



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CAMPUS BALSAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

PABLO DE TÁSSIO DA SILVA LEITE

**UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA
ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO E DO
PLANEJAMENTO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR DE 4 PAVIMENTOS**

**BALSAS-MA
2021**

Pablo de Tássio da Silva Leite

Utilização da metodologia BIM na elaboração do orçamento e do planejamento de uma edificação residencial multifamiliar de 4 pavimentos

Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Monografia, submetido à Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof^o. Esp. Felipe Matias do Nascimento Cardoso.

Orientando: Pablo de Tássio da Silva Leite

PABLO DE TÁSSIO DA SILVA LEITE

**UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA ELABORAÇÃO DO
ORÇAMENTO E DO PLANEJAMENTO DE UMA EDIFICAÇÃO
RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR DE 4 PAVIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Monografia, submetido à Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em 06 de maio de 2021.

Banca Examinadora

Prof. Esp. Felipe Matias do Nascimento Cardoso - Orientado

Diovana Langner- Examinador externo

Natália Barros Falcão Cutrine - Examinador externo

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

da Silva Leite, Pablo de Tássio.

Utilização da metodologia BIM na elaboração do orçamento e do planejamento de uma edificação residencial multifamiliar de 4 pavimentos / Pablo de Tássio da Silva Leite. - 2021.

55 p.

Orientador(a): Felipe Matias do Nascimento Cardoso.
Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, Balsas - MA, 2021.

1. BIM. 2. Orçamento. 3. Planejamento. I. Matias do Nascimento Cardoso., Felipe. II. Título.

RESUMO

Existem diversas metodologias de gerenciamento de obras e a utilização da metodologia BIM – Building Information Modeling (Modelagem da Informação da Construção) vem ganhando destaque não somente na modelagem em três dimensões (3D) mas também no gerenciamento de obras por meio da integração do tempo (dimensão 4D) e do custo (5D) ao modelo 3D do projeto. De acordo com Zimerman (2021) o uso do BIM deixou de ser uma grande tendência e passou a se tornar necessário na execução de edificações eficientes e econômicas, respeitando as previsões de prazo e custo. Diante disso, pretende-se realizar neste trabalho de conclusão de curso (TCC) o orçamento e o planejamento de uma edificação residencial multifamiliar de quatro pavimentos utilizando a metodologia BIM através do software computacional Revit (2021) da Autodesk, visando integrar ao modelo 3D da edificação informações de tempo (datas de início e término do projeto, duração das atividades, e etc.) que é a quarta dimensão (4D) da modelagem computacional em BIM e informações dos custos diretos que consiste na quinta dimensão (5D) da metodologia BIM. Após realizar os passos apresentados nos fluxogramas de elaboração do orçamento e do planejamento em BIM, obteve-se o custo direto da edificação referente aos elementos arquitetônicos e estruturais modelados no Revit, cujo custo total é R\$ de 538.668,10 e a duração da obra calculada no MS Project que é de 249 dias, aproximadamente 12 meses.

Palavras-chave: Orçamento. Planejamento. BIM.

ABSTRACT

There are several construction management methodologies and the use of the BIM methodology - Building Information Modeling (Building Information Modeling) has been gaining prominence not only in three-dimensional modeling (3D) but also in the management of works through the integration of time (4D) and cost (5D) to the project's 3D model. According to Zimmerman (2021), the use of BIM is no longer a major trend and has become necessary in the execution of efficient and economical buildings, respecting the forecasts of time and cost. In view of this, it is intended to carry out in this course conclusion work (TCC) the budget and planning of a four-story multifamily residential building using the BIM methodology through Autodesk's Revit (2021) computational software, aiming to integrate into the 3D model of the building time information (project start and end dates, duration of activities, etc.) which is the fourth dimension (4D) of computational modeling in BIM and direct cost information consisting of the fifth dimension (5D) of the BIM methodology. After performing the steps presented in the budget and planning flowcharts in BIM, the direct cost of the building was obtained referring to the architectural and structural elements modeled in Revit, whose total cost is R \$ 538,668.10 and the duration of the work calculated in MS Project which is 249 days, approximately 12 months.

Keywords: Budget. Planning. BIM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Utilização da metodologia BIM.....	14
Figura 2: Fases de implementação do BIM no Brasil	14
Figura 3: Roteiro orçamentação	18
Figura 4: Roteiro planejamento	21
Figura 5: Área de trabalho MSP	23
Figura 6: Vistas no Revit.....	24
Figura 7: Tipos de elementos do Revit.....	26
Figura 8: Categoria, família e tipo de portas no Revit	27
Figura 9: Interface Revit 2021	28
Figura 10: Benefícios do BIM	30
Figura 11: Aliança para a interoperabilidade internacional.....	31
Figura 12: Interoperabilidade BIM.....	31
Figura 13: Metodologia Bim de compatibilização de projetos	32
Figura 14: Classificação das interferências em BIM.....	33
Figura 15: Integração BIM	33
Figura 16: Dimensões do BIM	34
Figura 17: BIM 3D, 4D, 5D	35
Figura 18: Planta baixa da edificação.....	37
Figura 19: Fachadas da edificação.....	39
Figura 20: Projeto estrutural	40
Figura 21: Projeto arquitetônico completo	41
Figura 22: Planta baixa e layout do pavimento tipo	41
Figura 23: Planta baixa elaborada no AutoCad.....	42
Figura 24: Fluxograma para elaboração do cronograma da edificação.....	43
Figura 25: Configurações iniciais do MS Project.....	44
Figura 26: Tipos de dependências entre atividades	46
Figura 27: Exemplo de cronograma físico-financeiro realizado no MS Project	47
Figura 28: Fluxograma para elaboração do orçamento	48
Figura 29: Cronograma físico-financeiro	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quadro de áreas da edificação	36
Tabela 2: Sistemas construtivos da edificação	38
Tabela 3: EAP da edificação	44
Tabela 4: Metodologia de cálculo das durações das atividades	46
Tabela 5: Tipos de recursos no MS Project.....	47
Tabela 6: Orçamento final	49
Tabela 7: Planejamento sintético	50
Tabela 8: Planejamento edificação	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	JUSTIFICATIVA	13
3	OBJETIVOS	16
3.1	GERAL	16
3.2	ESPECIFICOS	16
4	REFERENCIAL TEÓRICO	17
4.1	ORÇAMENTO DE OBRAS	17
4.1.1	Roteiro orçamentação	18
4.2	PLANEJAMENTO DE OBRAS	19
4.2.1	Roteiro planejamento	21
4.3	FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS	22
4.3.1	Microsoft Excel	22
4.3.2	Microsoft Office Project	22
4.3.3	Autodesk Revit e a Modelagem da Informação da Construção (BIM)	24
4.4	MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO – BIM	29
4.4.1	Interoperabilidade e compatibilização BIM	30
4.4.2	Dimensões BIM	34
5	METODOLOGIA	36
5.1	CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	36
5.1.1	Características gerais	36
5.1.2	Modelagem da edificação	40
5.1.3	Planejamento no MS Project (2016)	43
5.1.4	Orçamentação	48
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
6.1	ORÇAMENTO	49
6.2	PLANEJAMENTO	50
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

As definições de gerenciamento e projeto são de grande importância para o entendimento do que vem a ser a execução de uma obra. O projeto consiste em uma sequência de atividades organizadas e programadas para atingir um objetivo, um produto. Ou seja, é o meio para se atingir um fim. Gerenciar é administrar e controlar os recursos e o tempo necessários para a realização das atividades elencadas no escopo de um projeto. Ou seja, é a organização de pessoas e coisas para a obtenção de um produto resultante de uma sequência coordenada de atividades, pessoas e insumos (OLIVEIRA, 2007).

Levando em consideração que uma obra é um projeto, o gerenciamento dele busca alcançar os objetivos do empreendimento através do planejamento, orçamento, programação e controle dos insumos necessários para a realização das atividades listadas no escopo do projeto. Sendo o gerenciamento de uma obra uma sequência de atividades de planejamento, programação, acompanhamento e controle da execução da obra (PMBOK, 2017).

Com isso, executar uma obra é gerenciar todas as variáveis envolvidas na sua execução. Assim, a mão de obra, os materiais, os equipamentos, os prazos, definidos na fase de planejamento, o custo, definido da etapa de orçamento e os projetos de uma obra fazem parte do leque de variáveis que devem ser geridas durante a execução de uma obra. Gerenciar essas variáveis traz benefícios como economia, qualidade e segurança durante a construção de uma obra, seja ela comercial, residencial, de baixo, médio ou alto padrão, industrial ou de infraestrutura, como uma ponte, por exemplo.

Diante disso, duas ferramentas são de grande importância dentro do gerenciamento de qualquer empreendimento: o orçamento e o planejamento. O orçamento faz uma previsão, com boa precisão, do custo total de uma obra ou projeto, através da soma dos custos diretos (mão de obra, equipamentos e material) e indiretos, custos, por exemplo, com atividades de administração e escritório (energia, impressão, transporte, ligações e etc.).

O planejamento de uma obra, de forma bem clara e direta, significa pensar na melhor forma de organizar ou gerenciar os insumos ou variáveis para a execução de um projeto. Na fase de planejamento da obra, que deve iniciar assim como na fase de orçamento, com o estudo dos projetos, são definidas por exemplo, a hierarquia das atividades e quais delas são predecessoras e sucessoras e o tempo de execução para estas

atividades. Além disso, faz-se uma síntese estrutural do projeto, dividindo as atividades de execução do projeto em componentes e subcomponentes.

Com o orçamento é possível, por exemplo, fazer dentre outras coisas, a viabilidade econômica e técnica do empreendimento, ele também pode ser utilizado como uma ferramenta de controle, permitindo relacionar, o que foi executado com o valor gasto. Por sua vez, um dos benefícios do planejamento é que este dá uma visão global do projeto e das atividades que devem ser executadas. Aliando-se essas duas ferramentas é possível concluir a obra no prazo, dentro do custo previsto e com qualidade.

Existem diversas metodologias de gerenciamento de obras e a utilização da metodologia BIM – Building Information Modeling (Modelagem da Informação da Construção) vem ganhando destaque não somente na modelagem em três dimensões (3D) mas também no gerenciamento de obras por meio da integração do tempo (dimensão 4D) e do custo (5D) ao modelo 3D do projeto. O BIM é uma metodologia de modelagem computacional em três dimensões que utiliza elementos parametrizados e é utilizado na coordenação entre os profissionais projetistas e os de execução de um empreendimento (UCHOA, 2017).

Devido a importância do orçamento e do planejamento de uma obra, é necessário em uma construtora um guia ou roteiro para a elaboração destas duas ferramentas de gerenciamento. Mattos (2010) apresenta dois roteiros, um para orçamento e outro para planejamento de obras, ambos em livros distintos. Tais roteiros são utilizados por diversas empresas de grande e médio porte, como a RDC Construtora, de Imperatriz/MA, responsável pela construção do Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA) de Balsas.

Dada a importância dessas duas ferramentas de gerenciamento de obras e que as mesmas devem andar sempre juntas, uma vez que para orçar é necessária a Estrutura Analítica de Projeto (EAP), que apresenta a sequência das atividades a serem executadas, feita na etapa de planejamento. Por sua vez, para realizar um planejamento eficaz, é necessário o orçamento para confeccionar o cronograma físico-financeiro.

Diante disso, pretende-se realizar neste trabalho de conclusão de curso (TCC) o orçamento e o planejamento de uma edificação residencial multifamiliar de quatro pavimentos utilizando a metodologia BIM através do software computacional Revit (2021) da Autodesk, visando integrar ao modelo 3D da edificação informações de tempo (datas de início e término do projeto, duração das atividades, e etc.) que é a quarta

dimensão (4D) da modelagem computacional em BIM e informações dos custos diretos que consiste na quinta dimensão (5D) da metodologia BIM.

Para atingir o objetivo do trabalho será apresentado no referencial teórico os dois roteiros separadamente e nos resultados, será apresentada uma metodologia que intercala o roteiro de orçamento e de planejamento para uma edificação residencial multifamiliar de quatro pavimentos. A edificação possui dois apartamentos de 95,73 m² por pavimento, totalizando oito apartamentos.

Foram utilizadas as versões gratuitas dos seguintes softwares computacionais: Microsoft Excel (2016), para o orçamento, Microsoft Project (2016), para o planejamento e as versões estudantil do Autodesk Revit (2021) para a elaboração de todos os projetos, e do AutoCad da Autodesk (2021) utilizado na elaboração dos croquis das plantas baixas em duas dimensões (2D) da edificação. Além disso, todas as composições e preços unitários dos insumos foram consultados no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

2 JUSTIFICATIVA

Atuar no setor da construção civil, principalmente na execução de obras, hoje em dia é trabalhar com eficiência dentro do prazo e do custo previsto. De acordo com Goldman (2005) um planejamento inadequado aliado a um orçamento de baixa precisão influencia fortemente no tempo de execução e o valor final de uma obra. Para ele, o planejamento adequado prevê todos os riscos e problemas que aparecerão durante a execução da obra, caso contrário a obra atrasa gerando mais despesas que não foram previstas no orçamento.

Mattos (2014) ao se referir sobre orçamento nas empresas, ele fala sobre a deficiência das empresas de pequeno e médio porte na elaboração do orçamento e do planejamento de suas obras. É muito comum a prática e elaboração de orçamentos por estimativa, feita pelo próprio construtor. Isso ocorre principalmente devido à falta de conhecimento de uma metodologia para elaborar de forma rápida, prática e precisa de orçamento e planejamento.

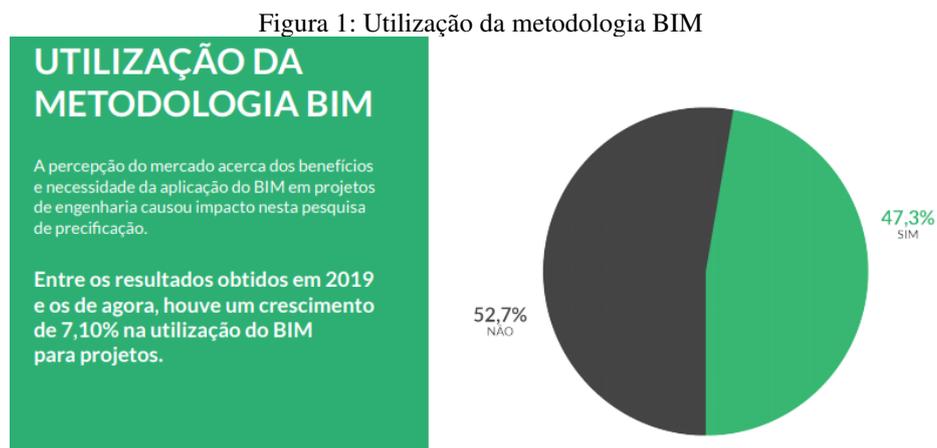
É importante ter conhecimento das principais metodologias de elaboração das duas principais ferramentas de gerenciamento de obra: o planejamento e orçamento. Ferramentas que no atual cenário do setor, é um grande diferencial, onde muitas obras ultrapassam o cronograma previsto, o que influencia no valor final do empreendimento. Sabendo-se que o lucro depende principalmente do cumprimento dos prazos estabelecidos, o mercado de trabalho tem buscado profissionais capacitados para orçar e planejar suas obras antes de iniciar a execução.

Diante disso a metodologia BIM nas dimensões 4D e 5D através de softwares computacionais insere na modelagem 3D de uma edificação o tempo e o custo de execução de um empreendimento. Assim, o BIM permite a elaboração de um protótipo virtual de uma edificação em 3, 4 e 5 dimensões unindo todos os projetos referentes à edificação em um só. Na modelagem 3D são representadas as dimensões geométricas da edificação e são inseridas informações sobre os elementos construtivos, como paredes, pisos e etc (GESTERMAYER et al., 2018).

Na dimensão 4D do BIM os elementos construtivos da edificação modelados na dimensão 3D do BIM são relacionados ao planejamento de execução do projeto, ou seja, é realizada a integração do modelo 3D da edificação ao cronograma da obra. O MS Project é um dos principais softwares utilizados como ferramenta para planejamento de execução de obras. Na dimensão 5D do BIM são relacionados os custos de execução da

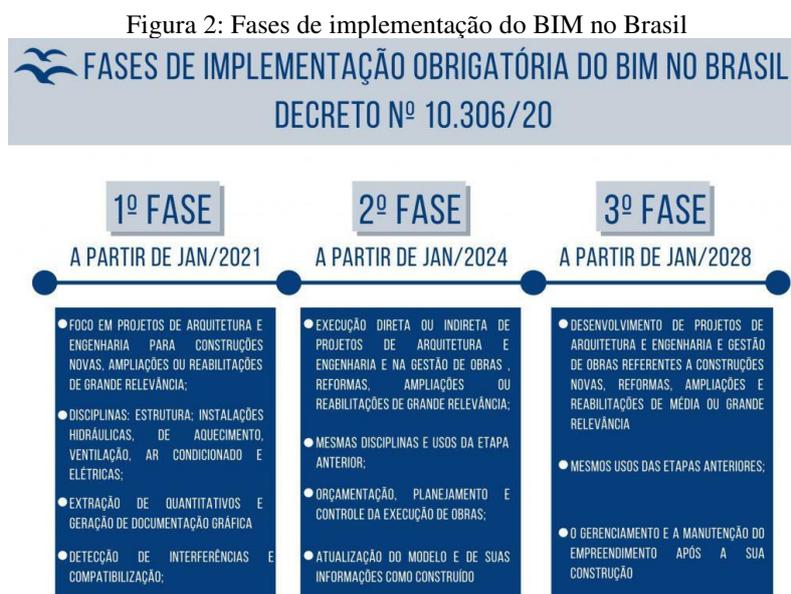
edificação com mão de obra, matérias e equipamentos. Além disso todo o projeto é quantificado de forma rápida e precisa (ZIMERMAN, 2021).

Com isso a utilização da metodologia BIM na elaboração de projetos vem aumentando consideravelmente, como mostra a pesquisa realizada por Zimerman (2021), Figura 1.



Fonte: Zimerman, 2021.

Para a autora da pesquisa o uso do BIM deixou de ser uma grande tendência e passou a se tornar necessário na execução de edificações eficientes e econômicas, respeitando as previsões de prazo e custo. Além disso, o aumento na utilização de softwares que permitem trabalhar com a metodologia BIM também ocorreu em função do Decreto Federal nº 10.306, de 2 de abril de 2020 para obras públicas.



Fonte: Darós, 2019.

O decreto discorre, dentre outras coisas, sobre o cronograma de implementação do BIM em obras públicas que está dividido em três fases, como mostra a Figura 2. De acordo com o decreto desde 1º de janeiro de 2021 o BIM é exigido na elaboração de projetos de arquitetura e engenharia de obras públicas. A partir de 1º de janeiro de 2024, o BIM deverá ser utilizado na execução de obras e a partir de 1º de janeiro de 2028 o BIM deverá ser utilizado na gestão e manutenção de obras públicas (DARÓS, 2019).

É devido a isso que se justifica o desenvolvimento deste tema, além de enfatizar a importância de planejar e orçar adequadamente um empreendimento, busca apresentar um roteiro de elaboração de orçamento e planejamento de uma edificação utilizando a metodologia BIM na modelagem (dimensão 3D do BIM), planejamento (dimensão 4D do BIM) e orçamentação (dimensão 5D do BIM).

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Elaborar o orçamento e o planejamento em BIM de uma edificação multifamiliar de quatro pavimentos utilizando os softwares Revit (2021) da Autodesk, o MS Excel (2016) e o MS Project (2016) da Microsoft.

3.2 ESPECIFICOS

- Modelar no Revit (2021) os projetos referentes às disciplinas de arquitetura e estrutural da edificação;
- Elaborar o planejamento e o orçamento da edificação em estudo utilizando o MS Project dentro do conceito de metodologia BIM
- Fazer o levantamento de quantitativos da edificação através do Revit;
- Determinar a duração de execução e o valor final dos custos diretos da edificação em estudo;
- Apresentar o cronograma físico-financeiro da edificação em estudo.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 ORÇAMENTO DE OBRAS

De acordo com Mattos (2014), o orçamento é o produto da orçamentação, que consiste no processo de determinação dos custos diretos e indiretos de uma obra e do preço de venda desta. Para Mutti (2013) o mesmo expressa os custos com materiais, mão de obra e equipamentos necessários para a execução de um empreendimento. Corroborando com Mutti, Baeta (2012), define orçamento como o resultado da descrição, quantificação e precificação dos custos diretos e indiretos de uma obra, para ele, ao adicionar a margem de lucro sobre esses custos obtém-se o preço final da obra.

A planilha orçamentaria é o produto do processo de orçamentação, nela, além das quantidades e dos valores das atividades necessárias para a execução de uma obra estão os valores totais e global. O orçamento é uma previsão ele não é exato, mas é bem preciso, e a precisão depende do nível de detalhe dos projetos, do memorial descritivo e da experiencia do orçamentista (MATTOS, 2014).

Dada a definição de orçamento, duas características já mencionadas são obrigatórias: a indicação do custo global da obra, que consiste na somatória dos custos totais, que compreendem aos custos diretos e indiretos e ao lucro; e as composições de todos os custos unitários utilizados para determinar o preço final da obra (CARDOSO, 2020).

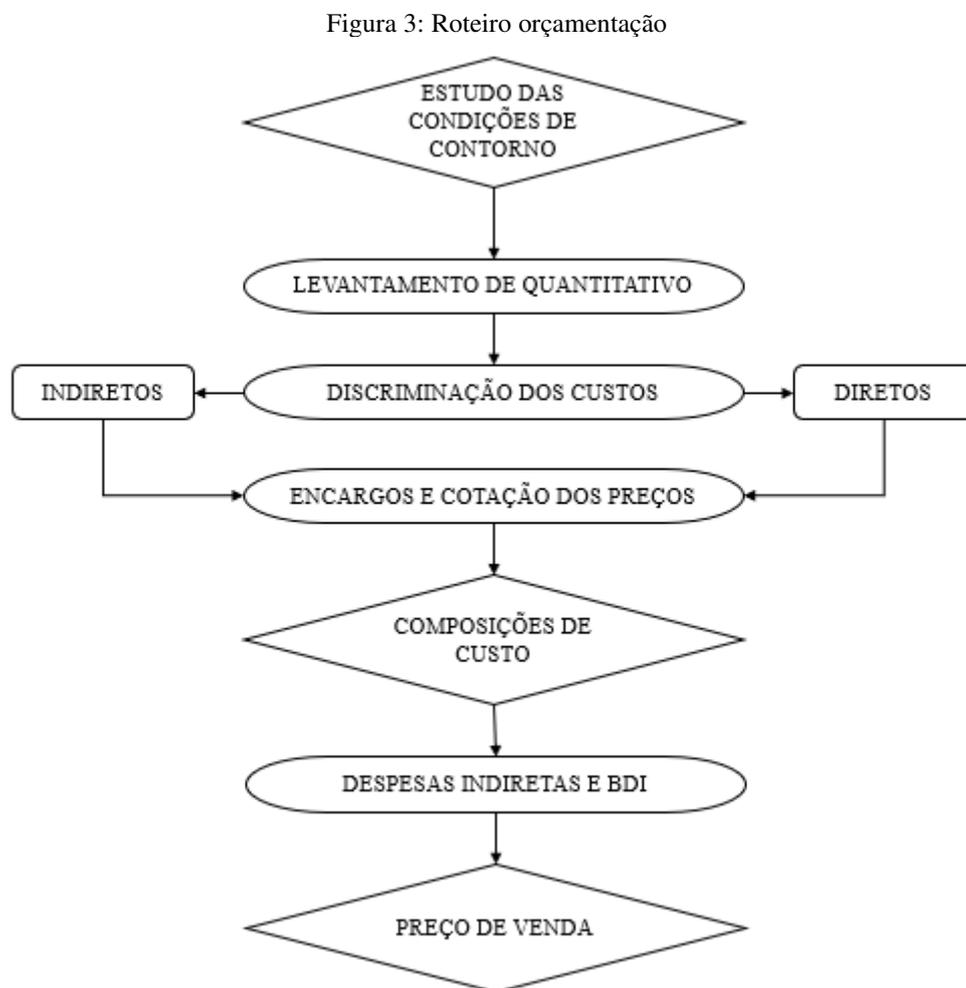
Os orçamentos são tipificados de acordo com o seu grau de detalhamento, como mencionado anteriormente, quanto mais detalhado for o orçamento mais preciso ele será. Assim, classifica-se o orçamento em: estimativa de custo, preliminar e analítico ou detalhado. No primeiro caso, são utilizados indicadores genéricos, onde o mais utilizado é o Custo Unitário Básico (CUB), que representa o custo do m² da construção com base nos padrões dos projetos residenciais, comerciais, industriais (MATTOS, 2014).

Segundo Gonzalèz (2008) o orçamento preliminar é mais preciso que a estimativa de custo, pois possui uma quantidade maior de indicadores e realiza-se o levantamento de quantidades e preços unitários dos principais insumos, como por exemplo, concreto, aço, agregados e etc. O Orçamento analítico é o que apresenta maior precisão, uma vez que o nível de detalhamento é muito grande. Neste tipo de orçamento, precisa-se dos projetos executivos para estudo, listagem e quantificação das atividades para consequente

pesquisa dos custos unitários de cada serviço a ser desenvolvido durante a execução da obra (GONZALÉZ).

4.1.1 Roteiro orçamentação

Mattos (2014) divide os passos para a elaboração do orçamento em três etapas. Essas etapas são subdivididas etapas menores. A primeira etapa, condições de contorno, é composta por três sub etapas: leitura e interpretação do projeto e especificações técnicas; leitura e interpretação do edital e finaliza com a visita técnica. A Figura 3 mostra os passos da orçamentação



Fonte: Adaptado Mattos, 2014.

A segunda etapa, composição de custos, é subdividida nas sub etapas de identificação dos serviços, de levantamento de quantitativos, de discriminação dos custos diretos, e discriminação dos custos indiretos, na cotação dos preços e, por fim, na definição de encargos sociais. A última etapa do orçamento, chamada de fechamento, e subdividida em: definição da lucratividade, cálculo dos Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) e finaliza-se o processo de orçamentação com o desbalanceamento da planilha (MATTOS, 2014).

4.2 PLANEJAMENTO DE OBRAS

O conceito de planejamento está intimamente ligado ao conceito de projeto e, no setor da construção civil, esses projetos compreendem aos projetos arquitetônico (plantas, cortes, fachadas e especificações), estrutural, hidrossanitário e elétrico de uma edificação. Esses projetos possuem quatro fases: concepção, planejamento, execução e finalização (FILHO, 2014).

Assim, temos que o planejamento vem antes da execução, isso significa que decisões são tomadas antes de iniciar a execução, ou seja, o planejamento é toda a organização realizada em papel para a execução da obra, desde a definição do início da obra até a elaboração do cronograma físico financeiro, importante ferramenta de controle de obras (PALHOTA, 2016).

Corroborando com as ideias anteriores pode dizer que o planejamento de obras é uma das principais ferramentas de gerenciamento, uma vez que ele se relaciona com outros setores, como o de compras e comunicação, e com outras ferramentas de gerenciamento, como por exemplo, com o orçamento. Com o planejamento da obra o gerente desta tem em mãos uma ferramenta para nortear as suas ações, acompanhar a execução dos serviços e as evoluções da obra. (MATTOS, 2010).

Mattos (2010) discorre sobre a importância do planejamento no gerenciamento de uma obra e também enfatiza a importância dele no controle da obra. Através dele também é possível avaliar a organização das equipes, o progresso delas e o custo das atividades em execução. São vários os benefícios do planejamento, além dos já citados, dentre eles estão: visão global da obra, identificação de problemas, velocidade na tomada de decisões, ligação com o orçamento, subsidio para uma adequada alocação de recursos e para o acompanhamento da obra, além de indicar profissionalismo.

Porém, esses benéficos do planejamento só são possíveis se for realizado um planejamento eficiente, caso contrário, consequências desfavoráveis pro empreendimento e para a construtora podem surgir, dentre elas atraso no prazo de conclusão da obra e aumento do custo previsto anteriormente na fase de orçamento da obra (NOCÊRA, 2010).

De acordo com Mattos (2010) o planejamento de uma obra pode ser dividido em longo, médio e curto prazo. No planejamento a longo prazo ou estratégico são definidos os prazos para as atividades que compõem as grandes etapas da obra, uma vez que essas demandam mais tempo e influenciam diretamente no cronograma da obra.

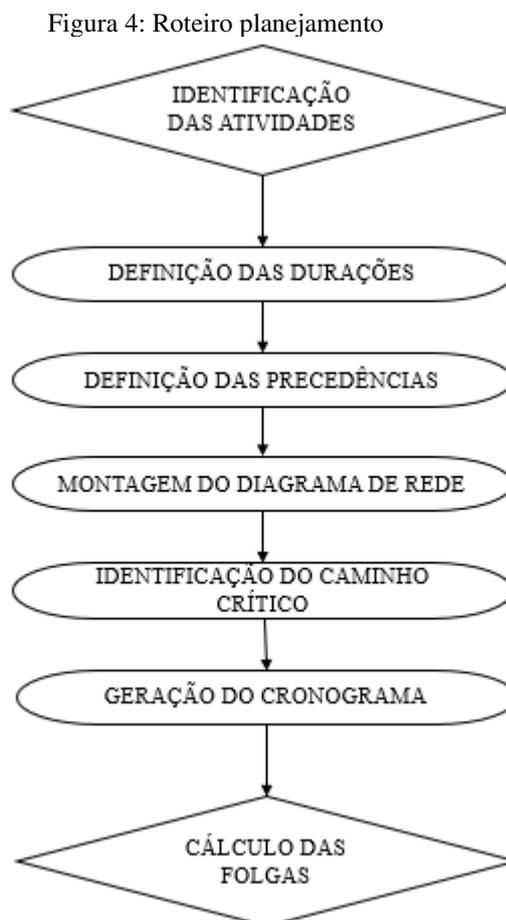
O planejamento a médio prazo ou tático é responsável por reduzir as atividades macros programadas no planejamento anterior. Isso significa que as atividades macros são subdivididas, por exemplo, em mês ou meses. Esse nível do planejamento permite identificar os problemas no decorrer da execução da obra. No planejamento de curto prazo ou operacional são realizadas a programação das atividades semanais. Além disso, são dimensionadas e direcionadas a equipes para atuar nas frentes de serviços, afim de atingir as atividades programadas no planejamento tático (BERNARDES, 2001).

Não existe planejamento sem controle ou monitoramento dos serviços e prazos. É preciso saber se o planejamento realizado antes da execução da obra está funcionando. E esse monitoramento deve ser constante e é realizado através do ciclo PDCA (plan – planejar; do – fazer, check - checar e act - agir) que é composto por quatro etapas, na primeira, planejar, são definidos os prazos e as metas, ela é sub dividida em três outras etapas: estudo do projeto, definição de metodologias e geração de cronogramas e programações (MATTOS, 2010).

Na segunda etapa, desempenhar, os prazos e metas estabelecidos saem do papel e passar a ser realizadas em campo, fisicamente, ela é dividida em dois setores, um responsável pela motivação e informação e o outro em executar as atividades. Na terceira fase, chegar, tem-se o objetivo de verificar se o programado foi executado, comparando o previsto com o realizado. Com isso, divide-se as atividades dessa etapa em dois setores: um responsável por aferir as coisas realizadas e o outro em comparar o previsto com o realizado. Na quarta e última fase, agir, busca-se opiniões dos envolvidos para melhoria das estratégias caso o planejado não tenha sido executado (MATTOS, 2010).

4.2.1 Roteiro planejamento

Assim como foi feito para o orçamento, também será apresentado os passos para a realização de um planejamento. Existem sete passos a serem seguidos para a realização do planejamento de acordo Mattos (2010), todos elencados na Figura 4:



Fonte: Adaptado Mattos, 2010.

No primeiro passo, assim como no orçamento, ocorre o estudo dos projetos e a identificação das atividades a serem executadas. Finaliza-se esta etapa, definido a Estrutura Analítica de Projeto (EAP) que é, de forma simplória, uma síntese estrutural do projeto. Além disso, é uma importante ferramenta de gerenciamento de projetos, pois ela divide as atividades dos projetos em componentes e sub componentes, permitindo, ao gestor da obra, conhecer todos os seus detalhes (LIMMER, 1997).

No segundo passo é definida a duração de execução de cada atividade e os fatores que influenciam na duração delas. No passo três, determina-se as atividades predecessoras e sucessoras, assim como a dependência entre essas atividades, definindo

atividades mandatórias e preferenciais. No quarto passo, inicia-se com a definição do método que será utilizado para a elaboração do diagrama de rede, que representa graficamente a lógica de execução da obra e permite visualizar as dependências entre as atividades, além de contribuir para o cálculo do caminho crítico e das folgas (MATTOS, 2010).

No quinto passo são determinadas as atividades e os caminhos críticos que representam, respectivamente a sequência das atividades que demandam maior tempo para serem concluídas e o caminho que as une. Por fim, no sexto passo é gerado o cronograma da obra sob a forma de gráfico de Gantt (MATTOS, 2010).

Como sabemos, os prazos da obra são definidos em cronogramas. Dentre os cronogramas físicos mais conhecidos estão: o cronograma de Gantt ou de barras horizontal, o Program Evaluation and Review Technique (PERT)/Critical Path Method (CPM) e o de barras inclinadas. O primeiro é indicado para obras de baixa complexidade. O segundo já é indicado para obras complexas. O PERT significa técnicas de avaliação e revisão e o CPM, significa método do caminho crítico (MATTOS, 2010).

4.3 FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS

4.3.1 Microsoft Excel

MS Excel (2016) é uma planilha eletrônica utilizada mundialmente no tratamento de dados através de cálculos automáticos e da exibição de dados através de gráficos e tabelas. É um programa que permite armazenar e tratar dados. É um software amplamente utilizado na construção civil, por exemplo na listagem de matérias para execução de uma atividade, na elaboração de memorial descritivo e de memória de cálculo, na elaboração de checklist, diários de obras e, principalmente, na elaboração de orçamento (BRAMANTE, 2020).

4.3.2 Microsoft Office Project

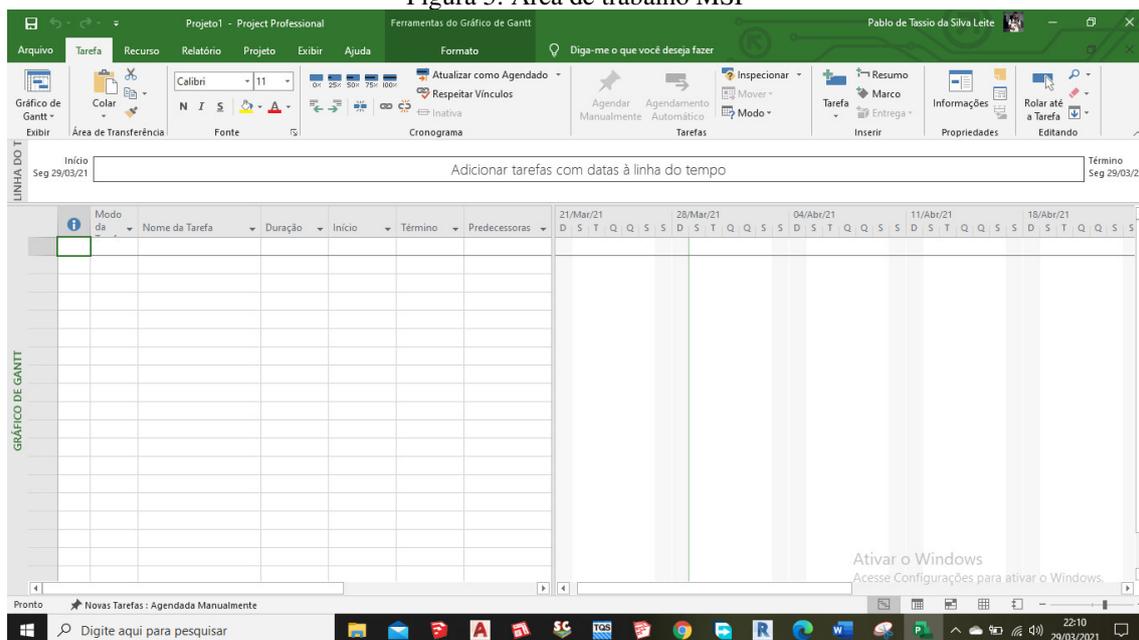
O MS Project (2016) foi desenvolvido em 1985 para auxiliar na visualização gráfica de tarefas e atividades de um projeto, somente em 1990 foi lançada a primeira versão para Windows. Como já é sabido, o MS Project é utilizado no planejamento de projetos através das informações nele armazenadas. Através dessas informações o

programa nos permite programar, orçar, controlar e cronometrar o tempo de um projeto atribuindo tempo e custo às suas atividades (MICROSOFT, 2020).

O planejamento no MS Project leva em consideração as etapas ou fases de um projeto, chamadas de tarefas. Quando uma tarefa é concluída ela é representada por um marco, isso significa que uma fase do projeto foi concluída ou que uma atividade foi executada e para isso tem-se os recursos, outro componente que deve ser considerado no processo de planejamento de um projeto. Eles representam os insumos necessários para a realização da atividade (MICROSOFT, 2020).

As informações no MS Project podem ser apresentadas sob a forma de gráficos, planilhas e formulários. Na Figura 5 mostra-se a tela inicial do programa, onde as informações são exibidas sob a forma de Gráfico de Gantt. Como podemos observar, a tela inicial consiste em uma tabela e um gráfico de barras.

Figura 5: Área de trabalho MSP



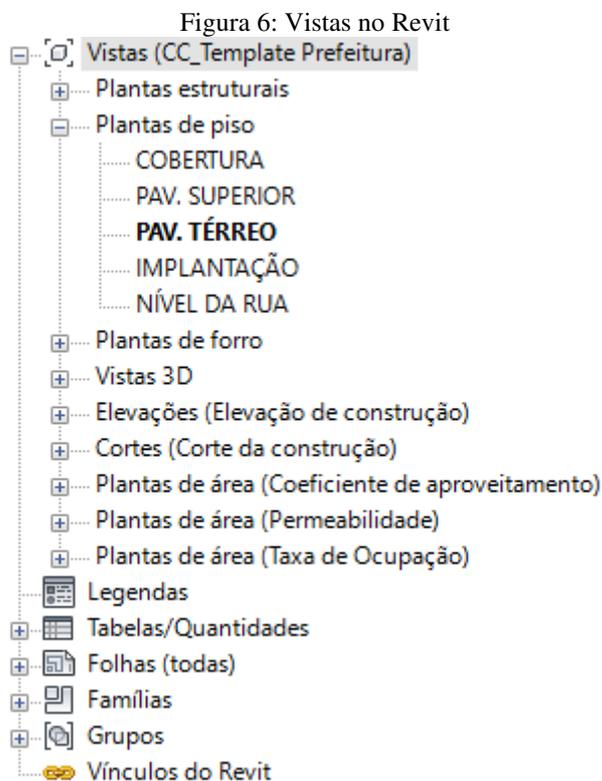
Fonte: Autoria própria, 2021.

No lado esquerdo do gráfico são listadas as tarefas do projeto e do esquerdo o tempo de duração dessa tarefa sob a forma de gráfico de barras. Com esta configuração o MSP permite além do planejamento o controle de um projeto ou obra. Porém, para que isso ocorra de forma adequada três fatores são de grande importância: o tempo ou duração do projeto ou atividade que compõe o projeto, o custo para executar o projeto e o seu escopo (MICROSOFT, 2020).

4.3.3 Autodesk Revit e a Modelagem da Informação da Construção (BIM)

O Revit é um programa computacional de modelagem em três dimensões (3D) que utiliza o conceito BIM (do inglês Building Information Modeling), que em português significa Modelagem da Informação da Construção, onde as edificações são modeladas virtualmente permitindo ao projetista examinar todo o projeto, as possíveis interferências com outros projetos (estrutural, elétrico, hidrossanitário) ou com os elementos que o compõem, quantificar e precificar os materiais da edificação e fazer a coordenação através do link com outros softwares. Nessa nova metodologia de projeto são utilizadas informações reais para identificar os possíveis problemas do projeto (GONÇALVES, 2019).

O nome do software Revit veio da combinação de duas palavras (do inglês, Revise e Instantly) e significa em português revisar instantaneamente. Com isso, as alterações feitas no projeto, por exemplo na planta de piso, serão refletidas imediatamente nas outras vistas do projeto: nos cortes, nas fachadas, nas plantas de forro, piso layout e etc. As vistas, Figura 6, representam no Revit as diferentes formas de ver o mesmo projeto: em planta, corte, fachada, em duas dimensões (2D) ou 3D (NETTO, 2015).



Fonte: Autoria própria, 2021.

Todos os itens entre as palavras “Vistas” e “Legendas” mostradas na Figura 4 são as vistas do projeto e qualquer alteração feita em uma vista, por exemplo na planta de piso do “PAV. TÉRREO” será instantaneamente aplicada às outras vistas. Isso significa que se for desenhada uma parede na planta de piso do “PAV. SUPERIOR” ela será exibida nas demais vistas do projeto, como na vista 3D, nas elevações e cortes.

A diferença entre a modelagem 2D e 3D do AutoCad para o Revit está justamente nessa possibilidade de alterar um objeto em uma vista e ele se ajustar simultaneamente em outra vista do mesmo projeto. Além disso, outra diferença é que em programas de CAD (Computer Aided Design) convencionais como o AutoCad, são utilizadas linhas para desenhar elementos representativos como as paredes. Já no Revit não se utiliza linhas para desenhar e sim elementos construtivos, como lajes, vigas, portas, paredes e etc. (NETTO, 2015)

Estes elementos construtivos, possuem características/informações bem definidas sobre sua geometria, sobre o material a ser utilizado na sua confecção, o custo e etc. a alteração desses elementos em um projeto pode ser feita em qualquer vista e a mesma será aplicada às demais vistas do projeto que contenham esse elemento, caso seja essa a necessidade do projetista.

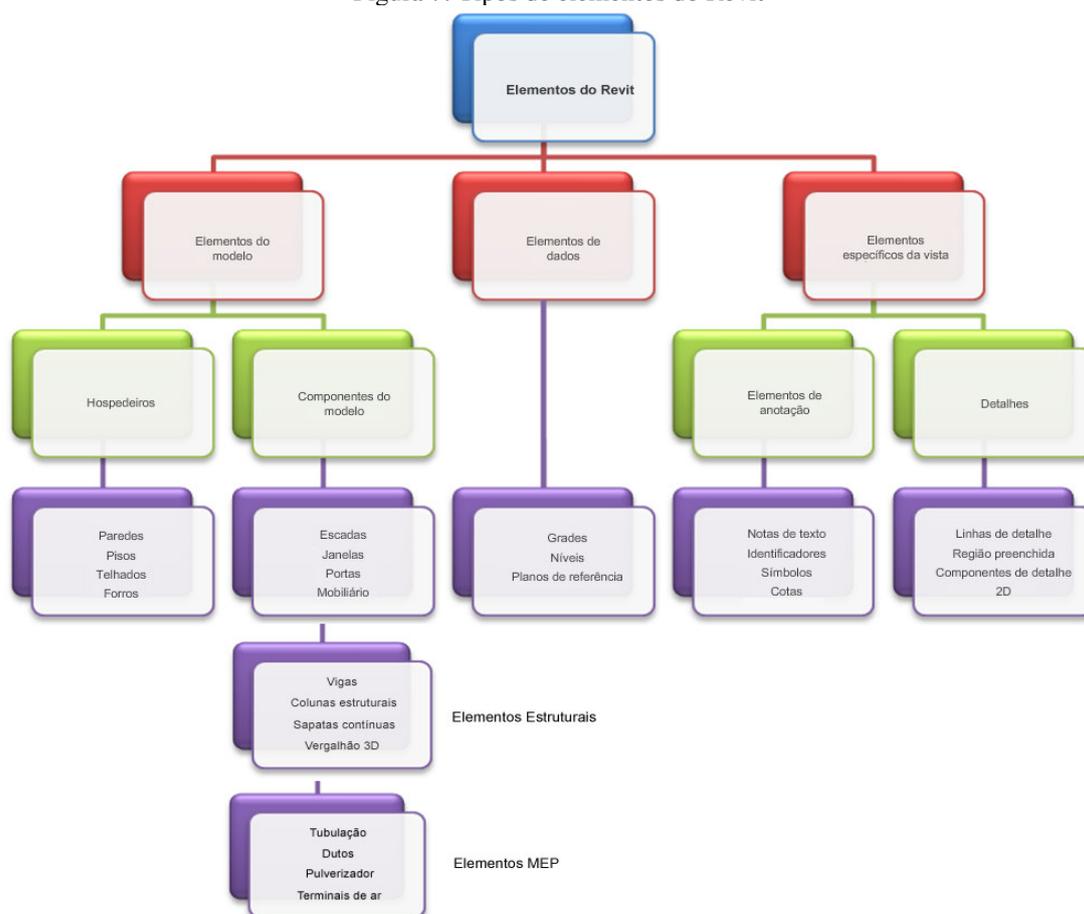
Como podemos observar na Figura 7 o Revit possui três tipos de elementos: do modelo, de dados e os específicos de cada vista. Os elementos do modelo são categorizados em hospedeiros e componentes. Os hospedeiros são as paredes, pisos, telhados e forros. São chamados assim porque eles são utilizados para inserir os componentes do modelo, que são janelas, portas, móveis, elementos estruturais (vigas, pilares, lajes, etc.) e os elementos de instalações elétricas, hidrossanitários e etc.

A diferença principal entre estes dois elementos é que os elementos de modelo hospedeiro são objetos da obra construídos no próprio local, como as paredes por exemplo e os pisos. Os componentes geralmente são produzidos em outro local, ou seja, “comprados feitos” e instalados na obra em elementos já construídos, como as paredes.

Os elementos de dados definem o contexto do projeto, eles estão presentes em todas as vistas importantes, que são os níveis presentes nos cortes e elevações, os planos de referência, presentes nas vistas desejadas e os eixos presentes nas plantas de pisos. Os elementos específicos de cada vista só aparecem nas vistas que foram colocados e classificam-se em elementos de anotação e detalhes, são utilizados na descrição e documentação do projeto (NETTO, 2015).

Na Figura 07 está tipificado os elementos que fazem parte do Revit.

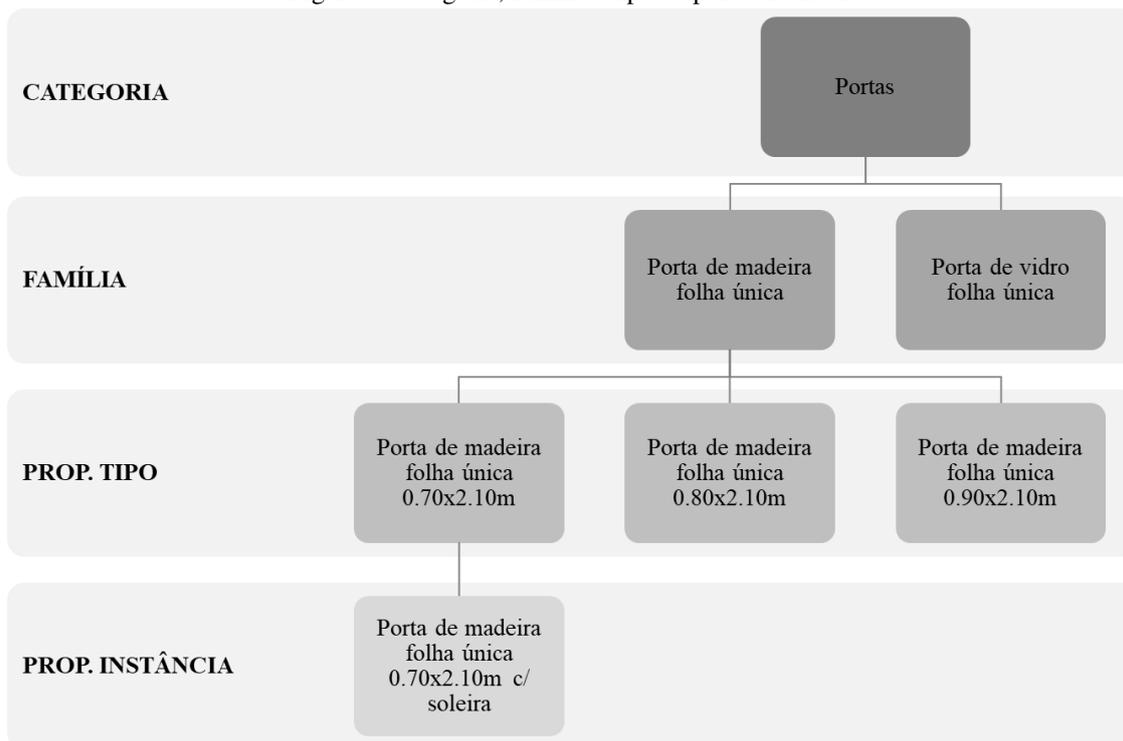
Figura 7: Tipos de elementos do Revit



Fonte: Autodesk Revit, 2021.

Os elementos de um projeto no Revit (2021) possuem família, que representam um conjunto de objetos do mesmo tipo e com os mesmos parâmetros e comportamentos, ou seja, reúne objetos da mesma categoria, porém com características diferentes. Ao inserir um objeto em um desenho ele é classificado como uma instância de um tipo de família e pode apresentar características comuns aos objetos do mesmo tipo (Propriedades de tipo) e outras específicas, próprias da instância (Propriedade da instância), a Figura 8 mostra a família e as propriedades de tipo e de instância da categoria de porta no Revit (NETTO, 2015).

Figura 8: Categoria, família e tipo de portas no Revit



Fonte: Adaptado Autodesk Revit, 2021.

Na Figura 8 tem-se a categoria de portas, composta por dois tipos de família de portas com material diferente. Cada uma dessas portas é uma família, a família de portas de madeira folha única possui três tipos de portas com larguras diferentes, algumas características ou parâmetros são comuns aos três tipos de portas de madeira, como por exemplo o material e a altura. Outras são específicas de cada instância, como por exemplo ter ou não soleira. Diante disso, é possível ter duas portas do mesmo tipo com soleira e em um cômodo e no outro sem soleira (NETTO, 2015).

4.3.3.1 Elementos paramétricos

Como podemos ver no exemplo ilustrado na Figura 8, cada elemento de uma família tem suas propriedades de tipo, iguais para todos os objetos do mesmo tipo, e propriedades de instâncias próprias da instância inserida no projeto que podem variar de um objeto para outro. Isso permite usar o mesmo objeto com comportamento diferente em cada situação do projeto.

Por exemplo, uma porta tem como características de tipo a altura de 2.10 m, o material madeira e a folha única. Ao inserir uma porta e definir a largura de 0.80 m e a utilização de soleira, tais características são da instância, ou seja, do objeto que está sendo

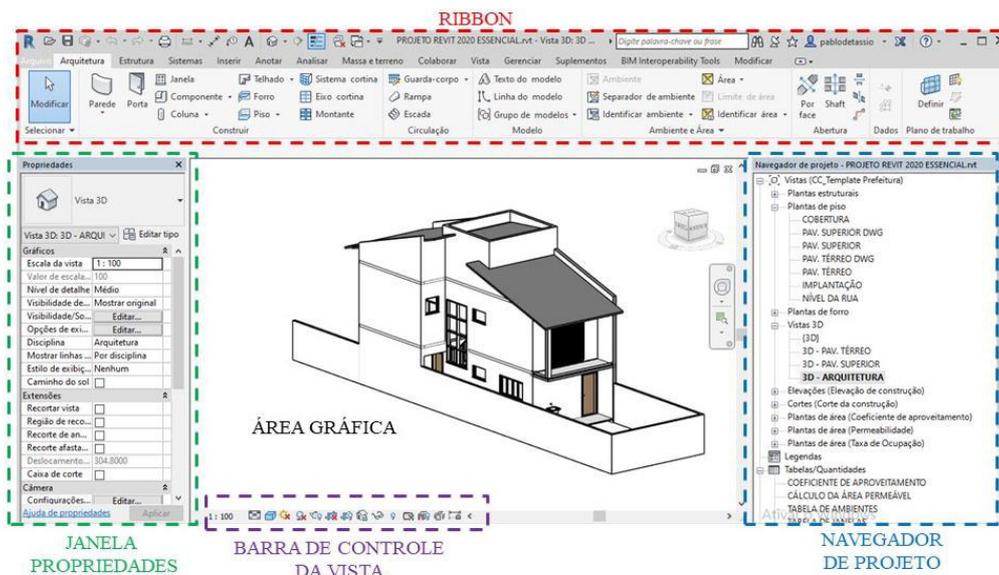
inserido. Com isso, as propriedades do tipo da porta é a altura e o material e as da instância é a largura e a possibilidade se colocar ou não soleira. Outro exemplo é um tipo de parede com espessuras fixas (propriedade tipo) e alturas variáveis (propriedade da instância). Isso significa que um mesmo tipo de parede pode apresentar varias de alturas diferentes.

Desta forma podemos observar que os objetos de uma classe podem variar de acordo com seus parâmetros e relações com outros objetos, o que caracteriza um elemento paramétrico, que consiste na criação de variações de um mesmo tipo de objeto por meio de parâmetros (AUTODESK REVIT, 2021).

4.3.3.2 Interface do Revit

A Figura 9 mostra as principais áreas da tela inicial do Revit (2021) ao iniciar um projeto.

Figura 9: Interface Revit 2021



Fonte: Autoria própria, 2021.

A Ribbon é composta por abas que agrupam as ferramentas de um determinado tema de projeto. Na Figura 9 está selecionada a aba arquitetura (parte cinza clara da área tracejada com linhas vermelhas) e nela podemos ver todas a ferramentas para inserir, editar e remover os elementos construtivos de um projeto arquitetônico. o navegador de projeto exibe todas as vistas do projeto. Na Figura 9 a vista que está sendo exibida na área gráfica é a vista “3D – ARQUITETURA” do projeto. A janela propriedades mostra as propriedades da vista ou do elemento selecionado na vista (AUTODESK REVIT, 2021).

4.4 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO – BIM

Em dezembro de 2021 o conceito BIM completa 29 anos, mas sua idealização é bem mais antiga, desde 1974 já se falava em atribuir informação a projetos de edificações elaborados em CAD. Com o desenvolvimento da tecnologia da informação foi possível atribuir informações dos elementos construtivos da edificação nos projetos (GONÇALVES, 2018).

Desde então muito tem se ouvido falar sobre BIM como uma ferramenta de modelagem tridimensional, porém, além da representação geométrica da edificação em 3D, também são modeladas informações referentes ao projeto. De acordo com Eastman o BIM:

(..) é uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores (AEC) na elaboração de um modelo virtual preciso, que gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos e ações em todas as fases da construção” (EASTMAN *et al.*, 2014, p. 15).

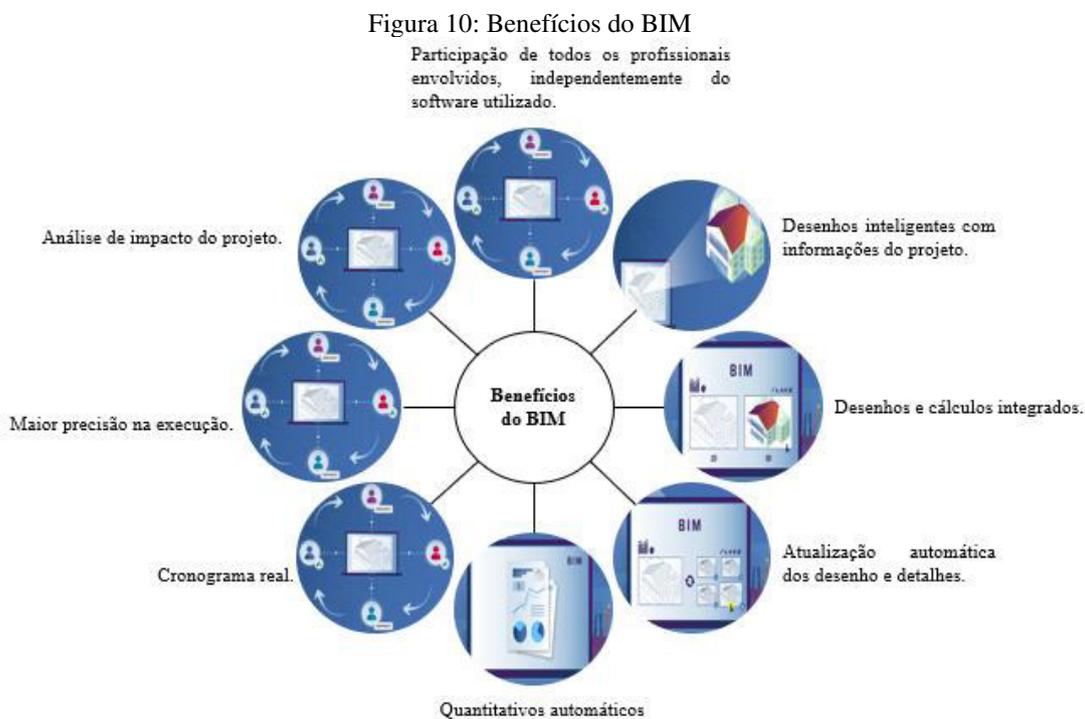
Pela definição de Eastman temos que o BIM não é um software computacional e sim uma metodologia de projeto que consiste na “representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação, que contém todas informações do ciclo de vida da construção, disponíveis em projeto” (GONÇALVES, 2018, p. 2).

Além da representação em três dimensões outra característica que os softwares e ferramentas computacionais BIM apresentam é a parametricidade, conceito apresentado anteriormente no item 4.3.3.1. Diante desse conceito percebemos que na metodologia BIM, além da representação 3D são atreladas informações aos elementos construtivos da edificação no projeto (GONÇALVES, 2018).

O projeto de uma edificação modelada em BIM possui informações de todas as disciplinas (arquitetura, estrutura, instalações hidrossanitárias e elétrica) relacionadas à execução da obra em uma única plataforma e com visualização 3D. Além das informações diretamente relacionadas à obra também são atreladas informações sobre o gerenciamento e execução do empreendimento referentes aos quantitativos, custos e fornecedores de materiais e aos prazos, durações e precedências das atividades do projeto e etc. (AUTODOC, 2018).

No conceito de BIM apresentado por Eastman *et al.* (2014) é possível identificar o principal benefício da metodologia BIM: a integração entre todos os profissionais envolvidos na elaboração do projeto, chamada por ele de integração EAC (engenharia,

arquitetura e construção). Além disso, a Figura 10 mostra os principais benefícios do BIM na elaboração dos projetos de uma edificação.



Fonte: Adaptado Gonçalves, 2018.

Na metodologia BIM existe uma integração, um alinhamento, uma maior comunicação entre os profissionais envolvidos na elaboração dos projetos de um empreendimento, onde arquitetos, engenheiros e construtores compartilham, adicionam, recebem e atualizam informações em uma única plataforma independente do software utilizado (AUTODOC, 2018).

4.4.1 Interoperabilidade e compatibilização BIM

A integração entre os vários profissionais envolvidos na elaboração do projeto de uma edificação só é possível em decorrência da interoperabilidade do sistema, que consiste na capacidade da metodologia BIM de se comunicar e trocar informações com outros sistemas de diferentes fabricantes. Tal conceito surgiu da Aliança Internacional para Interoperabilidade (IAI – do inglês, *International Alliance for Interoperability*), organização resultante da aliança da Autodesk e diversas outras empresas, Figura 11 (GONÇALVES JR, 2018).

Tradicionalmente a compatibilização de projetos na metodologia CAD consiste na sobreposição manual dos desenhos 2D da edificação, cuja precisão na análise das interferências depende da quantidade de disciplinas e do nível de detalhe dos elementos do projeto. No BIM a análise de interferências é mais precisa que a metodologia tradicional CAD devido aos elementos paramétricos que une a representação 3D da edificação às informações necessárias para avaliar as interferências antes da fase de execução da edificação (GONÇALVES, 2018).

A compatibilização em BIM só é possível devido a interoperabilidade do sistema, uma vez que para realizar a compatibilização de projetos em BIM é necessário que todos os profissionais do projeto estejam envolvidos, e para isso, é preciso integrar todas as disciplinas do projeto em uma única plataforma para que ocorra a detecção, análise e definição de soluções das interferências (GONÇALVES, 2018).

A Figura 13 apresenta a sequência de atividades a serem realizadas no processo de compatibilização dos projetos em BIM.

Figura 13: Metodologia Bim de compatibilização de projetos



Fonte: Gonçalves, 2018.

Na metodologia de compatibilização em BIM proposta por Gonçalves (2018), após a identificação das interferências de forma automática passa-se à fase de gerenciamento das interferências, onde busca-se soluções para os conflitos entre disciplinas e ou elementos do projeto.

Antes disso, as interferências identificadas são direcionadas aos responsáveis pelo projeto, isso significa que ao identificar uma interferência de uma porta com um pilar a solução será dada pelos dois profissionais responsáveis pelas disciplinas do projeto em questão, neste exemplo arquitetura e estrutura. É uma interferência interdisciplinar. Pode ocorrer também interferências entre os elementos que compõem o projeto de uma mesma disciplina por exemplo uma porta interferindo com o piso, neste caso a compatibilização

é realizada no próprio ambiente de trabalho, durante a elaboração do projeto (GONÇALVES, 2018).

Além da detecção automática a metodologia BIM também classifica as interferências, Figura 14, identificadas no processo de compatibilização. Existem dois tipos de interferências: geométricas (*clash*) e funcionais (*soft clash*). As interferências geométricas ou físicas são classificadas em crítica, moderada e leve.



Fonte: CBIC, 2016.

A Figura 15 mostra que o BIM integra todas as fases do ciclo de vida do projeto, assim como os profissionais envolvidos.



Fonte: Gonçalves, 2018.

Diante dessa integração proporcionada pela metodologia BIM entre todos os envolvidos na elaboração do projeto de uma obra temos que o BIM é importante para o investidor, para os projetistas, para a equipe de planejamento e orçamento e para o construtor. No caso do investidor a metodologia em questão é importante pois a sua aplicação lhe permite fazer uma avaliação dos impactos, da viabilidade técnica e financeira e das previsões de prazo e custo do empreendimento (GONÇALVES JR, 2018).

Para os projetistas a importância do BIM está principalmente na comunicação e na troca de informações proporcionada pela integração em um único ambiente de todos os projetos permitindo assim a compatibilização e a identificação de interferências entre as várias disciplinas do empreendimento. Para os demais envolvidos, que é a equipe de planejamento, orçamento e execução, a importância do BIM reside na capacidade de gerar prazos e custos reais de execução da obra (GONÇALVES JR, 2018).

4.4.2 Dimensões BIM

Diante da definição e dos benefícios do BIM percebe-se que ele possui aplicação em todo o ciclo de vida do projeto, indo além da representação tridimensional da edificação. Isso porque as informações modeladas no projeto podem ser utilizadas no planejamento, orçamento, controle e operação do empreendimento. Sabendo-se disso, a Figura 12 mostra as dimensões da modelagem em BIM.

Figura 16: Dimensões do BIM



Fonte: Garibaldi, 2020.

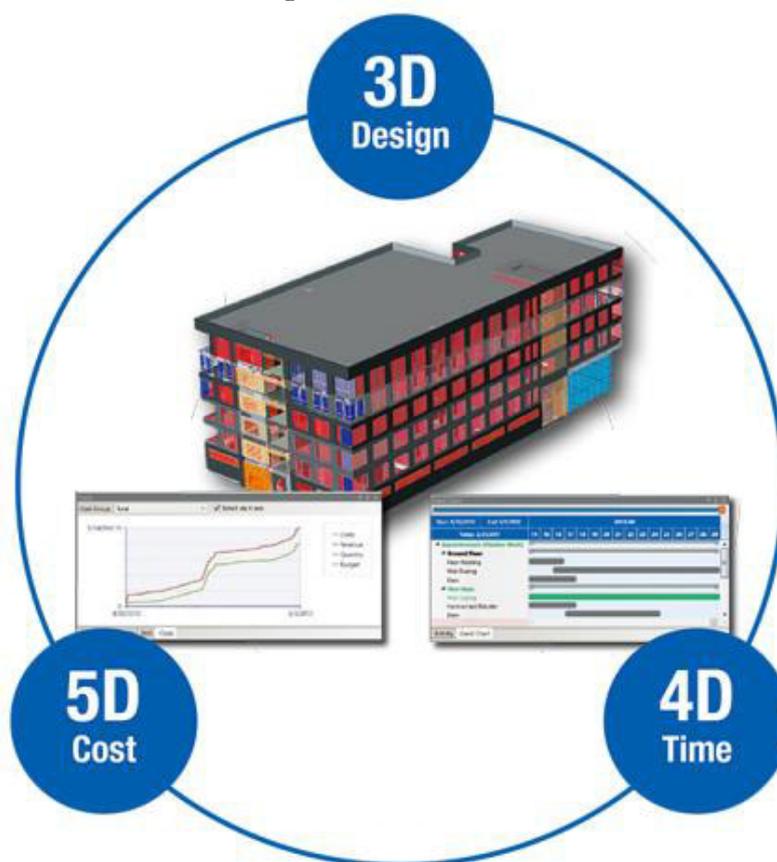
A dimensão 3D do BIM refere-se à representação virtual de todas as disciplinas do projeto, ou seja, inclui em um único ambiente de modelagem os aspectos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico da edificação. A dimensão 4D refere-se ao fator tempo do projeto, nesta dimensão da modelagem são inseridas informações à

representação geométrica da edificação relacionadas ao cronograma da obra, sendo definida as durações das atividades e as datas de início e término do projeto (FELLER, 2016).

A dimensão 5D refere-se aos custos do projeto, onde os elementos construtivos da edificação são vinculados aos seus custos unitários. Além de permitir o levantamento de quantitativos rapidamente, as alterações feitas no projeto também refletem nos valores e quantitativos automaticamente. A dimensão 6D refere-se à sustentabilidade da edificação, nesta dimensão são realizadas estimativas de consumo energético por exemplo. A dimensão 7D refere-se ao ciclo de vida do projeto e a gestão das instalações (FELLER, 2016).

A Figura 17 mostra a integração que ocorre na metodologia BIM entra as etapas de modelagem, planejamento e orçamento de uma edificação.

Figura 17: BIM 3D, 4D, 5D



Fonte: Feller, 2016.

Como podemos observar, Figura 17, na metodologia BIM, integra-se ao modelo 3D da edificação, informações sobre tempo (BIM 4D) e o custo (BIM 5D).

5 METODOLOGIA

A metodologia consiste no estudo da organização e dos passos para se realizar uma pesquisa, que é um procedimento que tem como objetivo encontrar respostas aos problemas propostos sobre um determinado tema. As pesquisas são tipificadas de acordo com a abordagem (pesquisa qualitativa e quantitativa), a natureza (pesquisa básica e aplicada), os objetivos (pesquisa exploratória, descritiva e explicativa) e os procedimentos (experimental, bibliográfica, documental e de campo. Com isso, este trabalho conclusão de curso consistiu em uma pesquisa experimental com objetivo explicativo (FONSECA, 2002).

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

5.1.1 Características gerais

A edificação em estudo é composta por quatro pavimentos, sendo dois apartamentos por andar, totalizando 8 apartamentos. Na Tabela 1 estão as áreas da edificação, nela podemos observar que o terreno possui 534,27 m², sendo que a área construída é de 1207,25 m². A área livre, que consiste na diferença entre a área de projeção da edificação e a área do terreno, é de 292,82. A área livre e o hall/escadas são as únicas áreas comuns da edificação.

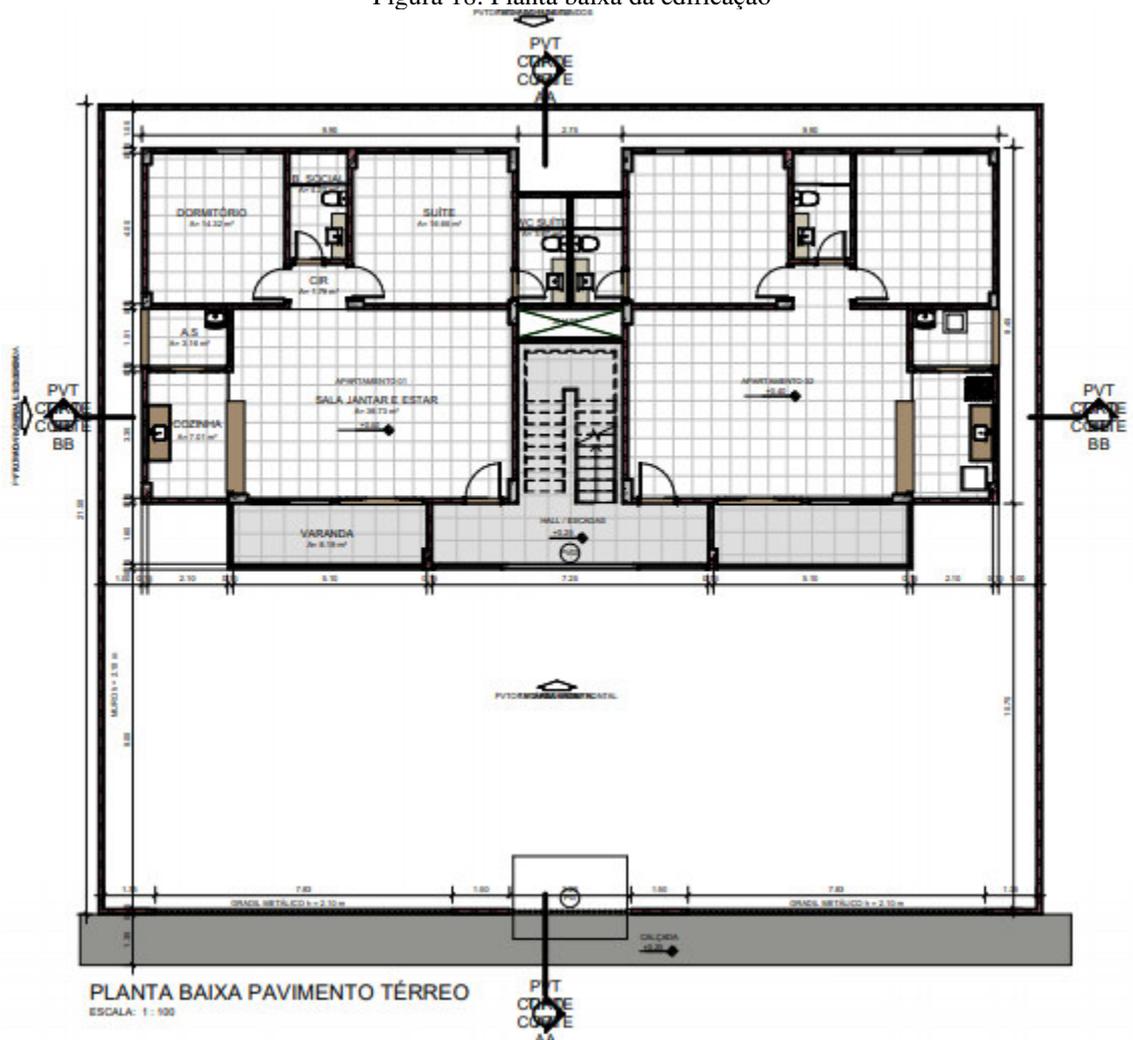
Tabela 1: Quadro de áreas da edificação

<u>AMBIENTE/LOCAL</u>	<u>ÁREA (m²)</u>
Terreno	534,27
Pav. Térreo	241,45
1° pav. Tipo	241,45
2° pav. Tipo	241,45
3° pav. Tipo	241,45
Laje cobertura	241,45
Construída	1207,25
Livre	292,82
Hall e escadas	23,81
Util do apto tipo	95,73
Varanda	8,19
Área de serviço	3,16
Sala jantar/estar	36,73
Suíte	16,66
Wc suíte	3,67
Dormitório	14,32
Wc social	4,20
Cozinha	7,01
Circulação	1,79

Fonte: Autoria própria, 2021.

Na mesma tabela é possível ver a área útil do apartamento tipo, que consiste na soma das áreas internas de cada ambiente. Cada apartamento possui 02 quartos (1 suíte), dois banheiros (um social e um da suíte), sala de estar/jantar, varanda, cozinha e área de serviço, como pode ser visto na Figura 17, onde também é possível verificar a área de cada ambiente do apartamento. A área de cada ambiente pode ser conferida na Tabela 1 e na Figura 18, que mostra a planta baixa do pavimento térreo da edificação.

Figura 18: Planta baixa da edificação



Fonte: Autoria própria, 2021.

5.1.1.1 Sistema construtivo

A Tabela 2 mostra os sistemas construtivos da edificação para a fundação, estrutura, vedação e cobertura, além disso são apresentados os códigos SINAP das composições utilizadas para descrever os sistemas construtivos. A fundação da estrutura é composta por estacas e blocos de coroamento em concreto armado. A estrutura da

edificação é em concreto armado sendo dividida em infraestrutura que compreende as vigas baldrame e superestrutura que compreende aos pilares, vigas e lajes da edificação.

Tabela 2: Sistemas construtivos da edificação

ITEM	SISTEMA CONSTRUTIVO	DESCRIÇÃO	CÓDIGO SINAP	
Fundações	Estaca hélice continua 30 cm	Estaca hélice contínua, diâmetro de 30 cm, incluso concreto fck=30mpa e armadura mínima (exclusive mobilização e desmobilização e bombeamento).	100651	
Estrutura	Concreto armado	Armadura	Armação de pilar, viga e laje de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA 60 e CA 50	92759; 92767
		Concreto	Concreto fck = 30mpa, traço 1:2, 1:2,5 (cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira	94966
Alvenaria de vedação	Tijolos cerâmicos	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x14x19cm (espessura 14cm, bloco deitado) de paredes com área líquida maior ou igual a 6m2 com vãos e argamassa de assentamento com preparo em betoneira.	87525	
Cobertura	Laje impermeabilizada	Impermeabilização	Impermeabilização com manta asfáltica, uma camada, inclusa aplicação de primer asfáltico, e=3mm.	98546
		Proteção mecânica	Proteção mecânica de superfície vertical com argamassa de cimento e areia, traço 1:3, e=2 cm.	98564

Fonte: Adaptado SINAPI, 2021.

5.1.1.2 Acabamentos internos e externos

A Tabela 3 mostra a descrição e o código das composições para os itens de acabamento das fachadas da edificação. Somente a fachada frontal da edificação possui revestimento cerâmico. As fachas da edificação podem ser observadas na Figura 19.

Tabela 3: Tipos de acabamentos externos da edificação

TIPO DE ACABAMENTO	DESCRIÇÃO	CÓDIGO SINAP
Paredes externas	Pintura com tinta texturizada acrílica em	88424
	Pintura tinta látex em parede emassada com uma demão	
	Revestimento cerâmico 2,5x2,5 cm	Revestimento cerâmico para paredes externas em pastilhas de porcelana 2,5 x 2,5 cm (placas de 30 x 30 cm), alinhadas a prumo, aplicado em panos com vãos.

Fonte: Adaptado SINAPI, 2021.

A Tabela 4 mostra a descrição para os itens de acabamento interno dos apartamentos, são informações sobre os pisos, esquadrias, pintura, forro e revestimentos

dos apartamentos. Nela também podemos observar as características levadas em consideração durante a modelagem da edificação de acordo com a descrição SINAPI (2021) e os códigos das composições.

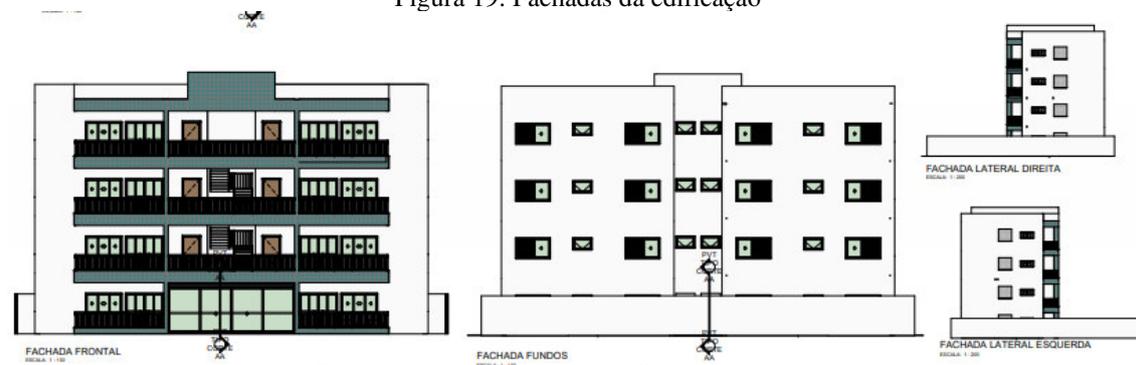
Tabela 4: Tipos de acabamentos internos dos apartamentos

TIPO DE ACABAMENTO	DESCRIÇÃO	CÓDIGO SINAP
Forro	Forro em placas de gesso, para ambientes residenciais.	96109
Piso interno	Revestimento cerâmico para piso com Cerâmico placas tipo esmaltada extra de dimensões 60x60cm 60x60 cm aplicada em Ambientes de área maior que 10 m ² .	87257
	Revestimento cerâmico para piso com Porcelanato placas tipo porcelanato de dimensões 60x60 60x60cm cm aplicada em ambientes de área maior que 10 m ² .	87263
Paredes	Pintura Pintura em tinta látex em parede emassada com uma demão	88488
	Revestimento cerâmico para paredes Revestimento internas com placas tipo esmaltada extra de cerâmico 20x20 dimensões 20x20 cm aplicadas em cm ambientes de área maior que 5 m ² na altura inteira das paredes.	87265
Esquadrias	Portas Tipo porta-pronta, com batentes e guarnições de madeira e em vidro/alumínio	94562
	Janelas Janela integrada veneziana vertical em alumínio e vidro	98600

Fonte: Adaptado SINAPI, 2021.

A Figura 19 mostra as fachadas da edificação.

Figura 19: Fachadas da edificação

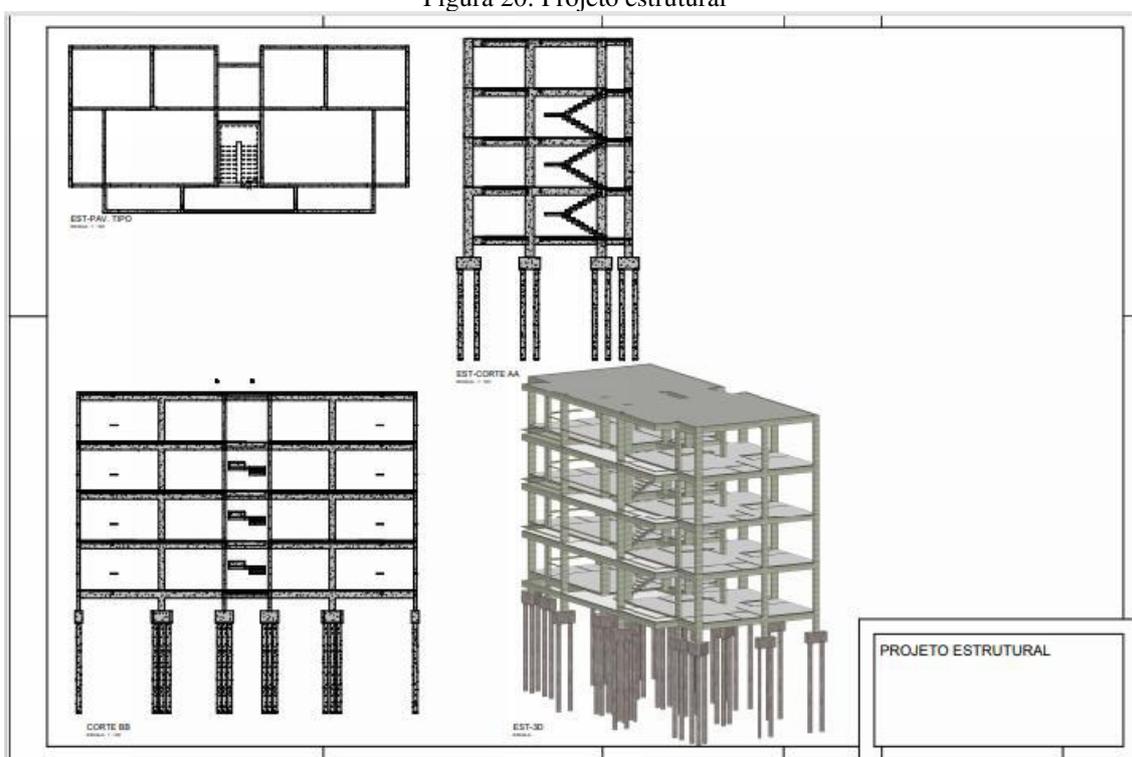


Fonte: Autoria própria.

5.1.2 Modelagem da edificação

A modelagem da edificação foi realizada no Revit (2021), o primeiro projeto modelado foi a volumetria do estrutural, Figura 20, o objetivo com a modelagem dessa disciplina no Revit era obter a visualizada tridimensional das fundações e estruturas da edificação e obter o volume de concreto para a orçamentação. Além de utiliza-lo como vinculo na elaboração dos demais projetos, evitando interferências entre os elementos construtivos.

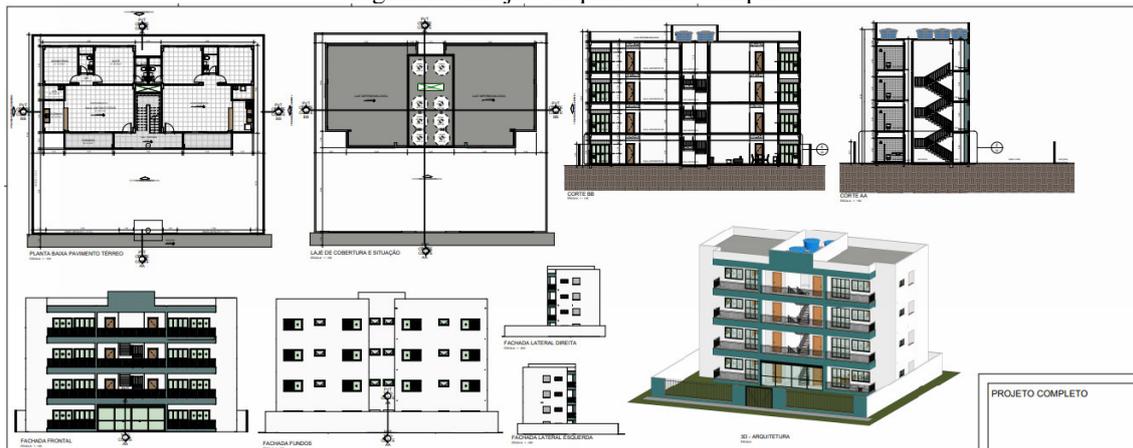
Figura 20: Projeto estrutural



Fonte: Autoria própria, 2021.

Depois da modelagem do projeto estrutural, iniciou a modelagem do projeto arquitetônico, dividido em dois, o projeto da edificação, mostrando as características gerais dos acabamentos externos como pintura e revestimento, Figura 21, e do pavimento tipo, Figura 22.

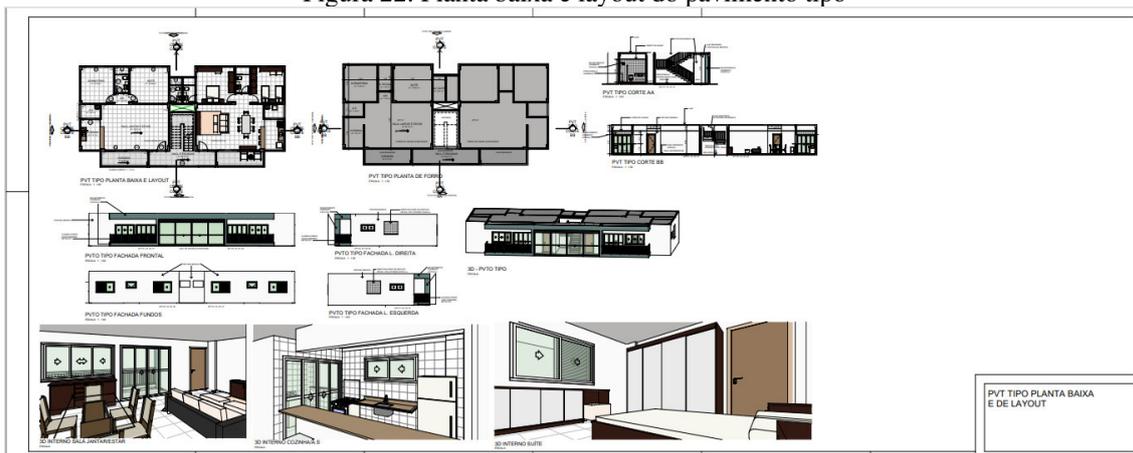
Figura 21: Projeto arquitetônico completo



Fonte: Autoria própria, 2021.

Na Figura 22, Planta baixa e layout da edificação, é possível identificar as características internas e externas dos apartamentos.

Figura 22: Planta baixa e layout do pavimento tipo



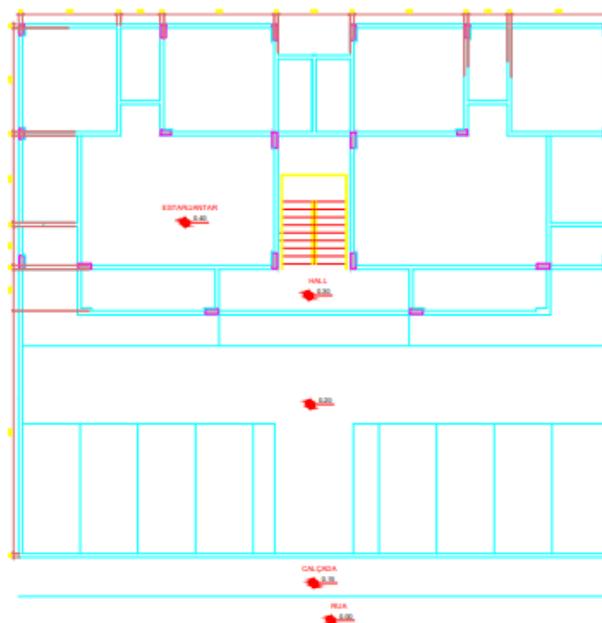
Fonte: Autoria própria, 2021.

5.1.2.1 Softwares utilizados

- AutoCad (2021) da Autodesk

O AutoCad licença estudantil versão 2021 foi utilizado na elaboração dos croquis da edificação, que consiste na planta baixa de idealização do projeto. Não foi a planta definitiva, ao iniciara modelagem no Revit (2021) foram feitas alterações no layout e nas dimensões dos ambientes. A planta elaborada no AutoCad, Figura 23, foi exportada para o Revit e utilizada como ponto de partida na modelagem 3D da edificação.

Figura 23: Planta baixa elaborada no AutoCad



Fonte: Autoria própria, 2021.

- Autodesk Revit (2021)

A licença estudantil do Revit (2021) foi utilizada na elaboração dos projetos arquitetônico, Figuras 20, 21 e estrutural, Figura 19 e na quantificação automática dos elementos construtivos da edificação.

- MS Excel (2016)

O MS Excel (2016), foi utilizado na organização dos quantitativos exportados do Revit, nos cálculos e na elaboração das planilhas orçamentaria e do cronograma físico-financeiro.

- MS Project (2016)

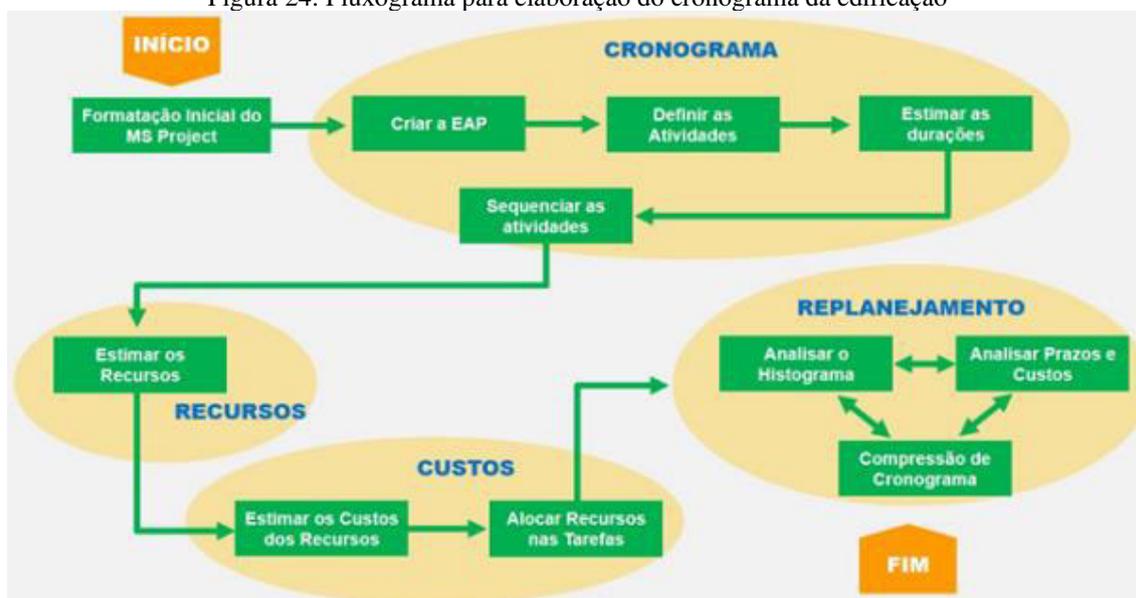
O MS Project (2016) é uma ferramenta computacional voltada para a gestão de projetos onde trabalha-se com informações referentes ao tempo e duração das atividades de um projeto (SOUZA, 2010). Devido a isso, ele foi utilizado na elaboração da EAP do projeto, e na determinação das datas de início e término da obra e também foi utilizado no cálculo das durações das atividades e na definição das atividades predecessoras pro projeto.

5.1.3 Planejamento no MS Project (2016)

5.1.3.1 Fluxograma para elaboração do planejamento da edificação

A Figura 24 mostra o fluxograma para elaboração do planejamento no MS Project (2016) da edificação. O fluxograma consiste basicamente em quatro etapas: elaboração do cronograma, alocação de recursos, inserção de custo e replanejamento. Na Figura 24 é possível observar as atividades de cada etapa do fluxograma. Os resultados do planejamento da edificação em estudo referem-se somente as três primeiras etapas do fluxograma apresentado.

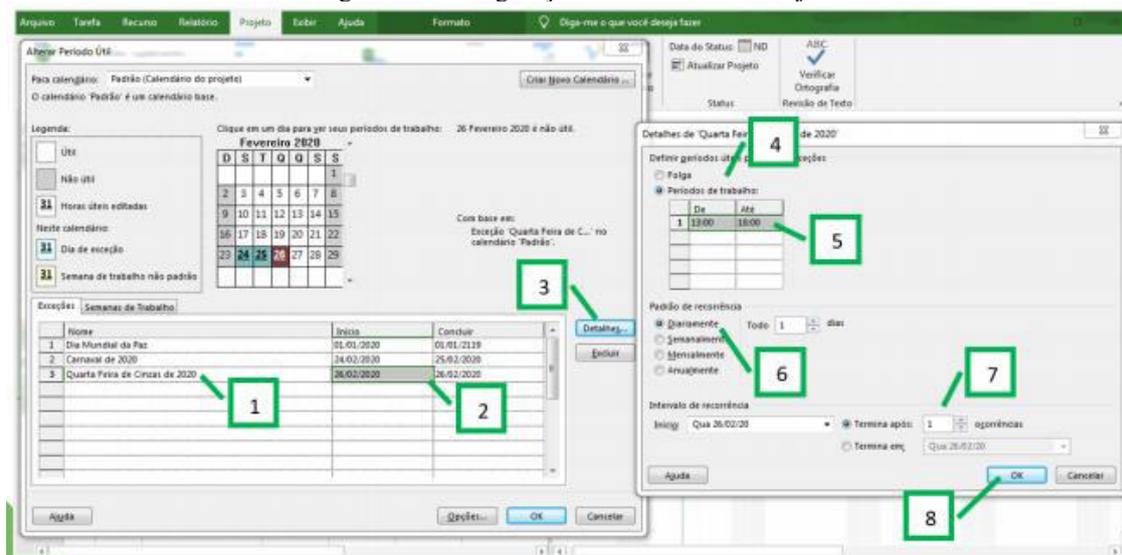
Figura 24: Fluxograma para elaboração do cronograma da edificação



Fonte: ROCHA, 2020.

O planejamento da edificação iniciou com a elaboração do cronograma. Antes de dar início a primeira atividade da etapa em questão é feita as configurações iniciais do MS Project que consiste na definição do calendário da obra, a Figura 25 mostra os passos a serem realizados nas configurações iniciais do planejamento de um projeto.

Figura 25: Configurações iniciais do MS Project



Fonte: ROCHA, 2020.

Depois das configurações iniciais deu-se início a elaboração do gráfico de Gantt com a criação da EAP, definição, cálculo das durações e o sequenciamento das atividades.

A EAP da edificação é mostrada na Figura 2, como podemos observar ela representa o escopo do projeto da edificação decomposto em etapas, ou seja, é a representação hierárquica das atividades a serem realizadas na execução da obra (ROCHA, 2020).

Tabela 3: EAP da edificação

PLANEJAMENTO DA EDIFICAÇÃO
INFRAESTRUTURA
FUNDAÇÕES
VIGAS BALDRAME
ESTRUTURA
PILARES PVT. TÉRREO
VIGAS E LAJES DO PVT. TÉRREO
PILARES DO 1º PVT. TIPO
VIGAS E LAJES DO 1º PVT. TIPO
PILARES DO 2º PVT. TIPO
VIGAS E LAJES DO 2º PVT. TIPO
PILARES DO 3º PVT. TIPO
VIGAS E LAJES DO 3º PVT. TIPO
LAJE DE COBERTURA
ESCADAS
ALVENARIA
ALVENARIA PVT. TÉRREO
ALVENARIA DO 1º PVT. TIPO
ALVENARIA DO 2º PVT. TIPO
ALVENARIA DO 3º PVT. TIPO
CHAPISCO
CHAPISCO DO PVT. TÉRREO
CHAPISCO DO 1º PVT. TIPO
CHAPISCO DO 2º PVT. TIPO
CHAPISCO DO 3º PVT. TIPO
REBOCO/EMBOÇO

REBOCO DO PVT. TÉRREO
REBOCO DO 1º PVT. TIPO
REBOCO DO 2º PVT. TIPO
REBOCO DO 3º PVT. TIPO
CONTRAPISO DE REGULARIZAÇÃO
CONTRAPISO DO PVT. TÉRREO
CONTRAPISO DO 1º PVT. TIPO
CONTRAPISO DO 2º PVT. TIPO
CONTRAPISO DO 3º PVT. TIPO
REVESTIMENTO DE PISO
REVES. PISO DO PVT. TÉRREO
REVES. PISO DO 1º PVT. TIPO
REVES. PISO DO 2º PVT. TIPO
REVES. PISO DO 1º PVT. TIPO
FORRO
FORRO DO PVT. TÉRREO
FORRO DO 1º PVT. TIPO
FORRO DO 2º PVT. TIPO
FORRO DO 3º PVT. TIPO
JANELAS
JANELAS DO PVT. TÉRREO
JANELAS DO 1º PVT. TIPO
JANELAS DO 2º PVT. TIPO
JANELAS DO 3º PVT. TIPO
PORTAS
PORTAS DO PVT. TÉRREO
PORTAS DO 1º PVT. TIPO
PORTAS DO 2º PVT. TIPO
PORTAS DO 3º PVT. TIPO
REVESTIMENTO PAREDES
REVES. PAREDES PVT. TÉRREO
REVES. PAREDES 1º PVT. TIPO
REVES. PAREDES 2º PVT. TIPO
REVES. PAREDES 3º PVT. TIPO
PINTURA
PINTURA PVT. TÉRREO
PINTURA 1º PVT. TIPO
PINTURA 2º PVT. TIPO
PINTURA 3º PVT. TIPO

Fonte: Autoria própria, 2021.

Após a elaboração da EAP são definidas as atividades a serem executadas. No MS Project essas atividades são chamadas de tarefas, tarefa marco, tarefa periódica e tarefa resumo. Após a definição das atividades, é feito o cálculo das durações de cada atividade. De acordo com Rocha (2020), a duração das atividades é influenciada pela quantidade de serviço, pela produtividade e quantidade de recursos, principalmente mão de obra.

Existem várias maneiras de determinar as durações das atividades de um projeto, como mostra a Tabela 6. Neste trabalho a estimativa das durações das atividades foram realizadas através da metodologia *Bottom-up*, que consiste na determinação das durações através dos índices das composições de custos unitário das atividades elencadas na EAP do projeto da edificação (ROCHA, 2020).

Tabela 4: Metodologia de cálculo das durações das atividades

MANEIRAS DE ESTIMAR A DURAÇÃO DAS	
1	Opinião especializada
2	Estimativa análoga ou top-down
3	Estimativa paramétrica
4	Estimativa de três pontos
5	Estimativa Bottom-up

Fonte: Adaptado Rocha, 2020.

Após a determinação das durações de cada atividade é feito o sequenciamento utilizando o método do diagrama de precedência (MDP). De acordo com Rocha (2020) consiste em ligar/relacionar as atividades de execução em sequência, definindo as atividades predecessoras e sucessoras e as suas dependências. A Figura 26 mostra os tipos de dependências na metodologia MDP.

Figura 26: Tipos de dependências entre atividades



Fonte: Rocha, 2020.

Após o sequenciamento das atividades é realizada a alocação dos recursos necessários para a realização das atividades. No MS Project (2016) existem três tipos de recursos, como mostra a Tabela 7. Neste trabalho somente o tipo de recurso custo foi utilizado no planejamento da edificação em estudo, isso porque os custos com mão de obra e material foram determinados na etapa de orçamentação da edificação através por meio dos custos unitários das composições dos serviços listados na EAP da edificação. Com isso o recurso custo foi dividido em custo com material e custo com mão de obra.

Tabela 5: Tipos de recursos no MS Project

TIPO DO RECURSO	DESCRIÇÃO
<p>Trabalho</p> 	Mão de obra e equipamentos
<p>Material</p> 	Insumos quantificados que influenciam no custo direto da edificação
<p>Custo</p> 	São valores fixos, geralmente gastos com administração

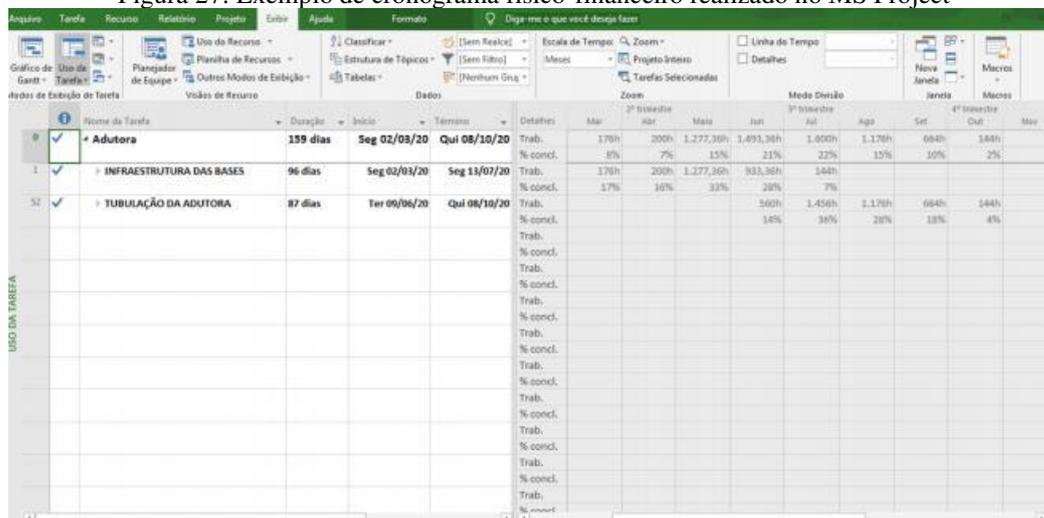
Fonte: Adaptado Rocha, 2020.

Após as etapas descritas anteriormente é feito o cronograma físico-financeiro de execução da obra. A Figura 28 mostra um exemplo de cronograma físico financeiro elaborado no MS Project (2016). De acordo com Rocha (2020, p. 33):

A elaboração do cronograma físico-financeiro no MS Project é muito simples pois já existe uma planilha pronta no software, bastando apenas configurar ela para mostrar os custos. Essa planilha é chamada de USO DA TAREFA e ela mostra como padrão na tabela da direita a linha “Trabalho” e na Tabela a esquerda, abaixo das atividades listadas, teremos os recursos alocados nelas. E como fazer o uso da tarefa virar cronograma físico-financeiro? Para aparecer no cronograma e realizar o cronograma financeiro, selecione a opção CUSTO e desmarque o Trabalho para ocultá-lo.

Os passos para a obtenção do cronograma físico-financeiro descritos por Rocha podem ser observados na Figura 28.

Figura 27: Exemplo de cronograma físico-financeiro realizado no MS Project

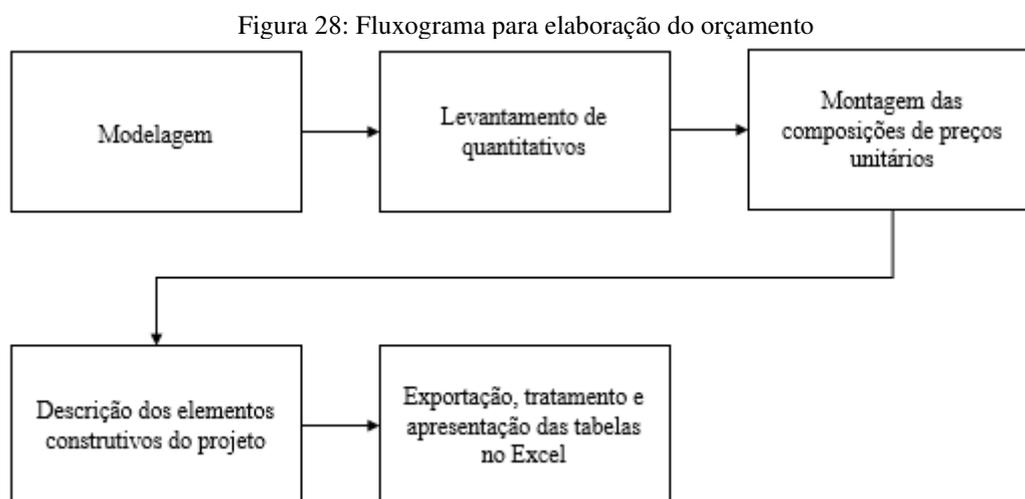


Fonte: Rocha, 2020.

5.1.4 Orçamentação

5.1.4.1 Fluxograma para elaboração do orçamento da edificação

Na Figura 29 apresenta-se os passos realizados para obtenção do orçamento da edificação em estudo. Durante a modelagem foram levadas em consideração as descrições dos sistemas construtivos e as características dos acabamentos dos elementos construtivos da edificação, apresentados no tópico 5.1.2.1 da metodologia. O levantamento de quantitativos foi feito de forma automática através das planilhas de quantitativos geradas utilizando o Revit (2016).



Fonte: Adaptado ABID, 2017.

Na terceira etapa do fluxograma é realizada a montagem das composições de preços unitários com base na tabela SINAPI sem desoneração de insumos e composições publicada em 16 de abril de 2021 referente à cidade de São Luiz – MA. A quinta e última etapa consiste na exportação dos dados para o MS Excel (2016) e tratamento dos dados para apresentação da planilha completa do orçamento com o código da Tabela SINAPI, a descrição, a unidades, a quantidade, o custo unitário e total dos serviços da edificação. A planilha final apresenta somente os custos diretos da edificação, conforme definido no tópico sobre orçamento de obras no referencial teórico do trabalho.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após seguir todos os passos apresentados nos fluxogramas para a elaboração do planejamento e do orçamento obteve-se os resultados do trabalho. Neste capítulo serão apresentados os custos diretos, o planejamento e o cronograma físico-financeiro da edificação.

6.1 ORÇAMENTO

A primeira etapa para a obtenção dos custos diretos da edificação é o levantamento de quantitativo, este foi realizado de forma automática através do Revit (2021). A segunda etapa consiste no levantamento dos custos diretos da edificação através das composições de custos com base na tabela SINAPI sem desoneração de insumos e composições publicada em 16 de abril de 2021 referente à cidade de São Luiz – MA. De posse dessas informações obteve-se a Tabela 8.

Tabela 6: Orçamento final

ITEM	CÓDIGO SINAPI	QTD	UND	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
FUNDAÇÕES					R\$ 15.301,23
Concreto fck = 30 Mpa para blocos e estacas de fundação	94972	38,3 m³	R\$	399,51	R\$ 15.301,23
ESTRUTURA					R\$ 38.296,44
Concreto fck = 25 Mpa para vigas, pilares e laje	92722	83,84 m³	R\$	456,78	R\$ 38.296,44
ALVENARIA					R\$ 124.764,85
Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos 09x14x19cm	87499	1849,19 m²	R\$	67,47	R\$ 124.764,85
CHAPISCO					R\$ 13.348,99
Chapisco para paredes e estruturas	87878	3846,97 m²	R\$	3,47	R\$ 13.348,99
REBOCO/EMBOÇO					R\$ 83.281,53
Reboco massa única para recebimento de cerâmica e pintura	87543	3832,56 m²	R\$	21,73	R\$ 83.281,53
CONTRAPISO DE REGULARIZAÇÃO					R\$ 23.377,44
Contrapiso em argamassa 2cm	87620	864,87 m²	R\$	27,03	R\$ 23.377,44
REVESTIMENTO DE PISO					R\$ 93.297,36
Reves. cerâmico para piso tipo porcelanato 60x60 cm	87263	914,68 m²	R\$	102,00	R\$ 93.297,36
FORRO					R\$ 30.999,18
Forro em placas de gesso	96109	914,7 m²	R\$	33,89	R\$ 30.999,18
JANELAS					R\$ 14.459,60
Janela em esquadria de vidro e alumínio	94570	78,16 m²	R\$	185,00	R\$ 14.459,60
PORTAS					R\$ 24.863,88
Porta em esquadria de vidro e alumínio	94570	60,72 m²	R\$	185,00	R\$ 11.233,20
Porta de madeira 70x210cm	90821	16 und	R\$	252,17	R\$ 4.034,72
Porta de madeira 80x210cm	90822	16 und	R\$	270,61	R\$ 4.329,76
Porta de madeira 90x210cm	90823	8 und	R\$	334,61	R\$ 2.676,88
Portão de alumínio em tubos 20 mm	C4397	7,36 m²	R\$	351,81	R\$ 2.589,32
REVESTIMENTO PAREDES					R\$ 45.528,39
Reves. cerâmico para paredes internas 20x20cm	87265	661,8 m²	R\$	58,75	R\$ 38.880,75
Reves. cerâmico para paredes externas 2,5x2,5 cm	88786	134,35 m²	R\$	49,48	R\$ 6.647,64
PINTURA					R\$ 31.149,25
Pintura com tinta látex	88487	3012,5 m²	R\$	10,34	R\$ 31.149,25
				TOTAL R\$	538.668,13

Fonte: Autoria própria, 2021.

A Tabela 8 mostra os itens orçados por etapa, o código SINAPI, a quantidade e a unidade e o custo unitário e total do serviço com base nas composições de custos utilizadas na etapa de precificação dos serviços.

6.2 PLANEJAMENTO

O planejamento iniciou com a elaboração da estrutura analítica do projeto, o segundo passo consistiu na determinação das durações e, conseqüentemente, das datas de início e término das atividades para execução da obra. Além disso, foi realizado o sequenciamento das atividades, definindo-se as atividades predecessoras. O planejamento pode ser visualizado de duas maneiras, com e sem os custos e além disso ele se divide em sintético e analítico.

A Tabela 9 apresenta o planejamento sintético da edificação, nela podemos ver a o custo a duração o início e término de cada etapa de execução da obra.

Tabela 7: Planejamento sintético

	CUSTO	DURAÇÃO	INÍCIO	TÉRMINO
PLANEJAMENTO DA EDIFICAÇÃO	R\$ 538.668,10	249 dias	Seg 12/04/21	Seg 04/04/22
INFRAESTRUTURA	R\$ 15.301,23	6 dias	Seg 12/04/21	Seg 19/04/21
ESTRUTURA	R\$ 38.296,40	53 dias	Ter 20/04/21	Seg 05/07/21
ALVENARIA	R\$ 124.764,85	38 dias	Ter 06/07/21	Sex 27/08/21
CHAPISCO	R\$ 13.348,99	16 dias	Seg 30/08/21	Ter 21/09/21
REBOCO/EMBOÇO	R\$ 83.281,53	32 dias	Qua 22/09/21	Seg 08/11/21
CONTRAPISO	R\$ 23.377,44	8 dias	Ter 09/11/21	Sex 19/11/21
REVESTIMENTO DE PISO	R\$ 93.297,36	24 dias	Seg 22/11/21	Qui 23/12/21
FORRO	R\$ 30.999,18	8 dias	Sex 24/12/21	Ter 04/01/22
JANELAS	R\$ 14.459,60	8 dias	Qua 05/01/22	Sex 14/01/22
PORTAS	R\$ 24.863,88	8 dias	Seg 17/01/22	Qua 26/01/22
REVESTIMENTO PAREDES	R\$ 45.528,39	32 dias	Qui 27/01/22	Sex 11/03/22
PINTURA	R\$ 31.149,25	16 dias	Seg 14/03/22	Seg 04/04/22

Fonte: Autoria própria, 2021.

O planejamento analítico, apresentado na Tabela 10, mostra as durações, as datas de início e término e as atividades predecessoras da edificação. Ao definir as atividades predecessoras obtém-se o sequenciamento das atividades. A última etapa do planejamento tem como produto o cronograma físico-financeiro, Figura 28, que mostra o custo gasto por mês na execução da edificação.

Figura 29: Cronograma físico-financeiro

ETAPA	2021										2022			CUSTO TOTAL
	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO		
INFRAESTRUTURA	R\$ 15.301,23													R\$ 15.301,23
ESTRUTURA		R\$ 38.296,40												R\$ 38.296,40
ALVENARIA			R\$ 124.764,85											R\$ 124.764,85
CHAPISCO				R\$ 6.674,50	R\$ 6.674,50									R\$ 13.349,00
REBOCO/EMBOÇO					R\$ 72.871,34	R\$ 10.410,19								R\$ 83.281,53
CONTRAPISO						R\$ 23.377,44								R\$ 23.377,44
REVESTIMENTO DE PISO							R\$ 93.297,36							R\$ 93.297,36
FORRO								R\$ 30.999,18						R\$ 30.999,18
JANELAS									R\$ 14.459,60					R\$ 14.459,60
PORTAS									R\$ 24.863,88					R\$ 24.863,88
REVESTIMENTO PAREDES									R\$ 17.073,15	R\$ 28.455,24				R\$ 45.528,39
PINTURA											R\$ 31.149,25			R\$ 31.149,25
TOTAL	R\$ 15.301,23	R\$ 38.296,40	R\$ -	R\$ 124.764,85	R\$ 6.674,50	R\$ 79.545,84	R\$ 10.410,19	R\$ 116.674,80	R\$ 30.999,18	R\$ 56.396,63	R\$ 28.455,24	R\$ 31.149,25	R\$ 538.668,11	

Fonte: autoria própria

Tabela 8: Planejamento edificação

EAP	DURAÇÃO	INÍCIO	TÉERMINO	PREDECESSORAS
EDF RESIDENCIAL 4 PVTOS	249 dias	Seg 12/04/21	Seg 04/04/22	
INFRAESTRUTURA	6 dias	Seg 12/04/21	Seg 19/04/21	
1 FUNDAÇÕES	6 dias	Seg 12/04/21	Seg 19/04/21	
ESTRUTURA	53 dias	Ter 20/04/21	Seg 05/07/21	
2 PILARES PVT. TÉRREO	5 dias	Ter 20/04/21	Ter 27/04/21	1
3 VIGAS E LAJES DO PVT. TÉRREO	7 dias	Qua 28/04/21	Qui 06/05/21	2
4 PILARES DO 1º PVT. TIPO	5 dias	Sex 07/05/21	Qui 13/05/21	3
5 VIGAS E LAJES DO 1º PVT. TIPO	7 dias	Sex 14/05/21	Seg 24/05/21	4
6 PILARES DO 2º PVT. TIPO	5 dias	Ter 25/05/21	Seg 31/05/21	5
7 VIGAS E LAJES DO 2º PVT. TIPO	7 dias	Ter 01/06/21	Qui 10/06/21	6
8 PILARES DO 3º PVT. TIPO	5 dias	Sex 11/06/21	Qui 17/06/21	7
9 VIGAS E LAJES DO 3º PVT. TIPO	7 dias	Sex 18/06/21	Seg 28/06/21	8
10 LAJE DE COBERTURA	5 dias	Ter 29/06/21	Seg 05/07/21	9
ALVENARIA	38 dias	Ter 06/07/21	Sex 27/08/21	
11 ALVENARIA PVT. TÉRREO	10 dias	Ter 06/07/21	Seg 19/07/21	10
12 ALVENARIA DO 1º PVT. TIPO	9 dias	Ter 20/07/21	Seg 02/08/21	11
13 ALVENARIA DO 2º PVT. TIPO	9 dias	Ter 03/08/21	Sex 13/08/21	12
14 ALVENARIA DO 3º PVT. TIPO	10 dias	Seg 16/08/21	Sex 27/08/21	13
CHAPISCO	16 dias	Seg 30/08/21	Ter 21/09/21	
15 CHAPISCO DO PVT. TÉRREO	4 dias	Seg 30/08/21	Qui 02/09/21	14
16 CHAPISCO DO 1º PVT. TIPO	4 dias	Sex 03/09/21	Qui 09/09/21	15
17 CHAPISCO DO 2º PVT. TIPO	4 dias	Sex 10/09/21	Qua 15/09/21	16
18 CHAPISCO DO 3º PVT. TIPO	4 dias	Qui 16/09/21	Ter 21/09/21	17
REBOCO/EMBOÇO	32 dias	Qua 22/09/21	Seg 08/11/21	
19 REBOCO DO PVT. TÉRREO	8 dias	Qua 22/09/21	Sex 01/10/21	18
20 REBOCO DO 1º PVT. TIPO	8 dias	Seg 04/10/21	Qui 14/10/21	19
21 REBOCO DO 2º PVT. TIPO	8 dias	Sex 15/10/21	Ter 26/10/21	20
22 REBOCO DO 3º PVT. TIPO	8 dias	Qua 27/10/21	Seg 08/11/21	21
CONTRAPISO	8 dias	Ter 09/11/21	Sex 19/11/21	
23 CONTRAPISO DO PVT. TÉRREO	2 dias	Ter 09/11/21	Qua 10/11/21	22
24 CONTRAPISO DO 1º PVT. TIPO	2 dias	Qui 11/11/21	Sex 12/11/21	23
25 CONTRAPISO DO 2º PVT. TIPO	2 dias	Ter 16/11/21	Qua 17/11/21	24
26 CONTRAPISO DO 3º PVT. TIPO	2 dias	Qui 18/11/21	Sex 19/11/21	25
REVESTIMENTO DE PISO	24 dias	Seg 22/11/21	Qui 23/12/21	
27 REVES. PISO DO PVT. TÉRREO	6 dias	Seg 22/11/21	Seg 29/11/21	26
28 REVES. PISO DO 1º PVT. TIPO	6 dias	Ter 30/11/21	Ter 07/12/21	27
29 REVES. PISO DO 2º PVT. TIPO	6 dias	Qua 08/12/21	Qua 15/12/21	28
30 REVES. PISO DO 3º PVT. TIPO	6 dias	Qui 16/12/21	Qui 23/12/21	29
FORRO	8 dias	Sex 24/12/21	Ter 04/01/22	
31 FORRO DO PVT. TÉRREO	2 dias	Sex 24/12/21	Seg 27/12/21	30
32 FORRO DO 1º PVT. TIPO	2 dias	Ter 28/12/21	Qua 29/12/21	31
33 FORRO DO 2º PVT. TIPO	2 dias	Qui 30/12/21	Sex 31/12/21	32
34 FORRO DO 3º PVT. TIPO	2 dias	Seg 03/01/22	Ter 04/01/22	33
JANELAS	8 dias	Qua 05/01/22	Sex 14/01/22	
35 JANELAS DO PVT. TÉRREO	2 dias	Qua 05/01/22	Qui 06/01/22	34
36 JANELAS DO 1º PVT. TIPO	2 dias	Sex 07/01/22	Seg 10/01/22	35
37 JANELAS DO 2º PVT. TIPO	2 dias	Ter 11/01/22	Qua 12/01/22	36
38 JANELAS DO 3º PVT. TIPO	2 dias	Qui 13/01/22	Sex 14/01/22	37
PORTAS	8 dias	Seg 17/01/22	Qua 26/01/22	
39 PORTAS DO PVT. TÉRREO	2 dias	Seg 17/01/22	Ter 18/01/22	38
40 PORTAS DO 1º PVT. TIPO	2 dias	Qua 19/01/22	Qui 20/01/22	39
41 PORTAS DO 2º PVT. TIPO	2 dias	Sex 21/01/22	Seg 24/01/22	40
42 PORTAS DO 3º PVT. TIPO	2 dias	Ter 25/01/22	Qua 26/01/22	41
REVESTIMENTO PAREDES	32 dias	Qui 27/01/22	Sex 11/03/22	
43 REVES. PAREDES PVT. TÉRREO	8 dias	Qui 27/01/22	Seg 07/02/22	42
44 REVES. PAREDES 1º PVT. TIPO	8 dias	Ter 08/02/22	Qui 17/02/22	43
45 REVES. PAREDES 2º PVT. TIPO	8 dias	Sex 18/02/22	Ter 01/03/22	44
46 REVES. PAREDES 3º PVT. TIPO	8 dias	Qua 02/03/22	Sex 11/03/22	45
PINTURA	16 dias	Seg 14/03/22	Seg 04/04/22	
47 PINTURA PVT. TÉRREO	4 dias	Seg 14/03/22	Qui 17/03/22	46
48 PINTURA 1º PVT. TIPO	4 dias	Sex 18/03/22	Qua 23/03/22	47
49 PINTURA 2º PVT. TIPO	4 dias	Qui 24/03/22	Ter 29/03/22	48
50 PINTURA 3º PVT. TIPO	4 dias	Qua 30/03/22	Seg 04/04/22	49

Fonte: Autoria própria, 2021.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de conclusão de curso consistiu em uma pesquisa experimental com objetivo explicativo cuja intenção, ao utilizar a metodologia BIM na elaboração do orçamento e do planejamento de uma edificação residencial multifamiliar, é de experimentar os ferramentais computacionais que permitem orçar e planejar em BIM. Estas duas ferramentas são o Revit (2021) e o MS Project (2016), além delas o MS Excel (2016) foi de grande importância no tratamento dos dados exportados do Revit e do MS Project.

Com o trabalho foi possível constatar a relação existente entre o orçamento e o planejamento de uma edificação e a influência da modelagem BIM nas dimensões 3D, 4D e 5D na elaboração dessas duas ferramentas de gestão de obras. Com a metodologia BIM os orçamentos são mais precisos e a obtenção dos quantitativos são obtidos mais rápidos, já o planejamento é mais assertivo com previsão de duração próximas da realidade, uma vez que as durações são calculadas com base nos quantitativos gerados automaticamente no Revit e nas composições de custo da tabela SINAPI cujos códigos são inseridos nos elementos construtivos do Revit, auxiliando na obtenção dos custos diretos da edificação em estudo, que consiste em uma edificação residencial multifamiliar de quatro pavimentos, com dois apartamentos por andar.

Após realizar os passos apresentados nos fluxogramas de elaboração do orçamento e do planejamento em BIM, obteve-se o custo direto da edificação referente aos elementos arquitetônicos e estruturais modelados no Revit, cujo custo total é R\$ de 538.668,10 e a duração da obra calculada no MS Project que é de 249 dias, aproximadamente 12 meses.

REFERENCIAS

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil**. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2001.

BIM: o que é, quais são os seus benefícios e como está sua utilização pelo mundo? **Autodoc**, 2019. Disponível em: < <https://site.autodoc.com.br/conteudos/bim-o-que-e-quais-sao-seus-beneficios-e-como-esta-sua-utilizacao-pelo-mundo/> > acesso em: 15/04/2021

CARDOSO, R. S. **Orçamento de obras em foco**. 4. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

DARÓS, J. **Uso obrigatório do BIM a partir de 2021**, 2019. Disponível em: < <https://utilizandobim.com/blog/uso-obrigatorio-bim/> >. Acesso em: 10/03/2021.

EASTMAN, C; TEICHOL, P; SACKS, R; LISTON, K. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookrnan, 2014.

FELLER, V. **BIM**: do 3D ao 7D. Render Bloger, 2016. Disponível em: < <https://blog.render.com.br/cad-e-cae/bim-do-3d-ao-7d/> > acesso em: 15/04/2021

FILHO, F. C. **Avaliação do custo de uma obra devido à falta de um planejamento adequado**. Brasília, UniCEUB, 2014.

GARIBALDI, B. Do 3D ao 7D: Entenda todas as dimensões do BIM. **Sienge**, 2020. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>> acesso em: 15/04/2021

GESTERMAYER, B; PONTE, C; OLIVEIRA, I; MORAIS, L; MORAIS, M. **BIM**: melhorias na integração de projetos na Engenharia civil. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – UNIFAAT, Atibaia, 2018.

GOLÇALVES, F. BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia. **Mais Engenharia**, 2018. Disponível em: < <https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/> > acesso em: 15/04/2021

GONZÁLEZ, M. A. S. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. São Leopoldo: UNISINOS, 2008.

LIMMER, V. C. **Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2014.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controles de obras**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2010.

MUTTI, C. N. **Administração da Construção**. Florianópolis, 2013.

NOCÊRA, R. J. **Planejamento e controle de obras**. 2º edição. Editora RJN 2010.

PALHOTA, T. F. **Gestão de Prazos em obras de edificações considerando os paradigmas atuais da construção civil**. Rio de Janeiro, UFRJ, 2016.

SOUZA, A. L. A. **Orçamentos**. Rio de Janeiro: FACREDENTOR, 2012.

ZIMERMANN, M. **Ebook**: Panorama de Precificação de Projetos no Brasil 2020-2021. 2 ed. 2021. Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/construtoras/ebook-panorama-de-precificacao-de-projetos-no-brasil-2020-2021/>>. Acesso em: 10/03/2021

