

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Tiago Grandmaison Machado

**Comparação de quantitativos de concreto levantados a partir de projetos 2D e
modelo 3D**

Florianópolis
2023

Tiago Grandmaison Machado

Comparação de quantitativos de concreto levantados a partir de projetos 2D e modelo 3D

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof.^a Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D.

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Machado, Tiago Grandmaison

Comparação de quantitativos de concreto levantados a partir de projetos 2D e modelo 3D / Tiago Grandmaison Machado ; orientadora, Cristine do Nascimento Mutti, 2023.
75 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Quantificação. 3. BIM. 4. Orçamento. I. Mutti, Cristine do Nascimento. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Tiago Grandmaison Machado

**Comparação de quantitativos de concreto levantados a partir de projetos 2D e modelo
3D**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil

Florianópolis, 03 de março de 2023.

Prof.^a Liane Ramos da Silva, Dr.^a

Coordenação do Curso

Banca examinadora



Documento assinado digitalmente
Cristine do Nascimento Mutti
Data: 06/03/2023 16:16:39-0300
CPF: ***.967.810-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.^a Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D.

Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Fernanda Fernandes Marchiori, Dr.^a

Avaliadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Guilherme Kolling Dutra

Avaliador

Coordenador de Projetos na Canteiro AEC

Florianópolis, 2023.

Dedico este trabalho aos meus pais, Evandro Márcio da Silva Machado e
Ana Cristina Flores Grandmaison Machado

RESUMO

Dentre as etapas que precedem a construção de um edifício, destaca-se a relevância da orçamentação e como o levantamento de quantitativos pode influenciá-la. O processo tradicional de levantamento, realizado através de projetos 2D pode acarretar em erros humanos no resultado final e possui um fluxo de trabalho lento e trabalhoso. O objetivo do trabalho é comparar o método de levantamento manual com um realizado através do *software* QiVisus, através de modelos tridimensionais e paramétricos. Foi realizado um estudo de caso voltado para a etapa de levantamento de quantitativos de concreto, com foco em apresentar o potencial de integração e extração automatizadas do QiVisus e comparando-se as diferenças entre o método convencional e o método assistido pelo software BIM. Em conclusão, a aplicação da metodologia BIM nos projetos desse estudo apresentou diversos benefícios em relação aos projetos em CAD, como ganho de precisão em levantamento de quantitativos e sincronia entre modelo BIM e orçamento.

Palavras-chave: BIM; Quantitativos; Orçamento; Controle de custos.

ABSTRACT

Among the stages that precede the construction of a building, the importance of budgeting and how the quantitative survey can influence it stands out. The traditional survey process, carried out through 2D projects, can lead to human errors in the final result and has a slow and laborious workflow. The objective of this work is to compare the manual survey method with one performed using the QiVisus software, through three-dimensional and parametric models. A case study was carried out focused on the concrete quantitative survey stage, focusing on presenting the potential of automated integration and extraction of QiVisus and comparing the differences between the conventional method and the method assisted by the BIM software. In conclusion, the application of the BIM methodology in the projects of this study presented several benefits in relation to CAD projects, such as a gain in precision in quantitative surveys and synchrony between the BIM model and the budget.

Keywords: BIM; Quantity Takeoff; Cost Estimation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Usos do BIM para projeto.....	23
Figura 2 – Fluxo do processo de projeto CAD.....	25
Figura 3 – Curva de Esforço MacLeamy.....	26
Figura 4 – Fluxo básico de projeto.....	28
Figura 5 – Etapas do processo de compatibilização.....	28
Figura 6 – Cinco representações de uma junção metálica de acordo com seu nível de desenvolvimento.....	30
Figura 7 – Perda de informações entre fases de projeto.....	32
Figura 8 – EAP proposta por Mattos (2010) no livro “Planejamento e controle de obras”	40
Figura 9 – Imagem renderizada do caso estudado.....	45
Figura 10 – Pavimento Térreo (sem escala)	46
Figura 11 – Pavimento Tipo (sem escala)	46
Figura 12 – Plano de Cobertura (sem escala)	47
Figura 13 – Método de pesquisa do Trabalho.....	48
Figura 14 – Verificação de interferências e duplicidades no modelo estrutural.....	50
Figura 15 – Definição da EAP.....	51
Figura 16 – Lista de propriedades.....	53
Figura 17 – Configuração dos grupos de propriedades.....	54
Figura 18 – Lista de quantitativos (parcial).....	55
Figura 19 – Resumo levantamento de volume de concreto das lajes.....	56
Figura 20 – Medição de área da laje através do AutoCAD.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Benefícios do BIM.....	18
Tabela 2 – EAP proposta por Mattos (2010), porém estruturada em lista.....	40
Tabela 3 – Comparativo dos quantitativos de volume de concreto. Manual x Software.....	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definição LODs.....	31
Quadro 2 – Softwares BIM e respectiva fase de contribuição.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D – Duas dimensões

3D – Três dimensões

4D – Quatro dimensões

5D – Cinco dimensões

6D – Seis dimensões

7D – Sete dimensões

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

AIA – *American Institute of Architects*

AEC – Arquitetura Engenharia e Construção

AGC – Association of General Contractors of America

BDI – Benefícios e Despesas Indiretas

BIM – *Building Information Modeling*

CAD – Computer Aided

CC – Construção Civil

CIS – CIMsteel Integration Standards

CUB – Custo Unitário Básico

DEINFRA – Departamento Estadual de Infraestrutura

EAP – Estrutura Analítica de Projeto

FCK – Feature Compression Know

IAI – *Industry Alliance for Interoperability*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LOD – Level Of Development

NBIM-US – *National BIM Standard – United States*

PDF – Portable Document Format

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da CC

TCPO – Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	18
1.2	OBJETIVOS.....	19
1.2.1	Objetivo Geral	19
1.2.2	Objetivos Específicos	19
1.3	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	20
1.4	DELIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	20
1.5	ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO.....	21
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1	MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM).....	22
2.1.1	Aspectos históricos	22
2.1.2	Elaboração de projetos: Comparativo entre BIM e método tradicional	24
2.1.3	Parametrização: Qualidade do Modelo BIM	26
2.1.4	Níveis de desenvolvimento e detalhamento do modelo (LOD)	27
2.1.5	Interoperabilidade e extensão de arquivos .IFC	30
2.1.6	Dimensões do BIM	31
2.1.7	Softwares recorrentes na aplicação da metodologia BIM	32
2.2	ORÇAMENTAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	33
2.2.1	Definição e conceitos de orçamento	34
2.2.2	Tipos de orçamentos	35
2.2.3	Etapas da orçamentação	36
2.2.4	Estrutura Analítica de Projeto (EAP)	38
2.2.5	Bancos de dados de composições de custos unitários	39
2.2.6	Levantamento de quantitativos e critérios de medição	40
2.2.7	Modelagem 5D	41
3	MÉTODO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO	43
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO.....	43
3.2	ETAPAS DA PESQUISA.....	45
3.3	PROCEDIMENTOS.....	47
3.3.1	Definição do tema e revisão bibliográfica	47
3.3.2	Definição e obtenção do caso	47
3.3.3	Verificação de interferências e duplicidades no modelo	48

3.3.4	Definição dos níveis da EAP	49
3.3.5	Extração dos quantitativos utilizando o modelo 3D	50
3.3.6	Levantamento dos quantitativos através do projeto 2D.....	54
3.3.7	Análise comparativa dos quantitativos estruturais extraídos em BIM e levantados de forma manual pelo projeto 2D	55
4	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	58
4.1	QUANTO AO ALCANCE DOS OBJETIVOS	58
4.2	CONCLUSÃO	59
4.3	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	60
	REFERÊNCIAS	61
	APÊNDICE A – QUANTITATIVOS LEVANTADOS MANUALMENTE	67
	APÊNDICE B – QUANTITATIVOS LEVANTADOS PELO SOFTWARE ...	68

1 INTRODUÇÃO

Segundo a CBIC (2022), a construção civil é um setor que prevê crescimento de 2,5% em 2023, crescimento previsto acima da média nacional. Uma etapa relevante de qualquer empreendimento de engenharia é a orçamentação. De acordo com dados divulgados pelo IBGE, o Índice Nacional da Construção Civil apresentou aumento de 20,33% nos doze meses anteriores a novembro de 2021. A falta ou o custo alto de matérias-primas é apontada por 47,3% dos empresários do setor da construção como o maior problema enfrentado no segundo semestre de 2021 (CNI, 2021).

O processo de extração de quantitativos é uma atividade presente em todos os projetos do setor da construção civil. “O levantamento das quantidades é, historicamente, efetuado a partir da análise do projeto desenvolvido, das especificações técnicas e das plantas construtivas” (DIAS, 2011, p. 39). De acordo com Gonçalves (2011), o estudo de custo deveria acompanhar o processo de projeto em todas as fases, o que facilita a tomada de decisões e a análise de valor do empreendimento.

Tradicionalmente, as construtoras e incorporadoras terceirizam o processo de orçamentação a outras empresas ou o desenvolvem como um item separado do projeto, fazendo uso de planilhas eletrônicas. Este método não acompanha o atual estágio de evolução do setor, já que mudanças de projeto, incompatibilidades, atrasos e interferências podem exigir inúmeras quantificações e demandar que o processo de orçamentação seja inúmeras vezes repetido. Para Coelho Filho e Jacinto (2020), “a eficiência na elaboração de orçamentos é peça chave no desempenho de qualquer projeto, seja ele da iniciativa privada ou pública”. “Algumas das diversas causas para a má elaboração dos orçamentos utilizados como parâmetro são: os projetos incompletos, inacabados e deficientes, o uso inadequado de referências de preços (...)” (TCU, 2014a apud COELHO FILHO; JACINTO, 2020).

Coelho Filho e Jacinto (2020) ainda citam que “parte do principal problema no desenvolvimento dos projetos e, por conseguinte, no orçamento de referência, é a utilização de representações em duas dimensões, 2D”. As cinco principais características da representação em duas dimensões que geram problemas de análise no processo de projeto são: ambiguidade, simbolismo, omissão, simplificação e fragmentação (FERREIRA; SANTOS, 2007).

“Casos de sucesso na gestão de projetos têm sido normalmente atribuídos à qualidade e à importância dadas à fase de planejamento” (DVIR; LECHLER, 2004 apud AZEVEDO, 2013). O processo de orçar traduz parte do planejamento do projeto e cada empreendimento tem seu projeto único com condições locais, estrutura organizacional e cadeia de suprimentos diferente de outros projetos (COSTA *et al.*, 2006 apud AZEVEDO, 2013).

A utilização da metodologia BIM (*Building Information Modeling*), que em tradução literal significa “Modelagem da Informação da Construção” é vista como aliada de projetistas e construtores no sentido de parametrizar, automatizar e unificar quantitativos e orçamentos em plataformas digitais (EASTMAN *et al.*, 2021).

Segundo Arrotéia, Freitas e Melhado (2021, tradução autor), “desde seu surgimento nos anos 70, o BIM tem continuamente se expandindo, mas seu potencial ainda não é completamente explorado”. O BIM é uma tecnologia com capacidade de fornecer recursos compartilhados de forma digital para todos que atuam na gestão do ciclo de vida de um edifício (TRINDADE, 2019).

Trindade (2019) defende que o acompanhamento de custos seja feito durante todas as etapas envolvidas no desenvolvimento do projeto: “um projeto inteiramente desenvolvido em BIM claramente trará inúmeros benefícios, sendo a extração automática de quantitativos apenas um deles”. Segundo Latreille (2018), o processo de projeto envolve incorporadores, projetistas, construtores e fornecedores, organizações que necessitam trocar informações. “Com a implantação desta tecnologia ocorrerá uma profunda alteração no formato de interação entre os *stakeholders* durante todo o ciclo de vida de uma edificação”, cita Sakamori (2015), ao referenciar-se à adoção do BIM

O presente trabalho visa comparar o método de extração de quantitativos através de projetos 2D e de modelos 3D pela metodologia BIM. Para tanto, será realizado um estudo de caso, a fim de se analisar como é realizada a extração de quantitativos através de ferramentas BIM.

1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO

O maior problema no planejamento, orçamento e construção de projetos de edifícios é a visualização incorreta das informações na planta 2D, devido à grande quantidade de detalhes contidas na mesma. Uma vez que o projeto é representado em uma série de desenhos, o conteúdo desses documentos pode não ser claro para todos que os utilizam. Se não está totalmente visualizado, compreendido e comunicado, não podem ser representados corretamente no orçamento e pode conseqüentemente, criar problemas durante a construção (KYMMELL, 2008).

Dentro desta perspectiva atual, uma empresa que investe parte dos seus recursos no orçamento e planejamento de suas obras, assim como no planejamento administrativo, é vista com um grande diferencial competitivo no mercado. Com a finalidade de que esse estudo e controle possam ser desenvolvidos de maneira rápida, precisa e eficiente, é de fundamental importância que se faça o uso correto de ferramentas adequadas e tecnologias inovadoras disponíveis no mercado.

A importância do assunto é notável a nível de compreender que diversos trabalhos acadêmicos em nível de TCC vêm sendo realizados no assunto. Como por exemplo Caleone (2018), Koch (2022), Kons (2021) e Iunskowsky (2022).

O conceito de BIM (Building Information Modeling) vem despontando com força por todo o mundo. Essa tecnologia está revolucionando as áreas de gestão e projetos, através da construção de modelos tridimensionais, paramétricos e orientados a objetos (ou seja, cada elemento faz parte de uma hierarquia de famílias e têm propriedades individuais), ele permite organizar, em um mesmo arquivo eletrônico, um banco de dados de toda a obra, com todos os projetos (arquitetônico, hidráulico, elétrico, estrutural, entre outros) acessíveis simultaneamente a todas as equipes envolvidas numa construção.

Segundo Melhado (2015 apud Mazzochin, 2016), a precisão no levantamento de quantidades é importante para um plano detalhado de custos e prazo de execução realista. Cardoso (2014 apud Mazzochin, 2016) completa que a precisão do orçamento será influenciada pela rigorosidade do levantamento dos quantitativos, e quanto mais acurados forem os valores de seus respectivos preços unitários.

A pesar de a extração de quantidades influenciar no resultado final de orçamentação, Mazzochin (2016) realça que o orçamento é o produto gerado a partir

dos quantitativos dos serviços, pelos seus respectivos custos/preços unitários e a soma de todas essas parcelas.

O presente trabalho busca explicitar que o processo de extração realizado de forma bidimensional possui potencial risco de erros e torna o processo de levantamento muito trabalhoso, sendo impreciso e sujeito a erros humanos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Comparar o levantamento de quantitativos 2D e BIM para o volume de concreto de um modelo estrutural em um edifício residencial de alto padrão em Florianópolis.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para se alcançar o objetivo geral, definiu-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Realizar um estudo teórico sobre a metodologia BIM vinculado aos usos de orçamentação;
- b) Levantar quantitativos de concreto manualmente através do processo tradicional utilizando projetos estruturais 2D do empreendimento de estudo;
- c) Levantar quantitativos de concreto através do fluxo BIM, utilizando o software QiVisus;

1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA

As etapas de desenvolvimento desta pesquisa estão estruturadas em 4 tópicos principais. Inicialmente foi realizado um mapeamento dos temas envolvidos através de uma revisão bibliográfica exploratória dos conceitos de extração de quantitativos/orçamentação e da metodologia BIM. Em paralelo iniciou-se a busca de um caso que suprisse os requisitos para o estudo, como ter um modelo apto a ser analisado e sua extração de quantitativos fosse viável para, comparativamente, entender as principais diferenças entre o método tradicional e da metodologia BIM.

Como forma de atender a requisitos básicos do processo de projeto em BIM, realizou-se uma segunda etapa de análise crítica de integridade dos modelos utilizados com propósito de detectar eventuais equívocos de modelagem, inconsistências e duplicidades.

Após a análise crítica de integridade, a terceira etapa trata-se da análise dos requisitos de informações necessárias para gerar uma extração automatizada através do *software* QiVisus e posterior ajustes para utilização dos quantitativos em um orçamento.

A quarta e última etapa consiste na análise crítica dos resultados obtidos e comparação entre metodologias de extração de quantitativos, bem como considerações finais e sugestões de melhoria do processo sugerido.

1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Este trabalho não tem como objetivo modelar, quantificar e orçar todas as disciplinas envolvidas no projeto de estudo. Mesmo tendo acesso a todos os projetos, o foco foi o estudo do modelo de estrutura. Não é o foco também elaborar um orçamento executivo, levantando somente as quantidades a partir do modelo.

Uma segunda delimitação do trabalho é com relação aos usos das dimensões do BIM. Não foram abordadas no estudo as simulações do 4D, conhecido como planejamento de obra, tampouco 6D e 7D como explanado posteriormente.

No levantamento de quantidades através do fluxo 2D, existem diversas limitações de medição como a aproximação de geometrias complexas de vigas de borda curvas encontradas no projeto, a definição do encontro de elementos estruturais

(pilar, viga e laje) mesmo não obedecendo a sequência construtiva que será realizada em obra e os respectivos fck encontrados em cada elemento.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

O presente trabalho está organizado em quatro capítulos. O primeiro de introdução do tema, destinado à apresentação do trabalho, contextualização, justificativas, problemática, delimitação e objetivos.

O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre os temas tratados, metodologia BIM e orçamentação na construção civil.

O capítulo terceiro explica o método utilizado para estruturar e desenvolver a pesquisa, apresentando materiais, métodos e processos utilizados.

Por último, o quarto capítulo evidencia os resultados obtidos com a aplicação da metodologia e finaliza com considerações finais do autor sobre o trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O referencial teórico deste trabalho de conclusão de curso resume-se na definição dos principais termos e conceitos abordados com objetivo de esclarecer possíveis dúvidas durante sua leitura. Este tópico se divide em dois principais itens, o primeiro discorre sobre a Modelagem da Informação da Construção (BIM) e o segundo sobre orçamentação na construção civil.

2.1 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM)

2.1.1 Aspectos históricos

Leusin (2018) diz que o conceito de BIM não é novo, de fato, foi proposto por diversos autores nos anos 70, mas teve sua difusão efetiva apenas com a popularização de microcomputadores baratos e potentes. O autor cita também que a implementação do BIM nos escritórios de projeto exige altos investimentos quando comparados ao faturamento dessas empresas.

“BIM usa um conceito inteligente e paramétrico de uma representação digital de uma construção onde pode-se gerar informação que possa ser utilizada para tomar decisões e melhorar o processo de construção” (Ernstrom *et al.* 2006). NIBS (2015) define ainda o BIM como uma representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação.

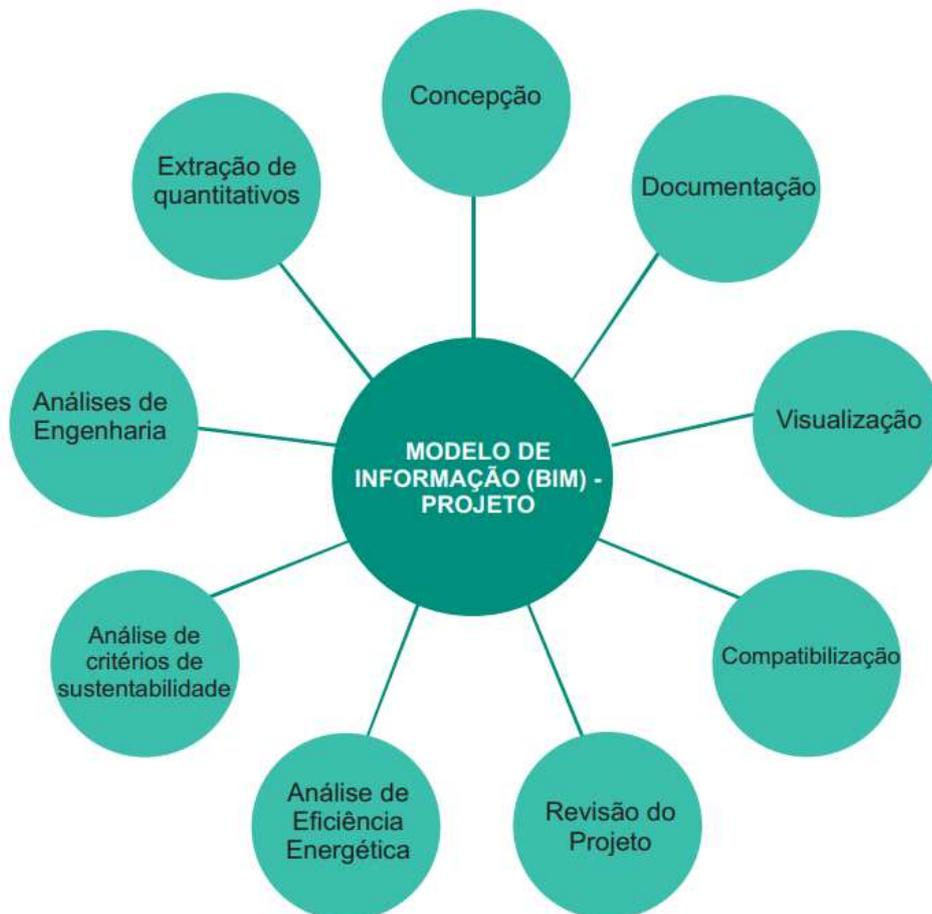
Traduzido para o português como Modelagem da Informação da Construção, apesar de sua recente popularidade, o conceito vem sendo tratado por especialistas há mais de trinta anos (EASTMAN *et al.*, 2021). Neste mesmo livro encontra-se o termo “ferramenta BIM”, que se refere aos aplicativos de manipulação dos modelos de construção, ou seja, os *softwares* BIM (EASTMAN *et al.*, 2021). Sendo assim não seria completo analisar o BIM apenas como uma ferramenta ou metodologia individual, mas sim como um conceito e uma nova forma de projetar com foco na geração de informações e de fornecer subsídios para a resolução técnica de planejamento, construção e administração dos ativos da construção civil.

Como forma de compreender o cerne do conceito BIM e os demais termos que o acompanham, existem diversas definições complementares que buscam explicar a modelagem da informação da construção. “BIM é a expressão mais atual

que reflete as inovações na indústria da construção, constituída por tecnologias, processos e políticas que afetam os produtos entregues pela indústria, as relações internas e os papéis envolvidos no processo” (SUCCAR; KASSEM, 2015, tradução autor).

A Asbea (2015) cita que os escritórios de projeto necessitam ter uma clara definição de quais são os objetivos buscados para então conseguirem analisar qual uso darão ao BIM ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos. A Figura 1 ilustra palavras-chave dos usos recorrentes do BIM na fase de projeto.

Figura 1 – Usos do BIM para projeto



Fonte: Asbea (2015).

“O BIM oferece suporte para uma reavaliação do uso da tecnologia da informação na criação e no gerenciamento do ciclo de vida de uma edificação. Os envolvidos incluem os relacionados ao mercado imobiliário, à propriedade, ao financiamento (...)” (SACKS *et al.*, 2021)

No exterior, o conceito BIM se encontra em diferentes estágios de implementação. “Países que investem na elaboração de normas e sistemas de

classificação da informação apresentam um ritmo mais acelerado na adoção do BIM. Assim, as normas americanas e britânicas são referências mundiais.” (SANTANA, 2020)

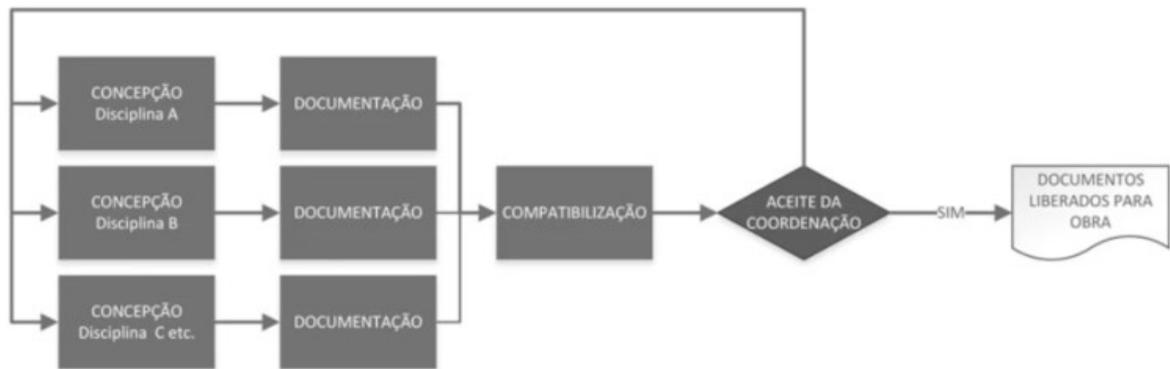
2.1.2 Elaboração de projetos: Comparativo entre BIM e método tradicional

Como o objetivo do trabalho é realizar uma comparação entre a extração de quantitativos feita por uma metodologia tradicional e uma realizada pela aplicação da metodologia BIM, se fez necessário compreender as diferenças e vantagens na utilização de cada método. Tradicionalmente utiliza-se a ferramenta CAD (*Computer Aided Design*) como fonte de dados para extração, e será comparada com a realizada através do *software* QiVisus que tem uma automatização do processo e tem um resultado vinculado ao modelo paramétrico da disciplina avaliada.

Segundo Leusin (2018), a demora nas respostas e decisões nos processos CAD se relaciona com o fato deste ser um processo sequenciado e segmentado, sendo que cada consulta deve ser direcionada a um especialista. Os arquivos CAD consistem em vetores, tipos de linha associados e identificação de camadas (SACKS *et al.*, 2021), e os projetos desenvolvidos com esse método não permitiam a correta visualização e a perfeita compreensão do que estava sendo projetado (CBIC, 2016).

O Desenvolvimento de projeto sobre a filosofia CAD, muito utilizado pelo método tradicional, se baseia em um fluxo sequencial das disciplinas envolvidas no projeto da edificação, iniciando pela arquitetura, depois a estrutura, até a instalações prediais hidráulica, ar condicionado e elétrica, baseando-se em representações de desenhos CAD 2D com linhas, textos e vistas, sem informação. Para verificar se as soluções são compatíveis entre si, existe a atividade de compatibilização. Para facilitar e organizar este intercâmbio devem ser definidas as fases ou etapas de projeto (LEUSIN, 2018), conforme Figura 2.

Figura 2 – Fluxo do processo de projeto CAD



Fonte: Leusin (2018)

Quanto mais informações forem inseridas nas etapas iniciais de projeto, maior a chance de que o empreendimento não sofra alterações futuras e que será garantida melhor precisão de compatibilidade entre disciplinas. Ricotta (2016) defende que os processos em CAD dependem muito da experiência do profissional envolvido, e que é possível utilizar a tecnologia para obtenção de informações mais confiáveis para análise.

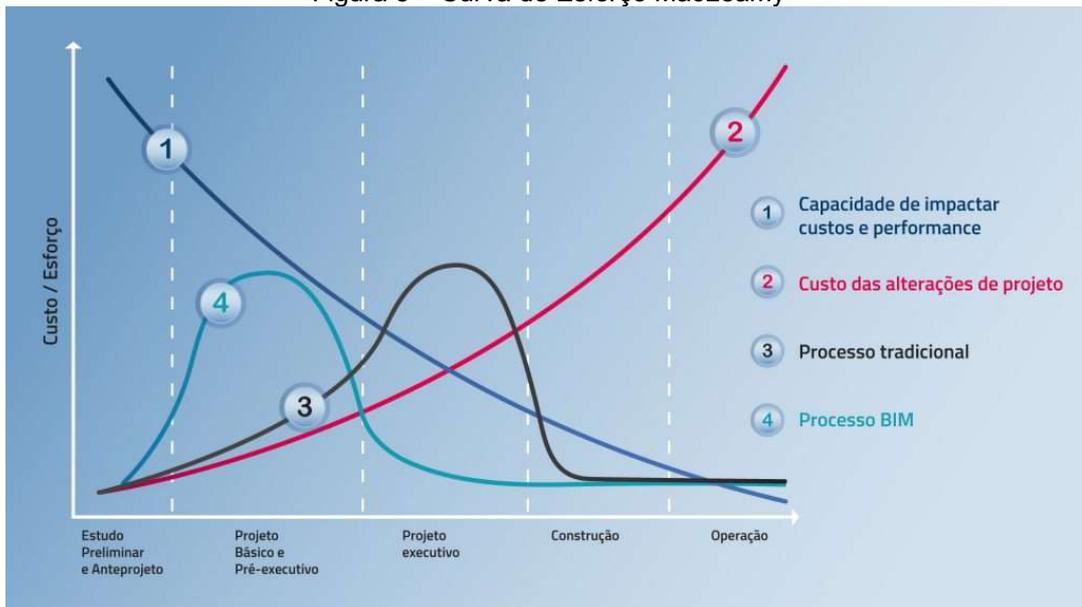
Ao analisar o fluxo de projetos em BIM, aplica-se o conceito de engenharia simultânea onde a comunicação de todos os participantes é síncrona e direcionada, gerando uma abordagem de colaboração entre os parceiros (LEUSIN, 2018). Como resultado há uma aceleração dos processos de tomada de decisão sobre os detalhes construtivos, especificações e métodos construtivos (CBIC, 2016).

Sacks *et al.* (2021) cita que o uso da metodologia BIM permite a geração de desenhos 2D precisos e consistentes em qualquer etapa do projeto, o que reduz de forma significativa o número de erros associados com a geração de desenhos para todas as disciplinas de projeto.

Segundo MACLEAMY (2010 apud FLACH, 2017), “ao utilizar processos em BIM, a fase de documentação demanda menos dos profissionais, dada a facilidade de criar vistas através do modelo tridimensional”.

Na Figura 3, está representada a Curva de Esforço proposta por Patrick MacLeamy.

Figura 3 – Curva de Esforço MacLeamy



Fonte: Guia AsBEA – Boas práticas em BIM – fascículo II

Com a adoção da metodologia BIM, a tendência é deslocar as consolidações e esforços do projeto para fases anteriores ao executivo (RICOTTA, 2016), e a extração de documentos de projeto passa a acontecer após um maior amadurecimento dos modelos (ASBEA, 2015).

“No processo de orçamentação utilizando o BIM o principal fator de influência para a retirada dos materiais e serviços necessários é a própria modelagem. O detalhamento de quem modela influi diretamente no trabalho de quem orçará o projeto” (COELHO FILHO; JACINTO, 2020).

2.1.3 Parametrização: Qualidade do Modelo BIM

Segundo Sacks (2008, tradução autor), desenhos não são mais detentores de informações do projeto, eles funcionam como relatórios de informação e sua produção é quase que completamente automatizada. No BIM existem objetos paramétricos e inteligentes que já tem informações sobre si próprios, seu relacionamento com outros objetos, e também, com seu entorno ou ambiente no qual está inserido (CBIC, 2016).

A modelagem paramétrica pode ser utilizada com o intuito de criar e editar geometrias através do uso de regras paramétricas para objetos Eastman *et al.* (2008 apud TAKAGAKI, 2016) e determinar o comportamento de um objeto e definir relacionamentos entre os componentes do modelo (MANZIONE, 2013).

Liu e Cao (2021, tradução autor) explica que com o BIM é possível criar um modelo virtual do edifício com uma base de dados que contém todas as informações do empreendimento. Ainda afirma que a adoção do BIM reduz problemas causados por má comunicação de informações, elimina obstáculos para transmitir informações e aprimora o andamento da construção, já que o modelo pode ser atualizado em tempo real.

Inskovski (2021) afirma que as considerações a serem tomadas na seleção dos elementos a serem vinculados e das composições que melhor representem a situação real continuam a ser complexas e o nível de maturidade das informações do modelo implica diretamente na qualidade do orçamento elaborado.

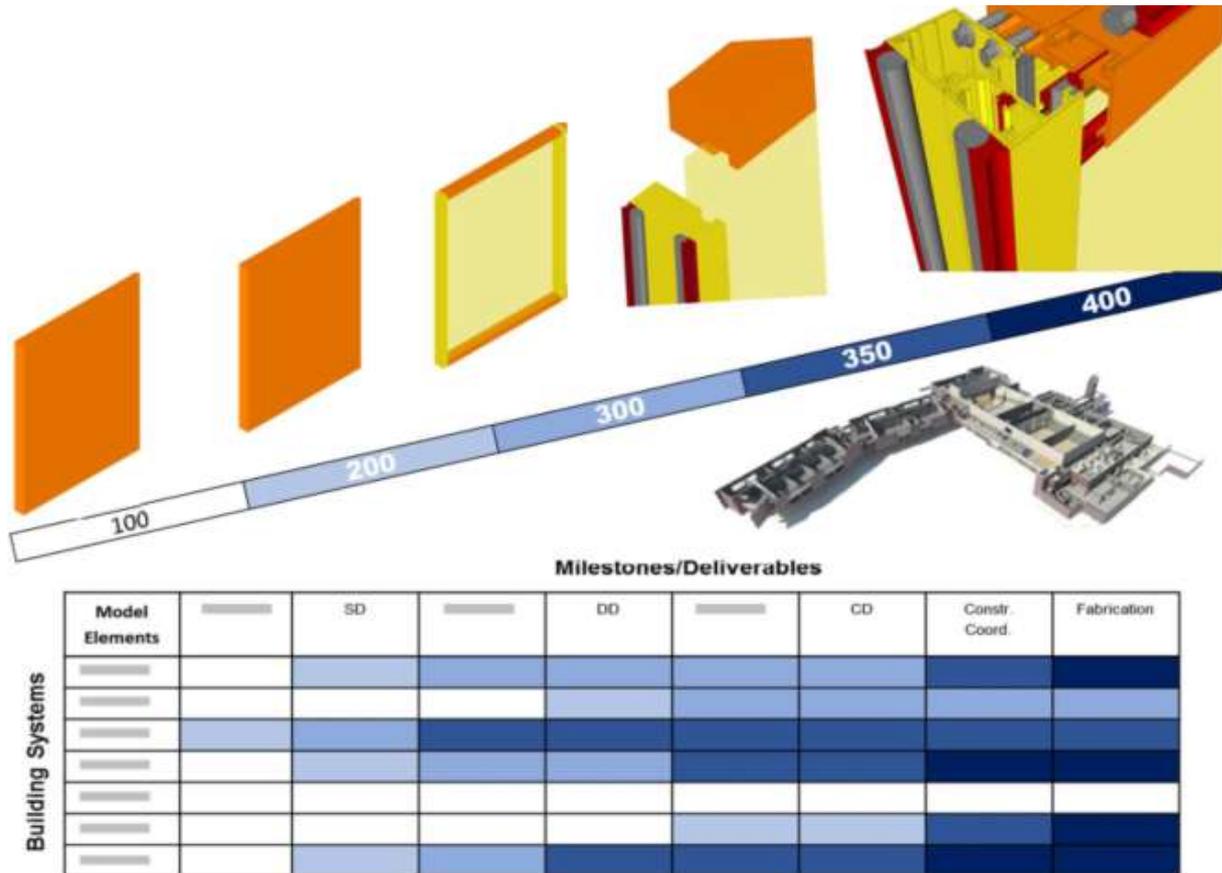
2.1.4 Níveis de desenvolvimento e detalhamento do modelo (LOD)

Para se obter um modelo com potencial uso para as diversas funcionalidades do BIM, é importante um bom entendimento sobre a definição de nível de desenvolvimento – *Level of Development* e nível de detalhamento – *Level of Detail* conhecidos pela sigla LOD.

Para um melhor esclarecimento, vale a definição de Reinhardt e Bedrick (2016, p. 7) “Nível de detalhamento é essencialmente quantos detalhes estão inclusos no elemento do modelo. Nível de desenvolvimento é o grau em que a geometria do elemento e as informações anexadas foram pensadas - até que ponto os membros da equipe do projeto podem confiar nas informações ao usar o modelo.”

O LOD (Figura 6) possibilita que os agentes atuantes na indústria da construção civil especifiquem e articulem, com clareza, os conteúdos e níveis de confiabilidade de modelos BIM, nos vários estágios do processo de projeto e construção (CBIC, 2016).

Figura 6 – Cinco representações de uma junção metálica de acordo com seu nível de desenvolvimento

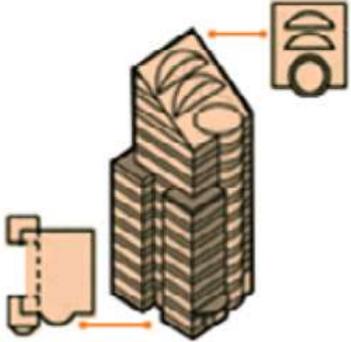


Fonte: BIM Forum (2020).

Na abordagem proporcionada pelo BIM, o termo “Nível de Desenvolvimento” mostra que o detalhamento não diz respeito apenas a geometria, mas também está relacionado a informações não gráficas (BOTON; KUBICKI; HALIN, 2015), pois é praticamente impossível incluir todos os detalhes requeridos por diferentes usos de modelos BIM ao longo de todas as diferentes fases de um projeto em apenas um único modelo (SACKS *et al.*, 2021).

O quadro a seguir traz um breve resumo de especificação dos LODs supracitados, conforme adaptação de documento publicado pela AIA (*American Institute of Architects*) em 2013, intitulado de “*Project Information Modeling Protocol*”.

Quadro 1 – Definição LODs

LOD 100	É o primeiro nível de desenvolvimento, trata-se do modelo mais enxuto, em que a elemento deve ter uma representação gráfica genérica e sem detalhes. É indicado para análise conceptiva da geometria do projeto (volume, área e perímetro), estimativa bruta de custos e prazos.	
LOD 200	É o primeiro nível de desenvolvimento, trata-se do modelo mais enxuto, em que a elemento deve ter uma representação gráfica genérica e sem detalhes. É indicado para análise conceptiva da geometria do projeto (volume, área e perímetro), estimativa bruta de custos e prazos.	
LOD 300	Nesse nível já vemos uma representação gráfica específica de cada sistema, necessário para aprovação de cada projeto. Assim sendo, contém um maior número de informações não gráficas vinculadas. É indicado para aprimorar, detalhar e compatibilizar as diversas fases e disciplinas de projeto.	
LOD 400	Aqui encontramos um nível de detalhamento suficiente para a execução do projeto e obtenção da documentação legal. Vemos quantitativos e planejamento que permitam a elaboração do cronograma físico-financeiro mais detalhado.	
LOD 500	O nível de maior desenvolvimento corresponde àquele que represente a execução real da construção, bem como todas as informações de todos os materiais constituintes, é equivalente ao projeto conhecido como “As-Built”.	

Fonte: Adaptado de AIA (2013); Manzione (2013); Reinhardt e Bedrick (2016).

No trabalho o LOD utilizado foi o 400, com um nível de detalhamento suficiente para a execução do projeto e obtenção da documentação legal. É possível extrair quantitativos e gerar o planejamento que permite a elaboração do cronograma físico-financeiro mais detalhado.

2.1.5 Interoperabilidade e extensão de arquivos .IFC

Segundo definição do Manual de BIM, “Interoperabilidade é a capacidade de troca de dados entre aplicações, o que estabiliza os fluxos de trabalho de, por vezes, facilita sua automação”. (EASTMAN et al., 2021, p. 85).

O uso da metodologia BIM pressupõe a troca de informações entre os profissionais envolvidos nas etapas de concepção de uma construção por meio de modelos computacionais, o que pode gerar necessidades de retrabalho caso haja falha do processo de interoperabilidade (CORRÊA; SANTOS, 2014), no entanto, os modelos não podem simplesmente ser trocados, devendo, na realidade, haver uma conversão, com o consequente risco de perda de informações (Figura 7) entre fases de projeto (SACKS *et al.*, 2021).

Figura 7 – Perda de informações entre fases de projeto



Fonte: TEICHOLZ (2013 apud SACKS *et al.*, 2021).

Para Andrade e Ruschel (2009), uma boa interoperabilidade depende da implementação de um padrão de protocolo internacional de troca de dados nos aplicativos e processos. Os dois principais modelos de troca de dados de domínio público do produto da construção civil são *CIMsteel Integration Version 2 (CIS/2)* e o *Industry Foundation Classes (IFC)*. O primeiro é focado em projetos de estruturas em aço, já o IFC é atualmente reconhecido como o padrão de referência para a troca de dados e existem dezenas de aplicativos certificados como compatíveis que permitem a importação e exportação segura de dados para um arquivo .ifc (LEUSIN, 2018), um esquema que torna possível conter dados e trocar informações entre diferentes aplicativos para BIM (BUILDINGSMART, 2012d apud MANZIONE, 2013).

2.1.6 Dimensões do BIM

Dentre as diversas inovações inerentes ao processo de projeto em BIM, a mais notável é passar a representar objetos bidimensionais em um ambiente tridimensional, porém, existem mais níveis de detalhamento existentes que são conhecidos como dimensões do BIM.

No surgimento da metodologia BIM, muito se falava sobre sua capacidade de representar objetos em três dimensões sugerindo uma superioridade ao CAD (KOUTAMANIS, 2020), porém atualmente entende-se que utilizar a terceira dimensão do BIM pode trazer como benefícios a visualização melhorada do projeto, a colaboração entre diferentes profissionais e disciplinas e a redução de retrabalhos (HAMMED, 2015, apud FLACH, 2017). Para Manzione (2013), modelar a geometria de um edifício é uma atividade essencial, mas não pode ser vista como única. Para o autor, a possibilidade de se criar propriedades no modelo BIM o distingue de qualquer modelo convencional em três dimensões.

BIM 3D: é a consolidação virtual dos projetos em um ambiente com elementos projetados tridimensionalmente. Corresponde ao espaço, ou seja, a criação de um modelo tridimensional paramétrico (VENÂNCIO, 2015).

BIM 4D: há a vinculação do cronograma de obra ao projeto. Segundo Brito e Ferreira (2015), um dos fatores primordiais para o sucesso em uma implantação é a capacidade de visualizar informações acerca do planejamento e controle em modelos (BIM 4D), permitindo que informações a respeito do avanço ou discrepâncias em relação ao que foi planejado sejam comunicadas. Para Silva, Crippa e Scheer (2019),

a conexão entre a dimensão espacial (3D) e a temporal (4D) são capazes de promover maior confiabilidade nos cronogramas da obra e melhor gestão da comunicação.

BIM 5D: consiste no incremento da definição de orçamento do projeto. O processo de precificação pode referir-se a preço de materiais, componentes ou conjuntos montados de componentes (KOUTAMANIS, 2020). Smith (2016, tradução autor) cita que o objetivo da quinta dimensão é criar um modelo “*as built*” (como construído) integrado ao custo e capaz de transferir bases de dados, custos de reposição e custos estimados de funcionamento e manutenção.

BIM 6D: refere-se à manutenção e operação do edifício. De acordo com McPartland (2017), nessa dimensão o modelo é abastecido com informações para embasar o gerenciamento e manutenção da edificação, tais como desempenho, consumo energético e vida útil. É nesta dimensão que se encontram as chamadas *facilities management*, ou, gestão de facilidades.

BIM 7D: até o momento o maior nível das dimensões BIM, está relacionado à sustentabilidade das edificações. Segundo Karmadeen (2010), um modelo 7D permite ao projetista analisar os níveis de carbono de cada elemento da construção, bem como seu desempenho energético para a tomada de decisão.

BIM 8D: esta dimensão pode ser considerada, de acordo com Imriyas Kamardeen (2010) como um nível direcionado à Segurança do Trabalho, pois um modelo projetado em BIM pode oferecer informações suficientes para que se possa identificar diversos problemas relacionados à segurança do trabalho antecipadamente.

2.1.7 Softwares recorrentes na aplicação da metodologia BIM

Com uma maior popularização do BIM, existem diversos *softwares* com variadas funcionalidades e dedicados a diferentes etapas do projeto. No Quadro 2 a seguir, estão listados alguns dos principais *softwares*, a empresa desenvolvedora e a que fase do projeto atende, levando em consideração que, segundo a *BuildingSmart*, para um *software* ser considerado BIM, deve importar e/ou exportar em formato IFC.

Quadro 2 – Softwares BIM e respectiva fase de contribuição

Software	Empresa Desenvolvedora	Fase de Contribuição
Revit	Autodesk	Modelagem / Compatibilização / Quantificação
ArchiCad	Graphisoft	Modelagem / Compatibilização / Quantificação
AECOSim Building Designer	Bentley Systems	Modelagem / Compatibilização
Vectorworks	Nemetschek	Modelagem / Compatibilização
Tekla Structure	Trimble	Modelagem / Detalhamento Estrutural / Quantificação
Solibri Model Checker	Nemetschek	Compatibilização / Quantificação
Tekla BIM Sight	Trimble	Compatibilização
Navisworks	Autodesk	Planejamento / Compatibilização / Quantificação
Synchro pro	Bentley Systems	Planejamento
Vico Office	Trimble	Planejamento / Orçamento
ArchiBUS	ArchiBUS	Operação e Manutenção
QiVisus	AltoQi	Compatibilização / Quantificação / Orçamento

Fonte: Adaptado de BuildingSmart (2018) e Manual de BIM (2021).

O *software* que será utilizado no trabalho é o QiVisus da AltoQi, com foco especificamente na extração das quantidades de concreto do modelo estrutural paramétrico obtido no caso.

2.2 ORÇAMENTAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A fase de orçamentação, como etapa de um projeto, tem grande potencial de influenciar o valor final de um empreendimento, bem como sua proporção de lucro. É responsável por fazer levantamentos de custos e fixar o preço final do projeto. O orçamentista é o profissional responsável por possuir conhecimento detalhado do serviço, devendo interpretar desenhos e especificações de obra para conhecer a melhor maneira de realizar cada atividade, bem como seus custos de execução

(MATTOS, 2006). Para definir o custo corretamente, deve-se identificar e quantificar todos os serviços que integram a obra (TRINDADE, 2019).

Mattos (2006) completa dizendo que a orçamentação envolve a identificação, quantificação, análise e valorização de uma grande série de itens, que, portanto, requerem muita atenção e habilidade. O processo orçamentário permite ao engenheiro efetuar projeções futuras que contribuem para a empresa conhecer ou avaliar lucros e riscos futuros (AVILA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

Segundo o PMBOK (2017), o gerenciamento dos custos deve levar em consideração que diferentes partes envolvidas no projeto medem os custos desse projeto de modos e em tempos diferentes. Gonçalves (2011) ainda cita que o processo de orçamento deve definir a forma como os custos serão distribuídos em cada parte da obra, sendo que os custos finais da obra estão intimamente ligados às decisões tomadas ao longo do projeto.

De acordo com Sakamori (2015), a estimativa de custos tem como objetivo buscar a precisão nos custos necessários para o projeto e evitar que a fase de orçamento supere o orçamento programado.

2.2.1 Definição e conceitos de orçamento

O objetivo final do orçamento é obter um preço de venda e para isso devem somar-se diversos componentes, como os custos diretos, custos indiretos, impostos e lucros desejados (MATTOS, 2006). O autor ainda define os três principais atributos do orçamento:

- Aproximação: sempre haverá uma estimativa associada, o que afasta o orçamento da exatidão total;
- Especificidade: não existe generalização para orçamentos, deve-se levar em conta os condicionantes locais;
- Temporalidade: o orçamentista deve atentar-se a flutuações no custo de insumos, alteração de impostos e mudança de cenários financeiros, entre outros.

A estruturação de um orçamento é realizada através de uma composição de custos dos constituintes a serem avaliados. O custo direto se relaciona com aspectos como as áreas de construção, com o padrão do empreendimento e características do terreno, entre outros, refletindo custos de materiais e serviços diretamente incorporados à construção (GONÇALVES, 2011). Mattos (2006) complementa que o custo direto representa o custo orçado dos serviços que foram levantados, sendo que os custos podem ser dados em uma unidade específica, como volume de concreto, ou por verba, como por exemplo, o serviço de paisagismo.

Segundo Gonçalves (2011), o custo indireto relaciona-se com o custo do canteiro de obra e itens como administração, infraestrutura de produção, consumo de energia, consumo de água e proteções, ou seja, itens que não ficam incorporados à obra. Somam-se a isso custos como equipamentos, ferramentas, despesas de consumo e taxa de administração, entre outros. Mattos (2006) afirma que os custos indiretos se relacionam aos serviços que geram suporte para as atividades diretamente desenvolvidas no campo, e nesse sentido, destaca: dimensionamento de equipes técnicas, de apoio, de suporte, mobilização do canteiro e taxas, entre outras despesas.

2.2.2 Tipos de orçamentos

Com base no livro de Aldo Dórea Mattos (2019) “Como preparar orçamentos”, podemos dividir o grau de detalhamento de um orçamento em três tipos: estimativa de custo, orçamento preliminar e orçamento analítico.

- Estimativa de custo: A estimativa de custo é utilizada no início do estudo para verificar a viabilidade do empreendimento, em uma fase onde não há informações suficientes para a elaboração do orçamento com mais detalhes (DIAS, 2006 apud TRINDADE, 2019). Portanto, é comum caracterizá-la como um prognóstico que se baseia nas informações disponíveis em dado momento (PMBOK, 2017);
- Orçamento preliminar: Possui menor grau de incertezas, porém ainda é uma análise obtida através do levantamento de quantitativos de

materiais, serviços e equipamentos com base em regras de cálculos e indicadores;

- Orçamento analítico: Segundo Mattos (2006), “o orçamento analítico constitui a maneira mais detalhada e precisa de se prever o custo da obra. Avalia o preço final com maior nível de precisão, com base em projetos executivos, representando da forma mais adequada possível os custos da execução.

Vale notar que como apresenta Gonçalves (2011), a diferença do orçamento enquanto instrumento para análise de viabilidade, baseada em custos diretos e utilizado para a tomada decisões, muitas vezes arquitetônicas, daquele orçamento voltado à execução, que engloba os custos indiretos. O primeiro se baseia em uma análise do projeto ou modelo paramétrico, utilizado na tomada de decisão e alterações em etapas projetuais, e o segundo trata-se de uma análise de custo para a execução da obra.

Os custos diretos são a somatória de todos os custos dos materiais, equipamentos e mão de obra aplicados em cada um dos serviços envolvidos em uma edificação, já os custos indiretos são compreendidos como todas as despesas que não fazem partes dos insumos e sua infraestrutura, mas que também são necessários para a execução (TISAKA, 2006).

Com isso analisado, chega-se ao conceito de BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) que, em resumo, é quociente da razão entre os custos indiretos acrescido do lucro, e os custos diretos da obra. Mattos, (2006) salienta que o BDI inclui despesas indiretas, custo de administração, fatores imprevistos, impostos e, por fim, o lucro. Tem-se, portanto, um valor percentual a ser aplicado sobre o custo direto objetivando obter o preço de venda do ativo.

2.2.3 Etapas da orçamentação

Conforme o “Guia definitivo do Orçamento de Obras” (SIENGE, 2019), o orçamento é composto, basicamente, pelas seguintes três etapas:

- 1) Estudo das condicionantes ou condições de contorno: Nessa fase estuda-se o objeto a ser orçado, bem como suas condições limitantes e os

serviços envolvidos para sua realização. As principais atividades envolvidas nessa etapa são:

- Leitura e interpretação do projeto e especificações técnicas;
- Leitura e interpretação do edital;
- Visita técnica.

2) Composição de custos e quantidades: Dado que o custo total de uma obra é dado pela soma do custo orçado para cada um de seus serviços integrantes, essa fase é a mais delicada do orçamento, pois erros de cálculos ou interpretações podem gerar consequências incalculáveis. Sendo assim, nessa fase entra o levantamento de quantitativos, que devido ao enfoque deste trabalho será melhor estudado em um item a parte. Por fim, uma vez em posse da composição dos custos e quantidades, deve-se definir o percentual referente a encargos sociais da mão de obra;

3) Fechamento do orçamento e definição do preço: Uma vez que as etapas anteriores foram devidamente cumpridas, define-se a lucratividade esperada para se chegar ao preço final do empreendimento, é nesse momento que temos o cálculo de taxa que engloba as despesas indiretas que se terá para a realização do serviço, o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas). O último passo do orçamento está no desbalanceamento da planilha, que contém todas as informações citadas anteriormente (descrição dos serviços, composições, custos, quantidades, encargos e BDI), o desbalanceamento trata de uma distribuição não uniforme do BDI, a fim de aprimorar os desembolsos do contratante, aumentando custos iniciais e diminuindo finais, por exemplo, além de proteger o orçamento, aumentando o custo de quantitativos que podem sofrer acréscimos e diminuindo daqueles que estão sujeitos a menores erros de quantificação.

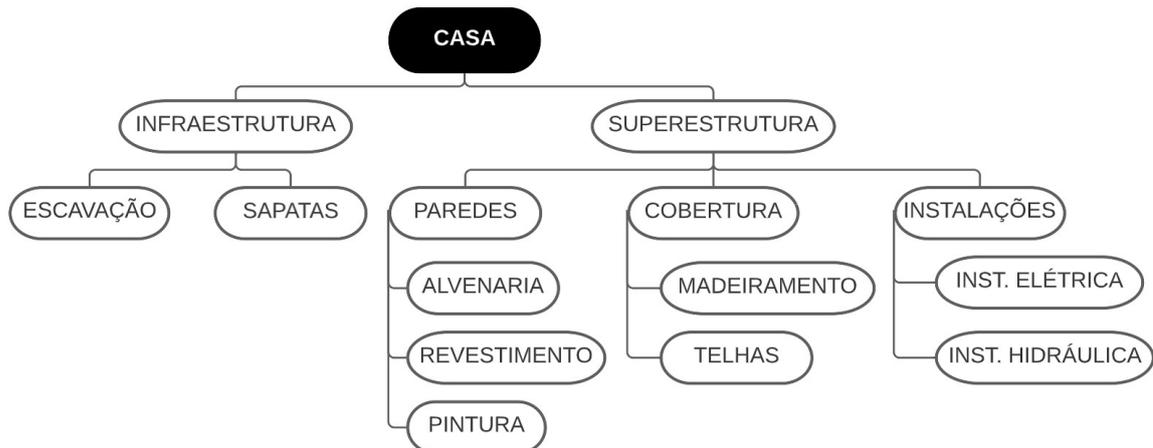
2.2.4 Estrutura Analítica de Projeto (EAP)

O PMBOK (2017) define EAP como a decomposição de entregas ou projetos em componentes menores e que são mais fáceis de gerenciar:

A EAP é uma decomposição hierárquica do escopo total do trabalho a ser executado pela equipe do projeto a fim de atingir os objetivos do projeto e criar as entregas requeridas. O principal benefício desse processo é que ele fornece uma visão estruturada do que deve ser entregue.

O nível superior da EAP é o escopo total da obra, representando o projeto como um todo, em seguida a EAP se ramifica nas demais partes do projeto e estas se dividem em componentes menores e níveis inferiores (MATTOS, 2010), conforme Figura 7 e Tabela 2.

Figura 8 – EAP proposta por Mattos (2010) no livro “Planejamento e controle de obras”



Fonte: Adaptado de Mattos (2010).

Tabela 2 – EAP proposta por Mattos (2010), porém estruturada em lista

Atividade	
0	Casa
1	1 Infraestrutura
2	1.1 Escavação
3	1.2 Sapatas
4	2 Superestrutura
5	2.1 Paredes
6	2.1.1 Alvenaria
7	2.1.2 Revestimento
8	2.1.3 Pintura
9	2.2 Cobertura
10	2.2.1 Madeiramento
11	2.2.2 Telhas
12	2.3 Instalações
13	2.3.1 Instalações elétricas
14	2.3.2 Instalações hidráulicas

Fonte: Adaptado de Mattos (2010).

2.2.5 Bancos de dados de composições de custos unitários

Mattos (2006) propõe que composição de custos unitários é nome dado ao processo de estabelecimento dos custos incorridos para a execução de uma unidade de um serviço ou atividade, individualizado por insumo e respeitando certos requisitos pré-estabelecidos. As categorias que envolvem um serviço, geralmente são mão-de-obra, material e equipamento.

Conforme Goldman (1997), nos orçamentos cada insumo apresenta um índice de consumo por unidade de serviço, que então é multiplicado pelo seu preço unitário, gerando assim o seu valor unitário.

A construção civil brasileira possui três principais fontes de composições, são elas a Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO), a SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da construção Civil e as tabelas

da Revista Construção e Mercado. Além destes, existem outros bancos de dados, como o DEINFRA e outros (SAKAMORI, 2015).

A TCPO teve sua primeira edição lançada em 1955 (PINI, 2010), com mais de oito mil composições unitárias, é considerada por muitos como a principal referência no assunto (TISAKA, 2006; MATTOS 2006).

A SINAPI é outra fonte amplamente utilizada na construção brasileira, desde 2003 é decretado por lei como referência de preços para obras públicas, sua gestão é compartilhada entre a Caixa Econômica Federal e o IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (CAIXA, 2018).

2.2.6 Levantamento de quantitativos e critérios de medição

Diversos autores como Xavier (2008), Mattos (2006), Goldmann (1997), afirmam que o levantamento de quantitativos é a fase mais importante do processo de orçamentação. O levantamento de quantidades é um trabalho minucioso feito a partir da análise do projeto, especificações técnicas e plantas construtivas (DIAS, 2011).

Existem duas formas de realizar o levantamento de quantidades segundo Alder (2006), de forma manual ou automatizada, dependendo da preferência, capacidade e ferramentas de cada equipe. Os métodos manuais executam a medição e contagem de todos os elementos de uma construção, utilizando escalas e registro de todos os dados coletados. Já com métodos automatizados, o processo é acelerado e reduz a margem de erro, auxiliando também na apresentação dos dados que geralmente passam por uma estruturação padronizada do *software*.

Para garantir o armazenamento das informações e quantidades geradas, Xavier (2008) indica que durante o levantamento de quantidades o orçamentista deve gerar uma memória de cálculo que deve ser facilmente manipulada e compreendida por outros profissionais envolvidos no empreendimento.

Segundo Mattos (2006), as quantidades de materiais podem ser classificadas, quanto à sua dimensão em:

- Lineares;
- Superficiais ou de área;
- Volumétricos;
- De peso;

- Adimensionais;

A classificação acima leva em conta a forma com que cada tipo de material é comercializado.

Mattos (2006), salienta que o profissional deve estar atento sempre aos critérios de medição que regem o contrato. As diversas fontes de composições, como visto no item anterior, podem ter divergências quanto aos critérios utilizados na quantificação de cada material. Por exemplo, para a área de alvenaria, a TCPO indica de que vãos, com áreas maiores que 2m² devem ser descontadas, enquanto outras fontes, como a SINAPI, dizem que todos os vãos, independente do seu tamanho, devem ser descontados do quantitativo.

2.2.7 Modelagem 5D

O processo de orçar no setor da construção precisa ser adaptado a fim de promover mais transparência e confiança nas informações fornecidas ao longo do tempo, com o objetivo de identificar e eliminar desperdícios por meio da colaboração (HANID, 2014 apud AHMED; PASQUIRE; MANU, 2019).

Em um projeto em que são utilizadas somente ferramentas tradicionais e não paramétricas, pode ser difícil coordenar e alinhar todas as informações disponíveis nos projetos, o que implica em grandes prejuízos ao planejamento e orçamento de uma construção (SAKAMORI, 2015).

Cardoso (2014, p. 238), em se tratando do assunto adoção de softwares para levantamento de quantitativos para fins de orçamentação e planejamento de obras, afirmou que “o ideal seria ter um software com tripla função”, referindo-se às atividades de projetar, gerar as quantidades diretamente do projeto e elaborar a planilha de orçamento para edição integrada ao projeto. Segundo Eastman et al (2014), o modelo BIM concebe quantitativos mais precisos que então irão gerar um orçamento com maior grau de fidelidade e consequente segurança ao profissional responsável, essa é maior vantagem que o modelo 5D pode fornecer (AZEVEDO, 2009).

O BIM promove oportunidades e desafios para o profissional responsável pelo orçamento, pois a quantificação automática de itens do projeto requer dos profissionais a habilidade de entregar serviços que incorporem a dimensão 4D59 (tempo) e a 5D (custo), além de compartilhar tais informações com o time do projeto (SMITH, 2014). Através da aplicação da metodologia BIM, é possível melhorar a

eficiência do trabalho e a relação da informação com o tempo, obtendo um orçamento mais refinado e dinâmico (LIU; CAO, 2021).

Harrison e Thurnell (2015, tradução autor) entrevistaram profissionais responsáveis pela elaboração de orçamentos para levantar os benefícios de se adotar a metodologia BIM 5D, segundo suas opiniões. As principais respostas desses entrevistados são que:

- Há uma melhora na visualização do empreendimento, auxiliando na tomada de decisões, reduzindo erros de interpretação e reduzindo a quantidade de deduções que o orçamentista deve fazer;
- A extração de dados fica mais eficiente, permitindo a obtenção detalhada dos custos;
- Atualização rápida das estimativas de projeto, visto que as mudanças realizadas são instantaneamente atualizadas e identificadas;
- Retirada das informações necessárias com mais precisão e facilidade na comunicação;
- Vantagem comercial em relação a concorrentes;
- Melhoria na coordenação e detecção de interferências, pois com um modelo centralizado e compartilhado as atualizações de mudanças são rapidamente comunicadas aos demais participantes do projeto.

Nota-se que, para o processo de orçamentação BIM em projetos, a extração dos quantitativos é uma etapa com grande potencial de impactar o levantamento de custos e posterior estudo de viabilidade econômica de um empreendimento. Vale ressaltar, conforme Eastman (2014) afirma, que o orçamentista continua tendo um papel fundamental no processo, que vai além da extração de quantitativos e medidas. Ele deve considerar o uso da metodologia BIM para facilitar as tarefas citadas e rapidamente visualizar, identificar e avaliar as condições.

3 MÉTODO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO

O empreendimento estudado trata-se de um edifício de alto padrão misto, com uso residencial prioritário e também uso comercial, possuindo 2 lojas no térreo. Tem 6676,72 m² de área construída em um terreno de 1251,50 m², localizado no bairro Agrônômica, em Florianópolis – SC.

Possui um embasamento com 2 subsolos de garagem; 1 pavimento térreo com o acesso principal e as lojas incorporadas; 1 mezanino de transição para o tipo; 7 pavimentos tipo; 1 pavimento cobertura; 1 deck com piscina e áreas de lazer; barrilete e pavimento de caixa d'água.

A tipologia estrutural é estrutura reticulada com laje nervurada moldada *in loco*. A Figura 9 mostra, em imagem renderizada, o projeto do caso estudado.

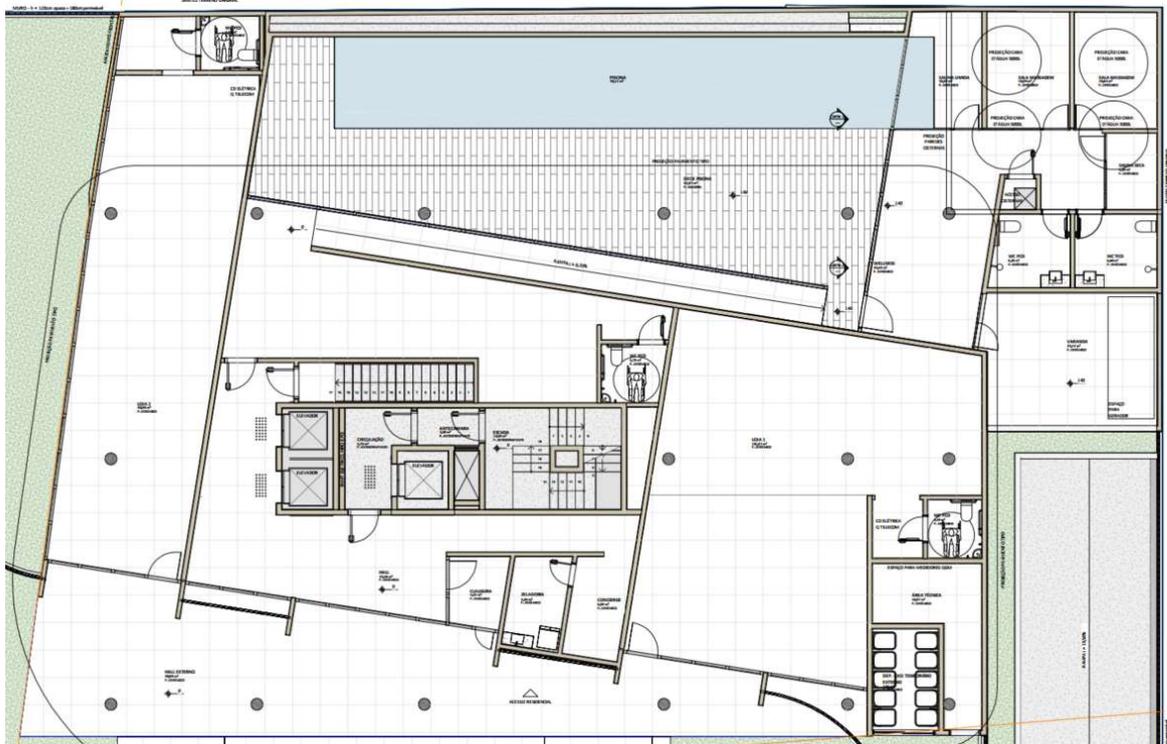
Figura 9 – Imagem renderizada do caso estudado



Fonte: Construtora X.

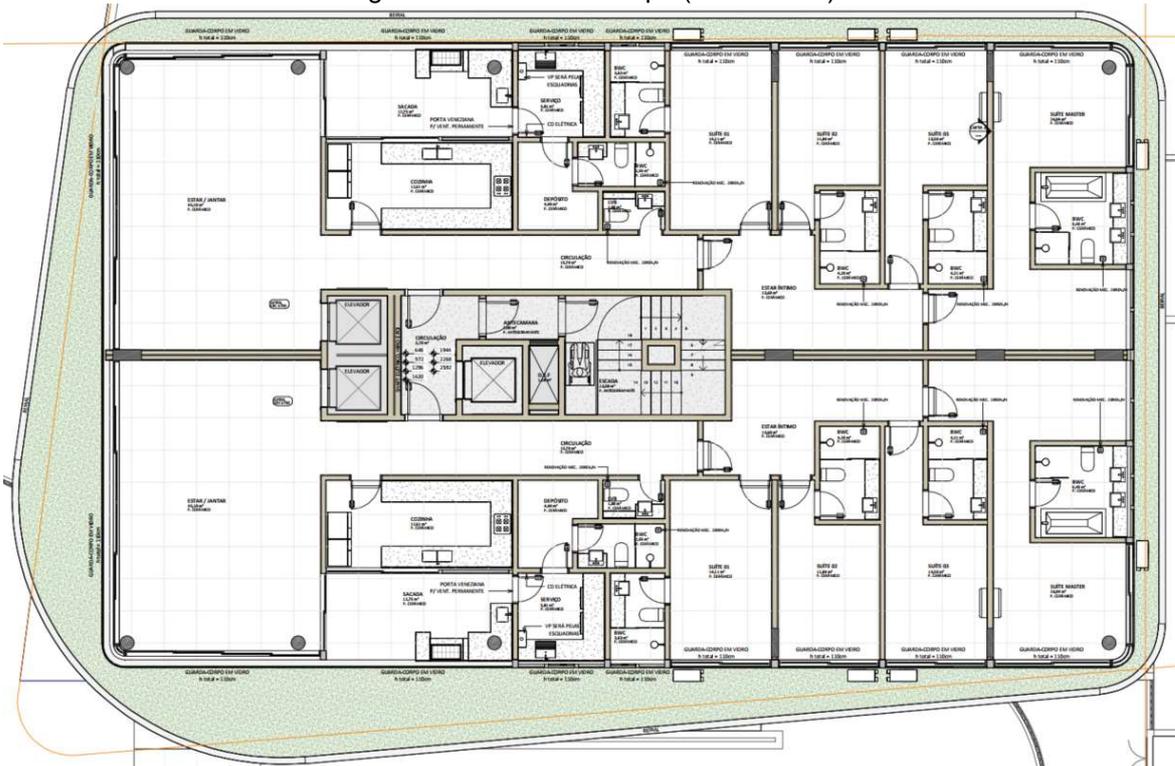
Para melhor entendimento da concepção do projeto as Figuras 10, 11 e 12 apresentam os pavimentos Térreo, Tipo e Cobertura, respectivamente.

Figura 10 – Pavimento Térreo (sem escala)



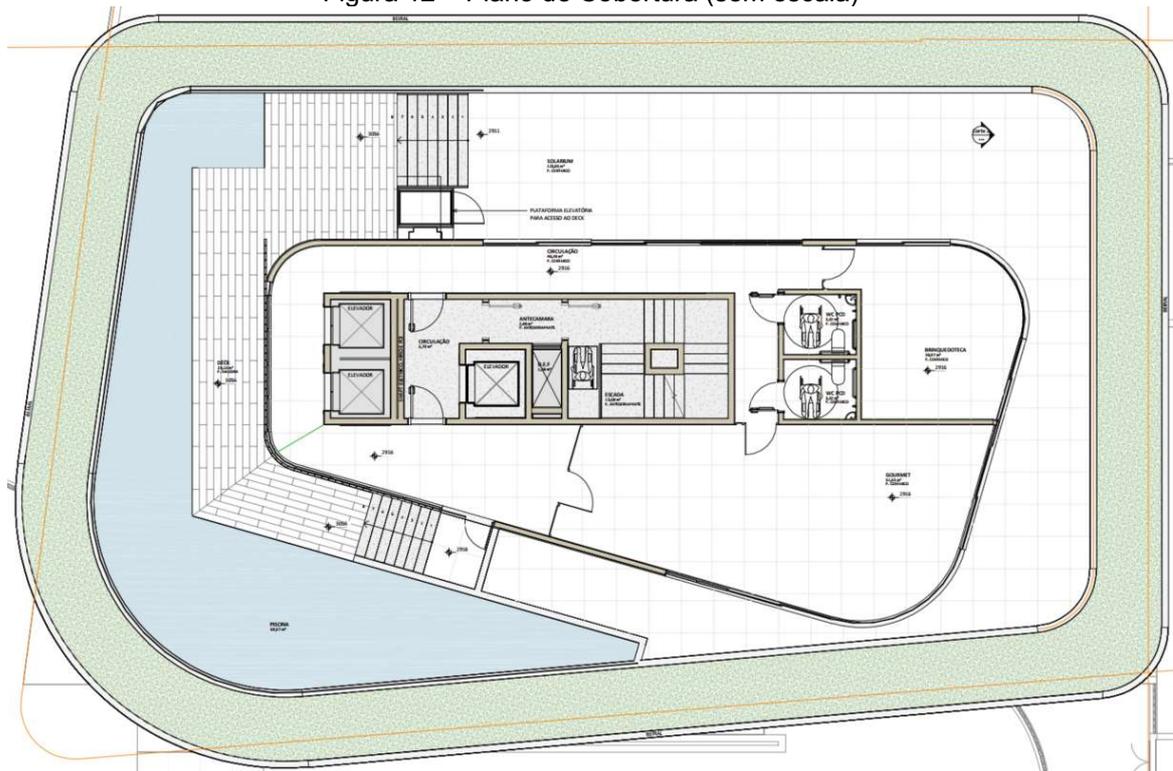
Fonte: Construtora X. Adaptado pelo autor.

Figura 11 – Pavimento Tipo (sem escala)



Fonte: Construtora X. Adaptado pelo autor.

Figura 12 – Plano de Cobertura (sem escala)

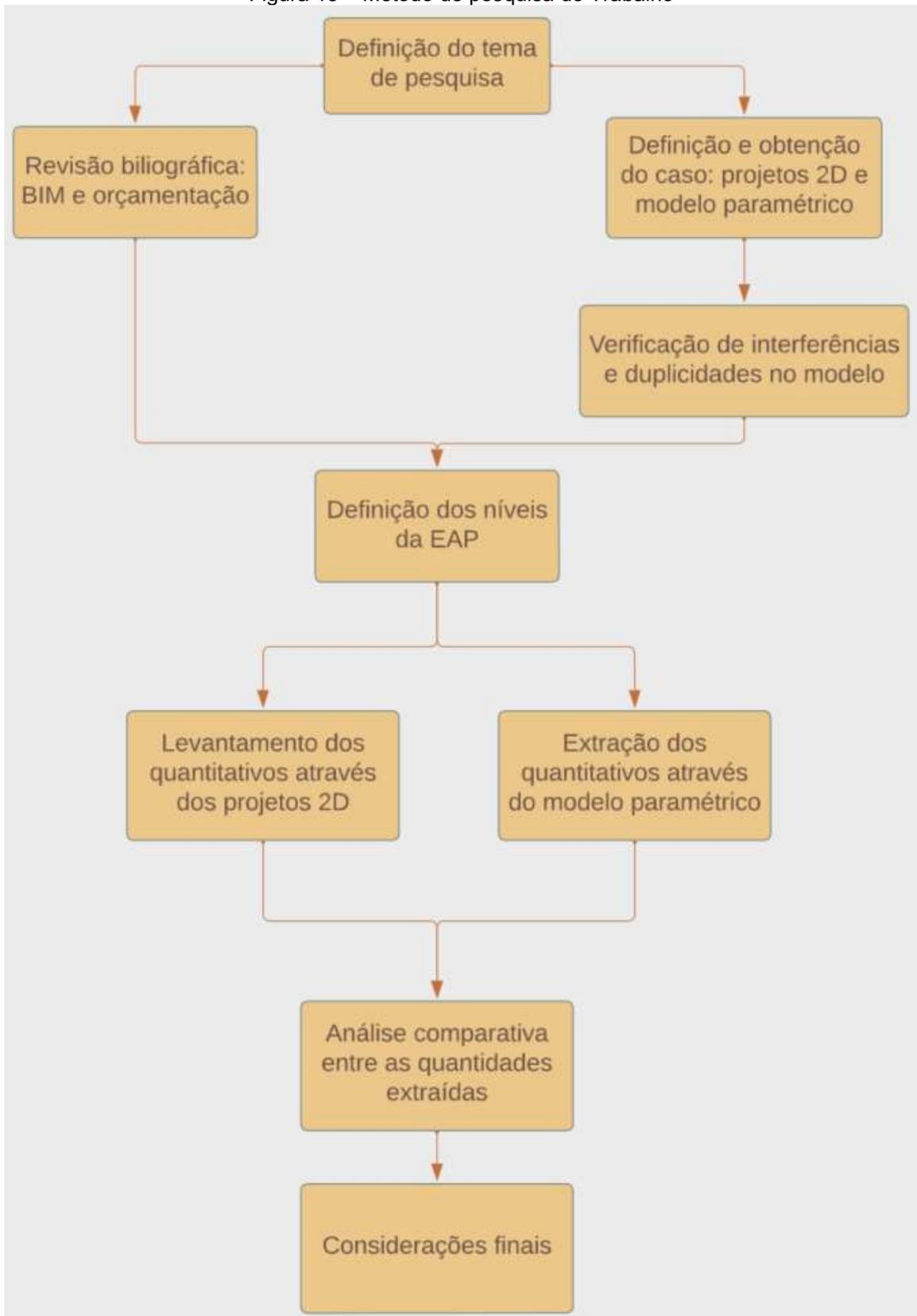


Fonte: Construtora X. Adaptado pelo autor.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

De forma prévia, para a estruturação inicial do trabalho, foi realizado um estudo metodológico para definir o tipo de pesquisa a ser realizada. Basicamente estruturar a sequência de etapas necessárias, avaliar os métodos a serem utilizados e esclarecer expectativas de resultados. O fluxograma apresentado a seguir na Figura 8, apresenta essa sequência acima mencionada:

Figura 13 – Método de pesquisa do Trabalho



Fonte: Autor (2022).

3.3 PROCEDIMENTOS

3.3.1 Definição do tema e revisão bibliográfica

A definição do tema se deu por afinidade do autor com a área de estudo, por estar aplicando os conceitos em estágio e possuir outras experiências vivenciadas, resultando em uma aplicação dos conceitos BIM e mais especificamente de orçamentação otimizada utilizando a metodologia.

Definiu-se realizar um estudo e análise comparativa de levantamento de quantitativos da forma convencional, retirando manualmente de projetos 2D; e de uma forma automatizada através de modelos paramétricos e *softwares* especializados em extração de quantidades. Tal escolha foi tomada devido ao acesso limitado somente às plantas e modelos IFC da disciplina de estrutura.

Para embasar o estudo de forma teórica, definiu-se fazer uma revisão bibliográfica, utilizando de artigos, sites da área de projetos e engenharia civil, monografias (TCCs, dissertações e teses) como referência.

3.3.2 Definição e obtenção do caso

Após a definição de tema, buscou-se um caso que tivesse relevância com a proposta, contivesse as informações necessárias para se alinhar com o tema e coincidissem com o prazo proposto para o trabalho. Oportunamente o autor teve contato com uma concepção de empreendimento em seu estágio que possuía tais requisitos e com isso, buscou a autorização das empresas responsáveis sobre os projetos e da construtora detentora dos direitos legais.

Em contato com a empresa de projeto estrutural, o autor teve acesso ao modelo IFC gerado através da modelagem interna, como também às plantas originais em 2D da concepção estrutural.

Uma ressalva a ser feita é que, por evolução natural do processo de projeto, as plantas e modelos vieram sendo atualizados durante o desenvolvimento do trabalho. Porém, para fins de otimização de tempo e evitar perdas de informações durante o fluxo, o autor utilizou as primeiras versões disponibilizadas, que

correspondem a fase de Projeto Básico. Sendo assim, haverá discrepância se os resultados forem comparados com o que será executado ao final do projeto.

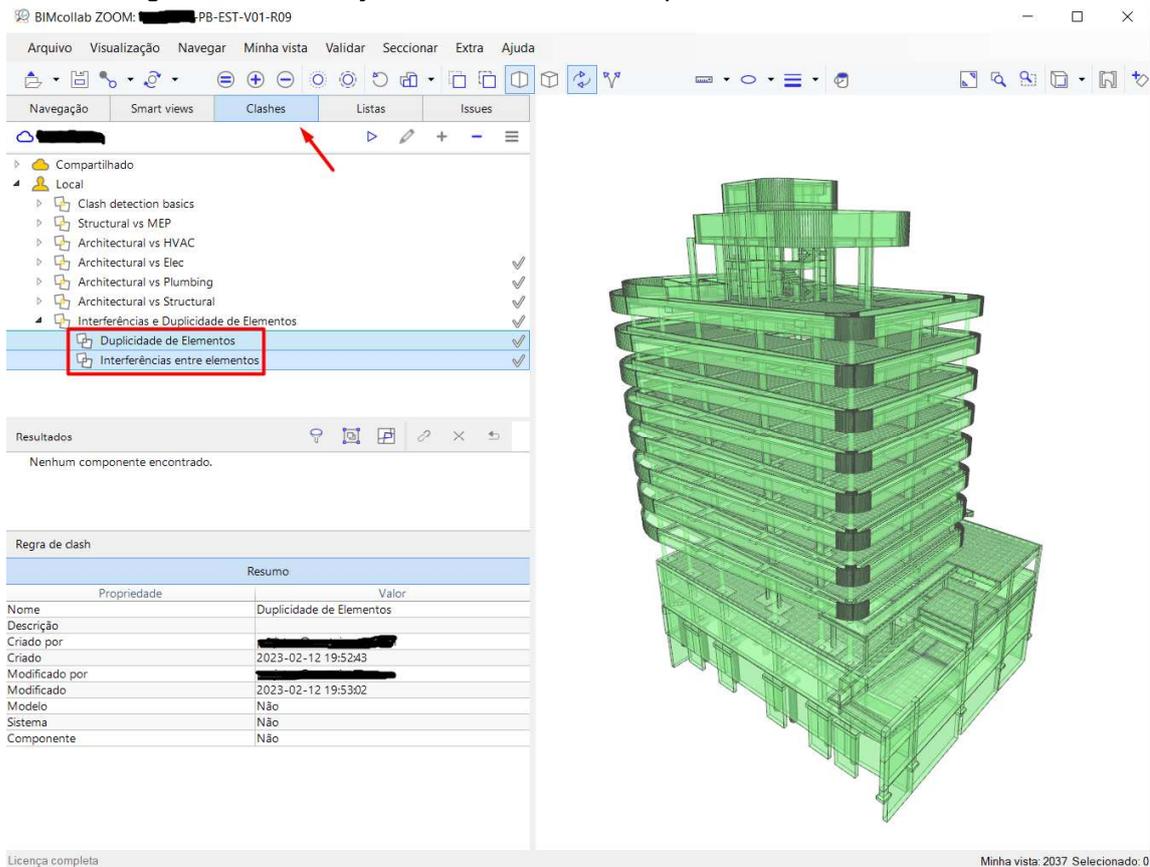
3.3.3 Verificação de interferências e duplicidades no modelo

Para esta etapa do trabalho, o autor utilizou um *software* de seu domínio, visto que é o que a empresa em que estagia usa para a geração de modelos federados, análises de integração e de incompatibilidades, como interferências e duplicidades através de *clashs detective*. O *software* é da empresa Kubus, chamado BIMcollab Zoom que tem como função principal as citadas acima, através de leitura de arquivos com formato IFC. Nele há a possibilidade também de estruturar padrões visuais através dos elementos do modelo para posterior análise de integração.

Com permissão da empresa de estágio, o autor utilizou a licença completa para poder realizar as checagens de duplicidades e interferência, com a finalidade de verificar a ocorrência de possíveis erros de modelagem que resultariam em erros de levantamento de quantitativos.

Na aba *Clashes* há um conjunto padrão do *software* que analisa estes quesitos. Ao rodar a análise percebe-se, conforme Figura 14, que não existem interferências ou duplicidades no modelo, ou seja, cada elemento está representado uma única vez, sem ocorrência de quantidades duplicadas que gerariam um levantamento de quantitativos equivocado.

Figura 14 – Verificação de interferências e duplicidades no modelo estrutural



Fonte: Autor (2022)

3.3.4 Definição dos níveis da EAP

Com objetivo de ordenar a lista de quantitativos de tal forma que seja possível dividir e organizá-los de acordo com uma hierarquia que atenda as demandas de organização, foram definidas as regras e parâmetros para que cada quantitativo seja atribuído ao seu respectivo nível da EAP.

Ao acessar as “Configurações” do projeto, na aba “Estrutura analítica (EAP)” foi inicialmente definido o primeiro nível da EAP com a propriedade Disciplina, para que sejam atribuídos os itens de acordo com a disciplina que pertence. Para o caso de estudo esse primeiro nível não é tão impactante visto que serão extraídos apenas os quantitativos da estrutura.

Para o segundo nível, o agrupamento será realizado pelo respectivo pavimento em que o elemento se encontra e por fim, o terceiro nível será associado à propriedade “Entidade” conforme ilustra a Figura 15.

Figura 15 – Definição da EAP

Indice	Descrição	Quant.	Unid
1.	Estrutura		
1.1.	Cobertura		
1.1.1.	Laje		
1.1.1.1	Barra de aço CA50 ø 10.0 mm (Laje)	3,15	Kg
1.1.1.2	Barra de aço CA50 ø 12.5 mm (Laje)	4,85	Kg
1.1.1.3	Barra de aço CA50 ø 16.0 mm (Laje)	18,21	Kg
1.1.1.4	Barra de aço CA50 ø 6.3 mm (Laje)	145,62	Kg
1.1.1.5	Barra de aço CA50 ø 8.0 mm (Laje)	43,83	Kg
1.1.1.6	Barra de aço CA60 ø 5.0 mm (Laje)	229,31	Kg
1.1.1.7	Concreto - C-25 - Abatimento 5 cm (Laje)	8,22	m³
1.1.2.	Pilar		
1.1.2.1	Barra de aço CA50 ø 10.0 mm (Pilar ou Viga)	317,58	Kg
1.1.2.2	Barra de aço CA50 ø 12.5 mm (Pilar ou Viga)	19,20	Kg
1.1.2.3	Barra de aço CA60 ø 5.0 mm (Pilar ou Viga)	135,97	Kg
1.1.2.4	Forma - Estrutura - Concreto (Pilar ou Viga)	79,89	m²
1.1.2.5	Concreto - C-25 - Abatimento 5 cm	4,16	m³
1.1.3.	Viga		
1.1.3.1	Barra de aço CA50 ø 10.0 mm (Pilar ou Viga)	65,62	Kg
1.1.3.2	Barra de aço CA50 ø 12.5 mm (Pilar ou Viga)	55,99	Kg
1.1.3.3	Barra de aço CA50 ø 6.3 mm (Pilar ou Viga)	48,60	Kg
1.1.3.4	Barra de aço CA50 ø 8.0 mm (Pilar ou Viga)	178,95	Kg
1.1.3.5	Barra de aço CA60 ø 5.0 mm (Pilar ou Viga)	119,18	Kg
1.1.3.6	Forma - Estrutura - Concreto (Pilar ou Viga)	122,15	m²
1.1.3.7	Concreto - C-25 - Abatimento 5 cm	7,39	m³

Fonte: Autor (2023)

3.3.5 Extração dos quantitativos utilizando o modelo 3D

Para a realização do levantamento dos quantitativos através do modelo fornecido pelo projetista estrutural do empreendimento, utilizou-se o *software* QiVisus, da empresa AltoQi, que é um software para orçamento e planejamento, que se integra ao fluxo de desenvolvimento de projetos BIM. Além disso, extrai os quantitativos dos projetos de maneira automatizada e paramétrica, gerando o orçamento de acordo com diversos bancos de dados disponíveis.

Diferentemente dos métodos utilizados convencionalmente, através da extração de tabelas pelo Revit ou utilizando *plugins* adaptados aos softwares gerando resultados fragmentados e desvinculados ao modelo do projeto, o QiVisus vem como uma opção integrada ao processo de projeto sendo atualizado conforme as alterações realizadas no modelo.

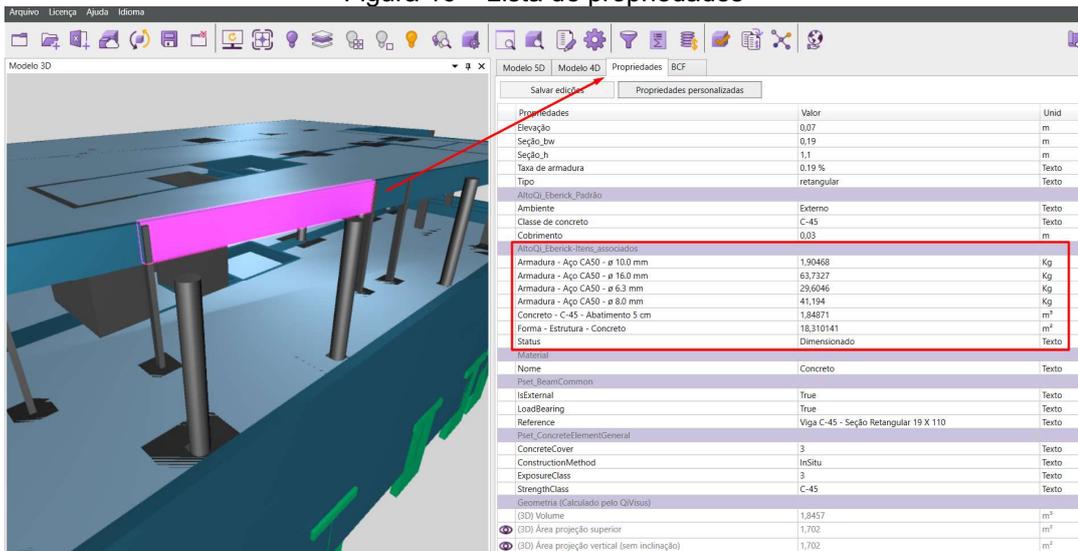
Em interação com o projetista estrutural, a empresa de estágio do autor realizou alinhamentos de necessidades paramétricas que deveriam ser ajustadas no modelo para gerar um IFC com informações úteis à extração das quantidades e posterior orçamento. Visto que o modelo foi concebido no próprio *software* de estruturas da AltoQI, o Eberick. Resumidamente deve habilitar as propriedades básicas do modelo, para efetivamente virem junto com os objetos, e habilitar a opção “Grupo de itens” que traz os quantitativos até de itens não modelados, como barras de aço, cubetas, fôrmas.

Por não ser foco do estudo, não foi gerada a quantidade de insumos de cada serviço, mesmo sendo possível a importação de tais informações no *software* QiVisus. Semelhante à quantificação tradicional, realizada manualmente, o engenheiro orçamentista deveria, se fosse o caso, se basear em outras referências para a quantificação dos serviços, mão-de-obra e equipamentos pertencentes a determinadas atividades.

Após a inserção do modelo estrutural no *software*, a extração dos quantitativos através do QiVisus foi realizada segundo o procedimento abaixo:

- a) Selecionar as propriedades dos elementos: selecionando inicialmente uma viga e abrindo a aba “Propriedades”, através da Figura 16, nota-se que o grupo de propriedades “Pset_AltoQi_Eberick-Itens_acossidos” contém todos os materiais que serão utilizados para a construção da viga selecionada;

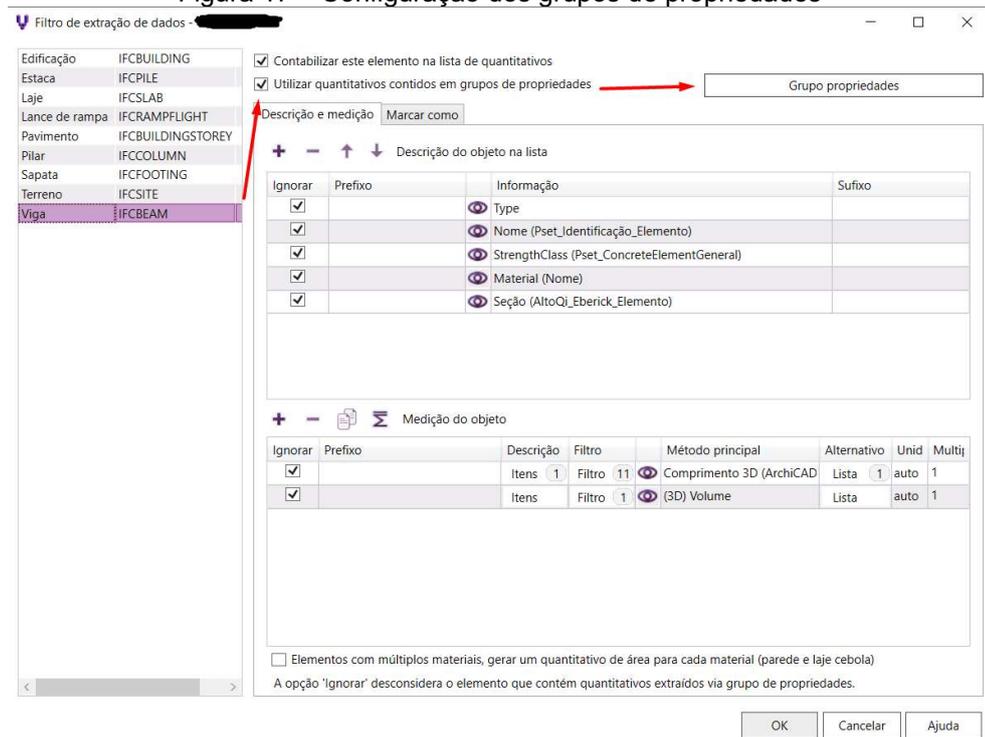
Figura 16 – Lista de propriedades



Fonte: Autor (2022)

- b) Definindo os grupos de propriedades no filtro: conforme Figura 17, foi necessário acessar o filtro de extração pelo comando “Regras do modelo” na barra de comandos. Seleção da entidade “Viga” e habilitação da caixa de diálogo “Utilizar quantitativos contidos em grupos de propriedades” e por último clicar sobre o comando “Grupo de propriedades”.

Figura 17 – Configuração dos grupos de propriedades



Fonte: Autor (2022)

Na janela aberta, ao clicar no “Grupo de propriedades”, definiu-se o grupo onde os quantitativos estão alocados clicando sobre o comando “Adicionar item”, selecionando a linha criada e selecionando o grupo “Pset_AltoQi_Eberick-Itens_associados”.

Para os demais elementos como lajes, pilares, estacas e escadas o procedimento acima realizado foi repetido para atribuir as configurações necessárias.

- c) Gerando a lista de quantidades: Na aba “Modelo 5D”, utilizando da opção “Lista” os quantitativos foram gerados conforme Figura 18 abaixo.

Figura 18 – Lista de quantitativos (parcial)

Índice	Descrição	Quant.	Unid
1.	Estrutura		
1.1.	(-1)NA-SUBSOLO 1		
1.1.1.	Laje		
1.1.1.1	Barra de aço CA50 \varnothing 10.0 mm (Laje)	2.456,17	Kg
1.1.1.2	Barra de aço CA50 \varnothing 12.5 mm (Laje)	2.467,02	Kg
1.1.1.3	Barra de aço CA50 \varnothing 16.0 mm (Laje)	454,79	Kg
1.1.1.4	Barra de aço CA50 \varnothing 20.0 mm (Laje)	3.796,00	Kg
1.1.1.5	Barra de aço CA50 \varnothing 6.3 mm (Laje)	27,46	Kg
1.1.1.6	Barra de aço CA50 \varnothing 8.0 mm (Laje)	1.207,02	Kg
1.1.1.7	Barra de aço CA60 \varnothing 5.0 mm (Laje)	705,79	Kg
1.1.1.8	Concreto - C-45 - Abatimento 5 cm (Laje)	110,89	m ³
1.1.1.9	Enchimento - Cubetas - B30/40/80 (Laje)	158,00	un
1.1.1.10	Enchimento - Cubetas - B30/80/40 (Laje)	45,00	un
1.1.1.11	Enchimento - Cubetas - B30/80/80 (Laje)	661,00	un
1.1.1.12	Forma - Estrutura - Concreto (Laje)	42,62	m ²
1.1.2.	Pilar		
1.1.2.1	Barra de aço CA50 \varnothing 12.5 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	379,34	Kg
1.1.2.2	Barra de aço CA50 \varnothing 16.0 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	527,90	Kg
1.1.2.3	Barra de aço CA50 \varnothing 20.0 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	22,14	Kg
1.1.2.4	Barra de aço CA50 \varnothing 25.0 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	43,07	Kg
1.1.2.5	Barra de aço CA50 \varnothing 6.3 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	647,19	Kg
1.1.2.6	Volume PilarC-45Concreto (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	11,70	m ³
1.1.2.7	Concreto - C-45 - Abatimento 5 cm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	20,58	m ³
1.1.2.8	Forma - Estrutura - Concreto (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	164,74	m ²
1.1.2.9	Barra de aço CA50 \varnothing 12.5 mm (Pilar ou Viga)	125,63	Kg
1.1.2.10	Barra de aço CA50 \varnothing 16.0 mm (Pilar ou Viga)	243,90	Kg
1.1.2.11	Barra de aço CA50 \varnothing 20.0 mm (Pilar ou Viga)	289,56	Kg
1.1.2.12	Barra de aço CA50 \varnothing 25.0 mm (Pilar ou Viga)	249,32	Kg
1.1.2.13	Barra de aço CA50 \varnothing 6.3 mm (Pilar ou Viga)	177,59	Kg

Fonte: Autor (2022)

3.3.6 Levantamento dos quantitativos através do projeto 2D

Como forma de análise de confiabilidade dos resultados de levantamento de quantitativos realizados através do processo em BIM, levantou-se manualmente as quantidades do projeto estrutural (pilares, vigas, lajes e escadas), com a utilização das plantas 2D existentes fornecidas pelo projetista.

Na utilização de composições, foi definido os parâmetros considerados no levantamento dos quantitativos, para não haver superestimativas de quantidades ou de perdas. Conforme (Guimarães, 2012) sobre o cálculo de índices de perdas na construção civil, o levantamento de quantitativos estruturais deve ser feito levando-se em conta:

- Pilares: altura de base a base do pilar subsequente (sem descontar espessura da laje);
- Vigas: comprimento considerado de face a face entre os pilares, e altura da viga considerada sem descontar altura da laje;
- Lajes: área contida entre as faces das vigas de entorno.

Analisando o levantamento automatizado feito através do *software* QiVisus, observa-se que os critérios adotados para o levantamento de quantitativos são os mesmos citados. São critérios comumente utilizados na prática, visto que os elementos constituintes da estrutura (pilar, viga e laje) costumam ser concretados com fck diferentes.

Para o levantamento de fôrmas, o quantitativo será realizado apenas como área de fôrma a ser utilizada, tendo de base a área de superfície dos elementos a serem concretados, e não especificando o quantitativo de materiais inerentes ao processo, tais como gravatas, escoras ou pontaletes, uma vez que não é um serviço que fique incorporado à edificação.

Sendo assim, como forma de checagem de confiabilidade do levantamento realizado pelo *software*, adotou-se os mesmos critérios para o levantamento manual. Utilizando o *software* AutoCAD, levantou-se manualmente direto do arquivo fornecido em plataforma 2D. Os valores foram registrados em uma planilha *Excel*, organizados conforme a relação dos elementos estruturais e o quantitativo total de material levantado para cada um, como pode ser consultado no APÊNCIDE A.

As Figuras 19 e 20 a seguir, resumem a forma de levantamento das quantidades através dos projetos 2D. No exemplo, para o levantamento de volume de

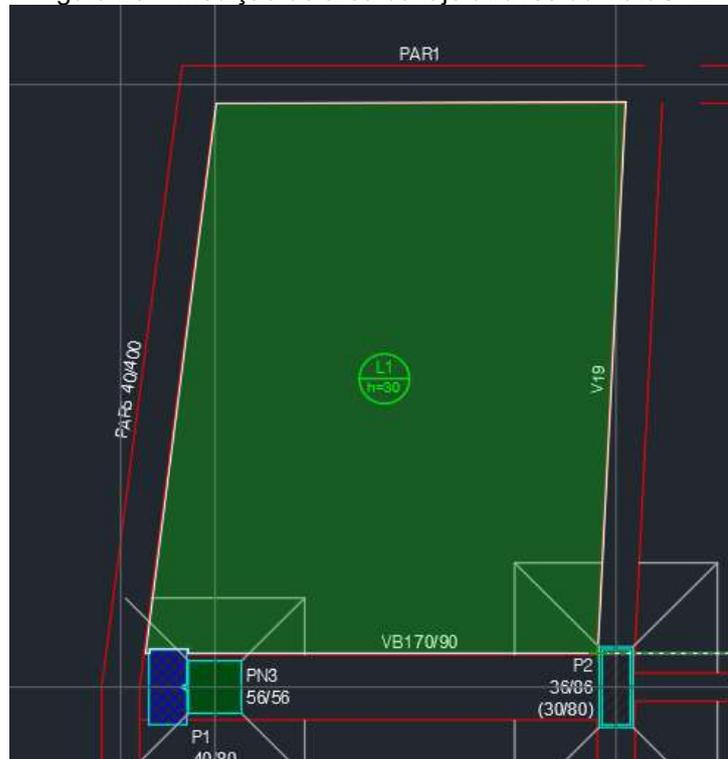
concreto das lajes, mediu-se a área projetada contida entre as faces da viga de entorno, a espessura indicada no desenho e com isso calculou-se o volume de concreto a ser considerado na laje medida.

Figura 19 – Resumo levantamento de volume de concreto das lajes

QUANTITATIVOS MANUAIS ESTRUTURA		
Descrição	Unid.	Quantidade
SUBSOLO 2		
Laje		
Área (m ²) LajeL1	m ²	27,49
Espessura (m) LajeL1	m	0,30
Volume (m ³) LajeL1	m ³	8,24

Fonte: Autor (2022)

Figura 20 – Medição de área da laje através do AutoCAD



Fonte: Autor (2022)

3.3.7 Análise comparativa dos quantitativos estruturais extraídos em BIM e levantados de forma manual pelo projeto 2D

Neste capítulo será apresentada uma análise dos resultados obtidos, avaliando a precisão e confiabilidade dos quantitativos gerados através do *software* QiVisus, em comparação com as quantidades levantadas manualmente através das plantas 2D pelo *software* AutoCAD.

A Tabela 3 a seguir apresenta os quantitativos estruturais extraídos do modelo BIM ao lado dos levantados manualmente, a diferença relativa e o percentual conjugado:

Tabela 3 – Comparativo dos quantitativos de volume de concreto. Manual x *Software*

Quantitativos de Concreto					
	Un.	Qtde BIM	Qtde Manual	Diferença (m³)	Diferença (%)
Pilares	m³	903,28	903,55	0,27	0,03%
Vigas	m³	1063,86	1059,40	4,46	0,42%
Lajes	m³	2868,96	2869,09	0,13	0,03%
Escadas	m³	88,79	92,63	5,16	0,043%
TOTAL	m³	4924,89	4923,67	1,22	0,03%

Fonte: Autor (2023)

A fórmula adotada para o cálculo da diferença é dada por:

$$E(\%) = \frac{(\text{valor manual} - \text{valor BIM})}{\text{valor BIM}} \times 100$$

Onde o valor manual é representado pelo valor obtido através do levantamento manual e o valor BIM é representado pelo valor dado pelo *software*.

Analisando a Tabela 3, observa-se que os quantitativos estruturais extraídos do modelo BIM pouco diferem em relação aos quantitativos levantados manualmente. No geral as diferenças são na ordem de 0,05%. Com isto, o diferencial apresentado pelo levantamento de quantidades através da metodologia BIM é a economia de tempo por tornar o processo manual e segmentado em uma etapa automatizada e confiável nos resultados.

O tempo investido no levantamento manual através dos documentos 2D foi realizado em etapas e de forma descontínua, pois era uma atividade que dividia a atenção do autor com outras responsabilidades profissionais e pessoais, e durou cerca 64h úteis de trabalho.

Ao comparar com o levantamento automatizado através do QiVisus, há uma grande diferença, visto que a extração em si é praticamente instantânea. A maior porção do tempo se dá na estruturação da EAP através do *software*, que também é relativamente rápida, demorando cerca de um dia, e que poderá ser reaproveitada para futuras extrações e, em alguns casos, diferentes projetos também.

Grande parte do potencial de economia de tempo na extração automatizada se dá pela satisfatória consistência do modelo, portanto, vale ressaltar novamente o grau de impacto que a qualidade da modelagem se faz nas etapas de extração dos quantitativos e posterior uso para orçamentação.

A proximidade dos valores obtidos nas quantidades, ao comparar os dois métodos, também pode ser atribuída a forma em que foi gerada a documentação do projeto. As pranchas foram feitas diretamente através do *software* de modelagem, reduzindo erros humanos inerentes ao processo de projeto 2D convencional.

O QiVisus vem também como uma opção inovadora para o mercado, visto que a forma mais comum de extração dos quantitativos é feita diretamente através do *software* de modelagem, que precisa de mais tempo para a estruturação e produção do projeto 3D paramétrico e gera apenas uma planilha com poucas informações vinculadas e sem integração em tempo real com o modelo. A extração feita pelo *software* proposto dá um passo a mais na direção da utilização plena da metodologia BIM.

A partir do exposto, pode-se chegar a duas principais diretrizes:

1. A leitura de projetos em CAD e na metodologia BIM não acontece da mesma forma. Construtoras que visam migrar de uma metodologia para outra devem estar atentas às especificidades de projeto de cada método.

2. Desenhar os projetos em duas dimensões e depois utilizar um modelo BIM para quantificar e orçar pode não ser a melhor opção em todos os casos. Assim, uma prática mais adequada é utilizar a metodologia BIM do início ao fim do processo de projeto e orçamento. Essa solução, no entanto, esbarra nas dificuldades de implantação do BIM, e pode ser adotada ou não a depender do grau de maturidade da empresa.

4 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

4.1 QUANTO AO ALCANCE DOS OBJETIVOS

O objetivo geral foi alcançado de forma satisfatória, visto que foi possível realizar o levantamento de quantitativos de forma manual através dos projetos 2D da estrutura do empreendimento de estudo e o potencial de leitura e integração do software QiVisus na organização da EAP e extração de quantitativos foi realizado facilmente pelo sequenciamento apresentado no trabalho, analisando as necessidades de modelagem paramétrica para a disciplina de estrutura, finalizando com um comparativo de precisão de extração dos quantitativos entre o método 2D e BIM.

- a) Realizar um estudo teórico sobre a metodologia BIM vinculado aos usos de orçamentação;

Durante todo o processo de desenvolvimento do trabalho, antes mesmo de iniciar as pesquisas, ainda em etapa de definição do tema o entendimento do processo em BIM e o esclarecimento das potencialidades da metodologia foram fundamentais para evolução profissional do autor, como também de uma visão global sobre inovações tecnológicas.

Analisando a integração da metodologia BIM com a fase de quantificação pôde-se notar que a agilidade do processo e precisão nos resultados afetará positivamente uma das principais etapas de projeto, que é a fase de orçamentação. Sem dúvidas gerando resultados para as construtoras e incorporadoras através do poder de tomada de decisão mesmo em fases iniciais de projeto, como estudos de viabilidade e cálculos de margens de lucro sobre o produto final.

- b) Levantar quantitativos de concreto manualmente através do processo tradicional utilizando projetos estruturais 2D do empreendimento de estudo;

Através desta etapa o autor pôde complementar seus conhecimentos de levantamentos manuais através de projetos 2D, e foi perceptível que o processo é

extremamente trabalhoso, deixa diversas brechas para falhas humanas, e possui sequências fragmentadas de execução, visto que os elementos devem ser medidos e isolados individualmente.

Grande parte do desenvolvimento do trabalho foi dedicado à esta etapa e com isso valoriza ainda mais o processo em BIM como uma ferramenta de industrialização da construção civil e reorganizações de atividades nos escritórios de projeto, podendo cada vez mais se focarem em fases de inclusão de informações ao modelo e etapas de coordenação e compatibilização de projetos.

- c) Levantar quantitativos de concreto através do fluxo BIM, utilizando o software QiVisus;

O processo automatizado e paramétrico de extração das quantidades se mostrou muito prático e extremamente preciso. Contudo, mesmo com esta agilidade, ainda serão necessários profissionais orçamentistas por trás da análise e inserção das informações ao modelo, garantindo tais resultados de forma automática e estando aptos a adaptarem o processo quando necessário.

4.2 CONCLUSÃO

Tendo ciência que o método apresentado no trabalho vem sendo aos poucos utilizado com mais frequência pelo mercado, nota-se que as etapas de levantamento de quantitativos e orçamentação devem ter mais incentivos a utilização de metodologia BIM para redução do tempo gasto nessas etapas, na garantia de precisão do modelo para as quantidades extraídas e no potencial uso das informações vinculadas ao modelo no que diz respeito a alterações e ajustes de forma simultânea.

Em resumo, para se alcançar melhores resultados e conseguir, de fato, aproveitar todo o potencial da metodologia BIM, os profissionais devem focar os esforços em etapas de projeto para gerar modelos com qualidade necessária para utilização. Um passo eficiente para melhor utilização da tecnologia apresentada é conseguir mensurar os ganhos da sua utilização e conseguir converter isto em ajuste de investimentos na etapa de projeto, incentivando aos envolvidos a gerarem modelos cada vez com mais informação, auxiliando o processo de extração estudado no trabalho.

4.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Associação dos bancos de dados disponíveis na plataforma QiVisus para geração automatizada do processo de orçamento em si;
- Realizar o processo de levantamento de quantitativos para todas as disciplinas de um empreendimento, passando pela análise de compatibilização dos modelos;
- Comparar os quantitativos levantados com os executados em obra, avaliando a precisão com a etapa de obra.

REFERÊNCIAS

- ADDOR, M. R. A. et al. **Colocando o "i" no BIM**. São Paulo: USJT, 2010. AIA. **Project Building Information Modeling Protocol Form**. The American Institute of Architects. [S.l.], p. 5. 2013. (G202).
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **ESTRATÉGIA BIM BR** – Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* - BIM. Brasília: ABDI, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-ecomercio-exterior/pt-br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategiaBIM-BR-2.pdf>. Acesso em: 15 out. 2022.
- AHMED, S.; PASQUIRE, C.; MANU, E. **Exploratory study of costing collaboratively in the UK construction industry**. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL, 27., 2019, Dublin. **Anais** [...]. Dublin: Group for Lean Construction (IGLC), 2019. p. 1163-1174.
- ANDRADE, M. L. V. D.; RUSCHEL, R. C. **INTEROPERABILIDADE DE APLICATIVOS BIM USADOS EM ARQUITETURA POR MEIO DO FORMATO IFC**. UNICAMP. Campinas, p. 36. 2009.
- ARROTÉIA, A. V.; FREITAS, R.; MELHADO, S. B. **Barriers to BIM Adoption in Brazil**. *Frontiers in Built Environment*, [S.l.], v. 7, p. 1- 12, Mar. 2021.
- AVILA, A. V.; LIBRELOTTO, L. I.; LOPES, O. C. **Orçamento de obras**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 67. 2003. AZEVEDO, O. J. M. **Metodologia BIM - Building Information Modeling na Direção Técnica de Obras**. Universidade do Minho. [S.l.], p. 114. 2009. BRASIL. Decreto n 9377/18. **Jusbrasil - Presidência da república**, 2018. Disponível em: <<https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/579674718/decreto-9377-18>>. Acesso em: 4 Setembro 2022.
- AZEVEDO, R. C. **Modelo para avaliação de desempenho: aplicação em um orçamento de uma obra de construção civil**. *Produção*, [S.l.], v. 23, n. 4, p. 705-722, out./dez. 2013.
- BOTON, C.; KUBICKI, S.; HALIN, G.. **The Challenge of Level of Development in 4D/BIM Simulation Across AEC Project Lifecycle. A Case Study**. *Procedia Engineering*, [S.l.], v. 123, p. 59-67, 2015.
- BUILDING SMART. **Building Smart international home of open BIM**, 2018. Disponível em: <<https://www.buildingsmart.org/about/what-is-openbim/ifcintroduction/>>. Acesso em: 06 Outubro 2018. CAIXA. Acesso em: 7 Agosto 2022.

CALEONE, A. **Modelagem de projeto arquitetônico e hidrossanitário e realização de orçamento utilizando ferramentas BIM**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Apesar de desabastecimento e com nível de atividade no mesmo patamar de 2007, construção foi setor que mais gerou empregos em 2020**. Brasília: Agência CBIC, 2020. Disponível em: <https://cbic.org.br/apesar-de-desabastecimento-e-com-nivelde-atividade-no-mesmo-patamar-de-2007-construcao-foi-setor-que-mais-gerouempregos-em-2020/>. Acesso em: 15 out. 2022.

CAMPESTRINI, T. F. *et al.* **Entendendo BIM**. 1. ed. Curitiba: UFPR, 2015.

CARDOSO, R. S. **Orçamento de obras em foco**. 1a. ed. [S.l.]: PINI, 2014. **Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**. 1. ed. Brasília: Gadioli Cipolla, v. 1, 2016.

COELHO, R. S. D. A. **Orçamento de obras prediais**. São Luís, MA: UEMA, 2001. DE ANDRADE, A. C.; SOUZA, U. E. L. Método para quantificação de perdas de materiais nos canteiros de obras da construção de edifícios: Superestrutura e Alvenaria, São Paulo, 2000. 23.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Mercado de insumos segue como principal problema enfrentado pela Construção**. São Paulo, Brasília: Sondagem Indústria da Construção, 2021. Disponível em: https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondagem-industria-daconstrucao/?utm_source=gpc_agencia_de_noticias&utm_medium=release&utm_campaign=Sondagem_IndConstAgo20. Acesso em: 21 jan. 2022.

DIAS, P. R. V. **Engenharia de custos - Uma metodologia de orçamentação para obras civis**. 9a. ed. Curitiba, PR: Copiare, 2011.

EASTMAN, C. *et al.* **Manual de BIM**. 3a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

ERNSTROM, B. *et al.* **The contractor's guide to BIM**. Associated General Contractors of America. Arlington, VA, p. 48. 2006.

FERREIRA, R. C.; SANTOS, E. T. **A PERCEPÇÃO DE INTERFERÊNCIAS ESPACIAIS ATRAVÉS DE DESENHOS 2D E MODELOS 3D POR PROFISSIONAIS DE PROJETO DE EDIFÍCIOS**. Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 6. 2007.

FLACH, E. J. K. **BIM no projeto executivo: protótipo virtual auxiliando a documentação e compreensão de projetos**. 2017. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

GARTNER. **Understanding Gartner's Hype Cycles**. [S.l.], p. 35. 2017. GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 3a. ed. São Paulo: PINI, 1997

GONÇALVES, C. M. M. **Método para gestão do custo da construção no processo de projeto de edificações**. USP. São Paulo. 2011.

GUIMARÃES, C. D. **Análise de indicadores de produtividade e perdas na fase de estrutura de obras de edificações**. UFBA. Salvador. 2012.

HOWELL, I.; BATCHELER, B. **Building Information Modeling Two Years Later – Huge Potential, Some Success and Several Limitations**. [S.l.], p. 9. 2003.

IUNSKOWSKY, D.

KAMARDEEN, I. **8D BIM MODELLING TOOL FOR ACCIDENT PREVENTION THROUGH DESIGN**. Association of Researchers in Construction Management. Leeds, UK, p. 9. 2010.

KHANZODE, A.; LAMB, E. Transcending the BIM Hype, California, 2017. 17. LEE, A. et al. **nD modelling road map : A vision for nD-Enabled construction**. University of Salford. Manchester, p. 109. 2005.

KOCH, D. **Comparação de custos obtidos a partir do CAD e do BIM com os levantados em obra**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

KONS, D. **Análise comparativa do orçamento elaborado a partir do BIM com os gastos reais da obra**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

KOUTAMANIS, A. **Dimensionality in BIM: Why BIM cannot have more than four dimensions?**. Automation in Construction, [S.l.], v. 114, p. 1-5, June 2020.

LATREILLE, D. **Análise da validação de quantitativos obtidos de um modelo BIM de arquitetura para atender a estimativa orçamentária de empresas de construção civil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

LEE, S.; KIM, K.; YU, J.. **BIM and ontology-based approach for building cost estimation**. Automation in Construction, [S.l.], v. 41, p. 96-105, May 2014.

LEUSIN, S. **Gerenciamento e Coordenação de Projetos BIM**. 1 ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2018.

LIU, Y.; NEDERVEEN, S.; HERTOOGH, M. **Understanding effects of BIM on collaborative design and construction: An empirical study in China**. International Journal of Project Management, [S.l.], v. 35, n. 4, p. 686-698, May 2017.

LIU, Q.; CAO, J. **Application Research on Engineering Cost Management Based on BIM**. Procedia Computer Science, [S.l.], v. 183, p. 720-723, 2021.

MANZIONE, L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. USP. São Paulo, p. 343. 2013.

MARCHIORI, F. F. **Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composição de custos para orçamentação de obras de edificações.** USP. São Paulo, p. 238. 2009.

MATOS, C. R. **Uso do BIM na fiscalização de obras públicas.** Universidade de Brasília. Brasília, p. 155. 2016.

MATTANA, L. **CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO DE ORÇAMENTAÇÃO.** Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 279. 2017. MATTOS, A. D. **Como preparar orçamento de obras.** 1a. ed. São Paulo: Pini, 2006.

MAZZOCHIN, V. **Análise do processo de modelagem do projeto hidráulico para obtenção de estimativa de custo através da tecnologia BIM.** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MCPARTLAND, R. **NBS**, 2017. Disponível em: <<https://www.thenbs.com/knowledge/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-bimexplained>>. Acesso em: 04 Outubro 2022.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 310. 1994.

NIBS. **National BIM Standard-United States.** National Institute of Building Sciences. [S.l.], p. 2. 2015.

NOGUEIRA, J. D. S. **ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS DO BIM NO COMBATE ÀS IRREGULARIDADES EM PROJETOS DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES PÚBLICAS E SEUS ADITIVOS CONTRATUAIS.** Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 125. 2016.

PENTILLÄ, H. **DESCRIBING THE CHANGES IN ARCHITECTURAL INFORMATION TECHNOLOGY TO UNDERSTAND DESIGN COMPLEXITY AND FREE-FORM ARCHITECTURAL EXPRESSION.** Helsinki University of Technology HUT, Department of Architecture. Finlândia, p. 14. 2006.

PINI. **TCPO 13a edição - Tabelas de composições de preços para orçamento.** 13a. ed. São Paulo: PINI, 2010.

PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE. **Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos.** 6. ed. Newton Square: Project Management Institute, 2017.

RATCLIFFE, S. **Oxford Essential Quotations.** 4a. ed. [S.l.]: [s.n.], 2016.

REINHARDT, J.; BEDRICK, J. **Level of development specification.** BIM Forum. [S.l.], p. 207. 2016.

SABOL, L. Challenges in Cost Estimating, 2008. 16.

RICOTTA, T. M. **Comparativo entre o processo tradicional e o processo em BIM para desenvolvimento de projetos de edificações.** 2016. Dissertação (Mestrado

em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2016.

SANTANA, L. **BIM no mundo: a revolução mundial da construção inteligente.** [S.l.]: SIENGE Plataforma, 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/bim-no-mundo/>. Acesso em: 15 out. 2022.

SACKS, R. *et al.* **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

SAKAMORI, M. M. **MODELAGEM 5D (BIM) - PROCESSO DE ORÇAMENTAÇÃO COM ESTUDO SOBRE CONTROLE DE CUSTOS E VALOR AGREGADO PARA EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL.** Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 180. 2015.

SANTOS, A. D. P. L. *et al.* A UTILIZAÇÃO DO BIM EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. **IJIE**, Florianópolis, 26 de novembro de 2009.

SANTOS, A. D. P. L.; ANTUNES, C. E.; BALBINOT, G. B. LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS DE OBRAS. **IJIE**, Florianópolis, 2014.

SIENGE. **Guia definitivo do orçamento de obras.** [S.l.]: Sienge, 2015. SILVA, J. L. D. S.; COMPARIM, L. L. **Estudo de caso: Análise comparativa do orçamento e planejamento de uma residência unifamiliar utilizando as ferramentas AutoCAD e Revit.** UTFPR. Pato Branco, p. 89. 2016.

SMITH, P. **Project cost management with 5D BIM.** *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, [S.l.], v. 226, p. 193-200, July 2016.

SOUZA, U. E. L. *et al.* PERDAS DE MATERIAIS NOS CANTEIROS DE OBRAS: A QUEBRA DO MITO. **Revista Qualidade**, São Paulo, p. 11, 1994. DIAS, P. R. V. **Engenharia de custos.** 9a. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2011.

SOUZA, H. B. D. **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A UTILIZAÇÃO DE CHAPAS DE COMPENSADO E MADEIRA SERRADA NA EXECUÇÃO DE FORMAS DE VIGAS E PILARES DE CONCRETO ARMADO.** Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 64. 2018.

STAUB-FRENCH, S. **3D AND 4D MODELING FOR DESIGN AND CONSTRUCTION COORDINATION: ISSUES AND LESSONS LEARNED.** University of British Columbia. Vancouver, BC, Canada, p. 27. 2006.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. **Macro-BIM adoption: Conceptual structures.** *Automation in Construction*, [S.l.], v. 57, p. 64-79, Sept. 2015.

TAKAGAKI, C. Y. K. **Regras de verificação e validação de modelos BIM para sistemas prediais hidráulicos e sanitários.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

TISAKA, M. **Orçamento na construção civil**. 1a. ed. São Paulo: Pini, 2006.

TRINDADE, B. N. **Utilização da modelagem BIM 4D no planejamento de uma edificação**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2021.

TRINDADE, L. D. **Modelagem da informação da construção (BIM) e orçamento evolutivo: contribuições para a automatização do levantamento de quantitativos em projeto**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo São Paulo, 2019.

VENÂNCIO, M. J. L. Avaliação da Implementação de BIM – Building. FEUP. Porto, p. 402. 2015.

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

XAVIER, I. **Orçamento, Planejamento e Custo de Obras**. São Paulo: FUPAM, 2008.

APÊNDICE A – QUANTITATIVOS LEVANTADOS MANUALMENTE

QUANTITATIVOS MANUAIS ESTRUTURA

Descrição	Unid.	Quantidade
SUBSOLO 1		
Laje		
Área (m ²) LajeL1 _	m ²	46,82
Área (m ²) LajeL12 _	m ²	17,20
Área (m ²) LajeL13 _	m ²	8,06
Área (m ²) LajeL14 _	m ²	6,58
Área (m ²) LajeL19 _	m ²	30,26
Área (m ²) LajeL2 _	m ²	225,28
Área (m ²) LajeL3 _	m ²	99,83
Área (m ²) LajeL4 _	m ²	17,76
Área (m ²) LajeL5 _	m ²	33,91
Área (m ²) LajeL6 _	m ²	103,40
Área (m ²) LajeL7 _	m ²	1,01
Área (m ²) LajeL8 _	m ²	9,10
Área (m ²) LajeL9 _	m ²	1,03
Espe ssura (m) LajeL1 _	m	0,36
Espe ssura (m) LajeL12 _	m	0,36
Espe ssura (m) LajeL13 _	m	0,36
Espe ssura (m) LajeL14 _	m	0,36
Espe ssura (m) LajeL19 _	m	0,12
Espe ssura (m) LajeL2 _	m	0,36
Espe ssura (m) LajeL3 _	m	0,36
Espe ssura (m) LajeL4 _	m	0,36
Espe ssura (m) LajeL5 _	m	0,36
Espe ssura (m) LajeL6 _	m	0,36
Espe ssura (m) LajeL7 _	m	0,12
Espe ssura (m) LajeL8 _	m	0,15
Espe ssura (m) LajeL9 _	m	0,15
Fôrm as (m ²) LajeL1 _	m ²	40,25
Fôrm as (m ²) LajeL12 _	m ²	36,15
Fôrm as (m ²) LajeL13 _	m ²	22,50
Fôrm as (m ²) LajeL14 _	m ²	33,02
Fôrm as (m ²) LajeL19 _	m ²	30,70
Fôrm as (m ²) LajeL2 _	m ²	40,25
Fôrm as (m ²) LajeL3 _	m ²	36,15
Fôrm as (m ²) LajeL4 _	m ²	22,50
Fôrm as (m ²) LajeL5 _	m ²	33,02
Fôrm as (m ²) LajeL6 _	m ²	30,70
Fôrm as (m ²) LajeL7 _	m ²	0,95
Fôrm as (m ²) LajeL8 _	m ²	9,48
Fôrm as (m ²) LajeL9 _	m ²	1,01
Volume (m ³) LajeL1 _	m ³	9,56
Volume (m ³) LajeL12 _	m ³	3,48
Volume (m ³) LajeL13 _	m ³	1,46
Volume (m ³) LajeL14 _	m ³	1,45
Volume (m ³) LajeL19 _	m ³	3,63
Volume (m ³) LajeL2 _	m ³	46,12

Quantitativos Manual Estrutura

Volume (m ³) LajeL3 _	m ³	19,20
Volume (m ³) LajeL4 _	m ³	3,48
Volume (m ³) LajeL5 _	m ³	6,81
Volume (m ³) LajeL6 _	m ³	19,46
Volume (m ³) LajeL7 _	m ³	0,12
Volume (m ³) LajeL8 _	m ³	1,36
Volume (m ³) LajeL9 _	m ³	0,15
Pilar		
Altura (m) PilarE1 _	m ³	2,50
Altura (m) PilarLMF4 _	m ³	2,34
Altura (m) PilarLMF5 _	m ³	2,34
Altura (m) PilarLMF6 _	m ³	2,34
Altura (m) PilarLMF7 _	m ³	2,34
Altura (m) PilarLMF70 _	m ³	2,34
Altura (m) PilarLMF71 _	m ³	2,50
Altura (m) PilarP1 _	m ³	1,00
Altura (m) PilarP16 _	m ³	0,94
Altura (m) PilarP17 _	m ³	0,94
Altura (m) PilarP18 _	m ³	0,94
Altura (m) PilarP19 _	m ³	0,94
Altura (m) PilarP20 _	m ³	0,94
Altura (m) PilarP21 _	m ³	0,94
Altura (m) PilarP58 _	m ³	3,28
Altura (m) PilarP7 _	m ³	5,69
Base (m) PilarE1 _	m	0,40
Base (m) PilarLMF4 _	m	0,30
Base (m) PilarLMF5 _	m	0,30
Base (m) PilarLMF6 _	m	0,30
Base (m) PilarLMF7 _	m	0,30
Base (m) PilarLMF70 _	m	0,30
Base (m) PilarLMF71 _	m	0,40
Base (m) PilarP1 _	m	0,40
Base (m) PilarP16 _	m	0,50
Base (m) PilarP17 _	m	0,50
Base (m) PilarP18 _	m	0,50
Base (m) PilarP19 _	m	0,50
Base (m) PilarP20 _	m	0,50
Base (m) PilarP21 _	m	0,50
Base (m) PilarP58 _	m	2,02
Base (m) PilarP7 _	m	2,08
Comprimento (m) PilarE1 _	m	3,12
Comprimento (m) PilarLMF4 _	m	3,12
Comprimento (m) PilarLMF5 _	m	3,12
Comprimento (m) PilarLMF6 _	m	3,12
Comprimento (m) PilarLMF7 _	m	3,12
Comprimento (m) PilarLMF70 _	m	3,12
Comprimento (m) PilarLMF71 _	m	3,12
Comprimento (m) PilarP1 _	m	3,12
Comprimento (m) PilarP16 _	m	3,12

Quantitativos Manual Estrutura

Comprimento (m) PilarP17 _	m	3,12
Comprimento (m) PilarP18 _	m	3,12
Comprimento (m) PilarP19 _	m	3,12
Comprimento (m) PilarP20 _	m	3,12
Comprimento (m) PilarP21 _	m	3,12
Comprimento (m) PilarP58 _	m	3,12
Comprimento (m) PilarP7 _	m	3,12
Fôrmas (m ²) PilarE1 _	m ²	14,98
Fôrmas (m ²) PilarLMF4 _	m ²	14,98
Fôrmas (m ²) PilarLMF5 _	m ²	7,49
Fôrmas (m ²) PilarLMF6 _	m ²	6,86
Fôrmas (m ²) PilarLMF7 _	m ²	6,86
Fôrmas (m ²) PilarLMF70 _	m ²	6,86
Fôrmas (m ²) PilarLMF71 _	m ²	14,98
Fôrmas (m ²) PilarP1 _	m ²	7,49
Fôrmas (m ²) PilarP16 _	m ²	6,86
Fôrmas (m ²) PilarP17 _	m ²	6,86
Fôrmas (m ²) PilarP18 _	m ²	6,86
Fôrmas (m ²) PilarP19 _	m ²	6,86
Fôrmas (m ²) PilarP20 _	m ²	6,86
Fôrmas (m ²) PilarP21 _	m ²	6,86
Fôrmas (m ²) PilarP58 _	m ²	38,13
Fôrmas (m ²) PilarP7 _	m ²	47,99
Volume (m ³) PilarE1 _	m ³	2,50
Volume (m ³) PilarLMF4 _	m ³	2,34
Volume (m ³) PilarLMF5 _	m ³	2,34
Volume (m ³) PilarLMF6 _	m ³	2,34
Volume (m ³) PilarLMF7 _	m ³	2,34
Volume (m ³) PilarLMF70 _	m ³	2,34
Volume (m ³) PilarLMF71 _	m ³	2,50
Volume (m ³) PilarP1 _	m ³	1,00
Volume (m ³) PilarP16 _	m ³	0,94
Volume (m ³) PilarP17 _	m ³	0,94
Volume (m ³) PilarP18 _	m ³	0,94
Volume (m ³) PilarP19 _	m ³	0,94
Volume (m ³) PilarP20 _	m ³	0,94
Volume (m ³) PilarP21 _	m ³	0,94
Volume (m ³) PilarP58 _	m ³	3,28
Volume (m ³) PilarP7 _	m ³	5,69
Viga		
Altura (m) VigaPAR1 -	m	15,30
Altura (m) VigaPAR2 -	m	15,30
Altura (m) VigaPAR3 -	m	6,12
Altura (m) VigaPAR4 -	m	3,06
Altura (m) VigaPAR5 -	m	12,24
Altura (m) VigaPAR6 -	m	15,30
Altura (m) VigaV1 -	m	0,60
Altura (m) VigaV12 -	m	0,80
Altura (m) VigaV13 -	m	1,20

Quantitativos Manual Estrutura

Altura (m) VigaV14 -	m	0,60
Altura (m) VigaV15 -	m	0,60
Altura (m) VigaV16 -	m	0,50
Altura (m) VigaV17 -	m	0,50
Altura (m) VigaV18 -	m	0,80
Altura (m) VigaV19 -	m	0,56
Altura (m) VigaV20 -	m	0,56
Altura (m) VigaV21 -	m	0,56
Altura (m) VigaV22 -	m	0,56
Altura (m) VigaV23 -	m	0,60
Altura (m) VigaV24 -	m	2,16
Altura (m) VigaV25 -	m	0,36
Altura (m) VigaV26 -	m	1,10
Altura (m) VigaV27 -	m	0,36
Altura (m) VigaV28 -	m	0,56
Altura (m) VigaV29 -	m	0,56
Altura (m) VigaV3 -	m	0,56
Altura (m) VigaV4 -	m	0,72
Altura (m) VigaV5 -	m	2,40
Altura (m) VigaV6 -	m	0,56
Base (m) VigaPAR1 -	m	2,00
Base (m) VigaPAR2 -	m	2,00
Base (m) VigaPAR3 -	m	0,80
Base (m) VigaPAR4 -	m	0,17
Base (m) VigaPAR5 -	m	1,60
Base (m) VigaPAR6 -	m	2,00
Base (m) VigaV1 -	m	0,17
Base (m) VigaV12 -	m	0,16
Base (m) VigaV13 -	m	1,00
Base (m) VigaV14 -	m	0,17
Base (m) VigaV15 -	m	0,17
Base (m) VigaV16 -	m	0,20
Base (m) VigaV17 -	m	0,20
Base (m) VigaV18 -	m	0,17
Base (m) VigaV19 -	m	0,17
Base (m) VigaV20 -	m	0,18
Base (m) VigaV21 -	m	0,18
Base (m) VigaV22 -	m	0,18
Base (m) VigaV23 -	m	0,25
Base (m) VigaV24 -	m	4,80
Base (m) VigaV25 -	m	0,30
Base (m) VigaV26 -	m	0,16
Base (m) VigaV27 -	m	0,40
Base (m) VigaV28 -	m	0,40
Base (m) VigaV29 -	m	0,17
Base (m) VigaV3 -	m	0,17
Base (m) VigaV4 -	m	2,40
Base (m) VigaV5 -	m	2,80
Base (m) VigaV6 -	m	0,17

Quantitativos Manual Estrutura

Fôrmas (m ²) VigaPAR1 -	m	33,06
Fôrmas (m ²) VigaPAR2 -	m	20,56
Fôrmas (m ²) VigaPAR3 -	m	30,00
Fôrmas (m ²) VigaPAR4 -	m ²	49,57
Fôrmas (m ²) VigaPAR5 -	m ²	23,60
Fôrmas (m ²) VigaPAR6 -	m ²	21,13
Fôrmas (m ²) VigaV1 -	m ²	5,79
Fôrmas (m ²) VigaV12 -	m ²	0,47
Fôrmas (m ²) VigaV13 -	m ²	8,67
Fôrmas (m ²) VigaV14 -	m ²	5,48
Fôrmas (m ²) VigaV15 -	m ²	2,57
Fôrmas (m ²) VigaV16 -	m ²	3,11
Fôrmas (m ²) VigaV17 -	m ²	3,25
Fôrmas (m ²) VigaV18 -	m ²	3,13
Fôrmas (m ²) VigaV19 -	m ²	3,77
Fôrmas (m ²) VigaV20 -	m ²	4,69
Fôrmas (m ²) VigaV21 -	m ²	1,84
Fôrmas (m ²) VigaV22 -	m ²	1,13
Fôrmas (m ²) VigaV23 -	m ²	6,54
Fôrmas (m ²) VigaV24 -	m ²	23,78
Fôrmas (m ²) VigaV25 -	m ²	3,85
Fôrmas (m ²) VigaV26 -	m ²	13,26
Fôrmas (m ²) VigaV27 -	m ²	2,88
Fôrmas (m ²) VigaV28 -	m ²	6,00
Fôrmas (m ²) VigaV29 -	m ²	1,93
Fôrmas (m ²) VigaV3 -	m ²	2,51
Fôrmas (m ²) VigaV4 -	m ²	6,81
Fôrmas (m ²) VigaV5 -	m ²	21,58
Fôrmas (m ²) VigaV6 -	m ²	1,35
Volume (m ³) VigaPAR1 -	m ³	38,12
Volume (m ³) VigaPAR2 -	m ³	34,59
Volume (m ³) VigaPAR3 -	m ³	7,21
Volume (m ³) VigaPAR4 -	m ³	4,63
Volume (m ³) VigaPAR5 -	m ³	30,58
Volume (m ³) VigaPAR6 -	m ³	23,85
Volume (m ³) VigaV1 -	m ³	0,46
Volume (m ³) VigaV12 -	m ³	0,04
Volume (m ³) VigaV13 -	m ³	2,58
Volume (m ³) VigaV14 -	m ³	0,72
Volume (m ³) VigaV15 -	m ³	0,84
Volume (m ³) VigaV16 -	m ³	0,43
Volume (m ³) VigaV17 -	m ³	0,45
Volume (m ³) VigaV18 -	m ³	0,26
Volume (m ³) VigaV19 -	m ³	0,32
Volume (m ³) VigaV20 -	m ³	0,50
Volume (m ³) VigaV21 -	m ³	0,18
Volume (m ³) VigaV22 -	m ³	0,14
Volume (m ³) VigaV23 -	m ³	1,01
Volume (m ³) VigaV24 -	m ³	7,49

Quantitativos Manual Estrutura

Volume (m ³) VigaV25 -	m ³	0,63
Volume (m ³) VigaV26 -	m ³	1,04
Volume (m ³) VigaV27 -	m ³	0,89
Volume (m ³) VigaV28 -	m ³	1,52
Volume (m ³) VigaV29 -	m ³	0,19
Volume (m ³) VigaV3 -	m ³	0,21
Volume (m ³) VigaV4 -	m ³	2,45
Volume (m ³) VigaV5 -	m ³	7,55
Volume (m ³) VigaV6 -	m ³	0,17
SUBSOLO 2		
Laje		
Área (m ²) LajeL1 _	m ²	27,49
Área (m ²) LajeL11 _	m ²	43,92
Área (m ²) LajeL12 _	m ²	23,24
Área (m ²) LajeL13 _	m ²	49,51
Área (m ²) LajeL17 _	m ²	43,95
Área (m ²) LajeL18 _	m ²	22,29
Área (m ²) LajeL19 _	m ²	49,87
Área (m ²) LajeL2 _	m ²	30,16
Área (m ²) LajeL25 _	m ²	46,97
Área (m ²) LajeL26 _	m ²	22,89
Área (m ²) LajeL27 _	m ²	45,35
Área (m ²) LajeL28 _	m ²	31,36
Área (m ²) LajeL29 _	m ²	5,78
Área (m ²) LajeL3 _	m ²	45,52
Área (m ²) LajeL30 _	m ²	0,89
Área (m ²) LajeL31 _	m ²	3,19
Área (m ²) LajeL32 _	m ²	5,48
Área (m ²) LajeL33 _	m ²	32,48
Área (m ²) LajeL4 _	m ²	34,53
Área (m ²) LajeL5 _	m ²	18,25
Área (m ²) LajeL6 _	m ²	39,14
Área (m ²) LajeL7 _	m ²	36,75
Área (m ²) LajeL8 _	m ²	20,23
Área (m ²) LajeL9 _	m ²	13,89
Espessura (m) LajeL1 _	m	0,30
Espessura (m) LajeL11 _	m	0,30
Espessura (m) LajeL12 _	m	0,30
Espessura (m) LajeL13 _	m	0,30
Espessura (m) LajeL17 _	m	0,30
Espessura (m) LajeL18 _	m	0,30
Espessura (m) LajeL19 _	m	0,30
Espessura (m) LajeL2 _	m	0,30
Espessura (m) LajeL25 _	m	0,30
Espessura (m) LajeL26 _	m	0,30
Espessura (m) LajeL27 _	m	0,30
Espessura (m) LajeL28 _	m	0,30
Espessura (m) LajeL29 _	m	0,30
Espessura (m) LajeL3 _	m	0,30

APÊNDICE B – QUANTITATIVOS LEVANTADOS PELO SOFTWARE

DADOS			
Titulo	QUANTITATIVO MODELO ESTRUTURA		
Obra	-		
Cliente	-		
Cidade	Florianópolis - SC		
Endereço	-		
Descrição	-		
QUANTITATIVOS QIVISUS			
Item	Descrição	Unid.	Quantidade
1.	Estrutura		
1.1.	(-1)NA-SUBSOLO 1		
1.1.1.	Laje		
1.1.1.1	Barra de aço CA50 ø 10.0 mm (Laje)	Kg	2456,17
1.1.1.2	Barra de aço CA50 ø 12.5 mm (Laje)	Kg	2467,02
1.1.1.3	Barra de aço CA50 ø 16.0 mm (Laje)	Kg	454,79
1.1.1.4	Barra de aço CA50 ø 20.0 mm (Laje)	Kg	3796,00
1.1.1.5	Barra de aço CA50 ø 6.3 mm (Laje)	Kg	27,46
1.1.1.6	Barra de aço CA50 ø 8.0 mm (Laje)	Kg	1207,02
1.1.1.7	Barra de aço CA60 ø 5.0 mm (Laje)	Kg	705,79
1.1.1.8	Concreto - C-45 - Abatimento 5 cm (Laje)	m³	110,89
1.1.1.9	Enchimento - Cubetas - B30/40/80 (Laje)	un	158,00
1.1.1.10	Enchimento - Cubetas - B30/80/40 (Laje)	un	45,00
1.1.1.11	Enchimento - Cubetas - B30/80/80 (Laje)	un	661,00
1.1.1.12	Forma - Estrutura - Concreto (Laje)	m²	42,62
1.1.2.	Pilar		
1.1.2.1	Altura (m) PilarLMF4 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m²	2,34
1.1.2.2	Altura (m) PilarLMF5 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m²	2,34
1.1.2.3	Altura (m) PilarLMF6 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m²	2,34
1.1.2.4	Altura (m) PilarLMF7 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m²	2,34
1.1.2.5	Altura (m) PilarLMF70 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m²	2,34
1.1.2.6	Barra de aço CA50 ø 12.5 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	Kg	379,34
1.1.2.7	Barra de aço CA50 ø 16.0 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	Kg	527,90
1.1.2.8	Barra de aço CA50 ø 20.0 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	Kg	22,14
1.1.2.9	Barra de aço CA50 ø 25.0 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	Kg	43,07
1.1.2.10	Barra de aço CA50 ø 6.3 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	Kg	647,19
1.1.2.11	Base (m) PilarLMF4 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m	0,30
1.1.2.12	Base (m) PilarLMF5 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m	0,30
1.1.2.13	Base (m) PilarLMF6 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m	0,30
1.1.2.14	Base (m) PilarLMF7 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m	0,30
1.1.2.15	Base (m) PilarLMF70 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m	0,30
1.1.2.16	Comprimento (m) PilarLMF4 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m	3,12
1.1.2.17	Comprimento (m) PilarLMF5 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m	3,12
1.1.2.18	Comprimento (m) PilarLMF6 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m	3,12
1.1.2.19	Comprimento (m) PilarLMF7 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m	3,12
1.1.2.20	Comprimento (m) PilarLMF70 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m	3,12
1.1.2.21	Concreto - C-45 - Abatimento 5 cm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m³	20,58
1.1.2.22	Fôrmas (m²) PilarLMF4 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	IND	
1.1.2.23	Fôrmas (m²) PilarLMF5 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	IND	
1.1.2.24	Fôrmas (m²) PilarLMF6 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	IND	
1.1.2.25	Fôrmas (m²) PilarLMF7 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	IND	
1.1.2.26	Fôrmas (m²) PilarLMF70 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	IND	
1.1.2.27	Forma - Estrutura - Concreto (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m²	164,74
1.1.2.28	Volume (m³) PilarLMF4 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m³	2,34
1.1.2.29	Volume (m³) PilarLMF5 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m³	2,34
1.1.2.30	Volume (m³) PilarLMF6 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m³	2,34
1.1.2.31	Volume (m³) PilarLMF7 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m³	2,34
1.1.2.32	Volume (m³) PilarLMF70 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m³	2,34
1.1.2.33	Altura (m) PilarPLM1 (Pilar ou Viga)	m²	0,75
1.1.2.34	Altura (m) PilarPLM39 (Pilar ou Viga)	m²	0,75
1.1.2.35	Altura (m) PilarPLM40 (Pilar ou Viga)	m²	0,75
1.1.2.36	Altura (m) PilarPLM41 (Pilar ou Viga)	m²	0,75
1.1.2.37	Altura (m) PilarPLM42 (Pilar ou Viga)	m²	0,75
1.1.2.38	Altura (m) PilarPLM43 (Pilar ou Viga)	m²	0,75
1.1.2.39	Altura (m) PilarPLM44 (Pilar ou Viga)	m²	0,75
1.1.2.40	Altura (m) PilarPLM45 (Pilar ou Viga)	m²	0,75
1.1.2.41	Altura (m) PilarPLM46 (Pilar ou Viga)	m²	0,17
1.1.2.42	Altura (m) PilarPLM47 (Pilar ou Viga)	m²	0,75
1.1.2.43	Barra de aço CA50 ø 12.5 mm (Pilar ou Viga)	Kg	125,63
1.1.2.44	Barra de aço CA50 ø 16.0 mm (Pilar ou Viga)	Kg	243,90

Quantitativos Modelo QiVisus

1.1.2.45	Barra de aço CA50 ø 20.0 mm (Pilar ou Viga)	Kg	289,56
1.1.2.46	Barra de aço CA50 ø 25.0 mm (Pilar ou Viga)	Kg	249,32
1.1.2.47	Barra de aço CA50 ø 6.3 mm (Pilar ou Viga)	Kg	177,59
1.1.2.48	Base (m) PilarPLM1 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.1.2.49	Base (m) PilarPLM39 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.1.2.50	Base (m) PilarPLM40 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.1.2.51	Base (m) PilarPLM41 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.1.2.52	Base (m) PilarPLM42 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.1.2.53	Base (m) PilarPLM43 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.1.2.54	Base (m) PilarPLM44 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.1.2.55	Base (m) PilarPLM45 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.1.2.56	Base (m) PilarPLM46 (Pilar ou Viga)	m	0,23
1.1.2.57	Base (m) PilarPLM47 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.1.2.58	Comprimento (m) PilarPLM1 (Pilar ou Viga)	m	3,12
1.1.2.59	Comprimento (m) PilarPLM39 (Pilar ou Viga)	m	3,12
1.1.2.60	Comprimento (m) PilarPLM40 (Pilar ou Viga)	m	3,12
1.1.2.61	Comprimento (m) PilarPLM41 (Pilar ou Viga)	m	3,12
1.1.2.62	Comprimento (m) PilarPLM42 (Pilar ou Viga)	m	3,12
1.1.2.63	Comprimento (m) PilarPLM43 (Pilar ou Viga)	m	3,12
1.1.2.64	Comprimento (m) PilarPLM44 (Pilar ou Viga)	m	3,12
1.1.2.65	Comprimento (m) PilarPLM45 (Pilar ou Viga)	m	3,12
1.1.2.66	Comprimento (m) PilarPLM46 (Pilar ou Viga)	m	3,12
1.1.2.67	Comprimento (m) PilarPLM47 (Pilar ou Viga)	m	3,12
1.1.2.68	Concreto - C-45 - Abatimento 5 cm (Pilar ou Viga)	m ³	7,39
1.1.2.69	Forma - Estrutura - Concreto (Pilar ou Viga)	m ²	72,70
1.1.2.70	Fôrmas (m ²) PilarPLM1 (Pilar ou Viga)	IND	
1.1.2.71	Fôrmas (m ²) PilarPLM39 (Pilar ou Viga)	IND	
1.1.2.72	Fôrmas (m ²) PilarPLM40 (Pilar ou Viga)	IND	
1.1.2.73	Fôrmas (m ²) PilarPLM41 (Pilar ou Viga)	IND	
1.1.2.74	Fôrmas (m ²) PilarPLM42 (Pilar ou Viga)	IND	
1.1.2.75	Fôrmas (m ²) PilarPLM43 (Pilar ou Viga)	IND	
1.1.2.76	Fôrmas (m ²) PilarPLM44 (Pilar ou Viga)	IND	
1.1.2.77	Fôrmas (m ²) PilarPLM45 (Pilar ou Viga)	IND	
1.1.2.78	Fôrmas (m ²) PilarPLM46 (Pilar ou Viga)	IND	
1.1.2.79	Fôrmas (m ²) PilarPLM47 (Pilar ou Viga)	IND	
1.1.2.80	Volume (m ³) PilarPLM1 (Pilar ou Viga)	m ³	0,75
1.1.2.81	Volume (m ³) PilarPLM39 (Pilar ou Viga)	m ³	0,75
1.1.2.82	Volume (m ³) PilarPLM40 (Pilar ou Viga)	m ³	0,75
1.1.2.83	Volume (m ³) PilarPLM41 (Pilar ou Viga)	m ³	0,75
1.1.2.84	Volume (m ³) PilarPLM42 (Pilar ou Viga)	m ³	0,75
1.1.2.85	Volume (m ³) PilarPLM43 (Pilar ou Viga)	m ³	0,75
1.1.2.86	Volume (m ³) PilarPLM44 (Pilar ou Viga)	m ³	0,75
1.1.2.87	Volume (m ³) PilarPLM45 (Pilar ou Viga)	m ³	0,75
1.1.2.88	Volume (m ³) PilarPLM46 (Pilar ou Viga)	m ³	0,17
1.1.2.89	Volume (m ³) PilarPLM47 (Pilar ou Viga)	m ³	0,75
1.1.3.	Viga		
1.1.3.1	Elevação (Pilar ou Viga)	m	1,77
1.1.3.2	Seção_bw (Pilar ou Viga)	m	23,54
1.1.3.3	Seção_h (Pilar ou Viga)	m	85,10
1.2.	(-2)NA-SUBSOLO 2		
1.2.1.	Laje		
1.2.1.1	Barra de aço CA50 ø 10.0 mm (Laje)	Kg	433,53
1.2.1.2	Barra de aço CA50 ø 12.5 mm (Laje)	Kg	3609,87
1.2.1.3	Barra de aço CA50 ø 16.0 mm (Laje)	Kg	9275,64
1.2.1.4	Barra de aço CA50 ø 20.0 mm (Laje)	Kg	27695,75
1.2.1.5	Barra de aço CA50 ø 8.0 mm (Laje)	Kg	146,12
1.2.1.6	Barra de aço CA60 ø 5.0 mm (Laje)	Kg	2655,80
1.2.1.7	Concreto - C-45 - Abatimento 5 cm (Laje)	m ³	205,92
1.2.1.8	Forma - Estrutura - Concreto (Laje)	m ²	686,41
1.2.2.	Pilar		
1.2.2.1	Altura (m) PilarLMF4 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m ³	0,38
1.2.2.2	Altura (m) PilarLMF5 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m ³	0,38
1.2.2.3	Altura (m) PilarLMF6 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m ³	0,38
1.2.2.4	Altura (m) PilarLMF7 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m ³	0,38
1.2.2.5	Altura (m) PilarLMF70 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m ³	0,38
1.2.2.6	Altura (m) PilarLMF8 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m ³	0,18
1.2.2.7	Barra de aço CA50 ø 10.0 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	Kg	29,41
1.2.2.8	Barra de aço CA50 ø 12.5 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	Kg	101,14
1.2.2.9	Barra de aço CA50 ø 16.0 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	Kg	378,17
1.2.2.10	Barra de aço CA50 ø 20.0 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	Kg	192,06
1.2.2.11	Barra de aço CA50 ø 25.0 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	Kg	291,88
1.2.2.12	Barra de aço CA50 ø 6.3 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	Kg	311,61

Quantitativos Modelo QiVisus

1.2.2.13	Base (m) PilarLMF4 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m	0,30
1.2.2.14	Base (m) PilarLMF5 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m	0,30
1.2.2.15	Base (m) PilarLMF6 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m	0,30
1.2.2.16	Base (m) PilarLMF7 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m	0,30
1.2.2.17	Base (m) PilarLMF70 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m	0,30
1.2.2.18	Base (m) PilarLMF8 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m	0,30
1.2.2.19	Comprimento (m) PilarLMF4 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m	0,50
1.2.2.20	Comprimento (m) PilarLMF5 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m	0,50
1.2.2.21	Comprimento (m) PilarLMF6 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m	0,50
1.2.2.22	Comprimento (m) PilarLMF7 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m	0,50
1.2.2.23	Comprimento (m) PilarLMF70 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m	0,50
1.2.2.24	Comprimento (m) PilarLMF8 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m	0,50
1.2.2.25	Concreto - C-45 - Abatimento 5 cm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m ³	7,91
1.2.2.26	Fôrmas (m ²) PilarLMF4 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	IND	
1.2.2.27	Fôrmas (m ²) PilarLMF5 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	IND	
1.2.2.28	Fôrmas (m ²) PilarLMF6 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	IND	
1.2.2.29	Fôrmas (m ²) PilarLMF7 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	IND	
1.2.2.30	Fôrmas (m ²) PilarLMF70 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	IND	
1.2.2.31	Fôrmas (m ²) PilarLMF8 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	IND	
1.2.2.32	Forma - Estrutura - Concreto (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m ²	70,42
1.2.2.33	Volume (m ³) PilarLMF4 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m ³	0,38
1.2.2.34	Volume (m ³) PilarLMF5 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m ³	0,38
1.2.2.35	Volume (m ³) PilarLMF6 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m ³	0,38
1.2.2.36	Volume (m ³) PilarLMF7 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m ³	0,38
1.2.2.37	Volume (m ³) PilarLMF70 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m ³	0,38
1.2.2.38	Volume (m ³) PilarLMF8 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m ²)	m ³	0,18
1.2.2.39	Altura (m) PilarPLM1 (Pilar ou Viga)	m ³	0,12
1.2.2.40	Altura (m) PilarPLM39 (Pilar ou Viga)	m ³	0,12
1.2.2.41	Altura (m) PilarPLM40 (Pilar ou Viga)	m ³	0,12
1.2.2.42	Altura (m) PilarPLM41 (Pilar ou Viga)	m ³	0,12
1.2.2.43	Altura (m) PilarPLM42 (Pilar ou Viga)	m ³	0,12
1.2.2.44	Altura (m) PilarPLM43 (Pilar ou Viga)	m ³	0,12
1.2.2.45	Altura (m) PilarPLM44 (Pilar ou Viga)	m ³	0,12
1.2.2.46	Altura (m) PilarPLM45 (Pilar ou Viga)	m ³	0,12
1.2.2.47	Altura (m) PilarPLM46 (Pilar ou Viga)	m ³	0,03
1.2.2.48	Altura (m) PilarPLM47 (Pilar ou Viga)	m ³	0,12
1.2.2.49	Barra de aço CA50 ø 12.5 mm (Pilar ou Viga)	Kg	25,43
1.2.2.50	Barra de aço CA50 ø 20.0 mm (Pilar ou Viga)	Kg	111,77
1.2.2.51	Barra de aço CA50 ø 25.0 mm (Pilar ou Viga)	Kg	279,75
1.2.2.52	Barra de aço CA50 ø 6.3 mm (Pilar ou Viga)	Kg	141,41
1.2.2.53	Base (m) PilarPLM1 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.2.2.54	Base (m) PilarPLM39 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.2.2.55	Base (m) PilarPLM40 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.2.2.56	Base (m) PilarPLM41 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.2.2.57	Base (m) PilarPLM42 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.2.2.58	Base (m) PilarPLM43 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.2.2.59	Base (m) PilarPLM44 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.2.2.60	Base (m) PilarPLM45 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.2.2.61	Base (m) PilarPLM46 (Pilar ou Viga)	m	0,23
1.2.2.62	Base (m) PilarPLM47 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.2.2.63	Comprimento (m) PilarPLM1 (Pilar ou Viga)	m	0,50
1.2.2.64	Comprimento (m) PilarPLM39 (Pilar ou Viga)	m	0,50
1.2.2.65	Comprimento (m) PilarPLM40 (Pilar ou Viga)	m	0,50
1.2.2.66	Comprimento (m) PilarPLM41 (Pilar ou Viga)	m	0,50
1.2.2.67	Comprimento (m) PilarPLM42 (Pilar ou Viga)	m	0,50
1.2.2.68	Comprimento (m) PilarPLM43 (Pilar ou Viga)	m	0,50
1.2.2.69	Comprimento (m) PilarPLM44 (Pilar ou Viga)	m	0,50
1.2.2.70	Comprimento (m) PilarPLM45 (Pilar ou Viga)	m	0,50
1.2.2.71	Comprimento (m) PilarPLM46 (Pilar ou Viga)	m	0,50
1.2.2.72	Comprimento (m) PilarPLM47 (Pilar ou Viga)	m	0,50
1.2.2.73	Concreto - C-45 - Abatimento 5 cm (Pilar ou Viga)	m ³	3,29
1.2.2.74	Forma - Estrutura - Concreto (Pilar ou Viga)	m ²	27,76
1.2.2.75	Fôrmas (m ²) PilarPLM1 (Pilar ou Viga)	IND	
1.2.2.76	Fôrmas (m ²) PilarPLM39 (Pilar ou Viga)	IND	
1.2.2.77	Fôrmas (m ²) PilarPLM40 (Pilar ou Viga)	IND	
1.2.2.78	Fôrmas (m ²) PilarPLM41 (Pilar ou Viga)	IND	
1.2.2.79	Fôrmas (m ²) PilarPLM42 (Pilar ou Viga)	IND	
1.2.2.80	Fôrmas (m ²) PilarPLM43 (Pilar ou Viga)	IND	
1.2.2.81	Fôrmas (m ²) PilarPLM44 (Pilar ou Viga)	IND	
1.2.2.82	Fôrmas (m ²) PilarPLM45 (Pilar ou Viga)	IND	
1.2.2.83	Fôrmas (m ²) PilarPLM46 (Pilar ou Viga)	IND	
1.2.2.84	Fôrmas (m ²) PilarPLM47 (Pilar ou Viga)	IND	

Quantitativos Modelo QiVisus

1.2.2.85	Volume (m³) PilarPLM1 (Pilar ou Viga)	m³	0,12
1.2.2.86	Volume (m³) PilarPLM39 (Pilar ou Viga)	m³	0,12
1.2.2.87	Volume (m³) PilarPLM40 (Pilar ou Viga)	m³	0,12
1.2.2.88	Volume (m³) PilarPLM41 (Pilar ou Viga)	m³	0,12
1.2.2.89	Volume (m³) PilarPLM42 (Pilar ou Viga)	m³	0,12
1.2.2.90	Volume (m³) PilarPLM43 (Pilar ou Viga)	m³	0,12
1.2.2.91	Volume (m³) PilarPLM44 (Pilar ou Viga)	m³	0,12
1.2.2.92	Volume (m³) PilarPLM45 (Pilar ou Viga)	m³	0,12
1.2.2.93	Volume (m³) PilarPLM46 (Pilar ou Viga)	m³	0,03
1.2.2.94	Volume (m³) PilarPLM47 (Pilar ou Viga)	m³	0,12
1.2.3.	Viga		
1.2.3.1	Seção_bw (Pilar ou Viga)	m	25,07
1.2.3.2	Seção_h (Pilar ou Viga)	m	118,40
1.3.	00NA-TÉRREO		
1.3.1.	Laje		
1.3.1.1	Barra de aço CA50 ø 10.0 mm (Laje)	Kg	1433,02
1.3.1.2	Barra de aço CA50 ø 12.5 mm (Laje)	Kg	5329,22
1.3.1.3	Barra de aço CA50 ø 16.0 mm (Laje)	Kg	655,53
1.3.1.4	Barra de aço CA50 ø 20.0 mm (Laje)	Kg	4206,09
1.3.1.5	Barra de aço CA50 ø 25.0 mm (Laje)	Kg	101,05
1.3.1.6	Barra de aço CA50 ø 6.3 mm (Laje)	Kg	18,77
1.3.1.7	Barra de aço CA50 ø 8.0 mm (Laje)	Kg	2430,28
1.3.1.8	Barra de aço CA60 ø 5.0 mm (Laje)	Kg	1250,02
1.3.1.9	Concreto - C-45 - Abatimento 5 cm (Laje)	m³	140,99
1.3.1.10	Enchimento - Cubetas - B30/40/80 (Laje)	un	45,00
1.3.1.11	Enchimento - Cubetas - B30/80/40 (Laje)	un	27,00
1.3.1.12	Enchimento - Cubetas - B30/80/80 (Laje)	un	83,00
1.3.1.13	Enchimento - Cubetas - B40/40/80 (Laje)	un	139,00
1.3.1.14	Enchimento - Cubetas - B40/80/40 (Laje)	un	34,00
1.3.1.15	Enchimento - Cubetas - B40/80/80 (Laje)	un	483,00
1.3.1.16	Forma - Estrutura - Concreto (Laje)	m²	84,01
1.3.2.	Pilar		
1.3.2.1	Altura (m) PilarLMF70 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m³	0,40
1.3.2.2	Barra de aço CA50 ø 12.5 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	Kg	91,13
1.3.2.3	Barra de aço CA50 ø 16.0 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	Kg	99,93
1.3.2.4	Barra de aço CA50 ø 25.0 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	Kg	50,02
1.3.2.5	Barra de aço CA50 ø 6.3 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	Kg	110,92
1.3.2.6	Barra de aço CA50 ø 8.0 mm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	Kg	9,41
1.3.2.7	Base (m) PilarLMF70 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m	0,30
1.3.2.8	Comprimento (m) PilarLMF70 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m	0,54
1.3.2.9	Concreto - C-45 - Abatimento 5 cm (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m³	2,97
1.3.2.10	Fôrmas (m²) PilarLMF70 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	IND	
1.3.2.11	Forma - Estrutura - Concreto (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m²	24,73
1.3.2.12	Volume (m³) PilarLMF70 (Pilar ou Viga) (maior que 0,25 m²)	m³	0,40
1.3.2.13	Altura (m) PilarP10 (Pilar ou Viga)	m³	0,10
1.3.2.14	Altura (m) PilarPLM1 (Pilar ou Viga)	m³	0,13
1.3.2.15	Altura (m) PilarPLM39 (Pilar ou Viga)	m³	0,13
1.3.2.16	Altura (m) PilarPLM40 (Pilar ou Viga)	m³	0,13
1.3.2.17	Altura (m) PilarPLM41 (Pilar ou Viga)	m³	0,13
1.3.2.18	Altura (m) PilarPLM42 (Pilar ou Viga)	m³	0,13
1.3.2.19	Altura (m) PilarPLM43 (Pilar ou Viga)	m³	0,13
1.3.2.20	Altura (m) PilarPLM44 (Pilar ou Viga)	m³	0,13
1.3.2.21	Altura (m) PilarPLM45 (Pilar ou Viga)	m³	0,13
1.3.2.22	Altura (m) PilarPLM46 (Pilar ou Viga)	m³	0,03
1.3.2.23	Altura (m) PilarPLM47 (Pilar ou Viga)	m³	0,13
1.3.2.24	Altura (m) PilarPN11 (Pilar ou Viga)	m³	0,04
1.3.2.25	Barra de aço CA50 ø 12.5 mm (Pilar ou Viga)	Kg	71,89
1.3.2.26	Barra de aço CA50 ø 16.0 mm (Pilar ou Viga)	Kg	59,38
1.3.2.27	Barra de aço CA50 ø 20.0 mm (Pilar ou Viga)	Kg	17,09
1.3.2.28	Barra de aço CA50 ø 25.0 mm (Pilar ou Viga)	Kg	50,02
1.3.2.29	Barra de aço CA50 ø 6.3 mm (Pilar ou Viga)	Kg	31,70
1.3.2.30	Base (m) PilarP10 (Pilar ou Viga)	m	0,27
1.3.2.31	Base (m) PilarPLM1 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.3.2.32	Base (m) PilarPLM39 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.3.2.33	Base (m) PilarPLM40 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.3.2.34	Base (m) PilarPLM41 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.3.2.35	Base (m) PilarPLM42 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.3.2.36	Base (m) PilarPLM43 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.3.2.37	Base (m) PilarPLM44 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.3.2.38	Base (m) PilarPLM45 (Pilar ou Viga)	m	0,40
1.3.2.39	Base (m) PilarPLM46 (Pilar ou Viga)	m	0,23
1.3.2.40	Base (m) PilarPLM47 (Pilar ou Viga)	m	0,40