework for Dictionaries (IFD) – ISO 12019-3 (2007) consiste em um dicionário de dados que define quais informações do edifício (produto) serão trocadas e compartilhadas. Já o Information Delivery Manual/ Model View Definition (IDM/ MVD) – ISO 29481-1 (2010) define-se como um manual de informação que trata das definições dos processos de troca, especificando quando e quais informações serão trocadas ou compartilhada entre os modelos (MANZIONE, 2013).

Embora o IFC permita o conceito de interoperabilidade em seus variados níveis, este ainda sim possui dificuldades nessa troca de informações devido a vasta gama de informações da indústria AEC, dado as variadas disciplinas e análises que podem ser realizadas em uma edificação.

2.1.7. Level of Development (LOD)

O LOD (*Level of Development*) ou Nível de desenvolvimento do modelo é uma referência proposta pelo *American Institute of Architects* (AIA) e consiste no grau de informações e maturidade de um modelo BIM, tendo classificação do 100 ao 500, do menos para mais desenvolvido, conforme representado pela tabela 1.

O LOD pode ser utilizado como critério de contratação – no caso de um serviço terceirizado, para definir o objetivo que o modelo oferecerá e também para entregas em ciclos de projeto de acordo com as informações da construção em determinado momento, podendo ser utilizado para estimativa de custos, por exemplo.

Tabela 1: Fases, Etapas e Nível de Desenvolvimento (BIM) de projetos e Representação gráfica

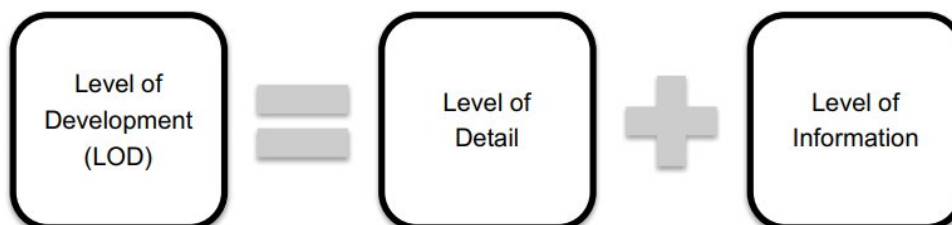
REPRESENTAÇÃO							Conclusão da obra "As-built"
DESCRIÇÃO	Levantamento de informações; Identificação de necessidades; e Esboço.	Desenhos esquemáticos; Volume, área e metragem quadrada geral.	Desenvolvimento do desenho e modelo; Sistemas genéricos; Análise de desempenho.	Desenvolvimento do modelo; Documentação para análises; Análise dos sistemas; Inclusão de atributos e parâmetros.	Finalização do modelo BIM; Análise detalhada de sistemas; Documentação executiva (obra).	Modelos finais com as informações; Especificações técnicas para execução; Quantitativos precisos.	Conclusão da obra; Registro nos projetos e documentação como construído (As-built); Modelo reajustado e configurado para base de dados para manutenção.
NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO (LOD)	ND 0	ND 100	ND 200	ND 300	ND 350	ND 400	ND 500
ETAPAS	Programa de necessidades e Estudo de viabilidade	Estudo preliminar	Anteprojeto	Projeto Legal	Projeto básico	Projeto executivo	Manutenção (<i>Facilities management</i>)
FASES	Concepção do produto	Definição do produto	Identificação e Soluções de Interfaces			Projeto de Detalhamento de Especialidades	Pós-Entrega do Projeto

Fonte: Adaptado de Governo de Santa Catarina, p.16

O LOD permite os profissionais envolvidos em um projeto do setor AEC especificarem e articularem com alto grau de clareza o conteúdo e a confiabilidade dos modelos em vários estágios de projeto. Em algumas situações o LOD é interpretado como nível de detalhe e não como nível de desenvolvimento. Nível de detalhe consiste na quantidade de detalhes incluídos no elemento do modelo. Já o nível de desenvolvimento é o grau em que a geometria do elemento e as informações anexadas foram analisadas – o grau de confiabilidade das informações no modelo (BIMFORUM, 2015).

Manzione (2013) trata o LOD como o um processo customizado pelo usuário em função do empreendimento e dos seus objetivos. De acordo com o autor, o processo de projeto evolui ao longo do tempo e a ele novos agentes são agregados (ciclos de vida do projeto) e em cada fase do processo os objetivos são configurados e confrontados com os resultados obtidos na fase anterior, possibilitando retorno caso eles não sejam alcançados. A figura 3 sintetiza o conceito do LOD, que de acordo com Oliveira (2016) consiste na soma do nível de detalhe (*Level of Detail*) com o nível de informação (*Level of Information*).

Figura 3: Relação entre Níveis de desenvolvimento, Detalhe e Informação.



Fonte: (Oliveira, 2016, p.31)

2.1.8. Dimensões do BIM (ND's)

A metodologia BIM não está atrelada apenas ao modelo 3D parametrizado que permite a compatibilização de projetos, extração de quantitativos de materiais e especificações. Como já citado nos itens anteriores do presente trabalho, o BIM atinge todas as esferas de uma construção, vindo desde o estudo de viabilidade ao pós obra. Sendo assim, diversos autores propõem uma divisão em camadas de inserção de informações, de um modelo mais simples ao mais avançado – sendo os ND's do BIM, do BIM 3D ao 8D.

Segundo Gonçalves (2018) as dimensões do BIM variam do 3D ao 7D. O autor define as dimensões do BIM conforme os itens abaixo:

1. **BIM 3D – Modelo Paramétrico:** Consiste no protótipo virtual da edificação, com a representação em três dimensões que podem ser utilizadas nas próximas etapas da concepção da edificação. Nessa etapa já é possível realizar a compatibilização do projeto através da análise de interferência entre os elementos existentes nas disciplinas.
2. **BIM 4D – Tempo e planejamento de execução da obra:** É a etapa onde as informações de cronograma da obra, tarefas e tempos são inseridas no modelo, possibilitando gerar um planejamento visual de andamento da obra. Permite ainda efetuar simulações de arranjo físico e deslocamento em canteiro de obras, minimizando riscos com relação a equipamentos e transporte de materiais.
3. **BIM 5D - Orçamento:** É a etapa posterior ao 4D onde são inseridas as composições utilizando códigos dos sistemas de orçamento (como a TCPO) e custos da obra aos elementos modelados. Desta forma é possível acompanhar e simular diversos cenários financeiros dos gastos da obra completa ou de etapas parciais, possibilitando também a atualização automática dos valores conforme a mudança do modelo.
4. **BIM 6D - Sustentabilidade:** Consiste na etapa de análise de eficiência energética da edificação, auxiliando na tomada de decisão durante o processo de concepção de um edifício para garantir o resultado mais sustentável possível. Além disso, o BIM 6D permite a simulação de diversos cenários para avaliar os resultados das suas definições e o impacto técnico e financeiro sobre estas.

5. BIM 7D – Manutenção e operação: Consiste no modelo com informações de término de obra (*as-built*) dos elementos do projeto, possibilitando a utilização para operar a edificação, gerar planos de manutenção, informações de equipamentos, garantia de fabricantes, especificações técnicas e informações que podem ser utilizadas para a gestão da edificação no seu ciclo de vida. O modelo 7D permite o compartilhamento de informações com empresas prestadoras de serviços e ao identificar algum problema ou plano de manutenção, disparar uma ordem de serviço eletrônica com todas as informações necessárias para a empresa que irá prestar o serviço.

De acordo com Kamardeen (2010), existe ainda uma 8ª dimensão que consiste no uso do modelo para segurança do trabalho e prevenção de acidentes durante a construção (BIM 8D). Segundo o autor, podemos considerar três aspectos nesse contexto: determinar os riscos no modelo, promover sugestões de segurança para perfis de altos risco e propor controle de riscos e de segurança do trabalho na obra para os perfis de riscos incontroláveis. Kamardeen (2010) afirma que a prevenção de acidentes pode se dar através do projeto (*Prevention through Design – PtD*), pois as decisões tomadas na fase de concepção de uma instalação são críticas para o nível de segurança dos trabalhadores no canteiro de obras.

2.1.9. O BIM no cenário Mundial e Nacional

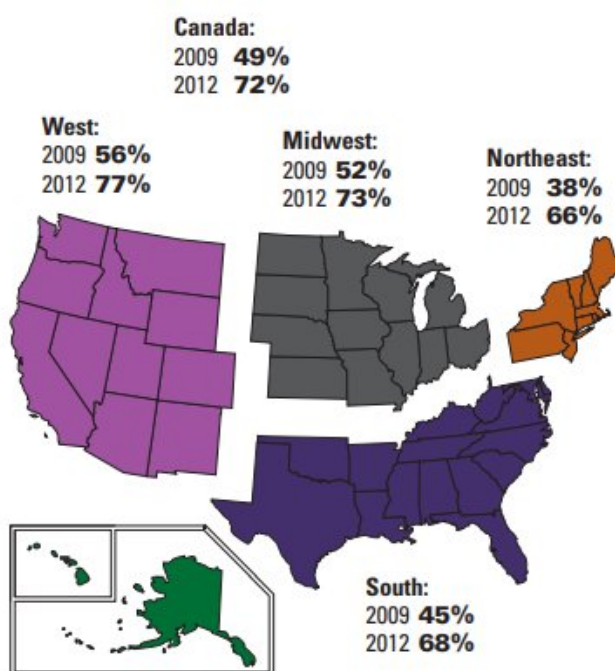
Segundo Gonçalves (2018), a Finlândia foi pioneira na utilização da metodologia BIM na construção civil, desde o ano de 2001. Em 2007, a agência governamental finlandesa *Senate Properties* tornou obrigatório o uso do BIM em seus projetos e, em 2014, a *Transport Agency* (agência de transportes rodoviários do governo finlandês) obrigou o uso do BIM em todos os projetos de infraestrutura.

A Europa segue a mesma tendência na utilização do BIM em seus projetos de construção, sendo criado em 2016 um grupo de catorze países (*EU BIM Task Group*) que disponibilizaram um manual de introdução da metodologia BIM no setor público europeu. (GONÇALVES, 2018)

Nos Estados Unidos, o uso do BIM está em constante crescimento. Em 2007, era utilizado por 28% das empresas (escritórios de projetos e construtoras) e em

2012 alcançou a marca de aproximadamente 70%, variando o uso conforme a região, de acordo com a figura 4. A América do Norte segue a tendência mundial onde a utilização do BIM está em maior volume dentre as construtoras de grande porte (90%) (MCGRAW-HILL, 2012), conforme ilustra a figura 4.

Figura 4: Adesão ao BIM na América do Norte.



Fonte: McGraw-Hill Construction (2012)

Os países da Austrália e Nova Zelândia também se destacam mundialmente com o uso do BIM. Segundo McGraw-Hill (2015), em 2015 56% dos engenheiros e arquitetos já haviam implementado a metodologia BIM em 60% dos seus projetos, crescimento de 55% em apenas três anos.

No Brasil em 5 de junho de 2017 foi sancionado o decreto que instituiu o Comitê Estratégico de Implementação do BIM no país (CE-BIM) juntamente com a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (Estratégia BIM BR), com objetivo de incentivar o uso do BIM no país e o desenvolvimento no setor da construção, trazendo mais economicidade para as compras públicas e maior transparência para os processos licitatórios. A Estratégia BIM BR propõe a utilização e a exigência do BIM em três fases (figura 5): a primeira fase começou em janeiro de 2021 e é focada em projetos de arquitetura e de engenharia para novas construções, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para aplicação do BIM, exigindo o uso da plataforma BIM na elaboração dos projetos. A segunda fase, a

partir de 2024, deverá incluir também a aplicação do BIM na execução de projetos de arquitetura e engenharia e a utilização nas demais dimensões, na fase de planejamento (4D), orçamentação (5D) e atualização de suas informações como construído (*as built*). Já a terceira fase, a partir de janeiro de 2028 deverá incluir os serviços de manutenção do empreendimento após a sua construção. Ao final das fases, a estratégia busca ter como resultado o aumento da produtividade das empresas em 10%, redução de custos em 9,7% e elevar em 28,9% o PIB da construção civil do país. (BRASIL, 2018).

Figura 5: Fases de Implementação do BIM no país segundo a Estratégia BIM BR



Fonte: FF Solutions (2020)

Segundo Gonçalves (2018), em Santa Catarina já existe licitações de obras públicas que exigem que o projeto seja elaborado na metodologia BIM. No ano de 2015, a secretaria do estado do planejamento do estado produziu um caderno de projetos BIM para orientação do uso do BIM em obras públicas, definindo toda a metodologia, seus conceitos e as fundamentações que devem ser seguidas pelos projetos desenvolvidos no estado.

2.1.10. As Normas BIM da ABNT

Com o intuito de disseminar e incentivar o uso do BIM no Brasil, foi criada a Comissão Especial de Estudos (CEE) 134 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) que está desenvolvendo a norma BIM ABNT NBR 15.965, regida pela norma ABNT NBR ISO 12019-2 e propõe a estrutura para classificação da informação.

A NBR 15.965 é composta por 13 tabelas (classes ou grupos) de diferentes conteúdos de informações. A norma está sendo desenvolvida a partir das 15 tabelas da OCCS – *OmniClass*, uma organização norte-americana sem fins lucrativos. O principal objetivo da norma é propor uma classificação com nomenclatura padrão “em bom português” e codificação para todos os materiais, propriedades, serviços, componentes, enfim, todos os termos relacionados à construção no Brasil, evitando regionalismos que acabam sendo um impasse à adoção plena do BIM. (CASTELANI *et al.*, 2016).

Atualmente estão prontas e disponibilizadas quatro partes da norma, sendo que a principal para realização de um orçamento em níveis menores de incerteza seria a tabela de componentes (2C), ainda não disponibilizada. Portanto, para realizar o presente trabalho foi proposto um sistema próprio de nomenclatura e classificação, sendo possível aplicar a norma em futuros trabalhos assim que ela for disponibilizada.

A estrutura de classes é organizada conforme a tabela 2 abaixo. Cada tema em específico possui assuntos relacionados, que possuem uma classificação por código. Dessa forma, cada item relacionado ao código de classe possui na raiz da codificação o grupo relacionado.

Tabela 2: Estrutura de Classes

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

Fonte: ABNT (2011)

Segundo Castelani *et al.* (2016), os assuntos se definem da seguinte maneira:

- a) **Materiais (0M):** Substâncias básicas utilizadas na construção ou fabricação de produtos e outros itens. Exemplos: compostos metálicos, rocha, solo, madeira, vidro, plásticos, borrachas, etc.
- b) **Propriedades (0P):** Propriedades são características das entidades construídas. Exemplos: cor, largura, comprimento, espessura, diâmetro, área, transmitância térmica, etc.
- c) **Fases (1F):** Compõem as fases e estágios em uma construção. Estágios são segmentos ou parte de um projeto. Fases são a subdivisão dos estágios, compreendem uma parte do trabalho que resulta do sequenciamento de tarefas.
- d) **Serviços (1F):** São os processos relacionados à construção, ao projeto, à manutenção, etc. Exemplos: projeto, licitação, orçamentação, construção, manutenção, inspeção.
- e) **Disciplinas (1D):** São as áreas de práticas e especialização dos participantes que realizam processos e procedimentos durante o ciclo de vida de uma construção. Exemplo: Arquitetura, design de interiores, engenharia mecânica, construtor, finanças.
- f) **Funções (2N):** São as funções técnicas ocupadas pelos participantes no processo de construção. Exemplos: gestores, projetistas, orçamentistas, construtores, empreiteiros, fiscais.
- g) **Equipamentos (2Q):** São recursos utilizados no desenvolvimento do projeto e na construção de um objeto construído que não são incorporados permanentemente na edificação ou instalação. Exemplos: softwares, tapumes, grua, elevadores de carga, martelos, betoneiras, etc.
- h) **Componentes (2C):** São os materiais fabricados e disponibilizados por terceiros que serão incorporados de modo permanente à construção. Exemplos: Janelas, portas, equipamentos sanitários, etc.
- i) **Elementos (3E):** Um elemento é um componente principal. É utilizado nas fases iniciais de projeto onde não se tem definição de material e solução. Exemplos: paredes externas, janelas externas, portas internas, etc.
- j) **Resultados (3R):** São resultados alcançados na fase de produção, ou pelos subsequentes processos de alteração, manutenção ou demolição.

- k) Unidades (4U):** São as unidades produzidas pela construção civil. Podem ser classificadas pela forma e pela função. Exemplo: um arranha-céu (forma) pode ter diferentes usos (função).
- l) Espaços (4A):** Classifica diferentes tipos de ambiente por forma (forma física) e por função (propósito).
- m) Espaços (5I):** São dados referenciados e utilizados durante o processo de criação e sustentação do ambiente construído, podendo ser algo genérico (padrão de fabricação) ou específico (manual de projeto).

2.2. Orçamentação

Segundo Mattos (2019), orçamentação é o processo e o orçamento é o produto. O Orçamento é baseado na descrição de todos os insumos, devidamente quantificados e multiplicados pelos respectivos custos unitários, acrescidos das despesas indiretas – cuja soma define o custo total (desembolso) -, mais os lucros e impostos, gerando o preço total. Este possui diversos atributos, graus e etapas que serão descritos nos itens posteriores.

De acordo com Mutti (2013), orçamento também pode ser visto sob duas óticas diferentes, como produto e como processo. O orçamento produto tem como objetivo definir o custo e o preço de algum produto oferecido pela empresa em questão. Já o orçamento processo, segundo a autora, consiste na definição de metas empresariais voltadas aos custos, faturamentos e desempenhos, envolvendo toda a equipe gerencial da empresa.

Nesse contexto, um orçamento para obras de construção civil deve possuir uma estruturação contendo a descrição dos serviços a serem executados com suas respectivas quantidades, composições dos preços unitários por mão de obra e material, preço unitário de cada serviço e finalmente o valor global da obra (COELHO, 2001).

2.2.1. Atributos do Orçamento

Um orçamento não é algo estático e limitado, suas composições de custo não consistem em uma simples coleção de números que podem ser retiradas de um livro ou manual. Cada orçamento possui sua característica própria, há sempre uma

margem de erro embutida com base em premissas de cálculo adotadas. Os principais atributos do orçamento são aproximação, especificidade e temporalidade (MATTOS, 2019).

2.2.1.1. Aproximação

De acordo com Mattos (2019) não é necessário o orçamento ser exato, porém preciso, por se tratar de um exercício de previsão. Quanto mais apurada e criteriosa for a orçamentação, menor será a margem de erro considerada. Segundo o autor, a aproximação é composta por diversos itens, como:

- a) **Mão de obra:** A produtividade das equipes não é um valor exato, é dependente da obra e dos funcionários envolvidos e afeta diretamente a composição de custos. Valores como encargos sociais e trabalhistas também incidem sobre o montante e podem ser arbitrados a partir de parâmetros estatísticos e históricos.
- b) **Material:** Valores como preço dos insumos e impostos sofrem flutuações as vezes diárias, podendo variar do dia em que foi realizado o orçamento até efetivamente a compra do produto. No material também deve-se considerar um percentual de perda por conta de desperdício e também reaproveitamento (exemplo: chapa compensada).
- c) **Equipamento:** Todo equipamento está sujeito a um custo horário e uma produtividade. A produtividade é dependente da disponibilidade mecânica (tempo em que o equipamento poderá ser utilizado) e do coeficiente de utilização (tempo em que o equipamento efetivamente trabalha).
- d) **Custos indiretos:** Os custos indiretos contemplam salários e encargos sociais de pessoal, despesas gerais da obra como contas de água, luz e telefone, como também imprevistos causados por ocasiões como chuvas, danos causados, retrabalho, etc.

2.2.1.2. Especificidade

Cada orçamento é um produto único, previsto para determinada situação resultante. Segundo Mattos (2019) o orçamento não pode ser padronizado ou generalizado e deve ser relacionado à empresa, quando se relacionam os métodos de construção da empresa e seus padrões de construção e também às condições

locais, pois cada local que receberá a construção tem suas particularidades como clima, relevo, vegetação, profundidade do lençol freático, entre outros.

2.2.1.3. Temporalidade

Os itens relacionados em um orçamento, sejam composições, insumos, custos indiretos e impostos sofrem alteração conforme o tempo. As alterações são decorrentes da flutuação no custo dos insumos, criação ou alteração de impostos e encargos, evolução ou alteração dos métodos construtivos e também diferentes cenários financeiros e gerenciais (MATTOS, 2019).

2.2.2. Graus do Orçamento

Segundo Mattos (2019) o orçamento pode ser dividido em três tipos: estimativa de custos, orçamento preliminar e orçamento analítico ou detalhado, relacionados de maneira proporcional ao número de detalhes e etapa do projeto, detentores de um grau de incerteza, representado pela margem de erro indicada na tabela 3.

Para Avila *et al.* (2003) o primeiro grau do orçamento é avaliação, onde é tomado o valor do empreendimento através de parâmetros genéricos a partir da área de construção, padrões de acabamento e custos unitários básicos, seguido pelas estimativas de custo onde são levantados os custos a partir de projetos incompletos (onde não se tem todas as definições) através de anteprojetos e especificações genéricas, e por fim o orçamento propriamente dito.

Tabela 3: Quadro Comparativo de Graus do Orçamento

Tipo	Margem de erro	Elementos técnicos
Estimativas de custo	30% a 20%	Área de Construção
		Padrão de acabamento;
		Custo Unitário de obra semelhante ou CUB
Orçamento Preliminar	20% a 15%	Anteprojeto ou projeto indicativo;
		Preços unitários de serviços de referência;
		Especificações genéricas;
		Índices físicos e financeiros de obras semelhantes
Orçamento Analítico	5 a 1%	Projeto executivo;
		Projetos complementares;
		Especificações precisas;
		Composições de preços de serviços específicas

Fonte: Adaptado de Avila *et al.* (2003).

2.2.2.1. Estimativa de Custos

A estimativa de custos se faz necessária quando é pretendido ter a escala do valor do projeto, quando ainda não se há projetos completos para realizar um quantitativo preciso. Nesse caso, pode-se considerar algum critério de quantificação com base em valores históricos de empreendimentos semelhantes, obtendo uma estimativa com um maior nível de incerteza que é indicada para a fase de estudos de viabilidade do empreendimento (MUTTI, 2013).

Outra maneira de se realizar uma estimativa de custos para análise de viabilidade do empreendimento é através do produto do Custo Unitário Básico (CUB) com a área equivalente de projeto. O CUB consiste no custo por metro quadrado de construção do projeto padrão considerado, representando o custo parcial da obra – sem considerar custos adicionais, como fundações e serviços complementares (ABNT, 2019). O CUB, segundo CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2014) foi criado no ano de 1964 através da Lei Federal 4.591 e em seu artigo 54 obriga aos sindicatos estaduais da indústria da construção civil a divulgação mensal até o dia 5 de cada mês dos custos unitários de construção a serem adotados nas respectivas regiões, definindo também critérios para o cálculo destes.

Segundo Mattos (2019) existe uma diferença entre o CUB e o Índice CUB, sendo o primeiro um valor em reais por metro quadrado da construção de acordo com a NBR 12.721 e o segundo a variação acumulada do CUB entre o mês anterior e a corrente, sendo um valor percentual. O Índice CUB é importante para avaliar a variação dos preços da construção civil e outros índices genéricos divulgados na imprensa.

2.2.2.2. *Orçamento Preliminar*

O Orçamento Preliminar contém maior detalhamento em comparação à estimativa de custos, porém é menos preciso em relação ao orçamento analítico. Segundo Mattos (2019) este tipo de orçamento tem como base o levantamento expedito de algumas quantidades e a atribuição do custo de alguns serviços de forma genérica, representando geralmente uma média ou como base em uma taxa de representatividade.

2.2.2.3. *Orçamento Analítico ou Detalhado*

Segundo Coêlho (2015) o orçamento do tipo analítico, detalhado ou discriminado é o mais indicado para detalhar os custos de um empreendimento com o maior grau de certeza. Dentro deste tipo de orçamento estão presentes o custo unitário e a origem destes custos em cada serviço, englobando composições que relacionam os materiais, mão de obra e equipamentos utilizados, de forma a apresentar os valores correspondentes e o valor global do empreendimento ao profissional responsável.

2.2.3. Etapas do processo de orçamentação

O processo de orçamentação é composto de diversas etapas que estão compreendidas desde o estudo de viabilidade ao fechamento do produto final (orçamento) e é uma das etapas mais importantes na área de planejamento e controle de custos de um empreendimento. Dentre as atividades no processo estão a inspeção no local, coleta de dados, concepção do projeto, descrição das fases construtivas, levantamento de quantidades, composição dos preços unitários dos serviços e por fim o fechamento do orçamento, contendo o valor total por item e o valor global da obra (COÊLHO, 2001).

Mattos (2019) engloba o processo de orçamentação em três grandes vertentes: o estudo das condições de contorno, a composição de custos e a determinação do preço. Segundo o autor, primeiramente são analisados os documentos disponíveis no momento, é realizada uma visita em campo e são realizadas consultas ao cliente. Após, são determinados os custos através das

definições técnicas estabelecidas, do plano de ataque da obra, dos quantitativos dos serviços obtidos, das produtividades levantadas e da cotação de preços de insumos a serem utilizados. Finalmente, após esta etapa, são incluídos os custos indiretos, aplicados os impostos e a margem de lucro desejada, obtendo-se o preço de venda da obra.

No entanto, não há uma regra que defina os tipos de orçamento, podendo variar de acordo com cada autor. Existem autores que definem o orçamento de acordo com as fases de projeto, de acordo com o custo e o orçamento propriamente dito e também de acordo com o nível de detalhamento a ser alcançado (orçamento convencional e operacional), dentre outros. (MARCHIORI, 2009).

2.2.3.1. Estudo das condicionantes (condições de contorno)

De acordo com Mattos (2019) o orçamentista toma como base o projeto da obra para elaboração do orçamento, seja esse projeto básico ou executivo. Nele são analisados os projetos de engenharia e especificações técnicas que norteiam o cenário do empreendimento. Dentro desta etapa, segundo o autor, também é recomendável uma visita técnica ao local da obra a fim de levantar dados importantes para o orçamento, como acesso ao local, disponibilidade de materiais e mão de obra na região, entre outros. Nos casos de licitação também se torna indispensável a leitura do edital, tomando conhecimento das diretrizes do projeto.

2.2.3.2. Identificação dos Serviços e Levantamento de Quantidades

Após analisadas as condicionantes envolvidas para a elaboração do orçamento, são identificados os serviços e levantadas as quantidades correspondentes. Segundo Coêlho (2015) a elaboração de um bom orçamento dependerá da quantidade de materiais e de serviços relacionados, sendo necessário o fornecimento de um projeto detalhado ao orçamentista, que permitem a obtenção de uma previsão dos custos reais da obra. De acordo com o autor, normalmente o responsável técnico pelo cálculo das quantidades dos serviços apresenta sua metodologia própria – causando diferença de valores quando levantados por outro profissional.

No entanto, as práticas de levantamento de quantidades têm evoluído nos últimos anos, principalmente com o avanço da metodologia BIM na construção civil. Modelos BIM são capazes de oferecer a quantificação exata e automatizada de um projeto já compatibilizado, reduzindo consideravelmente o tempo dedicado a este fim em comparação ao método tradicional (CAD), além de diminuir o grau de incerteza dentro do orçamento, uma vez que se tratam de quantidades muito próximas à realidade (SABOL, 2008).

2.2.3.3. Cotação de preços de insumos e serviços

A cotação de preços é a tarefa básica para qualquer área de suprimento de uma empresa, primordial para a apropriação de custos a serem utilizadas no orçamento. É indispensável ao profissional responsável pela área de compras de uma empresa o conhecimento de obras e do que será executado na obra em questão, suas especificações e o edital, caso processo de licitação. Torna-se necessária a especificação do material requerido, que quanto mais detalhada melhor, evitando dúvidas por parte do fornecedor (COÊLHO, 2015).

Segundo Coelho (2015) a cotação de preços deverá ser realizada ao menos com três fornecedores, com objetivo de comparar os valores propostos. Na escolha do fornecedor, deve ser considerado também o histórico de cada um, avaliando a capacidade de disponibilização dos produtos seguindo as especificações técnicas e no prazo solicitado.

2.2.3.4. Composições de Custos

Segundo Mattos (2019) composição de custos é “o processo de estabelecimento dos custos incorridos para a execução de um serviço ou atividade, individualizado por insumo e de acordo com certos requisitos pré-estabelecidos”. De acordo com o autor, a composição de custos pode ser estabelecida antes do serviço, com objetivo de prever o custo relativo e após o serviço, como instrumento de controle de custos. Segundo Marchiori (2009) a composição de custo refere-se aos gastos relativos a um determinado serviço de obra, composta por insumos que contém especificações, unidades e coeficientes de consumo.

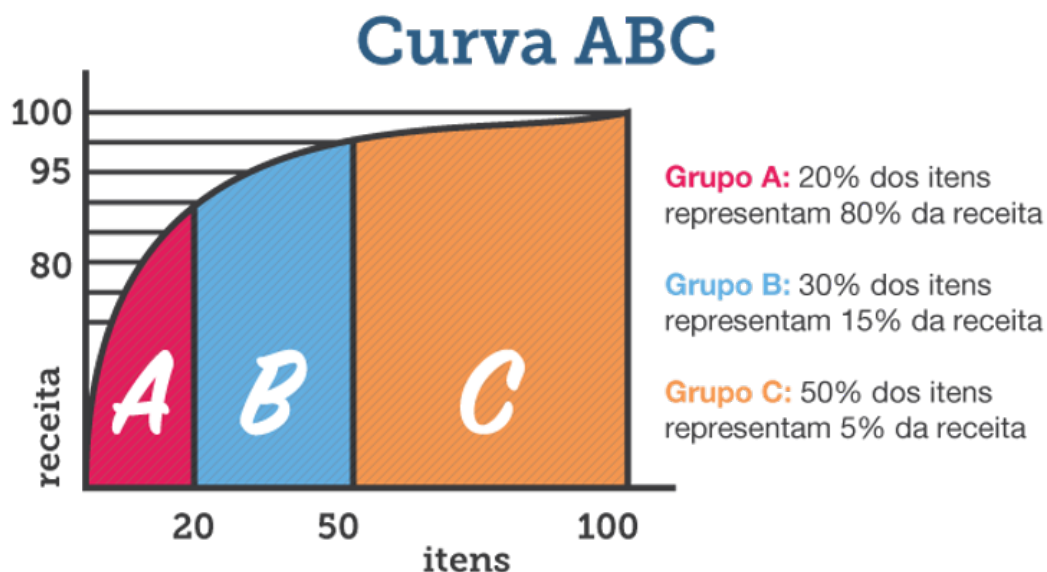
As composições de custos unitários relacionam três insumos básicos: mão de obra, materiais e equipamentos. Normalmente, as fontes para os consumos relatados nas composições são de um banco de dados interno da própria empresa, baseado em fontes históricas de outros empreendimentos. No entanto, quando não se tem posse desses dados, é possível recorrer a tabelas de composição de preços existentes no mercado brasileiro com periodicidade mensal, como por exemplo as Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO), sendo uma das mais completas e modernas fontes de dados da construção civil do Brasil e desenvolvida pela editora PINI (COÊLHO, 2015).

Existem outras tabelas disponíveis para auxiliar os profissionais na concepção das composições de custo unitários, como a fornecida pelo Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI), que tem como objetivo “efetuar o orçamento analítico e a análise orçamentária de projeto-típico e projetos específicos, além de efetuar o acompanhamento de preços, de custos de índices da construção civil na área de fomento (habitação, saneamento e infraestrutura urbana)” e é a fonte de dados atual para os órgãos públicos brasileiros (COÊLHO, 2015).

2.2.3.5. *Curva ABC*

A curva ABC consiste em um relatório que representa os diversos materiais e serviços (insumos) envolvidos no custo total de uma obra, podendo ser representada de maneira gráfica e de modo que organize os preços de todos os insumos e etapas em ordem decrescente. A representação da curva ABC de maneira gráfica é contemplada pelo número de itens especificados como insumos no eixo das abscissas e a participação acumulada em porcentagem no eixo das ordenadas, conforme ilustra a figura 6. Com a curva ABC é possível identificar de maneira prática os itens de maior relevância da obra, facilitando o controle de estoque, o planejamento financeiro, previsão da produção, entre outros (COÊLHO, 2015).

Figura 6: Representação gráfica da Curva ABC



Fonte: Alves (2019)

2.2.3.6. Custos Indiretos

Os custos indiretos são os gastos de infraestrutura necessários para a concepção da obra. Nele poderão estar inclusos custos como instalação do canteiro de obras e acompanhamento, administração local, equipe técnica, mobilização e desmobilização. (TCPO, 2010)

Mattos (2019) define custos indiretos por exclusão, sendo todo custo que não está representado como mão de obra, material ou equipamento nas composições de custos unitários do orçamento (custos diretos). Segundo o autor, o custo direto é diretamente proporcional à produção, já o custo indireto é um custo fixo independente do avanço da obra.

Segundo Limmer (1996) a maneira de estimar os custos indiretos é específica de cada empresa e de cada projeto, sendo necessário determinar uma estrutura analítica de insumos (EAI) ou de tipo de custo (ETC), apurando e classificando através de medições a obtenção de uma base de dados históricos de insumos utilizados. Nesse viés, poderiam ser adotados pela empresa como custos indiretos as vistorias, controle tecnológico, projetos, despesas legais, limpeza da obra, arremates gerais, dentre outros.

Em paralelo aos custos indiretos estão os custos acessórios, que podem ser divididos em rateio da administração central - onde são divididos os custos da

administração de uma empresa entre todas as obras da mesma (se este for o caso), imprevistos e contingências – que consiste na consideração de possíveis imprevistos situacionais como de força maior (desastres naturais, alterações econômicas ou sócio-políticas), de previsibilidade relativa (chuvas, aumento da inflação, oscilação de produtividade) e aleatórios, onde não há a possibilidade de previsão. Dentro dos custos acessórios também está incluso o custo financeiro – custo no qual a empresa terá que desembolsar por conta da defasagem entre despesa e recebimento, onde o primeiro antecede o segundo. O custo financeiro deve ser considerado para representar uma “perda” caso esse investimento fosse aplicado no mercado financeiro, como poupança, fundo de aplicação, ações, entre outros (MATTOS, 2019).

2.2.3.7. Fechamento do Orçamento

Após todas as etapas anteriormente citadas contabilizadas, segundo Mattos (2019) chega-se à etapa de fechamento do orçamento, onde são calculados a lucratividade, o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), o desbalanceamento da planilha e por fim o preço de venda.

Segundo Mattos (2019) a temática de lucro possui três abrangências: lucro, lucratividade e rentabilidade. O lucro por si só é um valor financeiro, resultado da diferença entre receitas e despesas. Já a lucratividade e rentabilidade são taxas, a primeira é a relação entre lucro e receita e a segunda é a relação entre lucro e investimento. De acordo com o autor, os níveis de lucratividade desejados são determinados de acordo com a situação econômica geral e também da empresa, podendo ter variabilidade quanto ao risco.

A empresa também necessita prever no orçamento as despesas tributárias para o setor da construção no Brasil, que serão contabilizadas sobre o lucro bruto (LB) (LIMMER, 1996). De acordo com Mattos (2019) os impostos computados são a Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (CONFINS), o Programa de Integração Social (PIS), a Contribuição Provisória sobre Movimentação ou Transmissão de Valores e de créditos e de Direitos de Natureza Financeira (CPMF), o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN ou ISS) e finalmente o Imposto de Renda e Contribuição Social (IRPJ e CSLL), sendo alguns de

competência municipal e outros de federal e com alíquotas e formas de cálculo distintas.

O Benefício e Despesas Indiretas (BDI) ou Lucro e Despesas Indiretas (LDI) segundo Coêlho (2015) diz respeito à soma do custo indireto (administração) com os encargos financeiros, impostos e taxas, fatores de risco e lucro – que pode ser representado em valor financeiro ou taxa (em relação ao custo direto). Segundo o autor, as demais parcelas embutidas no custo indireto (como mobilização e desmobilização, operação do canteiro, etc) deverão se integrar aos preços unitários correspondentes da planilha de custos.

Tabela 4: Formação do Preço de Venda

PREÇO			
CUSTO		BDI	
DIRETO	INDIRETO	DESPESA	BONIFICAÇÃO
Materiais Mão de Obra Equipamentos Ferramentas E.P.I. Outros	RH Gestão Técnica RH Administrativo Manutenção de Canteiro Veículos Mobilização Outros	Tributos Despesas Financeiras Risco Administração Central Outros	Lucro
OBRA		SEDE	
EMPRESA			

Fonte: Caixa Econômica Federal (2020)

Segundo Mendes e Bastos (2001) o Tribunal de Contas da União (TCU) considera que “o BDI é definido como um percentual aplicado sobre o custo direto para chegar ao preço de venda a ser apresentado ao cliente”. Dessa forma, segundo os autores, o preço final da obra é obtido com a seguinte relação matemática:

$$PV = PC \times (1 + BDI)$$

Onde:

PV = Preço de Venda

PC = Custo direto

BDI = Benefícios e Despesas Indiretas

2.2.4. Orçamento operacional

Segundo Cabral (1988), o orçamento convencional não reflete os custos de maneira real de um serviço, apenas os levantamentos diretos das quantidades dos projetos relacionados com os custos do empreendimento. A solução, segundo o autor, é utilizar o orçamento operacional, que relaciona as quantidades à programação da obra, tornando a estimativa de custo mais próxima da realidade.

Nesse viés, de acordo com Cabral (1988), a maior diferença entre o orçamento convencional e o orçamento operacional é o fator tempo. No método convencional, o processo de orçamentação é realizado considerando a obra pronta, desconsiderando o processo da fase de execução. Já na abordagem convencional todo o processo construtivo é analisado, com objetivo de alcançar uma estimativa de custos mais detalhada. Por fim, segundo o autor, no orçamento operacional apenas o custo dos materiais é proporcional à quantidade produzida, considerando os custos de mão de obra e equipamentos proporcionais ao tempo.

Outro fator que diferencia o orçamento operacional do convencional é a abordagem quanto à informação gerada. O orçamento operacional produz uma análise com maior nível de detalhe uma vez que envolve as atividades planejadas para uma construção. Um exemplo é quanto ao serviço de alvenarias de vedação: No orçamento tradicional, o orçamento da alvenaria é realizado através da área destes elementos, separando cada serviço por tipo de material e pavimento, tornando os custos de material, mão de obra e equipamentos diretamente proporcionais a estas quantidades. Já no orçamento operacional, os serviços de alvenaria são orçados em painéis de acordo com o planejamento da execução, sendo consideradas as dificuldades particulares de cada serviço planejado. (KERN, *apud* SKOYLES, 1964).

Segundo Cabral (1988), o orçamento operacional tem impacto na própria administração de compras de materiais e equipamentos da obra. A abordagem permite analisar quando cada material e equipamento será utilizado em cada fase da obra e determinada quantidade, possibilitando o investimento em determinados materiais ou aluguéis de equipamentos, inclusive facilitando a logística do canteiro de obras.

Alguns dos entraves que ainda implicam na substituição da abordagem convencional à operacional estão principalmente em relação ao tempo demandado

pelo orçamentista (uma vez que se trata de uma análise mais detalhada, exigindo maior tempo e conhecimento do processo construtivo), o próprio nível de detalhe apresentado no projeto que permite este tipo de análise antes da execução e a rigidez imposta ao programa da obra, uma vez que recursos são alocados em períodos pré-determinados, sendo que a obra pode ser desenvolvida de diferentes maneiras em comparação a que foi prevista inicialmente (CABRAL, 1988).

Por conseguinte, de acordo com Marchiori (2009), tem-se a possibilidade de elaborar um orçamento que possua um nível de detalhamento intermediário entre o convencional e o operacional. O orçamento, nesse caso, deve ter equilíbrio quanto ao grau de detalhe, ou seja, não possuir em excesso (o que pode inviabilizar a sua elaboração) e nem em pequena quantidade (impossibilitando o seu uso como ferramenta de gestão de obras).

2.3. O BIM no processo de orçamentação – BIM 5D

O método tradicional de levantamento de quantidades para orçamento - utilizando ferramentas como o AutoCAD e o Excel, é realizado de maneira manual e diretamente relacionado com os critérios de quem executa esse serviço, permitindo a ocorrência de erros e perda de tempo por se tratar de uma atividade humana (EASTMAN *et al.*, 2014). No entanto, segundo Eastman *et al.* (2014) modelos BIM possuem objetos que podem ser facilmente contabilizados por sua unidade, área, volume ou parâmetros atribuídos levando em consideração a geometria em si, além de permitir a visualização de todos os elementos que foram ou não quantificados, aumentando a acurácia e rapidez dos levantamentos – tornando as estimativas de custo mais frequentes com o avanço do projeto.

2.3.1. O Estudo de caso do Empreendimento Comercial Hillwood

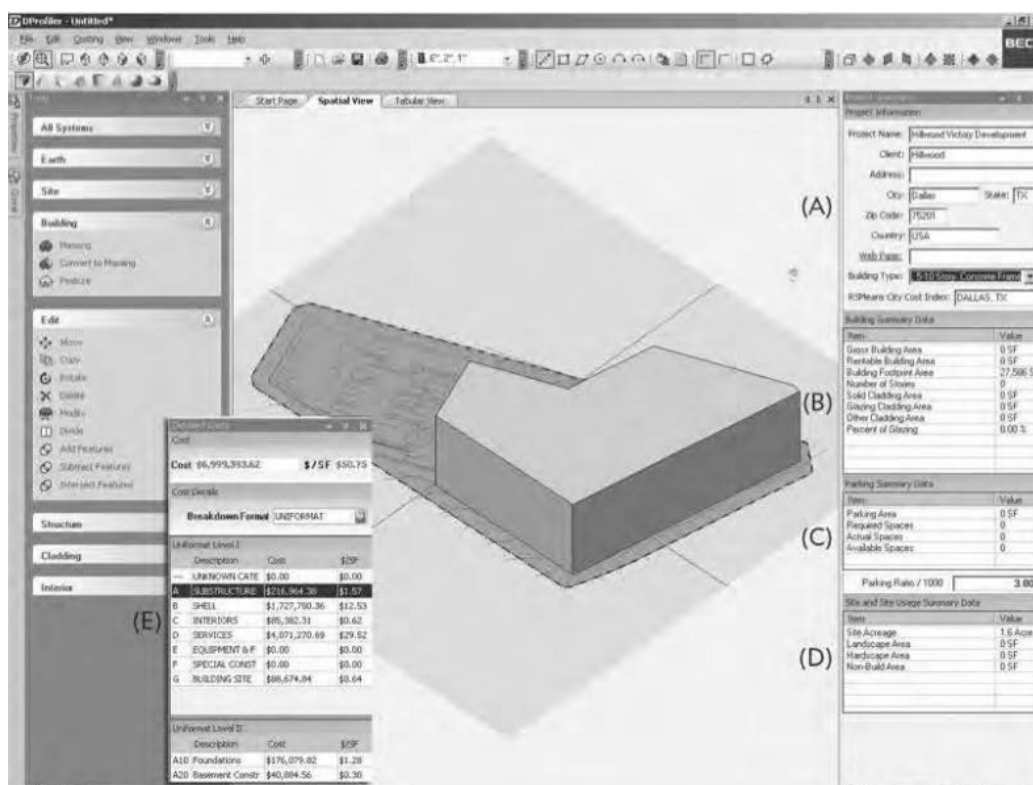
O estudo de caso do uso do BIM para estimativa de custos do Empreendimento Comercial Hillwood foi realizado por Eastman *et al.* (2014) no ano de 2007. O Empreendimento está localizado no centro da cidade de Dallas, do estado Norte Americano de Texas e é um edifício de escritórios e lojas com área construída de 12.524 m² em um lote de 0,65 hectares.

A ferramenta BIM empregada no estudo de caso foi o *DProfiler* da *Beck Technology* que consiste em um software para fins de modelagem macro (ausente

de detalhes para execução) e estimativa de custos integrada com planilhas eletrônicas como o *Excel*, além de oferecer recursos para análise energética (CASSELL, 2015). Segundo Eastman *et al.* (2014) “à medida que os projetistas constroem um modelo digital usando componentes a partir de uma biblioteca de componentes, é possível ver as informações de custo em tempo real”. A experiência no estudo de caso comprovou que, com o uso do DProfiler para estimativa de custos, reduziu-se o tempo de produção em 92% em comparação ao método tradicional (EASTMAN *et al.*, 2014).

A figura 7 retrata a tela do DProfiler ilustrando em (A) as informações do empreendimento, em (B) os dados resumidos da construção, em (C) os dados resumidos do estacionamento (área total, número de estacionamentos necessários, permitidos, etc.), em (D) dados resumidos do terreno e do uso do terreno e em (E) a estimativa de custos em tempo real para o projeto modelado.

Figura 7: Tela de operação do DProfiler



Fonte: EASTMAN *et al.* (2008)

Ao final do estudo foram levantados os principais benefícios alcançados, primordiais para confirmar a eficiência do método:

- a) **Alternativas de projeto avaliadas em tempo real:** Durante a execução do projeto, a equipe pode avaliar diversos cenários de custos em tempo real com

o uso do DProfiler, como a modificação de altura do pé direito entre os pavimentos, os impactos da alteração da metragem quadrada, comparação da planta a ser utilizada em contraposição a um formato mais retilíneo e potencialmente mais eficiente, dentre outros. A principal utilização nesse sentido foi para verificar a possibilidade de utilização de uma película de frita vítrea no sistema exterior de paredes-janelas, em vez da solução através de brises metálicos, possibilitando a combinação de diferentes opções para tornar a solução mais econômica e eficiente.

- b) Redução das horas de trabalho na pré-construção para produzir uma estimativa de custos:** Como já mencionado, foi apontado no estudo de caso que a utilização da metodologia BIM com o DProfiler alcançou a redução de até 92% no processo de estimativa de custos, além de reduzir a concentração da operação. Métodos tradicionais com levantamento de quantidades exigem mais de um membro envolvido na equipe para realizar a tarefa em pouco tempo, visto a carga horária necessária. Com o DProfiler, a estimativa ficou concentrada em apenas um indivíduo, permitindo a utilização do tempo que seria demandado para levantamento de quantidades em outras tarefas.
- c) Estimativas precisas em tempo real:** O modelo paramétrico permite o levantamento instantâneo de quantidades com base em suas características geométricas, evitando a possibilidade de erros no cálculo de estimativas.
- d) Representação visual da estimativa:** A estimativa de custos foi representada no modelo 3D. Desta forma, foi possível visualizar os itens que foram quantificados, o que reduz com erros e omissões causados por descuidos do analista de custos.

2.3.2. Softwares para BIM 5D

Conforme os autores, são vários os softwares disponíveis no mercado para utilização na quinta dimensão do BIM. Cabe ao Gerente BIM (*BIM Manager*) escolher a ferramenta adequada que irá satisfazer tanto as necessidades da empresa quanto as necessidades da equipe de projeto. Foram pesquisados e analisados três softwares distintos disponíveis no mercado, seja por familiaridade do autor do presente trabalho (como o Navisworks) ou também pelas licenças estudantis fornecidas para o estudo.

2.3.2.1. Navisworks Manage

O *Navisworks* da *Autodesk* possui duas versões disponíveis no mercado: *Navisworks Manage* e *Navisworks Freedom*, sendo o primeiro com uma licença adquirida e outro com uma licença gratuita (com a indisponibilidade da maioria dos recursos). Segundo Autodesk (2020) o *Navisworks Manage* possui diversos recursos para gerenciamento BIM, orçamentação e coordenação de projetos, que se destacam:

- a) **Deteção de interferências ou *clash detection*:** Uma das principais ferramentas utilizadas pelos usuários, consiste em um recurso que identifica interferências entre elementos de modelos BIM com base em critérios pré-definidos pelo usuário, sendo primordial e facilitadora para a compatibilização de projetos. O *clash detection* também produz um relatório com as interferências identificadas, possuindo integração com o *BIMCollab* – software para coordenação e compatibilização de projetos. O recurso apresenta um painel de controle, onde são definidos os critérios de conflitos (com base em seleções pré-definidas, categorias de elementos, disciplinas, etc.), um painel geral de interferências (detectadas, abertas e aprovadas), configurações de visualização e as interferências uma a uma, onde é possível selecionar e visualizar onde está ocorrendo o conflito.
- b) **Interoperabilidade:** O *Navisworks* aceita mais de 60 tipos de arquivos oriundos de softwares BIM, além de arquivos IFC.
- c) **Extração de quantitativos:** O *Navisworks* possui uma ferramenta para extração de quantitativos, o *Quantification*. Dentro do *Quantification* estão três módulos, que são o *Item Catalog*, onde são estruturados os serviços e fórmulas de cálculo dos quantitativos, o *Resource Catalog*, onde são estruturados os insumos (para orçamentos) e o *Quantification Workbook*, onde são associados os elementos aos itens da planilha de quantitativos (*Take off*). Embora permita a estruturação da planilha orçamentária no próprio software, o recurso não conta com a contabilidade instantânea dos valores globais ou por serviços, necessitando o uso de uma planilha eletrônica externa.

2.3.2.2. Vico Office

O *Vico Office* é também um software de gerenciamento BIM assim como o Navisworks, uma vez que permite a manipulação dos dados do modelo e aceita diversos tipos de arquivos e IFC. Segundo ndBIM (2020) o software possui alguns módulos que são organizados de acordo com os objetivos do usuário, sendo eles:

a) Vico Office: É utilizado para executar todas as ações possíveis do software, da criação do projeto à etapa de análise e planejamento.

b) Vico for Design: Este módulo permite a revisão dos modelos 3D, visualização e análise de serviços (takeoff items) e de quantidades (takeoff quantities).

c) Vico for Cost: É o módulo que torna possível a realização de estimativas de custo e orçamento (BIM 5D).

d) Vico for Time: Permite criar e gerir tarefas para criar o cronograma do projeto, além de possibilitar a criação de simulações 4D/ 5D.

Quanto à interoperabilidade, a ndBIM (2020) afirma que o Vico Office (versão R6.6) suporta os formatos de arquivo *CAD-Duct*, *IFC* (2x3 e IFC4), *Sketchup* e *Trimble Connect*.

2.3.2.3. Bexel Manager

O *Bexel Manager* é um software BIM da *Bexel Consulting* que vai de encontro aos princípios propostos pelo *Vico Office*, trabalhando no gerenciamento das informações do modelo e possibilitando o uso deste para simulações 4D e 5D.

Segundo a *Bexel Consulting* (2020), o *Bexel Manager* é dividido em quatro partes de trabalho de acordo com os objetivos pretendidos, sendo estas:

a) BIM 3D: Funções relacionadas ao modelo espacial e as informações obtidas com a modelagem, possibilitando a quantificação de elementos relacionando-os aos serviços do orçamento, a detecção de interferências (*clash detection*), como também o gerenciamento das informações do modelo.

b) BIM 4D: Com o recurso BIM 4D do Bexel Manager, é possível elaborar cronogramas de planejamento de obras, simulações de avanço físico

deste cronograma diretamente no modelo, além de possibilitar o acompanhamento do planejado x construído.

- c) **BIM 5D:** O recurso de BIM 5D – que será explorado na realização do presente trabalho – tem como possibilidade a estimativa de custos do empreendimento, a realização do orçamento diretamente na plataforma do Bexel Manager com base nas composições e insumos próprios da construtora ou através de referências como SINAPI, a simulação 5D (avanço físico e financeiro) e também a análise do fluxo de caixa.
- d) **BIM 7D:** Este último recurso do Bexel Manager tem como objetivo auxiliar na gestão das instalações para o pós obra (*Facility Management*), permitindo a vinculação de documentos dos fabricantes aos elementos do modelo e centralizando a informação dos produtos para consulta em uma situação de manutenção futura.

3. MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa utilizado para a realização do trabalho é o *Constructive Approach* proposto por Kasanen *et. al* (1993). Segundo os autores, o método de pesquisa se resume em seis tópicos:

1. Encontrar uma problemática relevante que também tenha potencial de pesquisa;
2. Obter uma compreensão geral e abrangente do tópico escolhido;
3. Construir uma ideia de solução para a problemática;
4. Demonstrar que a solução funciona;
5. Evidenciar as conexões teóricas e a contribuição da pesquisa no conceito de solução;
6. Examinar o escopo de aplicabilidade da solução.

O presente trabalho busca seguir como referência o método de pesquisa proposto, com objetivo de gerar um fluxo de trabalho para realização plena do uso do BIM no processo de orçamentação, avaliado através de dois exemplos práticos.

3.1. Necessidades do fluxo de trabalho para o BIM 5D

Segundo o método de pesquisa norteador do presente trabalho proposto por Kasanen *et.al* (1993), após a escolha de uma problemática deve-se realizar uma pesquisa abrangente sobre a problemática envolvida, sendo a revisão bibliográfica envolvendo o BIM e o processo de orçamentação. Após, deve-se desenvolver a ideia de solução para a problemática, que engloba algumas considerações adotadas para desenvolvimento do produto final (fluxo de trabalho do processo BIM 5D).

3.1.1. Escolha dos softwares BIM

Previamente à execução de qualquer projeto em BIM, é necessário ter conhecimento sobre os softwares que serão utilizados para este fim, seja no caso da modelagem ou da análise do modelo. De acordo com a experiência do autor vivenciada durante seu estágio profissionalizante, um projeto completo pode envolver diversos softwares de acordo com a preferência dos projetistas, sendo um meio comum de comunicação o formato IFC. Por já estar modelado e também por se

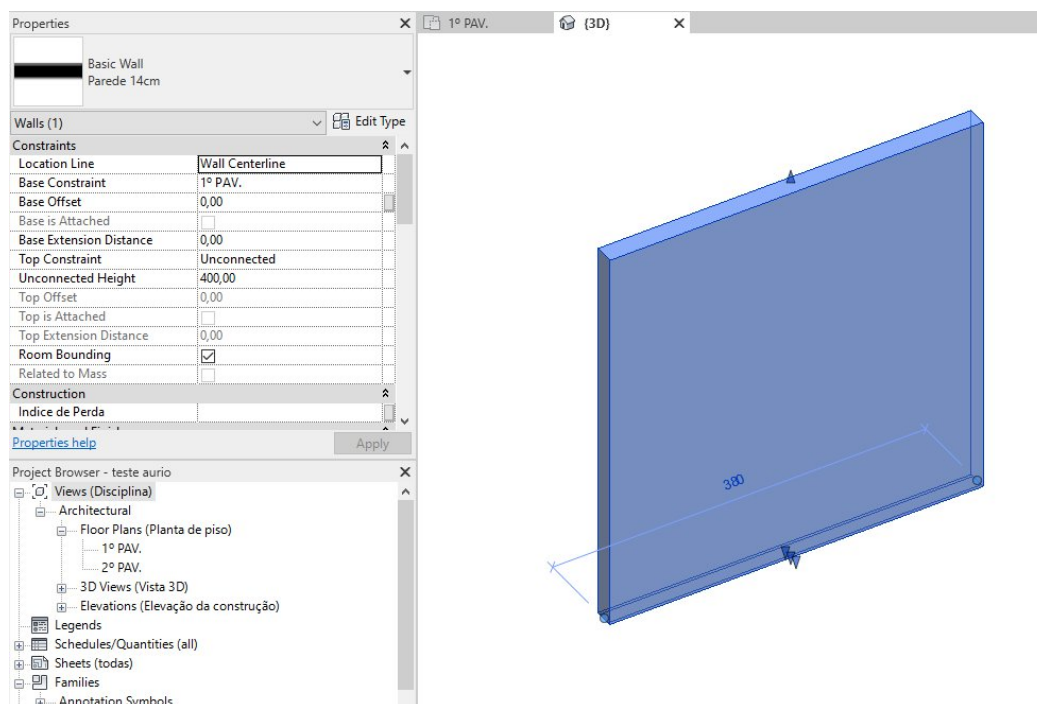
tratar apenas de um modelo de arquitetura, foi escolhido o software de modelagem BIM *Autodesk Revit*. A escolha do software de modelagem tem grande relevância nos processos do fluxo de trabalho, uma vez que cada software possui suas especificidades quanto à organização de elementos, método de modelagem e atribuição de parâmetros.

No caso da escolha do software de análise do modelo, foram estudados três softwares do mercado que possuem recursos para BIM 5D, sendo o *Autodesk Navisworks Manage*, o *Vico Office* e o *Bexel Manager*. Pelo fato de ser um software pouco explorado no mercado brasileiro e não foram encontradas publicações até a data de realização do presente trabalho utilizando-o para realização do orçamento convencional, foi escolhido o *Bexel Manager*. O impacto da escolha do software de análise do modelo nos processos do fluxo de trabalho é menor se comparado ao software de modelagem, uma vez que os softwares trabalham com as informações já consolidadas no modelo.

3.1.2. Estruturação de um sistema de nomenclatura de elementos

Segundo Gonçalves (2018) o conceito da metodologia BIM está fundamentado no “I”, onde estão as informações. Cada elemento carrega consigo diversas informações de identificação, geometria, posição, desempenho, etc. Nesse viés, é necessário que todas essas informações estejam em uma mesma linguagem e com um certo grau de padronização para que não fiquem perdidas ou de entendimento de um único indivíduo. Para exemplificar a necessidade do sistema de nomenclatura de elementos, a figura 8 retrata uma simples parede denominada como “Parede 14cm”. Nesse caso, a única certeza em relação à característica do elemento é que ele tem espessura de 14 centímetros, pois a parede pode ser considerada como elemento arquitetônico (vedação) ou elemento estrutural (parede cortina, contenção, etc), causando essa dúvida simples que pode gerar um problema no fluxo de operação de um processo 5D, uma vez que, segundo a experiência do autor, na grande maioria dos casos existe um profissional que realiza a modelagem e outro que realiza a análise do modelo.

Figura 8: Carência de informações em um elemento modelado



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse viés, torna-se importante a definição em todos os elementos de qual tipo de elemento e as características básicas do insumo, para que possa haver um entendimento global quanto às suas características.

3.1.3. Associação dos serviços da EAP com os elementos do modelo

Se o projeto concebido em um software BIM será utilizado para fins de orçamentação, torna-se indispensável a associação dos serviços levantados na EAP com os elementos do modelo, uma vez que norteará tanto o LOD quanto o método de modelagem. Deve-se vincular a maior quantidade de elementos possíveis aos serviços da EAP, pois além de tornar o trabalho mais rápido (utilizando uma informação que o software fornece), o processo passa a ser linear e as informações centralizadas. No caso do *Autodesk Revit*, geralmente os quantitativos de insumos relacionados aos elementos arquitetônicos (paredes, pisos, esquadrias) são retirados de maneira direta do software, com as informações nativas de cada elemento. Porém, alguns insumos que são provenientes destes elementos podem ser retirados de maneira indireta, através da utilização de parâmetros. Deve-se então, nesta etapa, definir quais tipos de parâmetros serão utilizados (texto, número,

fórmula, *boolean*, etc.), como também se serão parâmetros globais, compartilhados, de tipo ou de instância.

3.1.4. Atribuição do sistema de nomenclatura aos elementos

A primeira consideração para se atribuir um sistema de nomenclatura em elementos de um modelo é se esse modelo já é existente. No caso da não existência, devem ser renomeados todos os elementos que serão associados aos serviços, definidos na etapa de estudo da vinculação da EAP com os elementos. A renomeação de elementos no software Autodesk Revit, embora seja uma tarefa simples, pode se tornar trabalhosa em função da grande quantidade envolvida.

3.1.5. Escolha de parâmetros para extração de quantitativos

Todo e qualquer elemento modelado no *Autodesk Revit* têm suas informações básicas que envolvem desde a unidade (quantos elementos), área, volume, comprimento e perímetro. No entanto, algumas informações não aparecem de maneira direta nos elementos, sendo necessária a atribuição de parâmetros que contenham esta informação. Um clássico exemplo é a utilização de parâmetros para o cálculo das áreas de formas de estrutura, que capta as informações básicas do elemento (comprimento, seção e área) e, através de uma fórmula embutida em um parâmetro, retorna o quantitativo desejado.

Segundo Mainardi (2011) os parâmetros possuem diferentes características conforme o tipo do parâmetro e a informação que será atribuída a ele, sendo:

- a) **Disciplinal/ *Discipline*:** Corresponde a disciplina em que o parâmetro irá pertencer, podendo ser Comum, Estrutural, Climatização, Elétrica, Hidrossanitário e Energia.
- b) **Tipo do parâmetro/ *Type of parameter*:** Este campo irá definir qual o significado da informação contida no parâmetro, se é uma unidade de distância, número, número inteiro, material, entre outros.
- c) **Grupo do parâmetro/ *Group parameter under*:** Campo em que será atribuído o grupo pertencente ao parâmetro, para fins de organização na aba de propriedades do elemento, podendo ser por exemplo em Dimensões, Construção, Parâmetros IFC, entre outros.

- d) **Tipo ou Instância/ *Type or Instance*:** Corresponde ao fato de o parâmetro ser de tipo ou de instância. Um parâmetro de tipo pertence a todos os elementos de um mesmo tipo (por exemplo, uma porta de madeira de dimensões 80x210 cm), portanto, ao mudar a informação deste parâmetro ela irá alterar todos os tipos deste elemento contidos no projeto. Já um parâmetro de instância é apenas para uma unidade específica, alterando apenas o elemento selecionado e não os demais.
- e) **Parâmetro Global/ *Global Parameter/ Reporting*:** São os parâmetros globais utilizados não para inserir informações, mas para estas informações serem vinculadas em outros parâmetros, como por exemplo para atribuir um critério na criação de uma alvenaria de vedação. Por exemplo para padronizar as espessuras das paredes externas, pode-se criar um parâmetro global “Paredes externas” e, ao criar o elemento “parede”, vincular a espessura desta ao parâmetro global.
- f) **Parâmetros Compartilhados/ *Shared Parameters*:** Os parâmetros compartilhados podem ser utilizados em múltiplas famílias ou projetos, podendo ser exportados e importados através de um arquivo, além de permitir o uso em diversas famílias para extrair uma tabela com informações dos elementos, por exemplo.

3.1.6. Estruturação das composições e insumos no *Bexel Manager*

Após a finalização dos procedimentos prévios à exportação para o *Bexel Manager*, devem ser estruturadas as composições e os insumos dentro do software. O *Bexel Manager* possui uma aba específica para o 5D, o *Cost Editor*. Dentro do *Cost Editor* existem três divisões, sendo o *Classification Editor*, onde são criadas as composições do orçamento, o *Cost Item Definition* onde são visualizadas as configurações das composições (associação com elementos, preço por material, mão de obra, equipamento, etc) e *Resources*, onde são criados os recursos (insumos e mão de obra). Dentro de *Classification Editor* é possível exportar as composições e insumos como também realizar a importação, sendo muito útil para importar insumos próprios de uma construtora ou de uma referência como o SINAPI, permitindo atualizar os valores diretamente quando necessário.

3.1.7. Plano de execução BIM (PEB) para fins de orçamentação

Um projeto eficiente dentro da metodologia BIM deve atender as soluções técnicas necessárias para o desempenho da edificação em sua operação, um processo linear de concepção, como também atender as ambições do contratante em relação aos objetivos que ele pretende com o uso do BIM em seu projeto (MANENTI, 2018). Para atender tais critérios, previamente à concepção de um projeto em BIM deve-se desenvolver um Plano de Execução BIM (PEB), que deverá ser único para cada projeto, sendo um documento que apresenta todos os processos, representantes e entregáveis. Segundo Kassem *et al.* (2014) um PEB está vinculado à três esferas: tecnologia, processos e política. De acordo com os autores, a tecnologia engloba quais softwares serão utilizados na concepção do projeto, o formato de comunicação entre eles (IFC, por exemplo), qual será o servidor que receberá os projetos, entre outros. Entre processos, define-se quais serão os procedimentos de modelagem (importantes para o uso do BIM na orçamentação), quais os entregáveis, como também o LOD do projeto. Por fim, em política são estabelecidas as responsabilidades de cada profissional, quais serão os prazos e também qual será o fluxo de entregas de cada projetista (por exemplo, se arquitetura e estrutura serão entregues e utilizadas como base para instalações).

Com o fluxo de trabalho desenvolvido no trabalho, é possível definir um PEB que está presente em três esferas: Tecnologia, Processos e Política, conforme resumo a seguir:

- **Tecnologia:** Envolve os softwares que serão utilizados para concepção do projeto. Na aplicação, foi utilizado o *Autodesk Revit* para modelagem, o *Autodesk Navisworks Manage* para compatibilização e verificação de interferências e será utilizado o *Bexel Manager* para estruturação das composições orçamentárias.

- **Processos:** Serão estabelecidos critérios de modelagem para os serviços adotados na realização deste trabalho, qual o LOD de modelagem, qual o sistema de nomenclatura, quais parâmetros adotados, qual o mapeamento de classes IFC, além de como se dará a interoperabilidade entre os softwares.

- **Política:** Devem ser estabelecidas as responsabilidades de cada responsável entre as esferas do escopo do contrato, sendo usualmente projeto, modelagem, coordenação, compatibilização e quantificação, como também quais documentos e arquivos serão entregues ao final do projeto.

3.2 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DO FLUXO DE TRABALHO

3.2.1. Projeto I – Residência Unifamiliar

O projeto I (figura 9) é o exemplo de aplicação do projeto a ser modelado, com objetivo de estabelecer os critérios de modelagem para a utilização do modelo dentro do fluxo de trabalho proposto. A edificação em questão, nomeada como Projeto I, foi projetada pelo professor do IFSC e membro da banca Samuel João da Silveira, modelada através de uma transcrição do projeto arquitetônico e compatibilizada no *Revit* pelo autor do trabalho durante a realização da disciplina Projeto Integrador III, unidade curricular do 9º período do curso de Engenharia Civil do IFSC Florianópolis.

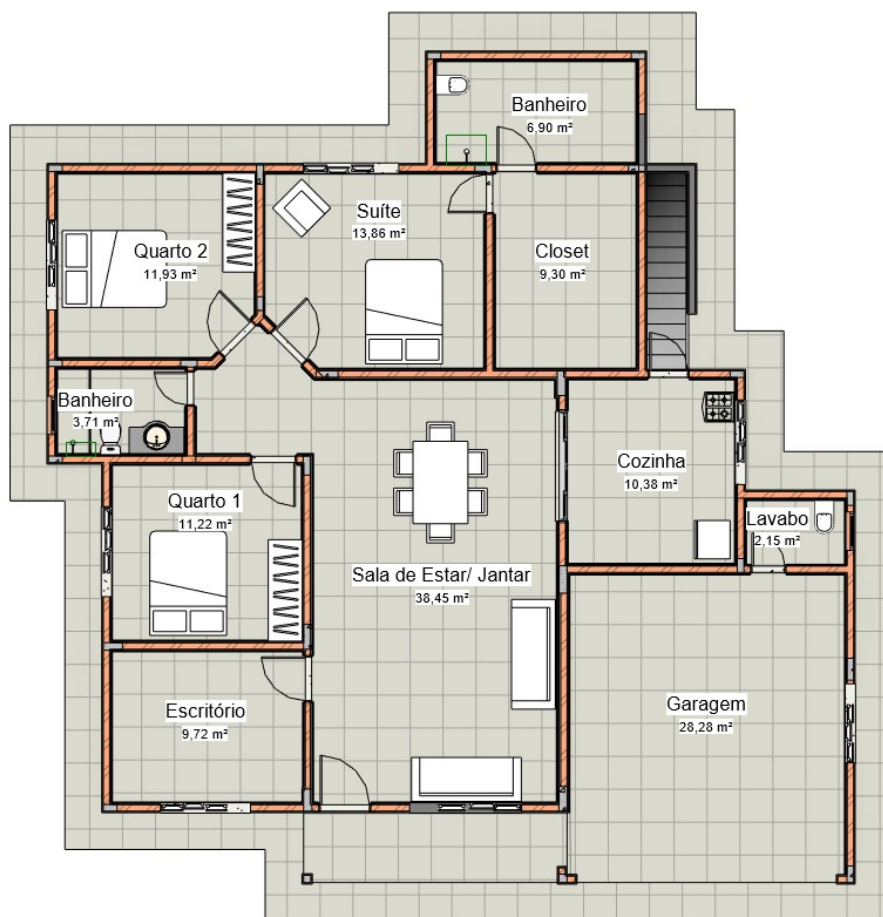
O Projeto I contém um pavimento térreo e um subsolo, possui três quartos sendo um suíte e também um escritório, totalizando 173,29 m² de área construída sendo a área do terreno igual a 700 m².

Figura 9: Perspectiva do Projeto I



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10: Planta baixa do Projeto I



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.2. Projeto II – Residencial Multifamiliar

A escolha do empreendimento para aplicação do fluxo de trabalho para um projeto já modelado e com composições de uma construtora, foi realizada entre os projetos em que a empresa Canteiro AEC atuou nos últimos anos, por se tratar do local de realização do estágio profissionalizante do autor. A empresa Canteiro AEC localiza-se em Florianópolis e trabalha com modelos BIM, envolvendo todo o processo de coordenação de projetos, modelagem e gerenciamento de modelos BIM, além de orçamentação e planejamento de obras.

O empreendimento foi construído no ano de 2018, orçado e modelado ano de 2017. O Projeto II é um residencial localizado na cidade de Chapecó e é um empreendimento de baixo padrão do programa “Minha Casa Minha Vida” da Caixa Econômica Federal.

O Projeto II possui um total de 86 unidades habitacionais, sendo composto por 11 pavimentos cujo pavimento térreo é composto por um salão de festas e 6

apartamentos, um primeiro pavimento que possui 8 apartamentos, 9 pavimentos tipo contendo 8 apartamentos cada e um pavimento cobertura, totalizando 5.170,16 m² de área construída da edificação. Além da edificação, o Projeto II conta com uma ampla área de estacionamento em torno da edificação, totalizando uma área de construção total (edifício com estacionamento) de 6.275,16 m².

Dentre os apartamentos tem-se duas variações nos pavimentos tipo: o apartamento tipo 01 (unidades finais 02, 03, 06 e 07) que possui área de 72,31 m² e o apartamento tipo 02 (unidades finais 01, 04, 05 e 08) que possui área de 73,18 m² (figura 11). Além dessas variações, tem-se no pavimento Térreo e no Primeiro Pavimento dois apartamentos denominados “PNE”, que possuem as dimensões, acessibilidade e acessórios necessários estabelecidos pela ABNT NBR 9050 para utilização de pessoas portadoras de necessidades especiais.

Figura 11: Apartamento tipo 01 e tipo 02



Fonte: Arquivos da construtora.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

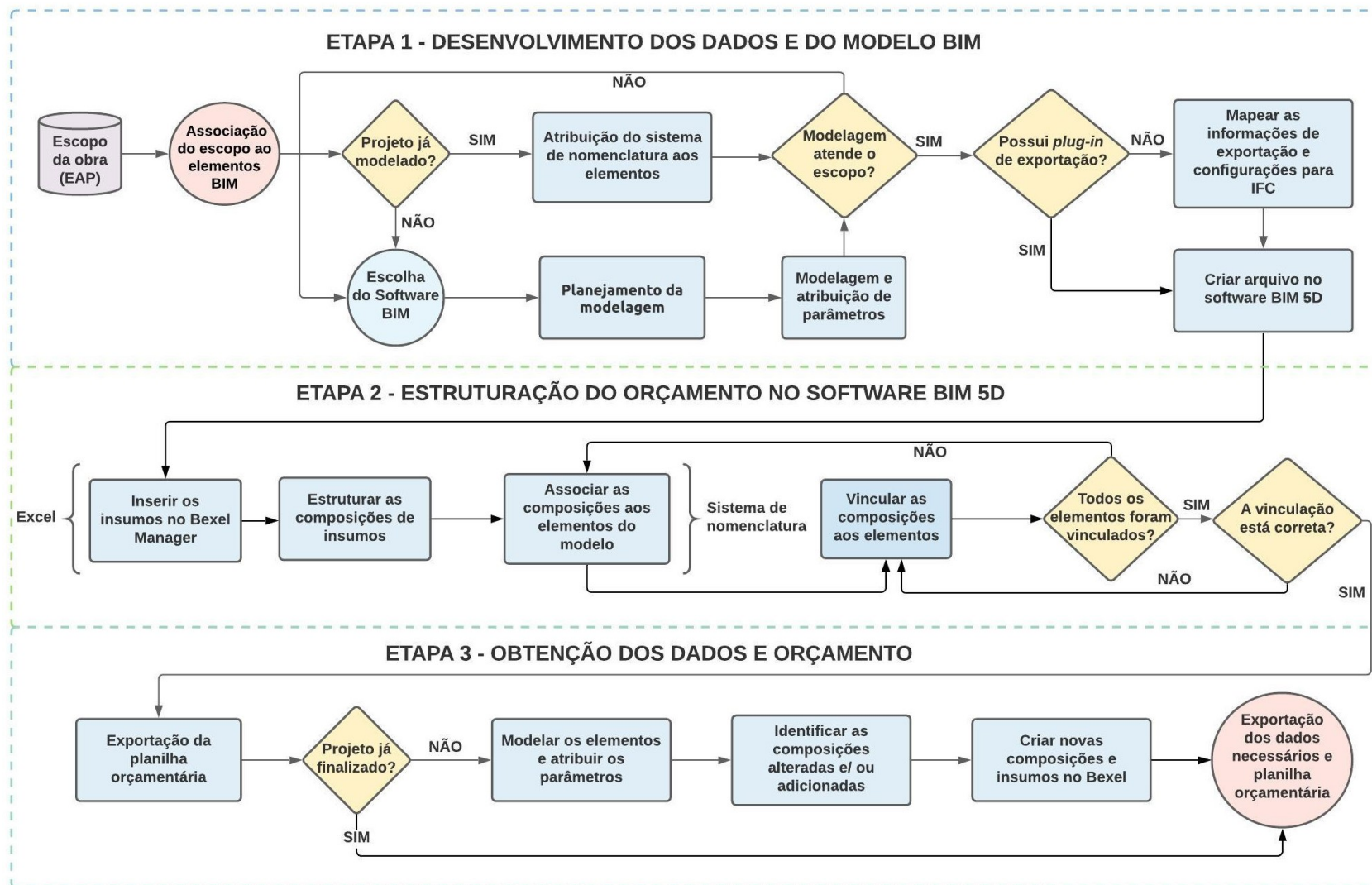
O presente tópico tem como objetivo apresentar o procedimento realizado para consolidação do trabalho, que permitiu a estruturação de um fluxo de trabalho (figura 12) para o uso de modelos BIM na quinta dimensão (BIM 5D).

Os procedimentos foram organizados inicialmente de acordo com a divisão em três etapas como apresentada na figura 12. A etapa inicial (etapa um), corresponde à organização das informações da obra, dos objetivos e do próprio modelo BIM. Nesta etapa, inicialmente é realizada a associação do escopo da obra com os elementos do modelo, são definidos os softwares e o modelo BIM é concebido ou analisado (no caso de já existir, como no Projeto II). Em resumo, são organizadas todas as informações necessárias para avançar para a etapa de elaboração do orçamento no software de gerenciamento (BIM 5D).

A etapa dois corresponde à estruturação do orçamento do software BIM 5D: são inseridos os insumos e as composições, bem como a associação e vinculação das composições com os elementos do modelo. A associação das composições aos elementos consiste no processo de informar para o software qual o elemento do modelo que a composição está relacionada. Essa associação é realizada através de busca utilizando o sistema de nomenclatura. Já a vinculação consiste em autorizar o processamento destes dados ao software, gerando as quantidades relacionadas das composições aos elementos.

Por conseguinte, a etapa três consiste em obter os dados gerados pelo software (como os insumos mais relevantes) e o próprio orçamento. A etapa também define a continuidade do projeto. No caso de o projeto não estar finalizado (orçamento parcial), a modelagem é retomada e devem ser identificados os serviços alterados durante o desenvolvimento do projeto.

Figura 12: Fluxo de trabalho proposto para o BIM 5D



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1. Escolha dos softwares de modelagem e gerenciamento BIM

Em todo escopo de projeto que envolva a metodologia BIM, é necessário definir quais programas serão utilizados - inclusive versão, uma vez que o mercado conta com diversos softwares que trabalham com BIM, mas que possuem tecnologias, interfaces e formatos de arquivos distintos. O IFC, conforme citado no item 2.1.6 do presente trabalho, é uma tentativa de contornar este problema de interoperabilidade entre os softwares BIM, no entanto ainda está em processo de desenvolvimento e padronização - com objetivo de que todos os softwares possam comunicar entre si através de um formato de arquivo único, sem perder nenhuma informação relevante.

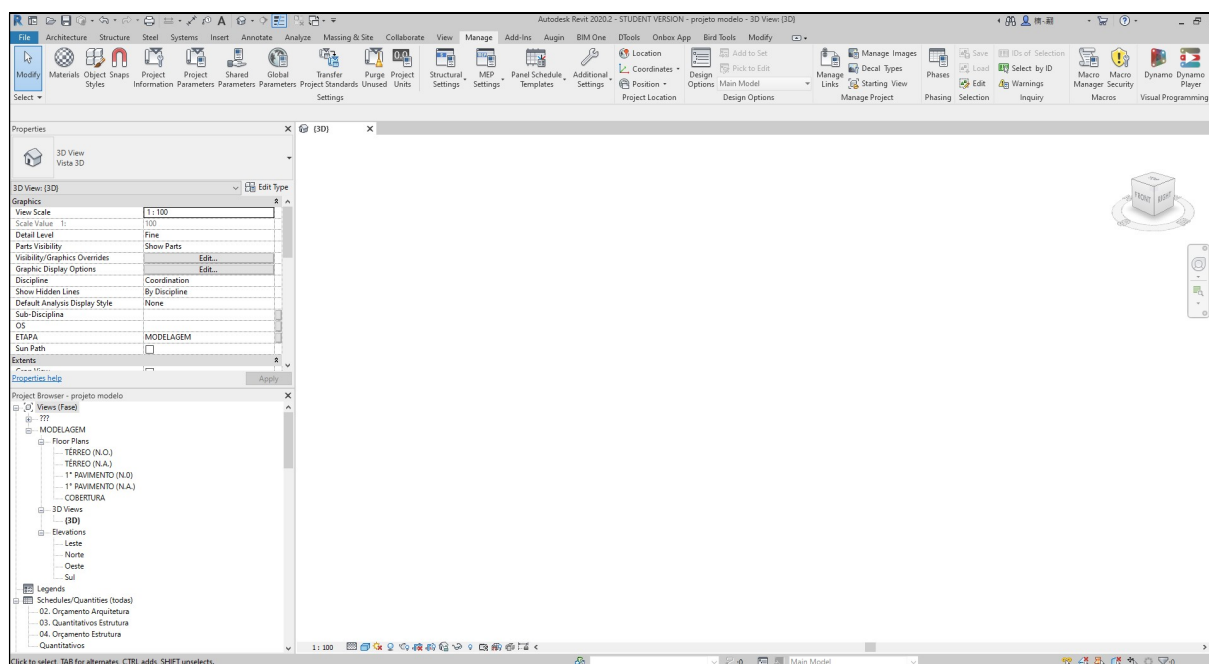
Na realização do trabalho e no próprio desenvolvimento do fluxo de trabalho foi necessário definir e utilizar dois softwares: um software de modelagem, que tem como intuito conceber o modelo BIM e um software de gerenciamento BIM, onde é possível utilizar as informações do modelo gerado pelo software de modelagem para outros princípios, como compatibilização, planejamento e, no caso do presente trabalho, o próprio orçamento.

4.1.1 O Software de Modelagem BIM

O software de modelagem BIM definido para realização do trabalho foi o *Autodesk Revit*, pelo fato de ser o software de modelagem mais difundido e utilizado no país atualmente e pelo conhecimento e prática que o autor possui com o programa. Além desses fatores, os projetos alvos da aplicação do fluxo de trabalho foram desenvolvidos neste software. A versão do *Revit* utilizada foi a 2020, por ser a versão correspondente ao ano em que foi iniciado o desenvolvimento do trabalho.

O software, conforme ilustração da interface na figura 13 abaixo, possibilita a modelagem multidisciplinar, ou seja, de diversas disciplinas dentro de arquitetura, instalações e estruturas. Cada elemento correspondente ao grupo da disciplina apresenta seus atalhos em abas separadas do programa, carregando consigo informações de geometria e características próprias.

Figura 13: Interface do Autodesk Revit



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.2 O Software de Gerenciamento BIM

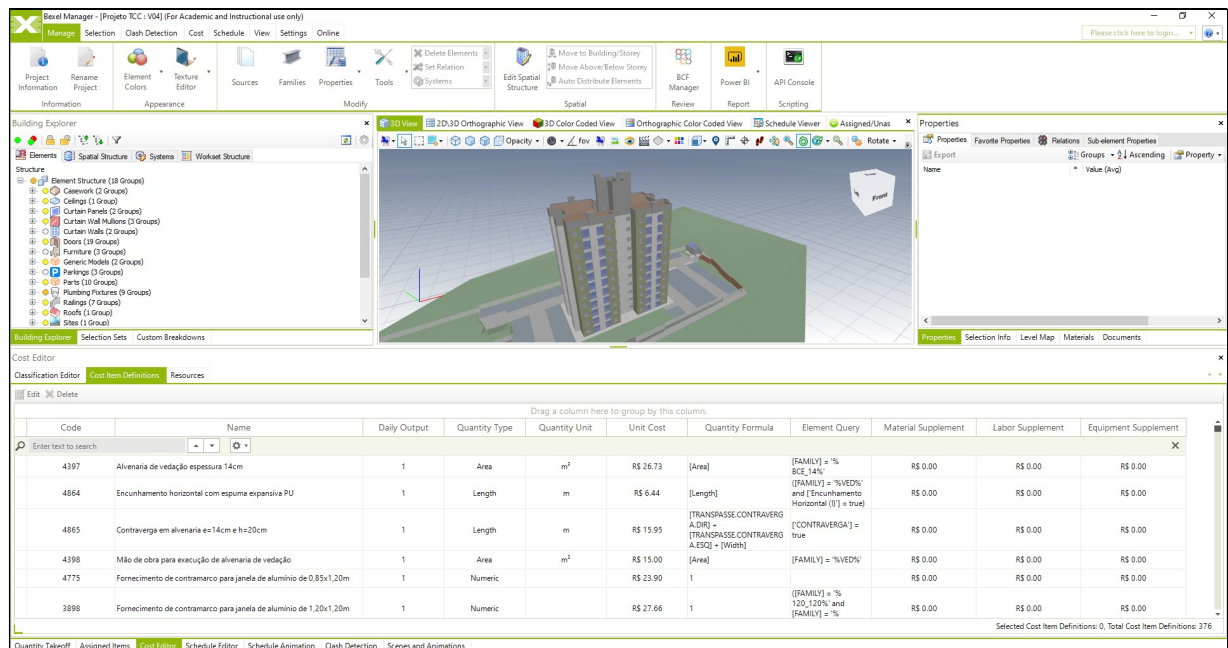
O software de gerenciamento BIM é o programa capaz de trabalhar com as informações do modelo e integrar as disciplinas dos projetos realizados em diversas plataformas, seja através de um arquivo IFC ou um arquivo de exportação do próprio software de gerenciamento. O software para a realização do trabalho, além de ser capaz de realizar essas funções, deve ter recursos específicos para 5D, permitindo a criação de insumos e composições e a vinculação direta destes com os elementos fornecidos pelo modelo, desenvolvido no software de modelagem.

Por ainda não haver trabalhos publicados com esse uso específico (orçamento analítico) até a data de realização do presente estudo e também, por apresentar recursos de BIM 5D, foi escolhido para o desenvolvimento do trabalho o *Bexel Manager* da *Bexel Consulting*. O *Bexel Manager* é um software de gerenciamento BIM recente no mercado mundial e possui recursos para o BIM em diversas dimensões, conforme apresentado no item 2.3.2.3 do presente trabalho. Por se tratar da versão mais atual disponibilizada, foi utilizado o *Bexel Manager* versão 20.

A figura 14 abaixo ilustra a interface do programa, que pode ser organizada da maneira conveniente ao usuário. Na realização do trabalho foi utilizada a interface padrão, onde são presentes as abas: *Building Explorer* que trata sobre as categorias e buscas de

elementos do modelo, o *Cost Editor* onde são estruturadas as informações de custos do projeto, como os quantitativos, as composições e insumos, e finalmente a aba *Properties* onde é possível visualizar as informações de cada elemento, seja em relação à sua geometria ou à entidade (como parâmetros ou informações de arquivo e nível inserido).

Figura 14: Interface padrão do Bexel Manager



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2. Identificação do escopo do orçamento

Em qualquer plataforma, seja uma planilha, um programa de orçamento, ou no próprio software BIM 5D, um projeto possui um escopo que se refere ao tipo de construção, ao porte da edificação, aos materiais que serão utilizados, ao padrão de acabamento, etc. Esse escopo que irá definir o que será projetado, quantificado, orçado e executado, situando o porte e o custo do empreendimento.

O escopo do projeto está diretamente associado aos custos de desenvolvimento do projeto em BIM, como também ao método de modelagem que será utilizado, devendo ser de acordo com as premissas e métodos de quantificação definidos pela construtora.

Como as aplicações em dois projetos propostas pelo presente trabalho são didáticas, além de possuírem o objetivo de auxiliar a propor, aplicar e analisar o fluxo

de trabalho, foram analisados os insumos mais relevantes provenientes da curva ABC de serviços do projeto II, desenvolvida pela Canteiro AEC.

Após a análise da Curva ABC de serviços disponibilizados, foram apontados os serviços de Alvenaria de Vedação e Revestimentos de Piso e Parede com forte relevância nos custos diretos (aproximadamente 25%). O escopo do projeto I consiste no mesmo do projeto II, porém, foram utilizadas composições do SINAPI.

4.3. Sistema de nomenclatura de elementos

Conforme mencionado no item 3.1.2 do presente trabalho, há a necessidade de propor um sistema padrão de nomenclatura de elementos em um fluxo de trabalho linear e aplicável a diversos projetos e construtoras. A necessidade surge por quatro motivos principais:

- a) **Padronização das famílias do modelo:** Cada projeto possui sua especificidade, logo há a necessidade da criação de novas famílias no software de modelagem. Com isso, torna-se essencial um padrão de nomenclatura para que haja um controle nas informações do responsável pela modelagem, buscando gerar um modelo organizado e de fácil entendimento para os outros profissionais envolvidos no processo.
- b) **Informações embutidas na descrição de família/ tipo:** Algumas informações podem ser inseridas na própria descrição da família ou de tipo, diminuindo o número de parâmetros necessários para entendimento dos elementos.
- c) **Reaproveitamento da associação dos elementos com as composições no software 5D:** Cada composição criada possui sua associação com o elemento (*Assembly*) a partir de uma pesquisa no elemento. Padronizando essa pesquisa dentro da descrição do elemento, torna-se possível reaproveitar as composições de outros orçamentos, especificamente quando se trata de outro projeto para uma mesma construtora, havendo necessidade apenas de adicionar outras composições ou atualizar os insumos.
- d) **Possibilidade de aglutinação de serviços (análise macro) nas estimativas iniciais:** Com um sistema de nomenclaturas padronizados, se torna simples a busca de elementos macro (como esquadrias, paredes, pisos) sem a necessidade de especificar o tipo, facilitando o processo de

estimativa de custos durante a execução do projeto, principalmente nas fases iniciais onde não se tem uma definição precisa das tipologias.

Conforme apontado no item 3.1.2 do trabalho, a primeira necessidade evidente na identificação de um modelo é qual categoria o elemento pertence (código do elemento), logo deverá ser o prefixo do sistema de nomenclaturas. Para o presente trabalho, foram adotadas abreviações para cada tipo de elemento presente nos projetos analisados, tendo a necessidade de incorporar outras, caso esteja fora do escopo das aplicações utilizadas. A estruturação do sistema de nomenclaturas teve como base o proposto por Camargo Corrêa (2019).

Dentre os serviços analisados no escopo do trabalho, foram identificados os elementos pertencentes à categoria *Walls* relacionando as alvenarias de vedação (prefixo VED), os revestimentos (Prefixo RV(I)(E)) caso seja revestimento interno ou externo, além da categoria *Floors* (Prefixo PIS). Apenas para fins de aplicação do sistema de nomenclatura, também foram analisadas as esquadrias, sendo o prefixo POR para portas (categoria *Doors*), JAN para Janelas (categoria *Windows*) e PJA para Porta janelas, sendo também da categoria *Doors*.

Identificado o código do elemento, é necessário especificar qual material está presente na família, ou seja, qual o tipo de insumo (código de descrição). Para isso, é necessário adotar uma série de prefixos padronizados, que podem variar de um projeto para outro conforme as definições dos acabamentos. Nesse caso, podem haver mais de um tipo do mesmo material, como um caso de um tipo de pintura (acrílica, cor branca) e outro (acrílica, cor cinza). Para contornar a situação, é necessário inserir, além do código do material, um número que identificará o tipo de material em um índice para cada projeto. Por exemplo, pode-se aplicar a pintura acrílica cor branca como Pintura Acrílica 01 (PAC01) e a pintura acrílica cor cinza como Pintura Acrílica 02. Assim como os demais códigos, este deverá ser de três letras e se unirá aos demais utilizando também o caractere *underline*.

Tabela 5: Exemplo de códigos de tipo de material

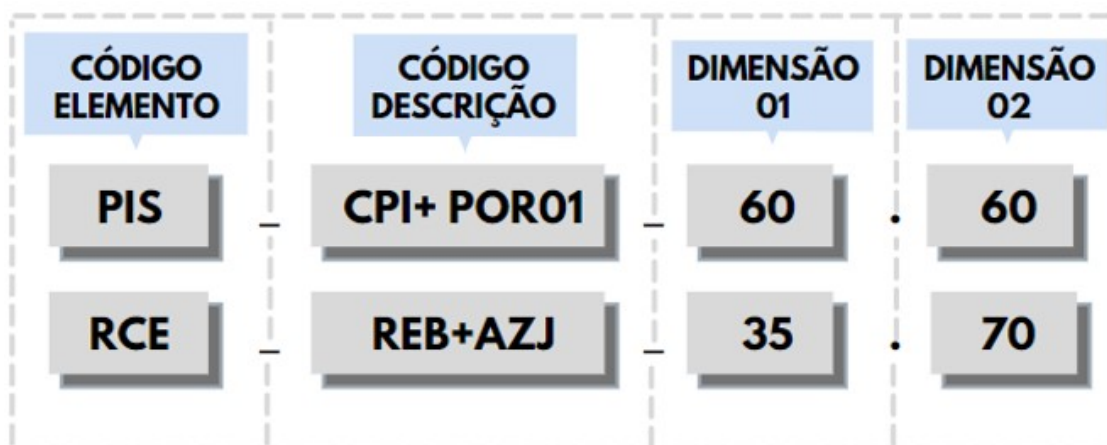
ACABAMENTOS PARA PAREDE E PISO	CER	Revestimento Cerâmico
	POR	Porcelanato
	MAD	Revestimento Madeira
	VIN	Vinílico
	MON	Monolítico
	PDR	Revestimento Pedra
	PLA	Pintura Látex
	PAC	Pintura Acrílica

	TEX Textura
VEDAÇÕES	BCE Bloco Cerâmico
	TCE Tijolo Cerâmico
	TVI Tijolo de Vidro
	BLO Bloco de Concreto
	DRY Drywall
	SFR Steel Frame
	BCC Bloco Concreto Celular

Fonte: Elaborado pelo autor

A última informação prevista para o sistema de nomenclaturas de elementos proposto são as dimensões do insumo, sendo neste caso opcional. As dimensões do insumo devem ser expressas em centímetros, com prefixo L para largura, H para altura e C para comprimento, separadas por ponto como ilustra a figura 15.

Figura 15: Estrutura básica do Sistema de Nomenclaturas para Famílias de Sistemas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em alguns casos, de acordo com o método de modelagem, torna-se necessário identificar mais de um material em um mesmo elemento de acordo com as composições do orçamento, como para representar em um único elemento a estrutura e o acabamento. Nestes casos, deve-se evidenciar cada material na descrição, caso a composição seja separada. Um exemplo para este caso é uma composição de reboco que já englobe o serviço de chapisco, sendo necessário apenas indicar o código do reboco no elemento e não os dois (chapisco e reboco).

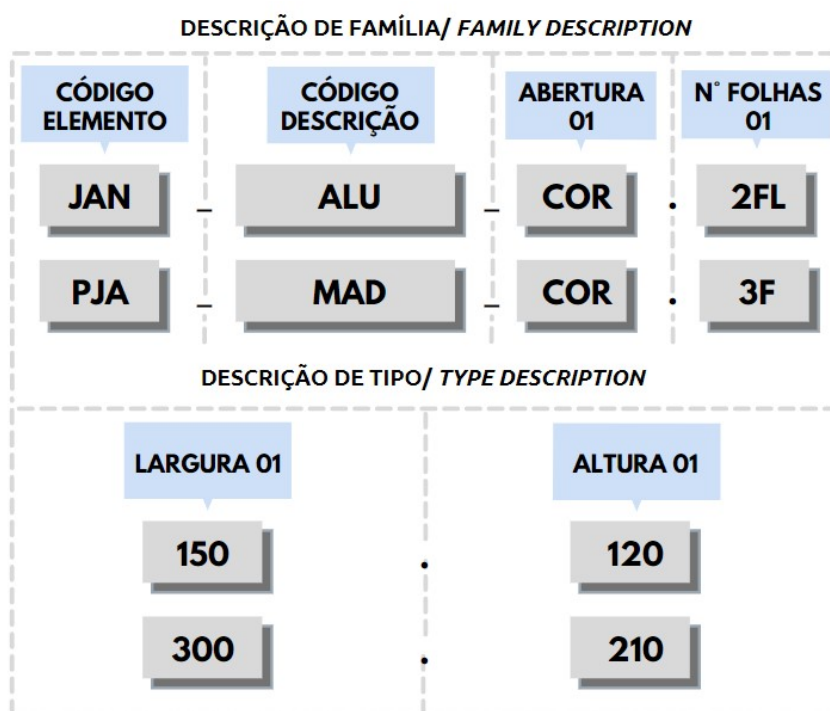
O sistema de nomenclaturas possui algumas diferenças quanto ao tipo de família do modelo. No *Revit*, existem famílias carregáveis e não carregáveis. As famílias carregáveis são componentes que podem ter as características editadas em um arquivo de edição de famílias dentro do *Revit*, possuindo então uma mesma

família com algumas variações de tipos, como uma janela de duas folhas de correr de alumínio, que pode ter diversos tamanhos. Já as famílias não carregáveis são as famílias que não se permite a edição no editor de famílias, sendo apenas duplicadas e substituídos alguns parâmetros, materiais e a descrição, como no caso das analisadas no presente trabalho.

Com intuito de tornar o sistema de nomenclatura mais completo e de possível análise em trabalhos futuros, foi estruturado também um sistema para as famílias carregáveis, uma vez que algumas destas foram utilizadas dentro do escopo do trabalho (cálculo do requadro em esquadrias). A diferença é que, além de identificar a categoria e o tipo do elemento, torna-se necessário especificar o tipo de abertura (para esquadrias) e o número de folhas. Para o caso em questão, foram criados alguns códigos de abertura para esquadrias, respeitando a regra de utilização de três caracteres. O número de folhas deve ser indicado imediatamente antes do código da posição da folha, como no exemplo ilustrado pela figura 16.

As especificações quanto às dimensões das esquadrias, deverão ser indicadas nos nomes de tipo das famílias, conforme o exemplo abaixo. No caso da existência de mais de uma folha dentro da janela, as dimensões devem ser realizadas de acordo com a ordem proposta na nomenclatura de família (no exemplo, primeiro as dimensões das folhas de correr, após as dimensões da folha fixa).

Figura 16: Estrutura básica do Sistema de Nomenclatura para Famílias Carregáveis (Esquadrias)



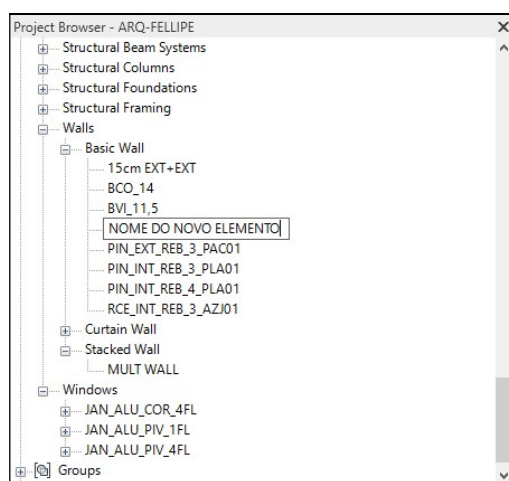
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4. Atribuição do Sistema de Nomenclatura aos elementos

No caso do **projeto II**, que já estava modelado e com as nomenclaturas dos elementos realizada, foi necessário atribuir o sistema de nomenclatura, para incluir dentro do processo do fluxo de trabalho em questão.

O processo de atribuir novos nomes à elementos no *Revit* consiste em pesquisar o elemento dentro de sua respectiva categoria na aba de propriedades (figura 17) e substituir o seu nome pelo pretendido, um processo simples, porém que demanda um trabalho considerável para todos os elementos de um modelo.

Figura 17: Processo de renomear elementos no Revit

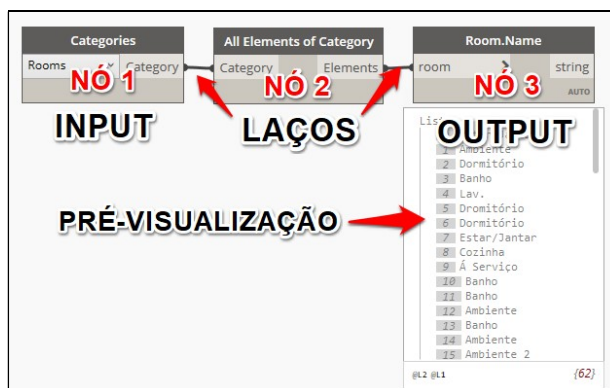


Fonte: Elaborado pelo autor.

Com objetivo de automatizar o processo, tornando possível a atribuição do sistema de nomenclatura ao modelo completo de maneira simples e rápida, foi utilizado o recurso de programação visual do *Revit*, o *Dynamo da Autodesk*.

O *Dynamo*, segundo *Autodesk* (2020) é uma ferramenta de código aberto (gratuita) que permite estender as funcionalidades do *Revit*, uma vez que permite acesso à API (*Application Programming Interface*). O *Dynamo* consiste em uma ferramenta de programação visual que permite automatizar rotinas repetitivas dentro do *Revit*, interação de modelos ou exportação de dados dentro do software, sendo criadas rotinas, que são basicamente um sistema de nós conectados por laços, conforme a figura 18 a seguir, que retrata uma rotina que captura todos os elementos da categoria *Rooms* (*input*) e fornece o nome destas ao final da rotina (*output*).

Figura 18: Estrutura de uma rotina no *Dynamo* da Autodesk



Fonte: Elaborado pelo autor.

O funcionamento básico da rotina consiste em exportar todos os nomes dos elementos (organizados por categoria) para o *Excel* da *Microsoft*, um programa para criação de planilhas. No *Excel* é realizada a substituição dos nomes, que é um processo mais rápido e prático. Após a consolidação dos nomes, a tabela é importada para o *Revit* e com a rotina no *Dynamo* são substituídos todos os nomes dos elementos correspondentes. Nesse caso, a rotina completa é dividida em duas, sendo uma exclusivamente para exportar os dados e outra para importar os dados e renomear os elementos. As rotinas encontram-se no Apêndice D ao final do presente trabalho.

Tabela 6: Organização da planilha para substituir os nomes dos elementos

TIPO (NOME ANTIGO)	CÓDIGO (NOME NOVO)	DESCRIÇÃO
ALV.CER.9	VED_ BCE_L09.H19.C19	Bloco cerâmico 09x19x19 cm
REV.1,5 - RB.INT+PT.BRANCO	RVI_REB_PLA01	Pintura interna látex cor branca
REV.1,5 - RB.INT+TEX	RVI_REB_TEX01	Revestimento texturizado interno

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5. Associação do escopo aos elementos do modelo BIM

Após a definição do escopo do orçamento em questão, é necessária a associação deste aos elementos do modelo BIM, com intuito de organizar e aproveitar as informações fornecidas pela modelagem. A associação também traz as diretrizes iniciais para o planejamento da modelagem, uma vez que esta deverá atender os requisitos de quantificação propostos pelo usuário.

Foram analisadas 4 (quatro) considerações quanto a associação ao escopo do projeto, sendo estas:

- a) Categoria do elemento:** As *Categories* do *Revit*, definem o tipo de elemento, como Porta, Janela, Parede, Piso, Forro, etc.
- b) Código de busca:** É o código que será utilizado para associar o elemento à composição no software 5D. Por exemplo, podemos atribuir para o software associar o elemento dentro da Categoria Portas à Composição de portas, como uma análise macro. Ou podemos associar ao nome do tipo de elemento através de algum código, como POR para porta ou MAD para madeira com suas dimensões, sendo mais específico.
- c) Método de extração:** É a informação que será extraída do elemento, utilizada para os quantitativos.
- d) Parâmetros:** São necessários parâmetros para alguns casos de organização de elementos – definida pela própria composição, ou também para elementos que não são modelados, como é o caso do encunhamento de paredes.

Com essas considerações, foram elaboradas duas planilhas que as relacionam com as composições dos projetos, como observado em parte na tabela abaixo. As planilhas de associações completas encontram-se no Apêndice B do trabalho.

Tabela 7: Associação das Composições aos elementos do modelo BIM

Composição	Categoria do Elemento	Código de busca	Método de extração	Parâmetros
CONTRAMARCO DE AÇO, FIXAÇÃO COM PARAFUSO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	Janelas/ <i>Windows</i>	JAN_ALU	Perímetro da esquadria - <i>Length</i>	Não se aplica
RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 45X45CM. AF_06/2014	Perfis/ <i>Wall Sweeps</i>	ROD_POR01	Comprimento do rodapé - <i>Length</i>	Não se aplica
REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 20X20 CM APLICADAS EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 5 M ² NA ALTURA INTEIRA DAS PAREDES. AF_06/2014	Paredes/ <i>Walls</i>	AZJ01	Área da parede - <i>Area</i>	Área > 5m ²

Fonte: Elaborado pelo autor

Em alguns casos, como no exemplo do revestimento cerâmico para paredes internas, é necessária a separação dos revestimentos contidos em ambientes com área menor ou maior que 5 m². Isso foi realizado através de um parâmetro, sendo utilizado posteriormente para vincular a composição aos elementos e será descrito nos próximos itens do presente trabalho.

4.6. Planejamento e método de modelagem

Pelo fato de envolver uma série de informações e elementos, é recomendável que um projeto concebido dentro de um software BIM tenha um planejamento de modelagem, com objetivo de reduzir o máximo possível o retrabalho sujeito as alterações que podem ocorrer no desenvolvimento do projeto, por conta de alternativas de execução menos onerosas, compatibilizações, alterações solicitadas pelo órgão fiscalizador, etc.

Nesse viés, é de suma importância que a modelagem dos elementos esteja associada ao nível de desenvolvimento do projeto. Não é relevante, por exemplo, a modelagem de revestimentos na etapa de projeto preliminar, pois até o projeto executivo podem surgir diversas mudanças no projeto, gerando um retrabalho considerável.

O método de modelagem é a maneira em que será concebido o modelo BIM. Este está diretamente vinculado às associações das composições aos elementos, uma vez que são as informações resultantes da modelagem que serão utilizadas para a quantificação e orçamento. Além disso, também interfere no próprio planejamento da modelagem, uma vez que o método é sequencial. O método desenvolvido para o fluxo de trabalho a ser proposto leva em consideração a sequência construtiva da obra, como também a de lógica para a utilização de ferramentas que auxiliam no processo de modelagem, como o *plugin Room finishing* e o *Dynamo*, recurso de programação visual disponível no *Revit*.

4.6.1. Categorias de elementos correspondentes ao escopo

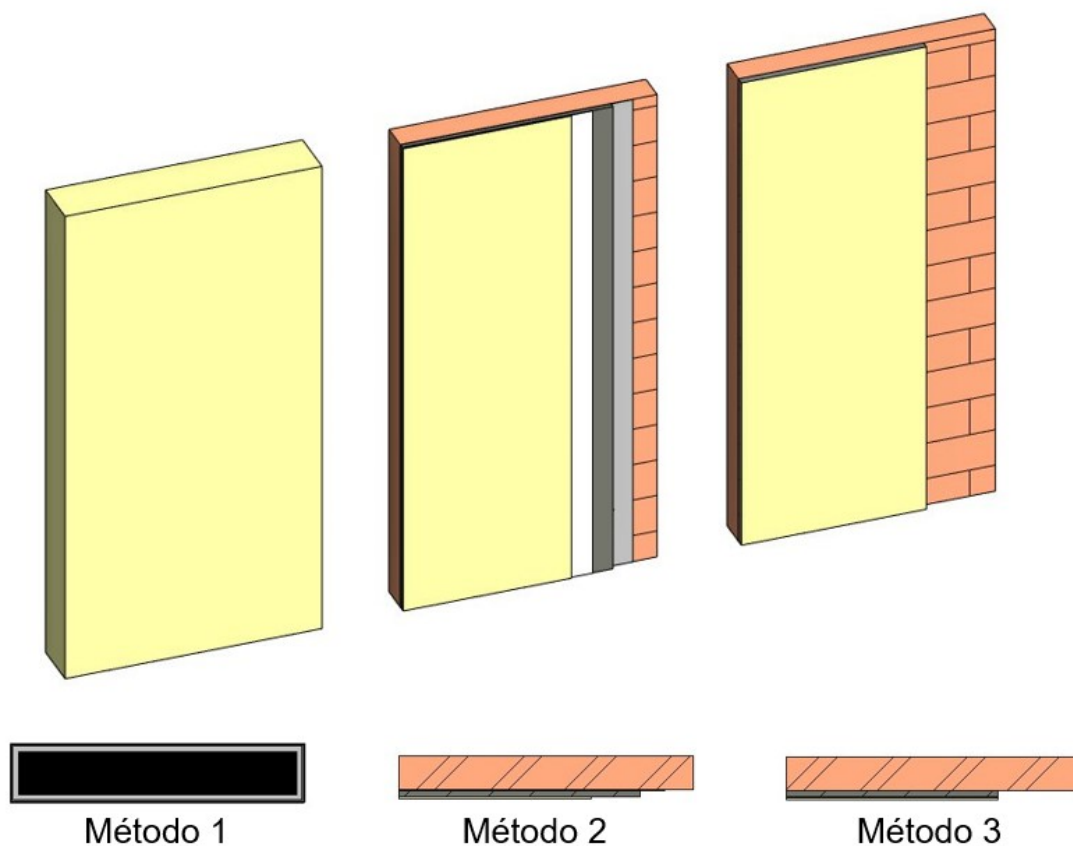
Inicialmente é necessário identificar quais categorias de elementos serão utilizadas no projeto, e estas são relacionadas na tabela de associação das composições aos próprios elementos (tabela 7). Com a consolidação desta tabela, foram identificadas as seguintes categorias (para o projeto I):

- a) **Paredes/ Walls:** Utilizada para as composições de alvenaria de vedação e revestimentos de parede;
- b) **Pisos/ Floors:** Utilizada para as composições de contrapiso e revestimentos de piso;
- c) **Portas/ Doors:** Utilizada para os serviços de verga;
- d) **Janelas/ Windows:** Utilizada para as composições de verga, contraverga e contramarcos;
- e) **Perfis/ Wall Sweeps:** Utilizados para os rodapés;

4.6.2. Escolha da tipologia de paredes e pisos

A tipologia, tipo ou *Type* de um elemento no *Revit* consiste na composição do elemento, seus materiais e parâmetros. Em um elemento da categoria parede, por exemplo, pode-se embutir todos os serviços atrelados a ela, como por exemplo os revestimentos. Em contrapartida, pode-se modelar dois ou mais elementos separadamente, de acordo com a composição associada.

Conforme ilustra a figura 19 abaixo, foram comparados três tipos de modelagem de paredes:

Figura 19: Tipos de modelagem de parede

Fonte: Elaborado pelo autor.

O método 1 considera uma parede composta, onde a tipologia parede apresenta todos os materiais e serviços envolvidos neste elemento. É um método prático, uma vez que é modelado apenas um elemento. No entanto, a sua precisão quanto aos quantitativos e detalhamento do projeto (assim como o LOD) é menor se comparada aos outros métodos.

O método 2 consiste na separação de todos os elementos constituintes da parede em suas respectivas camadas. É um método que gera mais trabalho e torna o modelo BIM mais lento e pesado, além de não possuir diferença considerável nos valores de quantitativos em relação ao método 3.

O método 3 foi o escolhido para a realização do trabalho, pois apresentou maior desempenho na relação tempo de modelagem e qualidade de informação, e consiste na separação em dois elementos: um relacionado à alvenaria e outro ao revestimento.

4.6.3. Ordem de modelagem dos elementos

Após a definição dos elementos e do tipo de modelagem, é necessário definir a ordem de modelagem. A ordem é de acordo com a própria execução, que, neste caso, foi separada em etapas:

- **Etapla 1:** O arquivo é criado, são vinculados os modelos que possuem as coordenadas compartilhadas (se for o caso), são vinculados ou criados os níveis, correspondendo ao nível osso e acabado.

- **Etapla 2:** São inseridas as alvenarias de vedação, obtendo o perímetro da edificação;

- **Etapla 3:** São inseridas as portas e janelas, prevendo uma base de modelo para as outras disciplinas complementares iniciarem o seu lançamento;

- **Etapla 4:** Após a compatibilização e/ ou ajustes no projeto, podem ser inseridos os pisos, diretamente no nível acabado;

- **Etapla 5:** São inseridos os revestimentos de parede, compreendendo as categorias de paredes e perfis.

- **Etapla 6:** Finalmente, são inseridos os parâmetros necessários para filtrar elementos para quantificação.

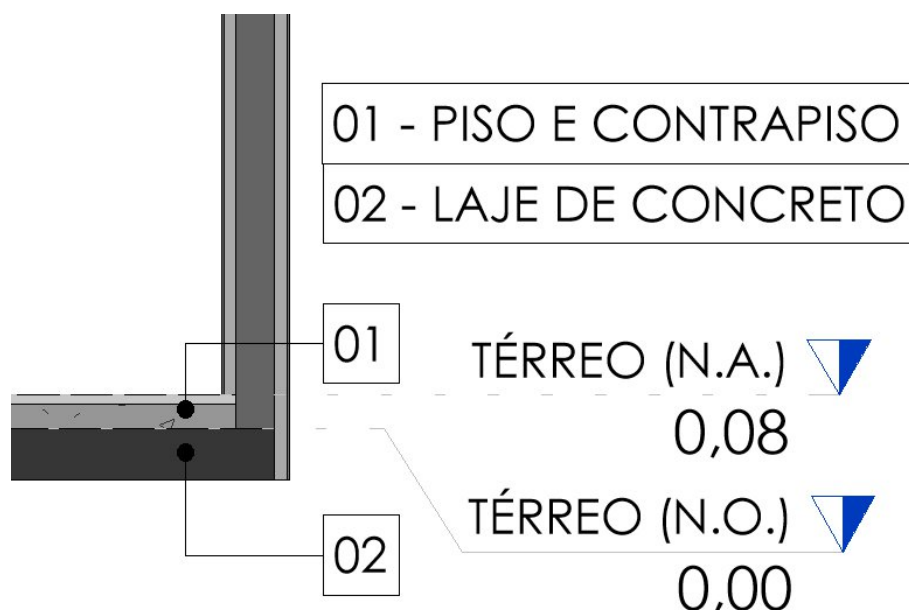
4.6.4. Etapa 1 – Criação dos níveis

A Etapa 1 consiste na criação do arquivo no *Revit*. Deve-se escolher um *template* com as configurações básicas definidas e após inserir o arquivo que contém as coordenadas compartilhadas do projeto, se este for o caso, além de obter a localização deste. As coordenadas compartilhadas servem para localizar o projeto, e são muito úteis em projetos de grande porte que envolvem diversas torres e anexos.

No caso do Projeto I, por se tratar apenas de uma edificação, não foi necessário vincular um modelo com coordenadas compartilhadas. Após, deve-se inserir a topografia local, definindo o local da construção através de plataformas de construção.

A última etapa de criação do arquivo é inserir os níveis. Os níveis devem ser separados em osso e acabado (figura 20), para que seja possível cumprir as etapas de modelagem corretamente, além de trazer mais organização para o projeto.

Figura 20: Níveis osso e acabado



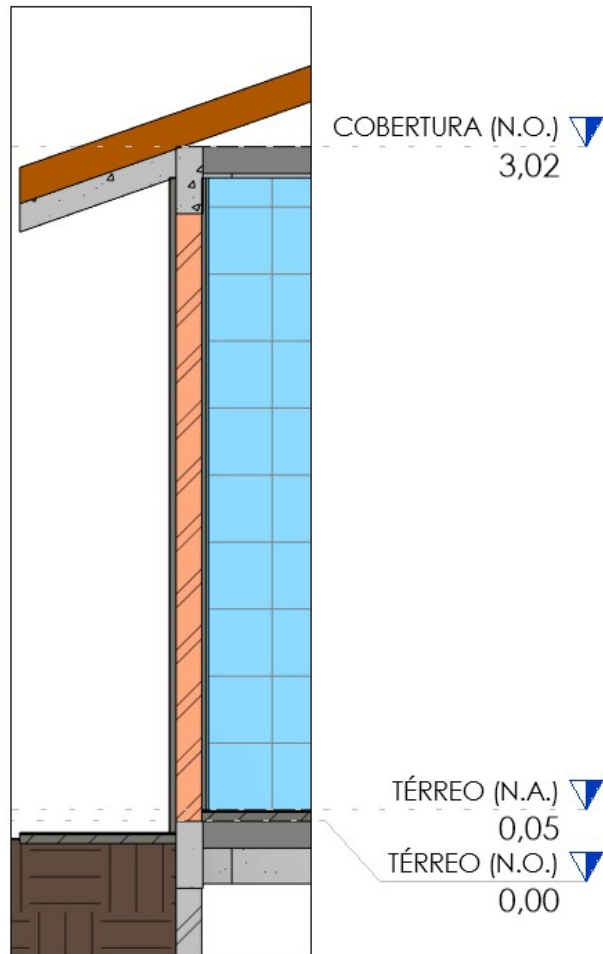
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6.5. Etapa 2 - Alvenarias de vedação

Após a criação do arquivo do projeto, deve ser iniciado o lançamento das alvenarias de vedação. Essa modelagem deverá ser manual, seja utilizando como gabarito um projeto já consolidado em um software CAD (transcrição) ou no concebimento do projeto no *Revit*.

No momento da modelagem, que é um processo semelhante a outros elementos que são famílias de sistema, é necessário atentar a dois fatores: A restrição e deslocamento da base e a restrição e deslocamento do topo. No caso da restrição da base, esta deve ser alinhada ao nível osso do respectivo pavimento, sem deslocamento. Já a restrição do topo deve ser vinculada ao nível osso do próximo pavimento, com deslocamento do topo igual a espessura do elemento adjacente (laje ou viga). A figura 21 abaixo ilustra a situação, onde o elemento foi modelado com restrição no térreo (nível osso) e associado ao nível da cobertura com deslocamento do topo equivalente à altura da viga, no caso 30 centímetros.

Figura 21: Considerações a respeito da modelagem de alvenaria de vedação



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6.6. Etapa 3 – Portas e Janelas

As composições relacionadas diretamente aos insumos portas e janelas não foram alvo de estudo do presente trabalho, no entanto, é necessária a consideração destes elementos por impactarem nas quantidades dos demais e também por possuírem serviços atrelados (como requadro, verga, contraverga e contramarco).

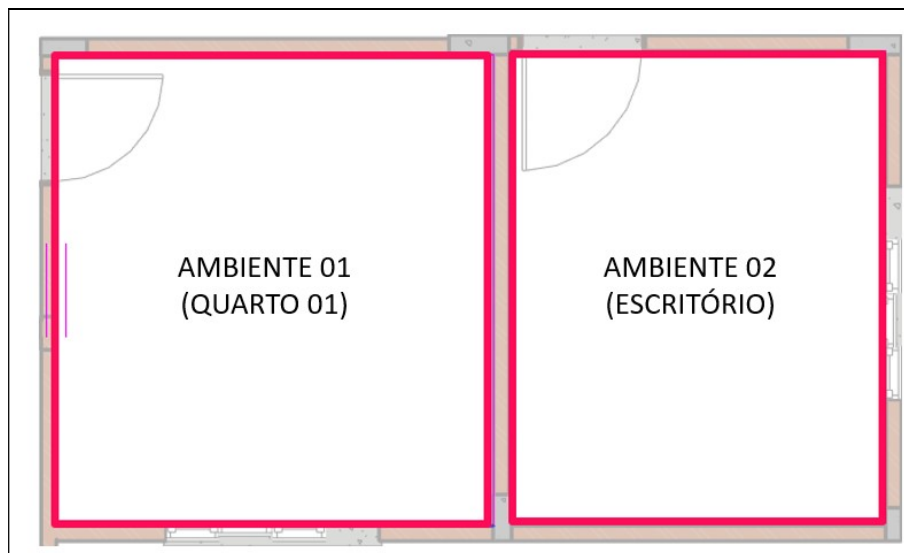
A modelagem destes elementos foi realizada de maneira manual, onde são posicionadas nos locais que estarão presentes, assim como as demais famílias de componentes carregáveis.

4.6.7. Etapa 4 – Revestimentos de piso

Os revestimentos de piso correspondem às composições de contrapiso, piso cerâmico, soleiras e peitoris, sendo inseridos após a compatibilização do projeto

com as outras disciplinas, evitando retrabalho. Os pisos (*floors*) do *Revit* consistem em elementos que são definidos através de um perímetro, sendo necessário definir cada perímetro dos ambientes, como ilustra a figura 22 abaixo:

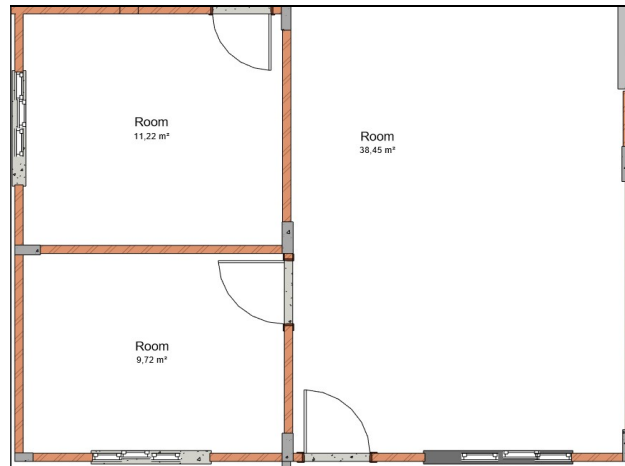
Figura 22: Método tradicional de modelagem de pisos



Fonte: Elaborado pelo autor.

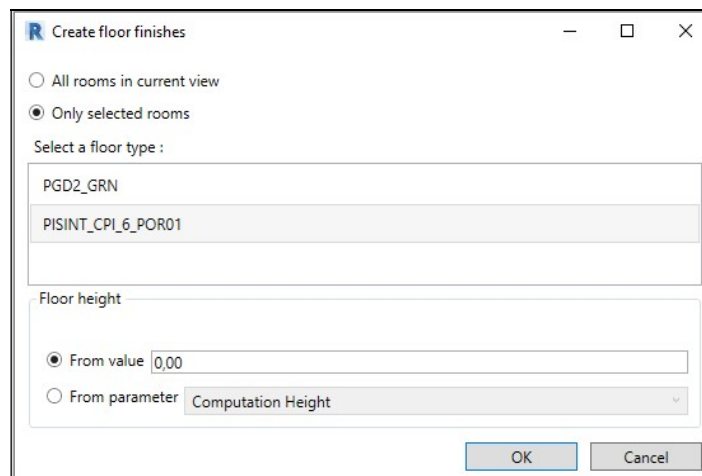
O processo manual para modelagem de pisos exige um trabalho considerável, pois cada ambiente deve ter perímetro definido, e além disso, deve ser modelado separadamente para possibilitar a filtragem com parâmetros caso seja necessário. Para contornar essa situação, foi utilizada uma extensão do *Revit* (*plug-in*) chamado *Room Finishing*.

O *Room Finishing* automatiza o processo de modelagem dos pisos, tornando o processo muito mais rápido e prático. O *plug-in* realiza a modelagem do piso através do perímetro do próprio ambiente (*room*). Para isso, é necessário primeiramente inserir todos os ambientes no projeto. Esses ambientes podem não ser os que serão utilizados de fato, podendo ser apenas utilizados para a modelagem, uma vez que existem ambientes que não possuem parede que os dividam. Os ambientes foram inseridos através do comando *Place Rooms Automatically*, onde o *Revit* identifica perímetros fechados e insere um ambiente, inicialmente nomeado por *Room*, conforme ilustra a figura 23 abaixo.

Figura 23: Inserindo todos os rooms

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o posicionamento de todos os ambientes, foi de fato utilizado o *Room Finishing*. O *plug-in* possui duas opções, para modelagem de paredes (*Skirting Boards*) e para modelagem de pisos (*Floor Finishes*). Na opção *Floor Finishes*, foi selecionada a opção *Only selected rooms*, para apenas modelar nos ambientes selecionados. Além disso, foi definido o tipo do piso e o seu deslocamento em relação ao nível correspondente (nível acabado), conforme ilustra a figura 24 abaixo:

Figura 24: Configuração de modelagem *Floor Finishes*

Fonte: Elaborado pelo autor.

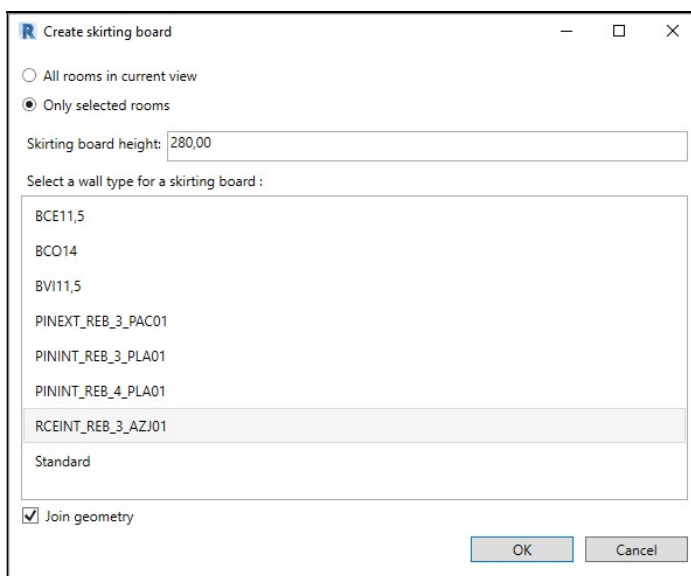
4.6.8. Etapa 5 – Revestimentos de parede

Os revestimentos de parede compreendem as composições relacionadas ao reboco, pintura e azulejos, e são elementos pertencentes à categoria de paredes (*Walls*) do *Revit*. O método tradicional de modelagem destes elementos é manual, de maneira similar às alvenarias de vedação. No entanto, foi utilizado novamente o *plug-in Room Finishing*, afim de automatizar o processo.

O processo de modelagem utilizando o *plug-in* é semelhante aos pisos. No entanto, não é necessário inserir novamente os ambientes (*rooms*). No caso, é escolhida a opção *Skirting Boards*, que possui configurações diferentes em relação aos pisos.

No *Skirting Boards*, como ilustra a figura 25, são necessárias algumas definições, sendo: Selecionar a opção de *Only selected rooms*, para modelar apenas nos ambientes selecionados, definir a altura do revestimento em relação ao nível correspondente da vista (nível acabado) em *Skirtings board Height*, selecionar o tipo de revestimento a ser modelado, e por fim, a opção de *Join Geometry* que faz a união das geometrias.

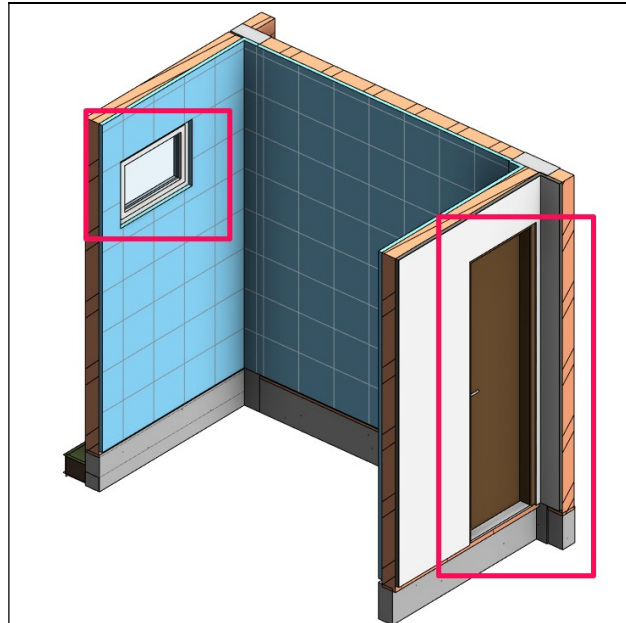
Figura 25: Configuração de modelagem Skirting Board



Fonte: Elaborado pelo autor.

A opção *Join Geometry* foi marcada para unir as geometrias das paredes, possibilitando o recorte com as esquadrias, como indica a figura 26 abaixo:

Figura 26: Configuração de modelagem Skirting Board



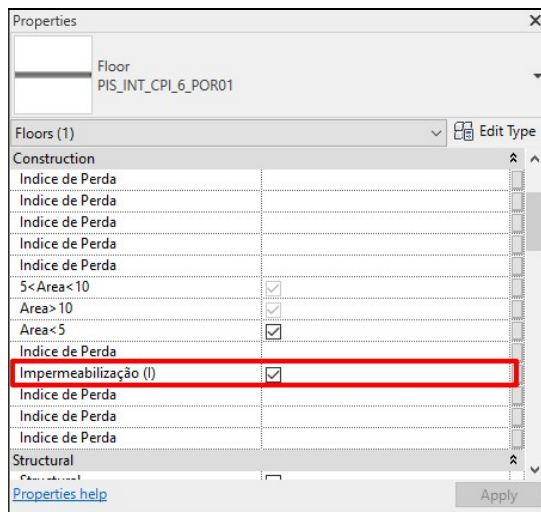
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6.9. Etapa 6 – Atribuição de parâmetros

A última etapa do método de modelagem é a atribuição de parâmetros para os elementos. Esta etapa pode ser realizada no final de cada etapa de modelagem, porém no presente trabalho foi realizada uma etapa única, para evitar erros por conta de alterações no modelo.

A atribuição de parâmetros à elementos do *Revit* é necessária para filtrar elementos ou propriedades, de acordo com as necessidades apontadas na tabela de associação com as composições. Um exemplo, é a identificação de pisos que possuem impermeabilização, de acordo com o critério escolhido (normalmente em áreas molhadas como banheiros, áreas de serviço e cozinhas). O *Revit* não reconhece que estes ambientes possuem impermeabilização, sendo necessário algum parâmetro que permita ao usuário inserir essa informação, como um parâmetro de *boolean* (preenchimento), conforme destacado na figura 27.

Figura 27: Exemplo de parâmetro utilizado



Fonte: Elaborado pelo autor.

A atribuição dos parâmetros foi dividida em manual e automática. Os parâmetros que são dependentes de critério visual ou regra adotada foram inseridos manualmente, pois não há uma maneira automatizada de realizar esse tipo de identificação. Já os parâmetros que dependem apenas de critérios de geometria foram inseridos de forma automática, através de rotinas desenvolvidas na ferramenta de programação visual do Revit, o *Dynamo*.

4.6.9.1 – Inserindo parâmetros de modo automatizado

Foram utilizadas 4 rotinas para a associação de forma automatizada dos parâmetros no projeto I, sendo elas:

- **Rotina A:** Identificando áreas menores que 5 m², entre 5 m² e 10 m² e maiores que 10 m²;
- **Rotina B:** Identificando Vãos de esquadrias maiores que 1,50 m;

As rotinas A e B são um parâmetro *boolean* (assim como o exemplo de impermeabilização), e são necessárias por conta da divisão da composição do SINAPI. Nas composições escolhidas, o emboço, piso porcelanato e azulejo são separados em áreas menores que 5 m², entre 5 m² e 10 m² e maiores que 10 m², sendo necessário inserir a informação nos elementos correspondentes (pisos e paredes). A rotina identifica a informação da área do ambiente e insere a informação nos elementos que estão dentro do seu perímetro. Já as composições de verga e

contraverga são divididas em vãos de até 1,50 m e superiores a este valor, identificando o valor de largura das esquadrias.

4.6.9.2 – Inserindo parâmetros de modo manual

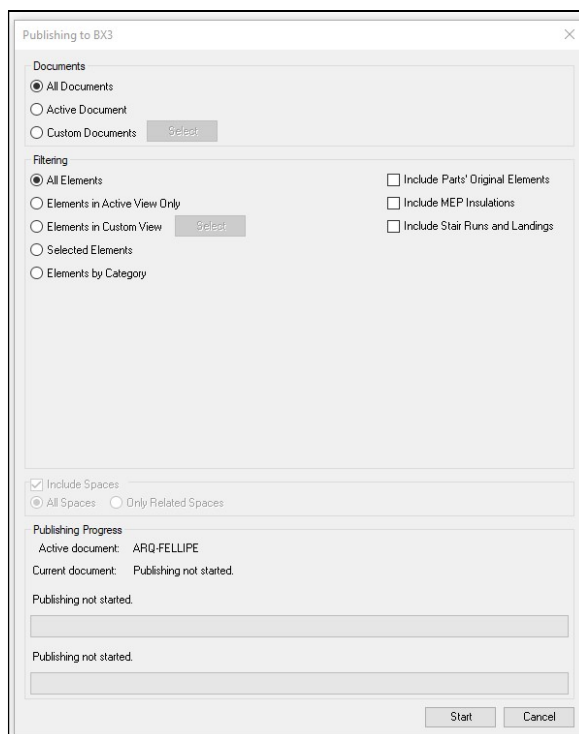
Conforme citado no item anterior, alguns parâmetros necessitaram do preenchimento manual por não envolver questões de geometria. Os parâmetros inseridos de maneira manual foram os seguintes:

- **Encunhamento Horizontal:** Utilizado nos dois projetos para separar as alvenarias que receberão o encunhamento horizontal;
- **Impermeabilização:** Utilizado no **projeto I** para separar os elementos que receberão impermeabilização (piso das áreas molhadas e revestimentos até altura de 1,50 metros)
- **Travamento alvenaria:** Utilizado nos dois projetos para separar as alvenarias que receberão o travamento nos pilares, como um exemplo uma tela metálica;
- **Fachada:** Utilizado no **projeto II** para separar os revestimentos externos em fachada, conforme previsão da composição.

4.7. Exportação do modelo para o software BIM 5D

Por se tratar de dois softwares BIM distintos, é necessário a exportação de um modelo para o outro. Essa exportação pode ser realizada através de um arquivo padrão como o IFC, ou por um arquivo do software a receber o modelo (*Bixel Manager*). No caso da exportação como IFC, o usuário deve configurar as opções de exportação, as categorias que serão associadas os elementos, quais informações serão exportadas, etc. No caso do presente trabalho, será utilizado um *plugin* do *Bixel Manager* que facilita esse processo, criando um arquivo com a extensão do próprio software (.bx3).

O *plugin* é o *Publish to BX3* e foi disponibilizado de maneira gratuita na própria página da empresa *Bixel Consulting*. O *plugin* oferece opções de exportação para exportar elementos específicos, através de uma vista, uma seleção, etc. No caso dos projetos de aplicação, optou-se pela exportação do modelo completo, conforme ilustra a figura 28 abaixo.

Figura 28: Plugin de exportação Publising to BX3

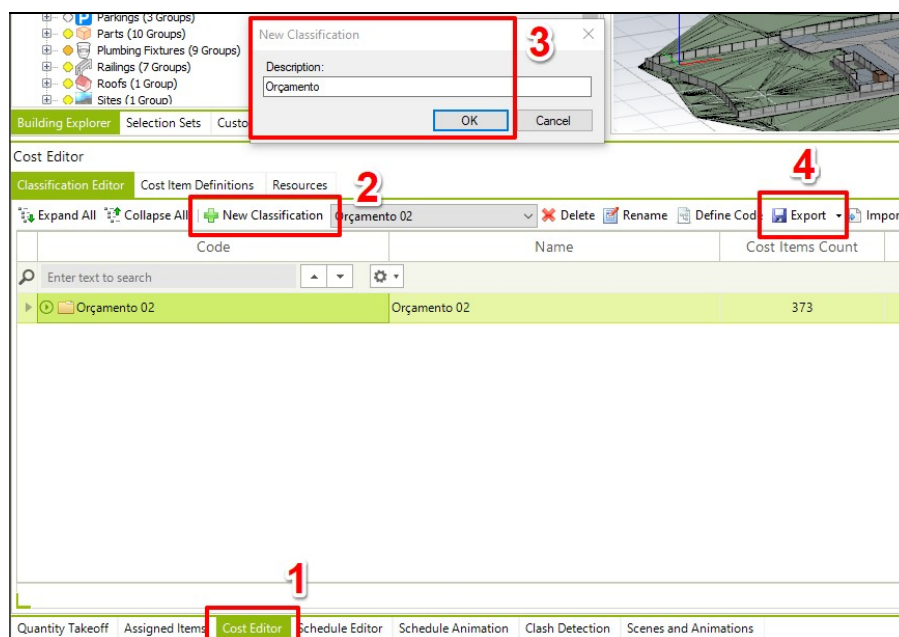
Fonte: Elaborado pelo autor.

O projeto II apresenta elementos repetidos através de vínculos (pavimentos tipos). Porém, o *plugin* não aceita vínculos que tenham o mesmo nome. Nesse caso, foram duplicados todos os vínculos dos pavimentos tipo e inseridos novamente em suas posições definidas por coordenadas compartilhadas.

4.8. Lançamento dos insumos no software *Bexel Manager*

Após a exportação dos modelos dos projetos I e II, foram criados os respectivos arquivos no *Bexel*. O primeiro passo para estruturação do orçamento dentro do programa é inserir os insumos, para que possam ser criadas as respectivas composições. Os insumos foram criados a partir de uma planilha padrão exportada pelo *Bexel* dentro de *Cost Editor* (1), que pode ser obtida após a criação de uma nova classificação (*New Classification*) (2) e exportada para o Excel (4).

Figura 29: Criação de uma Nova classificação no Bexel



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a realização da sequência apresentada na figura 29, o *Bexel* exporta uma tabela que contém os três itens de organização da aba *Cost Editor*: o *Classification Editor*, onde estarão todas as composições vinculadas aos elementos do projeto, *Cost Item Definitions*, onde estarão as composições e em *Resources* os insumos.

Na tabela, é necessário preencher 6 (seis) campos, que são:

- **Description:** É a descrição do insumo, como ele se apresenta na planilha orçamentária;
- **Type:** Consiste no tipo do insumo. No *Bexel*, esse insumo pode ser do tipo *Material* (próprio insumo material), *Labor* (mão de obra) e *Equipment* (equipamento).
- **Resource Quantity Type:** Consiste na dimensão em que será extraído o quantitativo, como Área, Comprimento, Volume, etc.
- **Resource Quantity Unit:** É a unidade de medida da dimensão (*Resource Quantity Type*);
- **Unit Cost:** Consiste no custo unitário do insumo.
- **Color:** Consiste na cor em que o elemento terá assim que a composição se vincular a ele. Nos projetos esse campo não foi configurado por não haver necessidade no estudo em questão.

Para o projeto I, os insumos foram separados das composições, preenchendo os respectivos campos na planilha. Já para o projeto II foram ajustados os insumos relacionados à curva ABC de insumos. A única diferença no lançamento dos insumos dos dois projetos foi a consideração em relação à mão de obra.

No projeto I, a mão de obra nas composições foi considerada em horas, já no projeto II em área (m²). O *Bexel* apenas reconhece a mão de obra (*Labor*) com tempo como unidade de medida, necessitando então inserir as mãos de obra do projeto II diretamente em *Material*.

Tabela 8: Exemplo de preenchimento dos insumos no Bexel

<i>Description</i>	<i>Type</i>	<i>Resource Quantity Type</i>	<i>Resource Quantity Unit</i>	<i>Unit Cost</i>	<i>Color</i>
Adesivo de alto desempenho Bianco	Material	Volume	l	R\$ 8,83	#808102
Alvenaria de bloco de concreto celular, espessura=10cm	Material	Area	m ²	R\$ 13,21	#808080
Arame recozido nº18	Material	Mass	kg	R\$ 4,62	#808085
Areia industrial	Material	Volume	m ³	R\$ 66,00	#808101

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após finalizar a planilha com os insumos, a mesma foi importada para o *Bexel* através da mesma aba em que foi exportada, inserindo automaticamente os insumos em *Resources*.

4.9. Lançamento das composições de custo unitário no *Bexel*

Após a importação da planilha com os insumos preenchidos, foram lançadas as composições dos escopos de análise. As composições são criadas na própria organização do orçamento, que foi dividido em alvenarias, revestimentos de piso, revestimentos de parede, mármore e granitos e pinturas, conforme figura abaixo.

Figura 30: Organização do *Classification Editor* nos Projetos I e II

Code	Name	Cost Items Count
Orçamento 01	Orçamento 01	24
010	ALVENARIAS	10
020	REVESTIMENTOS DE PISO	6
030	REVESTIMENTOS DE PAREDE	3
040	MÁRMORES E GRANITOS	2
050	PINTURAS	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma vez criada a organização do orçamento, podem ser estruturadas as composições de custo na opção *New Cost Item from New definition*.

O lançamento de uma composição de custo no *Bexel* é realizado através de três abas: *General*, *Resources* e *Mappings*. Na aba *General* são inseridas as informações básicas da composição, como o código, o nome, a descrição (opcional), a informação (área, volume, comprimento) e a respectiva unidade, conforme ilustra a figura 31 abaixo:

Figura 31: Configurações da aba General

The screenshot shows the 'Cost Item Definition Editor' window with the 'General' tab selected. The window contains the following fields and controls:

- Code:** 87258
- Name:** REVESTIMENTO CERAMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M² AF_06/2014
- Description:** (Empty text box)
- General Resources Mappings** (Tabbed interface, 'General' is active)
- Daily Output:** 1.000 (Spin box)
- Quantity Type:** Area (Dropdown menu)
- Quantity Unit:** m² (Dropdown menu)
- Cost:** R\$ 113.31 (Spin box)
- Material Supplement:** R\$ 0.00 (Spin box)
- Labor Supplement:** R\$ 0.00 (Spin box)
- Equipment Supplement:** R\$ 0.00 (Spin box)
- Buttons:** OK and Cancel at the bottom right.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na aba *Resources* a composição em si é configurada: são inseridos os insumos e seus respectivos índices ou consumos, inclusive fator de perdas (*Waste*) que nos projetos não foi considerado por já ser embutido nas quantidades de cada insumo dentro das composições. Após a seleção dos insumos e suas respectivas quantidades, pode ser definida a fórmula de vinculação do elemento à composição (*Mapping*), porém foi dividida em uma única etapa para manter uma linearidade no processo proposto.

Figura 32: Seleção dos insumos e quantidade na composição

The screenshot shows the 'Cost Item Definition Editor' window. It has a 'Code' field with '87258' and a 'Name' field with 'REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 45x45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M² AF_06/2014'. Below these is a 'Description' field. The main area is a table with columns: Description, Resource Type, Daily Quantity, Quantity, Quantity Type, Quantity Unit, Waste Factor, Unit Cost Type, Unit Cost, and Color. The table contains five rows of resources.

Description	Resource Type	Daily Quantity	Quantity	Quantity Type	Quantity Unit	Waste Factor	Unit Cost Type	Unit Cost	Color
ARGAMASSA COLANTE TIPO ACIII	Material	8.62	8.62	Mass	kg	0.00%	Automatic	R\$ 1.38	
PISO EM PORCELANATO RETIFICADO EXTRA, FORMATO MENOR OU L...	Material	1.1	1.1	Area	m²	0.00%	Automatic	R\$ 65.99	
REJUNTE COLORIDO, CIMENTICIO	Material	0.24	0.24	Mass	kg	0.00%	Automatic	R\$ 2.64	
AZULEISTA OU LADRIHISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	Labor	0.11875	0.95	Time	h	0.00%	Automatic	R\$ 23.37	
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	Labor	0.0425	0.34	Time	h	0.00%	Automatic	R\$ 17.61	

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.10. Associação das composições aos elementos modelados

A associação das composições aos elementos modelados consiste em conectar a informação elemento e composição. Essa conexão é estabelecida através de uma fórmula configurada na composição, inserida na divisão dentro da aba *Classification Editor*.

As fórmulas são basicamente buscas que são realizadas no modelo dentro do *Bexel*. São nelas que se dá a principal aplicação do sistema de nomenclatura, uma vez que cada código pré-estabelecido servirá de busca para associar as composições aos elementos do modelo BIM. Tais códigos devem ser estabelecidos no momento da associação do escopo aos elementos, conforme descrito no item 4.3 do presente trabalho.

Essas buscas são configuradas dentro da aba *Cost Item Definitions*. Elas podem ser realizadas de diversas formas, seja um elemento de uma categoria, por nome (como é o caso das buscas utilizando o sistema de nomenclatura), um valor de parâmetro, etc. Juntamente com as fórmulas de busca são configuradas as fórmulas de quantificação, que basicamente são as informações que serão obtidas do elemento em questão.

No exemplo abaixo, tem-se a composição do SINAPI referente ao contramarco de alumínio. Este contramarco está presente em todas as famílias pertencentes às categorias de portas e janelas (*Doors* e *Windows*), assim como devem possuir o código ALU, representando o material alumínio, conforme definido no sistema de nomenclatura.

A fórmula consiste na soma de duas vezes a altura com duas vezes a largura, compreendendo o perímetro da esquadria.

Figura 33: Busca e fórmula de quantificação no Cost Item Definition

Cost Item Definition Editor

Code: 94588

Name: CONTRAMARCO DE AÇO. FIXAÇÃO COM PARAFUSO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019

Description: SINAPI

General Resources Mappings

Query: ([FAMILY] = "%ALU%" and ([CATEGORY] = "Door" or [CATEGORY] = "Window")) Change

Formula: 2*([Height]) + 2*([Width]) Change

Element Query Editor

Insert Query Edit Remove Move Up Move Down

Logic	Name	Function	Value	Match Case
Where	All of the following			☐
Where	Family Name	Contains	ALU	☐
And	Any of the following			☐
Where	Category	Equal	Door	☐
Or	Category	Equal	Window	☐

Fonte: Elaborado pelo autor.

No caso da busca em um parâmetro, esta pode ser realizada através de um valor ou de uma condição *boolean* (sim ou não). No exemplo da figura 34, tem-se a composição de piso porcelanato para o projeto I, que foi dividida em áreas conforme o critério da SINAPI. Na busca, foi pesquisado dentro do nome das famílias as que contenham o código POR01 (porcelanato 01), e que para o parâmetro “Area<5” seja *true*, ou seja, seja um parâmetro preenchido indicando veracidade nesse critério de seleção.

Figura 34: Busca e fórmula de quantificação para os pisos do projeto I

Cost Item Definition Editor

Code: 87258

Name: REVESTIMENTO CERAMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M². AF_06/2014

Description:

General Resources Mappings

Query: ([Area<5] = true and [FAMILY] = "%POR01%") Change

Formula: [Area] Change

Element Query Editor

Insert Query Edit Remove Move Up Move Down

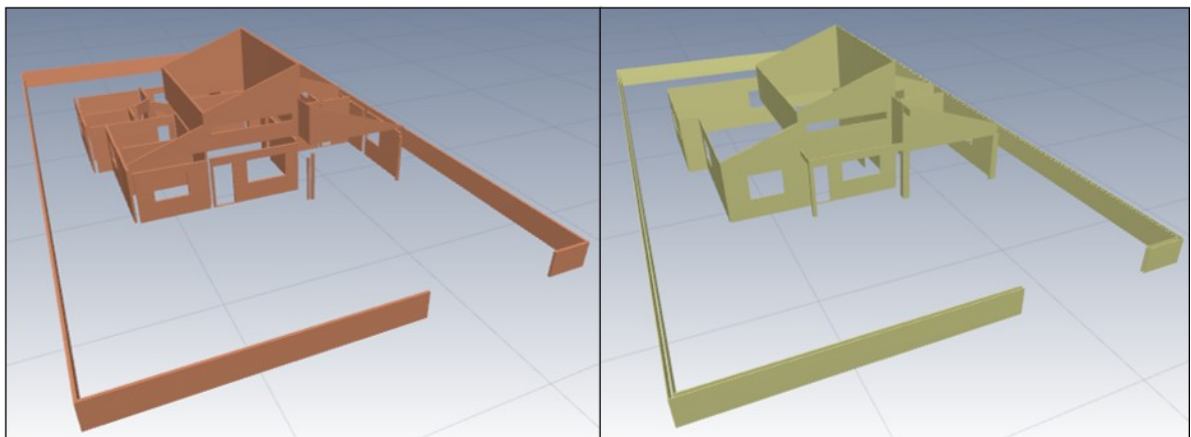
Logic	Name	Function	Value	Match Case
Where	All of the following			☐
Where	Area<5	Equal	True	☐
And	Family Name	Contains	POR01	☐

Fonte: Elaborado pelo autor.

No projeto II, além da busca entre parâmetros e nomes de famílias, foi necessário definir também o pavimento, pois as composições apresentam-se separadas por esse critério.

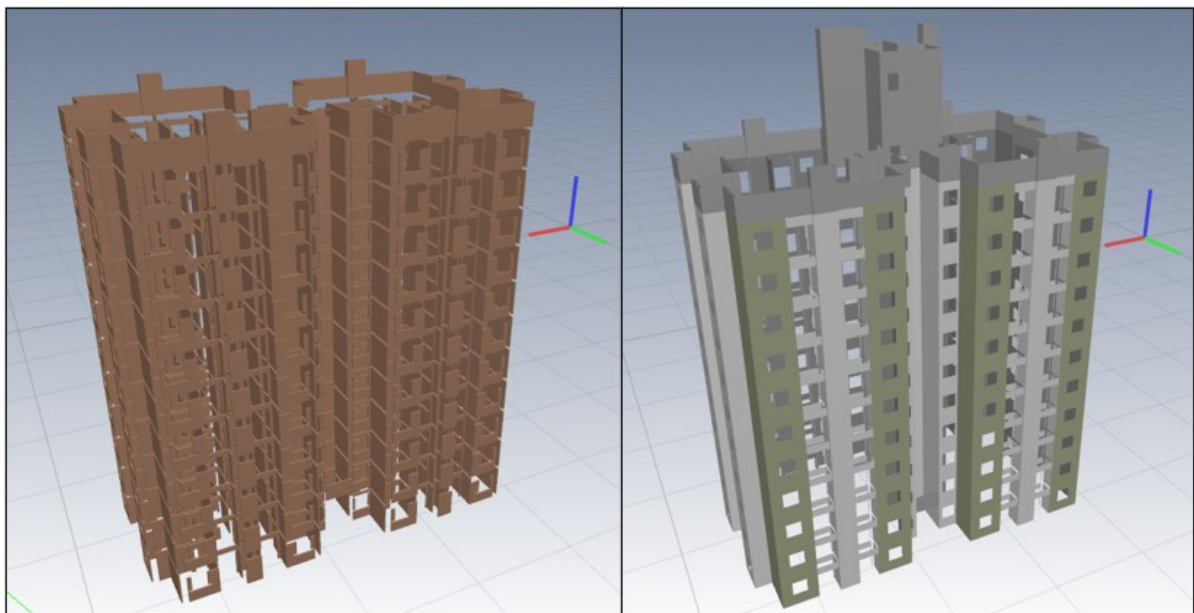
Ao definir uma busca dentro de uma composição é necessário conferir se os elementos foram realmente associados e, se são os elementos corretos. Nos exemplos abaixo (figuras 35 e 36) são ilustrados dois casos de busca envolvendo os elementos dos projetos I e II (de todos os pavimentos no caso do projeto II): alvenarias de vedação de bloco cerâmico e revestimentos de parede externos:

Figura 35: Alvenaria de vedação e revestimentos de parede externos - Projeto I



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 36: Alvenarias de vedação e revestimentos de parede externos - Projeto II

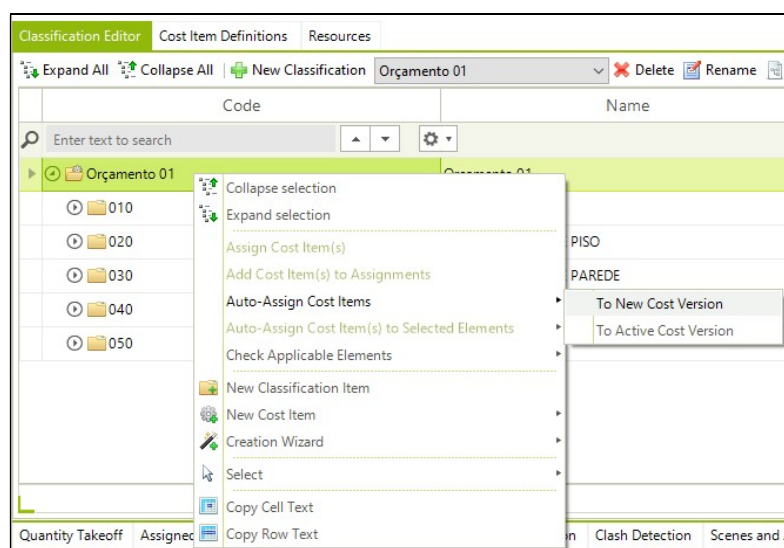


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.11. Vinculação das composições aos elementos modelados

Entende-se como vinculação das composições aos elementos modelados o processo de unir as informações de configuração da composição (busca, fórmula e insumos) com o elemento correspondente. É nesse processo que são quantificados os elementos correspondentes e apresentados os valores totais em função dos quantitativos. O processo é realizado de maneira simples, apenas com a seleção das pastas de composição definidas para *Auto Assign Cost Item to New Version*, conforme indica a figura 37:

Figura 37: Vinculação das composições aos elementos - Auto-Assign Cost Items



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode ocorrer um erro durante a execução da vinculação por conta de uma fórmula de busca ou de quantificação incorreta. Nesse caso, o programa informa através de uma notificação, permitindo ao usuário copiar e colar um texto que contém a relação de elementos que não foram quantificados com suas justificativas.

Ao se realizar uma vinculação, o programa apresenta o orçamento completo conforme definição do usuário, indicando todos os valores de materiais, mão de obra e equipamentos, conforme indica a figura 38 abaixo:

Figura 38: Elementos vinculados e seus valores - Projeto I

Assigned Items									
Expand All Collapse All New Cost Version Auto-assigned on 3/9/2021 8:14:31 PM Edit Delete Duplicate Export Import Report Show Mappings Filter									
New Cost Assignment Edit Delete Select Elements									
Name	Elem...	Q	U	Un	Material Cost	Labor Cost	Equipment Cost	Other Suppleme...	Base Constructio...
Enter text to search									
Classification	278				R\$ 78,347.90	R\$ 52,716.11	R\$ 154.26	R\$ 0.00	R\$ 131,218.26
Orçamento 01	278				R\$ 78,347.90	R\$ 52,716.11	R\$ 154.26	R\$ 0.00	R\$ 131,218.26
010 - ALVENARIAS	108				R\$ 31,242.70	R\$ 24,676.77	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 55,919.48
020 - REVESTIMENTOS DE PISO	65				R\$ 24,257.94	R\$ 9,464.51	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 33,722.46
030 - REVESTIMENTOS DE PAREDE	119				R\$ 11,646.96	R\$ 11,511.34	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 23,158.30
040 - MÁRMORES E GRANITOS	21				R\$ 1,654.75	R\$ 2,058.09	R\$ 154.26	R\$ 0.00	R\$ 3,867.09
050 - PINTURAS	113				R\$ 9,545.54	R\$ 5,005.40	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 14,550.94

Fonte: Elaborado pelo autor.

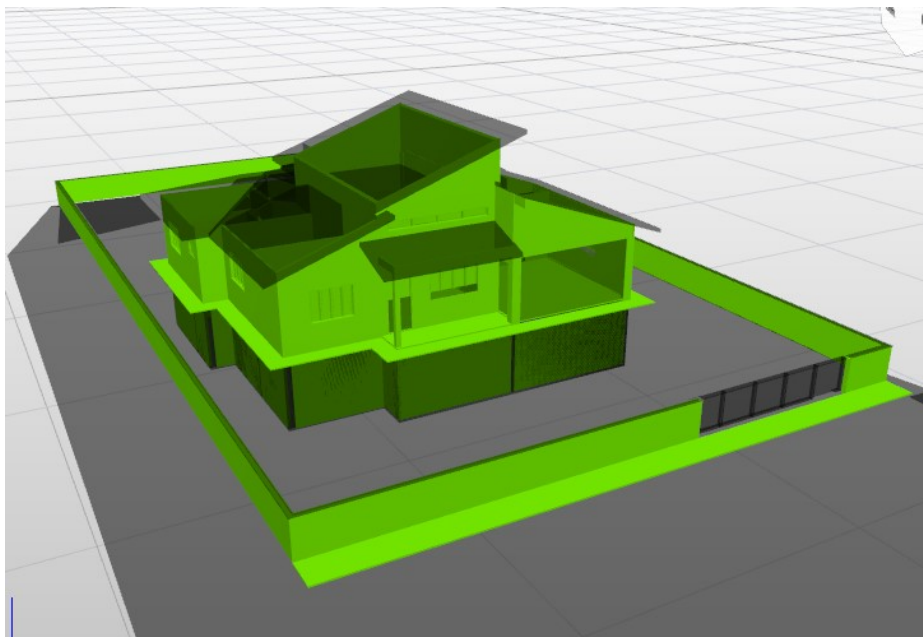
Nos grupos de composições também é possível visualizar as composições separadamente, com suas respectivas quantidades e custos unitários, ilustrado pela figura 39.

Figura 39: Composições dos revestimentos de piso – Projeto I

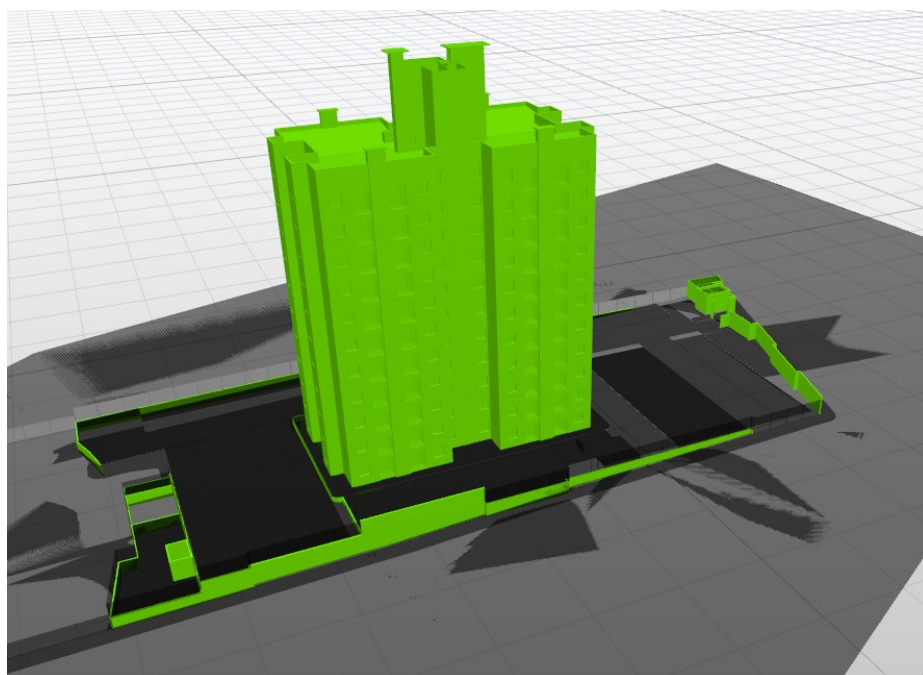
Name	El...	Quantity	Unit	Unit Cost	Material Co...	Labor Cost	Equip...	Other...	Base Const...
Enter text to search									
020 - REVESTIMENTOS DE PISO	65				R\$ 24,257.94	R\$ 9,464.51	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 33,722.46
88649 - RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIME...	27	145.313	m	R\$ 6.41	R\$ 601.11	R\$ 330.63	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 931.74
98557 - IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS AF_06/2018	27	175.481	m²	R\$ 32.93	R\$ 3,935.17	R\$ 1,843.57	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 5,778.74
87755 - CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADO EM ÁREAS MOLHADAS SOBRE IMPERMEABILIZAÇÃO, ESPES...	14	222.046	m²	R\$ 41.52	R\$ 4,491.99	R\$ 4,728.45	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 9,220.43
87260 - REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA M...	6	150.934	m²	R\$ 94.94	R\$ 12,448.83	R\$ 1,880.67	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 14,329.50
87259 - REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA E...	3	27.013	m²	R\$ 101.80	R\$ 2,245.80	R\$ 504.01	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 2,749.81
87258 - REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA M...	2	6.286	m²	R\$ 113.31	R\$ 535.05	R\$ 177.19	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 712.24

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a vinculação aos elementos modelados é possível visualizar, através da aba *Assigned/ Unassigned*, os elementos que foram vinculados (em verde) e os elementos que não foram vinculados, seja por erro de busca ou não consideração no escopo do orçamento.

Figura 40: Elementos vinculados - Projeto I

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 41: Elementos vinculados - Projeto II

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.12. Revisão e atualização do orçamento

Um projeto pode estar sujeito a revisões durante a sua elaboração, seja decorrente de solicitações dos órgãos fiscalizadores, mudanças ocasionadas por conta da compatibilização, soluções menos onerosas ou mais eficientes, entre outros. As revisões não fizeram parte do presente trabalho, porém é necessário

estabelecer um procedimento padrão para completar o fluxo de trabalho, possibilitando a sua aplicação a outros projetos.

Durante uma revisão, é necessário ter controle da entrada e saída de elementos: pode ser que, seja modificado um insumo (a tipologia do revestimento, por exemplo), registrando todas as ocasiões em uma planilha. A planilha se complementar com a já elaborada relacionando as associações dos elementos ao escopo do projeto.

Outro caso de revisão é o acompanhamento de custos conforme desenvolvimento do projeto. Por exemplo, é possível quantificar elementos a partir da etapa 2 de modelagem, obtendo uma estimativa dos custos dos elementos já modelados.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O presente tópico tem como objetivo analisar alguns dos procedimentos e resultados obtidos com o desenvolvimento do trabalho, apontando dificuldades encontradas durante a realização do processo (por limitações dos softwares), métodos alternativos e considerações adotadas.

5.1. O Sistema de nomenclatura de elementos

O sistema de nomenclatura para os elementos dos modelos dos projetos I e II foi de fato utilizado durante a associação das composições com os elementos do modelo, obtendo êxito para todos os elementos do escopo analisado, por conta da tabela de associação criada nas etapas iniciais de desenvolvimento do trabalho, que já previu todos os elementos e buscas demandadas. O sistema funcionará também para outros tipos de projeto, porém diretamente no nome da família para elementos de tipo. Elementos de instância, como conexões, acessórios e tubulação, não permitem a renomeação dos seus elementos individualmente (como no caso para todos os diâmetros).

Nesse caso, é necessária a previsão de um parâmetro de descrição (instância) para cada elemento deste tipo. Esse parâmetro estará vinculado à uma fórmula condicional que é associada ao diâmetro da peça, mudando a descrição para cada um que será inserido. A associação destes elementos às composições dentro do *Bexel* poderá ser realizada de duas maneiras:

- a) **No método tradicional e utilizado para o projeto.** Neste caso, deverá ser criado um parâmetro dentro da família dos elementos que contenha uma fórmula condicional que vincula o sistema de nomenclatura ao diâmetro da peça. Possuindo o sistema de nomenclatura, as composições deverão ser criadas individualmente, conforme determinação do usuário.
- b) **Utilizando o recurso *Creation Wizard* do *Bexel*.** O recurso basicamente transforma as informações (parâmetros e quantidades) em composições individuais. Para utilizar esse recurso será necessário a previsão de um parâmetro dentro da família dos elementos, que também contenha uma fórmula condicional vinculada ao diâmetro da peça. A diferença é que essa fórmula irá descrever o elemento em si, como por exemplo, “Joelho 90° 25mm PVC Marrom”.

5.2. A modelagem de revestimentos utilizando o *plugin*

Em comparação ao método tradicional realizado manualmente, a modelagem de revestimentos é muito eficaz utilizando o *plugin Room Finishing*. No entanto, foram analisados alguns pontos durante a utilização do *plugin*:

- a) **A altura dos revestimentos de parede não fica atrelada ao nível superior.** Desta forma, caso haja a alteração da altura do pé-direito, o revestimento não acompanha a mudança, permanecendo na altura em que foi inserido. A solução para este caso é selecionar todas as instâncias criadas e associá-las ao nível superior correspondente, obedecendo uma distância do topo;
- b) **Os ambientes criados para inserir os revestimentos devem estar corretos e sem sobreposições.** Como o *plugin* identifica a informação do perímetro do ambiente, este deve estar totalmente correto e sem sobrepor outro, causando uma modelagem inadequada. Também é relevante entender que o ambiente em que será inserido o revestimento não necessariamente é o ambiente do projeto, sendo um exemplo as salas de estar conjugadas com salas de jantar/ cozinha, que devem ser em um ambiente único para utilização correta do *plugin*.
- c) **A vista de piso em que será realizada a modelagem deverá ser a de nível acabado.** O *plugin* identifica o hospedeiro a vista de piso em que foi executado. Sendo assim, o *plugin* deve ser utilizado dentro de uma vista em nível acabado, pois os revestimentos são posicionados neste nível.

5.3. A exportação para o software de gerenciamento BIM

A exportação do modelo BIM para o software de gerenciamento utilizado (*Bixel Manager*) foi utilizada através de um *plugin*, não necessitando a configuração de um modelo em IFC.

O modelo completo do projeto II é composto de três arquivos, sendo: O P1, destinado à implantação e ao terreno, o P2, que é o arquivo do pavimento tipo e o P3, que engloba as modelagens referentes ao barrilete e a torre da caixa d'água, conforme a figura 42.

Figura 42: Divisão de arquivos do Projeto II



Fonte: Elaborado pelo autor

Sendo assim, todos os pavimentos tipo são cópias do arquivo P2, possibilitando ajustar em todos os pavimentos uma mudança ocorrida (no caso da associação do sistema de nomenclatura e da atribuição de parâmetros).

No entanto, o *plugin* de exportação do *Bexel Manager* não aceita arquivos que possuem o mesmo nome, impossibilitando a exportação de todos os pavimentos tipo. Para contornar a situação foram criadas cópias de todos os pavimentos tipo, renomeadas e inseridas no projeto de acordo com as coordenadas compartilhadas de cada pavimento, como ilustra a figura 43 abaixo.

Figura 43: Divisão dos arquivos para exportação

Manage Links						
Revit IFC CAD Formats DWF Markups Point Clouds Topography						
Link Name	Status	Reference Type	Positions Not Saved	Saved Path	Path Type	Local Alias
EMB-VA-ARQ-P1.rvt	Loaded	Attachment	☐	EMB-VA-ARQ-P1.rvt	Relative	
EMB-VA-ARQ-P2R - 2.rvt	Loaded	Overlay	☐	EMB-VA-ARQ-P2R - 2.rvt	Relative	
EMB-VA-ARQ-P2R - 3.rvt	Loaded	Overlay	☐	EMB-VA-ARQ-P2R - 3.rvt	Relative	
EMB-VA-ARQ-P2R - 4.rvt	Loaded	Overlay	☐	EMB-VA-ARQ-P2R - 4.rvt	Relative	
EMB-VA-ARQ-P2R - 5.rvt	Loaded	Overlay	☐	EMB-VA-ARQ-P2R - 5.rvt	Relative	
EMB-VA-ARQ-P2R - 6.rvt	Loaded	Overlay	☐	EMB-VA-ARQ-P2R - 6.rvt	Relative	
EMB-VA-ARQ-P2R - 7.rvt	Loaded	Overlay	☐	EMB-VA-ARQ-P2R - 7.rvt	Relative	
EMB-VA-ARQ-P2R - 8.rvt	Loaded	Overlay	☐	EMB-VA-ARQ-P2R - 8.rvt	Relative	
EMB-VA-ARQ-P2R - 9.rvt	Loaded	Overlay	☐	EMB-VA-ARQ-P2R - 9.rvt	Relative	
EMB-VA-ARQ-P2R - 10.rvt	Loaded	Overlay	☐	EMB-VA-ARQ-P2R - 10.rvt	Relative	
EMB-VA-ARQ-P2R - 11.rvt	Loaded	Overlay	☐	EMB-VA-ARQ-P2R - 11.rvt	Relative	
EMB-VA-ARQ-P2R.rvt	Loaded	Attachment	☐	EMB-VA-ARQ-P2R.rvt	Relative	
EMB-VA-ARQ-P3.rvt	Loaded	Attachment	☐	EMB-VA-ARQ-P3.rvt	Relative	

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.4. O lançamento dos insumos no *Bexel Manager*

O lançamento dos insumos no *Bexel Manager* pode ser realizado através do Excel, o que torna o processo muito mais rápido e simples. No entanto, é necessário realizar uma série de ajustes nas informações para tornar possível a leitura do programa, como identificar se o recurso (insumo) é mão de obra, equipamento ou material (todos em inglês), etc.

Além disso, todos os insumos do projeto devem estar listados. No projeto I foi extraída uma planilha dos insumos a serem utilizados direto do banco SINAPI, o que facilitou o processo. Já no projeto II, as composições eram listadas no orçamento e referenciadas de outra planilha, contendo os insumos junto com as composições de todos os serviços da obra, o que acabou dificultando o processo para organizar e selecionar os insumos referentes as composições escolhidas.

Outro ponto a ser analisado é referente ao tipo de insumo classificado para o *Bexel: Labor, Material e Equipment* (Mão de obra, material e equipamento). Cada recurso aceita uma unidade de medida padrão. Por exemplo, material apenas reconhece unidades de medida geométricas, enquanto mão de obra e equipamentos aceitam medidas de tempo. Isso impossibilitou o lançamento dos insumos de mão de obra do projeto II em sua devida categoria, já que estavam previstos em área (m^2), sendo necessário o seu lançamento como material. No caso do projeto I os insumos de mão de obra estavam lançados em horas, o que permitiu inserir em sua categoria correspondente.

5.5. A estruturação das composições de insumos no *Bexel Manager*

A criação das composições de custos dentro do projeto é mais viável dentro do próprio *Bexel*. O ideal, e testado inicialmente, era que o seu lançamento poderia ser realizado também pelo *Excel*, como os insumos. No entanto, a composição envolve uma série de informações, como os insumos, o método de quantificação e a busca para associar aos elementos, o que inviabiliza o processo dentro do *Excel* por envolver caracteres especiais e uma linguagem própria.

Outro ponto analisado é que, ao replicar os grupos de composições (serviços) para outros pavimentos, as composições são duplicadas dentro da lista de composições. Desta forma, caso o usuário queira atualizar algum parâmetro de

quantificação ou adicionar algum insumo na composição, deve selecionar todas para editar as modificações, conforme ilustra a figura 44.

Figura 44: Edição de composições após replicar os pavimentos

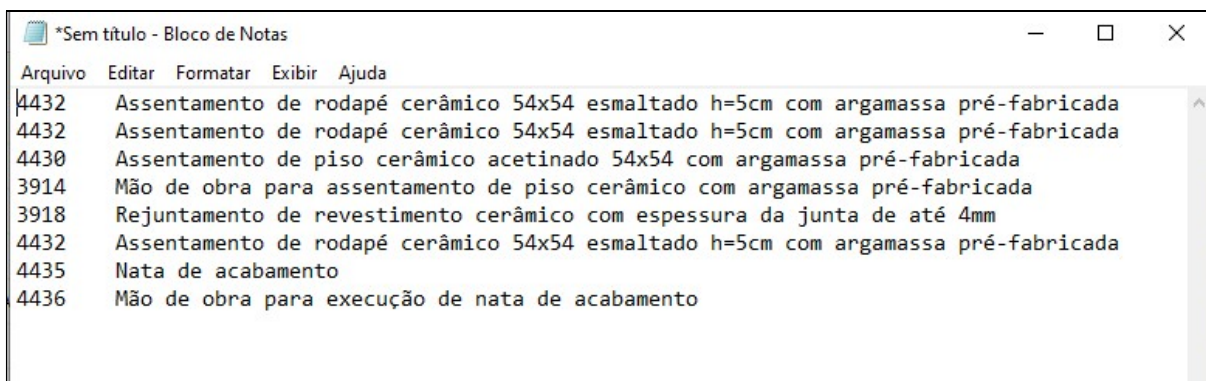
Code	Name	Daily Output	Quantity Type	Quantity Unit	Unit Cost
4399	Fornecimento de material e mão de obra para impermeabilização com argamassa polimérica, 3 demãos com tela poliéster	1	Numeric		R\$ 37.
4422	Pingadeira em ardósia, L=0,20m	1	Length	m	R\$ 17.
4501	Assentamento de azulejo 32x57 com argamassa colante pré-fabricada	1	Numeric		R\$ 13.
3911	Mão de obra para assentamento de azulejo com argamassa colante pré-fabricada	1	Area	m²	R\$ 15.
3926	Mão de obra para instalação de pingadeira em pedra natural até 20cm	1	Numeric		R\$ 20.
4399	Fornecimento de material e mão de obra para impermeabilização com argamassa polimérica, 3 demãos com tela poliéster	1	Numeric		R\$ 37.
4422	Pingadeira em ardósia, L=0,20m	1	Length	m	R\$ 17.
4501	Assentamento de azulejo 32x57 com argamassa colante pré-fabricada	1	Numeric		R\$ 13.
3911	Mão de obra para assentamento de azulejo com argamassa colante pré-fabricada	1	Area	m²	R\$ 15.
3926	Mão de obra para instalação de pingadeira em pedra natural até 20cm	1	Numeric		R\$ 20.
4399	Fornecimento de material e mão de obra para impermeabilização com argamassa polimérica, 3 demãos com tela poliéster	1	Numeric		R\$ 37.
4422	Pingadeira em ardósia, L=0,20m	1	Length	m	R\$ 17.
4501	Assentamento de azulejo 32x57 com argamassa colante pré-fabricada	1	Numeric		R\$ 13.
3911	Mão de obra para assentamento de azulejo com argamassa colante pré-fabricada	1	Area	m²	R\$ 15.
3926	Mão de obra para instalação de pingadeira em pedra natural até 20cm	1	Numeric		R\$ 20.
4399	Fornecimento de material e mão de obra para impermeabilização com argamassa polimérica, 3 demãos com tela poliéster	1	Numeric		R\$ 37.
4422	Pingadeira em ardósia, L=0,20m	1	Length	m	R\$ 17.
4501	Assentamento de azulejo 32x57 com argamassa colante pré-fabricada	1	Numeric		R\$ 13.
3911	Mão de obra para assentamento de azulejo com argamassa colante pré-fabricada	1	Area	m²	R\$ 15.
3926	Mão de obra para instalação de pingadeira em pedra natural até 20cm	1	Numeric		R\$ 20.

Selected Cost Item Definitions: 9, Total Cost Item Definitions: 626

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.6. A verificação da vinculação das composições aos elementos

Ao se realizar uma vinculação dentro do *Bexel*, o programa roda as informações e retorna uma mensagem se todas foram associadas, ou se houveram algumas que não foram possíveis. Isto pode ocorrer por uma fórmula inválida (que não possui elementos atrelados), como também por uma fórmula de quantificação incorreta. O programa permite ao usuário copiar uma lista com os códigos e descrições das composições que não puderam ser vinculadas, porém não informa em qual pavimento essa informação não pode ser processada, exigindo ao usuário verificar item por item dentro da pasta do serviço, se este foi vinculado ou não.

Figura 45: Lista com elementos não vinculados


Quantidade	Descrição
4432	Assentamento de rodapé cerâmico 54x54 esmaltado h=5cm com argamassa pré-fabricada
4432	Assentamento de rodapé cerâmico 54x54 esmaltado h=5cm com argamassa pré-fabricada
4430	Assentamento de piso cerâmico acetinado 54x54 com argamassa pré-fabricada
3914	Mão de obra para assentamento de piso cerâmico com argamassa pré-fabricada
3918	Rejuntamento de revestimento cerâmico com espessura da junta de até 4mm
4432	Assentamento de rodapé cerâmico 54x54 esmaltado h=5cm com argamassa pré-fabricada
4435	Nata de acabamento
4436	Mão de obra para execução de nata de acabamento

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.7. Itens não modelados no projeto ou falta de especificação – Projeto II

Alguns serviços previstos dentro das composições de escopo do presente trabalho, retiradas do orçamento realizado no projeto II não puderam ser quantificados na aplicação no *Bexel*. Este fato se justifica por duas observações:

- a) Alguns dos elementos em questão não foram modelados ou não foram modelados corretamente para atender o critério de quantificação. Dois exemplos observados foram os rodapés (que não foram modelados) e as churrasqueiras, que segundo o orçamento deveriam ser quantificadas em unidade, por se tratar de um conjunto pronto. Porém, foram modeladas de maneira convencional, utilizando paredes e aberturas.
- b) Não foi encontrada ou justificado o critério de quantificação de alguns elementos. Como exemplo, a cinta de amarração da platibanda (não foi informada a altura), a impermeabilização (carência de critério), entre outros.

A situação é evitada com a consolidação da tabela de associação das composições com os elementos, prevista nas etapas iniciais do fluxo de trabalho proposto. Como o objetivo da aplicação do projeto II era utilizar um projeto já modelado com composições de uma construtora, não foram realizadas alterações para possibilitar a quantificação dos itens apontados, que se encontram na tabela ao final deste trabalho.

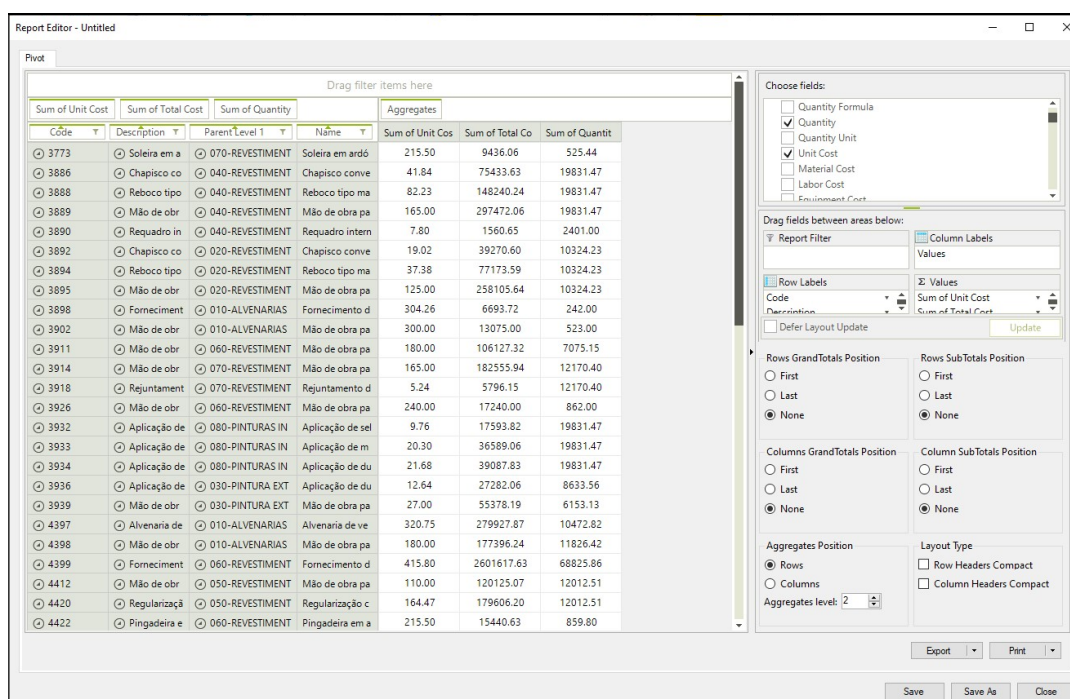
5.8. Os resultados gerados pelo *Bexel Manager*

Ao vincular os elementos às composições geradas, uma série de relatórios (*Reports*) podem ser emitidos no *Bexel Manager*. O principal relatório gerado é o *Cost Version*.

No *Cost Version* todas as informações das composições, elementos vinculados, quantidades e valores são exportados para o Excel, como um banco de dados. A planilha exportada pelo *Bexel* já contém diversas planilhas dinâmicas e gráficos pré-configurados, facilitando a operação do usuário. Na aba *Assignments Pivot*, por exemplo, pode ser observado o orçamento analítico completo, apresentando a organização completa dos serviços e composições relacionadas, listando quantidade e custos. Por se tratar de uma tabela dinâmica, estas informações podem ser ajustadas conforme necessidade do usuário. A tabelas com os orçamentos completos encontram-se no Apêndice C deste trabalho.

Outro recurso de exportação de dados do *Bexel* é através de um *Template*. É configurado, dentro do programa, como se dará a organização da planilha, quais dados serão exportados e qual a estrutura da tabela dinâmica do Excel. Esse recurso é valioso quando são realizados diversos orçamentos ou estimativas, pois o usuário pode personalizar para cada tipo de análise um *Template*, selecioná-lo e exportar automaticamente de acordo com as suas regras configuradas.

Figura 46: Recurso Report Editor Template



Fonte: Elaborado pelo autor.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fluxo de trabalho proposto obteve êxito em sua aplicação, permitindo o desenvolvimento e uso de modelos BIM no processo de orçamentação, dentre os escopos analisados. O presente tópico tem como objetivo realizar comentários de fechamento do trabalho, assim como sugerir temas para futuros trabalhos.

6.1. Conclusão e Comentários finais

Um item de extrema relevância na realização do trabalho foi o sistema de nomenclaturas: é necessário estabelecer, no modelo BIM para fins de quantificação, um critério de classificação de elementos que permita a organização das informações. A Norma da ABNT 15965 – Sistema de Classificação da Informação da Construção tem justamente este objetivo, definindo um conjunto de regras de terminologia e classificação para os elementos da construção civil para o BIM.

Entretanto, como a norma ainda está em desenvolvimento, não foi possível utilizá-la no presente trabalho, sendo necessário a criação de um sistema próprio de nomenclatura de elementos, que, além de classificar e organizar o modelo, permite a associação das composições aos elementos no software de gerenciamento BIM (*Bexel*).

Para a aplicação do fluxo de trabalho, foram utilizados dois projetos, justamente para verificar o processo em um modelo já concebido e outro não concebido. Para o modelo não concebido (Projeto I), foram definidos critérios de modelagem para permitir um processo linear (evitando ao máximo o retrabalho) e também para garantir a precisão dos quantitativos gerados.

Nesse contexto, para sucesso do uso do modelo no 5D, é necessário seguir os critérios de modelagem e inclusive a ordem apresentada. Por exemplo, para uso do *plugin* de revestimentos, deve-se criar previamente os ambientes, pois caso contrário o *plugin* não realiza as modelagens automaticamente.

Outros pontos analisados foram em relação ao uso do software de gerenciamento e suas limitações: a exportação do software de modelagem, o lançamento dos insumos e os resultados finais gerados pelo software. A exportação do software de modelagem (*Revit*) para o de gerenciamento (*Bexel*) foi prejudicada por conta de limitação do *plugin* de exportação, já que o *plugin* não reconhece

vínculos do modelo que tenham o mesmo nome (pavimentos tipo). A solução para o caso foi duplicar e renomear os arquivos, porém o processo necessita ser realizado sempre em que houver necessidade de atualização dos valores.

Em relação ao lançamento dos insumos, a configuração do programa não permite inserir mão de obra em valores de medida métricos, somente em unidades de tempo. Dessa forma, para o Projeto II, os insumos de mão de obra foram previstos como materiais. Por conseguinte, o software de gerenciamento não fornece uma tabela de orçamento completa relacionando todos os códigos dos serviços, por se tratar de uma informação retirada através de uma tabela dinâmica do Excel utilizando um banco de dados. Ao mesmo tempo, não fornece de modo automático a curva ABC, nesse caso há necessidade de o usuário ordenar através de um filtro no Excel quais os principais serviços ou insumos e através do cálculo das porcentagens, definir a própria curva ABC.

Outro ponto relevante quanto ao processo, é em relação à atualização do projeto. Caso o usuário realize um orçamento em uma determinada etapa de desenvolvimento do projeto e opte por realizar outro em uma etapa posterior ou final, é necessário identificar quais serviços foram adicionados ou alterados, para inseri-los posteriormente no software de gerenciamento BIM.

Por conseguinte, a realização do processo cumpriu também a linearização e rastreabilidade do processo, permitindo a integração de apenas dois softwares BIM.

6.2. Sugestões para trabalhos futuros

O presente trabalho foi de grande relevância para o entendimento da aplicação da metodologia BIM no processo de orçamentação, inclusive com a proposição de uma ferramenta que possibilita o uso em projetos de diferentes complexidades. Com base na revisão de literatura, tornou-se clara a percepção de que o uso do BIM no orçamento traz uma série de benefícios e qualidades nas informações, facilitando o processo e possibilitando análises de diferentes cenários financeiros, além de estimativas de custos de acordo com o desenvolvimento do modelo.

Sugere-se para trabalhos futuros adotar o fluxo de trabalho em outro escopo de serviços e disciplinas (projetos complementares), analisando o processo como um todo. Também sugere-se adotar no processo, assim que publicada, a parte 2 da NBR 15965, substituindo o sistema de nomenclatura desenvolvido no presente

trabalho. Além desses temas, sugere-se aplicar uma retroalimentação do modelo BIM afim de comparação do cenário de custo e construído, aplicar nas informações gerenciadas no software BIM 5D outras vertentes do orçamento como custos indiretos, e por fim, analisar o desempenho do fluxo de trabalho frente à outros softwares de modelagem e BIM 5D.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCHITECTS, AMERICAN INSTITUTE OF. **E203-2013 Building Information Modeling and Digital Exhibit**. American Institute of Architects, 2013a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15965-1: Sistema de classificação da informação para construção – Parte 1: Terminologia e estrutura**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios**. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2006.

AUTODESK. **Navisworks overview**. 2020. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview>. Acesso em: 17 set. 2020.

AUTODESK. **Sobre parâmetros**. 2019. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/PTB/Revit-Model/files/GUID-AEBA08ED-BDF1-4E59-825A-BF9E4A871CF5-htm.html>. Acesso em: 28 set. 2020.

AUTODESK. **What are the benefits of BIM?** 2020. Disponível em: <https://www.autodesk.com/solutions/bim/benefits-of-bim>. Acesso em: 27 set. 2020.
AVILA, Antonio Victorino et al. **Orçamento de obras**. Florianópolis: Unisul, 2003.

AYRES FILHO, C. **Acesso ao Modelo Integrado do Edifício**. Curitiba, 2009, 149 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/20219/Acesso%20ao%20Modelo%20Integrado%20do%20Edificio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: abr/ 2020

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

BIMFORUM. **Level of development specification**. Áustria: Bimforum, 2015. 195 p.

BRASIL. Ministério da Indústria, comércio exterior e serviços. **ESTRATÉGIA BIM BR: Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – BIM**. 2018.

BUILDINGSMART. **What is openBIM?** 2020. Disponível em: <https://www.buildingsmart.org/about/openbim/openbim-definition/>. Acesso em: 27 set. 2020.

CABRAL, E.C.C. **Proposta de metodologia de orçamento operacional para obras de edificação**. 1988. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1988.

CATELANI, Wilton. Fundamentos BIM – Parte 1: Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras. Brasília: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação, 2016.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Sistema de Preços, Custos e Índices - SINAPI**. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em 23 set. 2020.

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

CAMARGO CORRÊA, 2019, São Paulo. **Caderno de escopo, diretrizes e premissas de modelagem - Vico**. São Paulo: Camargo Corrêa, 2019. 62 p.

CAMPESTRINI, Tiago Francisco et al. **Entendendo BIM**. Curitiba: Ufpr, 2015. 51 p. Disponível em: http://www.gpsustentavel.ufba.br/documentos/livro_entendendo_bim.pdf. Acesso em: 30 abr. 2020.

CARVALHO, Michael Antony ; SCHEER, S. **O uso e eficiência do IFC entre produtos de proposta BIM no mercado atual**. In: V Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 2011, Salvador. Anais do V Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção. Salvador: FAUFBA, 2011. v. 1. p. 1-13.

COÊLHO, Ronaldo Sérgio de Araújo. **Orçamento de obras na construção civil**. São Luís: Edição do Autor, 2016. Disponível em: <https://www.editorauema.uema.br/wp-content/uploads/files/2018/02/orcamento-de-obras-na-construcao-civil-ronaldo-1519142249.pdf>

CONSULTING, Bexel. **Bexel Software Suite Handbook (Internacional English Version)**. 2020

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

FERREIRA, S.L. **Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (Bim): Contribuição das ferramentas ao processo de projeto e produção e vice-versa**. XII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção Civil – 2007. Disponível em: . Acesso em: abr/2020

FONTANA, Bianca Cavedon. **Estudo de caso da integração entre BIM e SIENGE no orçamento de um edifício residencial**. 2017. 115 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/177258/Trabalho_de_Conclusao_de_Curso_Bianca_Cavedon_Fontana.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 maio 2020.

GONÇALVES, Francisco. **BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia**. Florianópolis: Autoqi, 2018. 71 p.

HOWELL, Ian; BATCHELER, Bob. **Building Information Modeling Two Years Later – Huge Potential, Some Success and Several Limitations**. Austrália: Newforma, 2004.

IBRAHIM, Magdy; KRAWCZYK, Robert; SCHIPPORIET, George. **Two Approaches to BIM: A Comparative Study**. 2004. Disponível em: <<http://mypages.iit.edu/~krawczyk/miecad04.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2017.
INC., Cassel Consulting. **Dprofiler**. 2020. Disponível em: <https://www.cassellconsulting.com/products/dprofiler>. Acesso em: 27 set.

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

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. **BIM – Building Information Modeling no Brasil e na União Européia**. Brasília: [s.n.], 2015.

KERN, Andrea Parisi. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção**. 2005. 234 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

KJARTANSDÓTTIR, Ingibjörg Birna et al. **BUILDING INFORMATION MODELLING - BIM**. Iceland: Erasmus+, 2017. 113 p. Disponível em: <https://www.ciob.org/sites/default/files/M21%20%20BUILDING%20INFORMATION%20MODELLING%20-%20BIM.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

LIMMER, Carl Vicente. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: Ltc, 1996.

MAINARDI, Ivo. Revit: **Famílias paramétricas: como produzir famílias paramétricas partindo do dwg e chegando a parâmetros com fórmulas que comandam seu objeto abrindo assim inúmeras possibilidades**. São Paulo: Autodesk University, 2011. Disponível em: https://damassets.autodesk.net/content/dam/au/Brasil-2014/documents/materialapoio/2011/AUBR_23-Revit%20Familias%20parametricas.pdf. Acesso em: 25 set. 2020.

MANENTI, Eloisa Marcon. **Diretrizes para elaboração do plano de execução bim para contratos de projetos de edificações**. 2018. 183 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/205399/PECV1134-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 set. 2020.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 343 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MATHEUS ALVES MARTINS, 2019, Mato Grosso do Sul. **Curva abc - Uma forma de otimizar as análises de custo.** Mato Grosso do Sul: Smart Building, 2019. 1 p. Disponível em: <http://sbuilding.com.br/curva-abc-uma-forma-de-otimizar-as-analises-de-custo/>. Acesso em: 12 fev. 2021

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamento de obras.** 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

MENDES, André Luiz; BASTOS, Patrícia Reis Leitão. **Um aspecto polêmico dos orçamentos de obras públicas: benefícios e despesas indiretas (BDI).** Brasília: R.Tcu, 2001.

MONTEIRO, A.; MARTINS, J. P. **BIM Modeling For Contractors: improving model takeoffs.** In: CIB W78 CONFERENCE, 29., Beirut, 2012. Proceedings... Beirut: CIB, 2012.

MUTTI, Cristine do Nascimento. **Apostila da disciplina Administração da Construção.** Florianópolis: Ufsc, 2013. 141 p.

NDBIM. **Sobre Vicco Office.** 2020. Disponível em: <https://www.vico-ndbim.com/>. Acesso em 17 set. 2020.

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

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

SABOL, Louise. **Challenges in cost estimating with building information modeling.** Design + construction strategies, Washington, 2008.

SAMPAIO, Zita et al. **Virtual Reality Applied on Civil Engineering Education: Construction Activity Supported on Interactive Models.** In: INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION, 1., 2013, Lisboa: Tempus, 2013. p. 01-18. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/289158644_Virtual_Reality_Applied_on_Civil_Engineering_Education_Construction_Activity_Supported_on_Interactive_Models. Acesso em: 28 set. 2020.

SANTA CATARINA, Governo do Estado: **Caderno de especificações de Projetos em BIM:** 2018. Disponível em: https://www.sie.sc.gov.br/webdocs/sie/doc-tecnicos/labim/Caderno%20de%20Especificacao%20A7%20B5es%20de%20Projetos%20em%20BIM_102018.pdf. Acesso em: 12 abr. 2020.

STANLEY, R; THURNELL, D. **The Benefits of, and Barriers to, Implementation of 5D BIM for Quantity Surveying in New Zealand,** Nova Zelândia: Australasian Journal Of Construction Economics And Building, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273755303_The_Benefits_of_and_Barriers_to_Implementation_of_5D_BIM_for_Quantity_Surveying_in_New_Zealand. Acesso em: 21 set. 2020.

SATTINENI, Anoop; BRADFORD, R. Harrison. **Estimating with BIM: a survey of us construction companies. 28Th International Symposium On Automation And Robotics In Construction (Isarc 2011)**, [S.L.], p. 1-6, 29 jun. 2011. International Association for Automation and Robotics in Construction (IAARC). <http://dx.doi.org/10.22260/isarc2011/0103>. Disponível em: [researchgate.net/publication/320405367_Estimating_with_BIM_A_Survey_of_US_Construction_Companies](https://www.researchgate.net/publication/320405367_Estimating_with_BIM_A_Survey_of_US_Construction_Companies). Acesso em: 25 abr. 2021.

APÊNDICE A – DEFINIÇÕES DO SISTEMA DE NOMENCLATURA

CÓDIGOS DAS CATEGORIAS DOS ELEMENTOS DO MODELO BIM		
CÓDIGO	CATEGORIAS	ELEMENTOS
CAL	Profiles	Calhas
COR	Railings	Corrimão
EQP	Plumbing Fixtures	Vasos sanitários, Tanques, Chuveiros
ESC	Stairs	Escadas
FOR	Ceilings	Forros
GCP	Railings	Guarda-Corpo
JAN	Curtain Panels	Painéis cortina
JAN	Curtain Systems	Sistema de Painéis
JAN	Windows	Janelas
PIN	Walls	Pinturas
PIS	Floors	Pisos
PJA	Doors	Portas Janela
POR	Doors	Portas
RCE	Walls	Revestimentos
RUF	Profiles	Rufos
TEL	Roofs	Telhados
TOP	Site	Topografia
VED	Walls	Paredes de vedação

CÓDIGOS DOS MATERIAIS DEFINIDOS	
CÓDIGO DE DESCRIÇÃO	DESCRIÇÃO
AZJ01	Azulejo 01
AZJ02	Azulejo 02
BCC	Bloco Concreto Celular
BCE	Bloco Cerâmico
BLO	Bloco de Concreto
CER01	Revestimento Cerâmico 01
CER02	Revestimento Cerâmico 02
CHA	Chapisco
COM	Concreto
CPI	Contrapiso
DRY	Drywall
EMB	Emboço
GES	Gesso
JAN	Janela comum
MAD	Revestimento Madeira
MON	Monolítico
PAC01	Pintura Acrílica 01
PAC02	Pintura Acrílica 02
PDR	Revestimento Pedra
PJA	Porta janela
PLA01	Pintura Látex 01
POR	Porta comum
POR01	Porcelanato 01

CÓDIGO DE DESCRIÇÃO	DESCRIÇÃO
REB	Reboco
SFR	Steel Frame
SPG	Suporte para Gesso
TCE	Tijolo Cerâmico
TEX	Textura
TVI	Tijolo de Vidro
VIN	Vinílico

CÓDIGOS DE FOLHAS DAS ESQUADRIAS	
CÓDIGO	DESCRIÇÃO
2FL	2 Folhas
1FSU	1 Folha superior
1FIN	1 Folha inferior
1FIN	1 Folha inferior
MAX	Maximar

CÓDIGOS DE ABERTURAS DAS ESQUADRIAS	
CÓDIGO	DESCRIÇÃO
ABR	Abrir
COR	Correr
PIV	Pivotante
BAN	Bandeirola
MAX	Maximar

APÊNDICE B – TABELA DE ASSOCIAÇÃO DOS SERVIÇOS AOS ELEMENTOS

TABELA PADRÃO PARA ASSOCIAÇÃO DOS SERVIÇOS AOS ELEMENTOS DO MODELO - EXEMPLO DO PROJETO I				
COMPOSIÇÃO	CATEGORIA	CÓDIGO	EXTRAÇÃO	PARÂMETRO
VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA PORTAS COM MAIS DE 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	Portas/ Doors	POR_ALU	Comprimento do elemento verga	Length
VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA PORTAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	Portas/ Doors	POR_MAD	Comprimento do elemento verga	Length
VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA JANELAS COM MAIS DE 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	Janelas/ Windows	JAN_ALU / 200 Bool Verga	Comprimento do elemento verga	Length
VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	Janelas/ Windows	JAN_ALU / NC 200 Bool Verga	Comprimento do elemento verga	Length
CONTRAVERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA VÃOS DE MAIS DE 1,5 M DE COMPRIMENTO. AF_03/2016	Janelas/ Windows	JAN_ALU / 200 Bool Verga	Comprimento do elemento contraverga	Length
CONTRAVERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA VÃOS DE ATÉ 1,5 M DE COMPRIMENTO. AF_03/2016	Janelas/ Windows	JAN_ALU / NC 200 Bool Verga	Comprimento do elemento contraverga	Length
CONTRAMARCO DE AÇO, FIXAÇÃO COM PARAFUSO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	Janelas/ Windows	JAN_ALU	Comprimento da esquadria	Length
ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 11,5X19X19CM (ESPESSURA 11,5CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	Paredes/ Walls	BCE_11,5	Área da parede	Area

COMPOSIÇÃO	CATEGORIA	CÓDIGO	EXTRAÇÃO	PARÂMETRO
FIXAÇÃO (ENCUNHAMENTO) DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ARGAMASSA APLICADA COM COLHER. AF_03/2016	Paredes/ Walls	BCE_11,5	Comprimento da parede	Length Bool Encunhamento H.
RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 45X45CM. AF_06/2014	Perfis/ Wall Sweeps	ROD_POR01	Comprimento do rodapé	Length
REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M². AF_06/2014	Pisos/ Floors	PIS_POR01 Bool Área > 10	Área do piso	Area
REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5 M² E 10 M². AF_06/2014	Pisos/ Floors	PIS_POR02 Bool 5 < Área < 10	Área do piso	Area
SOLEIRA EM GRANITO, LARGURA 15 CM, ESPESSURA 2,0 CM. AF_09/2020	Pisos/ Floors	PGD	Área do piso/ 0,02m	Area
(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIM E AREIA), EM BETONEIRA 400 L, ESPESSURA 3 CM ÁREAS SECAS E 3 CM ÁREAS MOLHADAS, PARA EDIFICAÇÃO HABITACIONAL UNIFAMILIAR (CASA) E EDIFICAÇÃO PÚBLICA PADRÃO. AF_11/2014	Pisos/ Floors	PIS	Área do piso	Area
MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	Paredes/ Walls	PIN	Área da parede	Area
REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 20X20 CM APLICADAS EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 5 M² NA ALTURA INTEIRA DAS PAREDES. AF_06/2014	Paredes/ Walls	AZJ01	Área da parede	Area

COMPOSIÇÃO	CATEGORIA	CÓDIGO	EXTRAÇÃO	PARÂMETRO
EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA ENTRE 5M2 E 10M2, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	Paredes/ Walls	PIN_INT	Área da parede	Area
APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EM PAREDES EXTERNAS DE CASAS, UMA COR. AF_06/2014	Paredes/ Walls	PIN_EXT	Área da parede	Area
APLICAÇÃO MECÂNICA DE PINTURA COM TINTA LÁTEX PVA EM TETO, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	Forros/ Ceilings	PIN_LAT	Área da parede	Area
APLICAÇÃO MECÂNICA DE PINTURA COM TINTA LÁTEX PVA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	Paredes/ Walls	PIN_INT	Área da parede	Area

APÊNDICE C – ORÇAMENTOS DOS PROJETOS I E II

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DO PROJETO I						
DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	QUANTIDADE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO MATERIAL	CUSTO MÃO DE OBRA	CUSTOS TOTAL
-	-	-	-	-	-	R\$ 131.218,26
010-ALVENARIAS	-	-	R\$ 1.203,26	R\$ 31.242,70	R\$ 24.676,77	R\$ 55.919,48
ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 11.5X19X19CM (ESPESSURA 11.5CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	437,33	m²	R\$ 76,51	R\$ 15.256,63	R\$ 18.202,61	R\$ 33.459,24
ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE 14X19X39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	161,96	m²	R\$ 71,95	R\$ 7.002,12	R\$ 4.650,78	R\$ 11.652,90
CONTRAMARCO DE AÇO. FIXAÇÃO COM PARAFUSO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	59,70	m²	R\$ 45,04	R\$ 2.019,71	R\$ 668,92	R\$ 2.688,63
CONTRAVERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA VÃOS DE ATÉ 1.5 M DE COMPRIMENTO. AF_03/2016	6,00	m	R\$ 32,77	R\$ 144,57	R\$ 52,02	R\$ 196,60
CONTRAVERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA VÃOS DE MAIS DE 1.5 M DE COMPRIMENTO. AF_03/2016	16,10	m	R\$ 32,25	R\$ 387,94	R\$ 131,28	R\$ 519,22
FIXAÇÃO (ENCUNHAMENTO) DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ARGAMASSA APLICADA COM COLHER. AF_03/2016	99,91	m	R\$ 5,35	R\$ 129,98	R\$ 404,37	R\$ 534,35
VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA JANELAS COM ATÉ 1.5 M DE VÃO. AF_03/2016	6,70	m	R\$ 819,91	R\$ 5.218,23	R\$ 275,17	R\$ 5.493,40
VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA JANELAS COM MAIS DE 1.5 M DE VÃO. AF_03/2016	16,10	m	R\$ 39,66	R\$ 507,24	R\$ 131,28	R\$ 638,52

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	QUANTIDADE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO MATERIAL	CUSTO MÃO DE OBRA	CUSTOS TOTAL
VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA PORTAS COM ATÉ 1.5 M DE VÃO. AF_03/2016	13,30	m	R\$ 39,69	R\$ 408,30	R\$ 119,61	R\$ 527,91
VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA PORTAS COM MAIS DE 1,5 M DE VÃO	5,20	m	R\$ 40,14	R\$ 167,98	R\$ 40,72	R\$ 208,70
020-REVESTIMENTOS DE PISO	727,07	-	R\$ 390,91	R\$ 24.257,94	R\$ 9.464,51	R\$ 33.722,46
CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADO EM ÁREAS MOLHADAS SOBRE IMPERMEABILIZAÇÃO, ESPESSURA 3CM. AF_06/2014	222,05	m²	R\$ 41,52	R\$ 4.491,99	R\$ 4.728,45	R\$ 9.220,43
IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS AF_06/2018	175,48	m²	R\$ 32,93	R\$ 3.935,17	R\$ 1.843,57	R\$ 5.778,74
REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5 M² E 10 M². AF_06/2014	27,01	m²	R\$ 101,80	R\$ 2.245,80	R\$ 504,01	R\$ 2.749,81
REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M². AF_06/2014	150,93	m²	R\$ 94,94	R\$ 12.448,83	R\$ 1.880,67	R\$ 14.329,50
REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M². AF_06/2014	6,29	m²	R\$ 113,31	R\$ 535,05	R\$ 177,19	R\$ 712,24
RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 45X45CM. AF_06/2014	145,31	m	R\$ 6,41	R\$ 601,11	R\$ 330,63	R\$ 931,74
030-REVESTIMENTOS DE PAREDE	1054,72	-	R\$ 91,35	R\$ 11.646,96	R\$ 11.511,34	R\$ 23.158,30

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	QUANTIDADE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO MATERIAL	CUSTO MÃO DE OBRA	CUSTOS TOTAL
EMBOÇO. PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA. EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8. PREPARO MANUAL. APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES. PARA AMBIENTE COM ÁREA ENTRE 5M2 E 10M2. ESPESSURA DE 10MM. COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	96,50	m²	R\$ 19,83	R\$ 1.018,07	R\$ 895,57	R\$ 1.913,64
MASSA ÚNICA. PARA RECEBIMENTO DE PINTURA. EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8. PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L. APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES. ESPESSURA DE 10MM. COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	861,71	m²	R\$ 18,74	R\$ 7.134,15	R\$ 9.017,83	R\$ 16.151,98
REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 20X20 CM APLICADAS EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 5 M² NA ALTURA INTEIRA DAS PAREDES. AF_06/2014	96,50	m²	R\$ 52,77	R\$ 3.494,74	R\$ 1.597,94	R\$ 5.092,67
040-PINTURAS	972,75	-	R\$ 39,94	R\$ 9.545,54	R\$ 5.005,40	R\$ 14.550,94
APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX PVA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	285,00	m²	R\$ 11,20	R\$ 1.697,61	R\$ 1.495,29	R\$ 3.192,90
APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX PVA EM TETO, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	111,04	m²	R\$ 11,20	R\$ 661,41	R\$ 582,59	R\$ 1.244,00
APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EM PAREDES EXTERNAS DE CASAS. UMA COR. AF_06/2014	576,71	m²	R\$ 17,54	R\$ 7.186,52	R\$ 2.927,52	R\$ 10.114,04
050-MÁRMORES E GRANITOS	42,90	-	R\$ 185,20	R\$ 1.654,75	R\$ 2.058,09	R\$ 3.867,09

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	QUANTIDADE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO MATERIAL	CUSTO MÃO DE OBRA	CUSTOS TOTAL
PEITORIL LINEAR EM GRANITO OU MÁRMORE, L=15CM, COMPRIMENTO DE ATÉ 2M, ASSENTADO COM ARGAMASSA 1:6 COM ADITIVO. AF_11/2020	16,80	m	R\$ 103,93	R\$ -	R\$ 1.591,69	R\$ 1.745,94
SOLEIRA EM GRANITO. LARGURA 15 CM. ESPESSURA 2.0 CM. AF_09/2020	26,10	m	R\$ 81,27	R\$ 1.654,75	R\$ 466,40	R\$ 2.121,15

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DO PROJETO II				
DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	QUANTIDADE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
-	-			R\$ 2.777.245,39
010-ALVENARIAS				R\$ 550.621,30
010.001-ALVENARIAS DO PAVIMENTO TÉRREO				
Alvenaria de bloco de concreto celular, espessura=10cm	387,18	m²	R\$ 13,21	R\$ 5.114,66
Alvenaria de vedação espessura 14cm	1160,31	m²	R\$ 26,73	R\$ 31.013,98
Contraverga em alvenaria e=10cm	55,14	m	R\$ 13,30	R\$ 733,58
Contraverga em alvenaria e=14cm e h=20cm	55,14	m	R\$ 15,95	R\$ 879,22
Encunhamento horizontal com espuma expansiva PU	408,57	m	R\$ 6,44	R\$ 2.632,66
Fornecimento de contramarco para janela de alumínio 0,40x0,80m	4,00	m	R\$ 10,38	R\$ 41,52
Fornecimento de contramarco para janela de alumínio de 0,60x0,60m	6,00	m	R\$ 10,23	R\$ 61,38
Fornecimento de contramarco para janela de alumínio de 1,20x1,20m	22,00	m	R\$ 27,66	R\$ 608,52
Fornecimento de contramarco para porta de alumínio de 1,50x2,10m	8,00	m	R\$ 62,14	R\$ 497,12
Mão de obra para execução de alvenaria de bloco de concreto celular	12,21	m²	R\$ 15,00	R\$ 183,21
Mão de obra para execução de alvenaria de vedação	2109,53	m²	R\$ 15,00	R\$ 31.642,94
Mão de obra para instalação de contramarcos	47,00	m²	R\$ 25,00	R\$ 1.175,00
Verga em alvenaria e=10cm	89,83	m	R\$ 13,30	R\$ 1.195,13
Verga em alvenaria e=14cm e h=20cm	89,83	m	R\$ 15,95	R\$ 1.432,42
010.002-ALVENARIAS DO PAVIMENTO TIPO				
Alvenaria de vedação espessura 14cm	902,53	m²	R\$ 26,73	R\$ 24.123,69
Contraverga em alvenaria e=10cm	55,14	m	R\$ 13,30	R\$ 733,58
Contraverga em alvenaria e=14cm e h=20cm	55,14	m	R\$ 15,95	R\$ 879,22
Encunhamento horizontal com espuma expansiva PU	408,57	m	R\$ 6,44	R\$ 2.632,66
Encunhamento vertical da alvenaria e=14cm com tela de aço soldada galvanizada	83,00	m	R\$ 8,96	R\$ 743,68
Fornecimento de contramarco para janela de alumínio 0,40x0,80m	4,00	m	R\$ 10,38	R\$ 41,52
Fornecimento de contramarco para janela de alumínio de 0,60x0,60m	6,00	m	R\$ 10,23	R\$ 61,38

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	QUANTIDADE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Fornecimento de contramarco para janela de alumínio de 1,20x1,20m	22,00	m	R\$ 27,66	R\$ 608,52
Fornecimento de contramarco para janela de alumínio de 1,50x1,20m	1,00	m	R\$ 29,40	R\$ 29,40
Fornecimento de contramarco para porta de alumínio de 1,50x2,10m	8,00	m	R\$ 62,14	R\$ 497,12
Mão de obra para execução de alvenaria de bloco de concreto celular	12,21	m²	R\$ 15,00	R\$ 183,21
Mão de obra para execução de alvenaria de vedação	925,50	m²	R\$ 15,00	R\$ 13.882,47
Mão de obra para instalação de contramarcos	47,00	m	R\$ 25,00	R\$ 1.175,00
010.012-ALVENARIAS DO BARRILETE/ RESERVATÓRIO				
Alvenaria de vedação espessura 14cm	287,22	m²	R\$ 26,73	R\$ 7.677,02
Contraverga em alvenaria e=10cm	3,80	m	R\$ 0,03	R\$ 0,12
Contraverga em alvenaria e=14cm e h=20cm	3,80	m	R\$ 15,95	R\$ 60,59
Fornecimento de contramarco para janela de alumínio de 1,50x1,20m	2,00	m	R\$ 29,40	R\$ 58,80
Mão de obra para execução de alvenaria de bloco de concreto celular	174,69	m²	R\$ 15,00	R\$ 2.620,39
Mão de obra para execução de alvenaria de vedação	461,91	m²	R\$ 15,00	R\$ 6.928,64
Mão de obra para instalação de contramarcos	6,00	m	R\$ 25,00	R\$ 150,00
020-REVESTIMENTO EXTERNO DE FACHADAS			R\$ 181,39	R\$ 339.276,23
020.001-REVESTIMENTOS DA FACHADA NORTE				
Chapisco convencional, virado em obra no traço 1:3 para paredes externas	1403,90	m²	R\$ 3,80	R\$ 5.340,05
Mão de obra para execução de chapisco e reboco tipo massa única em paredes externas	1403,90	m²	R\$ 25,00	R\$ 35.097,43
Reboco tipo massa única com argamassa industrializada para paredes externas	1403,90	m²	R\$ 7,48	R\$ 10.494,13
020.002-REVESTIMENTO DA FACHADA LESTE				
Chapisco convencional, virado em obra no traço 1:3 para paredes externas	2366,17	m²	R\$ 3,80	R\$ 9.000,26
Mão de obra para execução de chapisco e reboco tipo massa única em paredes externas	2366,17	m²	R\$ 25,00	R\$ 59.154,15

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	QUANTIDADE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Reboco tipo massa única com argamassa industrializada para paredes externas	2366,17	m²	R\$ 7,48	R\$ 17.687,09
020.003-REVESTIMENTOS DA FACHADA SUL				
Chapisco convencional, virado em obra no traço 1:3 para paredes externas	1410,77	m²	R\$ 3,80	R\$ 5.366,21
Mão de obra para execução de chapisco e reboco tipo massa única em paredes externas	1410,77	m²	R\$ 25,00	R\$ 35.269,37
Reboco tipo massa única com argamassa industrializada para paredes externas	1410,77	m²	R\$ 7,48	R\$ 10.545,54
020.004-REVESTIMENTO DA FACHADA OESTE				
Chapisco convencional, virado em obra no traço 1:3 para paredes externas	2480,43	m²	R\$ 3,80	R\$ 9.434,90
Mão de obra para execução de chapisco e reboco tipo massa única em paredes externas	2480,43	m²	R\$ 25,00	R\$ 62.010,77
Reboco tipo massa única com argamassa industrializada para paredes externas	2480,43	m²	R\$ 7,48	R\$ 18.541,22
020.005-REVESTIMENTOS DO BARRILETE/ RESERVATÓRIO/ PLATIBANDA				
Chapisco convencional, virado em obra no traço 1:3 para paredes externas	1690,66	m²	R\$ 3,80	R\$ 6.430,83
Mão de obra para execução de chapisco e reboco tipo massa única em paredes externas	1690,66	m²	R\$ 25,00	R\$ 42.266,57
Reboco tipo massa única com argamassa industrializada para paredes externas	1690,66	m²	R\$ 7,48	R\$ 12.637,71
030-PINTURA EXTERNA DE FACHADAS			R\$ 42,96	R\$ 61.008,70
030.001-PINTURA EXTERNA DA FACHADA OESTE				
Aplicação de duas demãos de impermeabilizante em paredes externas	2480,43	m²	R\$ 3,16	R\$ 7.838,16

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	QUANTIDADE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Aplicação de duas demãos de pintura acrílica Coral em paredes externas cor uva verde	938,52	m ²	R\$ 3,27	R\$ 3.065,57
Aplicação de duas demãos de pintura acrílica em paredes externas	2480,43	m ²	R\$ 2,06	R\$ 5.116,74
030.002-PINTURA EXTERNA DA FACHADA LESTE				
Aplicação de duas demãos de impermeabilizante em paredes externas	2366,17	m ²	R\$ 3,16	R\$ 7.477,08
Aplicação de duas demãos de pintura acrílica Coral em paredes externas cor uva verde	661,70	m ²	R\$ 3,27	R\$ 2.161,36
Aplicação de duas demãos de pintura acrílica em paredes externas	2366,17	m ²	R\$ 2,06	R\$ 4.881,03
030.003-PINTURA EXTERNA DA FACHADA SUL				
Aplicação de duas demãos de impermeabilizante em paredes externas	1410,77	m ²	R\$ 3,16	R\$ 4.458,05
Aplicação de duas demãos de pintura acrílica Coral em paredes externas cor uva verde	475,12	m ²	R\$ 3,27	R\$ 1.551,92
Aplicação de duas demãos de pintura acrílica em paredes externas	1410,77	m ²	R\$ 2,06	R\$ 2.910,21
030.004-PINTURA EXTERNA DA FACHADA NORTE				
Aplicação de duas demãos de impermeabilizante em paredes externas	1403,90	m ²	R\$ 3,16	R\$ 4.436,32
Aplicação de duas demãos de pintura acrílica Coral em paredes externas cor uva verde	484,08	m ²	R\$ 3,27	R\$ 1.581,18
Aplicação de duas demãos de pintura acrílica em paredes externas	1403,90	m ²	R\$ 2,06	R\$ 2.896,02
Mão de obra para pintura externa incluindo uma demão de textura acrílica e duas demãos de tinta acrílica	1403,90	m ²	R\$ 9,00	R\$ 12.635,07
040-REVESTIMENTOS INTERNOS DE PAREDES E SHAFTS			R\$ 296,87	R\$ 522.706,58
040.001-REVESTIMENTOS INTERNOS DAS PAREDES DO PAVIMENTO TÉRREO				
Chapisco convencional, virado em obra no traço 1:3 para paredes internas	1802,86	m ²	R\$ 3,80	R\$ 6.857,60
Mão de obra para execução de chapisco e reboco tipo massa única em paredes internas	1802,86	m ²	R\$ 15,00	R\$ 27.042,91

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	QUANTIDADE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Reboco tipo massa única com argamassa industrializada para paredes internas	1802,86	m²	R\$ 7,48	R\$ 13.476,39
Requadro interno de janelas e portas de alumínio com argamassa industrializada	216,20	m	R\$ 0,65	R\$ 140,53
040.002-REVESTIMENTOS INTERNOS DAS PAREDES DO PAVIMENTO TIPO				
Chapisco convencional, virado em obra no traço 1:3 para paredes internas	1802,86	m²	R\$ 3,80	R\$ 6.857,60
Mão de obra para execução de chapisco e reboco tipo massa única em paredes internas	1802,86	m²	R\$ 15,00	R\$ 27.042,91
Reboco tipo massa única com argamassa industrializada para paredes internas	1802,86	m²	R\$ 7,48	R\$ 13.476,39
Requadro interno de janelas e portas de alumínio com argamassa industrializada	216,20	m	R\$ 0,65	R\$ 140,53
040.012-REVESTIMENTOS INTERNOS DAS PAREDES DO BARRILETE/RESERVATÓRIO				
Requadro interno de janelas e portas de alumínio com argamassa industrializada	22,80	m	R\$ 0,65	R\$ 14,82
050-REVESTIMENTOS INTERNOS DE PISOS			R\$ 274,47	R\$ 299.731,27
050.001-REVESTIMENTOS INTERNOS DOS PISOS DO PAVIMENTO TÉRREO				
Mão de obra para execução de regularização em lajes	1092,05	m²	R\$ 10,00	R\$ 10.920,46
Regularização com argamassa dosada em central, e=3 a 4cm	1092,05	m²	R\$ 14,95	R\$ 16.327,84
050.002-REVESTIMENTOS INTERNOS DOS PISOS DO PAVIMENTO TIPO				
Mão de obra para execução de regularização em lajes	1092,05	m²	R\$ 10,00	R\$ 10.920,46
Regularização com argamassa dosada em central, e=3 a 4cm	1092,05	m²	R\$ 14,95	R\$ 16.327,84
060-REVESTIMENTOS ESPECIAIS INTERNOS PARA PAREDES			R\$ 768,31	R\$ 116.992,32

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	QUANTIDADE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
060.001-REVESTIMENTOS ESPECIAIS INTERNOS DAS PAREDES DO PAVIMENTO TÉRREO				
Assentamento de azulejo 32x57 com argamassa colante pré-fabricada	321,60	m ²	R\$ 13,44	R\$ 4.321,31
Mão de obra para assentamento de azulejo com argamassa colante pré-fabricada	321,60	m ²	R\$ 15,00	R\$ 4.823,97
Mão de obra para instalação de pingadeira em pedra natural até 20cm	38,90	m ²	R\$ 20,00	R\$ 778,00
Pingadeira em ardósia, L=0,20m	38,90	m	R\$ 17,96	R\$ 698,58
060.002-REVESTIMENTOS ESPECIAIS INTERNOS DAS PAREDES DO PAVIMENTO TIPO				
Assentamento de azulejo 32x57 com argamassa colante pré-fabricada	321,60	m ²	R\$ 13,44	R\$ 4.321,31
Mão de obra para assentamento de azulejo com argamassa colante pré-fabricada	321,60	m ²	R\$ 15,00	R\$ 4.823,97
Mão de obra para instalação de pingadeira em pedra natural até 20cm	38,90	m	R\$ 20,00	R\$ 778,00
Pingadeira em ardósia, L=0,20m	38,90	m	R\$ 17,96	R\$ 698,58
070-REVESTIMENTOS ESPECIAIS INTERNOS PARA PISOS			R\$ 1.060,75	R\$ 585.361,02
070.001-REVESTIMENTOS ESPECIAIS INTERNOS PARA PISOS DO PAVIMENTO TÉRREO				
Assentamento de piso cerâmico acetinado 54x54 com argamassa pré-fabricada	1092,05	m ²	R\$ 14,08	R\$ 15.375,14
Mão de obra para assentamento de piso cerâmico com argamassa pré-fabricada	1106,40	m ²	R\$ 15,00	R\$ 16.595,99
Mão de obra para execução de nata de acabamento	1106,40	m ²	R\$ 15,00	R\$ 16.595,99
Mão de obra para instalação de soleira em pedra natural com largura até 20cm	52,00	m ²	R\$ 20,00	R\$ 1.040,00
Nata de acabamento	212,00	m ²	R\$ 10,47	R\$ 2.219,13
Rejuntamento de revestimento cerâmico com espessura da junta de até 4mm	1106,40	m ²	R\$ 0,48	R\$ 526,92

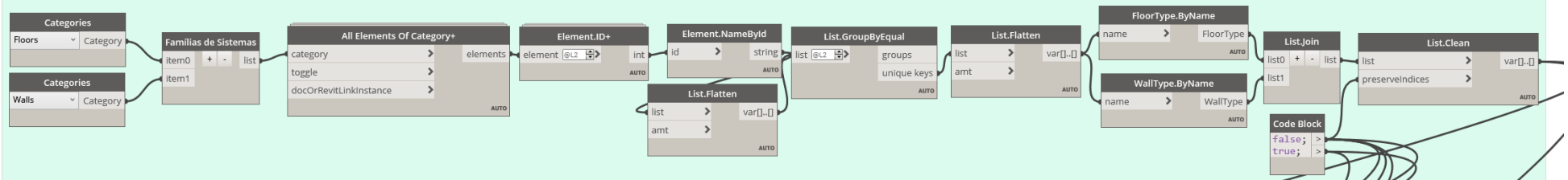
DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	QUANTIDADE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Soleira em ardósia, L=0,2m	47,60	m	R\$ 17,96	R\$ 854,82
070.002-REVESTIMENTOS ESPECIAIS INTERNOS PARA PISOS DO PAVIMENTO TIPO				
Assentamento de piso cerâmico acetinado 54x54 com argamassa pré-fabricada	1092,05	m²	R\$ 14,08	R\$ 15.375,14
Mão de obra para assentamento de piso cerâmico com argamassa pré-fabricada	1106,40	m²	R\$ 15,00	R\$ 16.595,99
Mão de obra para execução de nata de acabamento	1106,40	m²	R\$ 15,00	R\$ 16.595,99
Mão de obra para instalação de soleira em pedra natural com largura até 20cm	52,00	m²	R\$ 20,00	R\$ 1.040,00
Nata de acabamento	212,00	m²	R\$ 10,47	R\$ 2.219,13
Rejuntamento de revestimento cerâmico com espessura da junta de até 4mm	1106,40	m²	R\$ 0,48	R\$ 526,92
Soleira em ardósia, L=0,2m	47,60	m	R\$ 17,96	R\$ 854,82
070.012-REVESTIMENTOS ESPECIAIS INTERNOS PARA PISOS DO BARRILETE E COBERTURA				
Mão de obra para instalação de soleira em pedra natural com largura até 20cm	2,00	m	R\$ 20,00	R\$ 40,00
Soleira em ardósia, L=0,2m	1,84	m	R\$ 17,96	R\$ 33,04
080-PINTURAS INTERNAS			R\$ 200,22	R\$ 301.547,96
080.001-PINTURAS INTERNAS DO PAVIMENTO TÉRREO				
Aplicação de duas demãos de tinta acrílica em paredes internas	1802,86	m²	R\$ 1,97	R\$ 3.553,44
Aplicação de massa rolada PVA, duas demãos	1802,86	m²	R\$ 1,85	R\$ 3.326,28
Aplicação de selador acrílico, uma demão	1802,86	m²	R\$ 0,89	R\$ 1.599,44

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	QUANTIDADE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Aplicação de tinta acrílica em forro gesso	67,00	m ²	R\$ 2,00	R\$ 133,95
Mão de obra para pintura interna considerando aplicação de uma demão de selador acrílico, duas demãos de massa corrida PVA e duas demãos de tinta acrílica	1802,86	m ²	R\$ 9,50	R\$ 17.127,18
Pintura negativo de gesso (Selador, Massa Corrida PVA e tinta)	836,85	m	R\$ 2,00	R\$ 1.673,17
080.002-PINTURAS INTERNAS DO PAVIMENTO TIPO				
Aplicação de duas demãos de tinta acrílica em paredes internas	1802,86	m ²	R\$ 1,97	R\$ 3.553,44
Aplicação de massa rolada PVA, duas demãos	1802,86	m ²	R\$ 1,85	R\$ 3.326,28
Aplicação de selador acrílico, uma demão	1802,86	m ²	R\$ 0,89	R\$ 1.599,44
Aplicação de tinta acrílica em forro gesso	67,00	m ²	R\$ 2,00	R\$ 133,95
Mão de obra para pintura interna considerando aplicação de uma demão de selador acrílico, duas demãos de massa corrida PVA e duas demãos de tinta acrílica	1802,86	m ²	R\$ 9,50	R\$ 17.127,18
Pintura negativo de gesso (Selador, Massa Corrida PVA e tinta)	836,85	m	R\$ 2,00	R\$ 1.673,17

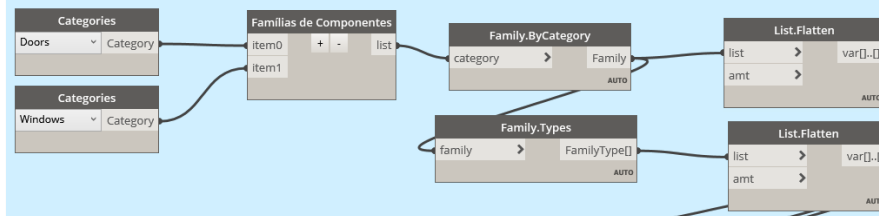
APÊNDICE D – ROTINAS DESENVOLVIDAS NO DYNAMO

01 – ROTINA PARA INSERIR O SISTEMA DE NOMENCLATURA NOS ELEMENTOS DO MODELO BIM

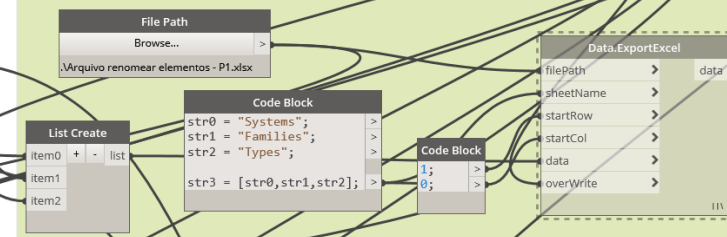
Capturando os dados do modelo: Famílias de Sistemas



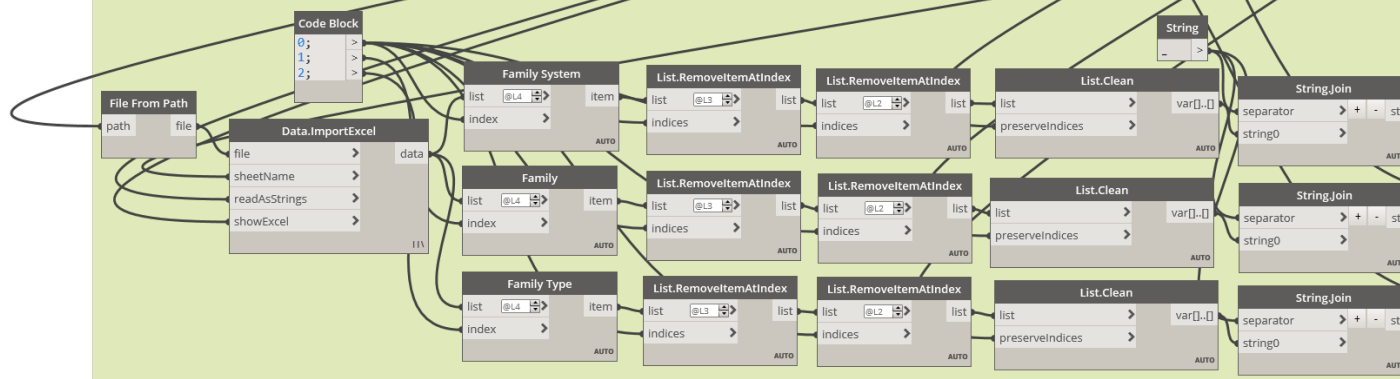
Capturando os dados do modelo: Famílias de Componentes



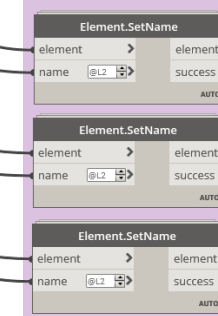
Exportando os dados para o Excel



Importando os dados do Excel

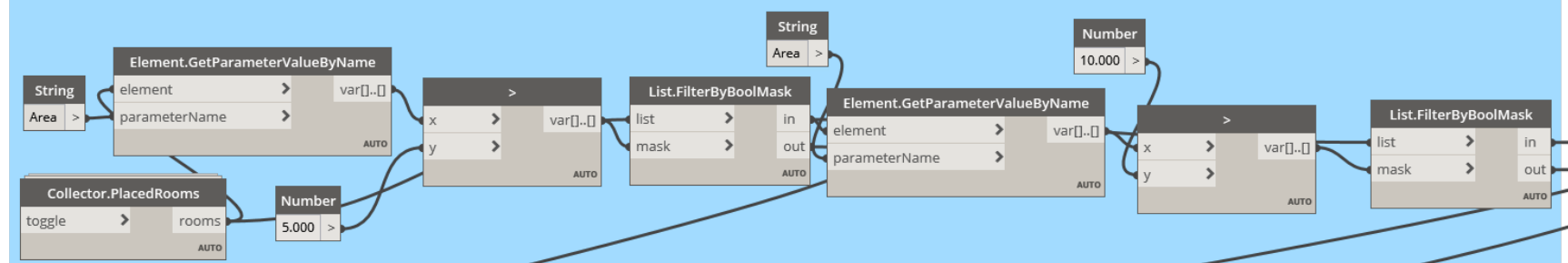


Substituindo os nomes

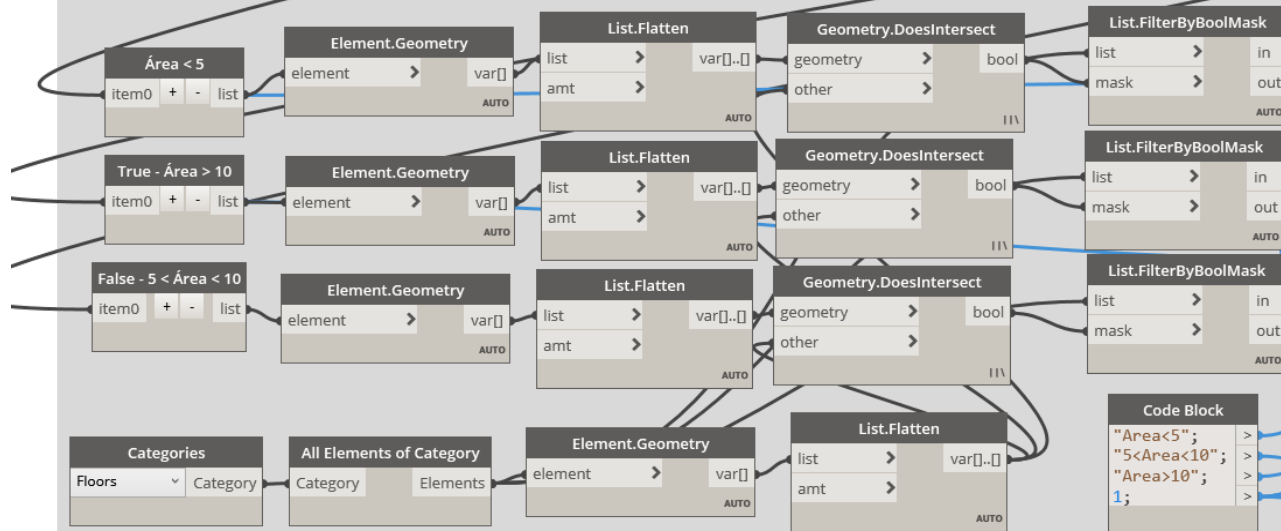


02 – ROTINA PARA VERIFICAR AS ÁREAS DOS AMBIENTES CONFORME CRITÉRIO DA SINAPI

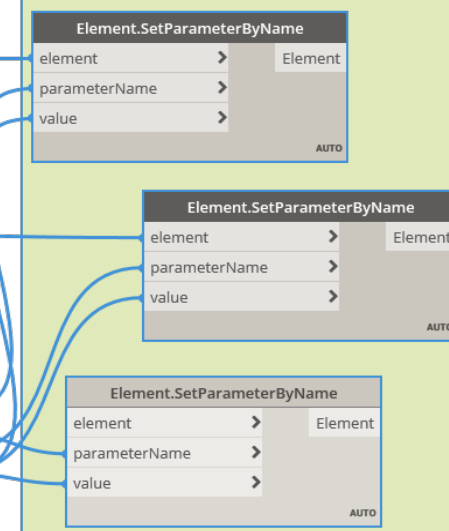
Verificando as áreas dos ambientes



Capturando os elementos dentro dos ambientes

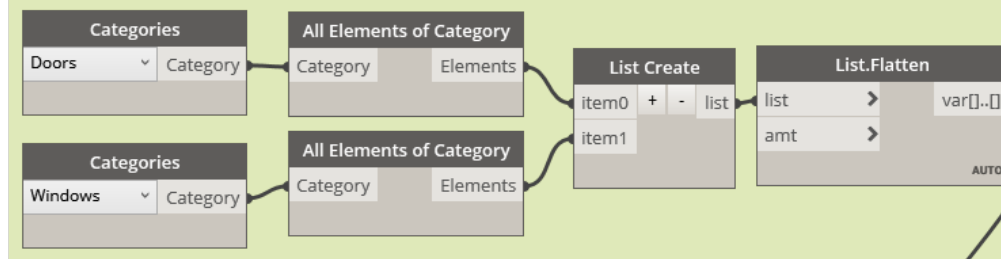


Inserindo a informação no parâmetro

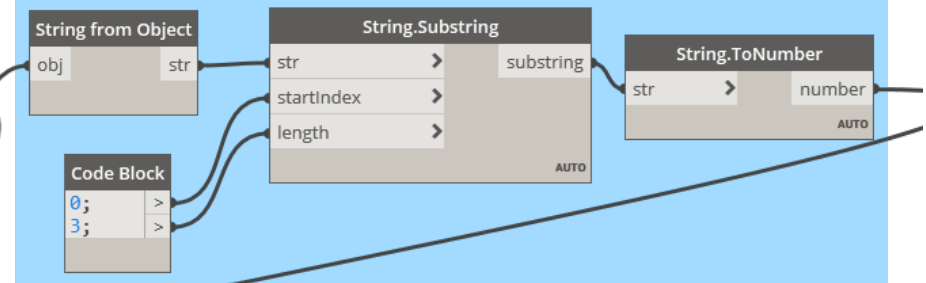


03 – ROTINA PARA VERIFICAR O TAMANHO DO VÃO DA ESQUADRIA CONFORME CRITÉRIO DA SINAPI

Capturando os elementos (Doors e Windows)



Obtendo a largura do elemento



Inserindo a informação (Vão > 150cm)

