



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ADRIANA SIQUEIRA CARNEIRO LEÃO  
MARCELA RENATA SILVA BEZERRA  
MARIA LUIZA PEREIRA RAMOS

**Desenvolvimento e aplicação de template para projeto-padrão com ênfase na  
análise de viabilidade**

Recife

2023

ADRIANA SIQUEIRA CARNEIRO LEÃO  
MARCELA RENATA SILVA BEZERRA  
MARIA LUIZA PEREIRA RAMOS

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE TEMPLATE PARA PROJETO-PADRÃO  
COM ÊNFASE NA ANÁLISE DE VIABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia Civil  
da Universidade Federal de Pernambuco,  
como requisito parcial para obtenção do  
título de Bacharela em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Rachel Perez Palha

Recife  
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Leão, Adriana Siqueira Carneiro.

Desenvolvimento e aplicação de template para projeto-padrão com ênfase na análise de viabilidade / Adriana Siqueira Carneiro Leão, Marcela Renata Silva Bezerra, Maria Luiza Pereira Ramos. - Recife, 2023.

72 : il., tab.

Orientador(a): Rachel Perez Palha

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Civil - Bacharelado, 2023.

Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Extração de quantitativos. 2. Modelagem de projeto. 3. Orçamento. I. Bezerra, Marcela Renata Silva. II. Ramos, Maria Luiza Pereira. III. Palha, Rachel Perez. (Orientação). IV. Título.

620 CDD (22.ed.)

ADRIANA SIQUEIRA CARNEIRO LEÃO  
MARCELA RENATA SILVA BEZERRA  
MARIA LUIZA PEREIRA RAMOS

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE TEMPLATE PARA PROJETO-PADRÃO  
COM ÊNFASE NA ANÁLISE DE VIABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia Civil  
da Universidade Federal de Pernambuco,  
como requisito parcial para obtenção do  
título de Bacharela em Engenharia Civil.

Aprovado em: 04/10/2023

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Rachel Perez Palha (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Enga. Fernanda Catarina Ribeiro da Luz (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Enga. Natália Verçoza Mendes (Examinador Externa)  
Universidade Católica de Pernambuco

## **AGRADECIMENTOS**

Eu, Adriana Siqueira, agradeço a Deus por toda força e coragem para chegar até aqui e por te me concedido o privilégio de ter ao meu redor pessoas que são minha base. Agradeço aos meus pais Agnes Karina Siqueira Souza e Alvaro Agenor Carneiro Leão por terem me feito quem sou, me ensinando valores, me mostrando o caminho correto e me enchendo de força e amor, aos meus padrinhos, Joyci Siqueira, Cristiana Parente, Alvaro Augusto e Verônica dos Santos, pois foram parte importante para que a menina do interior pudesse vir para capital. Aos meus irmãos Alvaro Agenor Filho e France Parente por serem o motivo de eu lutar todos os dias e não desistir e aos meus primos, Vanessa dos Santos e Alvaro Neto, que foram irmãos, pais, amigos e verdadeiros anjos principalmente durante o início da graduação, sem vocês, com toda a certeza, eu não estaria aqui. Por fim, gostaria de agradecer a Ana Flávia, Maria Luiza Ramos e Mariana Godoy, por terem sido as melhores amigas que eu poderia ter na graduação (e na vida), todo amor, carinho e coragem que vocês deram a mim, foram fundamentais para que eu não desistisse e pudesse chegar aonde estou hoje.

Eu, Marcela Bezerra, agradeço a Deus por ter me dado força, sabedoria, resiliência e, principalmente, pelas pessoas maravilhosas que Ele colocou em meu caminho. Agradeço aos meus pais, Eraldo Bezerra de Lima e Edvanice Lima Silva Bezerra, e a minha irmã, Mônica Crystine da Silva Bezerra, que sempre foram meu maior alicerce e minhas maiores fontes de inspiração, amor e força para continuar perseverando. Agradeço aos meus queridos avós, que já não estão mais neste plano, Manoel e Joaquina Bezerra, e a minha avó, Eróides Lima, por ajudarem na minha criação e me tornarem quem eu sou. Agradeço a minha querida psicóloga, Rosália Santos, que há quatro anos vem me ensinando a lutar e lidar com meus "monstrinhos" internos. Seu trabalho foi e é essencial para essa realização. Agradeço às minhas amigas e amigos por cada momento de medo e apreensão superados juntos, mas principalmente por cada risada, abraço, acolhimento, conselho, empoderamento, palavra de apoio e conhecimentos compartilhados. Muito obrigada, Carla Lima, Vanessa Lima, Helena Ferreira, Carolina Lorena e Gabriela Chagas vocês também são fontes de inspiração e amor para mim. Por último, em especial, gostaria de agradecer meus dois amigos, Allan Lima e Rendyson Vinicius, que estiveram ao meu lado nesses últimos semestres de curso,

que passaram noites em claro comigo terminando projetos, que ouviram minhas mais profundas e sinceras reclamações (que não foram poucas) a respeito da vida acadêmica, que me ensinaram muito e que sem dúvidas têm uma enorme participação na conquista do meu sonhado diploma. Obrigada por serem meus parceiros para além das salas de aula.

Eu, Maria Luiza Pereira Ramos, agradeço primeiramente a Deus, que me guiou até aqui e me permitiu vencer mais esse desafio. Também agradeço a minha avó, Sônia Dalva, que foi sempre fonte de inspiração como mulher e como profissional, buscando sempre ser melhor independente das dificuldades. Aos meus pais, Patricia Poliana e Jorge Alves, que me permitiram dedicar toda minha atenção aos estudos, me incentivando e me dando tudo que era necessário para alcançar meus objetivos. Agradeço a minha irmã, Anna Beatriz, que com todo seu carinho e cuidado, me motivou a ser alguém em quem pudesse se inspirar. Por último, agradeço aos meus amigos, Adriana Siqueira, João Victor, Mariana Godoy, Lucas Breno e, em especial, meu companheiro, Danylo Macena, que estiveram presentes e foram meu apoio em toda graduação.

Em conjunto, agradecemos a UFPE, que nos deu a oportunidade de conhecermos o Movimento Empresa Júnior, do qual pudemos fazer parte da Prisma Consultoria e Serviços em Engenharia, empresa que nos desenvolveu pessoal e profissionalmente, e que ainda hoje impacta nas nossas vidas. Também agradecemos a Viana & Moura Construções, em especial a Natália Verçoza Mendes, por todo apoio no fornecimento das informações e materiais necessários para o desenvolvimento desse trabalho.

## RESUMO

Os avanços tecnológicos vêm impactando positivamente a indústria da construção civil, um desses avanços é a utilização da metodologia *Building Information Modeling* (BIM), que permite a automação e compatibilização entre as várias disciplinas que envolvem uma construção. Embora observem-se avanços, a etapa de pré-obra ainda vem sendo pouco explorada no Brasil, no que diz respeito a utilização da modelagem paramétrica na extração de informações para orçamentos cada vez mais assertivos. Essa área do planejamento tem um grande potencial de impacto em obras de alta repetição de projeto, sabendo disso, este trabalho visa analisar os pontos de melhoria do Condomínio Recanto das Laranjeiras II, realizado pela Viana & Moura Construções, a fim de trazer soluções de otimização dentro do setor de Novos Produtos, com foco na etapa de modelagem de um projeto-padrão durante a análise de viabilidade. Para isso, foi utilizado o software *Revit* na criação de um *template* com todos os parâmetros para concepção do projeto que geraram as informações de quantitativos para elaboração de uma tabela de insumos do orçamento preliminar. Dessa forma, pretende-se colaborar para a implantação de níveis mais altos do BIM dentro do setor, potencializando os resultados para novos empreendimentos.

**Palavras-chave:** Extração de quantitativos; Modelagem de projeto; Orçamento.

## ABSTRACT

Technological advancements have been positively impacting the construction industry, and one of these advancements is the use of Building Information Modeling (BIM) methodology, which enables automation and coordination among the various disciplines involved in construction. While advancements are observed, the pre-construction stage is still relatively unexplored in Brazil concerning the use of parametric modeling in extracting information for increasingly accurate budgets. This planning area has significant potential to impact projects with a high degree of design repetition. Recognizing this, this study aims to analyze areas for improvement in Condomínio Recanto das Laranjeiras II, undertaken by Viana & Moura Construções, in order to provide optimization solutions within the New Products sector, focusing on the modeling stage of a standard project during the feasibility analysis. For this purpose, the Revit software was used to create a template with all the parameters for project conception that generated quantity information for the development of a preliminary budget table. In this way, the goal is to contribute to the implementation of higher levels of BIM within the sector, thereby maximizing results for new developments.

**Keywords:** Quantity extraction; Project modeling; Budgeting.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Níveis de detalhamento (LOD)	23
Figura 2 — Fluxograma de trabalho	27
Figura 3 — Fluxograma atual para concepção de novo produto	28
Figura 4 — Criação de filtro de verificação para tipologia de parede	46
Figura 5 — Definição de padrão para visualização de projeção	46
Figura 6 — Visualização com filtro aplicado	47
Figura 7 — Estudo Preliminar do Condomínio Recanto das Laranjeiras II – Caruaru .....	48
Figura 8 — Unidade Privativa do Condomínio Recanto das Laranjeiras II – Caruaru .....	48
Figura 9 — Parâmetros a serem preenchidos na modelagem do Radier	50
Figura 10 — Preenchimento dos parâmetros de alvenaria de contorno	51
Figura 11 — Preenchimento de camadas de tipologia de parede	51
Figura 12 — Parâmetro de função para portas	52
Figura 13 — Parâmetros complementares para a família de portas	52
Figura 14 — Extração de quantitativo de material	53
Figura 15 — Extração de quantitativos de portas	54
Figura 16 — Planta baixa humanizada	54
Figura 17 — Comparação entre orçamento preliminar e lista de insumos	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Ações de otimização para itens de insumos do Projeto	31
Tabela 2 — Orçamento sintético preliminar	40
Tabela 3 – Resumo de melhorias realizadas no template	56
Tabela 4 — Nomenclatura para paredes	69
Tabela 5 — Nomenclatura para pisos	70
Tabela 6 — Nomenclatura para coberta	70
Tabela 7 — Lista de identificadores de material	71

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Três dimensões
4D	Quatro dimensões
5D	Cinco dimensões
AIA	<i>American Institute Of Architects</i>
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
BNH	Banco Nacional de Habitação
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CBIC	Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras
CIRIA	<i>Construction Industry Research and Information Association</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IE	Instituto de Engenharia
LOD	<i>Level Of Development</i>
MCMV	Minha Casa Minha Vida
NBR	Norma Brasileira
QNT	Quantidade
RDO	Relatório Diário de Obra
SICRO	Sistema de Custos Referenciais de Obras
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TCU	Tribunal de Contas da União
TCPO	Tabela de Composições de Preços Unitários
UND	Unidade

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO.....	14
1.2	OBJETIVOS .....	14
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1	ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	16
<b>2.1.1</b>	<b>Tipos de Orçamento .....</b>	<b>17</b>
2.1.1.1	Orçamento Preliminar.....	17
2.1.1.2	Orçamento Estimativo .....	17
2.1.1.3	Orçamento Analítico .....	17
2.1.1.4	Orçamento Geral.....	18
2.1.1.5	Orçamento Base Zero .....	18
<b>2.1.2</b>	<b>Base de Dados Utilizado nas Composições .....</b>	<b>18</b>
2.1.2.1	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI 18	
2.1.2.2	Tabela de Composição de Preços para Orçamentos - TCPO.....	19
2.2	BUILDING INFORMATION MODELING - BIM.....	20
<b>2.2.1</b>	<b>LOD - Nível de Desenvolvimento do Modelo BIM .....</b>	<b>22</b>
2.3	SOFTWARES.....	24
<b>2.3.1</b>	<b>Revit.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.2</b>	<b>OrçaFascio .....</b>	<b>25</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>26</b>
3.1	MAPEAMENTO DO PROCESSO DE CRIAÇÃO DE NOVO PRODUTO...27	
<b>3.1.1</b>	<b>Coleta de Dados .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Análise dos Dados e Levantamento dos Pontos Críticos.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Elaboração do protótipo de solução .....</b>	<b>37</b>
3.1.3.1	Principais itens para evolução da modelagem do produto. ....	37
3.1.3.2	Tabela em Excel padronizado para orçamento .....	39
3.1.3.3	<i>Checklist</i> para verificação de produto.....	45
3.2	ESCOLHA DO PROJETO MODELO.....	47
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>

<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>60</b>
5.1	CONCLUSÕES .....	60
5.2	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	61
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>
	<b>ANEXO A – PLANTA BAIXA DE IMPLANTAÇÃO .....</b>	<b>66</b>
	<b>ANEXO B – ANÁLISE PRÉVIA - COND. RECANTO DAS LARANJEIRAS II.....</b>	<b>67</b>
	<b>APÊNDICE A – PLANTA BAIXA DO PRODUTO MODELADA COM NOVO TEMPLATE PRODUZIDO.....</b>	<b>68</b>
	<b>APÊNDICE B – LISTA DE NOMENCLATURA PARA FAMÍLIA DO TEMPLATE ...</b>	<b>69</b>
	<b>APÊNDICE C – NOVO TEMPLATE PRODUZIDO .....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com os avanços tecnológicos experimentados após a Revolução Industrial e com a ampla utilização da tecnologia da informação em todas as categorias sociais, desde o modo de pensar até os métodos de trabalho, a indústria da construção civil experienciou um rápido desenvolvimento que a trouxe para um período de adaptação. Nesse cenário, o domínio dos desembolsos se tornou ainda mais crucial, com o orçamento do projeto desempenhando um papel de conexão entre a construção básica e o gerenciamento das despesas do empreendimento (Liang, 2019).

Ainda segundo Liang (2019), o orçamento é uma base fundamental para o controle de investimento em cada fase de execução do empreendimento e, portanto, desempenha um papel de grande influência na construção básica e no gerenciamento de custos do projeto. Somado a isso, o Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos (IBEC) apresenta a etapa do levantamento de quantitativos como o meio determinante para definição de mão de obra e prazo.

Entendendo a relevância do orçamento para o planejamento de construção de uma obra destaca-se a importância, para o orçamentista, de ter acesso a todos os insumos base do empreendimento (projetos, especificações técnicas, detalhes executivos), visto que este deve considerar o maior número possível de especificações construtivas que são essenciais para as diversas fases da construção (Losso, 1995).

É nesse contexto que o BIM (*Building Information Modeling*) se sobressai como uma tecnologia revolucionária para a extração de quantitativos. Através de um modelo 3D (três dimensões), dotado de uma ampla variedade de parâmetros integrados em seus componentes, o software Revit, mais adotado para aplicação da metodologia BIM, é hábil em gerar tabelas dos quantitativos com rapidez e de forma integrada a modelagem de cada disciplina de projeto, de forma que o orçamentista passa a dispor de uma base de dados ampla e detalhada para desenvolver um orçamento consistente e mais assertivo.

## 1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

A quantificação do projeto é um processo bastante extenso e costuma exigir de 50% a 80% do tempo de uma estimativa de custo (Sabot, 2008). Ao longo da elaboração do orçamento podem ocorrer falhas humanas que, se não corrigidas a tempo, causam desvios significativos no cronograma físico financeiro do empreendimento.

A tomada de decisão acerca da viabilidade econômica de um produto da construção civil envolve uma série de fatores, dentre eles, o orçamento mostra-se essencial e determinante ainda durante o seu planejamento, no entanto, para Mattana e Librelotto (2018) há atividades que antecedem o orçamento e embasam a precisão de quantitativos e custos, tais como a qualidade da modelagem de projeto; o nível de detalhamento das informações do modelo, construtivas e de insumos; e a forma como o modelo foi desenvolvido.

“O controle e conhecimento dos custos num mercado competitivo como o da construção civil tem capital importância para a competitividade e sobrevivência da empresa, isto porque não se pode controlar aquilo que não se conhece” (Jungles, 2006).

Diante disso, é imprescindível extrair o máximo de informações do modelo projetado com o objetivo de elaborar um orçamento de maneira detalhada e assertiva, a fim de reduzir a margem de equívocos entre o custo projetado e o custo realizado. Dessa forma, será possível garantir a saúde financeira do empreendimento bem como potencializar os lucros da empresa executora da obra.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é aplicar a metodologia BIM (*Building Information Modeling*) para extrair automaticamente os quantitativos de materiais do projeto de uma habitação popular reconhecido dentro do MCMV do Governo Federal, desenvolvida no *software Revit*, a fim de tornar o procedimento de estudo de viabilidade mais eficaz, mitigando os pontos críticos de detalhamento das especificações, quantificações e custos imprevistos e permitindo o embasamento

para decisões estratégicas dos empreendimentos da Viana e Moura Construções S.A.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Mapear o procedimento utilizado pela Viana e Moura Construções S.A para concepção de um Novo Produto casa;
- Definir o processo a ser realizado para o levantamento de quantitativos de materiais de um projeto utilizando o *software Revit*;
- Identificar os pontos críticos na modelagem do projeto para extração de quantitativos;
- Propor soluções que otimizem os custos e minimizem erros ao longo do desenvolvimento de um novo produto;

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentado uma breve revisão bibliográfica sobre os principais temas abordados no presente trabalho, como: Tipos de Orçamentos, *Building Information Modeling* (BIM), *Revit* e *OrçaFascio*.

### 2.1 ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O orçamento é uma importante ferramenta para a construção civil, pois permite que os gestores de projetos determinem os custos de um projeto de construção antes de sua execução (NBR 12721, 2006). Essa é uma prática fundamental para garantir que os recursos financeiros necessários sejam provisionados com antecedência e planejamento, disponíveis, além de ajudar a evitar gastos excessivos ou surpresas desagradáveis ao longo da execução do projeto.

O orçamento para a construção civil consiste em uma avaliação detalhada dos custos envolvidos na execução de um plano de construção. Isso inclui os custos de materiais, mão de obra, equipamentos, serviços terceirizados, transporte, entre outros. O objetivo principal do orçamento projetado, é determinar o custo total do projeto, que deve ser compatível com o orçamento executivo, disponível para a realização da obra (Nunes, 2009).

Para elaborar um orçamento preciso, é necessário ter um conhecimento profundo do projeto e de todos os seus detalhes, incluindo o tipo de construção, o tamanho e a complexidade do projeto, a localização e o prazo de execução. Além disso, é preciso levar em consideração fatores externos, como a flutuação dos preços de materiais e os custos trabalhistas (Vargas, 2003).

Em suma, o orçamento é uma ferramenta importante para garantir o sucesso de um projeto de construção, permitindo que os gestores de projetos tomem decisões acertadas sobre os recursos financeiros necessários para a execução do projeto. É essencial que o orçamento seja elaborado de forma detalhada e rigorosa, levando em consideração todos os fatores relevantes para o projeto.

### **2.1.1 Tipos de Orçamento**

Na construção civil, existem diversos tipos de orçamento que podem ser utilizados para estimar os custos de um projeto de construção. Cada tipo de orçamento apresenta características específicas, sendo que a escolha do mais adequado para cada projeto depende de diversos fatores, como o objetivo do projeto, o nível de detalhamento, o tipo de construção, a complexidade do projeto, o prazo para sua execução e o capital financeiro disponível. A seguir, serão apresentados os principais tipos de orçamento utilizados na construção civil:

#### **2.1.1.1 Orçamento Preliminar**

Também conhecido como Orçamento de Estudo, é uma estimativa aproximada dos custos envolvidos em um projeto de construção. Esse tipo de orçamento é geralmente utilizado na fase inicial do projeto, antes do projeto executivo ser concluído. O objetivo do orçamento preliminar é fornecer uma ideia geral dos custos envolvidos no projeto, permitindo que os gestores de projetos tomem decisões adequadas sobre a viabilidade do mesmo (Santos, 2012).

#### **2.1.1.2 Orçamento Estimativo**

Por sua vez, é uma estimativa mais acertada dos custos envolvidos em uma proposta de construção. Esse tipo de orçamento é baseado em um projeto executivo mais detalhado, que permite que os custos sejam calculados com maior exatidão. O orçamento estimativo geralmente inclui os custos de materiais, mão de obra, equipamentos, serviços especializados, transporte entre outros relacionados à execução da obra (Nunes, 2009).

#### **2.1.1.3 Orçamento Analítico**

Também conhecido como Orçamento Detalhado, é o tipo de orçamento mais preciso e aprofundado. Esse tipo de orçamento é baseado em uma análise minuciosa de cada item do projeto, incluindo todas as atividades envolvidas na execução da obra. O orçamento detalhado é geralmente utilizado em projetos de

maior complexidade e pode ser utilizado para estimar custos em todas as fases da obra (NBR 13133, 2006).

#### 2.1.1.4 Orçamento Geral

É uma estimativa dos custos totais envolvidos na execução de uma proposta de construção. Esse tipo de orçamento é utilizado para estimar o custo total do projeto, incluindo os custos diretos e indiretos. O orçamento global pode ser utilizado para estimar os custos de um projeto em todas as fases da obra, desde a fase de concepção do projeto até a conclusão da obra (Couto, 2017).

#### 2.1.1.5 Orçamento Base Zero

É um tipo de orçamento que parte do zero, sem levar em consideração os custos envolvidos em projetos anteriores. Esse tipo de orçamento é geralmente utilizado para projetos inovadores ou para projetos que apresentam um alto grau de incerteza em relação aos custos envolvidos. O objetivo do orçamento base zero é garantir que os custos sejam analisados de forma crítica, sem levar em consideração os valores estabelecidos em projetos anteriores (Rosa, 2011).

Neste cenário, convém destacar a importância do uso de ferramentas tecnológicas, como o *Building Information Modeling* (BIM), que auxiliam na acurácia do processo de orçamentação para a construção civil. O BIM viabiliza a criação de modelos digitais tridimensionais, que possibilitam a visualização do projeto de forma mais clara e precisa, o que ajuda na estimativa de custos e na identificação de possíveis problemas que possam surgir durante a execução da obra. Ele também permite a integração entre as diversas áreas envolvidas no projeto, possibilitando uma comunicação mais eficiente e reduzindo possíveis erros de interpretação do projeto (Kim *et al.*, 2018).

### 2.1.2 Base de Dados Utilizado nas Composições

#### 2.1.2.1 Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI

A base SINAPI é uma referência técnica utilizada no Brasil para a realização de orçamentos e controle de custos na área da construção civil. Ela foi implementada em 1969, pelo Banco Nacional de Habitação (BNH) em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Atualmente, é mantida e atualizada pela Caixa Econômica Federal juntamente com o IBGE (Caixa, 2023).

Conforme descrito em CAIXA (2023), o SINAPI é adotado no Brasil como referência oficial para a elaboração de orçamentos públicos que se utilizam de recursos federais desde o ano de 2003. A importância dessa ferramenta é ratificada na Lei nº 14.133, datada de 01 de abril de 2021, também conhecida como Nova Lei de Licitações. E é estabelecido como o primeiro parâmetro, juntamente com o SICRO (Sistema de Custos Referenciais de Obras), para a contratação de obras e serviços de engenharia em âmbito público.

Essa medida reforça o monitoramento do SINAPI como fonte de informações controladas e reforçadas sobre os custos dos insumos utilizados na construção civil, tais como mão de obra, materiais, equipamentos e serviços fornecidos. Ao adotar o SINAPI como referência, busca-se garantir a transparência, padronização e eficiência nas licitações e execução de obras com recursos públicos, assegurando a qualidade e conformidade dos projetos em todo o país.

#### 2.1.2.2 Tabela de Composição de Preços para Orçamentos - TCPO

A Tabela de Composição de Preços para Orçamentos, conhecida como TCPO, é uma ferramenta essencial para profissionais da construção civil e engenharia. Elaborada e lançada pela Editora Pini em 1955, a TCPO é uma compilação de dados que fornece informações discriminadas sobre os custos envolvidos em diferentes atividades e materiais utilizados em obras.

Essa tabela é regulamentada e possui uma estrutura que permite a fácil identificação e inclusão de preços unitários para diversos itens, como mão de obra, materiais, equipamentos e serviços. Além disso, a TCPO auxilia na elaboração de orçamentos, permitindo a precisão e consistência nos cálculos, evitando a subestimação ou superestimação dos custos.

Atualmente, a Base TCPO abriga um acervo com mais de 8.500 composições de Serviços, os quais incluem Preços de Referência calculados pelo

departamento de Engenharia da PINI, bem como Composições de Empresas oriundas da indústria de materiais e serviços da construção civil.

Com a utilização do TCPO, empresas e profissionais da construção civil podem reduzir erros nos orçamentos, tornar o processo mais ágil e transparente, além de possibilitar uma melhor negociação de preços com fornecedores e clientes. Além disso, a tabela é uma fonte confiável de referência, que contribui para a padronização e organização de informações do setor de construção, fomentando a eficiência e qualidade nas obras.

## 2.2 BUILDING INFORMATION MODELING - BIM

O termo BIM, sigla para *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação da Construção), foi formulado e difundido pelo estudioso Charles Eastman, professor do Instituto de Tecnologia da Georgia (*Georgia Tech School of Architecture*), que conceituou BIM como “um modelo digital que representa um produto, que, por sua vez, seria o resultado do fluxo de informações do desenvolvimento do seu projeto” (CBIC, 2016).

O BIM surge como uma alternativa inovadora para uma solução completa de projetos da Engenharia Civil. Esta metodologia pode ser definida como uma combinação de políticas, processos e tecnologias que geram uma estrutura para gerenciar o processo de concepção de uma construção, tornando possível coordenar todos os seus dados e analisar o seu desempenho prático digitalmente durante todo o ciclo de vida do empreendimento (Succar, 2009).

Com o BIM, o produto gerado a partir da compatibilização dos projetos não é apenas um objeto gráfico visualizado em 3D (três dimensões), mas sim um aglomerado bem consolidado de parâmetros e informações que possibilitam uma visão global sobre a edificação que se deseja construir (CBIC, 2016). Dessa forma, os elementos que são paramétricos, podem ser alterados, permitindo a obtenção de atualizações instantâneas em todo o projeto. Esse processo estimula a experimentação, diminui conflitos entre elementos construtivos, facilita as revisões e aumenta a produtividade.

A criação de modelos tridimensionais das edificações inclui informações detalhadas sobre cada elemento da construção, como paredes, pisos, janelas e portas. Além disso, esses modelos permitem a visualização do projeto de forma mais

realista, o que facilita a comunicação entre os diferentes profissionais envolvidos na obra (García-Muñoz *et al.*, 2019).

Ao modelo tridimensional é praticável acrescentar informações temporais, possibilitando a visualização da evolução da obra ao longo do tempo. Dessa forma, é possível simular a execução da obra em diferentes etapas e planejar o cronograma de execução, permitindo uma gestão mais eficiente do projeto (Wang *et al.*, 2019). Além disso, também é viável adicionar elementos de custos ao protótipo 3D, permitindo visualizar o impacto das decisões tomadas durante o projeto na estimativa de custos da obra (Martínez *et al.*, 2020).

E para a construção de um orçamento, é fundamental a etapa de levantamento dos quantitativos de projeto. Esta atividade costumeiramente despense muito tempo no processo de produção do orçamento pois, tradicionalmente, é realizada manualmente a partir de desenhos bidimensionais. Para executá-la é necessário que o profissional tenha experiência suficiente para compreender os desenhos 2D do projeto e estabelecer a metodologia mais eficaz para executar as medições de cada elemento do modelo (Khosakitchalert *et al.*, 2018).

Com o advento da tecnologia BIM surgiu um novo procedimento para realizar o levantamento de quantitativos (Khosakitchalert *et al.*, 2018), que usa informações da geometria do projeto, tais como área, comprimento e volume dos elementos modelados, proporcionando a extração automática dos quantitativos de insumos. A chamada 5ª dimensão do BIM é responsável pela gestão do tempo e dos custos de um projeto de construção. Ela integra as informações de todas as outras dimensões do BIM para gerar um modelo 5D, que permite aos gestores visualizarem, analisar e controlar as variáveis de tempo e custo do projeto.

Segundo Lee (2017), a 5ª dimensão do BIM possibilita a criação de modelos de simulação e análise de custos, que ajudam a identificar riscos e a tomar decisões estratégicas. A utilização dessa dimensão pode resultar em redução de custos e prazos, como apontado por Zhou (2019), além de aumentar a precisão das estimativas de custo e ajudar a otimizar a utilização de recursos, como ressalta Alshawi (2013). No entanto, para que a 5ª dimensão do BIM seja aplicada de maneira eficiente, é necessário contar com profissionais capacitados e com a utilização de softwares específicos, como destaca Eastman (2011).

A integração da 5ª dimensão do BIM com outras ferramentas de gestão de projetos, como o *Project Management Information System* (PMIS – Sistema de Informação de Gerenciamento de Projetos), também pode aumentar sua efetividade, como apontado por Zhang (2019). Em suma, a 5ª dimensão do BIM é fundamental para a gestão eficiente de projetos de construção, permitindo o controle de tempo e custos de maneira integrada. Sua utilização pode trazer benefícios significativos para a construção civil, como redução de custos, aumento da precisão das estimativas e otimização da utilização de recursos.

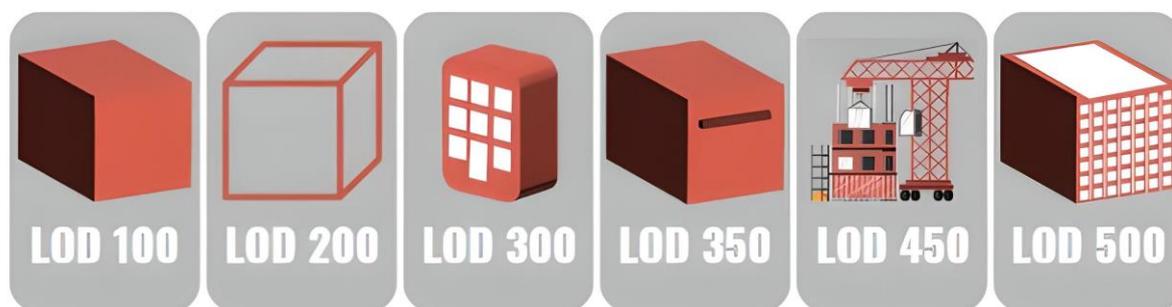
Apesar de ter chegado ao Brasil por volta de 2006 (Engetax, 2021), seu uso obrigatório só se deu através do Decreto Nº 10.306 de 02 de abril de 2020, que exige a utilização do BIM na execução de obras e serviços de engenharia pelos órgãos e instituições da administração pública federal.

### **2.2.1 LOD - Nível de Desenvolvimento do Modelo BIM**

O LOD, sigla para *Level Of Development*, em português, Nível de Desenvolvimento, é um conceito fundamental no BIM que representa o grau de detalhe e precisão dos componentes modelados em um projeto, sugerido pelo *The American Institute of Architects* (AIA – Instituto Americano de Arquitetos) no documento intitulado “*Project Building Information Modeling Protocol*” (2013), traduzido para Protocolo de Modelagem de Informações de Construção do Projeto, é utilizado para definir o estágio em que os elementos estão representados ao longo do ciclo de vida do empreendimento, desde a fase de concepção até a construção e operação (CBIC, 2016).

Ainda de acordo com o CBIC (2016), o LOD é dividido em níveis que variam de 100 a 500, sendo que quanto maior o número, maior o nível de detalhe e informação contida no elemento. São eles:

Figura 1 — Níveis de detalhamento (LOD)



Fonte: As autoras

LOD 100, onde os elementos de um modelo podem ser representados visualmente através de símbolos ou outras representações genéricas. Este nível refere-se ao estágio de pré-projeto e pode ser utilizado para análises iniciais das edificações, estimativa de custos e planejamento.

LOD 200, neste nível de desenvolvimento os elementos de um modelo podem ser apresentados graficamente como um sistema genérico, com tamanhos, formas, quantidades e orientações aproximadas. Como ainda é um projeto BIM independente, informações não geométricas podem ser incrementadas a esses elementos. É aplicável em análises de sistemas específicos, estimativa de custos e planejamento de definição das fases da construção e sua duração total.

LOD 300, agora os elementos do modelo são representados graficamente de forma específica, com detalhes como tamanho, forma, quantidade e orientações também específicas. Do mesmo modo que o BIM LOD 200, neste nível informações não gráficas podem ser anexadas aos elementos. Desenhos detalhados e modelagem geralmente são compatíveis com o BIM LOD 300, prontos para produção detalhada em escala de tempo. Pode ser usado para construção, análises de elementos e sistemas detalhados, estimativa de custos e planejamento da ordem de execução da construção.

LOD 350, que acrescenta a representação gráfica dos elementos do modelo como um sistema específico, com tamanhos, formas, orientações e interfaces com outras disciplinas.

O LOD 450 apresenta elementos de um modelo que podem ser representados graficamente como um sistema específico e estabelecerão as

montagens de maneira rigorosa em termos de quantidades, tamanhos, forma, localização e orientação, e incluirão informações completas e detalhadas sobre fabricação e montagens.

E por último, o LOD 500, que equivale ao *As-built*. O nível final de desenvolvimento que representa o projeto como ele foi realmente construído. O modelo servirá para a gestão da manutenção e da operação da edificação ou instalação.

## 2.3 SOFTWARES

Para aplicação da metodologia BIM, se faz necessário o uso de ferramentas compatíveis com os conceitos. A Autodesk é pioneira no desenvolvimento de softwares de arquitetura e engenharia com o objetivo de modelagem e compatibilização, a exemplo deles temos o *Revit*, *ArchiCAD*, *Navisworks* e *Dynamo*. Para este estudo serão utilizados prioritariamente duas ferramentas:

### 2.3.1 Revit

O *Revit* é uma poderosa ferramenta desenvolvida pela Autodesk que revolucionou a indústria da arquitetura e engenharia. Ele permite a modelagem e visualização tridimensional de projetos, com ênfase na construção de informações da edificação.

Este *software* possibilita aos profissionais de arquitetura e engenharia criar modelos paramétricos precisos e detalhados, que incluem informações sobre os materiais, estruturas e sistemas do edifício. Essa abordagem baseada em objetos permite uma melhor coordenação entre os membros da equipe de projeto e facilita a detecção de conflitos e erros antes da construção.

A ferramenta BIM também oferece uma ampla gama de recursos, como a criação de plantas baixas, cortes, elevações, perspectivas, renderizações e animações. Ele também permite a análise energética e estrutural do projeto, contribuindo para uma tomada de decisão mais bem fundamentada e esclarecida.

Por estes motivos, seu uso tem se tornado cada vez mais comum no setor da construção civil, sendo adotado por arquitetos, engenheiros e outros profissionais envolvidos no processo de projeto. Sua interface intuitiva e recursos avançados o

tornam uma ferramenta indispensável para a criação de projetos arquitetônicos de alta qualidade.

No Empreendimento Laranjeiras, todos os projetos foram modelados utilizando o *Revit* e a partir deles são extraídos os quantitativos a serem utilizados para as etapas seguintes de orçamentação.

### **2.3.2 OrçaFascio**

O *software* OrçaFascio desempenha várias funções para aprimorar os procedimentos relacionados à Engenharia de Custos, abrangendo áreas como orçamentação, planejamento, BIM, projetos elétricos e de telecomunicações, gestão do canteiro de obras, complexidade, dentre outros. Utilizando o OrçaFascio, é possível criar um orçamento de obras com até oito vezes mais rapidez.

A integração e atualização automática das tabelas de composição de preço reduz significativamente os erros na elaboração do orçamento e proporciona considerável economia de tempo. O OrçaFascio, embora seja um software de orçamento de obras, incorpora modelos de planejamento e gestão, reconhecendo a importância de abordar o orçamento, planejamento e gestão de forma interligada e conjunta.

Ademais, o programa obedece rigorosamente às diretrizes determinadas pelo TCU (Tribunal de Contas da União) e oferece um sistema avançado de armazenamento em nuvem, juntamente com documentos padronizados e personalizados para várias etapas de planejamento e gestão, incluindo o Relatório Diário de Obra (RDO).

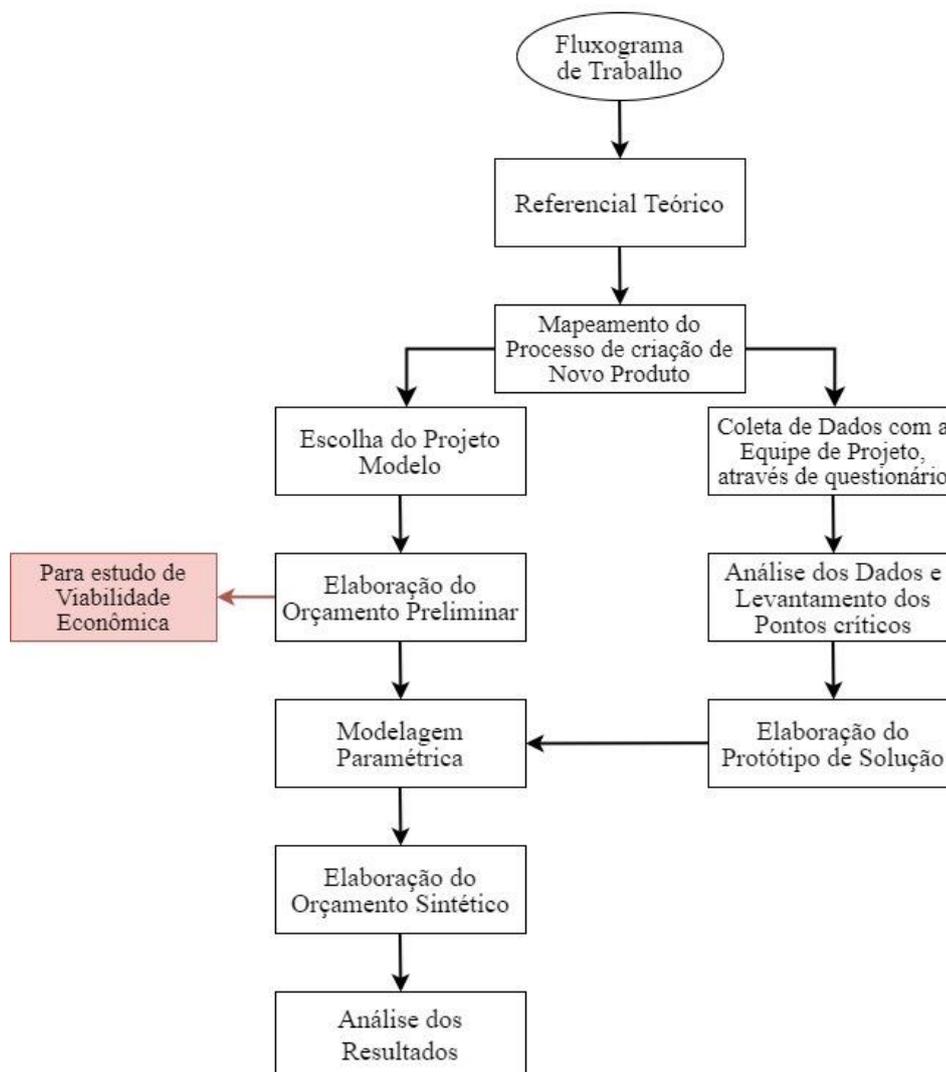
### 3 METODOLOGIA

O processo de pesquisa teve início com a revisão bibliográfica sobre BIM, orçamentação na construção civil e as interfaces entre o uso do *software Revit* na modelagem e extração de informações para o processo de levantamento de quantitativos e insumos de edificações. Para isso, foram utilizados artigos científicos, teses, dissertações e pesquisas disponíveis em veículos de informação.

Como sequência do embasamento bibliográfico, adotou-se a estratégia de se investigar, a partir de uma imersão na empresa, que é objeto do presente estudo, as informações necessárias para definição de diretrizes a serem utilizadas no desenvolvimento do framework do processo de modelagem para levantamento de quantitativa proposta neste trabalho.

Em paralelo, buscou-se realizar uma avaliação de satisfação do processo atual, aplicado aos integrantes da equipe de engenharia que apresentam interfaces com o empreendimento em análise, possibilitando o registro das principais demandas a serem atendidas para que se otimize os resultados do setor e, por consequência, da empresa. Na Figura 2 é possível ver o fluxo de trabalho desenvolvido pelas autoras.

Figura 2 — Fluxograma de trabalho



Fonte: As autoras (2023).

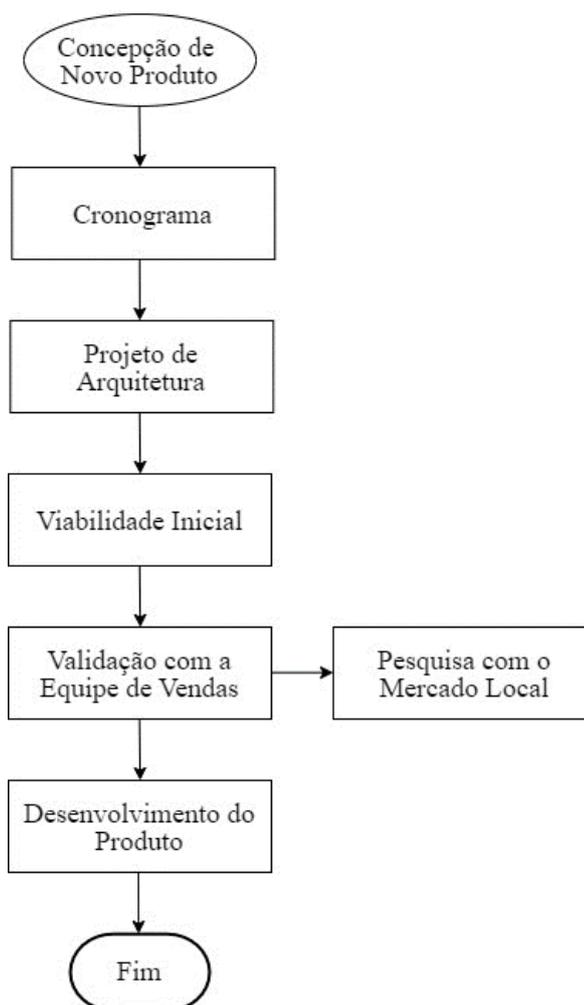
### 3.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO DE CRIAÇÃO DE NOVO PRODUTO

O processo de criação de um novo produto na Viana & Moura envolve diretamente 4 áreas da empresa, a equipe de Planejamento, Novos Produtos, Engenharia de Produto e Suprimentos, além de necessitar de validações da Diretoria da empresa.

A Figura 3, a seguir, ilustra a criação de um novo produto, entretanto, após a coleta, foi verificado que a maior lacuna se encontra na fase de estudo para concepção do produto, etapa que envolve diretamente o projeto de arquitetura e o orçamento preliminar, que é realizado com base neste. Caso o custo do orçamento ultrapasse a margem esperada para o empreendimento, é necessário fazer reajustes no projeto e refazer o seu orçamento. Desse modo, o produto pode

apresentar várias versões, mesmo que pequenas e sutis, que impactam diretamente na linha de produção da empresa. Todo esse processo pode durar um longo período, por esta razão, o maior objetivo da otimização da modelagem do produto casa padrão é fazer com que os dados dos quantitativos de materiais, que estão proporcionalmente atrelados aos índices de mão de obra, sejam quantificados de forma ágil, a fim de que a tomada de decisão seja cada vez mais rápida e assertiva.

Figura 3 — Fluxograma atual para concepção de novo produto



Fonte: As autoras (2023).

### 3.1.1 Coleta de Dados

A fim de se conhecer os pontos críticos e pontos de melhoria do processo de concepção de Novo Produto, realizou-se uma pesquisa com as equipes de projetos, Novo Produto e Engenharia de Produto, da Viana e Moura Construções S.A, através de um formulário do *Google*.

O objetivo principal da pesquisa foi entender as maiores dificuldades que os membros da equipe encontram ao projetar um novo modelo de residência. E, a partir das respostas dadas pelos colaboradores, propor soluções práticas para aderir ao dia a dia de projeto.

O questionário foi aplicado aos membros das equipes envolvidas na etapa de Estudo de Viabilidade e obteve cinco respostas.

Primeiramente, buscou-se levantar sobre quais disciplinas de projetos cada colaborador está envolvido e quais as suas maiores dificuldades na execução do projeto BIM. Também foi perguntado qual a perspectiva de cada membro sobre o uso do BIM no levantamento de quantitativos do projeto.

Além disso, foi indagado qual o nível de satisfação dos componentes da equipe em relação a clareza do fluxo de concepção do projeto e em relação à utilização do BIM no processo atual da Viana & Moura Construções para levantamento de insumos.

### **3.1.2 Análise dos Dados e Levantamento dos Pontos Críticos**

Os membros da equipe tinham a opção de escolher até dois pontos de maior dificuldade para eles entre as seguintes alternativas: Concepção do projeto, Extração de quantitativos, Modelagem, Parametrização e Usabilidade da ferramenta.

As respostas apontaram que os três pontos de maior dificuldade para a equipe são a extração de quantitativos, onde dos cinco membros que responderam à pesquisa, quatro indicaram que sentem dificuldade nessa etapa; a modelagem, que obteve três menções de dificuldade nas respostas à pesquisa; e usabilidade da ferramenta (*Revit*), igualmente destacada como empecilho para os membros da equipe participante da investigação.

Com base nos dados colhidos com os colaboradores, foi possível desenvolver um protótipo contendo as soluções pensadas pelas autoras deste trabalho.

O processo de modelagem precisa seguir as etapas de execução da obra que, conseqüentemente, são as mesmas etapas da orçamentação. A seguir, apresentamos a estrutura atual de orçamento do Produto Casa utilizada pela Viana & Moura Construções S.A.

Ao longo da estruturação, foram identificados os principais elementos que podem ser otimizados durante o processo de modelagem da empresa. Atualmente, estes elementos são calculados manualmente, procedimento conhecido como orçamentação tradicional, e, embora o BIM apresente um bom desempenho na quantificação dos materiais, a qualidade da base de dados não permite que ele o faça de maneira mais aperfeiçoada.

Tabela 1 — Ações de otimização para itens de insumos do Projeto

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	SITUAÇÃO	AÇÃO DE OTIMIZAÇÃO
<b>1</b>	<b>Fundações e Contenções</b>		
1.1.	<b>Trabalhos com Terra / Contenções</b>		
1.1.1.	Execução da contenção com blocos de concreto J	Possibilidade de otimização	Pode ser puxado através de m <sup>2</sup> da alvenaria de contorno do radier, modelado na própria arquitetura, com isso, pode-se utilizar este valor no sinapi para obter estes custos.
1.1.2.	Colchão de pó de pedra	Possibilidade de otimização	O m <sup>2</sup> de área é o mesmo do radier, no Excel, pode-se deixar uma célula resultante da multiplicação da área do radier pela espessura padrão utilizada nos projetos anteriores.
1.1.3.	Lona plástica	Possibilidade de otimização	O m <sup>2</sup> de área é o mesmo do radier.
<b>1.2.</b>	<b>Radier em Concreto Armado FCK 25Mpa</b>		
1.2.1.	Armação tela de aço Q113	Possibilidade de otimização	O m <sup>2</sup> de área é o mesmo do radier.
1.2.2.	Armação tela de aço Q61	Possibilidade de otimização	O m <sup>2</sup> de área é o mesmo do radier.
1.2.3.	Concreto FCK 25Mpa	Possibilidade de otimização	Volume de concreto utilizado em modelagem.
1.2.4.	Contrapiso interno de 4cm	Possibilidade de otimização	Área de contrapiso puxada através do "tipo do piso" multiplicada em Excel pela sua espessura (células pré-definidas).
1.2.5.	Contrapiso externo de 2cm	Possibilidade de otimização	
<b>2</b>	<b>Superestrutura e Vedações</b>		
<b>2.1.</b>	<b>Concreto Armado</b>	Possibilidade de otimização	Contabilizados através do m <sup>2</sup> de alvenaria.
<b>2.2.</b>	<b>Pontos de Grauteamento</b>		
2.2.1.	Barras de Aço	Possibilidade de otimização	
2.2.2.	Graute	Possibilidade de otimização	Contabilizados através do m <sup>2</sup> de alvenaria.
<b>2.3.</b>	<b>Blocos Estruturais</b>		
2.3.1.	Bloco de concreto 39 x 19 x 9	Possibilidade de otimização	
2.3.2.	Bloco de concreto 19 x 19 x 9	Possibilidade de otimização	Contabilizados através do m <sup>2</sup> de alvenaria.
2.3.3.	Bloco de concreto 9 x 19 x 9	Possibilidade de otimização	
2.3.4.	Bloco Calha de concreto 39	Possibilidade de otimização	

	x 19 x 9		
<b>2.4.</b>	<b>Cintamento</b>		
2.4.1.	Bloco Calha de concreto 39 x 19 x 9	Possibilidade de otimização	É possível obter o perímetro do cintamento através do metro linear das paredes adicionando um parâmetro ao projeto. Assim, com este valor em metros, pode-se obter uma composição SINAPI para se ter os custos.
2.4.2.	Concreto Armado	Possibilidade de otimização	
<b>2.5.</b>	<b>Vergas e Contravergas</b>		
2.5.1.	Vergas de concreto < 1,50m	Possibilidade de otimização	Sabendo que cada porta possui uma verga e cada janela possui uma verga e contra-verga de tamanhos iguais, e que, estes itens têm de ancorar 30cm de cada lado (segundo o time de projetos da empresa) tendo o tamanho das esquadrias, é possível adicionar a elas, em forma metadados (informação sem modelagem) qual o tamanho da verga utilizada e se esta é menos que 1,5m ou maior. Podendo assim quantificar estes itens mesmo sem o projeto de estrutura estar definido e utilizando as mesmas especificações dos itens de projetos anteriores.
2.5.2.	Vergas de concreto >= 1,50m	Possibilidade de otimização	
2.5.3.	Contravergas de concreto < 1,50m	Possibilidade de otimização	
2.5.4.	Contravergas de concreto >= 1,50m	Possibilidade de otimização	
<b>3</b>	<b>Esquadrias</b>		
<b>3.1.</b>	<b>Janelas em Alumínio</b>	Possibilidade de otimização	Para melhorar ainda a extração que já realizada através do modelo, pode-se adicionar um parâmetro de acabamento e outro de fechadura, para puxar em colunas separadas o material da esquadria e o tipo de fechadura a ser utilizada. A quantidade de peitoris pode ser associada a quantidade de janelas, assim como seu tamanho.
<b>3.2.</b>	<b>Portas em Alumínio</b>	Possibilidade de otimização	
<b>3.3.</b>	<b>KIT Portas em Madeira</b>	Possibilidade de otimização	
<b>3.4.</b>	<b>Peitoris</b>	Possibilidade de otimização	
<b>4</b>	<b>Coberturas e Proteções</b>		
<b>4.1.</b>	<b>Telhados</b>		
4.1.1.	Estrutura Metálica para telhado	Possibilidade de otimização	Através do m <sup>2</sup> do telhado é possível preencher por composições a telha e a estrutura metálica.
4.1.2.	Telhamento com telha cerâmica, tipo paulista	Possibilidade de otimização	
4.1.3.	Cumeeira para telhas	Já otimizado	

<b>4.2.</b>	cerâmicas, 2 águas <b>Impermeabilizações</b>		
4.2.1.	Pisos e paredes com emulsão asfáltica	Possibilidade de otimização	A contabilização do impermeabilizante geralmente é realizado no projeto de estrutura, mas, esta modelagem pode ser feita dentro da própria arquitetura, deixando a quantificação da impermeabilização das paredes calculadas de acordo com o comprimento destas e o impermeabilizante do piso, podendo ser modelado a parte com um tipo de piso diferente.
<b>5</b>	<b>Revestimentos</b>		
<b>5.1.</b>	<b>Paredes</b>		
5.1.1.	Alvenaria		
5.1.1.1.	Chapisco aplicado em alvenaria	Possibilidade de otimização	O ideal é que estes itens já estejam modelados na parede com divisão de camadas, para que se tenha exatamente qual a área de cada um. Outro ponto é que na planilha, poderá já haver uma célula a qual esteja fixado a espessura que essas camadas possuem, no caso do emboço.
5.1.1.2.	Emboço, e = 20mm	Possibilidade de otimização	
5.1.1.3.	Massa pronta de gesso	Possibilidade de otimização	
5.1.2.	Pintura		
5.1.2.1.	Selador acrílico, para parede externa, uma demão	Possibilidade de otimização	O ideal é que estes itens já estejam modelados na parede com divisão de camadas, para que se tenha exatamente qual a área de cada um. Outro ponto é que na planilha, poderá já haver uma célula a qual esteja fixado a quantidade de demãos em cada categoria, para que assim, seja calculado automaticamente a área total do insumo e composição de execução.
5.1.2.2.	Pintura Acrílica, para parede externa, 2 demãos	Possibilidade de otimização	
5.1.2.3.	Pintura Látex, parede interna, 2 demãos	Possibilidade de otimização	
5.1.3.	Cerâmico		
5.1.3.1.	Argamassa colante	Possibilidade de otimização	O ideal é que estes itens já estejam modelados na parede com divisão de camadas, para que se tenha exatamente qual a área de cada um. A área de argamassa deve ser igual a área de cerâmica.
5.1.3.2.	Cerâmica 54x54	Possibilidade de otimização	
<b>5.2.</b>	<b>Pisos</b>		
5.2.1.	Piso Cerâmico		
5.2.1.1.	Argamassa colante	Possibilidade de otimização	Pode-se modelar os pisos e através da área de cerâmica daquele

5.2.1.2.	Cerâmica 54x54	Possibilidade de otimização	piso é possível obter a área de argamassa colante utilizada.
5.2.2.	Rodapé Cerâmico	Possibilidade de otimização	O rodapé pode ser obtido através de um parâmetro incorporado a
5.2.2.1.	Argamassa colante	Possibilidade de otimização	prede, no qual, basta selecionar as paredes que haverá rodapé e adicionar esta informação. Com isto, nas tabelas é possível filtrar estas paredes e calcular de forma automática o comprimento total e depois multiplicar por 7cm que é a altura para se obter sua área. Pode-se adicionar a informação as portas que irão possuir soleira, para ao puxar estes quantitativos, puxar também a informação da soleira.
5.2.2.2.	Cerâmica 54x54 altura 7cm	Possibilidade de otimização	
5.2.3.	Soleiras	Possibilidade de otimização	
<b>5.3.</b>	<b>Teto</b>		
5.3.1.	Forro de PVC	Possibilidade de otimização	Puxado através da modelagem do forro em projeto.
<b>6</b>	<b>Instalações e Aparelhos</b>		
<b>6.1.</b>	<b>Elétricas e Telefônicas</b>		
	Ponto de tomada simples 10A, incluindo tomada, eletroduto, cabo e caixa elétrica. H = 30cm	Possibilidade de otimização	
6.1.1.			
	Ponto de tomada simples 10A, incluindo tomada, eletroduto, cabo e caixa elétrica. H = 110cm	Possibilidade de otimização	
6.1.2.			
	Ponto de tomada simples 20A, incluindo tomada, eletroduto, cabo e caixa elétrica. H = 210cm	Possibilidade de otimização	Os pontos de tomadas e interruptores podem ser adicionados ao projeto de arquitetura, uma vez que o projeto de layout já é feito nesta fase de estudos para ver se o novo produto supre as necessidades dos clientes. Com isto, pode-se obter uma quantidade mais assertiva destes itens, ao invés de apenas estimar pelo m <sup>2</sup> , como é realizado atualmente pela empresa.
6.1.3.			
	Ponto de tomada dupla 10A, incluindo tomada, eletroduto, cabo e caixa elétrica. H = 30cm	Possibilidade de otimização	
6.1.4.			
	Ponto de tomada dupla 10A, incluindo tomada, eletroduto, cabo e caixa	Possibilidade de otimização	
6.1.5.			

elétrica. H = 110cm

6.1.6.	Quadro de medição/entrada de energia	Possibilidade de otimização	
6.1.7.	Poste de concreto 7m	Possibilidade de otimização	Estes são itens unitários e geralmente não variam de um produto para o outro, para isto, pode haver na planilha do orçamento uma categoria de itens não variáveis, nos quais todos estes índices já estarão preenchidos.
6.1.8.	Para raios	Possibilidade de otimização	
6.1.9.	Caixa de inspeção para aterramento, circular em polietileno D=0,3m	Possibilidade de otimização	
6.1.10.	Haste de aterramento 5/8	Possibilidade de otimização	
6.1.11.	Quadro de distribuição geral 6 disjuntores	Sem possibilidade de otimização	Estas informações não se encontram disponíveis nesta etapa do processo de Análise de Viabilidade.
6.1.12.	Disjuntor monofásico de 32A	Sem possibilidade de otimização	
6.1.13.	Disjuntor monofásico de 20A	Sem possibilidade de otimização	
6.1.14.	Disjuntor monofásico de 16A	Sem possibilidade de otimização	
<b>6.2.</b>	<b>Água Fria</b>		
6.2.1.	Caixa em concreto para hidrômetro	Possibilidade de otimização	Estes são itens unitários e geralmente não variam de um produto para o outro, para isto, pode haver na planilha do orçamento uma categoria de itens não variáveis, nos quais todos estes índices já estarão preenchidos.
6.2.2.	Kit cavalete para medição de água	Possibilidade de otimização	
6.2.3.	Caixa em concreto inspeção kit cavalete 60cm	Possibilidade de otimização	
6.2.4.	Pontos de água fria	Possibilidade de otimização	Pode ser obtido através dos itens sanitários (pias, chuveiros, vasos sanitários e tanques).
<b>6.3.</b>	<b>Esgoto</b>		
6.3.1.	Caixa de gordura simples D=0,40 concreto pré-moldado	Possibilidade de otimização	Estes são itens unitários e geralmente não variam de um produto para o outro, para isto, pode haver na planilha do orçamento uma categoria de itens não variáveis, nos quais todos estes índices já estarão preenchidos.
6.3.2.	Caixa de inspeção em concreto pré-moldado	Possibilidade de otimização	

6.3.3.	Fornecimento e instalação de tubos e conexões DN 100mm	Sem possibilidade de otimização	
6.3.4.	Fornecimento e instalação de tubos e conexões DN 75mm	Sem possibilidade de otimização	Estas informações não se encontram disponíveis nesta etapa do processo de Análise de Viabilidade.
6.3.5.	Fornecimento e instalação de tubos e conexões DN 50mm	Sem possibilidade de otimização	
6.3.6.	Fornecimento e instalação de tubos e conexões DN 40mm	Sem possibilidade de otimização	
6.4.7.	Pontos de esgoto	Possibilidade de otimização	Pode ser obtido através dos itens sanitários (pias, chuveiros, vasos sanitários e tanques).
<b>6.4.</b>	<b>Louças, Metais e Bancadas</b>		
6.4.1.	Vaso sanitário com caixa acoplada, incluindo engate flexível	Possibilidade de otimização	Puxado através da modelagem em projeto.
6.4.2.	Lavatório de coluna com sifão flexível, engate, válvula e torneira cromada	Possibilidade de otimização	Puxado através da modelagem em projeto.
6.4.3.	Tanque simples em resina 60 x 60, incluindo torneira cromada de parede	Possibilidade de otimização	Puxado através da modelagem em projeto.
6.4.4.	Bancada em resina 120 x 50 com pia e torneira cromada de parede	Possibilidade de otimização	Puxado através da modelagem em projeto.

Fonte: As autoras (2023).

Ao observar a estrutura em que o projeto é desenvolvido, foi possível caracterizar como “Já otimizado” os itens que os insumos são fornecidos de maneira mais automatizada pelo projeto, entretanto, ainda é necessário gerar tabelas isoladas e transferi-las para o *Excel* manualmente.

Os itens caracterizados como “Possibilidade de otimização” são os pontos que passam despercebidos na modelagem e nos metadados, principalmente nos elementos referentes aos projetos complementares (Estrutura, Elétrica e Hidrossanitário), que, em um primeiro momento, é óbvio supor que não é possível quantificá-los, uma vez que na fase de estudo de viabilidade estes projetos não estão prontos. Por isto, a empresa se baseia no método de cálculo aproximado por m<sup>2</sup> para estimar o valor dos insumos e da mão de obra necessária, fundamentando-se em projetos anteriormente construídos pela empresa. Essa metodologia de levantamento de custos acaba gerando um grande desvio em relação ao orçamento final.

### **3.1.3 Elaboração do protótipo de solução**

Para cada ponto crítico levantado foram pensadas soluções para aplicar na elaboração do orçamento do projeto modelo escolhido para este trabalho. A partir dessas propostas de otimização, foi desenvolvido um *template* contemplando as ações sugeridas, permitindo a redução de tempo e mitigação de erros no levantamento de dados para o estudo de viabilidade.

Para possibilitar o melhor uso das sugestões, outros três produtos foram desenvolvidos:

#### **3.1.3.1 Principais itens para evolução da modelagem do produto.**

Através da análise do modelo atual para o projeto base desse estudo, é possível concluir que a modelagem se caracteriza como LOD 100. É preciso evoluir com as especificações já definidas a fim de se obter os dados descritos na Tabela 1 — Ações de otimização para itens de insumos do Projeto, evoluindo a modelagem para o LOD 300, que permite uma extração de quantitativos para a etapa seguinte do Figura 3, o estudo de Viabilidade Inicial. Portanto, o passo a passo apresentado a seguir prevê as melhores práticas para a modelagem do produto, para evitar

retrabalho e otimizar os itens que irão impactar no resultado em relação aos quantitativos.

I. FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES:

O radier antes modelado genericamente agora será contemplado com a modelagem da alvenaria de contorno além de ser adicionado o tipo do concreto a ser utilizado. Também já pode ser exportado o valor da área e do volume para planilha de orçamento base.

II. SUPERESTRUTURA E VEDAÇÕES:

As paredes genéricas vão evoluir de modelagem, pois estas irão ser substituídas pelas chamadas “paredes compostas”, as quais são constituídas por camadas pertinentes a cada tipo de vedação, como é o caso geral do chapisco, emboço, massa fina, pinturas, revestimentos e afins;

Este também é o momento de preencher os parâmetros de alvenaria, que indicarão se a parede é externa ou interna, se possuirá ou não o cintamento, se aquele trecho faz parte da empena etc.

III. ESQUADRIAS:

Neste momento, já se sabe quais serão os materiais das esquadrias, então é importante preencher estes parâmetros de detalhamento pois isto interfere no custo. Como exemplo do caso real vivenciado na Viana & Moura, existem produtos que são construídos em mais de uma cidade, com uma variação apenas do material da esquadria de acordo com as características locais, tendo assim uma variação no produto e no preço, portanto, são parâmetros importantes para quantificar e projetar o custo na esteira de produção das casas.

IV. COBERTURAS E PROTEÇÕES:

Substituindo a modelagem do telhado para uma que contemple a especificação do sistema estrutural no qual será utilizado, assim como telhas com as especificações reais.

V. REVESTIMENTOS:

Evoluir o piso de único, para o modelo em camadas, diferenciando as espessuras de contrapiso assim como o tipo de cerâmica utilizado em cada local, uma vez que foi citado pela empresa que as áreas molhadas possuem revestimentos diferentes;

Adicionar o tipo da tinta a ser utilizada na parede, se haverá ou não impermeabilização (parâmetro incorporado ao modelo), onde possuirá cerâmica ou qualquer outro revestimento diferente. É importante que as abas de informação do material estejam preenchidas.

VI. INSTALAÇÕES E APARELHOS:

Adicionar informações as famílias de louças e metais, para que na hora do orçamento já se saiba qual a faixa de custo de acabamento dessas peças será utilizada;

Adicionar os pontos elétricos de acordo com o projeto de layout.

3.1.3.2 Tabela em Excel padronizado para orçamento

A tabela padronizada contém os insumos que se fazem necessários para a construção do orçamento sintético preliminar. Formada por código do insumo, descrição, unidade de medição (UND) de cada insumo, quantidade de cada insumo, valor unitário e valor unitário acrescido do Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) e como padrão da empresa, nesta fase do processo é adotado como zero por cento. As colunas de Total em reais e Peso em porcentagem completam a estrutura do orçamento que pode ser analisado na Tabela 2.

Tabela 2 — Orçamento sintético preliminar

ITEM	CÓDIGO	BANCO	DESCRIÇÃO	UND	QUANTIDADE	VALOR UNIT (R\$)	VALOR UNIT COM BDI (R\$)	TOTAL (R\$)	PESO (%)
<b>1</b>			<b>FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES</b>					<b>6.058,17</b>	<b>15,55 %</b>
<b>1.1</b>			<b>TRABALHOS COM TERRA/CONTENÇÕES</b>					<b>1.423,67</b>	<b>3,66 %</b>
1.1.1	103337	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO APARENTE DE 9X19X39 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_12/2021	m <sup>2</sup>	2,88	42,60	42,60	122,68	0,31 %
1.1.2	97087	SINAPI	CAMADA SEPARADORA PARA EXECUÇÃO DE RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, EM LONA PLÁSTICA. AF_09/2021	m <sup>2</sup>	52,27	2,16	2,16	112,90	0,29 %
1.1.3	95241	SINAPI	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS, LAJES SOBRE SOLO OU RADIERS, ESPESSURA DE 5 CM. AF_07/2016	m <sup>2</sup>	52,27	22,73	22,73	1.188,09	3,05 %
<b>1.2</b>			<b>RADIER EM CONCRETO ARMADO FCK 25MPa</b>					<b>4.634,50</b>	<b>11,90 %</b>
1.2.2	1130	Próprio	ARMAÇÃO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, COM USO DE TELA Q-61	m <sup>2</sup>	52,27	9,07	9,07	474,08	1,22 %
1.2.3	97096	SINAPI	CONCRETAGEM DE RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, FCK 30 MPA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_09/2021	m <sup>3</sup>	4,18	559,82	559,82	2.340,04	6,01 %
1.2.3	1139	Próprio	ARMAÇÃO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, COM USO DE TELA Q-113	m <sup>2</sup>	52,27	11,14	11,14	582,28	1,49 %
1.2.5	1133	Próprio	CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MANUAL,	m <sup>2</sup>	39,02	31,73	31,73	1.238,10	3,18 %

ESPESSURA 3CM

<b>2</b>			<b>SUPERESTRUTURA E VEDAÇÕES</b>					<b>8.590,96</b>	<b>22,06 %</b>
<b>2.1</b>	103341	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO APARENTE DE 19X19X39 CM (ESPESSURA 19 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_12/2021	m <sup>2</sup>	100,95	69,06	69,06	6.971,60	17,90 %
<b>2.2</b>	93205	SINAPI	CINTA DE AMARRAÇÃO DE ALVENARIA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA. AF_03/2016	M	38,72	29,50	29,50	1.142,24	2,93 %
<b>2.3</b>	1138	Próprio	VERGAS E CONTRAVERGAS EM CONCRETO PRÉ MOLDADO 25MPa ARMADURA TRELIÇADA	M	19,2	24,85	24,85	477,12	1,22 %
<b>3</b>			<b>ESQUADRIAS</b>					<b>3.731,31</b>	<b>9,58 %</b>
<b>3.1</b>	1134	Próprio	JANELA DE CORRER 100 X 150 CM, 1 FOLHA FIXA E 1 MÓVEL EM VIDRO	UND	2	423,37	423,37	846,74	2,17 %
<b>3.1</b>	1135	Próprio	JANELA MAXIM-AR 80x60 CM EM ALUMINÍO NA COR BRANCA, COM 1 FOLHA DE VIDRO	UND	1	225,57	225,57	225,57	0,58 %
<b>3.1</b>	1136	Próprio	PORTA DE GIRO EM ALUMÍNIO COM POSTIGO, 80X210 CM	UND	2	698,64	698,64	1.397,28	3,59 %
<b>3.1</b>	1137	Próprio	KIT DE PORTA PRONTA NA COR IPÊ, 70X210 CM, BATENTE, ALIZAR EM MDF	UND	4	315,43	315,43	1.261,72	3,24 %
<b>4</b>			<b>COBERTURAS E PROTEÇÕES</b>					<b>6.219,75</b>	<b>15,97 %</b>
<b>4.1</b>			<b>TELHADOS</b>					<b>5.177,80</b>	<b>13,29 %</b>
<b>4.1.1</b>	92575	SINAPI	TRAMA DE AÇO COMPOSTA POR RIPAS E ÇAIBROS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	m <sup>2</sup>	47,26	72,82	72,82	3.441,47	8,84 %

4.1.2	94447	SINAPI	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO PAULISTA, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	m <sup>2</sup>	47,26	36,74	36,74	1.736,33	4,46 %
<b>4.2</b>			<b>IMPERMEABILIZAÇÕES</b>					<b>1.041,95</b>	<b>2,68 %</b>
4.2.1	98557	SINAPI	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS AF_06/2018	m <sup>2</sup>	35	29,77	29,77	1.041,95	2,68 %
<b>5</b>			<b>REVESTIMENTOS</b>					<b>9.653,06</b>	<b>24,78 %</b>
<b>5.1</b>			<b>PAREDES</b>					<b>6.659,89</b>	<b>17,10 %</b>
5.1.1	1140	Próprio	CERÂMICA 54x54 CM TIPO A	m <sup>2</sup>	14,97	18,88	18,88	282,63	0,73 %
5.1.2	1141	Próprio	ARGAMASSA COLANTE AC I	m <sup>2</sup>	14,97	6,92	6,92	103,59	0,27 %
5.1.3	1132	Próprio	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS, ARGAMASSA TRAÇO 1:3	m <sup>2</sup>	191,11	2,42	2,42	462,48	1,19 %
5.1.4	1131	Próprio	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, ESPESSURA DE 25MM	m <sup>2</sup>	191,12	23,82	23,82	4.552,47	11,69 %
5.1.5	1142	Próprio	MASSA FINA DE GESSO	m <sup>2</sup>	176,13	2,05	2,05	361,06	0,93 %
5.1.6	104641	SINAPI	PINTURA LÁTEX ACRÍLICA ECONÔMICA, APLICAÇÃO MANUAL EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_04/2023	m <sup>2</sup>	109,17	3,24	3,24	353,71	0,91 %
5.1.7	95305	SINAPI	TEXTURA ACRÍLICA, APLICAÇÃO MANUAL EM PAREDE, UMA DEMÃO. AF_04/2023	m <sup>2</sup>	70,92	7,67	7,67	543,95	1,40 %
<b>5.2</b>			<b>PISOS</b>					<b>1.006,70</b>	<b>2,58 %</b>
5.2.1	1140	Próprio	CERÂMICA 54x54 CM TIPO A	m <sup>2</sup>	39,02	18,88	18,88	736,69	1,89 %
5.2.2	1141	Próprio	ARGAMASSA COLANTE AC I	m <sup>2</sup>	39,02	6,92	6,92	270,01	0,69 %

<b>5.3</b>			<b>TETO</b>					<b>1.986,47</b>	<b>5,10 %</b>
<b>5.3.1</b>	96485	SINAPI	FORRO EM RÉGUAS DE PVC, LISO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO. AF_05/2017_PS	m <sup>2</sup>	35,24	56,37	56,37	1.986,47	5,10 %
<b>6</b>			<b>INSTALAÇÕES E APARELHOS</b>					<b>4.697,20</b>	<b>12,06 %</b>
<b>6.1</b>	86888	SINAPI	VASO SANITÁRIO SIFONADO COM CAIXA ACOPLADA LOUÇA BRANCA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	UN	1	432,14	432,14	432,14	1,11 %
<b>6.2</b>	86939	SINAPI	LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA COM COLUNA, *44 X 35,5* CM, PADRÃO POPULAR, INCLUSO SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC, VÁLVULA E ENGATE FLEXÍVEL 30CM EM PLÁSTICO E COM TORNEIRA CROMADA PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	UN	1	427,74	427,74	427,74	1,10 %
<b>6.3</b>	86934	SINAPI	BANCADA DE MÁRMORE SINTÉTICO 120 X 60CM, COM CUBA INTEGRADA, INCLUSO SIFÃO TIPO FLEXÍVEL EM PVC, VÁLVULA EM PLÁSTICO CROMADO TIPO AMERICANA E TORNEIRA CROMADA LONGA, DE PAREDE, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	UN	1	420,65	420,65	420,65	1,08 %
<b>6.4</b>	86920	SINAPI	TANQUE DE LOUÇA BRANCA COM COLUNA, 30L OU EQUIVALENTE, INCLUSO SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC, VÁLVULA PLÁSTICA E TORNEIRA DE METAL CROMADO PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	UN	1	768,15	768,15	768,15	1,97 %

6.5	104665	SINAPI	CONJUNTO DE PONTOS HIDRÁULICOS DE ÁGUA FRIA PARA BANHEIRO (RAMAL/SUB-RAMAL E DISTRIBUIÇÃO) EM PVC, COM TUBOS, CONEXÕES, REGISTROS, CORTES E FIXAÇÕES EM PRÉDIO (PRUMADA COLETIVA), COM TUBULAÇÕES APARENTES OU EMBUTIDAS SEM RASGO. AF_05/2023	UN	1	550,76	550,76	550,76	1,41 %
6.6	104666	SINAPI	CONJUNTO DE PONTOS HIDRÁULICOS DE ÁGUA FRIA PARA COZINHA OU SERVIÇO (RAMAL/SUB-RAMAL E DISTRIBUIÇÃO) EM PVC, COM TUBOS, CONEXÕES, REGISTROS, CORTES E FIXAÇÕES EM PRÉDIO (PRUMADA COLETIVA) SEM RASGO . AF_05/2023	UN	1	249,59	249,59	249,59	0,64 %
6.7	104477	SINAPI	COMPOSIÇÃO PARAMÉTRICA DE PONTO ELÉTRICO DE ILUMINAÇÃO, COM INTERRUPTOR SIMPLES, EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL COM ELETRODUTO EMBUTIDO SEM NECESSIDADE DE RASGOS, INCLUSO TOMADA, ELETRODUTO, CABO E QUEBRA (SEM LUMINÁRIA E LÂMPADA). AF_11/2022	UN	5	97,39	97,39	486,95	1,25 %
6.8	104479	SINAPI	COMPOSIÇÃO PARAMÉTRICA DE PONTO ELÉTRICO DE TOMADA DE USO GERAL 2P+T (10A/250V) EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL COM ELETRODUTO EMBUTIDO SEM NECESSIDADE DE RASGOS, INCLUSO TOMADA, ELETRODUTO, CABO E QUEBRA. AF_11/2022	UN	14	97,23	97,23	1.361,22	3,49 %

<b>Total sem BDI</b>	<b>38.950,45</b>
<b>Total do BDI</b>	<b>0,00</b>
<b>Total Geral</b>	<b>38.950,45</b>

Fonte: As autoras (2023).

O orçamento produzido pelas autoras teve um tempo de execução de oito horas, chegando ao resultado total de R\$ 38.950,45 (trinta e oito mil, novecentos e cinquenta reais e quarenta e cinco centavos) a partir da extração de quantitativos do modelo projetado no template desenvolvido.

### 3.1.3.3 *Checklist* para verificação de produto

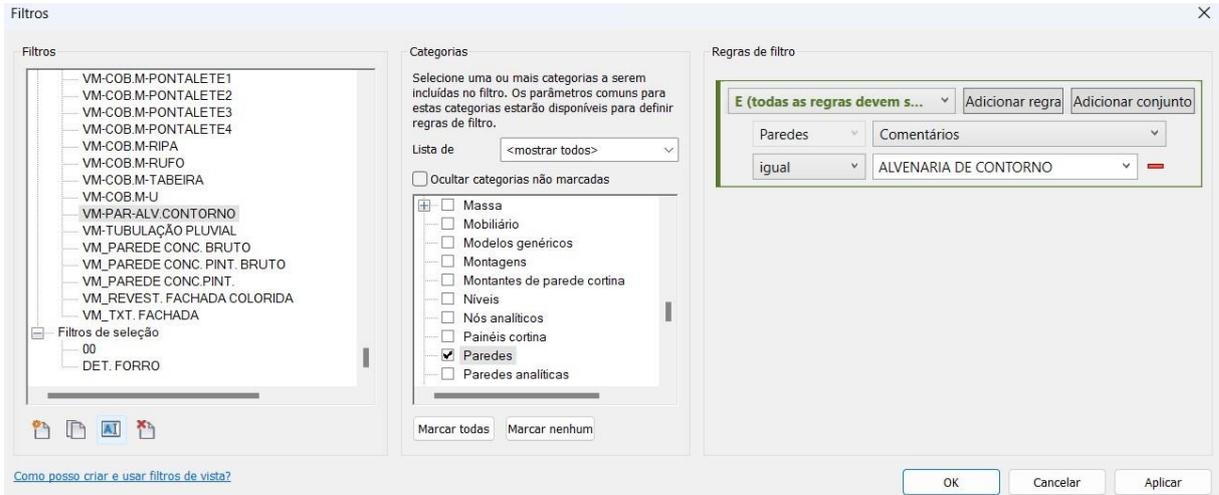
O *checklist* para verificação do produto consiste em uma lista de conferência para verificação dos dados extraídos do modelo, avaliando a coerência de informações chave. Ele servirá de material de apoio para o projetista responsável pela elaboração do projeto e o levantamento de quantitativos, além disso, está alinhado com a cultura de revisão adotada pelo setor Novos Produtos da empresa analisada nesse estudo de caso.

- I. A área de argamassa colante deve ser igual a área da cerâmica, tanto de piso quanto parede;
- II. O somatório das áreas do contrapiso devem ser o mesmo que a área de forro;
- III. A área de chapisco deve ser aproximadamente o dobro da área de alvenaria de paredes;
- IV. A área de pintura é igual a área de selador;
- V. As portas e esquadrias devem ter os campos de “função e material” preenchidos;
- VI. Os itens de louças e metais devem ter suas especificações na descrição do produto.

Além disso, é sugerido o uso do filtro de verificação no Revit para identificação dos elementos na modelagem genérica ou aqueles que estão sem o preenchimento adequado dos campos de informação.

A criação dos filtros é realizada a partir dos parâmetros já criados, como exemplo, podemos observar na Figura 4 os filtros desenvolvidos para a verificação da tipologia de paredes, permitindo a visualização clara no modelo da correta adequação de cada parede de acordo com sua função: Alvenaria de contorno, Alvenaria de cintamento e Alvenaria de *Shaft*, que são as tipologias presentes no projeto em estudo neste trabalho.

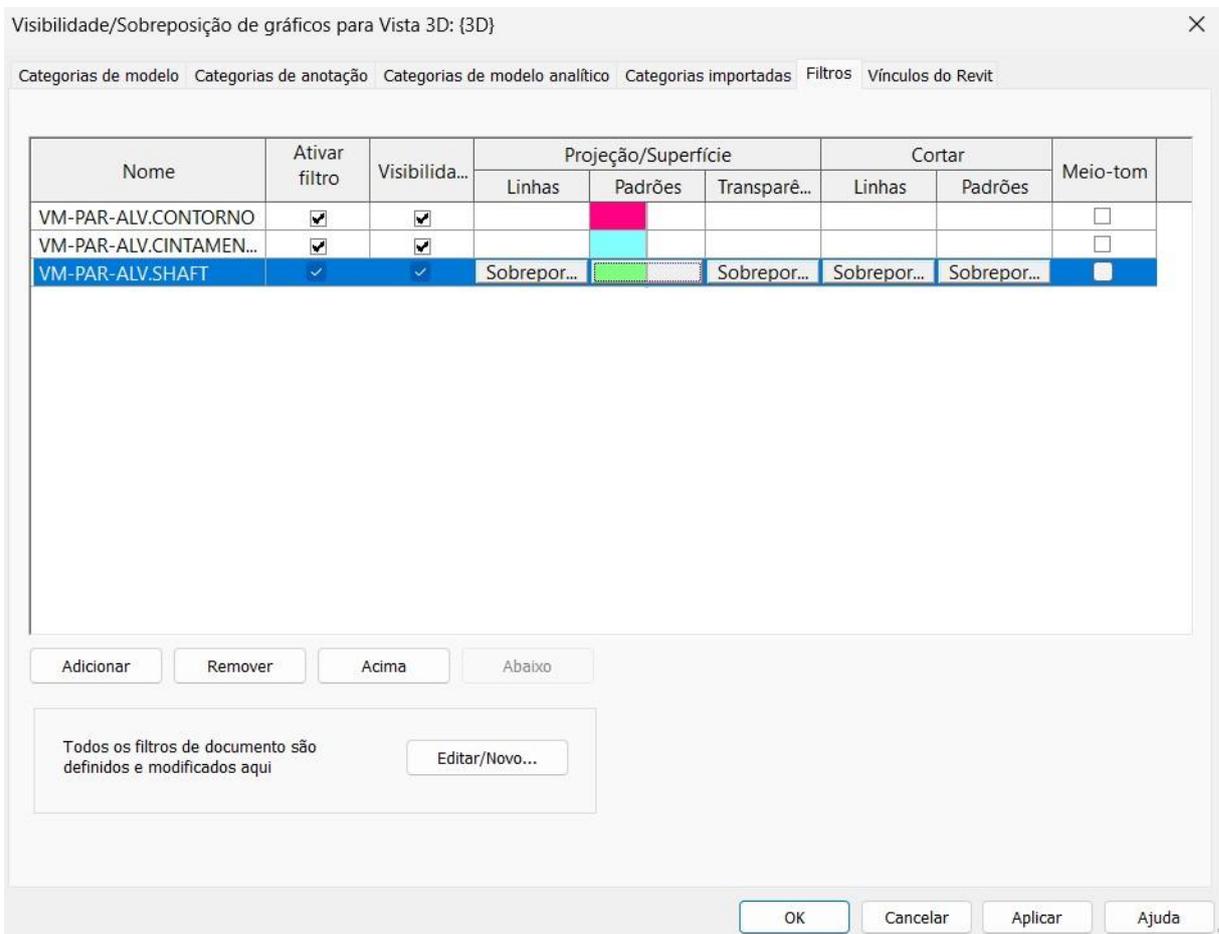
Figura 4 — Criação de filtro de verificação para tipologia de parede



Fonte: As autoras (2023).

Com os filtros criados, define-se o padrão de visualização da “Projeção/Superfície” que deverá aparecer no modelo, como visto na Figura 5.

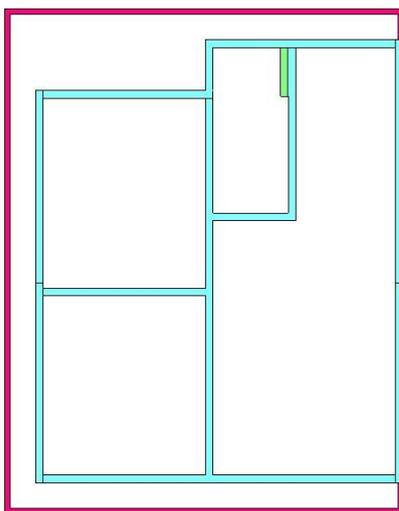
Figura 5 — Definição de padrão para visualização de projeção



Fonte: As autoras (2023).

Com as configurações definidas, é possível chegar a seguinte visualização representada na Figura 6. Ficando claro assim, a coerência da modelagem em relação àquilo que foi projetado, considerando as necessidades especificadas.

Figura 6 — Visualização com filtro aplicado



Fonte: As autoras (2023).

Essa funcionalidade se aplica a diferentes elementos, ou ainda, diferentes parâmetros, como composição e disciplina. Se fazendo necessária em modelagens que com elevado detalhamento, apoiando o projetista na mitigação dos erros relacionados a modelagem.

### 3.2 ESCOLHA DO PROJETO MODELO

O empreendimento Condomínio Recanto das Laranjeiras II – Caruaru localiza-se na cidade de Caruaru, no agreste de Pernambuco. De acordo com os primeiros estudos analíticos da Viana & Moura Construções, o terreno total denominado inicialmente de agreste urbanização, terá 7 condomínios de 500 unidades privativas como mostra abaixo na Figura 7.

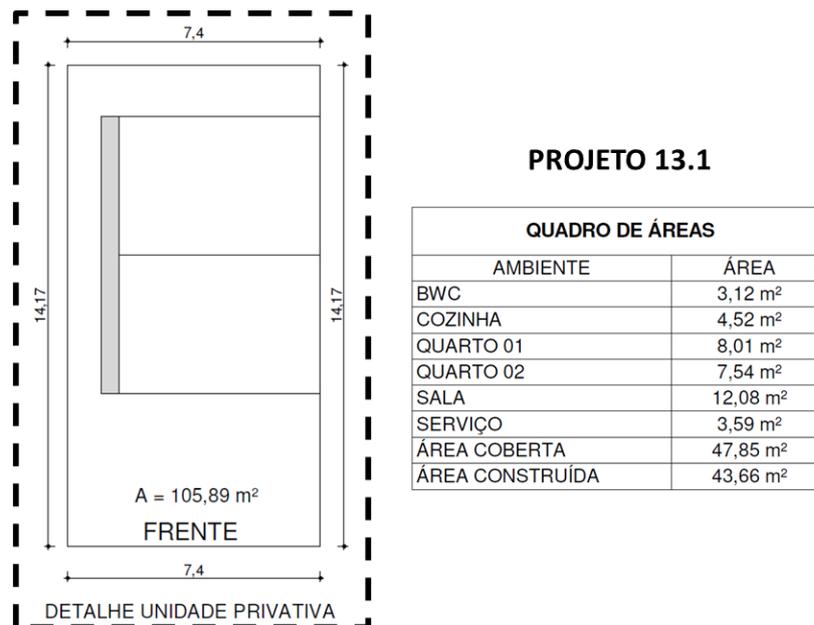
Figura 7 — Estudo Preliminar do Condomínio Recanto das Laranjeiras II – Caruaru



Fonte: Viana & Moura Construções (2023).

Cada unidade privativa contém uma área total de 105,89 m<sup>2</sup> com 43,66 m<sup>2</sup> de área construída. Para nosso estudo de caso, utilizaremos o primeiro condomínio desse grupo, chamado de Laranjeiras II.

Figura 8 — Unidade Privativa do Condomínio Recanto das Laranjeiras II – Caruaru



Fonte: Viana & Moura Construção (2023).

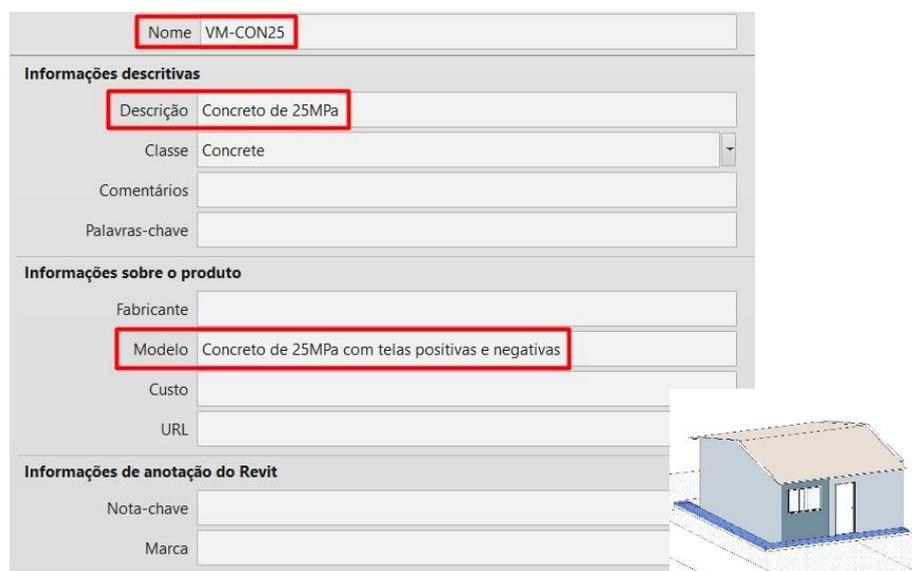
Com as medidas proposta pela equipe, será possível aplicar no desenvolvimento do próximo condomínio a ser executado, visto que é esperado uma maior complexidade devido à normativas vigentes, podendo desta forma, auxiliar a equipe de engenharia no processo de análise de viabilidade do projeto.

## 4 RESULTADOS

Como resultado deste estudo, foi gerado um template base visando a viabilidade de projetos similares, de modo a otimizar a geração de novos produtos para a Viana & Moura Construções, contemplando melhorias em sua estrutura para que tornasse possível a extração dos quantitativos de insumos do projeto com maior agilidade, incorporando mais informações, elevando o nível de BIM dentro do setor responsável pelo desenvolvimento dos projetos na etapa de análise de viabilidade.

Dentre as melhorias realizadas pela equipe e especificadas na Tabela 1 — Ações de otimização para itens de insumos do Projeto, as que mais impactam no processo de evolução do LOD dentro do setor, objetivo principal da empresa, foram a criação do parâmetro para inclusão do material a ser utilizado no Radier dentro da etapa de Fundação e Contorno, cujo preenchimento colabora para que possa ser extraído o volume de material utilizado de forma automática. O preenchimento correto desse elemento é indicado na Figura 9, que posteriormente irá compor a tabela de materiais para a etapa de orçamentação.

Figura 9 — Parâmetros a serem preenchidos na modelagem do Radier



Nome	VM-CON25
<b>Informações descritivas</b>	
Descrição	Concreto de 25MPa
Classe	Concrete
Comentários	
Palavras-chave	
<b>Informações sobre o produto</b>	
Fabricante	
Modelo	Concreto de 25MPa com telas positivas e negativas
Custo	
URL	
<b>Informações de anotação do Revit</b>	
Nota-chave	
Marca	

Fonte: As autoras (2023).

Ainda na etapa de Fundações e contenções, o acréscimo da alvenaria de contorno colaborou para se elevar a precisão na extração do quantitativo referente a esse elemento. O preenchimento dos campos de Nome, Descrição, Classe,

Fabricante e Modelo complementam a modelagem do produto, como pode ser visto na Figura 10.

Figura 10 — Preenchimento dos parâmetros de alvenaria de contorno

Nome BCO09

**Informações descritivas**

Descrição ALVENARIA EM BLOCO DE CONCRETO 9cm

Classe Alvenaria

Comentários

Palavras-chave

**Informações sobre o produto**

Fabricante VMP

Modelo BLOCO DE CONCRETO 09x19x39 cm

Custo

URL

**Informações de anotação do Revit**

Nota-chave

Marca

Fonte: As autoras (2023).

A criação dos modelos para famílias de Parede utilizadas no projeto na etapa de Superestrutura e vedações otimiza o processo de modelagem desse produto, automatizando a extração exata dos materiais a serem utilizados. Na Figura 11 é possível observar um exemplo de uma das “paredes compostas” desenvolvidas.

Figura 11 — Preenchimento de camadas de tipologia de parede

Editar montagem

Família: Parede básica

Tipo: ALV232.BIM-03-PTC/BCO/PT1276

Espessura total: 0,1259 (Fácil)

Resistência (R): 0,0900 (m²·K)/W

Massa térmica: 0,09 kJ/(m²·K)

Altura da amostra: 3,0000

Função	Material	Espessura	Coberturas	Material estrutural	Variável
1 Estrutura [1]	ITE	0,0020			
2 Estrutura [1]	MF	0,0020			
3 Estrutura [1]	REX	0,0130			
4 Estrutura [1]	CHP	0,0020			
5 Estrutura [1]	NLO	0,0010			
6 Estrutura [1]	IMP	0,0010			
7 Limite de núcleo	Camadas acima da v 0,0000				
8 Estrutura [1]	BCO09	0,0900			
9 Limite de núcleo	Camadas abaixo da 0,0000				
10 Estrutura [1]	IMP	0,0010			
11 Estrutura [1]	NLO	0,0010			
12 Estrutura [1]	CHP	0,0030			
13 Estrutura [1]	RIN	0,0070			
14 Estrutura [1]	MF	0,0020			
15 Estrutura [1]	PTI	0,0020			

LADO EXTERNO

LADO INTERNO

Inserir Excluir Acima Abaixo

Vitrado de revestimento-padrão: Nas extremidades: Não vitrar / Vitrar

Modificar estrutura vertical (somente na visualização do corte): Modificar / Manter regras / Estruturo por percurso

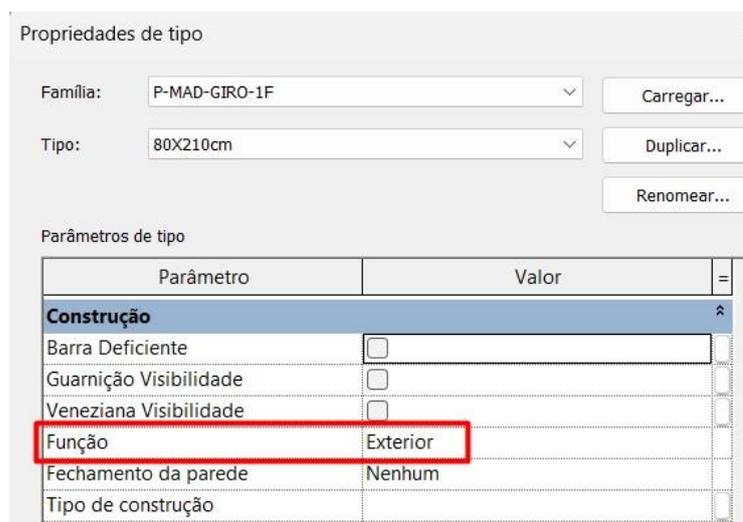
Atribuir camadas / Dividir região / Fixar

OK Cancelar Ajuste

Fonte: As autoras (2023).

Na etapa de Esquadria, as Portas passam a contar com o parâmetro de Função visto na Figura 12, que define se ela é uma porta interna ou externa, otimizando a cotação e pedido de compra padrão utilizado pela empresa.

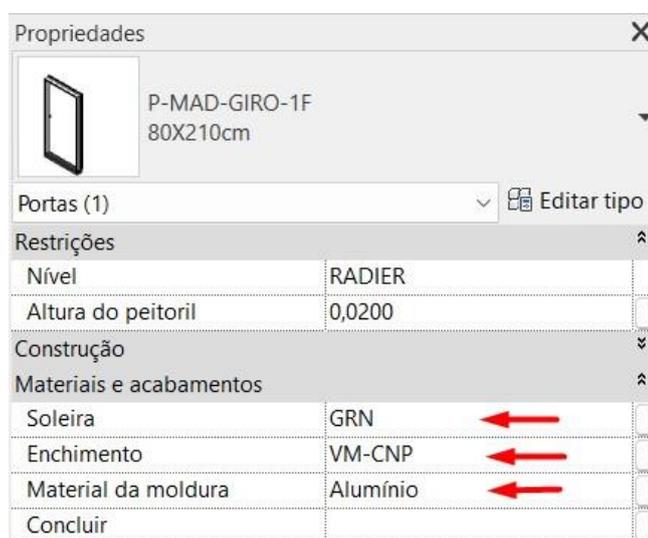
Figura 12 — Parâmetro de função para portas



Fonte: As autoras (2023).

Além disso, na instância dessas famílias foram adicionados os campos de Soleira, Enchimento e Material da moldura, todos eles geraram uma otimização no processo de extração de quantitativos, utilizados para a construção do orçamento conforme a Tabela 1 — Ações de otimização para itens de insumos do Projeto. Os novos campos podem ser vistos na Figura 13.

Figura 13 — Parâmetros complementares para a família de portas



Fonte: As autoras (2023).

Dessa forma é possível garantir uma replicação em modelo industrial, que é a base da Viana & Moura Construções, para os projetos da tipologia condomínio, os quais apresentam maior relevância para a empresa atualmente. Otimizando desta forma o processo de extração de quantitativos que servirão tanto para a produção seguinte do orçamento, quanto para a criação do pedido de compra, que ganhará a possibilidade de compra em volume com base em dados precisos.

Os quantitativos gerados a partir da modelagem do projeto no template proposto pela equipe são agrupados em dois tipos de tabelas, sendo elas de Materiais ou de Famílias.

Nas chamadas tabelas de materiais, a equipe agrupou os insumos por categoria, visando a auxiliar na logística de compra e distribuição materiais a serem utilizados durante toda a construção, atendendo a demanda do setor responsável pelas compras e logística da Viana & Moura. Na Figura 14 é possível observar o quantitativo de cada item pelas respectivas unidades de área e volume.

Figura 14 — Extração de quantitativo de material

<LEVANTAMENTO DE MATERIAL POR CATEGORIA>			
A	B	C	D
CATEGORIA	MATERIAL: DESCRIÇÃO	MATERIAL: ÁREA	MATERIAL: VOLUME
FORRO			
FORRO	FORRO EM PVC NA COR BRANCA, RÉGUAS 120x20cm	35,24 m <sup>2</sup>	1,41 m <sup>3</sup>
PAREDE			
PAREDE	ALVENARIA EM BLOCO DE CONCRETO 09x19x39 cm	100,95 m <sup>2</sup>	9,08 m <sup>3</sup>
PAREDE	CERÂMICA 54x54	14,97 m <sup>2</sup>	0,04 m <sup>3</sup>
PAREDE	CHAPISCO	191,11 m <sup>2</sup>	0,49 m <sup>3</sup>
PAREDE	IMPERMEABILIZANTE EM MANTA ASFALTICA	30,56 m <sup>2</sup>	0,03 m <sup>3</sup>
PAREDE	MASSA FINA	176,13 m <sup>2</sup>	0,34 m <sup>3</sup>
PAREDE	REBOCO	191,12 m <sup>2</sup>	1,85 m <sup>3</sup>
PAREDE	TEXTURITE COLORIDO	70,92 m <sup>2</sup>	0,13 m <sup>3</sup>
PAREDE	TINTA INTERNA NA COR BRANCA	109,17 m <sup>2</sup>	0,21 m <sup>3</sup>
PISO			
PISO	ARGAMASSA COLANTE AC III	39,02 m <sup>2</sup>	0,39 m <sup>3</sup>
PISO	CERÂMICA 54x54	39,02 m <sup>2</sup>	0,20 m <sup>3</sup>
PISO	CONTRAPISO DE 2CM DE ESPESSURA	4,44 m <sup>2</sup>	0,09 m <sup>3</sup>
PISO	CONTRAPISO DE 3CM DE ESPESSURA	34,58 m <sup>2</sup>	1,04 m <sup>3</sup>
RADIER			
RADIER	CONCRETO DE 25MPa	52,27 m <sup>2</sup>	4,18 m <sup>3</sup>
TELHADO			
TELHADO	TELHA PAULISTINHA	47,26 m <sup>2</sup>	1,89 m <sup>3</sup>

Fonte: As autoras (2023).

No que diz respeito as tabelas de famílias, itens como portas, janelas, peças de instalações, entre outras, são agrupadas e geram cada uma, uma tabela única com informações de quantidade e descrição, como é visto na Figura 15.

Figura 15 — Extração de quantitativos de portas

CONTROLE CONSTRUÇÃO PORTAS	
A	B
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
PORTA DE GIRO EM MADEIRA, PINTADA NA COR BRANCA, 70x210cm	3
PORTA DE GIRO EM MADEIRA, PINTADA NA COR BRANCA, 80x210cm	2

Fonte: As autoras (2023).

Visando o melhor entendimento do projeto e a visualização dos elementos modelados pela equipe no novo template produzido para a casa padrão, foi projetada uma planta humanizada, apresentada na Figura 16, onde é possível ver o resultado deste trabalho, apresentada em detalhes no APÊNDICE A – PLANTA BAIXA DO PRODUTO MODELADA COM NOVO TEMPLATE PRODUZIDO.

Figura 16 — Planta baixa humanizada



Fonte: As autoras (2023).

Durante a execução e em alinhamento com a equipe alvo da pesquisa, entendeu-se necessário a criação de uma padronização no processo de nomenclatura das famílias modeladas. O guia produzido se encontra no APÊNDICE B – LISTA DE NOMENCLATURA PARA FAMÍLIA DO TEMPLATE e impacta diretamente no resultado do levantamento de quantitativo, visto que é a partir dele que os agrupamentos e leituras do projeto se dão.

Vislumbrando uma interface mais eficiente entre os setores envolvidos no processo de desenvolvimento de novos produtos, considerando o déficit nos projetos anteriores da Viana & Moura em relação ao nível de BIM presente na empresa, entendemos que a modelagem proposta neste estudo pode proporcionar

significativas melhorias no processo de concepção e análise de viabilidade econômica de novos produtos.

Desse modo, o template elaborado pelas autoras propicia resultados importantes para a construção do orçamento preliminar e, conseqüentemente, para análise financeira de novos produtos. As melhorias realizadas no template são apresentadas na Tabela 3 – Resumo de melhorias realizadas no template, comparando a modelagem anterior num nível de detalhamento BIM inferior, e a evolução alcançada a partir da solução proposta pela equipe.

Tabela 3 – Resumo de melhorias realizadas no template

ETAPA ASSOCIADA	MODELAGEM ATUAL (LOD 100)	MODELAGEM PROPOSTA (LOD 200/300)	RESULTADO ALCANÇADO
Fundações e contenções	Radier continha apenas a altura do modelo.	Adicionou-se o parâmetro de alvenaria de contorno e o material a ser utilizado.	Exportar o valor de área e de volume do respectivo material.
Superestrutura e vedações	As paredes eram modeladas na espessura final e com a geométrica correta, mas não existiam parâmetros de acabamento, material ou funcionalidade.	Adicionou-se as camadas dos tipos de paredes previstos no projeto.	Exportar o valor preciso de cada material que compõe as paredes de vedação.
	O forro era adicionado, mas por vezes, ainda não se definia qual o seu material.	Adicionou-se o parâmetro para indicação das informações construtivas de alvenaria.	Exportar as informações complementares como se a parede possuísse ou não cintamento, aumentando a precisão do orçamento.
Esquadrias	Portas e janelas eram adicionadas nos locais corretos, porém, sem as especificações de produto e parâmetros.	Adicionou-se o parâmetro para inclusão do material.	Trocar facilmente a variação do material e exportar a informação para orçamento.
Coberturas e proteções	O telhado era modelado de forma genérica, apenas visando a volumetria e fechamento para fins arquitetônicos.	Adicionou-se o parâmetro para especificação do sistema estrutural da coberta.	Exportar as especificações reais da telha.
	Nenhum item de proteção era modelado nesta etapa do produto.	-	-
Revestimentos	O piso é modelado de forma contínua e sem recortes, a fim apenas de representar onde haverá cerâmica. Os revestimentos internos não	Adicionou-se as camadas que contemplam o piso utilizado previstos no projeto. Adicionou-se o parâmetro para	Exportar o valor preciso de cada material que compõe os pisos. Exportar o quantitativo exato de

Instalações e aparelhos	<p>eram detalhados neste momento, focando apenas em jogos de cores de layout de fachada para decidir o modelo de arquitetura que será aprovado, posteriormente, havendo então a evolução do protótipo, contendo o aprofundamento destes materiais.</p>	<p>especificar o tipo de tinta e informações sobre impermeabilização.</p>	<p>material para revestimento e impermeabilização.</p>
	<p>Peças sanitárias e pontos de água, eram adicionados ao modelo seguindo a norma desempenho, porém, na evolução do modelo seriam detalhados os materiais destes itens e suas especificações de produto.</p>	<p>Adicionou-se a informação das famílias de louças e metais.</p>	<p>Exportar o custo de acordo com o acabamento das peças utilizadas.</p>
	<p>Não havia necessidade a princípio de locar os pontos elétricos a serem considerados no projeto. O objetivo deste primeiro protótipo é validar a arquitetura e o layout da residência para posteriormente conseguir locar os pontos elétricos necessários.</p>	<p>Adicionou-se informação dos pontos elétricos, aproveitando o layout já definido nessa etapa do produto.</p>	<p>Exportar a quantidade de pontos elétricos e quantitativos de itens para melhorar a assertividade do orçamento, atualmente estimado pelo m<sup>2</sup>.</p>

Fonte: As autoras (2023).

Além disso, foi realizada a comparação entre o orçamento sintético preliminar produzido pela equipe e apresentado na Tabela 2 e a lista de insumos mapeadas pela Viana & Moura para a produção do projeto.

O resultado da comparação pode ser visto na Figura 17, que demonstra uma variação percentual de 28,9% entre os orçamentos.

Figura 17 — Comparação entre orçamento preliminar e lista de insumos



Fonte: As autoras (2023).

Esta variação percentual se dá principalmente pela diferença de base utilizada para orçamentação, que na versão produzida pelas Autoras, conta com valores fornecidos pelo banco de dados SINAPE, que conta com valores médios de construções no estado de Pernambuco, como explicado no item 2.1.2.1 (página 18) deste trabalho, enquanto o banco utilizado para criar o orçamento preliminar da Viana & Moura já conta com os valores praticado com os fornecedores já estabelecidos pela empresa, que conta com o potencial de redução de custos devido a quantidade elevada compra destes materiais. Desta forma, é possível considerar que o orçamento preliminar tem um bom desempenho levando em consideração a variação percentual baixa em relação ao quantitativo de insumos *As built* do projeto.

Somado a isso, o trabalho também apresenta um ganho significativo no que diz respeito à agilidade do processo de análise de viabilidade, considerando o tempo médio praticado pelo setor atualmente (3 dias úteis), para um tempo médio

aproximadamente 60% menor (1,5 dias úteis), levando em consideração o tempo registrado pela equipe no desenvolvimento para este estudo.

Não suficiente a eficiência projetada, essa melhoria gera a possibilidade de aumentar o nível de aprofundamento dos estudos ainda nessa etapa, já que o tempo anteriormente gasto com a extração de quantitativo e geração do orçamento preliminar, agora poderá ser direcionado para criação de mais protótipos que gerem resultados econômicos significativos para a Viana & Moura.

## 5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo tem como objetivo a exposição das conclusões extraídas ao longo da condução deste trabalho de conclusão de curso. O escopo de pesquisa abrangeu uma revisão bibliográfica abrangente no domínio do *Building Information Modeling* (BIM) em associação com o processo de elaboração de orçamentos, além de uma análise de caso específico relativa à aplicação de um modelo de referência em BIM no *software* Revit. Este estudo de caso teve como finalidade aprimorar o procedimento de avaliação de viabilidade econômica de novos produtos na organização corporativa denominada Viana & Moura Construções.

### 5.1 CONCLUSÕES

Conclui-se que a adoção da metodologia BIM durante a fase de análise de viabilidade financeira de um empreendimento apresenta um valor de suma importância. Além de propiciar a elaboração de um orçamento assertivo, essa abordagem permite a agilidade na atualização dos custos associados aos insumos, possibilitando a realização de ajustes sem a demanda por um substancial investimento de tempo na comparação de diversas iterações do projeto. O propósito subjacente a essa abordagem é a busca por soluções que visem à redução dos custos e ao incremento da lucratividade do empreendimento.

Para além da agilidade inerente ao processo de avaliação de viabilidade econômica, torna-se evidente a constatação dos benefícios derivados da redução de erros no que se refere à extração de quantitativos nos empreendimentos promovidos pela Viana & Moura Construções. Conforme vigente na empresa, o procedimento destinado à quantificação encontra-se em uma configuração predominantemente artesanal, caracterizando-se como um dos principais desafios na construção de um orçamento assertivo, em decorrência de sua inerente suscetibilidade às falhas humanas.

A introdução do *Building Information Modeling* (BIM) em estágios de detalhamento mais avançados, empregados na obtenção das informações que fornecem a base para o orçamento, se traduz em potenciais ganhos notáveis. Isso é particularmente relevante ao considerarmos a notável propriedade do BIM, que se traduz na capacidade de replicação exata dos projetos adotados pela empresa objeto de nossa análise. A exemplo do empreendimento foco deste estudo, Recanto das Laranjeiras II, que possui 500 unidades habitacionais projetadas.

Nessa perspectiva, a implementação do template proposto pela equipe de pesquisa responsável por este estudo demonstrou ter um efeito significativo sobre os desempenhos alcançados no âmbito do departamento de Novos Produtos e, por extensão, no contexto global da empresa Viana & Moura Construções.

## 5.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Na realização deste trabalho, foi possível perceber várias mudanças e adequações no processo de modelagem de projeto arquitetônico que necessitaram ser realizadas para aperfeiçoar o levantamento de quantitativos e tornar a análise de viabilidade do novo produto mais ágil e assertiva.

O trabalho se limitou a avaliar a integração para o projeto arquitetônico. Uma sugestão das autoras seria aplicar a metodologia BIM para outras disciplinas complementares, como estrutura, instalações elétricas e sistemas hidráulicos. Isso seria realizado com a finalidade de aperfeiçoar o levantamento de quantitativos que possibilitariam a orçamentação, agora num nível executivo, potencializando os ganhos de automação e detalhamento de informações no modelo. Além disso, com o desenvolvimento dos respectivos templates, a compatibilização dos projetos, principalmente em produtos mais complexos, traz a expectativa de um impacto direto no desempenho das equipes de engenharia.

## REFERÊNCIAS

AIA – THE AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **Building Information Modeling** Protocol Exhibit. AIA Document E202 – 2008, 2008.

ALSHAWI, M.; ZHOU, W.; CANTRELL, R. S. **Building Information Modeling (BIM):** A new paradigm for visual interactive modeling and simulation for construction projects. In: ASCAAD 2013, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023:** Informação e documentação: Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721:** Elaboração de Orçamento - Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133:** Orçamento de Obras. Rio de Janeiro, 2006.

AUTODESK. **Revit:** Software de projeto de construção. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview>. Acesso em: 17 jul. 2023.

BRASIL. **Decreto-lei nº 10.306, de 2 de abril de 2020.** Estabelece a utilização do Building Information Modelling - BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal.

BUILDINGSMART INTERNACIONAL. **Dicionário de Dados:** Modelo de dados conceitual para construir informações. Versão 3.0.3. Disponível em: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/> . Acesso em: 17 jul. 2023.

CHANG, Paul; ZHANG, Yan. **Building Information Modeling:** Applications and Practices. Boca Raton, FL: CRC Press, 2017.

CIRIA (Construction Industry Research and Information Association) SP154. **A simple guide to controlling risk.** Londres, Inglaterra. CIRIA. 2002.

CBIC. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras.** Volume 1 Fundamentos BIM. CBIC, 2016.

COUTO, T. M. M. **Análise Comparativa dos Métodos de Orçamento de Obras de Engenharia.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, 2017.

EASTMAN, C. et.al. **BIM handbook:** a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. New Jersey - USA: John Wiley & Sons, Inc., 2008.

EASTMAN, C. M. et al. **BIM handbook:** a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. John Wiley & Sons, 2011.

EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R., & LISTON, K. **BIM Handbook: Um Guia para Modelagem de Informações de Construção para Proprietários, Gerentes, Projetistas, Engenheiros e Empreiteiros (3ª ed.)**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2020.

ENGETAX. **BIM no Brasil: os principais desafios e o que muda em 2021**. [S.l.]: [s.n.], 2021. Disponível em: <https://engetax.com.br/bim-no-brasil-principais-desafios-para-adocao-e-o-que-muda-em-2021/>.

FERRARI, Marco; RUSSO, Alberto. **Microsoft Power BI Cookbook: Creating Business Intelligence Solutions of Analytical Data Models, Reports, and Dashboards**. Birmingham, UK: Packt Publishing, 2017.

GARCÍA-MUÑOZ, N. et al. **BIM maturity: A critical review of current concepts and assessment methods**. Automation in Construction, 2019.

GHAFFARIANHOSEINI, A; et al. **Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017.

GONZÁLEZ-VIDOSA, F. et al. **Cost-benefit analysis of different building maintenance strategies using BIM**. Journal of Building Engineering, 2021.

JUNGLES, A. E., AVILA, A. V. **Gerenciamento na Construção Civil**. Chapecó: Editora Argos, 2006.

JANNADI, OSAMA & ALMISHARI, SALMAN. **Risk Assessment in Construction**. Estados Unidos. ASCE Journal of Construction Engineering and Management. Pg 492-500. Setembro/Outubro 2003.

KHOSAKITCHALERT, C.; FUKUDA, T.; YABUKI, N. **The Accuracy Enhancement of Architectural Walls Quantity Takeoff for Schematic BIM Models**. In: International Symposium on Automation and Robotics in Construction, 35, 2018, Berlim, Alemanha.

KIM, M. K. et al. **Estimating Construction Cost of BIM-Based Building Using 5D Information**. Journal of Computing in Civil Engineering, 2018.

KRYGIEL, Eddy; NIES, Brad. **Mastering Autodesk Revit 2019**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2018.

GARCÍA-MUÑOZ, N. et al. **BIM maturity: A critical review of current concepts and assessment methods**. Automation in Construction, 2019.

GONZÁLEZ-VIDOSA, F. et al. **Cost-benefit analysis of different building maintenance strategies using BIM**. Journal of Building Engineering, 2021.

LEE, S. et al. **A simulation model for an advanced planning and scheduling system using BIM and a material logistic plan**. Automation in Construction, 2017.

LIANG, P. **Key Points of Budget Control of Construction Cost Based on Information Technology and Its Grasp Analysis**. 2019.

LIU, D. et al. **A comprehensive review of applications and possibilities of BIM for building performance simulation**. Energy and Buildings, 2019.

LOSSO, I. R. **Utilização das características geométricas das edificações na elaboração de estimativas preliminares de custos: estudo de caso de uma empresa de construção**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC, 1995.

MARTIN, Marcello. **Dynamo: Visual Programming for Design**. New York, NY: O'Reilly Media, 2016.

MARTÍNEZ, A. et al. **Framework for automatic estimating building cost in the BIM environment**. Automation in Construction, 2020.

MASSONI, Daniele. **Mastering Microsoft Power BI: Expert techniques for effective data analytics and business intelligence**. Birmingham, UK: Packt Publishing, 2018.

MATTANA, L.; LIBRELOTTO, L. I. Estratégias para ensino de orçamentação com adoção de BIM em ambiente acadêmico. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v.13, n.3, p.97-118, dez. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v13i3.139505ARTIGO97-118>. Acesso em: 20 mar. 2023.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. São Paulo: PINI, 2006.

MICROSOFT. **Power BI: Business Intelligence**. Disponível em: <https://powerbi.microsoft.com/>. Acesso em: 18 jul. 2023.

NADOLNY, ALEXANDRE WOLFF. **Risk analysis and management: the construction of a residential village in Brazil**. Birmingham, Inglaterra. University of Birmingham. 2005.

NUNES, J. L. **Orçamento na Construção Civil: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2009.

NUNES, N. A. **Orçamento na Construção Civil**. 2. ed. São Paulo: Editora Pini, 2009.

PUNDYK, John. **Mastering DynamoDB: Master the intricacies of the NoSQL database DynamoDB to take advantage of its fast performance and seamless scalability**. Birmingham, UK: Packt Publishing, 2019.

ROSA, M. B. **Orçamento Base Zero: Uma Análise da Utilização em Empresas Construtoras**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

SABOL, L. **Challenges in cost estimating with Building Information Modeling**. San Diego: IFMA World Workplace, 2008.

SANTI, Nícollas. **Desenvolvimento de orçamento de custos via BIM 5D integrado com a elaboração de projetos e cronograma em BIM 3D e 4D: Um estudo de caso**. Monografia de Especialização, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

SANTOS, F. P. **Orçamento de Obras: Uma Abordagem Prática**. São Paulo: Editora Érica, 2012.

SINAPI. **Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal**. – Brasília: CAIXA, 2023.

SUCCAR, B. **Building information modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction, 2009.

THOMPSON, P.A.; PERRY, J.G. **Engineering Construction Risks**. Londres, Inglaterra. 1992.

**Trabalho de Conclusão de Curso:** BIANCA CAVEDON FONTANA: Estudo de Caso da Integração entre BIM e SIENGE no Orçamento de um Edifício Residencial

**Trabalho de Conclusão de Curso:** CARLOS GUILHERME MOREIRA BAUER: Metodologia BIM Para Automatizar a Extração de Quantitativos no Contexto da SINFRA (2021)

**Trabalho de Conclusão de Curso:** MANOEL AVELINO BEZERRA BISNETO: Orçamentação Tradicional Vs. Orçamentação Pelo Bim: Um Estudo de Caso em Flexeiras – CE (2021)

**Trabalho de Conclusão de Curso:** THOMAS MARTIN DIEPENBRUCK: Gerenciamento de Risco Para Obtenção da Produtividade Planejada (2007)

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de Projetos: estabelecendo diferenciais competitivos**. Rio de Janeiro: Editora Brasport, 2003.

WANG, J. et al. **4D BIM-based construction planning and control for prefabricated building projects**. Journal of Cleaner Production, 2019.

ZHANG, J. et al. **Framework of Project Management Information System Based on BIM**. Journal of Management in Engineering, 2019.

ZHOU, M. et al. **An object-oriented approach to automated cost estimating in building projects using 5D BIM**. Automation in Construction, 2019.

ORÇAFASCIO. **Software para orçamento de obra na construtora: 5 indícios de que está na hora de aderir**. Disponível em: <https://orcafascio.com/papodeengenheiro/software-para-orcamento-de-obra-na-construtora>. Acesso em: 23 ago. 2023.







## APÊNDICE B – LISTA DE NOMENCLATURA PARA FAMÍLIA DO TEMPLATE

Tabela 4 — Nomenclatura para paredes

TIPO	ESPESSURA	APLICAÇÃO	CAMADAS			NOMENCLATURA
			FORA	EST	DENTRO	
ALV	9cm			BCO		ALV9cm/BCO
ALV	12cm	E/I		BCO	IMP150-CMM270	ALV12cm-E/I/BCO/IMP150-CMM270
ALV	12cm	I		BCO	IMP150-CMM250	ALV12cm-I/BCO/IMP150-CMM250
ALV	12,5cm	E/I		BCO	CMM110	ALV12,5cm-E/I/BCO/CMM110
ALV	12,5cm	E/I	PTE	BCO	CMM250	ALV12,5cm-E/I-PTE/BCO/CMM250
ALV	12,5cm	E/I	PTE270	BCO	CMM270	ALV12,5cm-E/I-PTE270/BCO/CMM270
ALV	12,5cm	E/I	PTE270	BCO	PTI270	ALV12,5cm-E/I-PTE270/BCO/PTI270
ALV	12,5cm	E/I	CMM110	BCO	CMM270	ALV12,5cm-E/I-CMM110/BCO/CMM270
ALV	12,5cm	E/I	CMM110	BCO	PTI270	ALV12,5cm-E/I-CMM110/BCO/PTI270
ALV	12,5cm	E/I	PTE	BCO	CMM150	ALV12,5cm-E/I-PTE/BCO/CMM150
ALV	12,5cm	E/I	PTE	BCO	PTI270	ALV12,5cm-E/I-PTE/BCO/PTI270
ALV	12,5cm	E/I	PTE	BCO	CMM110	ALV12,5cm-E/I-PTE/BCO/CMM110
ALV	12cm	I	PTI270	BCO	CMM250	ALV12cm-I-PTI270/BCO/CMM250
ALV	12cm	I	CMM250	BCO	CMM250	ALV12cm-I-CMM250/BCO/CMM250
ALV	12cm	E/I		BCO	PTI270	ALV12cm-E/I/BCO/PTI270
ALV	12cm	E		BCO	PTE	ALV12cm-E/BCO/PTE
ALV	12,5cm	E/I	PTE	BCO	IMP150-CMM150	ALV12,5cm-E/I-PTE/BCO/IMP150-CMM150
ALV	12cm	I	PTI270	BCO	PTI270	ALV12cm-I-PTI270/BCO/PTI270
ALV	12,5cm	E/I	CMM110	BCO	IMP150-CMM150	ALV12,5cm-E/I-CMM110/BCO/IMP150-CMM150
ALV	12cm	I	CMM110	BCO	IMP150-CMM150	ALV12cm-I-CMM110/BCO/IMP150-CMM150
ALV	12cm	I	CMM110	BCO	CMM150	ALV12cm-I-CMM110/BCO/CMM150
ALV	12,5cm	E/I	PTE	BCO	IMP150-CMM150	ALV12,5cm-E/I-PTE/BCO/IMP150-CMM150
ALV	12cm	I	PTI270	BCO	CMM150	ALV12cm-I-PTI270/BCO/CMM150

Fonte: As autoras (2023).

Tabela 5 — Nomenclatura para pisos

TIPO	ESPESSURA	APLICAÇÃO	MATERIAL	PAGINAÇÃO	NOMENCLATURA
FOR		E	Gramma		FOR-E-Grama
PED		E			PED-E
PAV			PVRCIN		PAV-PVRCIN
PAV			Asfalto		PAV-Asfalto
PAV			Calçada		PAV-Calçada
PAV			Paver		PAV-Paver
PAV			PedraMiracema		PAV-PedraMiracema
LAJE	10	E/I	CON		LAJE-10-E/I-CON
LAJE	15	E/I	CON		LAJE-15-E/I-CON
LAJE	20	E/I	CON		LAJE-20-E/I-CON
CNP	0,5cm	E/I	IMP		CNP-0,5cm-E/I-IMP
CNP	2,5	E/I	CIM		CNP-2,5-E/I-CIM
CNP	3,5	E/I	CIM		CNP-2,5-E/I-CIM
CNP	4,5	E/I	CIM		CNP-3,5-E/I-CIM
PISO	0,5cm	I	CMC	54x54	PISO-4,5-I-CMC/54x54
PISO	0,5cm	I	CMM	54x54	PISO-0,5cm-I-CMM/54x54
PISO	0,5cm	I	CM	54x55	PISO-0,5cm-I-CM/54x55

Fonte: As autoras (2023).

Tabela 6 — Nomenclatura para coberta

TIPO	ESPESSURA	APLICAÇÃO	MATERIAL	PAGINAÇÃO	OBSEVAÇÃO	NOMENCLATURA
TELHA			Concreto			TELHA-Concreto
TELHA	9	E	Ceramica			TELHA-9-E-Ceramica
TELHA	9	E	Fibrocimento	180x60		TELHA-9-E-Fibrocimento/180x60
TELHA			Gravilhada			TELHA-Gravilhada
TELHA			PET			TELHA-PET
TELHA			Policarbonato			TELHA-Policarbonato
TELHA			PVC			TELHA-PVC
TELHA			Sanduiche		(Termoacústica)	TELHA-Sanduiche/(Termoacústica)
TELHA			Shingle			TELHA-Shingle
TELHA			Translucida		(FibraDeVidro)	TELHA-Translucida/(FibraDeVidro)

Fonte: As autoras (2023).

Tabela 7 — Lista de identificadores de material

<b>CÓDIGO</b> <b>3 dígitos (Identificador)</b>	<b>MATERIAL</b> <b>Nota Chave</b>
ALM	Alumínio
ALV	Alvenaria
ARG	Argamassa
CIM	Cimentício
CON	Concreto
DRW	Drywall (Gesso Acartonado)
DRW.ST	Drywall Standard
DRW.RF	Drywall Resistente Fogo
DRW.RU	Drywall Resistente Umidade
GES	Gesso Comum
MAD	Madeira
MDF	MDF
PCL	Porcelanato
PVC	PVC
REX	Reboco Externo
RIN	Reboco Interno
RTE	Reboco de Teto
BCO	Bloco de Concreto
TEL	Tela
VID	Vidro
VNL	Vinílico
GRM	Grama
MRM	Marmore
GNT	Granito
CMC	Cerâmica Comum
CMM	Cerâmica Molhada
IMP	Impermeabilizante Betuminoso
PTE	Pintura Externa
PTI	Pintura Interna
BRT	Bruto (sem acabamento)
NLO	Nulo
MF	Massa Fina
CNP	Contrapiso
SLD	Selador
TXT	Texturite
CM	Cerâmica
PTL	Pintura PVA Látex
PTA	Pintura Acrílica
PVRCIN	Paver Vermelho
PVRVER	Paver Cinza

Fonte: As autoras (2023).

## APÊNDICE C – NOVO TEMPLATE PRODUZIDO

Acesso ao projeto modelado:

[https://drive.google.com/file/d/1juvOvCq6NI7pN\\_0cGpOXITdQXwRf6EgT/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1juvOvCq6NI7pN_0cGpOXITdQXwRf6EgT/view?usp=sharing)

Acesso ao template desenvolvido:

[https://drive.google.com/file/d/1PFZE6CAR\\_cZN0\\_Pl3f9le2bDp99DzTCI/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1PFZE6CAR_cZN0_Pl3f9le2bDp99DzTCI/view?usp=sharing)