

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

FELIPE RIBEIRO MOYSA

LUAN CARLO GARCIA

**ESTUDO DE CASO: ADEQUAÇÃO DE UM MODELO BIM 3D PARA
BIM 5D**

CURITIBA

2022

**FELIPE RIBEIRO MOYSA
LUAN CARLO GARCIA**

**ESTUDO DE CASO: ADEQUAÇÃO DE UM MODELO BIM 3D PARA
BIM 5D**

Case study: adequacy of a 3D BIM model to 5D BIM

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Amacin Rodrigues Moreira

CURITIBA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

FELIPE RIBEIRO MOYSA
LUAN CARLO GARCIA

ESTUDO DE CASO: ADEQUAÇÃO DE UM MODELO BIM 3D PARA BIM 5D

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 02/ Dezembro /2022

Amacin Rodrigues Moreira
Doutor em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Jose Manoel Caron
Mestre em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Ana Carolina Virmond Portela Giovannetti
Doutora em Engenharia Civil
Universidade Federal de Santa Catarina

CURITIBA
2022

RESUMO

A construção civil é um segmento muito importante por estar diretamente ligada ao progresso. Dada sua importância, é natural que cada vez mais se busque ferramentas capazes de aliar: maior produtividade, controle, assertividade, etc. Uma ferramenta que está cada dia mais em voga é o BIM (*Building Information Modeling*). Ele proporciona, através de um modelo parametrizado, a possibilidade de um trabalho conjunto em variadas frentes de trabalho. Seu uso pode ser potencializado quando se estende suas aplicações para além do 3D, incorporando o tempo (4D) e os custos (5D). Dado os possíveis benefícios que suas aplicações podem proporcionar, o presente trabalho visa adequar um modelo em três dimensões de um edifício comercial padrão para o 5D. Para isso foi criado um cronograma que abrange quase que a totalidade das atividades a serem executadas. Também foi criado um orçamento simplificado, baseado no Custo Unitário Básico, usando o mês de agosto de 2022 como referência. Além disso foi realizada a integração de cronograma, custos e modelo através do software NavisWork®. Ao longo do trabalho são demonstradas as etapas necessárias para a adequação, bem como as dificuldades encontradas. Ao final entende-se que o emprego do BIM 5D é viável tecnicamente, resultando em inúmeros relatórios de apoio a gestão e as decisões do engenheiro. Apesar de demandar tempo e organização do gestor, o desenvolvimento da obra pode ser melhor controlado. Além disso, o investidor é beneficiado pela fácil visualização remota da obra quase que em tempo real.

Palavras-chave: BIM, Building Information Modeling, BIM 5D, Navisworks.

ABSTRACT

Civil construction is a very important segment because it is directly linked to progress. Given its importance, it is natural that more and more tools are being sought to combine: greater productivity, control, assertiveness, etc. A tool that is increasingly in vogue is BIM (Building Information Modeling). It provides, through a parameterized model, the possibility of joint work on various work fronts. Its use can be enhanced when extending its applications beyond 3D, incorporating time (4D) and cost (5D). Given the possible benefits that its applications can provide, this work aims to adapt a three-dimensional model of a standard commercial building to 5D. For this, a schedule was created that covers almost all the activities to be carried out. A simplified budget was also created, based on the Basic Unit Cost, using the month of August 2022 as a reference. In addition, the schedule, costs and model were integrated through the NavisWork® software. Throughout the work, the necessary steps for adaptation are demonstrated, as well as the difficulties encountered. In the end, it is understood that the use of BIM 5D is viable and interesting. Despite demanding time and organization from the manager, the development of the work can be better controlled. In addition, the investor benefits from the easy remote visualization of the work, almost in real time.

Keywords: BIM, Building Information Modeling, BIM 5D, Navisworks

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Informações obtidas de uma porta no modelo BIM 3D.	14
Figura 2 — Dimensões do BIM.....	15
Figura 3 — Legenda de classificação de modelos BIM.	17
Figura 4 — Interface do ArchiCAD®.....	18
Figura 5 — Interface do REVIT®.	19
Figura 6 — Parâmetrização Archicad®.	20
Figura 7 — Funcionamento IFC.	21
Figura 8 — Esquema de uma EAP.	23
Figura 9 — Diagrama de Gantt.	24
Figura 10 — Edifício escolhido.	26
Figura 11 — Planta Edifício setor A.....	27
Figura 12 — Planta Edifício setor B.....	27
Figura 13 — Elevação frontal.	28
Figura 14 — Modelo Completo.....	29
Figura 15 — Modelo Estrutural.	30
Figura 16 — Modelo Arquitetônico.	31
Figura 17 — Paredes de compartimentação.....	32
Figura 18 — Subsolo 01 Modelo Arquitetônico.....	32
Figura 19 — Cobertura em ACM.	33
Figura 20 — Modelo Esquadrias.....	33
Figura 21 — Modelo Hidráulico.....	34
Figura 22 — Modelo Árvore e Metálicas.....	35
Figura 23 — Esquema de concretagem.....	40
Figura 24 — Elementos de pele de vidro.....	44
Figura 25 — Regiões de balancim.	45
Figura 26 — Brise.....	45
Figura 27 — Regiões de balancim.	46
Figura 28 — Seleção de elevadores no NavisWorks®.....	48
Figura 29 — Vista do Ângulo 1.....	50
Figura 30 — Ângulo 2	51
Figura 31 — Ângulo 3	52

Figura 32 — Ângulo 4	53
Figura 33 — Acompanhamento do custo parcial da obra.	54
Figura 34 — Comando Auto attached.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Valor total da obra, baseado pelo CUB.	36
Tabela 2 — Orçamento Resumo por Grupos de Serviços	38
Tabela 3 — Adaptação dos itens de orçamento.	39
Tabela 4 — Divisão de tarefas do Item 5. SUPERESTRUTURA	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACM	Aluminum Composite Material
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
DML	Depósito de Material de Limpeza
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
FGV	Fundação Getúlio Vargas
MEP	<i>Mechanical, Electrical, Plumbing</i>
SindusCon-SP	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivo geral	12
1.2	Objetivos específicos	12
1.3	Justificativa	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	Conceito de Bim	14
2.2	Softwares	17
2.2.1	ArchiCAD®	17
2.2.2	Revit®	18
2.2.3	Solibri® E NavisWork®	19
2.3	Interoperabilidade	20
2.4	Custo e planejamento	22
2.4.1	Planejamento	22
2.4.2	Custo	24
3	METODOLOGIA	25
3.1	Modelo/Empreendimento escolhido	25
3.2	Apresentação do modelo BIM 3D	28
3.2.1	Estrutural	29
3.2.2	Arquitetônico	30
3.2.3	Fachada em pele de vidro e esquadrias de alumínio	33
3.2.4	Instalações hidráulicas, hidrossanitárias e incêndio	34
3.2.5	Árvore em ACM e metálicas	34
3.2.6	Instalações elétricas	35
3.2.7	Levantamento de custos	35
3.2.8	Composição do orçamento	35
3.3	Cronograma	40
3.3.1	Determinação do tempo de cronograma	40
3.3.2	Cronograma no MS Project®	47
3.4	Adequação do modelo no NavisWork®	48
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	50
4.1	Resultado da simulação	50
4.2	Resultado custos/tempo	54
4.3	Adaptação do cronograma aos elementos do modelo	54

4.4	Erros de cronograma e retrabalho no BIM 5D	55
4.5	Função auto attached NavisWork®	56
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
	REFERÊNCIAS	60
	APÊNDICE I	62
	APÊNDICE II	71

1 INTRODUÇÃO

O setor da Construção Civil representa cerca de 13% do PIB global, conforme pesquisa divulgada pela McKinsey Global Institute publicada em junho de 2020. Apesar desse número, o mesmo estudo apontou que entre os diferentes segmentos da indústria esse é o que apresenta o menor índice de crescimento de produtividade, com 1% em duas décadas.

A situação no Brasil não é diferente. Segundo estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), encomendado pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SindusCon-SP), em 2013, a taxa de produtividade do setor era, em média, 30% menor em relação aos outros segmentos da economia.

Além disso, a McKinsey também conduziu estudo de 100 megaprojetos brasileiros que visava identificar os obstáculos para a produtividade no país atingir níveis parecidos aos de países mais desenvolvidos. Conforme o levantamento, 80% dos empreendimentos obtiveram acréscimos de custos e atrasos de prazo que extrapolaram em até 20 meses o cronograma de entrega.

Diante desse panorama, uma ferramenta que vem aparecendo desde a década de 70, que pode auxiliar no processo de superação dessas dificuldades, é o BIM (*Building Information Modeling*) ou Modelagem da Informação da Construção. Ele pode ser compreendido como uma estrutura de trabalho de criação e gerenciamento de informação, pautada em um modelo tridimensional que serve de suprimento em diversas etapas de um processo construtivo (EASTMAN 2014). A partir desta metodologia é possível orçar empreendimentos, quantificar materiais, identificar incompatibilidades, acompanhar e gerir a execução de obras, entre outros.

Com ele, é capaz de se modelar o ciclo de vida de uma edificação gerando a base para novas capacidades da construção e modificações nos papéis e relacionamentos do grupo de trabalho envolvido no empreendimento. Se executado de maneira correta, simplifica a integração entre os projetos e a execução de uma obra e eleva a qualidade das construções, baixando seus custos e prazos (EASTMAN 2014).

Para estabelecer os níveis de abrangência de análise e execução de projetos em BIM, usam-se as definições de BIM 4D e BIM 5D. No primeiro, além da utilização usual do BIM, onde consta as informações e o modelo 3D, adiciona-se a variável “tempo”. Isso acaba propiciando um delineamento inteligente do empreendimento. Já no modelo 5D, além do “tempo”, é incorporado o fator “custo” que viabiliza a realização de orçamentos precisos e de cronogramas físico-financeiros condizentes com a realidade.

Dessa forma, buscando o aprimoramento constante das principais atividades inerentes ao setor construtivo, o BIM é apto a se consolidar como uma ferramenta que promove vantagens a diversos interessados, pois possibilita o controle e a eficácia de todo o planejamento de uma obra.

1.1 Objetivo geral

Incorporar informações a um modelo 3D já existente e, por meio da utilização do software NavisWork®, de forma a transformá-lo em um modelo 5D.

1.2 Objetivos específicos

De modo a satisfazer o objetivo geral, devem-se cumprir os seguintes objetivos específicos:

1. Fazer o orçamento simplificado e cronograma, para aplicação dos custos e tempo;
2. Simular a construção do edifício no software NavisWork®;
3. Discutir qual a melhor maneira de se transformar o modelo 3D para o 5D, uma vez encontrada suas dificuldades;

1.3 Justificativa

O investidor do mercado da construção civil nem sempre tem conhecimento técnico na área. Ou seja, não é preciso ser engenheiro civil, nem mesmo ter trabalhado na área, para se investir na construção civil. Somente o capital já basta para se arriscar, comprar e construir moradias no mercado imobiliário, sejam estas edificações, conjuntos de casas, sobrados e condomínios.

Para ter controle sobre sua obra estes investidores devem realizar um acompanhamento tanto físico quanto financeiro ao longo do tempo. Este empreendedor que não é especialista se vê na obrigação de contratar um profissional especializado e de confiança para gestão destas obras.

Neste século com o avanço da tecnologia, as ferramentas e softwares BIM conseguem facilitar a visualização e identificação dos empreendimentos. Por meio da modelagem é possível montar maquetes eletrônicas, que além de serem 3D, podem também armazenar todo tipo de informação.

É possível alinhar estas informações e o modelo a um cronograma físico-financeiro, de forma que o investidor leigo, consiga visualizar e entender em que ponto sua obra deveria estar, ou quanto ela deveria estar custando. Isto auxilia na cobrança das empresas contratadas e na própria gestão da obra. Por que isso ajuda a prever e visualizar os caminhos críticos que envolvem aquele empreendimento desde a escavação até a entrega. Não tão somente auxiliando o investidor, mas também o próprio gestor, sendo ele um engenheiro, arquiteto ou encarregado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

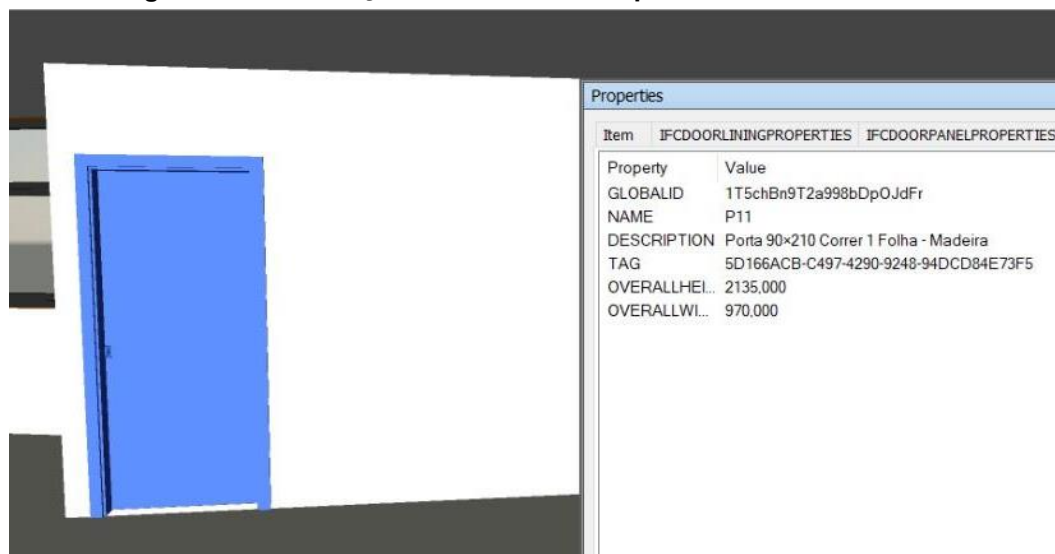
O presente capítulo apresenta um resumo da conceituação de termos e softwares de BIM, também uma ideia geral de como o mercado brasileiro vê a tecnologia, além de apresentar conceitos sobre planejamento e custo de empreendimentos voltados para o trabalho.

2.1 Conceito de Bim

Segundo Eastman (2014), o BIM pode ser compreendido como uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção. Tal modelo, pode reunir diversas informações como: geometria, detalhes construtivos, especificações de componentes, projetos específicos, quantitativos detalhados, preços e fornecedores de materiais utilizados, informações estruturais, dados geográficos, topografia, iluminação entre outras informações necessárias para execução do projeto (MULLER, 2015). Essa facilidade de se obter informações pode ser visualizada na Na figura é possível identificar o menu de propriedades em um software de visualização BIM, a porta no caso possui nome P11, Descrição “Porta 90x210 Corre 1 Folha – Madeira” e sua altura e largura.

. Na figura é possível identificar o menu de propriedades em um software de visualização BIM, a porta no caso possui nome P11, Descrição “Porta 90x210 Corre 1 Folha – Madeira” e sua altura e largura.

Figura 1 — Informações obtidas de uma porta no modelo BIM 3D.

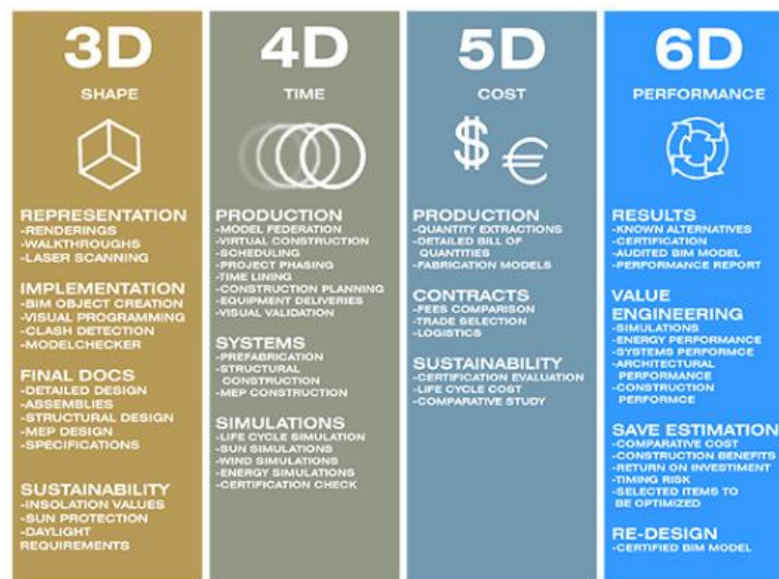


Fonte: Autoria própria (Captura de tela) (2022)

Além disso, BIM proporciona um procedimento diferente aos projetos, já que trabalha com objetos parametrizados e não só linhas (como no AutoCAD®). Ele permite que todos os integrantes envolvidos trabalhem de maneira colaborativa acessando e atualizando os projetos, fazendo com que as informações sejam consistentes e coordenadas.

Ele pode ser dividido segundo sua aplicabilidade, atribuindo-se uma “Dimensão” para cada recurso a mais que ele agrega, na figura 2 as diferentes dimensões de BIM. 3D A representação geométrica, documentação e implementação; 4D acrescida a variável tempo, simulações, sistemas e produção; 5D acrescida a variável custo, produção, contratos e sustentabilidade; 6D acrescida a variável qualidade, resultados e otimização.

Figura 2 — Dimensões do BIM



Fonte: <https://www.hildebrandt.cl/dimensiones-bim-proyectos-de-alta-complejidad/> (2022)

A mais usual das dimensões, a 3D, se estabelece a partir de uma maquete em três dimensões atrelada a uma série de parâmetros definidos de acordo com a concepção do projeto. Com eles, é possível separar cada disciplina prevista inicialmente no escopo concebido, tais como pisos, mobiliários, esquadrias, alvenarias etc.

A quarta dimensão alia a introdução de mais informação ao modelo, o tempo, o que proporciona uma otimização nos processos de coordenação das frentes de trabalho, sejam elas nos setores de projetos ou de obra, por exemplo. Com ela, pode-se dominar melhor o cronograma ao qual um empreendimento está sujeito e gerar uma série de benefícios como:

1. Possibilidade de simular cenários hipotéticos antes e durante a execução, confirmando ações que corroborem o processo executivo ou medidas que contornam possíveis situações indesejadas.
2. Analisar em que etapa o empreendimento efetivamente se encontra e sua conformidade ou não com o cronograma previamente definido, gerando maior assertividade com relação a atrasos ou folgas nas tarefas traçadas.

Através da adição da variável “Custo” à metodologia BIM forma-se sua quinta dimensão. Para Azevedo (2009), a principal vantagem da modelagem 5D (modelagem + tempo + custos) para os construtores é o aumento da precisão durante a construção, com menos desperdício de tempo, de materiais e de redução de alterações durante a execução das obras. Pode-se controlar tanto as atividades críticas que se sobrepõem durante a execução, compreender através de imagem virtual o projeto final, existindo uma maior conciliação das especialidades.

Dentro do conceito de divisão por multidimensionalidade do BIM, proposto por (nD Modelling. Auoad *et al.* 2003), há também a modelagem 6D que consiste no Modelo Geométrico 3D aliado ao Gerenciamento das Facilidades e Manutenção.

A norma brasileira de BIM, NBR 15965-1, é a referência brasileira que “define a terminologia, os princípios do sistema de classificação e os grupos de classificação para o planejamento, projeto, gerenciamento, obra, operação e manutenção de empreendimentos da construção civil”. Na figura 3 é possível identificar os códigos para identificação de objetos, processos, recursos, resultados e informações do modelo BIM.

Figura 3 — Legenda de classificação de modelos BIM.

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

Fonte: Adaptado de NBR 15965-1 (2011)

2.2 Softwares

Diversas desenvolvedoras hoje competem no mercado de softwares BIM, cada um destes tem suas próprias características de funcionamento, lógicas e ferramentas. Há diferentes modos de inserir e atribuir informação ao modelo geométrico, porém o objetivo tem de ser o mesmo. O VectorWorks®, Archicad®, Revit®, Tekla BIM®, Bentley Architecture®, entre outros, são programas com diferentes parametrizações e organização de informação.

2.2.1 ArchiCAD®

O ArchiCAD® é um dos mais antigos programas de CAD que existem começou a ser desenvolvido na Hungria, em 1984, pela Graphisoft (que hoje é uma subsidiária da empresa alemã Nemetschek). O software pioneiro em um conceito chamado parte *Virtual Building* em que a edificação deve ser inteiramente modelada em para que a partir deste modelo (ou edifício virtual) sejam obtidas as vistas de documentação (LORENZO e GASPAR, 2014).

A partir da área de mapa de projeto é possível criar este edifício virtual (modelo geométrico) e deste modo possibilita extrair vistas, cortes, plantas, quantitativos, emissão de pranchas em .PDF, imagens em .JPG e arquivos em .DWG.

Além disso, é possível extrair o modelo em .IFC para futuras compatibilização com arquivos de outros softwares. A figura 4 ilustra como é a interface deste software.

Figura 4 — Interface do ArchiCAD®.



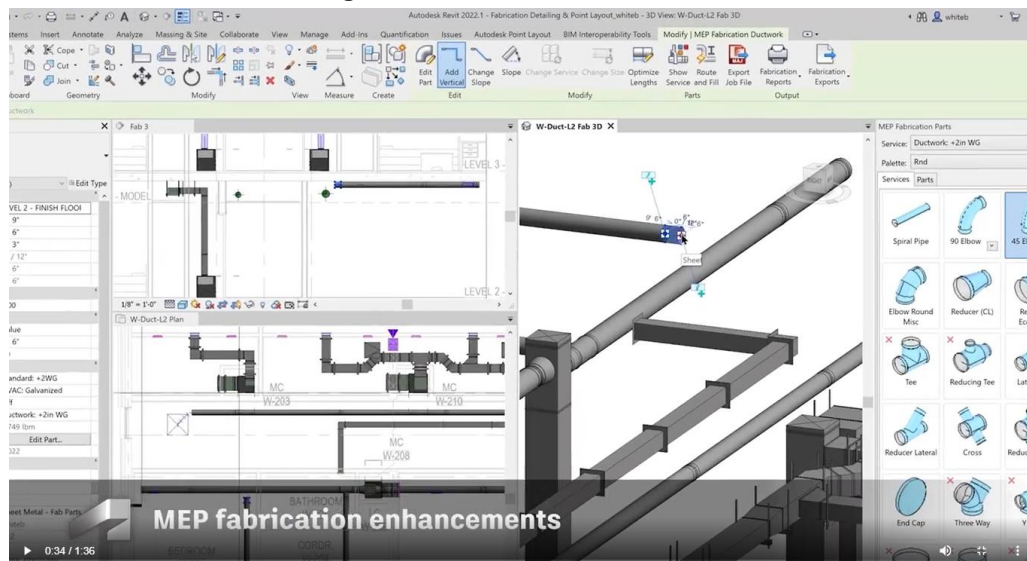
Fonte: site oficial da Graphisoft (2022)

Segundo Eastman (2014) os pontos fortes do ArchiCAD® são: “uma interface intuitiva e relativamente simples de usar. Tem uma grande biblioteca de objetos e um rico conjunto de aplicações de suporte em construção e gerenciamento de facilities.”. Já os fracos “tem certas limitações em suas capacidades de modelagem paramétrica, não suportando regras de atualização entre objetos em uma montagem”.

2.2.2 Revit®

O Revit® é um programa da Autodesk, mesma desenvolvedora do AutoCAD®, ele tem separações em *Revit Architecture*, *Structure* e *MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing)*.

Figura 5 — Interface do REVIT®.



Fonte: site oficial da Autodesk® (2022)

Sobre o Revit® (Eastman, 2014):

"É fácil de aprender e sua funcionalidade é organizada em uma interface bem projetada e amigável. Ele possui um amplo conjunto de bibliotecas de objetos desenvolvidas por terceiros" ... "Seu suporte bidirecional a desenhos permite a geração e o gerenciamento de informações com base em atualizações tanto do desenho quanto de vistas do modelo; ele dá suporte a operações simultâneas no mesmo projeto; e inclui uma excelente biblioteca de objetos que suporta uma interface multiusuário" ... "Ele possui limitações nas regras paramétricas que lidam com ângulos. Ele também não suporta superfícies curvas complexas, o que limita sua habilidade de dar suporte a projetos com elas ou referências a esse tipo de superfícies".

2.2.3 Solibri® E NavisWork®

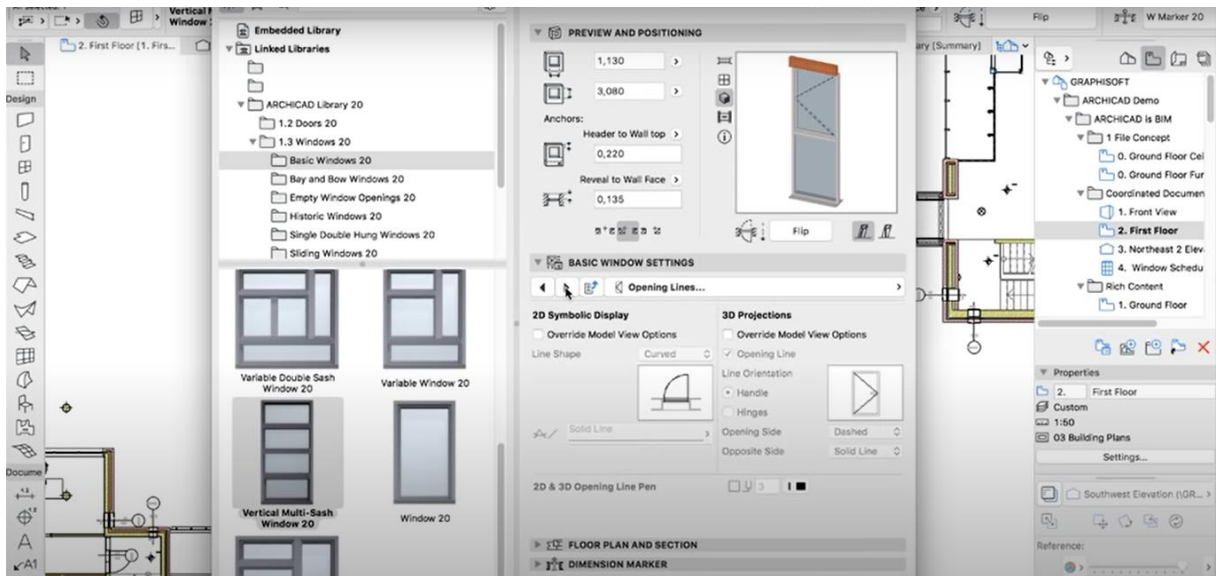
Tanto o Solibri®, desenvolvido pela Nemetschek (Mesma empresa que detém o ArchiCAD®), quanto o Naviswork® (Autodesk®), são ferramentas visualizadoras que permitem a integração dos modelos de diferentes disciplinas.

Enquanto Revit® e ArchiCAD® criam os modelos geométricos, estes softwares são capazes de visualizar as informações e manipulá-las. Além disso, é possível detectar interferências, por meio de regras de checagem, onde a ferramenta localiza e indica onde os objetos estão se cruzando.

2.3 Interoperabilidade

Cada empresa, grupo ou indivíduos que trabalham BIM, possuem uma própria preferência para modelagem de construções. Há quem prefira a Biblioteca do ArchiCAD® para modelagem arquitetônica, que prefira seus objetos de esquadrias, portas, revestimentos e sua trabalhabilidade dentro destes objetos.

Figura 6 — Parâmetrização ArchiCAD®.



Fonte: site oficial da Graphisoft (2022)

Há também quem prefira trabalhar com o Revit® para instalações, a Tigre por exemplo, tem uma vasta biblioteca que contempla grande parte de seus produtos, tubos, conexões, caixas sifonadas entre outros aparelhos sanitários.

Entre tantos outros softwares com mecanismos diferentes, nasce um problema: um meio comum para troca de informações da modelagem entre eles.

Segundo o relatório *Interoperability in the Construction Market* (McGRAW HILL, 2007):

“A interoperabilidade, seja ela técnica — referente à possibilidade de troca e gerenciamento de dados eletrônicos, ou cultural — referente às relações colaborativas que devem ser estabelecidas entre os membros das equipes interdisciplinares do empreendimento, é uma das premissas básicas para que exista a troca de informações e dados da Modelagem da Informação entre a equipe do empreendimento”.

Esta é a solução para o problema, um meio de interconectar as informações, digitalmente.

A interoperabilidade nasceu no século passado e baseou-se em primeiro momento no intercâmbio de formatos de arquivos (EASTMAN), como por exemplo o DXF em que a troca de dados era somente da geometria. Hoje o intercâmbio de dados vai além, o IFC por exemplo, um formato de modelo de produto, “carrega propriedades de objetos e de materiais e também relações entre objetos, além da geometria” (EASTMAN), possibilitando uma conexão entre modelos e softwares BIM.

O IFC é de domínio público, desafogando um medo de empresas do ramo formarem um monopólio do intercâmbio de informações. “As companhias de software, de forma razoável, preferem fornecer intercâmbio para empresas específicas usando ligações diretas, porque elas podem suportá-las melhor e evitam que os clientes utilizem aplicações dos concorrentes. As funcionalidades suportadas são determinadas pelas duas companhias (ou divisões dentro da mesma companhia). Uma vez que elas foram desenvolvidas, depuradas e mantidas pelas duas companhias envolvidas, são tipicamente robustas para as versões do software para o qual foram projetadas, e para a funcionalidade pretendida. A interface resultante geralmente reflete um contrato de parceria em negócios para marketing e vendas. As interfaces são mantidas enquanto houver relação comercial entre as empresas” (EASTMAN, 2014).

O IFC funciona como uma árvore, os dados são organizados de forma hierárquica e os softwares oferecem suporte a este tipo de informação. No *manual do BIM* é exemplificado um objeto de parede:

Figura 7 — Funcionamento IFC.

IfcRoot → *IfcObjectDefinition* → *IfcProduct* → *IfcElement* →
IfcBuildingElement → *IfcWall*

Fonte: Eastman (2014)

“Cada nível da árvore introduz diferentes atributos e relações à entidade parede. O *IfcRoot* atribui um identificador global (Global ID) e outras informações de identificação. O *IfcObjectDefinition* posiciona a parede como

parte de uma montagem mais agregada, e também identifica os componentes da parede, se eles forem definidos. O IfcProduct define a localização da parede e sua forma. O IfcElement carrega os relacionamentos desse elemento com outros, como relacionamentos entre paredes fronteiriças e espaços (incluindo espaços exteriores) que a parede separa. Ele também carrega qualquer abertura dentro da parede e seus preenchimentos por portas ou janelas. Muitos desses atributos e relações são opcionais, permitindo que os implementadores excluam algumas informações de suas rotinas de exportação”.

Como comentado anteriormente, existem visualizadores IFC, que são softwares que são capazes de ler estes dados e visualizar a geometria em 3D, e até mesmo atribuir novos parâmetros nesta “árvore”, de tempo e custo por exemplo, o tornando um modelo 5D.

2.4 Custo e planejamento

Os custos e o planejamento são parte fundamental de qualquer empreendimento. Um dos principais aspectos do gerenciamento de uma obra é o planejamento. Munido dele, um gestor consegue implementar o andamento dos serviços, comparar o estágio da obra com a linha de base referencial e tomar providências em tempo hábil quando algum desvio é detectado. Por outro lado, sua deficiência pode causar uma série de problemas como: atraso na entrega do empreendimento, gastos inesperados, retrabalhos e etc.

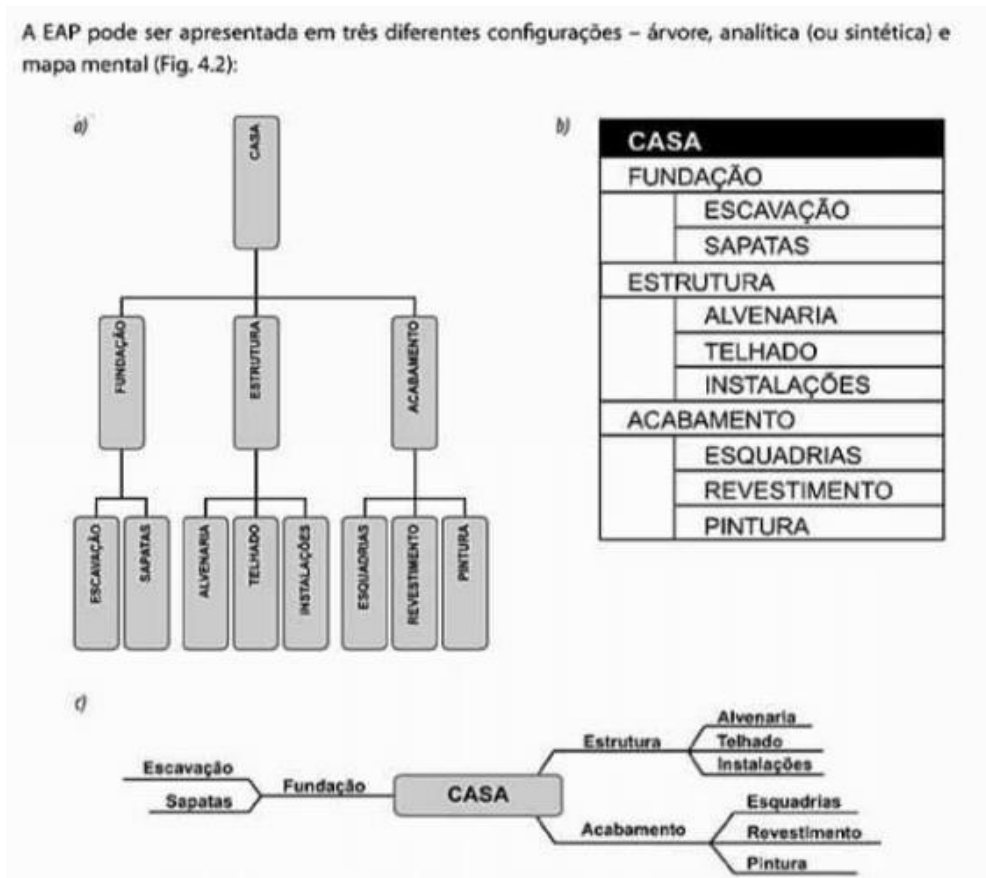
2.4.1 Planejamento

Segundo Aldo, em planejamento e controle de obras, o planejamento pode ser feito em etapas, a primeira é a identificação das atividades, que:

“integrarão o planejamento, ou seja, as atividades que comporão o cronograma da obra. É uma etapa que envolve grande atenção pois, se algum serviço não for contemplado, o cronograma ficará inadequado e futuramente o gerente estará às voltas com atrasos na obra”

Isto pode ser feito por meio do EAP (Estrutura Análítica do Projeto).

Figura 8 — Esquema de uma EAP.



Fonte: Mattos (2019).

Depois a duração das atividades, “Toda a atividade do cronograma precisa ter uma duração associada a ela. A duração é a quantidade de tempo (em horas, dias, semanas ou meses) que a atividade leva para ser executada. Há tarefas que têm duração fixa, independentemente da quantidade de recursos humanos e equipamentos alocados. Por exemplo a cura do concreto e o enchimento de um tanque industrial cuja vazão de entrada seja fixa. Outras atividades cuja duração depende da quantidade de recursos, como uma atividade de pintura, que pode ser feita por 2 pintores em 20 dias, ou por 4 pintores em 10 dias (o trabalho total é o mesmo: 40 dias de pintor)” (MATTOS, 2010).

Por fim a montagem do caminho crítico e montagem do diagrama de Gantt. A figura número 10 estabelece um exemplo de cronograma e Gantt de uma residência

Figura 9 — Diagrama de Gantt.

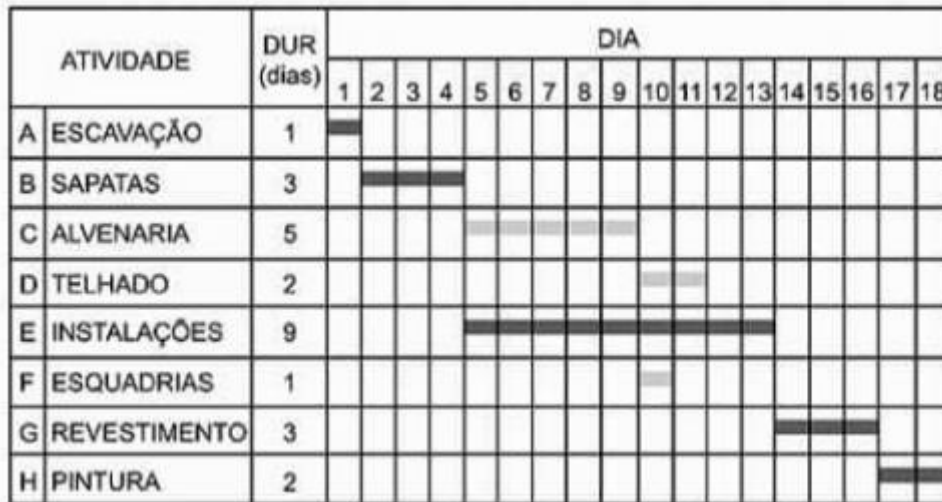


Fig. 4.6 – Cronograma de Gantt

Fonte: Mattos (2019)

Um programa especializado em montagem de cronogramas é MS Project®, da Microsoft. “Simplifique o planejamento e reduza o tempo de treinamento com a ajuda de recursos conhecidos de agendamento para gerentes de projeto, como Exibição de linha do tempo (gráfico de Gantt)”.

2.4.2 Custo

Apesar de qualquer característica inerente de uma obra ela é, eminentemente, uma atividade econômica e por isso os custos assumem um papel de destaque no escopo do empreendimento. A atenção dada a esse aspecto começa antes de qualquer atividade em canteiro, no que se pode chamar orçamentação, que nada mais é do que um levantamento dos custos prováveis para execução.

Embora a nomenclatura seja similar, a orçamentação se difere de orçamento devido a esse ser o produto final e aquele o processo de levantamento. Desse modo, para um resultado lucrativo e o sucesso de um empreendimento é fundamental que haja a execução de uma boa orçamentação, pois dessa forma se previnem imperfeições e possíveis frustrações de custos e prazos (MATTOS, 2010).

3 METODOLOGIA

O Capítulo a seguir demonstra com que materiais e métodos foram feitos os estudos propostos neste trabalho.

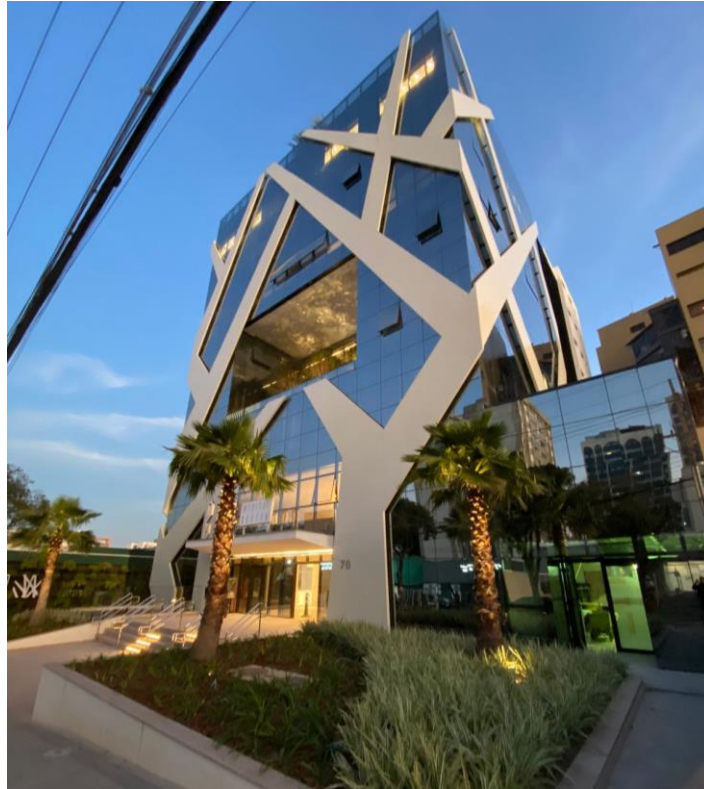
3.1 Modelo/Empreendimento escolhido

A seleção do modelo/empreendimento, primeiramente, partiu de uma premissa de que deveria ser de um edifício, uma vez que este foi cedido pela empresa que não pode ceder o orçamento e o cronograma, por motivos de confidencialidade. Desse modo – foi fundamental a construção destes dois últimos para o estudo de caso.

Um modelo muito simples não iria criar dificuldade necessária para o aprendizado e discussões do trabalho. A ideia da escolha foi de um modelo com elementos suficientes para discutir os melhores caminhos para execução de um cronograma de obra também, a fim de aproximar o cliente e mostrar o quanto de tempo e dinheiro a mais ou a menos uma decisão pode gerar.

Em sequência foi decidido que deveria ser um edifício, que exige um trabalho coordenado e repetitivo em etapas, mas também que fosse pouco verticalizado e pouco detalhado. Dessa maneira, dentre as opções disponíveis, foi escolhido uma edificação de 9 pavimentos localizada em Curitiba, mostrado na Figura 10. Esse modelo contempla diversas disciplinas para serem trabalhadas, mostradas com mais detalhes na sequência do trabalho. Um outro importante motivo para sua escolha é de que um dos autores do presente trabalho trabalhou 2 anos na execução da obra e possui dados e experiências das etapas de construção e do projeto.

Figura 10 — Edifício escolhido.



Fonte: Autoria própria (2022)

O centro médico e comercial possui Médio/Alto padrão, e contempla consultórios de diversas especialidades médicas, como: psicologia, pneumologia, urologia, angiologia, cardiologia, oftalmologia, entre outros. Há também uma clínica de imagens e um centro cirúrgico.

O empreendimento, foi previsto para ser entregue em duas áreas:

Comum: onde se previa a entrega de banheiros compartilhados entre pacientes e funcionários, além de recepção e elevadores, todos com acabamentos, de piso, parede, forro, louças, portas e metais.

Privativa: Entregue sem acabamentos (Laje corporativa) mas com toda a infraestrutura básica: água, luz, esgoto e internet. Essa concepção visou as futuras adequações que o proprietário ou inquilino possam demandar para atender suas necessidades.

É possível ver na planta da Figura 11 a área chamada de reserva consultórios, Setor A. Neste setor é localizada uma das lajes entregues sem paredes e sem acabamentos. Também é possível visualizar: vestiários feminino e masculino,

banheiros sociais de clientes, banheiros para pessoas com deficiência e um DML (Depósito de Material de Limpeza), estes todos entregues com acabamento de piso com porcelanato, pintura nas paredes, forro, louças, metais, portas e tampos.

Figura 11 — Planta Edifício setor A.



Fonte: Disponibilizado pela CRON Engenharia (2022)

A planta da Figura 12 e mostra o Setor B, que é a segunda região prevista para construção dos consultórios. O edifício contempla duas escadarias de emergência para cada setor e duas áreas técnicas. Ao todo são sete elevadores que atendem os andares, dois elevadores maca, três sociais, um que atende somente a clínica de imagem no quarto andar e um que atende aos subsolos.

Figura 12 — Planta Edifício setor B.

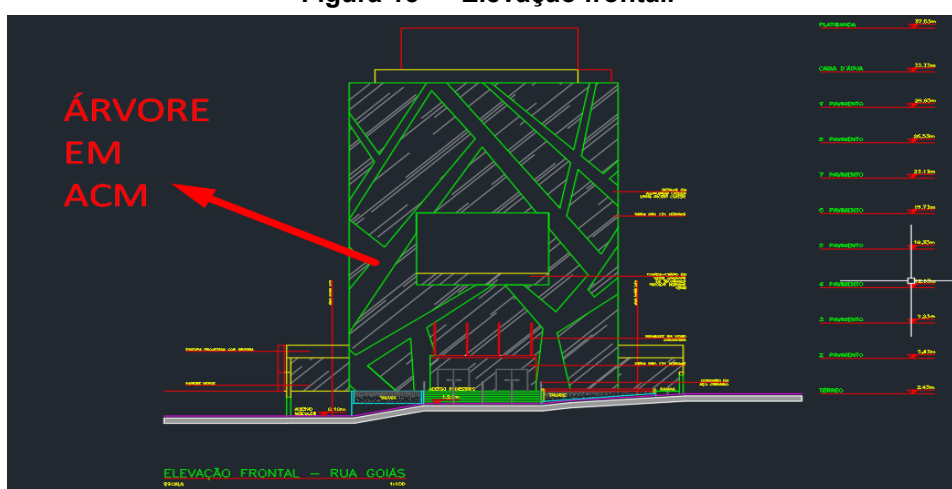


Fonte: Disponibilizado pela CRON Engenharia (2022)

As paredes de vedação do prédio são de três tipos: pele de vidro, alvenaria e gesso acartonado. Nas plantas da Figura 11 e da Figura 12 foram sinalizadas em verde, vermelho e azul respectivamente, os tipos de parede.

O Edifício tem 18.068,92 m² construídos, quatro subsolos com 204 vagas de estacionamento, duas entradas em duas ruas diferentes, a rua Goiás e a Rua João Rodolfo Schenker e uma área de cobertura comum. Sobre a pele de vidro na fachada frontal da Goiás, há um detalhe arquitetônico chamado de “árvore”, demonstrada na Figura 13, que foi construída com chapas de ACM (Aluminum Composite Material).

Figura 13 — Elevação frontal.

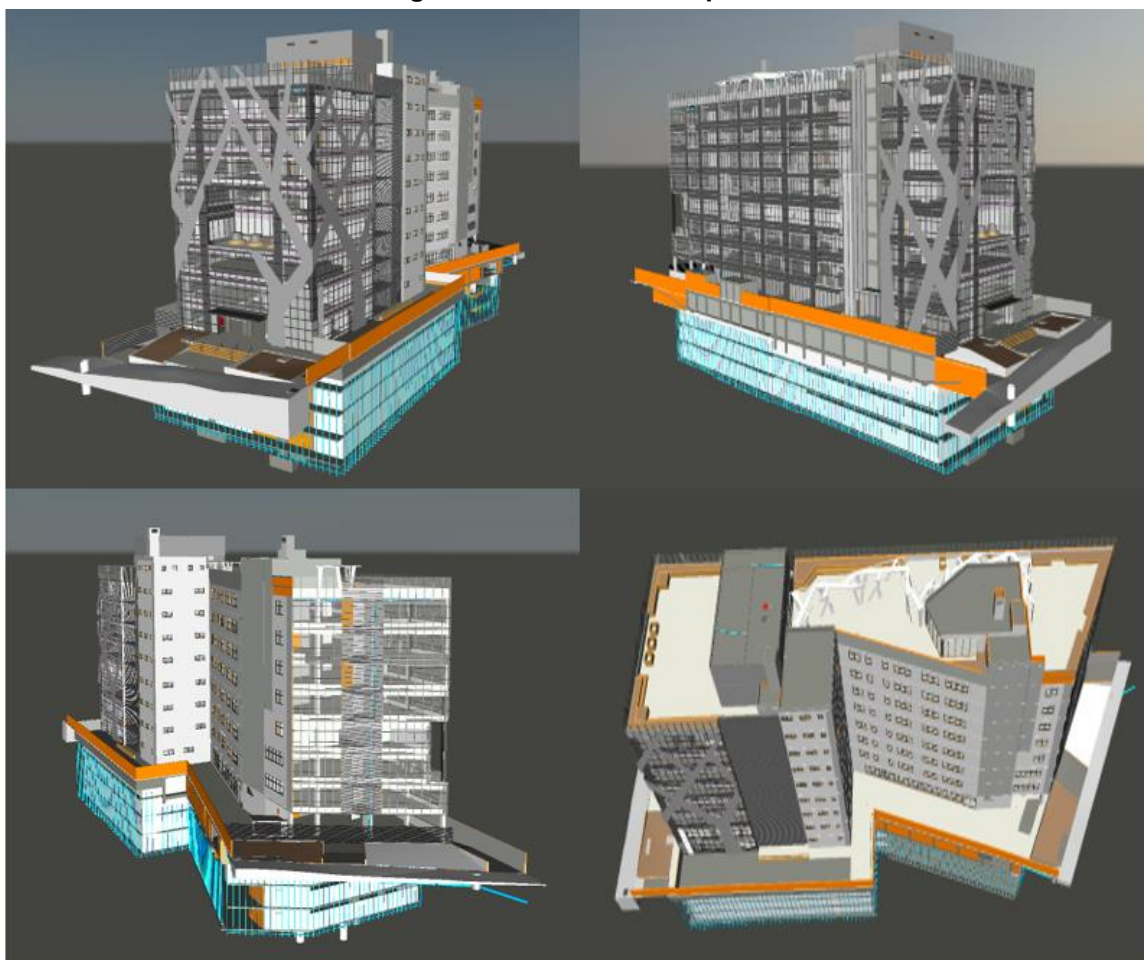


Disponibilizado pelo arquiteto (2022)

3.2 Apresentação do modelo BIM 3D

A edificação foi modelada separadamente por “disciplinas”, cada uma destas disciplinas foi exportada em um arquivo diferente e posteriormente carregado no NavisWork® para visualização e posterior transformação em 5D. As disciplinas foram divididas em Estrutural, Arquitetônico, Fachada, Hidráulica, Árvore de ACM e Marquise. Isto se deve a uma facilidade de modelagem, entretanto não há necessidade de se dividir os arquivos para este modelo de trabalho. Na Figura 14 é possível observar todas as disciplinas carregadas, formando o modelo completo.

Figura 14 — Modelo Completo.



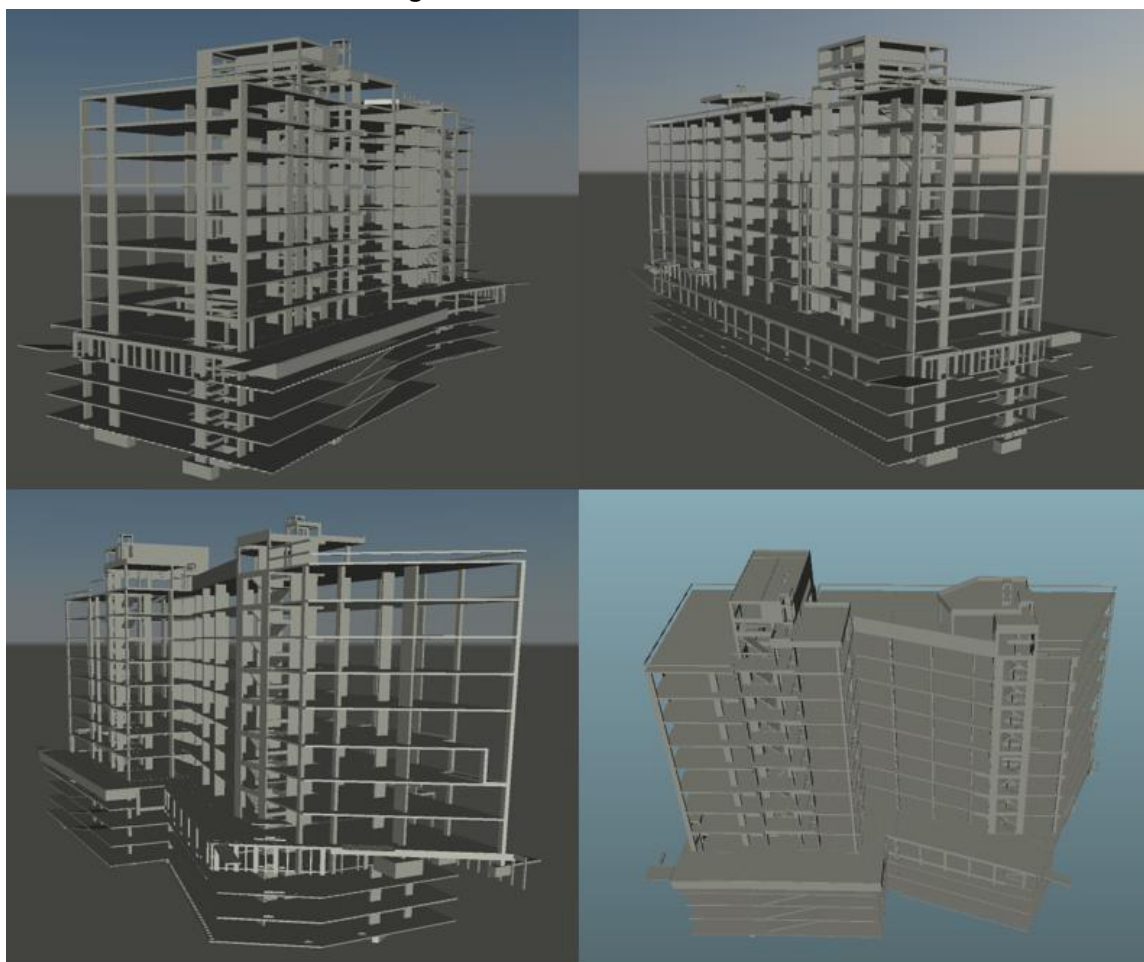
Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

A seguir, neste Capítulo, é apresentado o modelo com descrições e um grande número de imagens (capturas de tela do modelo), para que seja possível observar os detalhes do edifício e de cada disciplina modelada.

3.2.1 Estrutural

O IFC de estrutura é composto basicamente por elementos de lajes, pilares e vigas de concreto armado, IFCSLAB, IFCCOLUMN e IFCBEAM respectivamente. Suas geometrias de cor concreto foram modeladas a partir do projeto estrutural, como pode ser observado na Figura 15.

Figura 15 — Modelo Estrutural.



Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

3.2.2 Arquitetônico

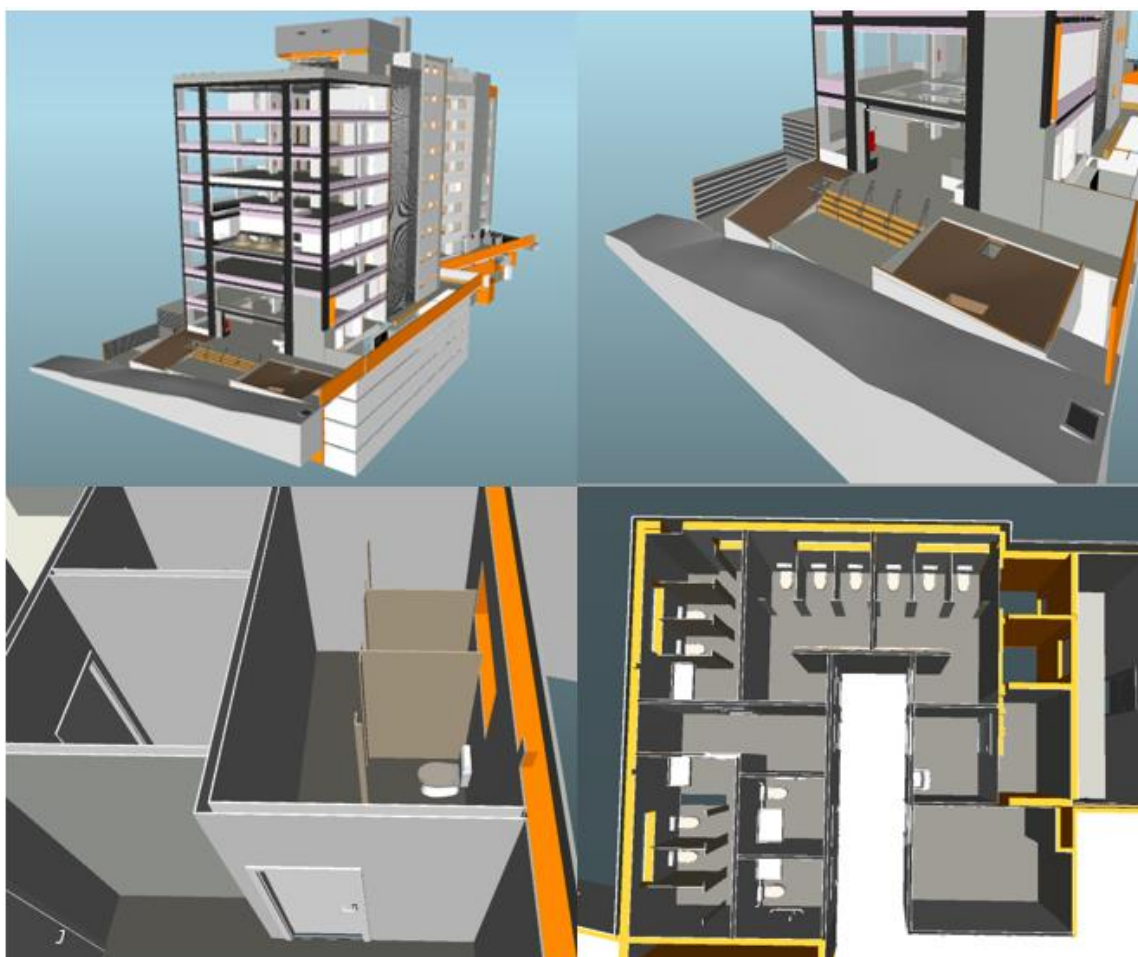
O IFC de arquitetura foi modelado a partir do projeto arquitetônico legal. Foram modeladas as paredes em alvenaria e seus revestimentos em reboco interno, externo, pintura interna e externa. Também todas as paredes dos vestiários em drywall, pisos dos vestiários em porcelanato, portas de madeira, brises em alumínio, caixas de hidrante, corrimãos e as bacias sanitárias.

Em Drywall também há as paredes de compartimentação, que são feitas com chapa resistente a fogo. Toda a parte de paisagismo, calçada das entradas também estão presentes nesta disciplina. Nos subsolos os elementos são pintura de vagas, paredes em alvenaria e paredes de PVC, para vedação das estacas de contenção.

No 9º Pavimento há vasos do paisagismo, um espaço externo com piso em pedra e uma cobertura em que serve de passarela do setor A e B, feita em ACM e vidro. Acima o barrilete e os reservatórios d'água completam o prédio.

Na Figura 16 é demonstrado o modelo arquitetônico do prédio.

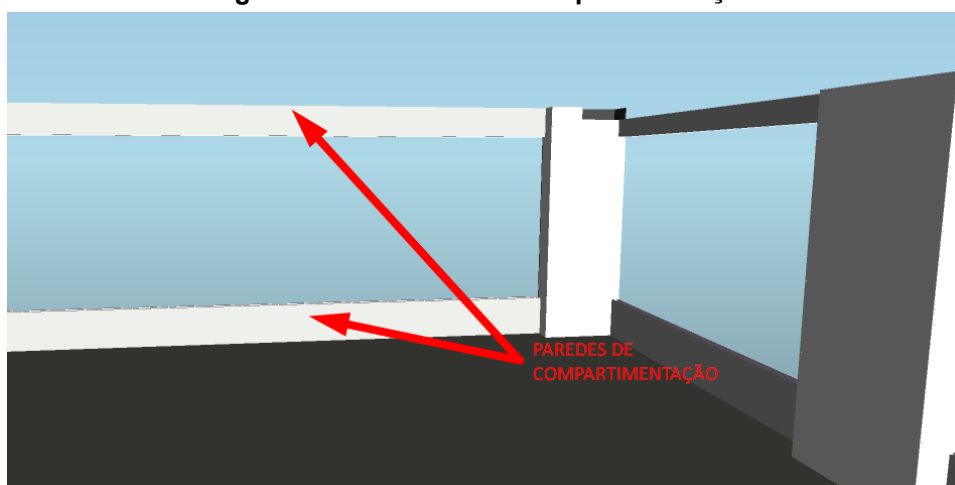
Figura 16 — Modelo Arquitetônico.



Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

Na Figura 17 as paredes de compartimentação são demonstradas.

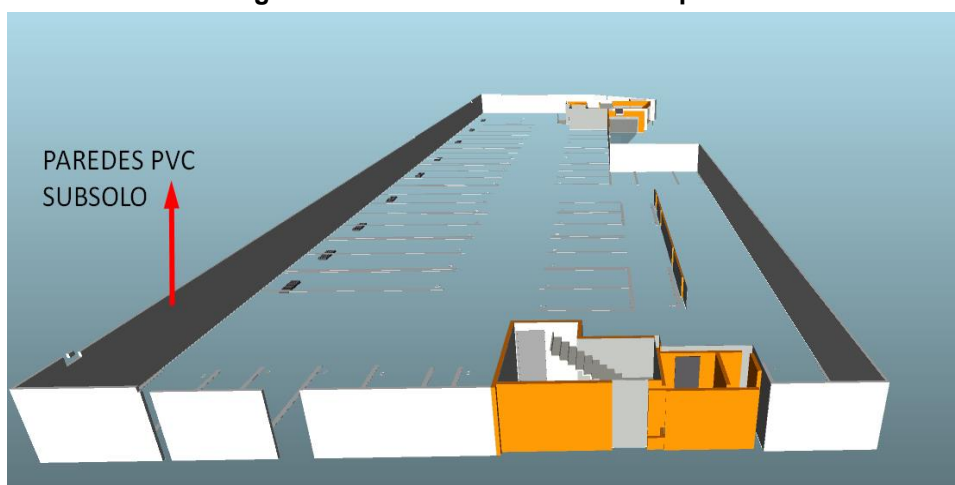
Figura 17 — Paredes de compartimentação.



Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

Já na Figura 18, é possível observar o modelo arquitetônico do subsolo

Figura 18 — Subsolo 01 Modelo Arquitetônico.



Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

Por fim, na Figura 19 é ilustrada a cobertura em ACM

Figura 19 — Cobertura em ACM.

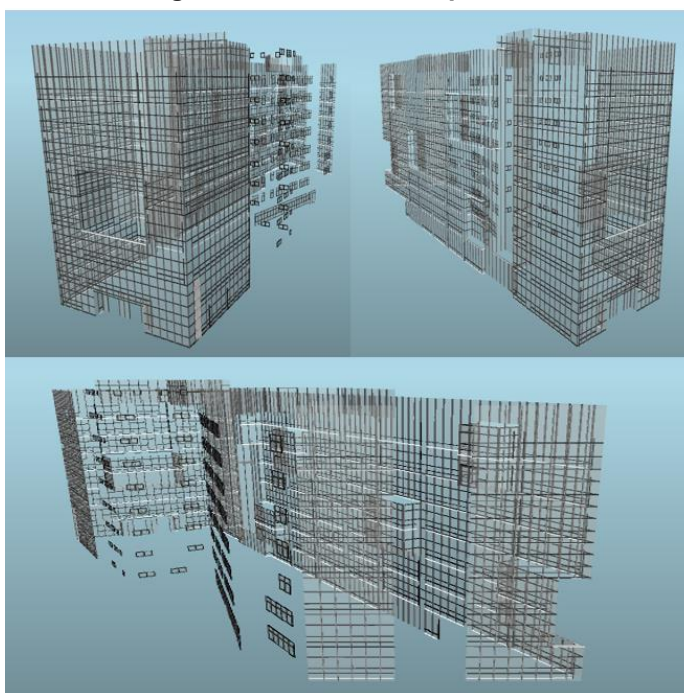


Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

3.2.3 Fachada em pele de vidro e esquadrias de alumínio

Toda a parte de fachada em pele de vidro e janelas de alumínio foram modeladas em um IFC, separado. Seus elementos são compostos por perfis de alumínio em montantes, perfis de alumínio em travessas e vidro encaixilhado. Portas em vidro e alumínio, também estão presentes nesta disciplina, como pode ser visto na Figura 20.

Figura 20 — Modelo Esquadrias.

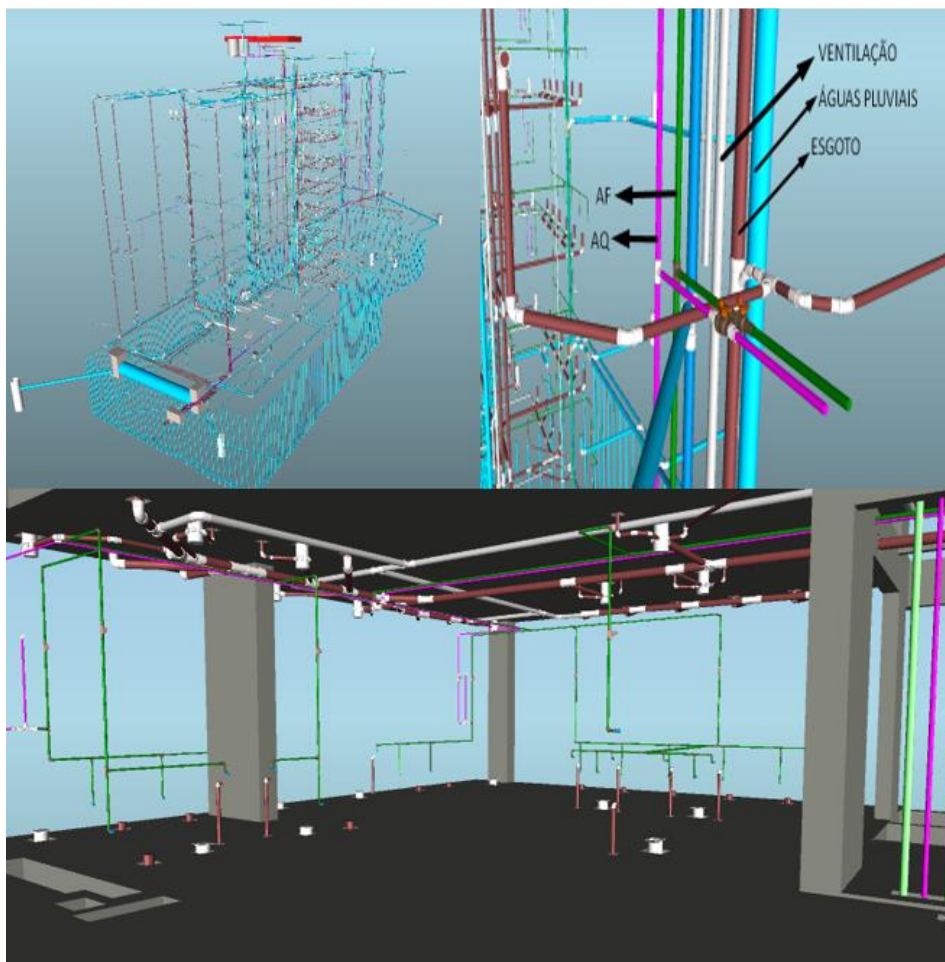


Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

3.2.4 Instalações hidráulicas, hidrossanitárias e incêndio

O Modelo da parte hidráulica, Figura 21, contempla todo o sistema de água fria e água quente do prédio, também o esgoto, incêndio, águas pluviais e drenos entre cortinas de contenção. Seus elementos são tubos, conexões, acessórios e peças hidrossanitárias.

Figura 21 — Modelo Hidráulico.

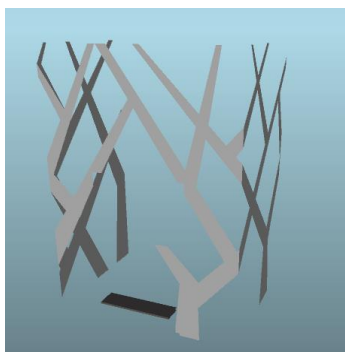


Fonte: Autoria própria (Captura de tela) (2022)

3.2.5 Árvore em ACM e metálicas

A marquise e a árvore em ACM foram modeladas em IFCs separados, o modelo pode ser visto na Figura 22.

Figura 22 — Modelo Árvore e Metálicas.



Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

3.2.6 Instalações elétricas

Ao carregar o arquivo contendo as instalações elétricas, o Navisworks® indicou o erro SceneConvertServer. Em pesquisa o erro pode sinalizar algum elemento que se corrompe na conversão para o Navis. Após algumas tentativas de corrigir o erro, buscando auxílio em fóruns e no site da Autodesk, foi preciso continuar o trabalho sem o modelo de instalações elétricas.

3.2.7 Levantamento de custos

Uma vez possuindo e conhecendo bem as características do modelo 3D, para a implementação do BIM 5D é de suma importância que haja um orçamento para comparar os custos durante o decorrer da obra. Como já mencionado, não foi possível obter o orçamento original do modelo, face à política interna de sigilo de dados da empresa, buscou-se criar, simplificada, uma planilha orçamentária para viabilizar o estudo.

3.2.8 Composição do orçamento

Para obtenção de planilha de custo foi utilizado um dos principais indicadores da Construção Civil: o CUB (Custo Unitário Básico). De acordo com a ABNT NBR 12.721:2006, o conceito de Custo Unitário Básico é:

"Custo por metro quadrado de construção do projeto-padrão considerado, calculado de acordo com a metodologia estabelecida em 8.3, pelos Sindicatos da

Indústria da Construção Civil, em atendimento ao disposto no artigo 54 da Lei nº 4.591/64 e que serve de base para avaliação de parte dos custos de construção das edificações." Basicamente, ele pode ser compreendido como a soma dos custos de valores de mão de obra, materiais e equipamentos divididos pela área construída, obtendo-se uma relação de R\$/m², exemplificado na equação abaixo:

$$CUB = \left(\frac{\text{(mão de obra + materiais + equipamentos)}}{\text{área construída}} \right) \quad (1)$$

Em cada estado brasileiro o Sindicato da Indústria e da Construção (SINDUSCON) fica responsável por disponibilizar essas relações mês a mês de acordo com o padrão da edificação. Como base para obtenção de um valor global para o modelo em estudo obteve-se primeiramente o valor do CUB referente ao mês de agosto para uma edificação de padrão Normal R-16 no Estado do Paraná, na região de Curitiba. Com o valor encontrado multiplicou-se a área construída do empreendimento (18068,92 m² X R\$ 2.138,05) e obteve-se o custo total, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 — Valor total da obra, baseado pelo CUB.

METRAGEM DO EDIFÍCIO (m ²):	18068,92
PADRÃO:	NORMAL
VALOR DO CUB	2138,05
ANO	2022
MÊS DE REFERÊNCIA	AGOSTO
VALOR TOTAL DA OBRA PELO CUB	R\$ 38.632.254,41

Fonte: Autoria própria (2022)

Ainda de acordo com a ABNT NBR 12.721:2006, cabe ressaltar que o CUB não leva em consideração alguns custos como:

1. Despesas pré-construção (terreno, cartório e projetos);
2. Dundações;
3. Equipamentos (elevadores fogões, aquecedores, bombas de recalque, incineração, ar-condicionado, calefação, ventilação e exaustão e etc);

4. Obras e serviços complementares (urbanização, recreação, playground e etc);
5. Custos indiretos, impostos e remuneração da construtora.

Apesar disso, a fim de simplificação, foi considerado o valor encontrado através do CUB sem mais correções como BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) ou maior detalhamento quanto às composições de Custo, com o TCPO. Como norte para elaboração do cronograma físico-financeiro foi utilizado apenas o valor encontrado através da multiplicação da área construída pelo CUB.

Apenas com o montante global não seria possível realizar adequação do modelo para 5 dimensões. O valor precisava ser dividido de acordo com as etapas construtivas ou disciplinas da obra. Para realizar uma partilha percentual do orçamento total e alocar em cada tarefa buscou-se na literatura um empreendimento com características semelhantes e que também pudesse conter informações quanto ao custo. Após pesquisa, encontrou-se um trabalho de conclusão de curso intitulado “Orçamento de uma edificação mista: Um estudo de caso”, do autor Vicente Casagrande Machado Da Rosa. Na tese, foi possível encontrar planilha discriminativa com os percentuais de que cada tarefa componente do orçamento alvo do estudo representa do valor global. Se encontrou a planilha 9, transcrita na Tabela 2, com uma divisão percentual do orçamento alvo do estudo de caso em questão.

Tabela 2 — Orçamento Resumo por Grupos de Serviços

ITEM	GRUPO	TOTAL	%
1	INFRAESTRUTURA DE TERRENO	52.129,15	0,1%
2	CANTEIROS E SERVIÇOS GERAIS	2.642.612,90	5,6%
3	ADMINISTRAÇÃO DA OBRA	3.289.907,97	7,0%
4	FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES	2.760.524,89	5,9%
5	SUPRAESTRUTURA	12.328.857,71	26,3%
6	PAREDES E DIVISÓRIAS	1.385.802,09	3,0%
7	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	1.522.675,72	3,2%
8	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2.387.245,33	5,1%
9	INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	966.683,31	2,1%
10	COBERTURAS	65.417,15	0,1%
11	REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA	3.960.045,16	8,5%
12	IMPERMEABILIZAÇÕES E TRATAMENTOS	313.601,71	0,7%
13	ACABAMENTOS PISOS, PAREDES E TETOS	4.036.070,73	8,6%
14	ESQUADRIAS, FERRAGENS E VIDROS	4.432.318,86	9,5%
15	REVESTIMENTOS E ACABAMENTOS DE FACHADA	2.087.688,78	4,5%
16	PINTURAS	2.080.826,91	4,4%
17	GRANITOS, LOUÇAS E METAIS	349.867,87	0,7%
18	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	459.797,23	1,0%
19	SISTEMAS DE TRANSPORTE	999.120,01	2,1%
20	CONTINGÊNCIAS	735.635,10	1,6%
TOTAL		46.856.828,58	100,0%

Fonte: Da Rosa, VCM (2015)

A partir dessa tabela foram feitas algumas adaptações face às diferenças entre as etapas construtivas de cada orçamento. Foram adaptados os itens:

Calçada - Adaptado do item Infraestrutura de Terreno: Na tabela resumo orçamentária por grupo de serviços o item “Infraestrutura de Terreno” engloba calçada, meio-fio e caixas de inspeção. No geral, houve apenas uma mudança de nomenclatura.

Alvenaria e Drywall - adaptado do item “Paredes e Divisórias”: Originalmente a referência descreve o item consistindo em alvenaria de vedação interna e externa. Como não havia no orçamento uma tarefa que contemplasse as paredes de Drywall, que se distingue da alvenaria por se tratar de um processo construtivo diferente e possuir um tempo de execução diferente, optou-se por dividir igualmente o valor percentual original entre esses dois itens adaptados.

Cobertura em ACM - Adaptado de Coberturas: No escopo de referência há presença de telhado e calhas. Como no projeto alvo do trabalho não há essa etapa construtiva, adaptou-se a cobertura de ACM existente no modelo atribuindo-lhe o percentual referente.

Contrapiso e Revestimento Interno - Adaptados de Revestimento de Argamassa: O valor percentual previamente estabelecido para o item a qual se associa foi dividido em 75% do valor referente ao revestimento interno e 25% para o Contrapiso. Tal ação se fez necessária a fim de garantir maior organização, tanto no tempo quanto no custo.

Pintura Interna e Externa - Adaptados de Pintura: Dividiu-se o entre as duas áreas as quais se localizam as pinturas. Para pintura interna foi atribuído valor de 80% da porcentagem referência e 20% para a pintura externa.

Elevadores - Adaptado de sistemas de transporte: Tal adaptação fez-se apenas no âmbito da nomenclatura já que em ambos as concepções de orçamento o item diz respeito a elevadores, completos com instalação (3 no estudo de caso, e 7 no empreendimento)

Os itens adaptados bem como suas porcentagens representativas do valor global podem ser conferidos na Tabela 3:

Tabela 3 — Adaptação dos itens de orçamento.

ITEM ADAPTADO	ITEM REFERÊNCIA	TOTAL	% DE PARTICIPAÇÃO
CALÇADA	INFRAESTRUTURA DE TERRENO	R\$ 38.632,25	0,10%
CANTEIRO E SERVIÇOS GERAIS	CANTEIRO E SERVIÇOS GERAIS	R\$ 2.163.406,25	5,60%
ADMINISTRAÇÃO DE OBRA	ADMINISTRAÇÃO DE OBRA	R\$ 2.704.257,81	7,00%
FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES	FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES	R\$ 2.279.303,01	5,90%
SUPERESTRUTURA	SUPERESTRUTURA	R\$ 10.160.282,91	26,30%
ALVENARIA	PAREDES E DIVISÓRIAS	R\$ 579.483,82	1,50%
DRYWALL	PAREDES E DIVISÓRIAS	R\$ 579.483,82	1,50%
INTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	INTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	R\$ 1.236.232,14	3,20%
ENSTALAÇÕES ELÉTRICAS	ENSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 1.970.244,97	5,10%
INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	R\$ 811.277,34	2,10%
COBERTURA EM ACM	COBERTURAS	R\$ 38.632,25	0,10%
CONTRAPISO	REVESTIMENTO DE ARGAMASSA	R\$ 819.003,79	2,12%
REVESTIMENTO INTERNO	REVESTIMENTO DE ARGAMASSA	R\$ 2.464.737,83	6,38%
IMPERMEABILIZAÇÃO E TRATAMENTOS	IMPERMEABILIZAÇÃO E TRATAMENTOS	R\$ 270.425,78	0,70%
ACABAMENTOS PISOS, PAREDES E TETOS	ACABAMENTOS PISOS, PAREDES E TETOS	R\$ 3.322.373,88	8,60%
ESQUADRIA, FERRAGENS E VIDROS	ESQUADRIA, FERRAGENS E VIDROS	R\$ 3.670.064,17	9,50%
REVESTIMENTO EXTERNO	REVESTIMENTOS E ACABAMENTOS DE FACHADA	R\$ 1.738.451,45	4,50%
PINTURA INTERNA	PINTURAS	R\$ 1.359.855,36	3,52%
TEXTURA PROJETADA	PINTURAS	R\$ 339.963,84	0,88%
GRANITOS, LOUÇAS E METAIS	GRANITOS, LOUÇAS E METAIS	R\$ 270.425,78	0,70%
SERVIÇOS COMPLEMENTARES	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R\$ 386.322,54	1,00%
ELEVADORES	SISTEMAS DE TRANSPORTE	R\$ 811.277,34	2,10%
CONTIGÊNCIAS	CONTIGÊNCIAS	R\$ 618.116,07	1,60%
		R\$ 38.632.254,41	100,00%

Fonte: Autoria própria (2022)

Após determinação dos percentuais e da divisão do custo de cada tarefa pode-se em seguida alocar os valores ao longo do tempo atribuindo-lhes uma data de início e de término.

3.3 Cronograma

3.3.1 Determinação do tempo de cronograma

Como o foco do trabalho não é a criação de um cronograma, não foi usado o TCPO como base - inicialmente foi imaginado compor todo o cronograma desta forma, porém a quantidade de trabalho iria aumentar significativamente, e não havia mais tempo hábil para seguir desta forma, no lugar deste a própria experiência e dados de execução de um dos autores que participou da gestão da obra por 2 anos diariamente em canteiro. O tempo de execução de cada tarefa foi estimado com base nos períodos coletados da própria obra e na falta de alguns dados, foram estimados prazos, cada um deles será explicado neste capítulo.

Cada item da Tabela 3 foi alinhada aos elementos modelados de cada disciplina respectiva, e desmembrado de acordo com ordem de execução e modelo. Por exemplo: as concretagens reais da estrutura do edifício eram separadas em duas por andar (Setor A e Setor B), exemplificado na Figura 23. Isso porque uma laje de aproximadamente de 1000 m² tornaria as concretagens inviáveis, por necessitar muita mais mão de obra para ser executada de uma vez só.

Figura 23 — Esquema de concretagem



Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

Sendo assim, no trabalho também foi separado as concretagens dessa forma. A SUPERESTRUTURA que é o item 5 da Tabela 3 foi desmembrado por números de concretagens como na Tabela 4.

Tabela 4 — Divisão de tarefas do Item 5. SUPERESTRUTURA

5. SUPERESTRUTURA			R\$ 10.160.282,91
PISO SS4	09/01/2023	13/01/2023	R\$ 390.780,11
LAJE SS3 - SETOR A	16/01/2023	20/01/2023	R\$ 390.780,11
LAJE SS3 - SETOR B	23/01/2023	27/01/2023	R\$ 390.780,11
LAJE SS2 - SETOR A	30/01/2023	03/02/2023	R\$ 390.780,11
LAJE SS2 - SETOR B	06/02/2023	10/02/2023	R\$ 390.780,11
LAJE SS1 - SETOR A	13/02/2023	17/02/2023	R\$ 390.780,11
LAJE SS1 - SETOR B	20/02/2023	24/02/2023	R\$ 390.780,11
LAJE TÉRREO - SETOR A	27/02/2023	03/03/2023	R\$ 390.780,11
LAJE TÉRREO - SETOR B	06/03/2023	10/03/2023	R\$ 390.780,11
LAJE 2º PAV - SETOR A	13/03/2023	17/03/2023	R\$ 390.780,11
LAJE 2ºPAV - SETOR B	20/03/2023	24/03/2023	R\$ 390.780,11
LAJE 3ºPAV - SETOR A	27/03/2023	31/03/2023	R\$ 390.780,11
LAJE 3ºPAV - SETOR B	03/04/2023	07/04/2023	R\$ 390.780,11
LAJE 4ºPAV - SETOR A	10/04/2023	14/04/2023	R\$ 390.780,11
LAJE 4ºPAV - SETOR B	17/04/2023	21/04/2023	R\$ 390.780,11
LAJE 5ºPAV - SETOR A	24/04/2023	28/04/2023	R\$ 390.780,11
LAJE 5º PAV - SETOR B	01/05/2023	05/05/2023	R\$ 390.780,11
LAJE 6ºPAV - SETOR A	08/05/2023	12/05/2023	R\$ 390.780,11
LAJE 6ºPAV - SETOR B	15/05/2023	19/05/2023	R\$ 390.780,11
LAJE 7ºPAV - SETOR A	22/05/2023	26/05/2023	R\$ 390.780,11
LAJE 7ºPAV - SETOR B	29/05/2023	02/06/2023	R\$ 390.780,11
LAJE 8ºPAV - SETOR A	05/06/2023	09/06/2023	R\$ 390.780,11
LAJE 8ºPAV - SETOR B	12/06/2023	16/06/2023	R\$ 390.780,11

LAJE 9ºPAV - SETOR A	19/06/2023	23/06/2023	R\$ 390.780,11
LAJE 9ºPAV - SETOR B	26/06/2023	30/06/2023	R\$ 390.780,11
LAJE BARRILETE - SETOR A E B	03/07/2023	07/07/2023	R\$ 390.780,11

Fonte: Autoria própria (2022)

São 26 etapas que foram distribuídas em um ciclo de cinco dias (1 semana de trabalho) para cada etapa, e a verba prevista em orçamento foi dividida igualmente para cada linha. Notoriamente na prática não seria o mesmo valor para cada concretagem, sendo que cada laje possui um peso diferente de aço e volumes de concreto diferentes, mas em média estas medidas eram semelhantes e, mais uma vez, como o objetivo do trabalho não é a criação de um cronograma, foi optado por essa metodologia.

Os itens 2 - CANTEIRO E SERVIÇOS GERAIS, 3 - ADMINISTRAÇÃO DE OBRA, 9 - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, 10 - INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES, 14 - IMPERMEABILIZAÇÃO E TRATAMENTOS e 23 - CONTINGÊNCIAS não possuem elementos respectivos no modelo, logo não foram associados elementos, e foram distribuídos durante o cronograma. Além disso, em exceção ao 10 e 14 que foram arbitrados uma data de início e fim conforme sequência da obra, todos eles foram distribuídos durante todos os meses da obra, uma vez que eles são custos que variam e dependem muito de cada mês.

Item 1 - CALÇADA: separado pelas duas calçadas de passeio, uma da frente do edifício, da Rua Goiás e a outra na Rua João Rodolfo Schlenker - dos fundos. A calçada é feita de paver, e seu processo de construção é a terraplanagem, compactação, espalhamento da bica corrida e colocação dos blocos intertravados. Este processo demorou uma semana para ser completado na obra.

Item 4 - FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES: não foi modelado nenhuma estaca de contenção e nenhuma estaca do edifício, somente os blocos e sapatas. Dessa forma foi arbitrado um período de 6 meses para completar o

que seriam os serviços de demolição, escavação, concretagem das estacas vigas de solidarização e os blocos.

Item 6 – ALVENARIA: se refere às paredes de blocos cerâmicos, que envolvem as escadarias de emergência e compõem a fachada da esquerda (olhando a edificação de frente). É possível ver com mais detalhes na planta da **figura 12**. Sua divisão foi por pavimento e seu custo foi igual desde o térreo ao 9º Pavimento. O tempo para cada andar foi próximo de 10 dias de trabalho.

Item 7 – DRYWALL: foi dividido por andar idem item 6, seu custo igualmente em todos os pavimentos da última garagem ao terraço. Nas primeiras as paredes consideradas foram de PVC e estrutura em alumínio, para vedação das estacas de contenção. A segunda em paredes de gesso acartonado com chapas standard simples para os banheiros e chapa dupla resistente ao fogo em torno das peles de vidros, para compartimentação vertical. Foi arbitrado 13 dias para execução, pois a parede de Drywall é chapeada somente de um lado para abrir frente para elétrica e hidráulica para enfim chapeamento da segunda chapa.

Item 8 - INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS: foi subdividida em, 8.1 TUBULAÇÃO PAREDE DE DRYWALL, 8.2 - TUBULAÇÃO DE PAREDE ALVENARIA, 8.3 - PRUMADAS, 8.4 - TUBULAÇÃO HORIZONTAL, 8.5 - TUBULAÇÃO SUBSOLO, 8.6 - BARRILETE e 8.7 - INCÊNDIO. Essa subdivisão veio pela característica de execução das etapas. Primeiramente ao subir a estrutura, foi-se executado as prumadas, em seguida a alvenaria abriu frente para as tubulações de parede, antes de se executar as paredes de drywall, foi optado por executar a tubulação horizontal para a parte central de captação de esgoto e distribuição de água para os lavatórios dos vestiários e banheiros. Uma vez que não há obstáculos.

Por fim, após a execução das paredes em gesso acartonado, foi possível completar com a tubulação de parede de drywall. Incêndio, Barrilete e Drenos do subsolo foram tratadas de forma independente.

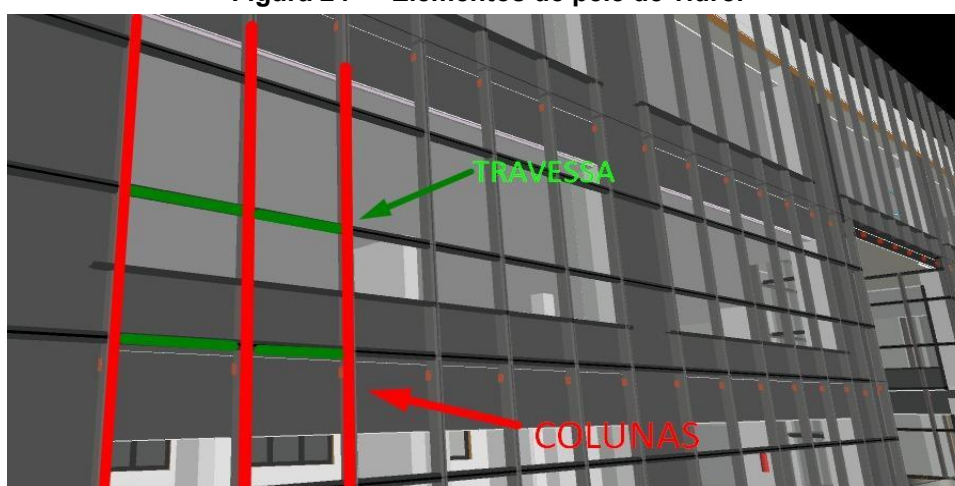
Item 11 - COBERTURA EM ACM: se refere somente à cobertura em vidro e ACM do pavimento número 9, que serve de passarela do setor A ao B, foi arbitrado por 2 meses de execução, próximo ao tempo real levado.

Item 12 - CONTRAPISO, Item 13 - REVESTIMENTOS INTERNOS DE ARGAMASSA: foram repartidos por pavimentos, com custo idêntico para cada um destes.

Item 15 - ACABAMENTOS PISOS, PAREDES E TETOS: este item foi subdividido em 15.1 - PISOS DE PEDRA (mármore no Térreo e 2º Pavimento, granito no 9º Pavimento), 15.2 - REVESTIMENTOS CERÂMICOS (porcelanato dos vestiários e banheiros sociais, somente piso e rodapé, no box de chuveiros azulejo de parede) e 15.3 - FORRO EM GESSO ACARTONADO (separado por pavimento).

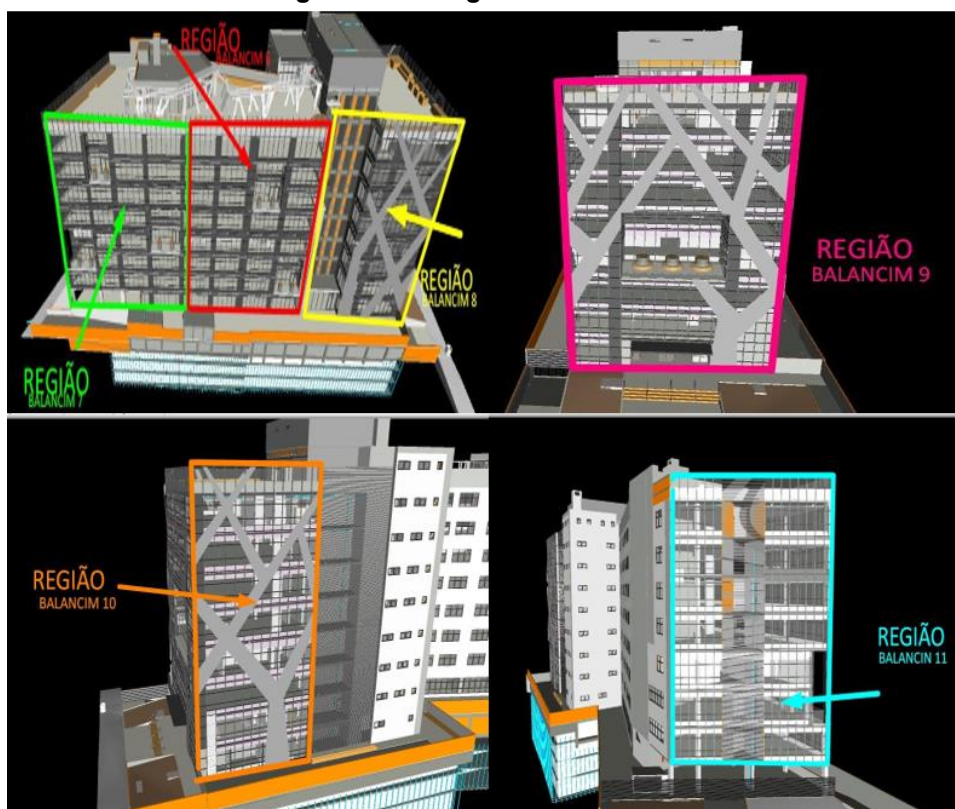
16.1 - ESQUADRIA DE ALUMÍNIO: sua montagem de cronograma foi organizada por regiões, onde foram consideradas equipes em balancins, ilustrado na Figura 25. Ainda sim seguindo uma sequência de montagem de pele de vidro, demonstrada na Figura 24, começando pelos montantes ou colunas, travessas e por fim o vidro encaixilhado. As regiões 6, 7 e 8 contemplam quatro balancins cada sendo necessário quatro equipes para as montagens, depois destes a região 9 com três equipes e três balancins e por fim a região 10 e a 11 com duas equipes em cada balancim. Assim dizendo, foi preparado um cronograma em que iniciou-se a todo vapor com oito trabalhadores, e foi reduzindo gradualmente para quatro.

Figura 24 — Elementos de pele de vidro.



Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

Figura 25 — Regiões de balancim.



Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

16.2 – BRISES: as áreas técnicas foram vedadas por brises de alumínio, Figura 26, e sequenciados, primeiramente pelo dos fundos (Rua João Rodolfo Schenker) e posteriormente pelo da frente (Rua Goiás).

Figura 26 — Brise.



Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

16.3 - ÁRVORE EM ACM: o detalhe arquitetônico que envolve a fachada da frente, foi repartida em três etapas em um total de quatro meses.

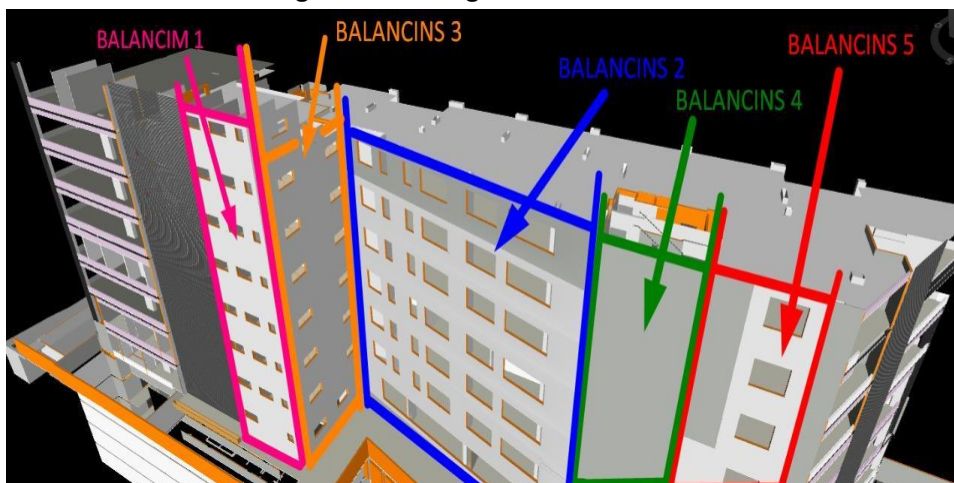
16.4 – JANELAS: foi estabelecido um período de um mês para suas instalações.

16.5 – METÁLICAS: em uma semana a marquise, portões e gradis foram feitos.

16.6 - PORTAS DE MADEIRA: as portas de madeira divididas nos pavimentos igualmente.

Item 17 - REVESTIMENTOS INTERNOS DE ARGAMASSA: Contempla somente o item 17.1 - REBOCO EXTERNO, também foi separado por região de balancim, como na Figura 27. A região 01 e 03 com dois balancins, a 4 e 5 com um e a região 2 com quatro, o Item 19 TEXTURA PROJETADA, também seguiu a mesma sequência.

Figura 27 — Regiões de balancim.



Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

ITEM 18 - PINTURA INTERNA e 20 - GRANITO LOUÇAS E METAIS por pavimento.

Item 21 - SERVIÇOS COMPLEMENTARES: realizada em três etapas sua divisão, uma pelos serviços de plantio de grama muretas e urbanização da rua da frente, outra pela de trás, a terceira etapa é referente ao paisagismo restante nos pavimentos acima.

Item 22 – ELEVADORES: divisão igualitária dos 7 elevadores, estipulado dois meses para cada, que em média foi o tempo que durou na obra.

Após toda a separação de subdivisão de tarefas e tempo pelo modelo e dados reais coletados da obra, foi então montado o cronograma no programa MS Project, este disponível detalhadamente no **APÊNDICE I**.

3.3.2 Cronograma no MS Project®

O Project possui uma interface bem fácil e dinâmica, uma vez subdividido cada etapa é aplicada seus respectivos custos e tempos, basta aplicar o modo de todas as tarefas como automático, e definir suas predecessoras. Os itens comentados no capítulo anterior (2 - CANTEIRO E SERVIÇOS GERAIS, 3 - ADMINISTRAÇÃO DE OBRA, 9 - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, 10 - INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES, 14 - IMPERMEABILIZAÇÃO E TRATAMENTOS e 23 - CONTINGÊNCIAS) que foram distribuídos durante tempo de execução de obra não possuem predecessoras. Os que possuem serão explicados detalhadamente.

A superestrutura é a primeira a começar, logo é predecessora dela mesma, suas etapas dependiam de si mesmas. Por exemplo, a laje do 3º Pavimento setor B, dependia da laje do 3º Pavimento setor A e assim por diante.

As paredes de alvenaria e as prumadas foram colocadas de forma a iniciar dois pavimentos abaixo da laje concretada, as paredes em PVC do subsolo após término dos drenos entre estacas do subsolo.

As paredes em Drywall dependiam do fechamento em pele de vidro. E tanto este tipo de parede quanto a parede em alvenaria foram colocadas como predecessoras das tubulações de parede de cada uma.

As tubulações horizontais iniciam-se dois pavimentos abaixo das paredes em alvenaria. Esta última predecessora do Reboco interno, que é predecessor do contrapiso. Portas de madeira colocadas depois de pintura interna e, ao final, a fachada em pele de vidro, seguidamente do final da última concretagem. É possível ver a sequência de predecessoras com mais detalhes no **APÊNDICE II**.

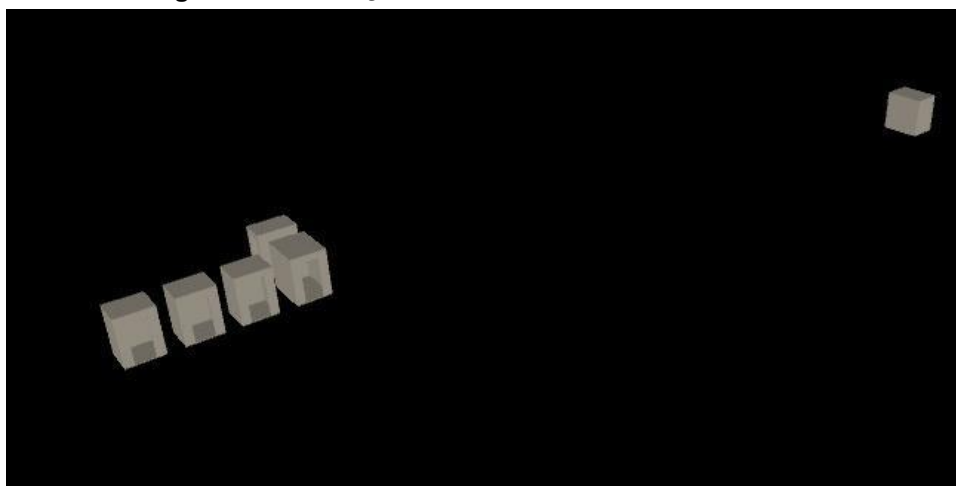
3.4 Adequação do modelo no NavisWork®

Após as definições de cronograma e custos estarem estabelecidas, chegou o momento de associar as informações ao modelo. Primeiramente foi importado o cronograma do MS Project® para o NavisWork® que possui um menu e é compatível para o formato. Foi necessário então, encontrar cada disciplina correspondente dentro do modelo e atribuir-lhe uma “seleção”, nomeando-a de acordo com o que se desejava obter como resultado global de cada etapa definida já anteriormente no cronograma.

Para realizar essa busca e definir a “seleção”, usou-se as informações que já haviam sido parametrizadas no modelo. Desse modo, primeiramente selecionou os itens componentes da disciplina através do comando “find”, e em seguida foram selecionados os critérios para a procura. Cada item pode possuir uma parametrização diferente e às vezes uma parametrização que funciona para um item pode não funcionar para outro.

Por exemplo, para definição dos elevadores: Selecionou no modelo os elevadores através de uma busca parametrizada, conforme figuras a seguir:

Figura 28 — Seleção de elevadores no NavisWorks®.



Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

Após a essa etapa, foi-lhe atribuído uma seleção ao item selecionado no modelo, através do comando “*save selection*” que foi nomeada como ELE1, para o elevador 1, ELE2, para o elevador 2 e assim por diante até o elevador de número 7. Então, essas

seleções foram alocadas dentro da pasta “ELEVADORES” para maior organização no processo posterior de associação.

Como citado anteriormente, nem sempre a busca parametrizada consegue encontrar a correspondência que se deseja. Uma das situações que pode exemplificar isso foi a disciplina de esquadrias. Em primeiro momento, se encontrou muita dificuldade para realizar uma seleção que propiciasse boa comunicação executiva com o cronograma. Isso porque não se encontrou parâmetros comuns a todos os elementos que compõem a etapa de montagem: montantes ou colunas, travessas e vidros.

Desse modo cada um dos itens precisava ser selecionado através de um parâmetro comum e em seguida adicionados a seleção de acordo com o cronograma.

Para os montantes foi utilizado o parâmetro "contains" “MNT” que , após selecionado, foi salvo de acordo com a região correspondente de montagem. Para as travessas, o procedimento foi o mesmo, com exceção do valor que se parametrizou, que nesse caso foi o “TRV”. Para os vidros se repetiu o processo, mas utilizou-se a informação “VRD”.

Pelo cronograma, a sequência da pele de vidro se deu pelas regiões de balancim, sendo: região 6, 7, 8, 9, 10 e 11. Dessa forma, o ideal seria que houvesse um parâmetro que se pudesse selecionar cada parte componente da esquadria para que fosse relacionada com essas áreas. Como esse cenário não ocorreu, a seleção salva pelas regiões correspondentes teve de ser feita de maneira manual.

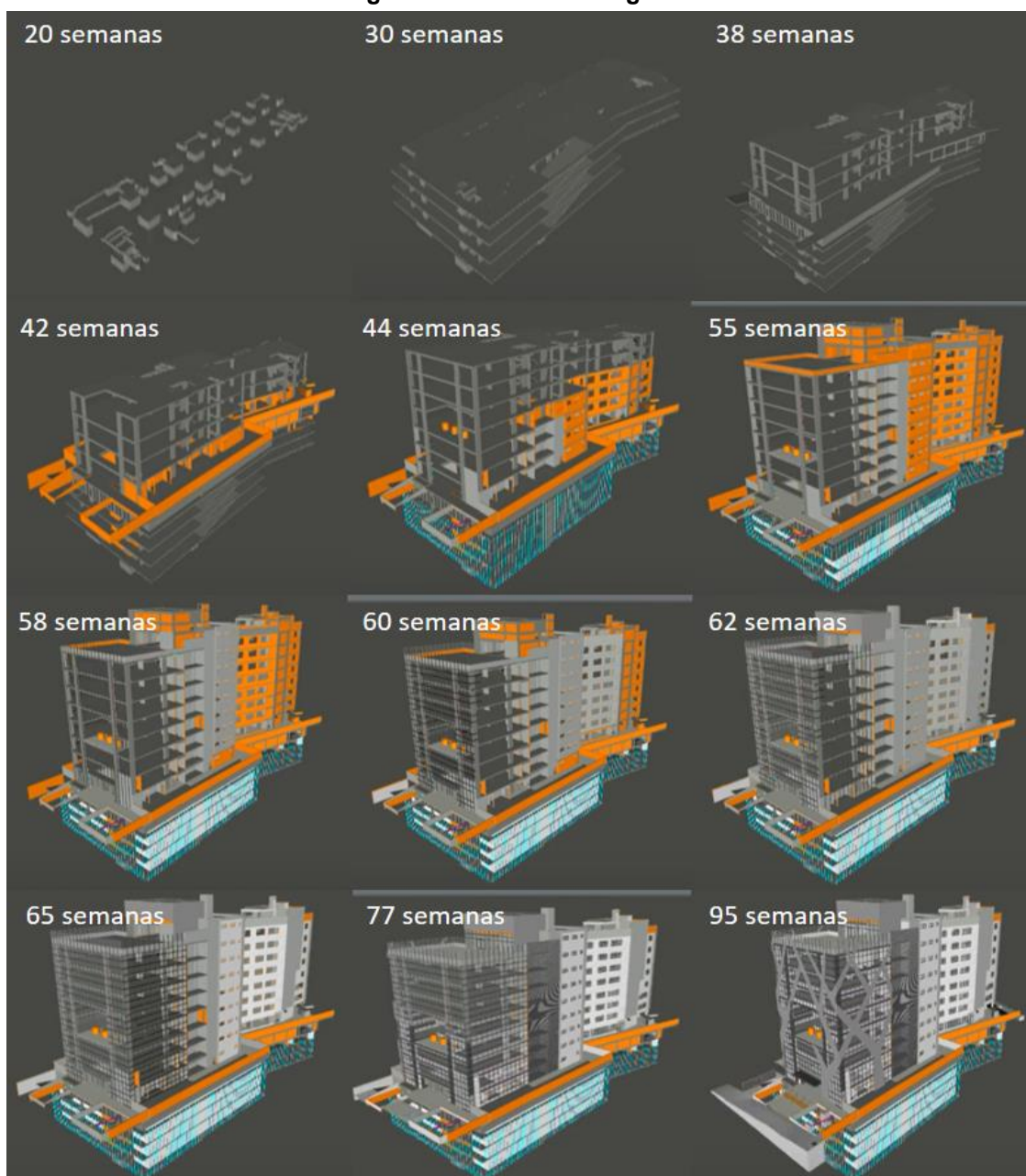
Desse modo seguiu para cada etapa do cronograma, foi encontrado parâmetros com nomes e códigos iguais para criar as “seleções”.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resultado da simulação

Este capítulo será dedicado a mostrar em figuras capturadas pela tela do computador, o resultado da simulação de forma visual, sendo possível identificar a evolução do modelo conforme o cronograma criado e suas etapas, na Figura 29 é possível ver a evolução da obra pelo Ângulo 1.

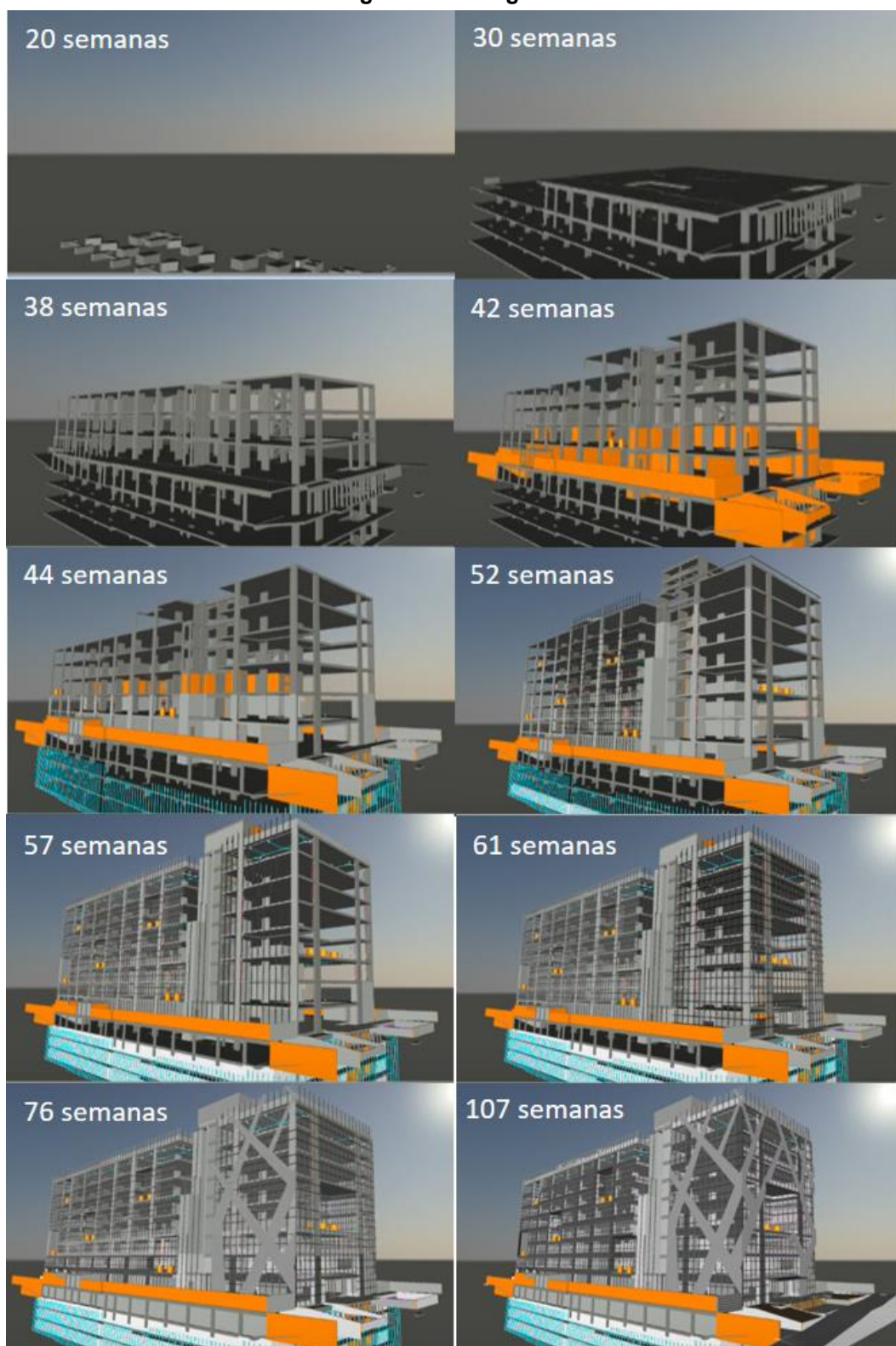
Figura 29 — Vista do Ângulo 1



Fonte: Autoria própria (Captura de tela) (2022)

Na Figura 30 é contemplada a vista do Ângulo 2.

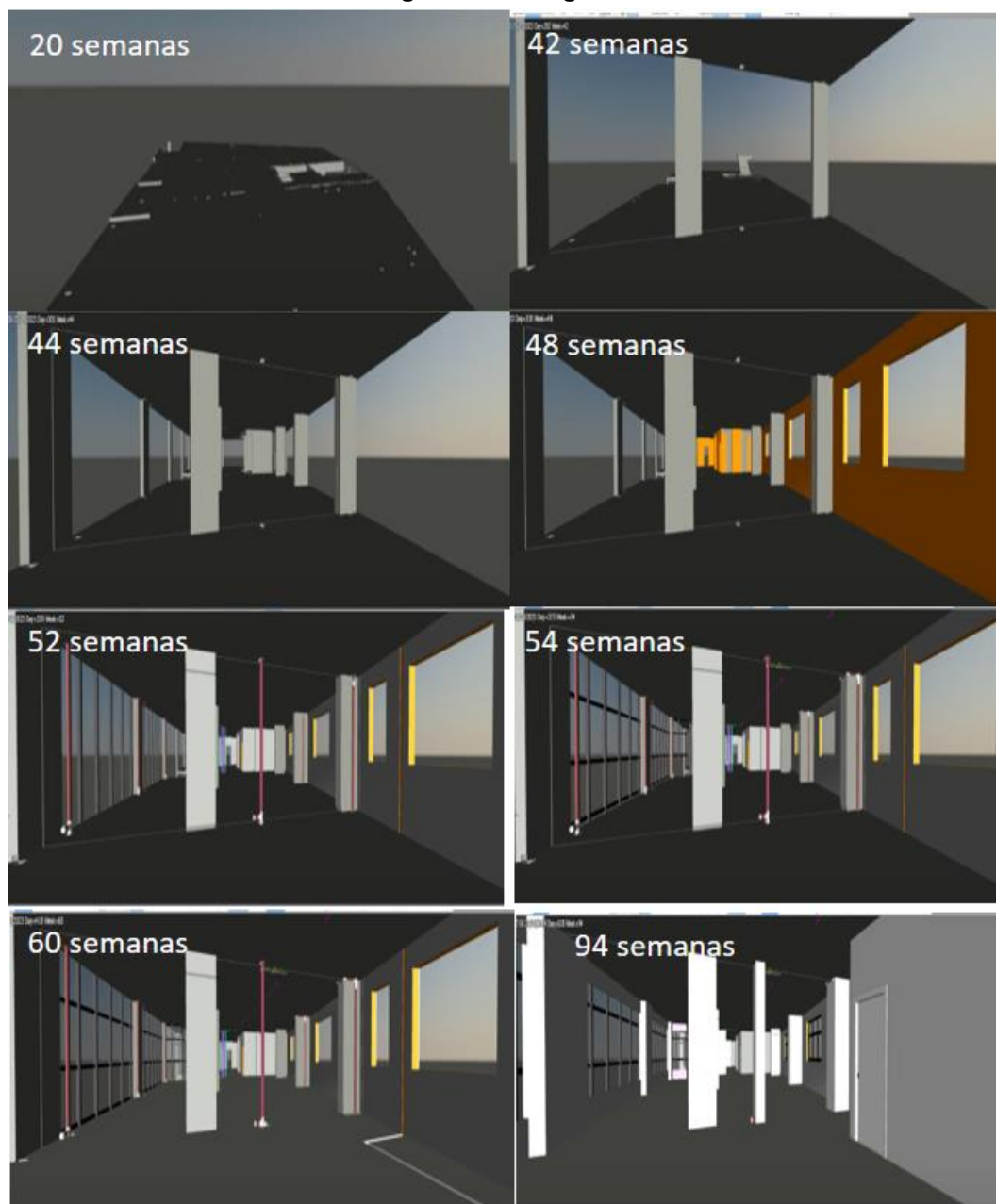
Figura 30 — Ângulo 2



Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

Também é possível observar pelo Ângulo 3 na Figura 31.

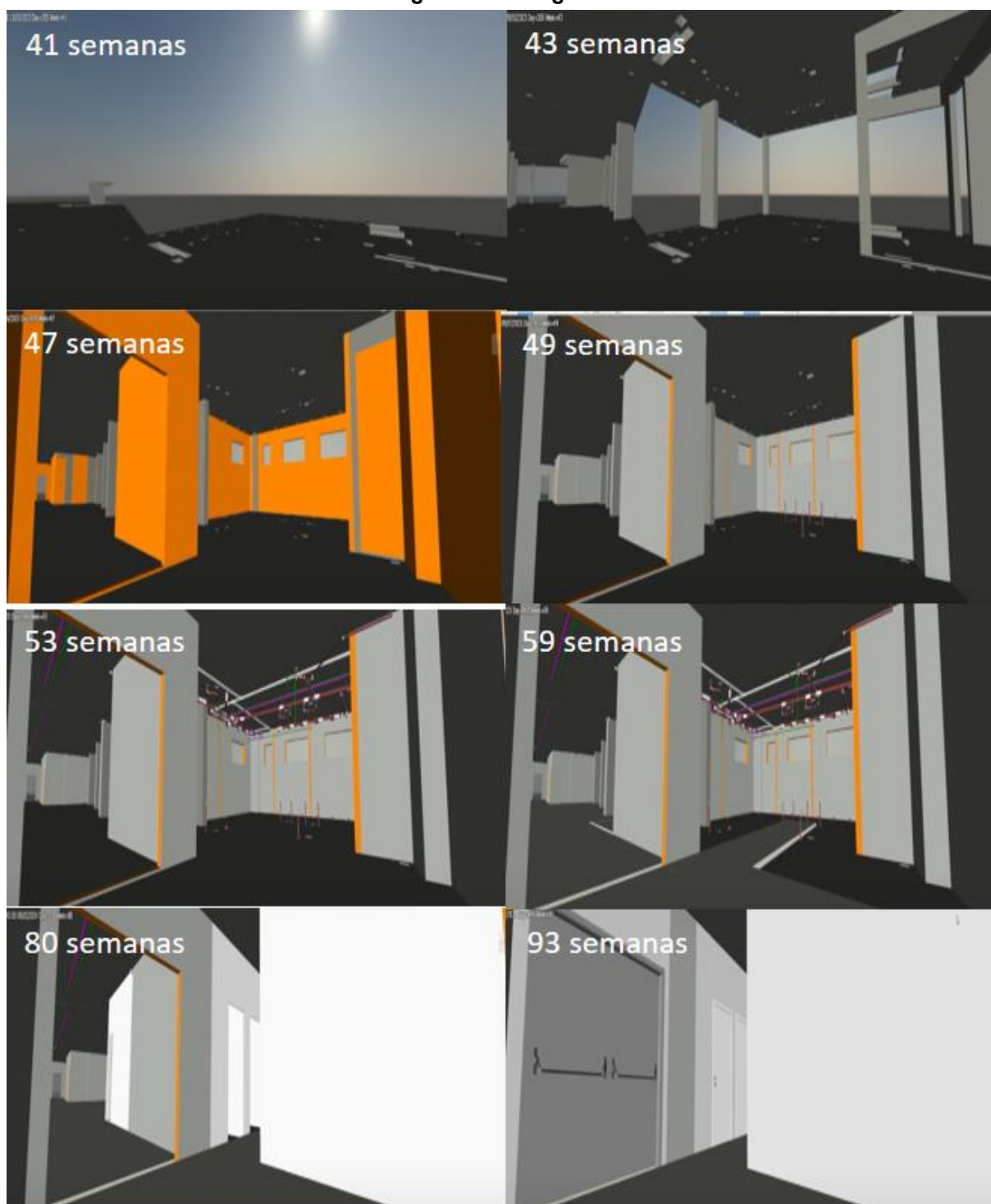
Figura 31 — Ângulo 3



Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

Por fim, o último Ângulo observado é o 4, ilustrado na Figura 32

Figura 32 — Ângulo 4

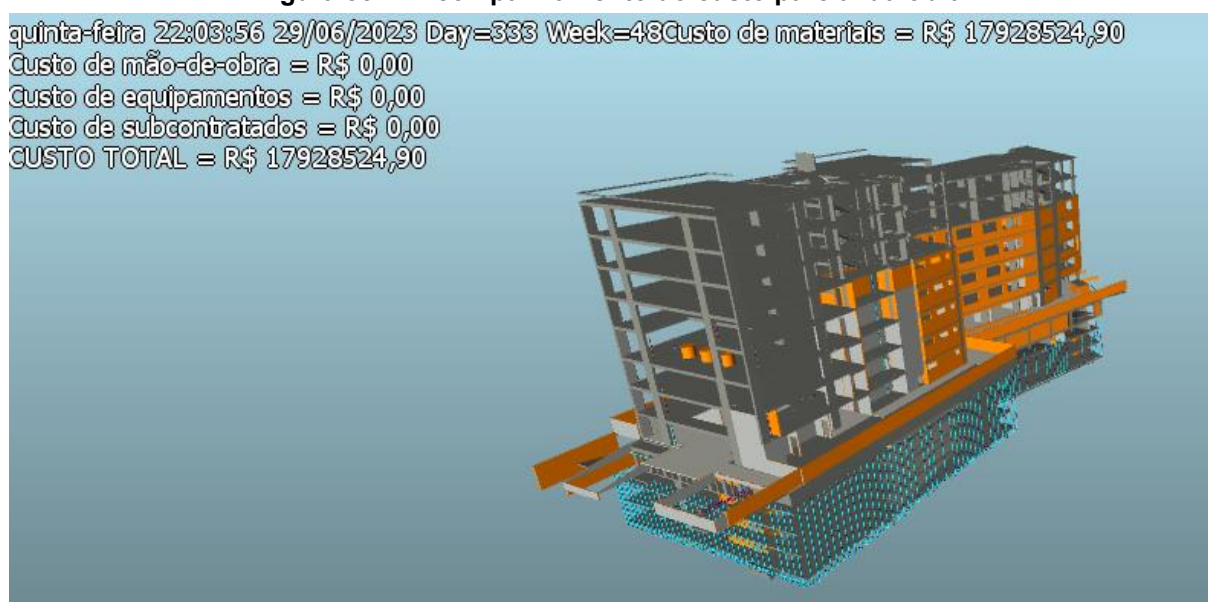


Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

4.2 Resultado custos/tempo

É possível acrescentar a simulação, a informação de custo parcial da obra, ao acessar o menu de opções de simulação e colar as seguintes informações nos códigos: Custo de materiais = R\$ \$MATERIAL_COST CUSTO TOTAL = R\$ \$TOTAL_COST. Ao decorrer da linha do tempo, estas informações automaticamente aparecerão ao lado das informações de tempo e data, como pode ser visto na Figura 33, da mesma forma que é possível acrescentar outros parâmetros do BIM 5D, como custo de mão de obra e equipamentos, se previsto anteriormente.

Figura 33 — Acompanhamento do custo parcial da obra.



Fonte: Autoria própria (Captura de tela), modelo disponibilizado pela CRON ENGENHARIA (2022)

4.3 Adaptação do cronograma aos elementos do modelo

Há diversos padrões para parametrizar um modelo BIM, dentro do software em que se está modelando. Alguns parâmetros são padrões de dentro do próprio software, mas é possível também criar regras e padrões de acordo com sua necessidade. Apesar de existir uma norma nem sempre as informações servem a propósitos que englobam todos os setores. Um exemplo, é como teve-se que buscar e agrupar diversos itens diferentes em uma mesma categoria que fosse condizente com a subdivisão de tarefas idealizado no cronograma. Em Alvenaria, existia

diferentes dimensões de blocos 14, 9, 19 cm. Desse modo, para alocar no tempo as alvenarias teve-se que buscar as 3 dimensões separadamente, por pavimento, e em seguida salvar a seleção.

Esse processo poderia ser contornado se tivesse um parâmetro (informação) definido que englobasse esses três elementos diferentes como alvenaria. Assim, por exemplo, bastaria buscar esse parâmetro, conjuntamente com outro como o parâmetro pavimento, por exemplo.

4.4 Erros de cronograma e retrabalho no BIM 5D

A metodologia BIM permite visualizar e antever problemas de uma maneira visual. Os conhecimentos que envolvem um empreendimento de construção civil podem ser muito amplos e por mais que os profissionais envolvidos sejam capacitados e qualificados para execução das diferentes funções em diferentes frentes de trabalho, não é incomum, justamente pelo fator humano, a ocorrência de falhas. Elas podem ser: executivas, de logística, financeiras, de prazo etc.

No trabalho, com o visualizador pode-se observar uma dessas falhas que, talvez, em fases iniciais de concepção poderia não ser percebida. Em um primeiro momento, definiu-se a execução de paredes em gesso acartonado antes do fechamento de pele de vidro. Não haveria problemas quanto a isso na área de paredes de drywall dos vestiários e banheiros, uma vez que são vedados externamente por alvenaria.

Entretanto foi esquecido das muretas de compartimentação vertical, que delimitam as áreas de pele de vidro e também são feitas em drywall. A exposição do drywall à chuva, pode danificar as chapas, sendo assim, sua execução é recomendada ser feita após vedação da fachada em vidro.

Só foi possível observar tal “falha” após visualização do modelo, deste modo foi reajustado o cronograma para adiamento da entrada das paredes de Drywall. Havia também possibilidade de se trabalhar com uma outra subdivisão, para execução em um primeiro momento, somente das paredes dos vestiários, depois das muretas.

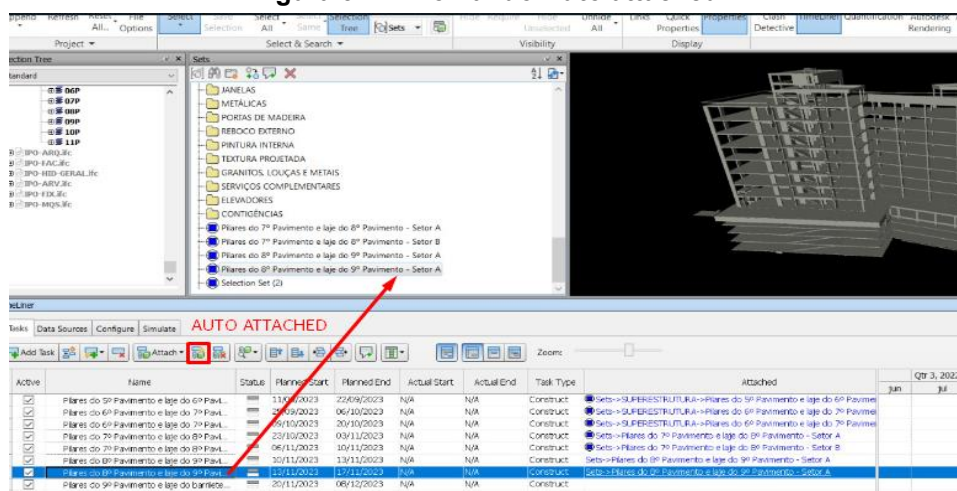
Isso tudo irá depender da mão de obra disponível, do cliente e da construtora, são etapas que mais facilmente visualizadas, podem ser reajustadas e redefinidas, mudando o rumo do cronograma da obra e antecipando problemas.

Ainda assim, até ser possível chegar à versão final, foi preciso ajustar o cronograma três vezes, foram duas tardes de trabalho apenas para realizar retrabalho de associação das etapas aos elementos do modelo. O menor erro pode levar com que seja necessário o reajuste, tornando inviável e intolerável o engano. Além disso, sendo inexequível as adaptações do cronograma durante a obra, enfraquecendo o modelo como um produto, uma vez que se torna descartável, toda vez que seja necessário realizar uma mudança.

4.5 Função auto attached NavisWork®

Uma forma de contornar esse trabalho manual é utilizar-se de uma função disponível no NavisWork® que se chama “auto attachment”. Tal função consiste em fazer a ligação entre o cronograma feito no MS Project® e as disciplinas do modelo de forma automática, para que isso funcione é necessário criar uma regra. Ela pode ser feita nomeando as tarefas com os mesmos nomes da “seleções”, como o exemplo da Figura 34.

Figura 34 — Comando Auto attached.



Fonte: Autoria própria (Captura de tela) (2022)

Dessa maneira, um modelo onde todas as seleções possuem um correspondente nas etapas do cronograma com mesmo nome, seria possível sempre

atualizá-lo de forma automática toda vez que o cronograma mudasse ao decorrer da obra, basta clicar no comando “auto” após importar a versão atualizada do arquivo em Project.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A viabilidade de adequação de um modelo 3D para um modelo 5D como produto para um investidor depende de vários fatores. Primeiramente, o orçamento e cronograma físico devem estar alinhados com elementos do modelo. Na grande maioria dos casos o escritório BIM não tem acesso ao orçamento, só esse motivo já impossibilitaria tal trabalho. Partindo do princípio em que o orçamento/cronograma fossem disponibilizados, eles deveriam ser adaptados e embasados em dados para uma visualização fiel do modelo. Isso exigiria um trabalho adicional desta adequação, sendo assim os profissionais envolvidos devem conhecer bem o projeto e suas particularidades, sendo tudo isso mais fácil se o mesmo gestor que coordena os projetos e orçamento, lidere a construção do modelo 5D.

O processo no NavisWorks® é bem manual e trabalhoso de início, porém se o modelo 3D já vier com parâmetros de fácil identificação e separação para criação das “seleções”, como por exemplo o mesmo nome das etapas do cronograma, ou vier parametrizado de acordo com regras, que permitam o uso do auto-attachment e sua retroalimentação, descomplicaria e tornaria a parte mais fácil do processo. Esta parametrização poderia ser baseada pela norma de NBR 15965-1.

Outro fator é detalhamento de tarefas, quanto maior a separação e divisão de tarefas, mais trabalhoso ficará e mais tempo exigirá, muitas vezes sem necessidade para tal. Por exemplo, o reboco interno foi dividido por pavimento, pois a sequência geralmente em uma obra é estabelecida desta forma. Entretanto poderia ser separada ainda mais por paredes dentro de cada pavimento. As Janelas não foram subdivididas no trabalho, mas poderiam ser subdivididas por andar. Fica o questionamento, até quanto vale a pena detalhar? De modo geral isso é um critério muito subjetivo e deve ser imposto com experiência do gestor para que a simulação faça sentido e os elementos surjam na tela conforme na obra, mas também não extrapolem detalhando etapas sem necessidade, só para o efeito visual (que também é importante como material de venda).

Em relação aos custos no trabalho foram divididos de forma simplificada e foram consideradas de forma global, porém todos os serviços de uma obra antes de serem executados precisam de uma tarefa antecedente que é a compra do respectivo

material. Antes das instalações das portas do empreendimento, é necessária sua compra, com meses de antecedência. Os elevadores, podem precisar de até 1 ano do firmamento de contrato até a sua execução, aí vem a necessidade de subdivisão de custos por material e mão de obra, para um modelo 5D mais fiel a realidade e com mais utilidade. Todos estes fatores bem alinhados e trabalhados, tornam o BIM 5D viável e interessante tanto para o investidor que pode visualizar com mais facilidade o andamento da obra, quanto para o gestor da obra/ empreendimento que pode controlá-lo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistema de Classificação da Informação da Construção**. São Paulo, jul. 2019. Transparência: Disponível em: https://transparencia.caubr.gov.br/arquivos/PROJETO_134.000.02-001_4__TEXTO_BASE-2.pdf. Acesso em: 21 set. 2022.

Baixa produtividade e falhas tecnológicas são os principais gargalos do setor da construção. Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), São Paulo, 02 de agosto de 2021. Disponível em <https://abcp.org.br/baixa-produtividade-e-falhas-tecnologicas-sao-os-principais-gargalos-do-setor-de-construcao/>. Acesso em: 06/05/2022.

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

DE FREIRE, M. T. **Avaliação do custo e cronograma de uma obra de construção civil em suas etapas iniciais: Previsto X Realizado**. Orientador: Prof. Paulo Henrique Wagner, Esp. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4533/1/TCC_MANOELLA_RIUNI.pdf. Acesso em: 19/10/2022.

GASPAR, J.; LORENZO, N. T. **ArchiCAD passo a passo**. Acessado em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4533/1/TCC_MANOELLA_RIUNI.pdf

JUSTI, Alexander. **A História do BIM no Brasil**. Alexjusti, 2021. Disponível em: <<https://alexjusti.com/bim-brasil/>>. Acesso em: 29, março de 2022.

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

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2019

REINVENTING CONSTRUCTION: A ROUTE TO HIGHER PRODUCTIVITY.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, Fevereiro 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com.br/~media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/mgi-reinventing-construction-a-route-to-higher-productivity-full-report.pdf> : Acesso em: 27/11/2022.

RIBEIRINHO, M. J. **The next normal in construction: How disruption is reshaping the world's largest ecosystem**. Mckinsey, 2020. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/the-next-normal-in-construction-how-disruption-is-reshaping-the-worlds-largest-ecosystem>>. Acesso em: 28, março de 2022.

DA ROSA, V. C. M. **Orçamento de uma edificação mista: Um estudo de caso**. Orientador: Prof.^a Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/157037/TCC%20VICENTE%20CM%20DA%20ROSA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 11/10/2022.

SANTOS, A. **Produtividade da construção civil decai**. Cimento Itambé, 25 de fevereiro de 2016. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/produtividade-da-construcao-civil/>. Acesso em: 03/05/2022.

APÊNDICE I

ITEM	NOME	INÍCIO	FINAL	CUSTO
1	CALÇADA			R\$ 38.632,25
1.1	Infraestrutura de terreno	09/05/2024	15/05/2024	R\$ 38.632,25
2	CANTEIRO E SERVIÇOS GERAIS			R\$ 2.163.406,25
2.1	Canteiro e serviços gerais	01/08/2022	19/07/2024	R\$ 2.163.406,25
3	ADMINISTRAÇÃO DE OBRA			R\$ 2.704.257,81
3.1	Administração de obra	01/08/2022	26/07/2024	R\$ 2.704.257,81
4	FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES			R\$ 2.279.303,01
4.1	Blocos e estacas	01/08/2022	12/12/2022	R\$ 2.279.303,01
5	SUPERESTRUTURA			R\$ 10.160.282,86
5.1	PISO SS4	09/01/2023	13/01/2023	R\$ 390.780,11
5.2	LAJE SS3 - SETOR A	16/01/2023	20/01/2023	R\$ 390.780,11
5.3	LAJE SS3 - SETOR B	23/01/2023	27/01/2023	R\$ 390.780,11
5.4	LAJE SS2 - SETOR A	30/01/2023	03/02/2023	R\$ 390.780,11
5.5	LAJE SS2 - SETOR B	06/02/2023	10/02/2023	R\$ 390.780,11
5.6	LAJE SS1 - SETOR A	13/02/2023	17/02/2023	R\$ 390.780,11
5.7	LAJE SS1 - SETOR B	20/02/2023	24/02/2023	R\$ 390.780,11
5.8	LAJE TÉRREO - SETOR A	27/02/2023	03/03/2023	R\$ 390.780,11
5.9	LAJE TÉRREO - SETOR B	06/03/2023	10/03/2023	R\$ 390.780,11
5.10	LAJE 2º PAV - SETOR A	13/03/2023	17/03/2023	R\$ 390.780,11
5.11	LAJE 2ºPAV - SETOR B	20/03/2023	24/03/2023	R\$ 390.780,11
5.12	LAJE 3ºPAV - SETOR A	27/03/2023	31/03/2023	R\$ 390.780,11
5.13	LAJE 3ºPAV - SETOR B	03/04/2023	07/04/2023	R\$ 390.780,11
5.14	LAJE 4ºPAV - SETOR A	10/04/2023	14/04/2023	R\$ 390.780,11
5.15	LAJE 4ºPAV - SETOR B	17/04/2023	21/04/2023	R\$ 390.780,11
5.16	LAJE 5ºPAV - SETOR A	24/04/2023	28/04/2023	R\$ 390.780,11
5.17	LAJE 5º PAV - SETOR B	01/05/2023	05/05/2023	R\$ 390.780,11
5.18	LAJE 6ºPAV - SETOR A	08/05/2023	12/05/2023	R\$ 390.780,11
5.19	LAJE 6ºPAV - SETOR B	15/05/2023	19/05/2023	R\$ 390.780,11

5.20	LAJE 7ºPAV - SETOR A	22/05/2023	26/05/2023	R\$ 390.780,11
5.21	LAJE 7ºPAV - SETOR B	29/05/2023	02/06/2023	R\$ 390.780,11
5.22	LAJE 8ºPAV - SETOR A	05/06/2023	09/06/2023	R\$ 390.780,11
5.23	LAJE 8ºPAV - SETOR B	12/06/2023	16/06/2023	R\$ 390.780,11
5.24	LAJE 9ºPAV - SETOR A	19/06/2023	23/06/2023	R\$ 390.780,11
5.25	LAJE 9ºPAV - SETOR B	26/06/2023	30/06/2023	R\$ 390.780,11
5.26	LAJE BARRILETE - SETOR A E B	03/07/2023	07/07/2023	R\$ 390.780,11
6	ALVENARIA			R\$ 579.483,81
6.1	Paredes de Alvenaria do Térreo	17/04/2023	28/04/2023	R\$ 64.387,09
6.2	Paredes de Alvenaria do 2º Pav	01/05/2023	12/05/2023	R\$ 64.387,09
6.3	Paredes de Alvenaria do 3º Pav	15/05/2023	26/05/2023	R\$ 64.387,09
6.4	Paredes de Alvenaria do 4º Pav	29/05/2023	09/06/2023	R\$ 64.387,09
6.5	Paredes de Alvenaria do 5º Pav	12/06/2023	23/06/2023	R\$ 64.387,09
6.6	Paredes de Alvenaria do 6º Pav	26/06/2023	07/07/2023	R\$ 64.387,09
6.7	Paredes de Alvenaria do 7º Pav	10/07/2023	21/07/2023	R\$ 64.387,09
6.8	Paredes de Alvenaria do 8º Pav	04/07/2023	04/08/2023	R\$ 64.387,09
6.9	Paredes de Alvenaria de 9º Pav	07/08/2023	18/08/2023	R\$ 64.387,09
7	DRYWALL			R\$ 579.483,82
7.1	PAREDES DE PVC			R\$ 178.302,72
7.1.1	Parede de PVC SS4	17/07/2023	28/07/2023	R\$ 44.575,68
7.1.2	Parede de PVC SS3	31/07/2023	11/08/2023	R\$ 44.575,68
7.1.3	Parede de PVC SS2	14/08/2023	25/08/2023	R\$ 44.575,68
7.1.4	Parede de PVC SS1	28/08/2023	08/09/2023	R\$ 44.575,68
7.2	PAREDES DE DRYWALL			R\$ 401.181,12
7.2.1	Paredes de Drywall do Térreo	23/11/2023	06/12/2023	R\$ 44.575,68
7.2.2	Paredes de Drywall do 2 PAV	07/12/2023	20/12/2023	R\$ 44.575,68
7.2.3	Paredes de Drywall do 3 PAV	21/12/2023	03/01/2024	R\$ 44.575,68
7.2.4	Paredes de Drywall do 4 PAV	04/01/2024	17/01/2024	R\$ 44.575,68
7.2.5	Paredes de Drywall do 5 ºPAV	18/01/2024	31/01/2024	R\$ 44.575,68
7.2.6	Paredes de Drywall do 6 PAV	01/02/2024	14/02/2024	R\$ 44.575,68
7.2.7	Paredes de Drywall do 7 PAV	15/02/2024	28/02/2024	R\$ 44.575,68
7.2.8	Paredes de Drywall do 8 PAV	29/02/2024	13/03/2024	R\$ 44.575,68

7.2.9	Paredes de Drywall do 9 PAV	14/03/2024	27/03/2024	R\$ 44.575,68
8	INTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS			R\$ 1.236.232,14
8.1	TUBULAÇÃO DE PAREDE DRYWALL			R\$ 285.284,34
8.1.1	Tubulação AFAQ em DRYWALL do TERR	07/12/2023	11/12/2023	R\$ 31.698,26
8.1.2	Tubulação AFAQ em DRYWALL do 2º PAV	21/12/2023	25/12/2023	R\$ 31.698,26
8.1.3	Tubulação AFAQ em DRYWALL do 3º PAV	04/01/2024	08/01/2024	R\$ 31.698,26
8.1.4	Tubulação AFAQ em DRYWALL do 4º PAV	18/01/2024	22/01/2024	R\$ 31.698,26
8.1.5	Tubulação AFAQ em DRYWALL do 5º PAV	01/02/2024	05/02/2024	R\$ 31.698,26
8.1.6	Tubulação AFAQ em DRYWALL do 6º PAV	15/02/2024	19/02/2024	R\$ 31.698,26
8.1.7	Tubulação AFAQ em DRYWALL do 7º PAV	29/02/2024	04/03/2024	R\$ 31.698,26
8.1.8	Tubulação AFAQ em DRYWALL do 8º PAV	14/03/2024	18/03/2024	R\$ 31.698,26
8.1.9	Tubulação AFAQ em DRYWALL do 9º PAV	28/03/2024	01/04/2024	R\$ 31.698,26
8.2	TUBULAÇÃO DE PAREDE ALVENARIA			R\$ 285.284,34
8.2.1	Tubulação AFAQ em Alvenaria do terr	01/05/2023	02/05/2023	R\$ 31.698,26
8.2.2	Tubulação AFAQ em Alvenaria do 2º PAV	15/05/2023	16/05/2023	R\$ 31.698,26
8.2.3	Tubulação AFAQ em Alvenaria do 3º PAV	29/05/2023	30/05/2023	R\$ 31.698,26
8.2.4	Tubulação AFAQ em Alvenaria do 4º PAV	12/06/2023	13/06/2023	R\$ 31.698,26
8.2.5	Tubulação AFAQ em Alvenaria do 5º PAV	26/06/2023	27/06/2023	R\$ 31.698,26
8.2.6	Tubulação AFAQ em Alvenaria do 6º PAV	10/07/2023	11/07/2023	R\$ 31.698,26
8.2.7	Tubulação AFAQ em Alvenaria do 7º PAV	24/07/2023	25/07/2023	R\$ 31.698,26
8.2.8	Tubulação AFAQ em Alvenaria do 8º PAV	07/08/2023	08/08/2023	R\$ 31.698,26
8.2.9	Tubulação AFAQ em Alvenaria do 9º PAV	21/08/2023	22/08/2023	R\$ 31.698,26
8.3	PRUMADAS			R\$ 285.284,34
8.3.1	Prumadas do TERR	01/05/2023	02/05/2023	R\$ 31.698,26
8.3.2	Prumadas do 2º PAV	15/05/2023	16/05/2023	R\$ 31.698,26
8.3.3	Prumadas do 3º PAV	29/05/2023	30/05/2023	R\$ 31.698,26
8.3.4	Prumadas do 4º PAV	12/06/2023	13/06/2023	R\$ 31.698,26
8.3.5	Prumadas do 5º PAV	26/06/2023	27/06/2023	R\$ 31.698,26
8.3.6	Prumadas do 6º PAV	10/07/2023	11/07/2023	R\$ 31.698,26
8.3.7	Prumadas do 7º PAV	24/07/2023	25/07/2023	R\$ 31.698,26
8.3.8	Prumadas do 8º PAV	07/08/2023	08/08/2023	R\$ 31.698,26
8.3.9	Prumadas do 9º PAV	21/08/2023	22/08/2023	R\$ 31.698,26

8.4	TUBULAÇÃO HORIZONTAL			R\$ 285.284,34
8.4.1	Tubulação Horizontal do TERR	29/05/2023	06/06/2023	R\$ 31.698,26
8.4.2	Tubulação Horizontal do 2º PAV	07/06/2023	15/06/2023	R\$ 31.698,26
8.4.3	Tubulação Horizontal do 3º PAV	16/06/2023	26/06/2023	R\$ 31.698,26
8.4.4	Tubulação Horizontal do 4º PAV	27/06/2023	05/07/2023	R\$ 31.698,26
8.4.5	Tubulação Horizontal do 5º PAV	06/07/2023	14/07/2023	R\$ 31.698,26
8.4.6	Tubulação Horizontal do 6º PAV	17/07/2023	25/07/2023	R\$ 31.698,26
8.4.7	Tubulação Horizontal do 7º PAV	26/07/2023	03/08/2023	R\$ 31.698,26
8.4.8	Tubulação Horizontal do 8º PAV	04/08/2023	14/08/2023	R\$ 31.698,26
8.4.9	Tubulação Horizontal do 9º PAV	15/08/2023	23/08/2023	R\$ 31.698,26
8.5	TUBULAÇÃO SUBSOLO			R\$ 31.698,26
8.5.1	Drenos	08/05/2023	19/05/2023	R\$ 31.698,26
8.6	BARRILETE			R\$ 31.698,26
8.6.1	Tubulação barrilete	23/08/2023	12/09/2023	R\$ 31.698,26
8.7	INCÊNDIO			R\$ 31.698,26
8.7.1	Tubulação Incêndio	10/07/2023	01/09/2023	R\$ 31.698,26
9	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS			R\$ 1.970.244,97
9.1	Instalações elétricas	04/10/2022	08/05/2024	R\$ 1.970.244,97
10	INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES			R\$ 811.277,34
10.	Instalações complementares	10/07/2023	01/09/2023	R\$ 811.277,34
11	COBERTURA EM ACM			R\$ 38.632,25
11.1	Cobertura em ACM	13/06/2024	13/08/2024	R\$ 38.632,25
12	CONTRAPISO			R\$ 819.003,78
12.1	Contrapiso do Térreo	29/05/2023	16/06/2023	R\$ 91.000,42
12.2	Contrapiso do 2PAV	19/06/2023	07/07/2023	R\$ 91.000,42
12.3	Contrapiso do 3PAV	10/07/2023	28/07/2023	R\$ 91.000,42
12.4	Contrapiso do 4PAV	31/07/2023	18/08/2023	R\$ 91.000,42
12.5	Contrapiso do 5PAV	21/08/2023	08/09/2023	R\$ 91.000,42
12.6	Contrapiso do 6PAV	11/09/2023	29/09/2023	R\$ 91.000,42
12.7	Contrapiso do 7PAV	02/10/2023	20/10/2023	R\$ 91.000,42
12.8	Contrapiso do 8PAV	23/10/2023	10/11/2023	R\$ 91.000,42
12.9	Contrapiso do 9PAV	13/11/2023	01/12/2023	R\$ 91.000,42

13	REBOCO INTERNO			R\$ 2.464.737,80
13.1	Reboco interno SS4	10/05/2023	19/05/2023	R\$ 176.052,70
13.2	Reboco interno SS3	10/05/2023	19/05/2023	R\$ 176.052,70
13.3	Reboco interno SS2	10/05/2023	19/05/2023	R\$ 176.052,70
13.4	Reboco interno SS1	10/05/2023	19/05/2023	R\$ 176.052,70
13.5	Reboco interno Térreo	15/05/2023	26/05/2023	R\$ 176.052,70
13.6	Reboco interno do 2º Pav	08/05/2023	18/05/2023	R\$ 176.052,70
13.7	Reboco interno do 3º Pav	25/05/2023	02/06/2023	R\$ 176.052,70
13.8	Reboco interno do 4º Pav	01/06/2023	15/06/2023	R\$ 176.052,70
13.9	Reboco interno do 5º Pav	20/06/2023	30/06/2023	R\$ 176.052,70
13.10	Reboco interno do 6º Pav	29/06/2023	14/07/2023	R\$ 176.052,70
13.11	Reboco interno do 7º Pav	20/07/2023	28/07/2023	R\$ 176.052,70
13.12	Reboco interno do 8º Pav	01/08/2023	10/08/2023	R\$ 176.052,70
13.13	Reboco interno do 9º Pav	20/08/2023	25/08/2023	R\$ 176.052,70
13.14	Reboco interno barrilete	26/08/2023	29/08/2023	R\$ 176.052,70
14	IMPERMEABILIZAÇÃO E TRATAMENTOS			R\$ 270.425,78
14.1	Impermeabilização e tratamentos	03/04/2023	01/07/2024	R\$ 270.425,78
15	ACABAMENTOS PISOS, PAREDES E TETOS			
15.1	PISOS EM PEDRA	28/12/2023	05/07/2024	R\$ 453.050,97
15.1.1	Piso em Mármore do térreo	28/12/2023	19/01/2024	R\$ 151.016,99
15.1.2	Piso em Mármore 2º Pavimento	18/01/2024	09/02/2024	R\$ 151.016,99
15.1.3	Piso em Granito do 9º Pavimento	13/06/2024	05/07/2024	R\$ 151.016,99
15.2	REVESTIMENTOS CERÂMICOS	21/12/2023	10/04/2024	R\$ 1.510.169,90
15.2.1	Porcelanato Banheiros SS1	21/12/2023	27/12/2023	R\$ 151.016,99
15.2.2	Porcelanato Banheiros Térreo	21/12/2023	27/12/2023	R\$ 151.016,99
15.2.3	Porcelanato Banheiros 2PAV	04/01/2024	10/01/2024	R\$ 151.016,99
15.2.4	Porcelanato Banheiros 3PAV	18/01/2024	24/01/2024	R\$ 151.016,99
15.2.5	Porcelanato Banheiros 4PAV	01/02/2024	07/02/2024	R\$ 151.016,99
15.2.6	Porcelanato Banheiros 5PAV	15/02/2024	21/02/2024	R\$ 151.016,99
15.2.7	Porcelanato Banheiros 6PAV	29/02/2024	06/03/2024	R\$ 151.016,99
15.2.8	Porcelanato Banheiros 7PAV	14/03/2024	20/03/2024	R\$ 151.016,99
15.2.9	Porcelanato Banheiros 8PAV	28/03/2024	03/04/2024	R\$ 151.016,99

15.2.10	Porcelanato Banheiros 9PAV	04/04/2024	10/04/2024	R\$ 151.016,99
15.3	FORRO EM GESSO ACARTONADO	07/12/2023	12/06/2024	R\$ 1.359.152,91
15.3.1	forro em gesso acartonado do Térreo	07/12/2023	27/12/2023	R\$ 151.016,99
15.3.2	forro em gesso acartonado do 2º Pav.	28/12/2023	17/01/2024	R\$ 151.016,99
15.3.3	forro em gesso acartonado do 3º Pav.	18/01/2024	07/02/2024	R\$ 151.016,99
15.3.4	forro em gesso acartonado do 4º Pav.	08/02/2024	28/02/2024	R\$ 151.016,99
15.3.5	forro em gesso acartonado do 5º Pav.	29/02/2024	20/03/2024	R\$ 151.016,99
15.3.6	forro em gesso acartonado do 6º Pav.	21/03/2024	10/04/2024	R\$ 151.016,99
15.3.7	forro em gesso acartonado do 7º Pav.	11/04/2024	01/05/2024	R\$ 151.016,99
15.3.8	forro em gesso acartonado do 8º Pav.	02/05/2024	22/05/2024	R\$ 151.016,99
15.3.9	forro em gesso acartonado do 9º Pav.	23/05/2024	12/06/2024	R\$ 151.016,99
16	ESQUADRIA, FERRAGENS E VIDROS			
16.1	ESQUADRIA DE ALUMÍNIO	10/07/2023	01/12/2023	R\$ 2.569.044,91
16.1.1	Montagem colunas balancim região 6	10/07/2023	18/07/2023	R\$ 135.212,89
16.1.2	Montagem Travessas balancim região 6	19/07/2023	27/07/2023	R\$ 135.212,89
16.1.3	Montagem Vidro balancim região 6	28/07/2023	14/08/2023	R\$ 135.212,89
16.1.4	Montagem colunas balancim região 7	24/07/2023	01/08/2023	R\$ 135.212,89
16.1.5	Montagem Travessas balancim região 7	02/08/2023	10/08/2023	R\$ 135.212,89
16.1.6	Montagem Vidro balancim região 7	11/08/2023	28/08/2023	R\$ 135.212,89
16.1.7	Montagem colunas balancim região 8	15/08/2023	23/08/2023	R\$ 135.212,89
16.1.8	Montagem Travessas balancim região 8	24/08/2023	01/09/2023	R\$ 135.212,89
16.1.9	Montagem Vidro balancim região 8	04/09/2023	19/09/2023	R\$ 135.212,89
16.1.10	Montagem colunas balancim região 9	29/08/2023	06/09/2023	R\$ 135.212,89
16.1.11	Montagem Travessas balancim região 9	07/09/2023	15/09/2023	R\$ 135.212,89
16.1.12	Montagem Vidro balancim região 9	18/09/2023	03/10/2023	R\$ 135.212,89
16.1.13	Montagem colunas balancim região 10	04/10/2023	12/10/2023	R\$ 135.212,89
16.1.14	Montagem Travessas balancim região 10	13/10/2023	23/10/2023	R\$ 135.212,89
16.1.15	Montagem Vidro balancim região 10	24/10/2023	08/11/2023	R\$ 135.212,89
16.1.16	Montagem colunas balancim região 11	18/10/2023	26/10/2023	R\$ 135.212,89
16.1.17	Montagem Travessas balancim região 11	27/10/2023	06/11/2023	R\$ 135.212,89
16.1.18	Montagem Vidro balancim região 11	07/11/2023	22/11/2023	R\$ 135.212,89
16.1.19	Montagem pele de vidro 9º pavimento	23/11/2023	01/12/2023	R\$ 135.212,89
16.2	BRISES	04/12/2023	15/12/2023	R\$ 36.700,64

16.2.1	Brises fundos	04/12/2023	08/12/2023	R\$ 18.350,32
16.2.2	Brises frente	11/12/2023	15/12/2023	R\$ 18.350,32
16.3	ARVORE EM ACM	23/11/2023	27/03/2024	R\$ 550.509,63
16.3.1	Arvore em ACM ETAPA 1	23/11/2023	03/01/2024	R\$ 183.503,21
16.3.2	Arvore em ACM ETAPA 2	04/01/2024	14/02/2024	R\$ 183.503,21
16.3.3	Arvore em ACM ETAPA 3	15/02/2024	27/03/2024	R\$ 183.503,21
16.4	JANELAS	05/10/2023	01/11/2023	R\$ 183.503,21
16.4.1	Janelas	05/10/2023	01/11/2023	R\$ 183.503,21
16.5	METÁLICAS	09/05/2024	15/05/2024	R\$ 36.700,64
16.5.1	Marquise térreo	09/05/2024	15/05/2024	R\$ 18.350,32
16.5.2	Portões e gradis	09/05/2024	15/05/2024	R\$ 18.350,32
16.6	PORTAS DE MADEIRA	04/01/2024	15/04/2024	R\$ 293.605,11
16.6.1	Portas de madeira Térreo	04/01/2024	08/01/2024	R\$ 32.622,79
16.6.2	Portas de madeira 2PAV	18/01/2024	22/01/2024	R\$ 32.622,79
16.6.3	Portas de madeira 3PAV	01/02/2024	05/02/2024	R\$ 32.622,79
16.6.4	Portas de madeira 4PAV	15/02/2024	19/02/2024	R\$ 32.622,79
16.6.5	Portas de madeira 5PAV	29/02/2024	04/03/2024	R\$ 32.622,79
16.6.6	Portas de madeira 6PAV	14/03/2024	18/03/2024	R\$ 32.622,79
16.6.7	Portas de madeira 7PAV	28/03/2024	01/04/2024	R\$ 32.622,79
16.6.8	Portas de madeira 8PAV	11/04/2024	15/04/2024	R\$ 32.622,79
16.6.9	Portas de madeira 9PAV	11/04/2024	15/04/2024	R\$ 32.622,79
17	REVESTIMENTOS EXTERNO DE ARGAMASSA			
17.1	REBOCO EXTERNO	24/08/2023	04/10/2023	R\$ 1.738.451,45
17.1.1	Reboco Externo balancim região 1	24/08/2023	06/09/2023	R\$ 347.690,29
17.1.2	Reboco Externo balancim região 2	07/09/2023	20/09/2023	R\$ 347.690,29
17.1.3	Reboco Externo balancim região 3	07/09/2023	20/09/2023	R\$ 347.690,29
17.1.4	Reboco Externo balancim região 4	21/09/2023	04/10/2023	R\$ 347.690,29
17.1.5	Reboco Externo balancim região 5	21/09/2023	04/10/2023	R\$ 347.690,29
18	PINTURA INTERNA	31/07/2023	10/04/2024	R\$ 1.359.855,38
18.1	Pintura interna ss4	31/07/2023	11/08/2023	R\$ 104.604,26
18.2	Pintura interna ss3	14/08/2023	25/08/2023	R\$ 104.604,26
18.3	Pintura interna ss2	28/08/2023	08/09/2023	R\$ 104.604,26
18.4	Pintura interna ss1	11/09/2023	22/09/2023	R\$ 104.604,26

18.5	Pintura interna térreo	07/12/2023	20/12/2023	R\$ 104.604,26
18.6	Pintura interna de 2º Pav.	21/12/2023	03/01/2024	R\$ 104.604,26
18.7	Pintura interna de 3º Pav.	04/01/2024	17/01/2024	R\$ 104.604,26
18.8	Pintura interna de 4º Pav.	18/01/2024	31/01/2024	R\$ 104.604,26
18.9	Pintura interna de 5º Pav.	01/02/2024	14/02/2024	R\$ 104.604,26
18.10	Pintura interna de 6º Pav.	15/02/2024	28/02/2024	R\$ 104.604,26
18.11	Pintura interna de 7º Pav.	29/02/2024	13/03/2024	R\$ 104.604,26
18.12	Pintura interna de 8º Pav.	14/03/2024	27/03/2024	R\$ 104.604,26
18.13	Pintura interna de 9º Pav.	28/03/2024	10/04/2024	R\$ 104.604,26
19	TEXTURA PROJETADA	19/10/2023	20/10/2023	R\$ 339.963,85
19.1	TEXTURA PROJETADA	19/10/2023	20/10/2023	R\$ 339.963,85
20	GRANITOS, LOUÇAS E METAIS	25/09/2023	07/04/2024	R\$ 270.425,80
20.1	Divisórias, tampos, louças e metais do SS1	25/09/2023	29/09/2023	R\$ 27.042,58
20.2	Divisórias, tampos, louças e metais do Térreo	30/12/2023	30/12/2023	R\$ 27.042,58
20.3	Divisórias, tampos, louças e metais do 2 PAV	10/01/2024	12/01/2024	R\$ 27.042,58
20.4	Divisórias, tampos, louças e metais do 3 PAV	24/01/2024	26/01/2024	R\$ 27.042,58
20.5	Divisórias, tampos, louças e metais do 4 PAV	05/02/2024	08/02/2024	R\$ 27.042,58
20.6	Divisórias, tampos, louças e metais do 5 PAV	20/02/2024	23/02/2024	R\$ 27.042,58
20.7	Divisórias, tampos, louças e metais do 6 PAV	06/03/2024	08/03/2024	R\$ 27.042,58
20.8	Divisórias, tampos, louças e metais do 7 PAV	19/03/2024	22/03/2024	R\$ 27.042,58
20.9	Divisórias, tampos, louças e metais do 8 PAV	02/04/2024	05/04/2024	R\$ 27.042,58
20.10	Divisórias, tampos, louças e metais do 9 PAV	03/04/2024	07/04/2024	R\$ 27.042,58
21	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	11/04/2024	05/06/2024	R\$ 386.322,54
21.1	Serviços complementares Ruas Goiás	11/04/2024	08/05/2024	R\$ 128.774,18
21.2	Serviços complementares Ruas JRS	11/04/2024	08/05/2024	R\$ 128.774,18
21.3	Paisagismo	09/05/2024	05/06/2024	R\$ 128.774,18
22	ELEVADORES	10/07/2023	02/08/2024	R\$ 811.277,32
22.1	Elevador 1	10/07/2023	01/09/2023	R\$ 115.896,76
22.2	Elevador 2	04/09/2023	27/10/2023	R\$ 115.896,76
22.3	Elevador 3	30/10/2023	22/12/2023	R\$ 115.896,76
22.4	Elevador 4	25/12/2023	16/02/2024	R\$ 115.896,76
22.5	Elevador 5	19/02/2024	12/04/2024	R\$ 115.896,76

22.6	Elevador 6	15/04/2024	07/06/2024	R\$ 115.896,76
22.7	Elevador 7	10/06/2024	02/08/2024	R\$ 115.896,76
23	CONTIGÊNCIAS	24/10/2022	02/08/2024	R\$ 618.116,07
23.1	Contigências	24/10/2022	02/08/2024	R\$ 618.116,07

APÊNDICE II

Nome da Tarefa	Predecessoras
CALÇADA	
Infraestrutura de terreno	242
CANTEIRO E SERVIÇOS GERAIS	
Canteiro e serviços gerais	
ADMINISTRAÇÃO DE OBRA	
Administração de obra	
FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES	
Blocos e estacas	
SUPERESTRUTURA	
PISO SS4	
LAJE SS3 - SETOR A	10
LAJE SS3 - SETOR B	11
LAJE SS2 - SETOR A	12
LAJE SS2 - SETOR B	13
LAJE SS1 - SETOR A	14
LAJE SS1 - SETOR B	15
LAJE TÉRREO - SETOR A	16
LAJE TÉRREO - SETOR B	17
LAJE 2º PAV - SETOR A	18
LAJE 2ºPAV - SETOR B	19
LAJE 3ºPAV - SETOR A	20
LAJE 3ºPAV - SETOR B	21
LAJE 4ºPAV - SETOR A	22
LAJE 4ºPAV - SETOR B	23

LAJE 5ºPAV - SETOR A	24
LAJE 5º PAV - SETOR B	25
LAJE 6ºPAV - SETOR A	26
LAJE 6ºPAV - SETOR B	27
LAJE 7ºPAV - SETOR A	28
LAJE 7ºPAV - SETOR B	29
LAJE 8ºPAV - SETOR A	30
LAJE 8ºPAV - SETOR B	31
LAJE 9ºPAV - SETOR A	32
LAJE 9ºPAV - SETOR B	33
LAJE BARRILETE - SETOR A E B	34
ALVENARIA	
Paredes de Alvenaria do Térreo	23
Paredes de Alvenaria do 2º Pav	25
Paredes de Alvenaria do 3º Pav	27
Paredes de Alvenaria do 4º Pav	29
Paredes de Alvenaria do 5º Pav	31
Paredes de Alvenaria do 6º Pav	33
Paredes de Alvenaria do 7º Pav	35
Paredes de Alvenaria do 8º Pav	43
Paredes de Alvenaria de 9º Pav	44
PAREDES DE PVC	
Parede de PVC SS4	102TI+40 dias
Parede de PVC SS3	47
Parede de PVC SS2	48
Parede de PVC SS1	49
PAREDES DE DRYWALL	

Paredes de Drywall do Térreo	183
Paredes de Drywall do 2 PAV	52
Paredes de Drywall do 3 PAV	53
Paredes de Drywall do 4 PAV	54
Paredes de Drywall do 5 PAV	55
Paredes de Drywall do 6 PAV	56
Paredes de Drywall do 7 PAV	57
Paredes de Drywall do 8 PAV	58
Paredes de Drywall do 9 PAV	59
TUBULAÇÃO DE PAREDE DRYWALL	
Tubulação AFAQ em DRYWALL do TERR	52
Tubulação AFAQ em DRYWALL do 2º PAV	53
Tubulação AFAQ em DRYWALL do 3º PAV	54
Tubulação AFAQ em DRYWALL do 4º PAV	55
Tubulação AFAQ em DRYWALL do 5º PAV	56
Tubulação AFAQ em DRYWALL do 6º PAV	57
Tubulação AFAQ em DRYWALL do 7º PAV	58
Tubulação AFAQ em DRYWALL do 8º PAV	59
Tubulação AFAQ em DRYWALL do 9º PAV	60
TUBULAÇÃO DE PAREDE ALVENARIA	
Tubulação AFAQ em Alvenaria do terr	37
Tubulação AFAQ em Alvenaria do 2º PAV	38
Tubulação AFAQ em Alvenaria do 3º PAV	39
Tubulação AFAQ em Alvenaria do 4º PAV	40
Tubulação AFAQ em Alvenaria do 5º PAV	41
Tubulação AFAQ em Alvenaria do 6º PAV	42
Tubulação AFAQ em Alvenaria do 7º PAV	43

Tubulação AFAQ em Alvenaria do 8º PAV	44
Tubulação AFAQ em Alvenaria do 9º PAV	45
PRUMADAS	
Prumadas do TERR	37
Prumadas do 2º PAV	38
Prumadas do 3º PAV	39
Prumadas do 4º PAV	40
Prumadas do 5º PAV	41
Prumadas do 6º PAV	42
Prumadas do 7º PAV	43
Prumadas do 8º PAV	44
Prumadas do 9º PAV	45
TUBULAÇÃO HORIZONTAL	
Tubulação Horizontal do TERR	39
Tubulação Horizontal do 2º PAV	92
Tubulação Horizontal do 3º PAV	93
Tubulação Horizontal do 4º PAV	94
Tubulação Horizontal do 5º PAV	95
Tubulação Horizontal do 6º PAV	96
Tubulação Horizontal do 7º PAV	97
Tubulação Horizontal do 8º PAV	98
Tubulação Horizontal do 9º PAV	99
TUBULAÇÃO SUBSOLO	
TUBULAÇÃO SUBSOLO	26
BARRILETE	
Tubulação barrilete	80
INCÊNDIO	

Tubulação Incêndio	35
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	
Instalações elétricas	
INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	
Instalações complementares	35
COBERTURA EM ACM	
Cobertura em ACM	164
CONTRAPISO	
Contrapiso do Térreo	128
Contrapiso do 2PAV	114
Contrapiso do 3PAV	115
Contrapiso do 4PAV	116
Contrapiso do 5PAV	117
Contrapiso do 6PAV	118
Contrapiso do 7PAV	119
Contrapiso do 8PAV	120
Contrapiso do 9PAV	121
REBOCO INTERNO	
Reboco interno SS4	37TI+10 dias
Reboco interno SS3	37TI+10 dias
Reboco interno SS2	37TI+10 dias
Reboco interno SS1	37TI+10 dias
Reboco interno Térreo	37TI+10 dias
Reboco interno do 2º Pav	72TI+1 dia
Reboco interno do 3º Pav	73TI+1 dia
Reboco interno do 4º Pav	74TI+1 dia
Reboco interno do 5º Pav	75TI+1 dia

Reboco interno do 6º Pav	76TI+1 dia
Reboco interno do 7º Pav	77TI+1 dia
Reboco interno do 8º Pav	78TI+1 dia
Reboco interno do 9º Pav	79TI+1 dia
Reboco interno barrilete	80TI+1 dia
IMPERMEABILIZAÇÃO E TRATAMENTOS	
Impermeabilização e tratamentos	
PISOS EM PEDRA	
Piso em Mármore do térreo	156
Piso em Mármore 2º Pavimento	157
Piso em Granito do 9º Pavimento	164
REVESTIMENTOS CERÂMICOS	
Porcelanato Banheiros SS1	52TI+10 dias
Porcelanato Banheiros Térreo	53
Porcelanato Banheiros 2PAV	54
Porcelanato Banheiros 3PAV	55
Porcelanato Banheiros 4PAV	56
Porcelanato Banheiros 5PAV	57
Porcelanato Banheiros 6PAV	58
Porcelanato Banheiros 7PAV	59
Porcelanato Banheiros 8PAV	60
Porcelanato Banheiros 9PAV	153
FORRO EM GESSO ACARTONADO	
forro em gesso acartonado do Térreo	52;93
forro em gesso acartonado do 2º Pav.	156
forro em gesso acartonado do 3º Pav.	157
forro em gesso acartonado do 4º Pav.	158

forro em gesso acartonado do 5º Pav.	159
forro em gesso acartonado do 6º Pav.	160
forro em gesso acartonado do 7º Pav.	161
forro em gesso acartonado do 8º Pav.	162
forro em gesso acartonado do 9º Pav.	163
ESQUADRIA DE ALUMÍNIO	
Montagem colunas balancim região 6	35
Montagem Travessas balancim região 6	166
Montagem Vidro balancim região 6	167
Montagem colunas balancim região 7	35TI+10 dias
Montagem Travessas balancim região 7	169
Montagem Vidro balancim região 7	170
Montagem colunas balancim região 8	168
Montagem Travessas balancim região 8	172
Montagem Vidro balancim região 8	173
Montagem colunas balancim região 9	168TI+10 dias
Montagem Travessas balancim região 9	175
Montagem Vidro balancim região 9	176
Montagem colunas balancim região 10	177
Montagem Travessas balancim região 10	178
Montagem Vidro balancim região 10	179
Montagem colunas balancim região 11	177TI+10 dias
Montagem Travessas balancim região 11	181
Montagem Vidro balancim região 11	182
Montagem pele de vidro 9º pavimento	183
BRISES	
Brises fundos	184

Brises frente	186
ARVORE EM ACM	
Arvore em ACM ETAPA 1	183
Arvore em ACM ETAPA 2	189
Arvore em ACM ETAPA 3	190
JANELAS	
Janelas	212
METÁLICAS	
Marquise térreo	242
Portões e gradis	242
PORTAS DE MADEIRA	
Portas de madeira Térreo	219
Portas de madeira 2PAV	220
Portas de madeira 3PAV	221
Portas de madeira 4PAV	222
Portas de madeira 5PAV	223
Portas de madeira 6PAV	224
Portas de madeira 7PAV	225
Portas de madeira 8PAV	226
Portas de madeira 9PAV	227
REBOCO EXTERNO	
Reboco Externo balancim região 1	45TI+3 dias
Reboco Externo balancim região 2	208
Reboco Externo balancim região 3	208
Reboco Externo balancim região 4	209
Reboco Externo balancim região 5	209
PINTURA INTERNA	

Pintura interna ss4	47
Pintura interna ss3	48
Pintura interna ss2	49
Pintura interna ss1	50
Pintura interna térreo	52
Pintura interna de 2º Pav.	53
Pintura interna de 3º Pav.	54
Pintura interna de 4º Pav.	55
Pintura interna de 5º Pav.	56
Pintura interna de 6º Pav.	57
Pintura interna de 7º Pav.	58
Pintura interna de 8º Pav.	59
Pintura interna de 9º Pav.	60
TEXTURA PROJETADA	
TEXTURA PROJETADA	212TI+10 dias
GRANITOS, LOUÇAS E METAIS	
Divisórias, tampos, louças e metais do SS1	217
Divisórias, tampos, louças e metais do Térreo	218
Divisórias, tampos, louças e metais do 2 PAV	231
Divisórias, tampos, louças e metais do 3 PAV	232
Divisórias, tampos, louças e metais do 4 PAV	233
Divisórias, tampos, louças e metais do 5 PAV	234
Divisórias, tampos, louças e metais do 6 PAV	235
Divisórias, tampos, louças e metais do 7 PAV	236
Divisórias, tampos, louças e metais do 8 PAV	237
Divisórias, tampos, louças e metais do 9 PAV	238
SERVIÇOS COMPLEMENTARES	

Serviços complementares Ruas Goiás	226
Serviços complementares Ruas JRS	226
Paisagismo	242
ELEVADORES	
Elevador 1	35
Elevador 2	245
Elevador 3	246
Elevador 4	247
Elevador 5	248
Elevador 6	249
Elevador 7	250
CONTIGÊNCIAS	
Contigências	