

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

KEYLA APARECIDA DA FONSECA

**APLICAÇÃO DA MODELAGEM BIM 4D PARA ANÁLISE DOS TEMPOS DE
REALIZAÇÃO DE OBRA: ESTUDO DE CASO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL
DE APARTAMENTOS**

PATO BRANCO

2023

KEYLA APARECIDA DA FONSECA

**APLICAÇÃO DA MODELAGEM BIM 4D PARA ANÁLISE DOS TEMPOS DE
REALIZAÇÃO DE OBRA: ESTUDO DE CASO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL
DE APARTAMENTOS**

**APPLICATION OF BIM 4D MODELING FOR ANALYSIS OF WORK COMPLETION
TIMES: CASE STUDY OF A RESIDENTIAL APARTMENT BUILDING**

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. Cleovir José Milani

PATO BRANCO

2023



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

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

KEYLA APARECIDA DA FONSECA

**APLICAÇÃO DA MODELAGEM BIM 4D PARA ANÁLISE DOS TEMPOS DE
REALIZAÇÃO DE OBRA: ESTUDO DE CASO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL
DE APARTAMENTOS**

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: 23 / junho/ 2022

Prof. Dr. Cleovir José Milani
Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental
Professor titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Msc. Osmar João Consoli
Mestrado em Engenharia Civil
Professor titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Volmir Sabbi
Doutorado em educação
Professor titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PATO BRANCO

2023

Dedico este trabalho à minha família e
amigos. Vossa presença durante esse período
tornou tudo mais fácil.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a Deus por fazer tudo isso ser possível.

A minha família que é minha base, por todo o apoio nesses anos, sou eternamente grata. Aos meus amigos que sempre estiveram comigo nessa caminhada.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Cleovir José Milani, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

O aumento da competitividade no setor e o aumento da complexidade dos projetos em construção civil vem exigindo das construtoras a adoção de melhores práticas de gestão, investindo em métodos como o BIM 4D, que neste presente trabalho foi utilizado no acompanhamento do cronograma das etapas construtivas de estrutura de um edifício de apartamentos, facilitando o gerenciamento da construção. Foi importado a modelagem do projeto estrutural do *software Revit* para o *Navisworks* e analisado o planejamento da linha de base do planejamento e comparar com o avanço real da obra, utilizando *Ms Project*. Após isso foi simulado no BIM 4D as fases de planejamento e o acompanhamento da obra, com as ferramentas BIM, para poder ver a construção acontecer antes mesmo de ir pra obra e conseguir mitigar problemas ainda em fase de projeto, podendo fazer várias análises no modelo virtual.

Palavras-chave: planejamento; BIM; gerenciamento; cronograma.

ABSTRACT

The increase in competitiveness in the sector and the increase in the complexity of projects in civil construction has led construction companies to adopt the best management practices, investing in methods such as BIM 4D, which in this present work was used to monitor the schedule of the construction stages of structure of an apartment building, facilitating construction management. The modeling of the structural design of the Revit software was imported into Navisworks and the baseline planning of the planning was analyzed and compared with the actual progress of the work, using Ms Projec. After that, the planning phases and the monitoring of the work were simulated in BIM 4D, with the BIM tools, to be able to see the construction happen even before going to the work and to be able to mitigate problems even in the design phase, being able to make several analyzes in the model virtual.

Keywords: planning; BIM; management; Timeline.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Decomposição das atividades	18
Figura 2: Dimensões do BIM	22
Figura 3: Modelagem realizada em camadas	25
Figura 4: Simulação do Programado x Executado	27
Figura 5: Avaliação com sistemas de cores	28
Figura 6: Edifício de estudo	30
Figura 7: Planta baixa apartamento tipo	31
Figura 8: Fluxograma do trabalho proposto	32
Figura 9: Modelagem do edifício.....	33
Figura 10: Planta baixa da modelagem	34
Figura 11: Detalhes da modelagem	35
Figura 12: Cronograma da empresa	37
Figura 13: Vinculação da modelagem nas tarefas no Naviswoks.....	38
Figura 14: Modelo Virtual no Navisworks	39
Figura 15: Controle por cores no Navisworks	40
Figura 16: Atividade realizada adiantada	41
Figura 17: Atividade realizada em atraso	41
Figura 18: Cronograma linha de base da empresa	42
Figura 19: Construção virtual até pav.02	43
Figura 20: Construção virtual até pav.03	44
Figura 21: Construção virtual até pav.04	44
Figura 22: Construção virtual até pav.05	45
Figura 23: Construção virtual até pav.06	45
Figura 24: Construção virtual até pav.07	46
Figura 25: Construção virtual até pav.08	46
Figura 26: Datas reais	47
Figura 27: Cronograma próprio com recursos	48
Figura 28: Recursos mão de obra armador	49
Figura 29: Recursos mão de obra carpinteiro	49
Figura 30: Recursos mão de obra servente	50
Figura 31: Recursos mão de obra trabalhador cordoalhas	50
Figura 32: Resumo estrutural.....	51

Figura 33: Recursos de materiais formas lajes	52
Figura 34: Recursos de materiais formas para pilar	52
Figura 35: Resumo de estrutural	53
Figura 36: Gráfico de recursos de armadura	54
Figura 37: Resumo de estrutural	54
Figura 38: Gráfico de recursos das cordoalhas	55
Figura 39: Resumo do estrutural	56
Figura 40: Gráfico de recursos do concreto	56
Figura 41: Configuração de datas no Navisworks.....	58
Figura 42: Comparação planejado x Real	59
Figura 43: Comparação planejado x Real	60
Figura 44: Comparação planejado x Real	61
Figura 45: Comparação planejado x Real	62
Figura 46: Comparação planejado x Real	63
Figura 47: Comparação planejado x Real	64
Figura 48: Comparação planejado x Real	65
Figura 49: Comparação planejado x Real	66
Figura 50: Gráfico de diferença em dias da duração de de cada laje	67
Figura 51: Metas mensais.....	68
Figura 52: Metas 3D na obra.....	69
Figura 53: Gráfico de gantt na obra	70

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos	14
1.1.1	Objetivo geral	14
1.1.2	Objetivos específicos.....	14
1.2	Justificativa.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	O planejamento.....	16
2.1.1	Planejamento.....	16
2.1.2	Projeto	16
2.1.3	Ciclo de vida do projeto	17
2.1.4	Ferramentas de planejamento	17
2.1.5	Estrutura analítica de projeto.....	18
2.1.6	Duração de atividades.....	18
2.1.7	Procedência entre as atividades.....	19
2.1.8	Caminho crítico.....	19
2.1.9	Gerenciamento	20
2.2	As ferramentas BIM.....	20
2.2.1	Múltiplas Dimensões	20
2.2.2	Interoperabilidade IFC.....	22
2.3	Softwares	23
2.3.1	Ms Project.....	23
2.3.2	Revit	23
2.3.3	Navisworks	24
2.4	Modelagem.....	24
2.5	Integração da modelagem com o cronograma	25
2.6	Controle de obras a partir do modelo virtual.....	26
3	METODOLOGIA	29
3.1	Delineamento da pesquisa	29
3.2	Estudo de caso	30
3.3	Modelagem.....	32

3.4	O planejamento	35
3.4.1	Projeto	35
3.4.2	Quantitativos.....	36
3.4.3	Duração das atividades	36
3.4.4	Ms Project.....	36
3.5	Navisworks	37
3.5.1	Modelo virtual	38
3.6	Controle	39
4	RESULTADOS	42
4.1	O planejamento	42
4.1.1	Acompanhamento	46
4.1.2	Gráfico de Recursos.....	48
4.1	Controle	57
4.2	Metas ilustradas no 3D em obra e reuniões	67
4.1	Análises dos resultados	70
5	CONCLUSÃO	72
6	REFERÊNCIAS	73
	ANEXO A – Cronograma Linha de Base	74

1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades de projetos de forma a atender ou superar as expectativas dos interessados, balanceando tempo, custo e qualidade (PMBOK, 2013).

O aumento da competitividade no setor e o aumento da complexidade dos projetos em construção civil vem exigindo das construtoras a adoção de melhores práticas de gestão (POLITO,2015). O conceito de análise dos tempos de realização da obra com o BIM (Building Information Modeling) 4D vem para melhorar a assertividade do cronograma tendo um produto final competitivo no mercado de trabalho.

O método permite realizar uma construção de um modelo virtual, conseguindo obter análises do sequenciamento seguindo a estrutura analítica do projeto EAP, antes da construção do empreendimento. Com a procura cada vez mais alta de prazos menores, a modelagem com o BIM vem superando o método tradicional, como o *AutoCad 2D*.

Nesse sentido, o presente trabalho procura tornar compreensível a respeito ao gerenciamento de obras, em especial através da utilização do sistema de plataforma BIM, uma tecnologia que além de desenhar projetos, permite aos engenheiros gerenciar informações sobre o mesmo.

Será usado para estudo uma edificação da Empresa A. Serão utilizados os softwares: (i) *Ms Project* para a realização do cronograma de uma etapa específica, da parte estrutural; (ii) o *Revit* de onde será importado o projeto da modelagem dessas etapas e por fim; (iii) o *Navisworks* que vai relacionar o cronograma com a modelagem gerando a construção virtual e assim possibilitando acompanhar visualmente no modelo virtual o andamento da obra.

Para a resolução dos objetivos propostos o trabalho está organizado da seguinte forma: no capítulo um com a introdução, objetivos e justificativa; no capítulo dois, o referencial teórico, que abordara os problemas do planejamento, as ferramentas BIM, softwares, integração BIM com o planejamento, controle de obras a partir do modelo virtual; no capítulo três é descrito na metodologia, com a referida classificação e os procedimentos técnico adotados; já no capítulo quatro, os resultados levantados e suas respectivas análises; por fim as considerações finais.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Aplicar o método BIM 4D no cronograma das etapas construtivas de estrutura de um edifício de apartamentos, facilitando o gerenciamento da construção.

1.1.2 Objetivos específicos

- Importar a modelagem do projeto estrutural do *software Revit* para o *Navisworks*;
- Analisar o planejamento da linha de base do planejamento e comparar com o avanço real da obra, utilizando *Ms Project*;
- Simular no BIM 4D as fases de planejamento e o acompanhamento da obra.

1.2 Justificativa

O BIM pode ser definido como um conjunto de processos associados com o intuito de produzir, comunicar e analisar os modelos de construção e uma tecnologia de modelagem com o máximo de informações (EASTMAN; TEICHOLZ; SACKS; LISTON, 2011).

Gonçalves Júnior (2017) define que os modelos 3D gerados pelos projetistas que posteriormente são vinculados ao planejamento da obra, associando os elementos construtivos da obra a estrutura analítica de projeto, preparando o modelo para a entrada de informações voltadas ao planejamento e a execução da obra são denominados modelos 4D.

Essa tecnologia tem sido muito procurada no mercado de trabalho atual, grandes empresas estão investindo nessa área por facilitar alguns processos e ter mais controle da construção. A utilização destes recursos pode gerar economia, redução das irregularidades e cumprimento de prazos mais assertivos na execução

da obra, permitindo a identificação e correção antecipada dos conflitos ainda nas fases de projeto, aumentando a qualidade da obra (CATELANI, 2016).

Este trabalho aplicará a modelagem 3D ao cronograma das etapas da estrutura e alvenaria de um edifício. A associação do projeto 3D em BIM com o planejamento gerará um modelo 4D, que originará simulações da execução do empreendimento com acompanhamento do avanço físico. Essa aplicação do Modelo 4D buscar superar um dos grandes problemas que as empresas vêm enfrentando ultimamente, a dificuldade e a complexidade de visualizar corretamente o planejamento e o andamento de uma obra no espaço e no tempo.

Para alcançar os objetivos desse trabalho, foi necessário o uso de alguns softwares BIM, como o *Revit* para a importação da modelagem 3D, *Ms Project* que tem ferramentas para o planejamento aonde foi realizado o cronograma da obra e o *Navisworks* que está disponível na *Autodesk* para a vinculação entre eles e assim ter simulações e conseguir ter um gerenciamento da obra. Os softwares que serão utilizados possuem ou licença institucional da Universidade ou versão aluno, o que garante a viabilidade deste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O planejamento

2.1.1 *Planejamento*

O “Planejamento é algo que fazemos antes de agir, isto é, a tomada antecipada de decisão.” e “[...] planejamento é um processo que se destina a produzir um ou mais estados futuros desejados e que não deverão ocorrer, a menos que alguma coisa seja feita.”, corroborando a importância do planejamento como condição para se obter o resultado desejado. (ACKOFF, 1976).

Planejamento pode ser entendido como a antecipação das etapas da obra, ou seja, se você criar um planejamento para sua obra, estará criando um conjunto de ações prevendo o bom andamento das atividades (MAZUTTI; JÚLIA HEIN, 2018).

Mattos (2010) descreve os principais benefícios que a execução do planejamento proporciona, sendo eles: conhecimento pleno da obra; detecção de situações desfavoráveis; agilidade de decisões; relação com o orçamento; otimização da alocação de recursos; referência para acompanhamento; padronização; referência para metas; documentação e rastreabilidade; criação de dados históricos e profissionalismo.

2.1.2 *Projeto*

Segundo Nocêra (2010), podemos definir projeto como um empreendimento a ser realizado dentro de determinado esquema, esboço ou risco de obra a realizar. Porém com o uso, o termo projeto passou a englobar o conjunto de ações, atividades, recursos materiais e humanos e tudo o mais necessário para a execução daquilo que foi imaginado ou desejado.

2.1.3 *Ciclo de vida do projeto*

Para que seja possível a execução de uma obra sem atrasos e demais perdas, deve-se criar um planejamento eficaz para o bom andamento da obra. (MATTOS, 2010) descreve o ciclo de vida de um bom projeto de planejamento em 04 estágios:

- Estágio I - concepção e viabilidade: se dá pela definição do escopo; formulação do empreendimento; estimativa de custos; estudo de viabilidade; identificação da fonte orçamentária e pelo processo de criação do anteprojeto.

- Estágio II - Detalhamento do projeto e do planejamento: se caracteriza pelo orçamento analítico; planejamento e pelo desenvolvimento do projeto inicial até o projeto executivo.

- Estágio III - Execução: se dá pelas obras civis; montagens mecânicas e instalações elétricas e sanitárias; controle de qualidade; administração contratual e pela fiscalização de obra ou serviço.

- Estágio IV - Finalização: se caracteriza pelo comissionamento; inspeção final; transferência de responsabilidades; liberação de retenção contratual; resolução das últimas pendências e pelo termo de recebimento

2.1.4 *Ferramentas de planejamento*

De acordo com PMI (2017), ferramenta é alguma coisa tangível, como um modelo ou programa de software, que é implementada para a confecção de um produto ou resultado. Por consequência, uma ferramenta de cronograma é uma estrutura ou composição que têm por função o acompanhamento dos prazos, enquanto uma ferramenta de controle de mudanças atua no gerenciamento e gestão das informações, configurações e redirecionamentos de um projeto.

Essas ferramentas contribuem no planejamento, gerenciamento e gestão do processo construtivo. Afinal, a partir delas é elaborado o cronograma da obra, definido por PMBOK (2017) como um modelo que demonstra a conexão das atividades com as suas datas, durações, marcos e recursos planejados. Dentre as ferramentas mais relevantes e utilizadas como embasamento nesse estudo estão: Estrutura Analítica de Projeto (EAP); Cronograma de Rede também nomeado de Diagrama de Rede (Diagrama de Flechas e Método dos Blocos); Cronograma de Barras/Gantt;

Cronograma Integrado de GANTT – PERT/CPM; Cronograma físico – financeiro; Histograma e Curva S.

2.1.5 Estrutura analítica de projeto

Para o planejamento de uma construção é feito uma subdivisão das partes, tendo uma espécie de hierarquia entre as atividades, conforme Figura 1. Nessa decomposição é feito um detalhamento para que facilite a estipulação da duração da atividade. (MATTOS, 2010)

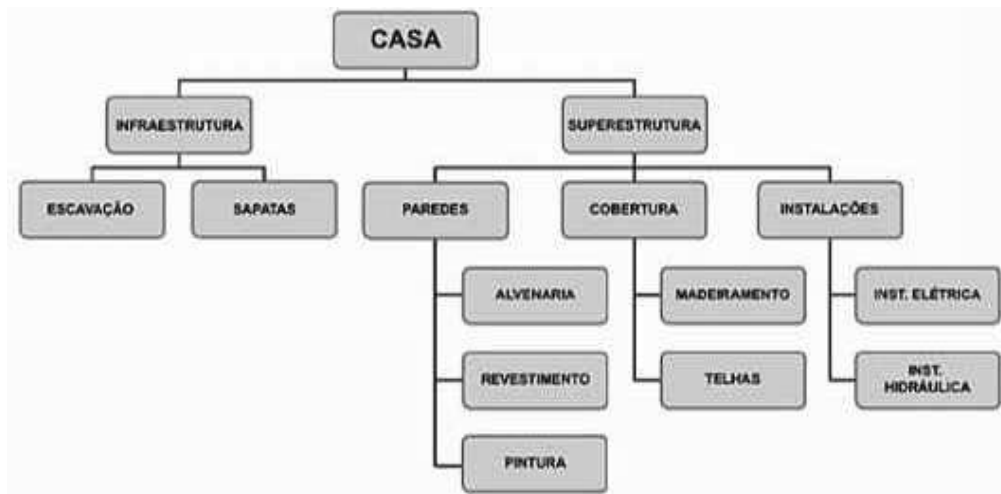


Figura 1: Decomposição das atividades
Fonte: Mattos (2010)

Ávila e Jungles (2010) definem a estrutura analítica do projeto como a disposição das etapas a serem construídas seguindo uma ordem lógica de execução e indicando a relação de dependência entre atividades, pois algumas fases dependem de outras para serem iniciadas. A duração das fases deve se levar em conta, os respectivos responsáveis e os custos.

2.1.6 Duração de atividades

Na definição da duração de uma atividade deve-se tomar um grande cuidado, pois com erros nessa etapa o projeto pode ser perdido, inutilizando-o para os planejadores. Por mais cuidadoso e competente que seja o gestor do cronograma, a

duração é sempre uma estimativa que está sujeita a uma margem de erro e que pode variar de acordo com a com o grau de complexidade das atividades (MATTOS, 2010).

Segundo Marchiori (2009), os tempos associados às atividades dependem de fatores como:

- Quantidade de serviço a ser executado;
- Produtividade da mão-de-obra;
- Quantidade de recursos alocados (equipes).

A mesma autora afirma ainda que as obtenções desses fatores podem ocorrer da seguinte maneira:

- A quantidade de serviços através de levantamento de quantitativos;
- As produtividades através de dados históricos de outros empreendimentos realizados pela empresa ou em bibliografias ou ainda através da opinião de profissionais experientes;
 - E os recursos dependendo de duas possibilidades:
 - a) Recursos limitados – neste caso, dimensiona-se a duração em função da equipe disponível;
 - b) Duração definida – neste caso, dimensionam-se as equipes necessárias para poder cumprir com o prazo já fixado.

2.1.7 Procedência entre as atividades

Predecessoras são as atividades cuja conclusão é necessária para que uma atividade possa começar. Para cada atividade o planejador deve avaliar de quais outras atividades estas dependem. Esse trabalho de listar as dependências das atividades é intuitivo, ou seja, segue a sequência lógica da execução do empreendimento (MATTOS, 2010).

2.1.8 Caminho crítico

Segundo o guia PMBOK (2017), o método do Caminho Crítico é a sequência de atividades do cronograma que determina a duração do projeto. O método do Caminho Crítico representa um ritmo de atividades que não podem ser atrasadas sem

atrasar o projeto inteiro. Podem haver mais que um caminho crítico em uma rede. Somando-se a isso, as atividades remanescentes que não são críticas pois apresentam uma folga, podem tornar-se críticas caso essa folga seja utilizada, e conseqüentemente, todo o projeto pode atrasar. (KRAIEM; DIEKMANN, 1987).

2.1.9 Gerenciamento

A gestão e o controle de processos são inevitáveis, pois sem essa sistemática gerencial os empreendimentos perdem de vista seus principais indicadores: o prazo, o custo, o lucro, o retorno sobre o investimento e o fluxo de caixa. Informação rápida é um insumo que vale ouro. (MATTOS,2010).

Todos os setores da empresa devem estar cientes e concordarem com o planejamento proposto. Além disso, o planejamento deve ser atualizado de acordo com as necessidades da obra ao longo do tempo, (MAZUTTI; JÚLIA HEIN,2018).

2.2 As ferramentas BIM

Construções realizadas por meio de processos BIM (Building Information Modelling) apresentam meios significativamente melhores em relação aqueles executados com uso dos softwares como CAD, que foi um dos mais usado até hoje, sejam softwares de planejamento de obra ou para gestão de arquivos, vistos como programas mais simples. Os fluxos de informações, as etapas e seus respectivos produtos são diferentes no processo BIM e exigem ferramentas diferenciadas não apenas para a concepção mas para todas as demais atividades necessárias para o desenvolvimento do projeto, em especial as voltadas à comunicação. (Roberto, 2018).

2.2.1 Múltiplas Dimensões

Caracterizando as áreas de aplicação do BIM importantes para a realização do estudo de caso previsto neste trabalho, pretendendo explicar as suas dimensões

(Figura 2), mostrando as vantagens dessas tecnologias BIM aplicadas à gestão da construção.

Um modelo BIM 3D permite a compatibilização dos projetos complementares a fim de serem detectados os conflitos existentes entre os projetos. Resolvendo estes problemas em projeto, antes de iniciar de fato a construção, permite-se que a obra avance mais rapidamente e a conseqüentemente sem retrabalhos e assim tendo redução de custos.

Um modelo BIM 4D representa a atribuição de um cronograma de uma construção vinculado a um modelo 3D, permitindo realizar simulações do seu processo construtivo e estar atento a eventuais conflitos e desvios que possam vir a acontecer do planejado.

Um modelo BIM 5D permite gerar estimativas de custos através da extração de listas automáticas das quantidades presentes no modelo BIM para obtenção de forma rápida de um *feedback* em termos do que se pode alterar no projeto. Deste modo, é possível obter uma estimativa dos custos totais de um projeto antes que este avance para fases mais avançadas. (GONÇALVEZ, 2019.)

A próxima dimensão do BIM, é o BIM 6D, essa etapa foca em seus processos na adequação do modelo às necessidades ambientais atuais. As informações inseridas no modelo vão desde o fabricante de um determinado componente, até a estimativa de vida útil do empreendimento. Um exemplo seria a estimativa da vida útil do componente, os projetistas podem planejar as atividades de manutenção futuras, estimar gastos, e assim estimar um custo global no tempo, e não somente o custo atual, entrando assim, na categoria econômica da sustentabilidade. (FARIAS, 2021)

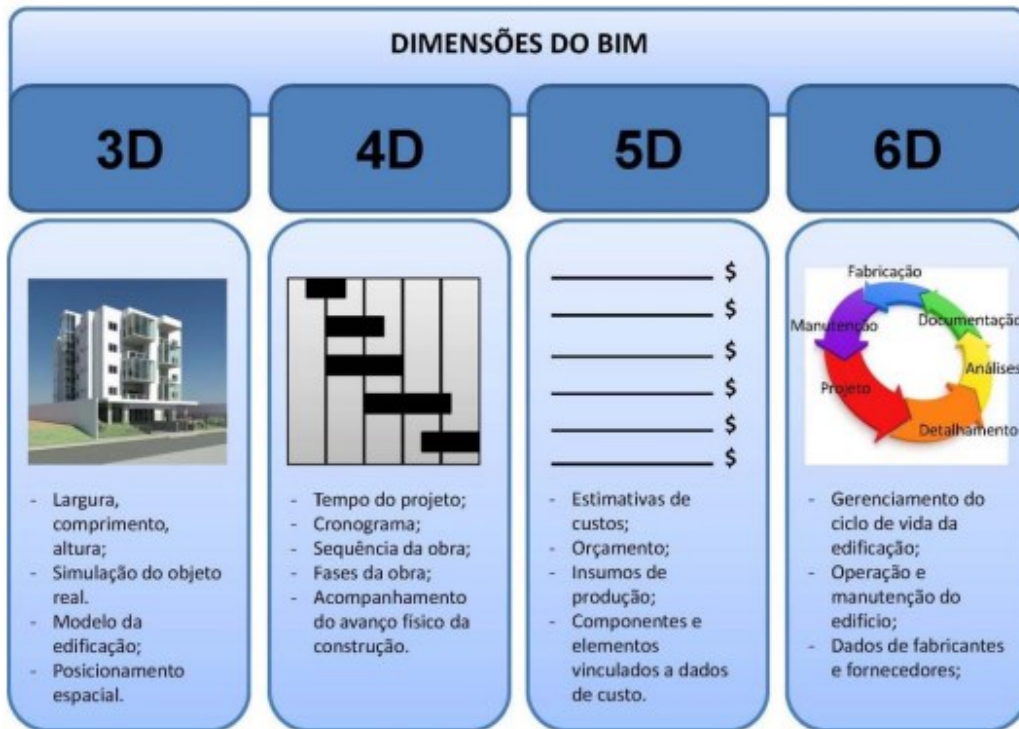


Figura 2: Dimensões do BIM
Fonte: Inbec Pós Graduação (2012)

2.2.2 Interoperabilidade IFC

O processo da realização de projetos envolve muitas pessoas e passam por muitas etapas, assim necessitando de muitas trocas de informações até o projeto final. Com a implementação do BIM existem algumas dificuldades com as trocas de informações, devido a baixa interoperabilidade, afastando ainda muitas empresas da implementação desta metodologia. (Chelson, 2010)

O problema da interoperabilidade é talvez uma das maiores barreiras no projeto virtual e nas fases de construção. Os softwares que usam a metodologia BIM têm evoluído, competindo com as empresas entre si à procura de diferentes soluções e tornando difícil a implementação de todas as capacidades num único software. Quando a informação é fornecida a partir de softwares de empresas diferentes incompatíveis com o software utilizado, o tempo adicional necessário para reintroduzir a informação necessária é um ponto de preocupação (Dalci, 2014).

Procurando melhorar essa questão da interoperabilidade é de grande importância que a implementação da metodologia BIM siga um padrão de protocolo nas trocas de dados pelos softwares nesses processos de projetos. Um dos principais

protocolos usados é o Industry Foundation Classes (IFC), onde no modelo utilizado os elementos ficam como não proprietário desenvolvidos para estabelecerem interface entre aplicativos diferentes. Porém ainda na prática esse padrão IFC deixa a desejar em algumas tarefas que não suportam esse formato, tendo algumas perdas de robustez na interface disponíveis nos softwares, dificultando um amplo e voluntário uso do IFC.

2.3 Softwares

2.3.1 *Ms Project*

Para a implementação do BIM e na gestão da integração, o *Ms Project* é uma ferramenta que auxilia na elaboração do cronograma da obra, facilitando a identificação dos diferentes intervenientes, que possam ocorrer durante o planejamento, colaborando com a visualização das etapas e suas respectivas datas previstas da construção. Além disso, propicia a verificação de como as diferentes áreas da gestão de projetos estarão integradas, como exemplo, pode-se citar o caso da atribuição de recursos de custo a determinadas atividades de um projeto. A atribuição permite analisar um cenário que explicita questões relativas ao tempo de desenvolvimento do projeto e seus custos. Isso pode fazer com que o gestor de projetos decida pela reformulação do cronograma para garantir maior eficiência na sua execução, tanto em termos de custos como de prazo. (MICROSOFT PROJECT PROFESSIONAL, 2013)

2.3.2 *Revit*

O *Revit* é uma plataforma da *Autodesk* que usa a tecnologia BIM (Building Information Modeling). É um software de design de projeto de arquitetura e engenharia e um sistema completo de documentação do projeto que suporta todas as fases do processo. (JUSTI, Ale STI, Alexander Rodrigues, 2018).

Alexander atribui ainda que a tecnologia BIM que existe no *software Revit*, suporta uma disponibilidade grande de informações sobre a obra, com uma ótima qualidade e com muitas vantagens, como:

- Levantamento de materiais;
- Melhor coordenação;
- Diminuição de custos;
- Maior produtividade;
- Maior velocidade na entrega;
- Redução de retrabalho.

2.3.3 Navisworks

Um dos principais softwares para a realização deste trabalho é o *Navisworks* da *Autodesk*, ele possibilita planejar e coordenar projetos através de simulações e análises, além da detecção e gerenciamento de conflitos e interferências, quantificação 2D e 3D dos recursos, criação de modelos 3D realistas e ferramentas de medição. Ademais, o software simula cronogramas e a logística da construção desde a concepção do projeto até o fim da execução do mesmo. (BORGES, 2019)

2.4 Modelagem

Para automatizar o modelo 4D, filtragem dos elementos e parametrização são as principais ferramentas do BIM, saindo na frente do software *AutoCad*. Em alguns casos, conforme Eastman et al. (2011), a importação dos recursos BIM pelos usuários para a modelagem 4D é suficiente com dados de geometria, nomes e hierarquia. Somente em casos específicos, importam-se outras propriedades dos objetos, como os identificadores únicos, os quais podem automatizar a modelagem 4D.

O nível de detalhe apropriado para a modelagem 4D depende de vários fatores, por exemplo, solicitação do cliente, tamanho do modelo, tempo previsto de construção, itens críticos a serem comunicados. Existem casos em que o projeto 3D possui um sistema de paredes com diferentes camadas detalhadas, mas o planejador

pode optar por representar tudo como um componente único, se a questão crítica for outro sequenciamento. Há situações inversas, onde um único componente pode representar múltiplas atividades, como em um elemento de parede que envolva atividades de levantamento de alvenaria, emboço, revestimento como pintura, conforme Figura 3. O planejador pode aplicar diferentes atividades e tipos de atividades para um único componente (EASTMAN et al., 2011)

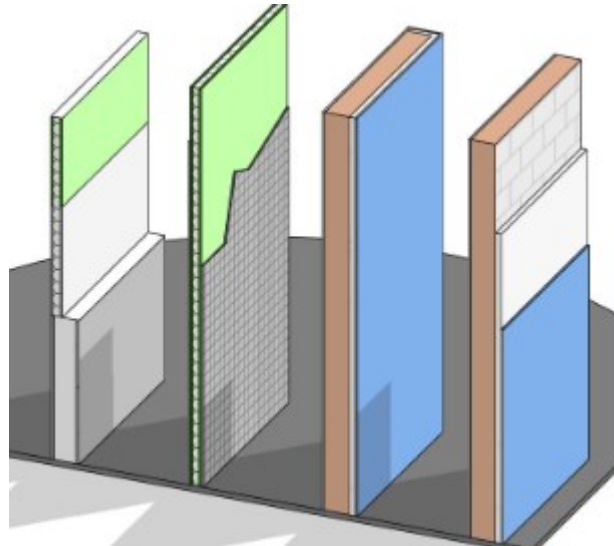


Figura 3: Modelagem realizada em camadas
Fonte: Inbec Pós Graduação (2012)

2.5 Integração da modelagem com o cronograma

O BIM 4D é resultante da integração do modelo 3D com o cronograma das etapas da obra, podendo ser utilizado pelas empresas para planejamento e gestão de empreendimentos de construção através da visualização do plano executivo da obra com um modelo virtual. (MATTOS, 2010).

Para a vinculação da modelagem 3D com o planejamento faz-se a vinculação entre cada elemento físico do modelo 3D com uma atividade de cronograma, permitindo o sequenciamento construtivo e a simulação virtual da obra e um tempo estimado pelo cronograma, conseguindo realizar análises de possíveis interferências e construções temporárias. (ABDI, 2017).

O modelo também permite integrar valores individuais ao modelo 4D, permitindo estimativas de custos com cada etapa, podendo estabelecer um cronograma físico-financeiro e ter um fluxo de caixa. Apresentar um cronograma das

atividades de construção em forma de animação para fins de validação das atividades e otimização de seu sequenciamento. (ABDI, 2017).

2.6 Controle de obras a partir do modelo virtual

Gestão é o ato de gerir ou administrar. Sendo um gestor, você terá uma visão geral do planejamento de sua obra e, a partir disso, tomará decisões com o objetivo de melhorar o andamento do projeto. (MAZUTTI; JÚLIA HEIN,2018).

O controle da construção e projetos tem que ter um bom acompanhamento da mesma, analisar e organizar o progresso e desempenho do projeto com medições em intervalos regulares, contribuindo para identificar se há necessidade de mudança no plano em alguma área do projeto. (PMBOK, 2017)

Obter uma visualização detalhada de algumas atividades em uma animação aumenta a capacidade de controlar e enxergar a dinâmica de operações de um projeto. Entretanto, visualizar atividades de instalações no modelo pode não ser possível, obtendo maior êxito com representações de avanços de atividades visíveis como as externas, de estrutura e fachada. (Golparvar-Fard et al.2009).

A simulação 4D pode ser feita de várias formas, podendo ajustar algumas funções da animação como alterar a velocidade, pausar e voltar para auxiliar na análise. Outro mecanismo desenvolvido para acompanhamento consiste na exibição de dois esquemas diferentes de simulação simultânea, lado a lado. Essa ferramenta permite que o usuário visualize, dentre outras possibilidades, dois métodos de construção, o planejado e o executado, conforme Figura 4, escolhendo o método mais apropriado ou identificando as discrepâncias no cronograma. (Song et al. 2012).



Figura 4: Simulação do Programado x Executado
Fonte: YouTube (2019)

Ainda como meio de melhorar o controle da obra pelo modelo 4D utilizam-se um esquema visual de cores para evidenciar as discrepâncias no cronograma, conforme Figura 5. Os desvios observados em relação ao planejado são divididos em um espectro de cores que vai do vermelho ao verde. Elementos em vermelho indicam componentes que necessitam de uma ação corretiva, enquanto os de verde representam atividades dentro da normalidade e os de verde escuro para componentes que foram realizados além do esperado, de maneira antecipada. (Golparvar-Fard et al. 2009).

4D Color Selector and Evaluator

Selecting Good Color Schemes for 4D Models

Selector

3 Status
 5 Status
 6 Status



- Pre-Construction
161 218 180
- Under-Construction
65 182 196
- Completion
34 94 168
- Pre-Construction Delay
253 204 138
- Under-Construction Delay
252 141 89
- Completion Delay
215 48 31

Application Software

Intergraph SmartPlant
 Autodesk Navisworks

Note

Evaluator

Original
Colorblind
Projector
Color Printout

建築三 下 99-05-01 2008/10/25 Dept177 Rev0120



8 / 12

⏪
⏴
⏵
⏩

Figura 5: Avaliação com sistemas de cores
Fonte: Chen; Tsai; Kang (2013)

3 METODOLOGIA

Nesse capítulo será mostrado os processos que serão realizados para conseguir atingir os objetivos iniciais desse trabalho. Inicialmente será apresentado a caracterização da pesquisa, após as etapas metodológicas que serão realizadas para o problema proposto.

3.1 Delineamento da pesquisa

Esta pesquisa tem por objetivo analisar as melhorias do planejamento com o método BIM, em cima de um estudo de caso de um cronograma das etapas da fase de projeto e execução da estrutura de um edifício na cidade de Pato Branco-PR.

Visto os objetivos buscados pelo trabalho, pode-se se caracterizar uma pesquisa qualitativa e um estudo de caso.

Para o desenvolvimento do trabalho será utilizado os softwares *Ms Project* para efetuar o planejamento, *Revit* na modelagem 3D e o *Navisworks* para a realização do modelo 4D.

A pesquisa qualitativa envolve uma abordagem interpretativa do mundo, o que significa que seus pesquisadores estudam as coisas em seus cenários naturais, tentando entender os fenômenos em termos dos significados que as pessoas a eles conferem. (DENZIN E LINCOLN, 2006)

Seguindo essa linha de raciocínio, Vieira e Zouain (2005) afirmam que a pesquisa qualitativa atribui importância fundamental aos depoimentos dos atores sociais envolvidos, aos discursos e aos significados transmitidos por eles. Nesse sentido, esse tipo de pesquisa preza pela descrição detalhada dos fenômenos e dos elementos que o envolvem.

O estudo de caso é visto como uma investigação empírica sobre um fenômeno contemporâneo dentro um contexto da vida real, que procura detalhar quando e como os limites entre o fenômeno e o contexto são definidos. (YIN, 2005)

Para Siqueira (2010), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que compreende desde a lógica do planejamento das técnicas de coleta de dados e das abordagens específicas a análise de dados.

3.2 Estudo de caso

Foi escolhido para o estudo de caso de um edifício (Figura 6) da empresa A, localizado na esquina da Rua Aimoré com a Rua Ibiporã, no centro da cidade de Pato Branco-PR.



Figura 6: Edifício de estudo
Fonte: Empresa A (2021)

A obra conta com: subsolo com 2 lojas; 1 pavimento garagem térreo; 1 pavimento de garagem; 7 pavimentos tipo, com 3 apartamentos por andar, cada um com aproximadamente 80 m² de área cada, composto por 1 cozinha/lavanderia, 1 sala de jantar/estar, 1 quartos, 1 suíte, 1 banheiro social, 1 sacada, conforme Figura 7; e pra finalizar uma cobertura.



Figura 7: Planta baixa apartamento tipo
Fonte: Empresa A (2021)

A empresa trabalha com um cronograma de 2 anos e meio para construir um edifício de 12 andares. A empresa já possui uma linha de base com sua equipe própria e com terceirizados. A empresa conta, também, com um setor de arquitetura, planejamento e compras.

Então neste estudo de caso pretende-se implementar a metodologia BIM 4D, com a modelagem 3D, Cronograma da obra e com a integração deles ter um modelo virtual, após isso acompanhar com as simulações o plano estratégico, conforme Figura 8.

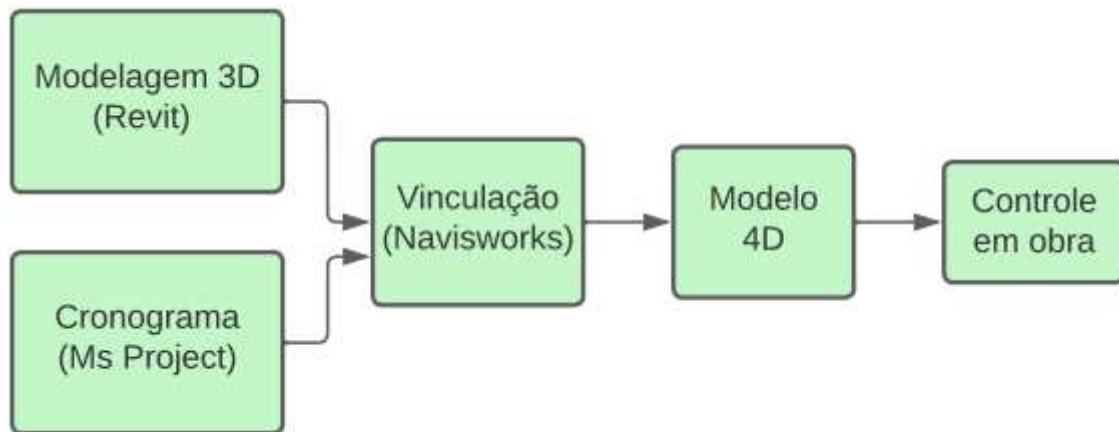


Figura 8: Fluxograma do trabalho proposto
Fonte: Autoria própria (2022)

3.3 Modelagem

A empresa vem implementando o BIM e conta com um setor de arquitetura, como já citado neste trabalho, que fica responsável pelos projetos arquitetônicos que realizou a modelagem 3D do edifício (conforme mostra a figura 9). A modelagem contém 12 pavimentos, com subsolo, térreo, pavimento 1 terraço, 7 pavimentos tipo, cada um com 3 apartamentos conforme mostra a figura 10 e cobertura, este edifício será utilizado para o estudo. A modelagem foi feita pelo software *Revit* com o máximo de informações possíveis dos materiais que são escolhidos pelas arquitetas da empresa e modelado o mais próximo possível do que realmente será feito em obra.



Figura 9: Modelagem do edifício
Fonte: Empresa A (2022)



Figura 10: Planta baixa da modelagem
Fonte: Empresa A (2022)

A modelagem foi realizada com um *template* próprio da Empresa A. Os elementos foram feitos separadamente em camadas, exemplo uma parede é feita por camadas: o bloco cerâmico, emboço e pintura (conforme ilustrado na figura 11), assim conseguindo vincular separadamente cada elemento da etapa em cada fase da construção prevista no cronograma, assim dando sequenciamento no modelo virtual.

Após essa etapa do BIM 3D, a modelagem será importada para o software *Navisworks* em arquivo IFC, onde poderá dar sequência nos objetivos desejados para o trabalho na obtenção da simulação da fase estrutural do edifício.

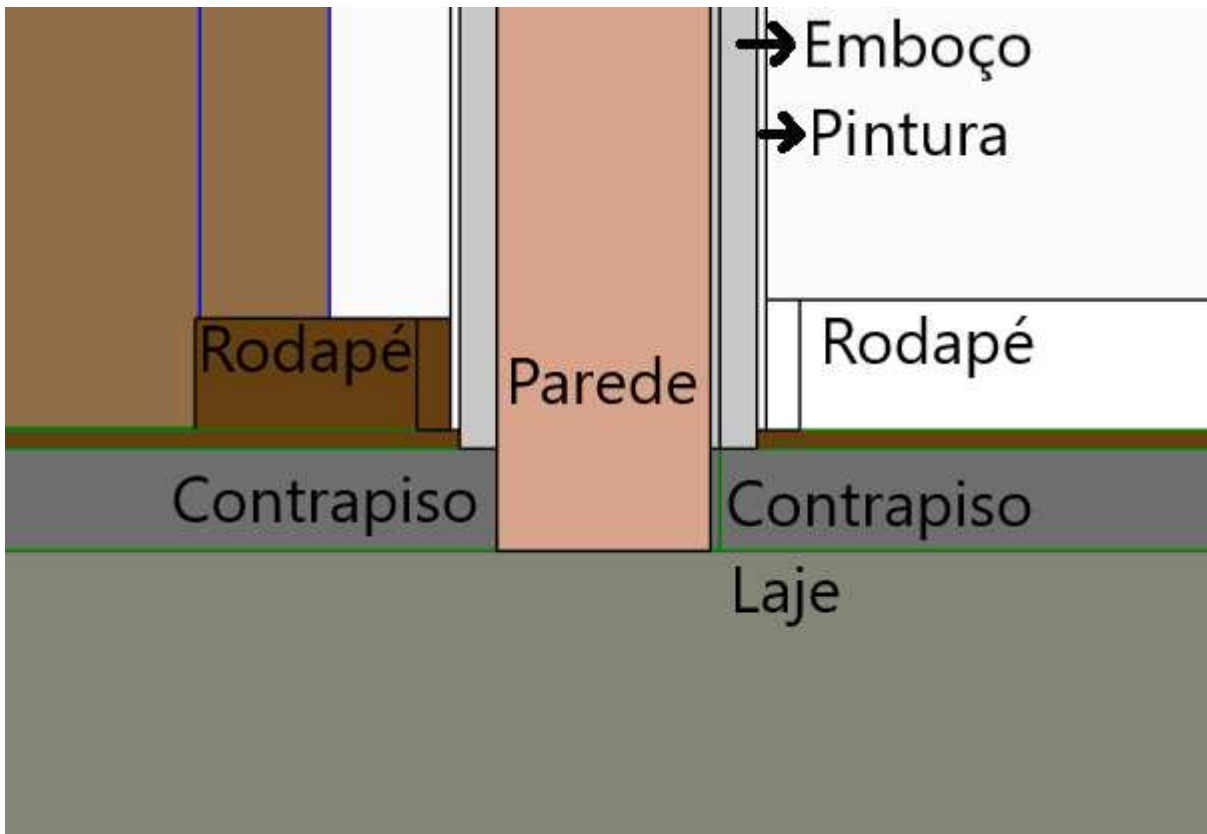


Figura 11: Detalhes da modelagem
Fonte: Empresa A (2022)

3.4 O planejamento

3.4.1 Projeto

Com os projetos arquitetônico e estrutural em mãos serão feitas as análises com os componentes do projeto, é de grande importância que esses projetos já estejam bem definidos pelos setores de arquitetura e engenharia, para evitar retrabalhos com o processo de planejamento.

3.4.2 Quantitativos

O levantamento dos quantitativos será realizado seguindo a verificação do conjunto de projetos existentes. A empresa disponibilizou os projetos arquitetônico e estrutural.

3.4.3 Duração das atividades

A duração das atividades foi determinada em função da quantidade de serviço a ser executado, da produtividade da mão-de-obra e da quantidade de recursos alocados (equipes). Para definir a duração das atividades foi realizado um questionário do histórico da produtividade de cada etapa do estrutural com a equipe da empresa. Quanto a alocação de recursos, utilizou-se como critério o fato de que o prazo para a conclusão do empreendimento já estava definido pela empresa, e com equipes já alocadas pela mesma.

3.4.4 Ms Project

O *Microsoft Project* foi utilizado para a realização do cronograma da obra, conforme figura 12. Onde será organizado as tarefas, gerenciar prazos visando atingir metas solicitadas pela empresa. O ponto de partida do projeto no *MS Project* é baseado no início e no final de uma tarefa e leva em consideração alguns fatores relacionados à dependência entre as atividades. A relação entre duração e trabalho será levada em consideração.

Há três fatores básicos a serem considerados ao usar a ferramenta *MS Project* para realizar um plano: tarefas, marcos, durações e recursos. As tarefas são as etapas necessárias para realizar um projeto, os marcos são as condições que marcam a execução de um grupo de tarefas relacionadas e os recursos podem ser pessoas, materiais ou equipamentos necessários para realizar as tarefas.

As informações podem ser obtidas por meio de gráficos de Gantt, diagramas de rede, calendários, planilhas e formulários. Os recursos do *MS Project* podem ajudar

um gerente, planejador ou administrador a tomar decisões armazenando informações sobre atividades e seu desempenho.

Nome da Tarefa	Duração	Início	Conclusão	Predecessor
▸ Pavimento Tipo 02	10,88 dias	Sex 26/08/22	Sex 09/09/22	
Pilares	5 dias	Sex 26/08/22	Sex 02/09/22	
Laje	5,88 dias	Sex 02/09/22	Sex 09/09/22	26
▸ Pavimento Tipo 03	10 dias	Sex 09/09/22	Sex 23/09/22	
Pilares	5 dias	Sex 09/09/22	Sex 16/09/22	46
Laje	5 dias	Sex 16/09/22	Sex 23/09/22	29
▸ Pavimento Tipo 04	10 dias	Sex 23/09/22	Sex 07/10/22	
Pilares	5 dias	Sex 23/09/22	Sex 30/09/22	30
Laje	5 dias	Sex 30/09/22	Sex 07/10/22	32
▸ Pavimento Tipo 05	10 dias	Sex 07/10/22	Sex 21/10/22	
Pilares	5,88 dias	Sex 07/10/22	Sex 14/10/22	33
Laje	5 dias	Sex 14/10/22	Sex 21/10/22	
▸ Pavimento Tipo 06	10,88 dias	Sex 21/10/22	Sex 04/11/22	
Pilares	5 dias	Sex 21/10/22	Sex 28/10/22	36
Laje	5,88 dias	Sex 28/10/22	Sex 04/11/22	38
▸ Pavimento Tipo 07	10,88 dias	Sex 04/11/22	Sex 18/11/22	
Pilares	5 dias	Sex 04/11/22	Sex 11/11/22	
Laje	5,88 dias	Sex 11/11/22	Sex 18/11/22	41
▸ Pavimento Tipo 08	10 dias	Sex 18/11/22	Sex 02/12/22	
Pilares	5 dias	Sex 18/11/22	Sex 25/11/22	
Laje	5 dias	Sex 25/11/22	Sex 02/12/22	44

Figura 12: Cronograma da empresa
Fonte: Empresa A (2022)

3.5 Navisworks

Foi importado para o *Navisworks* o arquivo com a modelagem feita no *Revit* em formato IFC. Se o projeto for alterado por algum motivo pode ser atualizado no *Navisworks*, sem precisar ter retrabalhos com o arquitetonico e acabar perdendo a vinculação no *software* em que foi realizado o modelo virtual. O cronograma feito no *Ms Project* vai ser importado para o *Navisworks* na ferramenta *Timeliner* (linha de tempo). O planejamento exportou exatamente como feito anteriormente e conta também com o gráfico de Gantt sendo executado no programa. Contém a parte das

datas reais em que foi preenchido, com acompanhamento da construção e tendo o gerenciamento das etapas que foram realizadas.

Como foi modelado no 3D os elementos separadamente no *Revit*, pode-se selecionar item a item os elementos da modelagem 3D e vinculando esses componentes com cada etapa do cronograma como o usuário desejar e assim testar com simulações como a obra, como mostra a figura 13.

Após essa vinculação é preciso configurar no campo *task Type* (tipo de tarefa) a atividade se ela for de construção ou de demolição. Foi usada a caracterização de construção, assim a simulação vai sendo construída no software.

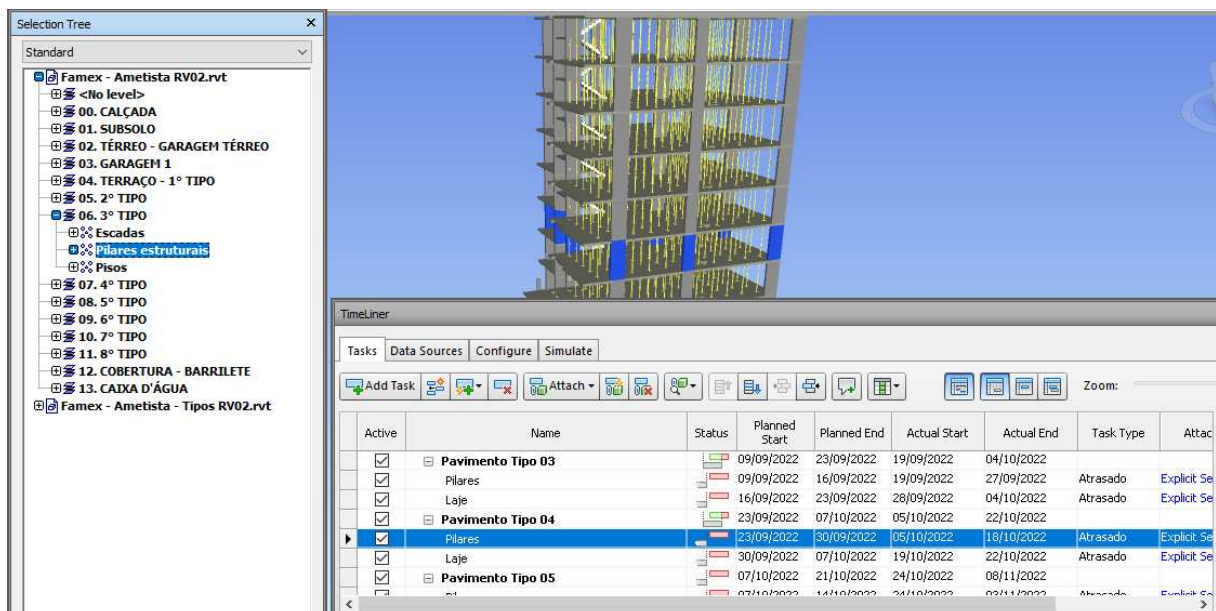


Figura 13: Vinculação da modelagem nas tarefas no Navisworks
Fonte: Autoria própria (2023)

3.5.1 Modelo virtual

Com o modelo virtual gerado conforme figura 14, foram realizadas análises de qualquer ângulo do cronograma com as simulações da execução da estratégia do plano do edifício, fazer mudanças desejadas, perceber erros, otimizar as etapas e assim melhorar o plano estratégico da obra, podendo alterar o sequenciamento que estiverem combinando para que as necessidades do planejamento sejam atendidas e assim superando método tradicional.

Na simulação pode-se colocar as informações que são necessitadas pelo gestor, como os gastos em cada etapa, a porcentagem do quanto foi realizado em cada fase ou até mesmo uma observação do processo.

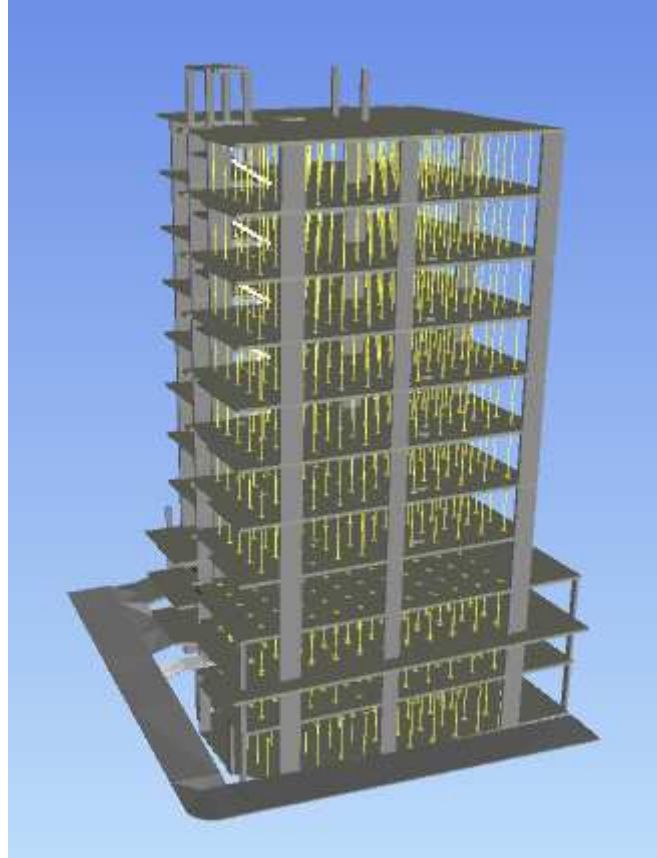


Figura 14: Modelo Virtual no Navisworks
Fonte: Aatoria própria (2023)

3.6 Controle

Foi realizado neste trabalho um controle melhor em obra, visando aumentar os acertos desse processo. Uma opção foi entregar um cronograma 3D na obra, onde os trabalhadores podem ter acesso fácil e ser mais visível as metas que devem ser alcançadas por um determinado período de tempo, que foi definido em ser mensalmente, sendo um cronograma 3D mais otimizado, que o gráfico de gantt feito pelo *Ms Project* que já é levado para a obra pela empresa. Porém pelo fato de ser grande fica mais difícil dos trabalhadores terem um bom entendimento.

Assim, o método BIM pode se tornar uma ferramenta essencial para os gestores da empresa e contribuir com as reuniões realizadas semanalmente de cada

obra, pois cada vez mais os gerentes de obras procuram métodos mais visíveis e práticos em análises dos resultados.

Então, durante um período foi acompanhada a obra e com as datas reais e com o auxílio do modelo 4D, teve-se a comparação do real que aconteceu realmente no edifício com o planejado pela empresa A.

Para ter um controle, nas visitas mensais foram feitas medições das etapas concluídas, para conseguir alimentar as datas reais da duração das etapas realizadas dentro do cronograma no *Navisworks*. Com essa ferramenta tem-se a animação do real da obra, podendo comparar com o que foi planejado e conferir se o cronograma foi cumprido.

Melhorando essa fase de controle, facilitando a visualização do planejado x realizado, foi feita uma relação com cores das atividades que estão atrasadas, que não cumprirem as datas estipuladas. Foi programado conforme mostra a figura 15, para ficar na visualização em vermelho as etapas que foram executadas em atraso conforme figura 17; as atividades que cumprirem com as datas ficaram em azul conforme exemplo na figura 16; e as etapas que foram adiantadas ficaram em verde, ficando fácil para a gestão e podendo melhorar em como eles podem atacar no plano estratégico da obra.

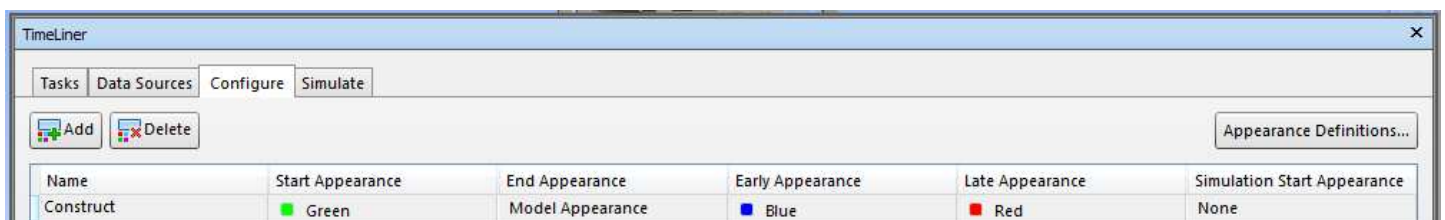


Figura 15: Controle por cores no Navisworks

Fonte: Autoria própria (2023)

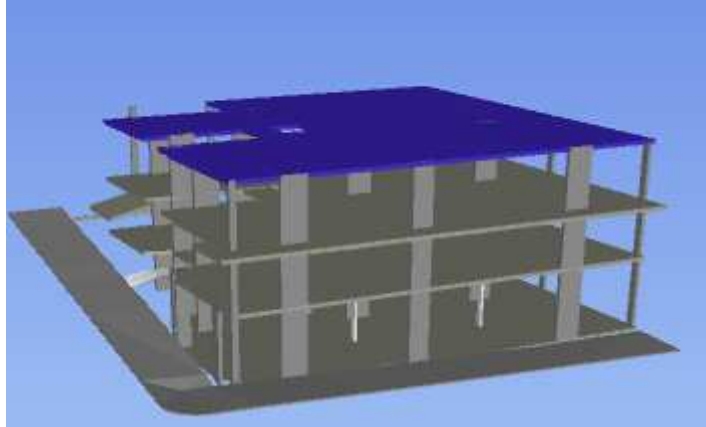


Figura 16: Atividade realizada adiantada
Fonte: Autoria própria (2023)

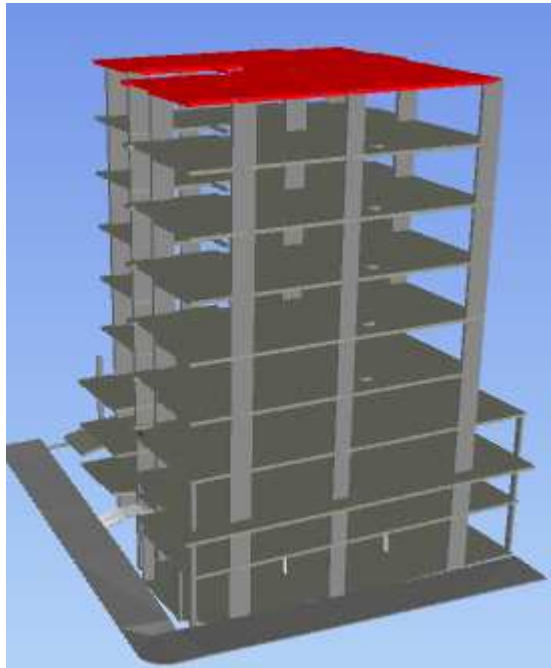


Figura 17: Atividade realizada em atraso
Fonte: Autoria própria (2023)

4 RESULTADOS

4.1 O planejamento

O cronograma da empresa que foi utilizado para estudo, nesse caso com foco na estrutura dos pavimentos tipo do edifício, foi planejado de acordo com a figura 18. Cada pavimento ficou programado para 10 dias, sendo 5 dias de execução dos pilares mais 5 dias do processo das lajes. A empresa sempre visa cronogramas com prazos mais curtos como um diferencial para se destacar no mercado de trabalho.

Esse cronograma foi realizado pelo *Ms Project*, tendo o diagrama de gantt que está completo no anexo A, ele é impresso e levado para obra, para que todos os trabalhadores possam ter acesso fácil e assim conseguir manter as datas em dia. O cronograma disponibilizado não dispõe de recursos de mão de obra e de materiais da construção em questão.

Nome da Tarefa	Duração	Início	Conclusão	Predecessor
▸ Pavimento Tipo 02	10,88 dias	Sex 26/08/22	Sex 09/09/22	
Pilares	5 dias	Sex 26/08/22	Sex 02/09/22	
Laje	5,88 dias	Sex 02/09/22	Sex 09/09/22	26
▸ Pavimento Tipo 03	10 dias	Sex 09/09/22	Sex 23/09/22	
Pilares	5 dias	Sex 09/09/22	Sex 16/09/22	46
Laje	5 dias	Sex 16/09/22	Sex 23/09/22	29
▸ Pavimento Tipo 04	10 dias	Sex 23/09/22	Sex 07/10/22	
Pilares	5 dias	Sex 23/09/22	Sex 30/09/22	30
Laje	5 dias	Sex 30/09/22	Sex 07/10/22	32
▸ Pavimento Tipo 05	10 dias	Sex 07/10/22	Sex 21/10/22	
Pilares	5,88 dias	Sex 07/10/22	Sex 14/10/22	33
Laje	5 dias	Sex 14/10/22	Sex 21/10/22	
▸ Pavimento Tipo 06	10,88 dias	Sex 21/10/22	Sex 04/11/22	
Pilares	5 dias	Sex 21/10/22	Sex 28/10/22	36
Laje	5,88 dias	Sex 28/10/22	Sex 04/11/22	38
▸ Pavimento Tipo 07	10,88 dias	Sex 04/11/22	Sex 18/11/22	
Pilares	5 dias	Sex 04/11/22	Sex 11/11/22	
Laje	5,88 dias	Sex 11/11/22	Sex 18/11/22	41
▸ Pavimento Tipo 08	10 dias	Sex 18/11/22	Sex 02/12/22	
Pilares	5 dias	Sex 18/11/22	Sex 25/11/22	
Laje	5 dias	Sex 25/11/22	Sex 02/12/22	44

Figura 18: Cronograma linha de base da empresa
Fonte: Empresa A (2021)

Na sequência foi realizado um modelo virtual do cronograma de linha de base dentro do software *Navisworks*, juntando nossa modelagem da estrutura, vinculada com o cronograma da previsto pela empresa. A seguir pode-se visualizar uma sequência de imagens de cada pavimento tipo, tirados do vídeo gerado pelo *Navisworks*. A construção virtual vai subindo, como mostram: as figuras 19, com o pavimento tipo 2; figura 20, com o pavimento tipo 3; figura 21, com o pavimento tipo 4; figura 22, com o pavimento tipo 5.

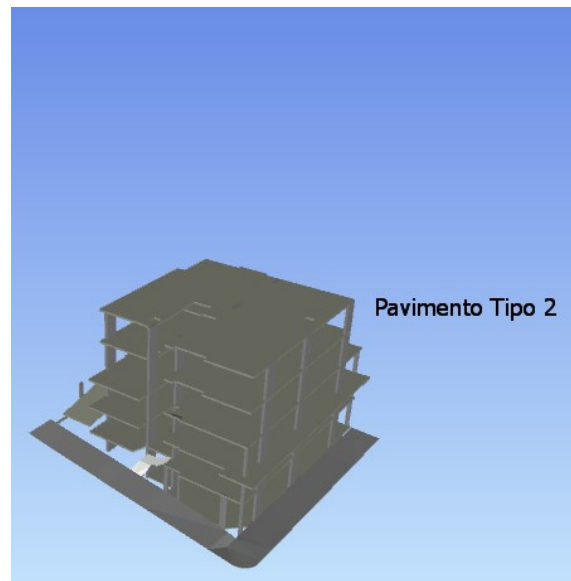


Figura 19: Construção virtual até pav.02
Fonte: Autoria própria (2023)

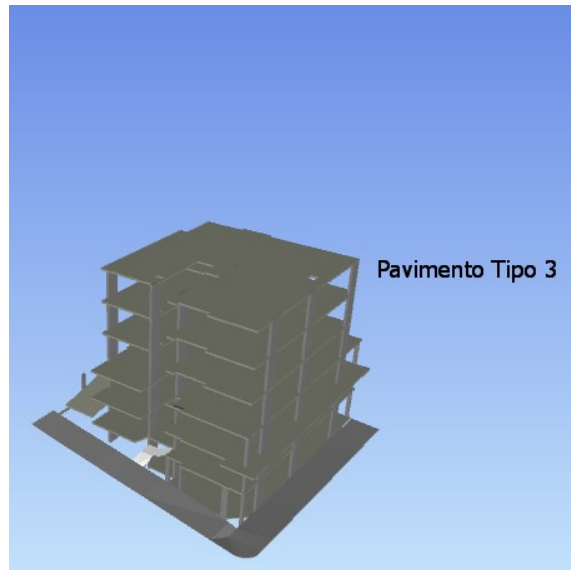


Figura 20: Construção virtual até pav.03
Fonte: Autoria própria (2023)

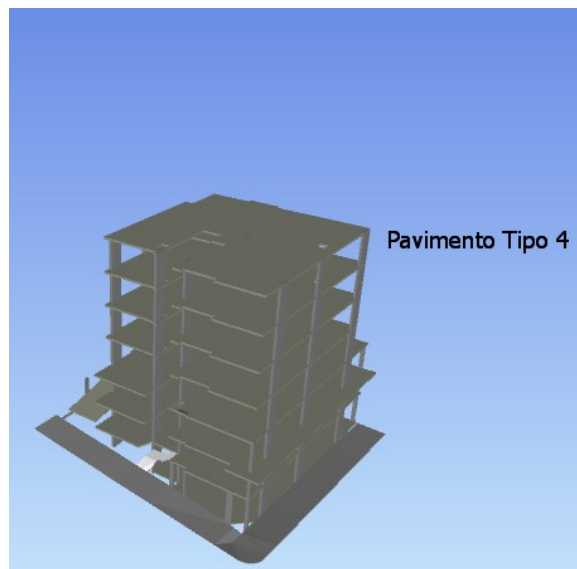


Figura 21: Construção virtual até pav.04
Fonte: Autoria própria (2023)

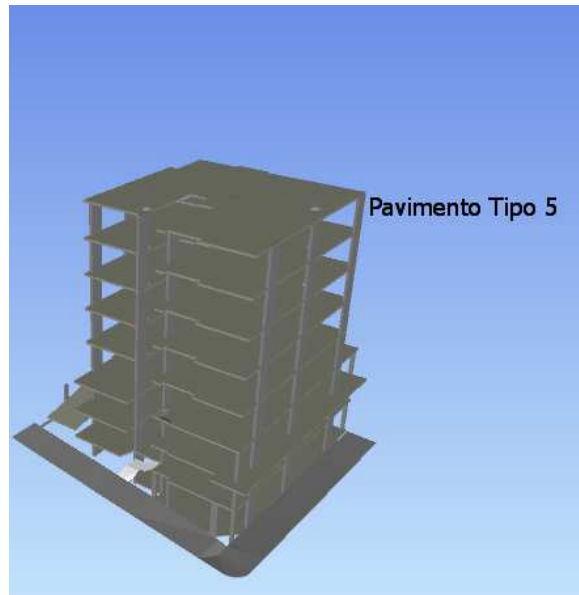


Figura 22: Construção virtual até pav.05
Fonte: Autoria própria (2023)

Dando sequência no vídeo com a figura 23, com o pavimento tipo 6; figura 24, com o pavimento tipo 7; e por fim, com a figura 25, com o pavimento tipo 8; a última laje programada pra acabar ainda em 2022.

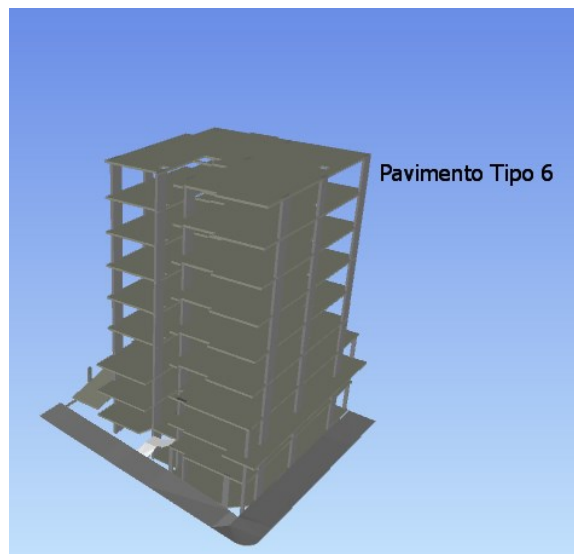


Figura 23: Construção virtual até pav.06
Fonte: Autoria própria (2023)

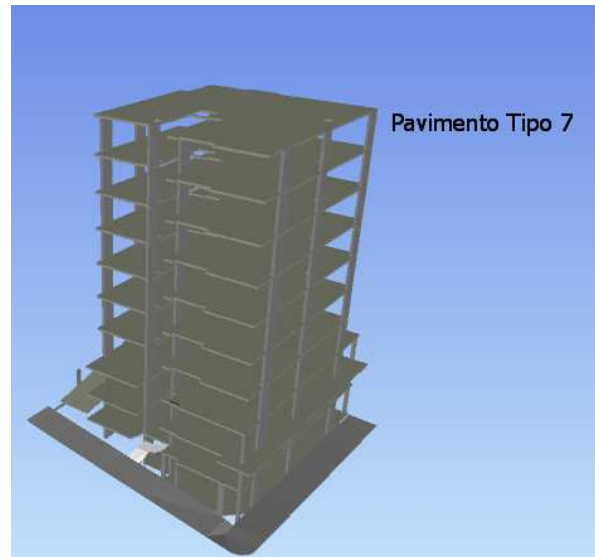


Figura 24: Construção virtual até pav.07
Fonte: Autoria própria (2023)

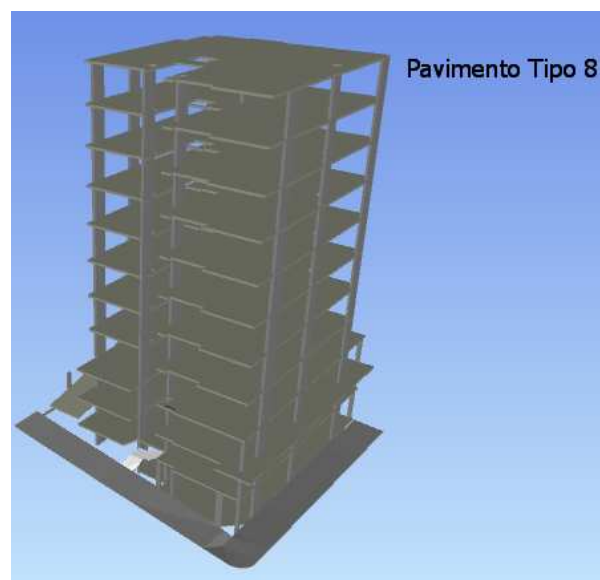


Figura 25: Construção virtual até pav.08
Fonte: Autoria própria (2023)

4.1.1 Acompanhamento

Como foi acompanhada a obra e extraído as datas reais em que cada etapa foi sendo desenvolvida, temos um novo cronograma real da obra, preenchida com visitas na obra. Esse cronograma foi obtido com auxílio do aplicativo diário de obra que é utilizado pela empresa para ter um melhor controle da evolução da construção.

Com os dados colhidos e acompanhado ficou cada pavimento com 15 dias de duração, conforme figura 26.

Nome da tarefa	Início Real	Conclusão Real	Duração
Pavimento Tipo 02	Seg 05/09/22	Sex 16/09/22	12
Pilares	Seg 05/09/22	Seg 12/09/22	7
Laje	Ter 13/09/22	Sex 16/09/22	5
Pavimento Tipo 03	Seg 19/09/22	Ter 04/10/22	14
Pilares	Seg 19/09/22	Ter 27/09/22	8
Laje	Qua 28/09/22	Ter 04/10/22	6
Pavimento Tipo 04	Qua 05/10/22	Sáb 22/10/22	16
Pilares	Qua 05/10/22	Ter 18/10/22	11
Laje	Qua 19/10/22	Sáb 22/10/22	5
Pavimento Tipo 05	Seg 24/10/22	Ter 08/11/22	14
Pilares	Seg 24/10/22	Qui 03/11/22	10
Laje	Sex 04/11/22	Ter 08/11/22	4
Pavimento Tipo 06	Qua 09/11/22	Qui 24/11/22	15
Pilares	Qua 09/11/22	Qua 16/11/22	7
Laje	Sex 18/11/22	Qui 24/11/22	6
Pavimento Tipo 07	Sex 25/11/22	Qui 15/12/22	17
Pilares	Sex 25/11/22	06/dez	9
Laje	Qua 07/12/22	Qui 15/12/22	8
Pavimento Tipo 08	Sex 16/12/22	Sex 20/01/23	26
Pilares	Sex 16/12/22	Sex 23/12/22	7
Laje	Seg 09/01/23	Sex 20/01/23	10

Figura 26: Datas reais
Fonte: Autoria própria (2023)

Essas datas foram passadas para o *Ms Project* e assim tendo um novo cronograma de gantt. Nesse cronograma foram utilizados os recursos de mão de obra e material das etapas de estrutura dos pavimentos tipos, conforme ilustrado na figura 27.

Nome de tarefa	Duração	Início	Conclusão	Predecessoras	Nomes de Recursos
Edifício Ametista	112 dias	Qui 13/10/22	Sex 17/03/23		
Pavimento Tipo 2	16 dias	Qui 13/10/22	Qui 03/11/22		
Pilar	5 dias	Qui 13/10/22	Qua 19/10/22		
Armadura	3 dias	Qui 13/10/22	Seg 17/10/22		Armadura[1.322 Kg];Armador[300%]
Formas	2 dias	Seg 17/10/22	Ter 18/10/22	4II+2 dias	Carpinteiro[200%];formas p/ pilar[132,11 m2]
Concretagem	1 dia	Qua 19/10/22	Qua 19/10/22	5	Concreto[13,21 m3];Servente[300%];Carpinteiro[600%]
Laje	11 dias	Qui 20/10/22	Qui 03/11/22	3	
Escoramento e Painéis	5 dias	Qui 20/10/22	Qua 26/10/22	5II	Formas laje[253,58 m2];Carpinteiro[600%];Servente[300%]
Armadura Convencional	5 dias	Qui 27/10/22	Qua 02/11/22	8	Servente[300%];Armadura[1.490 Kg];Carpinteiro[600%];Armador[300%]
Protensão	5 dias	Qui 27/10/22	Qua 02/11/22	8	Servente[300%];Trabalhador da Bolt;Cordoalhas[1.510,1 Kg]
Concretagem	1 dia	Qui 03/11/22	Qui 03/11/22	10	Servente[300%];Concreto[5.072 m3];Carpinteiro[600%]

Figura 27: Cronograma próprio com recursos
Fonte: Autoria própria (2023)

4.1.2 Gráfico de Recursos

Como foram atribuídos recursos de mão de obra e material no cronograma realizado com dados tirado da obra, é possível visualizar no *Ms Project* os gráficos desses recursos, que serão apresentados a seguir. Na figura 28 é mostrado o gráfico de recurso de mão de obra do armador, onde os 300% que o gráfico mostra, significa os 3 armadores contratados da empresa.

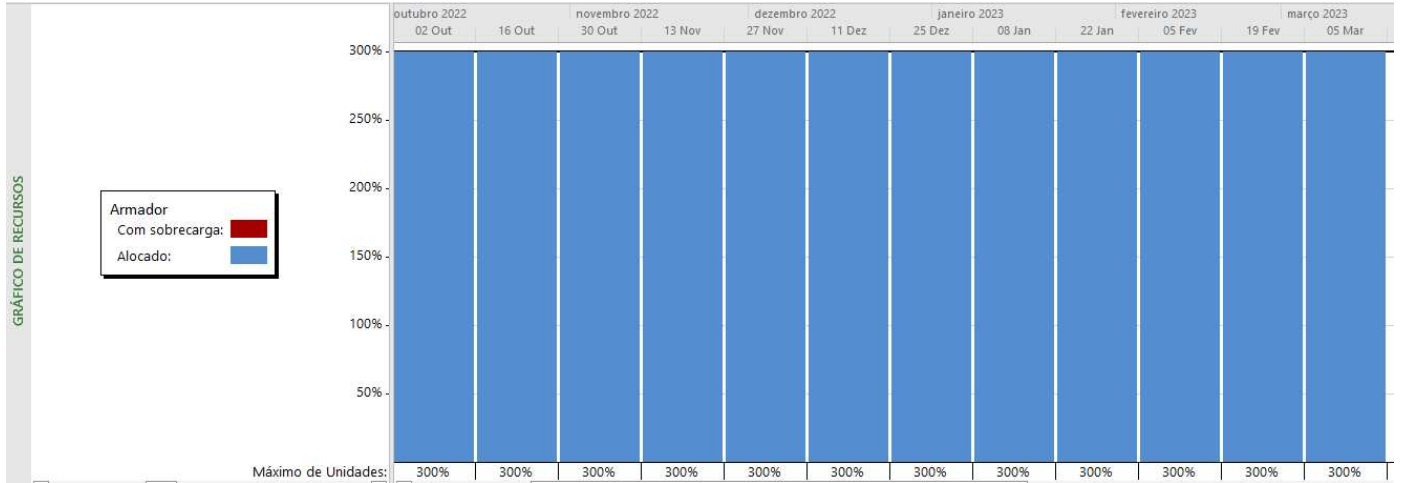


Figura 28: Recursos mão de obra armador
Fonte: Autoria própria (2023)

Na figura 29, o gráfico gerado é sobre mão de obra de carpinteiro e os dias que foram alocados, no total são 6 carpinteiros contratados pela empresa.

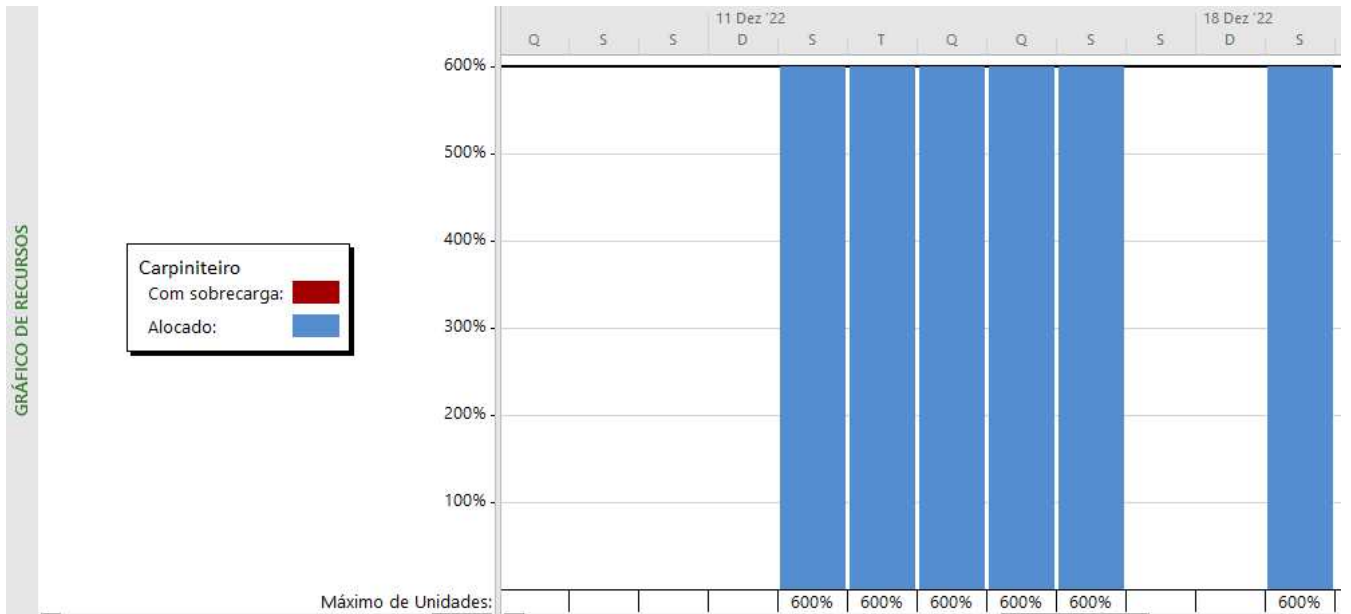


Figura 29: Recursos mão de obra carpinteiro
Fonte: Autoria própria (2023)

O gráfico da mão de obra de servente é mostrado a seguir na figura 30, com alocação dos mesmos.

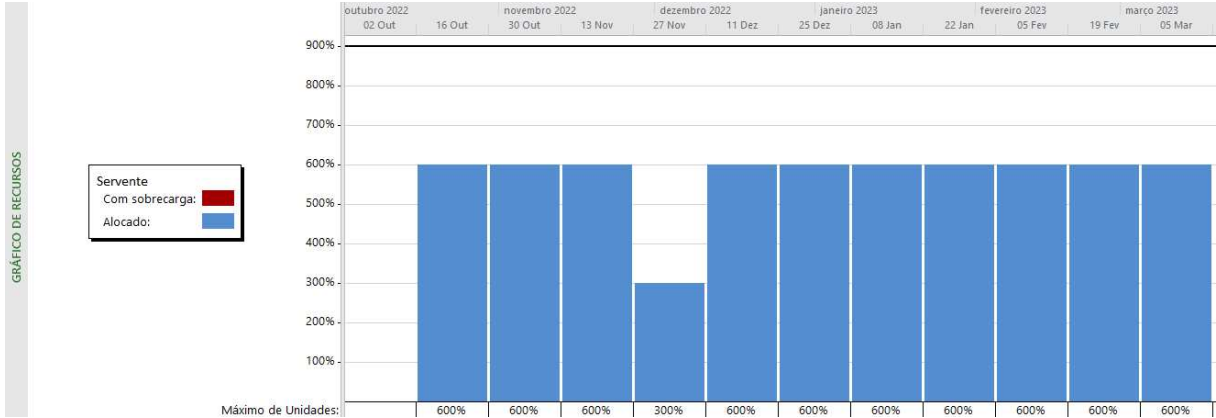


Figura 30: Recursos mão de obra servente
Fonte: Autoria própria (2023)

A verificação das cordoalhas é feita por um trabalhador da empresa contratada pelo projeto estrutural da obra. Então, antes da concretagem ele confere a localização dos cabos nas lajes. O gráfico de recursos é apresentado pela figura 31.

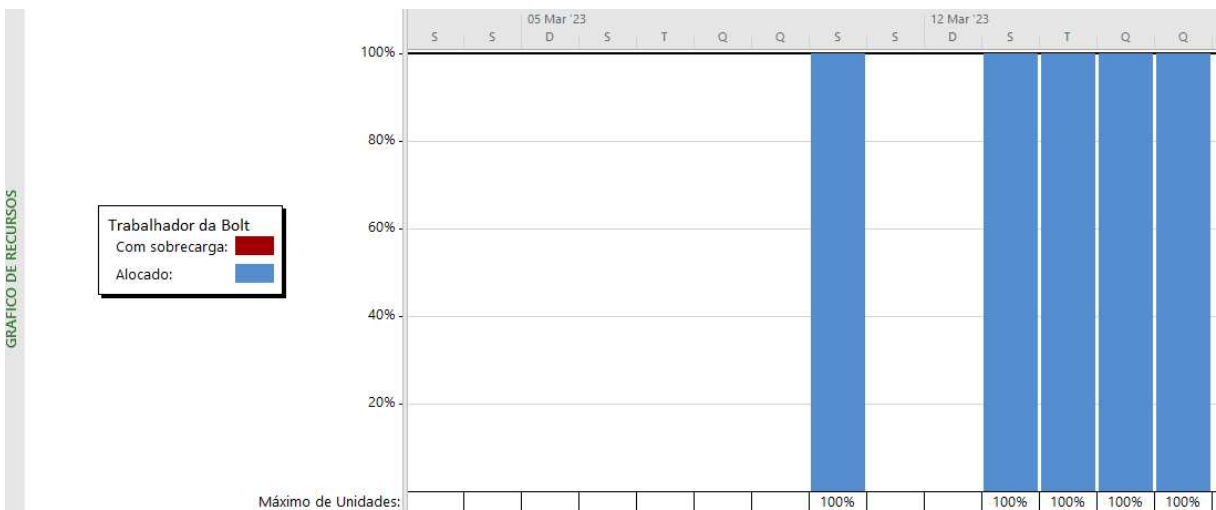


Figura 31: Recursos mão de obra trabalhador cordoalhas
Fonte: Autoria própria (2023)

Para os recursos atribuídos de materiais, foi pego como referência o resumo do projeto estrutural fornecido pela empresa. As formas das lajes tiveram um consumo que ficou de 253,58 m² do pavimento tipo, conforme mostra a figura 32. O consumo de formas foi de 50,72m² por dia, conforme mostra o gráfico da figura 33.

Consumo de fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Pavimento FUNRES	14.08	37.41	4.77	0.00	0.00
Pavimento Topo Elevador	20.69	1.34	3.11	0.00	0.00
Pavimento Cobertura	132.11	32.56	252.78	0.00	13.70
Pavimento Tipo 08	132.11	32.56	253.58	0.00	13.70
Pavimento Tipo 07	132.11	32.56	253.58	0.00	13.70
Pavimento Tipo 06	132.11	32.56	253.58	0.00	13.70
Pavimento Tipo 05	132.11	32.56	253.58	0.00	13.70
Pavimento Tipo 04	132.11	32.56	253.58	0.00	13.70
Pavimento Tipo 03	132.11	32.56	253.58	0.00	13.70
Pavimento Tipo 02	134.42	32.56	253.58	0.00	13.70

Figura 32: Resumo estrutural
Fonte: Empresa Plana (2022)

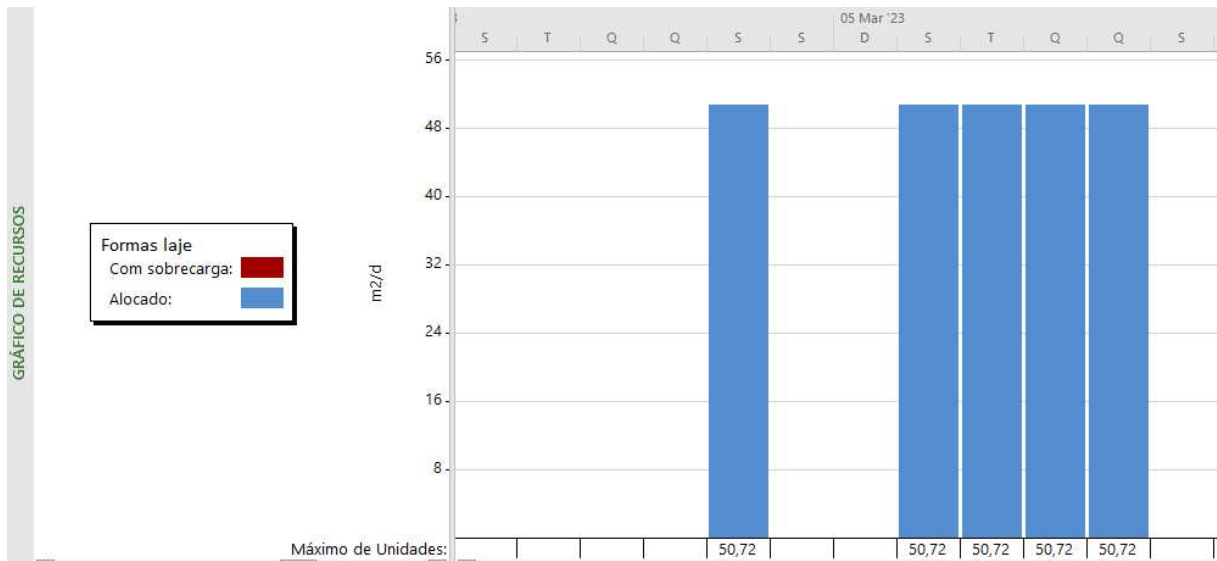


Figura 33: Recursos de materiais formas lajes
Fonte: Autoria própria (2023)

Na figura 34 mostra o gráfico de recursos das formas dos pilares, por dia o consumo ficou de 66,06 m² e o total de cada pavimento é de 132,11 m².



Figura 34: Recursos de materiais formas para pilar
Fonte: Autoria própria (2023)

O total de aço de cada pavimento tipo dos pilares é de 1318 kgf e das lajes 1490 kgf, conforme resumo estrutural da figura 35. A seguir é apresentado o gráfico de recursos da armadura do edifício na figura 36.

Pasta	Aço (kgf)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Blocos	0	0	0	8990	0
Pavimento FUNRES	18	398	50	0	0
Pavimento Topo Elevador	259	12	42	0	0
Pavimento Cobertura	978	604	1025	0	134
Pavimento Tipo 08	1322	553	1490	0	134
Pavimento Tipo 07	1318	553	1490	0	134
Pavimento Tipo 06	1325	553	1490	0	134
Pavimento Tipo 05	1325	553	1490	0	134
Pavimento Tipo 04	1325	553	1490	0	134
Pavimento Tipo 03	1393	553	1490	0	134
Pavimento Tipo 02	1625	553	1490	0	134

Figura 35: Resumo de estrutural
Fonte: Empresa Plana (2022)



Figura 36: Gráfico de recursos de armadura
Fonte: Empresa Plana (2022)

O total de dos cabos de protensão é de 1510,51 Kg, como mostra a figura 37, dado também tirado do resumo estrutural. As cordoalhas tiveram um consumo de 302,02 Kg por dia nas lajes, ilustrando isso está o gráfico de recursos da figura 38.

PAVIMENTO	CABOS (KG)	ANCORAGEM (UND)	AÇO-10 (KG)	AÇO-12,5 (KG)
Pavimento Cobertura	1334,78	228	356	122
Pavimento Tipo 08	1510,51	256	369	123
Pavimento Tipo 07	1510,51	256	369	123
Pavimento Tipo 06	1510,51	256	369	123
Pavimento Tipo 05	1510,51	256	369	123
Pavimento Tipo 04	1510,51	256	369	123
Pavimento Tipo 03	1510,51	256	369	123
Pavimento Tipo 02	1510,51	256	369	123

Figura 37: Resumo de estrutural
Fonte: Empresa Plana (2022)

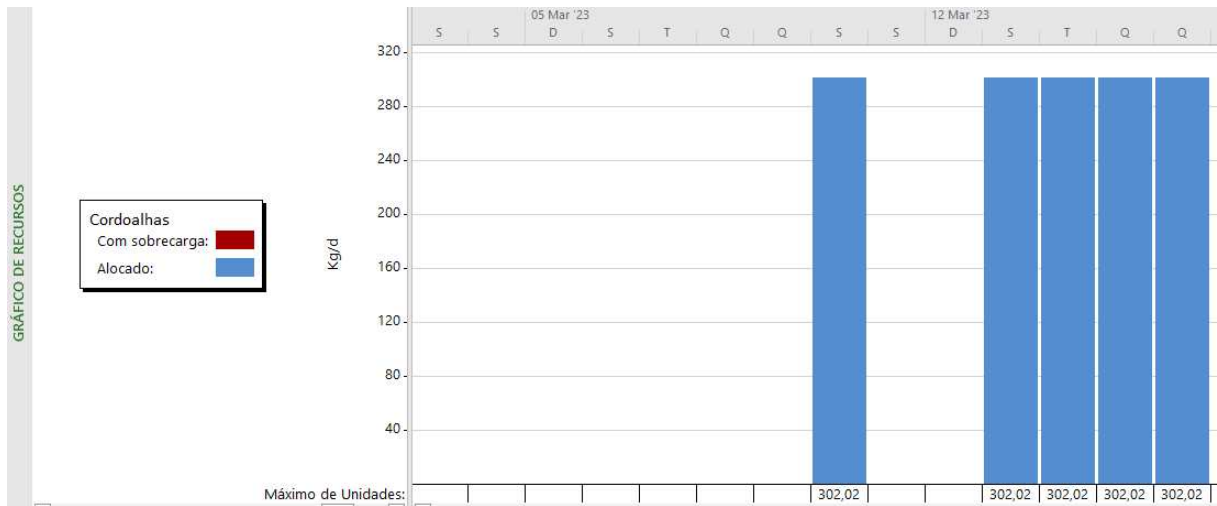


Figura 38: Gráfico de recursos das cordoalhas
Fonte: Empresa Plana (2022)

A figura 39 mostra o resumo de concreto por m³ de cada pavimento do edifício, com pilares com total de 13,21 m³ e lajes de 50,72 m³. A seguir, ilustrado na figura 40, está o gráfico de recursos do concreto, com o consumo diário.

Pavimento	Concreto (m3)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Pavimento FUNRES	1.11	3.89	0.57	0.00	0.00
Pavimento Topo Elevador	1.76	0.10	0.47	0.00	0.00
Pavimento Cobertura	13.21	2.92	50.56	0.00	1.94
Pavimento Tipo 08	13.21	2.92	50.72	0.00	1.94
Pavimento Tipo 07	13.21	2.92	50.72	0.00	1.94
Pavimento Tipo 06	13.21	2.92	50.72	0.00	1.94
Pavimento Tipo 05	13.21	2.92	50.72	0.00	1.94
Pavimento Tipo 04	13.21	2.92	50.72	0.00	1.94
Pavimento Tipo 03	13.21	2.92	50.72	0.00	1.94
Pavimento Tipo 02	13.44	2.92	50.72	0.00	1.94

Figura 39: Resumo do estrutural

Fonte: Empresa Plana (2022)

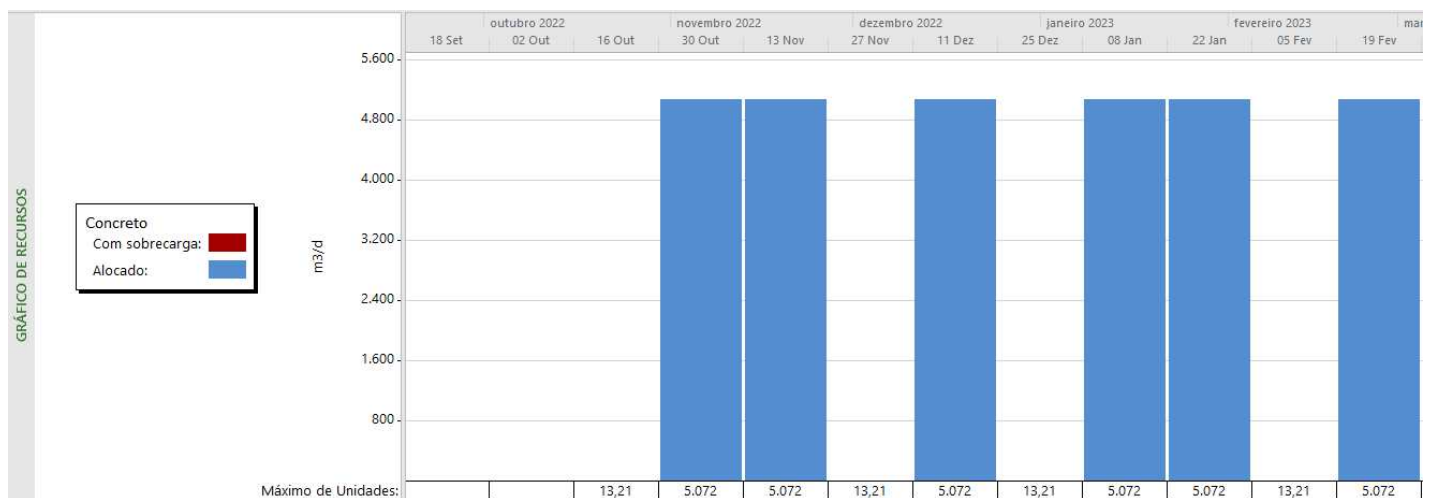


Figura 40: Gráfico de recursos do concreto

Fonte: Empresa Plana (2022)

4.1 Controle

Com visitas na obra periodicamente, foi possível alimentar as datas reais das etapas que foram acontecendo, elas podem ser inseridas no *Ms Project*. Conforme vai inserindo as datas reais, o software vai ajustando as datas das próximas etapas, assim atualizando o cronograma e gerando novas metas.

Na primeira medição realizada, foram alimentadas as datas reais das etapas concluídas até a visita, no *Navisworks* é gerado um novo modelo virtual. Dentro do software tem-se a opção de visualização do modelo planejado ou atual (figura 41). Colocando os 2 modelos lado a lado e com a classificação de cores inseridas nas configurações do programa, torna-se muito mais fácil de identificar as tarefas realizadas em dia (azul), adiantadas (verde), atraso (vermelho). Essa estratégia permite um controle da obra melhor, mais compacto e de fácil visualização para todos os trabalhadores, tanto dentro do escritório em reuniões semanais e em obra. Assim podendo ser visualizada mais fácil por onde atacar para vencer as datas estipuladas.

Simulation Settings

Override Start / End Dates

Start Date
09:00:00 31/08/2021

End Date
09:00:00 11/04/2023

Interval Size
5 Percent

Show all tasks in interval

Playback Duration (Seconds)
20

Overlay Text
Edit Top

Animation
No Link

View
 Planned
 Planned (Actual Differences)
 Planned against Actual
 Actual
 Actual (Planned Differences)

OK Cancel Help

Figura 41: Configuração de datas no Navisworks
Fonte: Autoria própria (2023)

As medições foram programadas para serem feitas pelas datas de término de cada laje tipo do edifício. A primeira medição foi realizada no dia 09 de setembro de 2022, conforme previsto no cronograma de linha de base seria o dia de concretagem da laje conforme mostrado na figura 42, em azul. Porém, a realidade é que o que está em vermelho, o que indica que os pilares da laje em questão foram feitos em atraso. Com total de diferença do planejado x real de 9,5%.



Figura 42: Comparação planejado x Real
Fonte: Autoria própria (2023)

A segunda medição foi realizada em 23 de setembro de 2022. O previsto pela linha de base era estar finalizada a laje 3º pavimento tipo. Porém, estavam finalizando os pilares dessa laje, sendo o total de diferença de 30%, conforme mostra a figura 43.

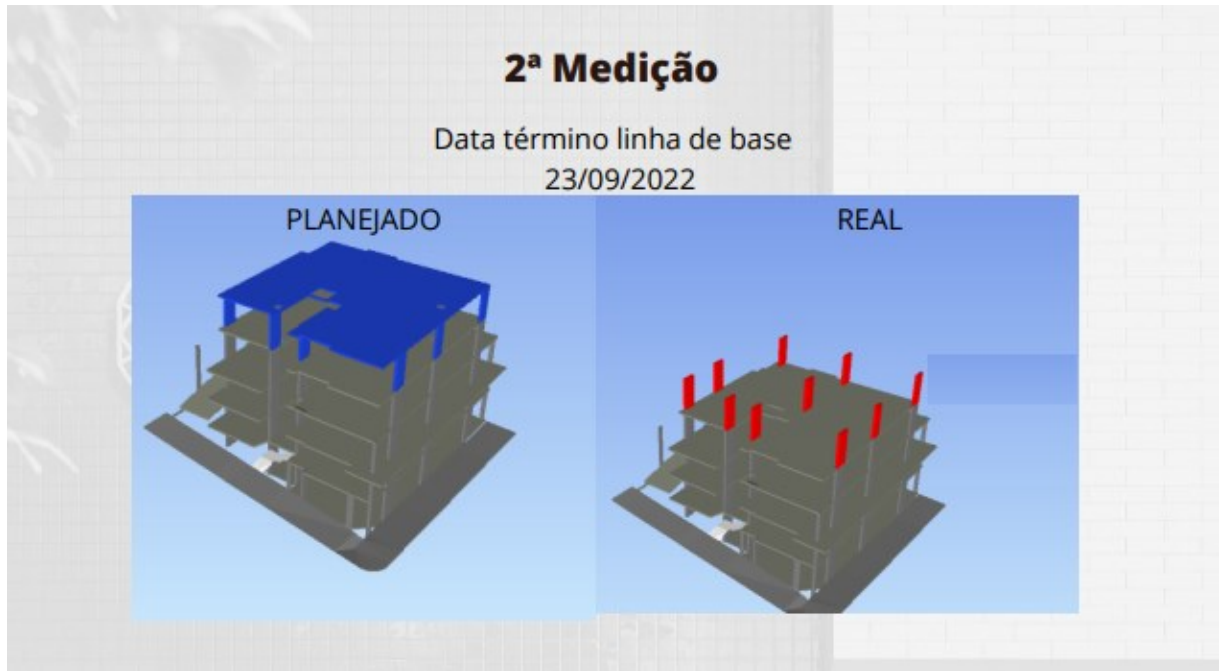


Figura 43: Comparação planejado x Real
Fonte: Autoria própria (2023)

No dia 07 de outubro o planejado era estar terminando o 4º pavimento tipo mas conforme ilustrado na figura 44, nesta data estava sendo finalizada a laje do 2º pavimento tipo, sendo o total de diferença de 25,8%.

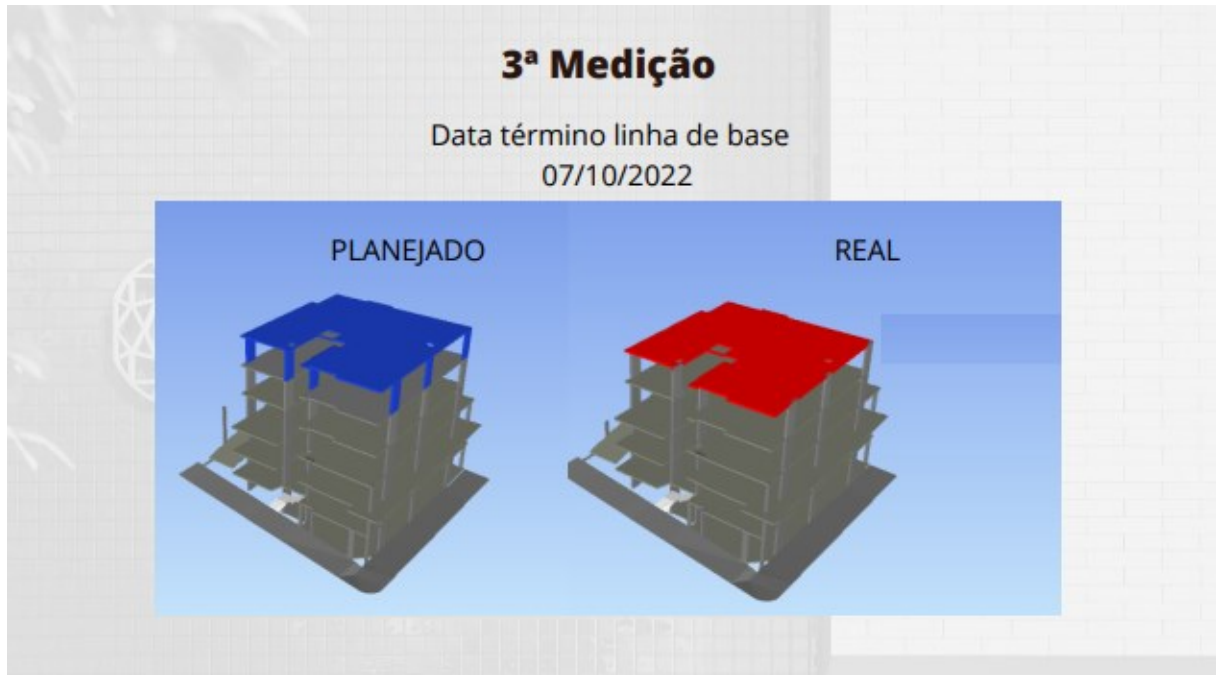


Figura 44: Comparação planejado x Real
Fonte: Autoria própria (2023)

A quinta laje do pavimento tipo foi prevista de ser realista até dia 21 de outubro. Quando foi realizada mais uma medição e a terceira laje tinha sido concluída, resultando no total de 24% de diferença, conforme mostra a figura 45.

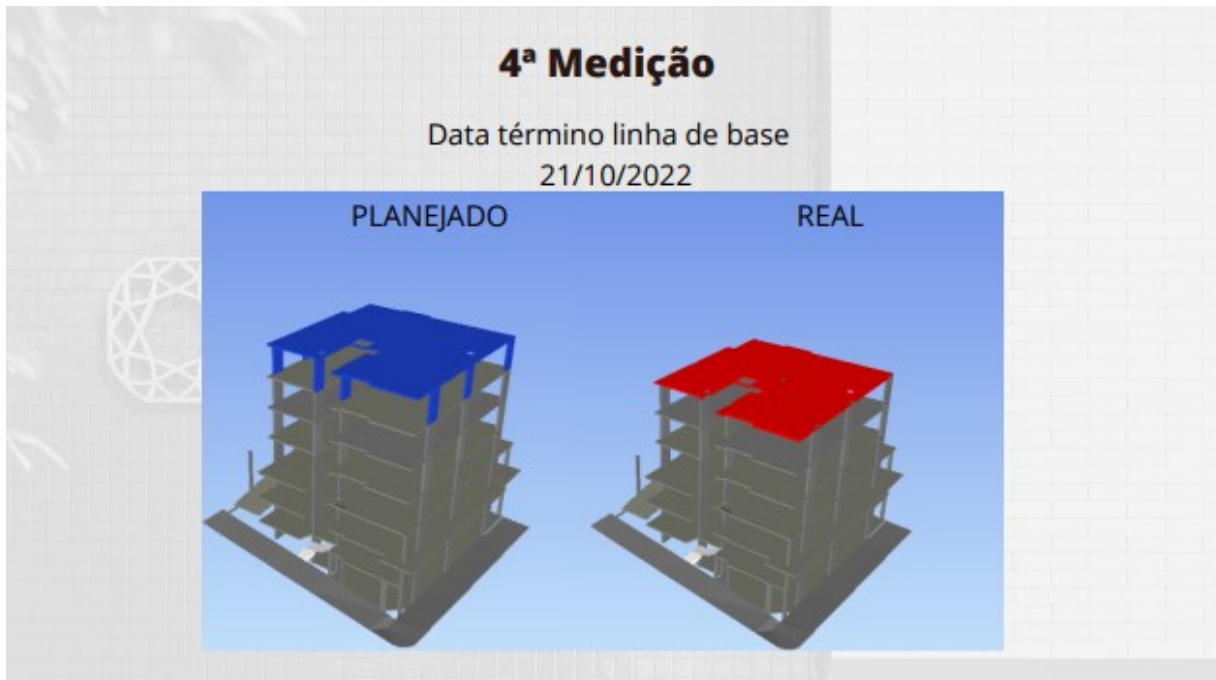


Figura 45: Comparação planejado x Real
Fonte: Autoria própria (2023)

Na quinta medição, realizada em 04 de novembro de 2022, de acordo com a figura 46, o planejado era pra estar finalizada até a 6ª laje do prédio e o real estava nos pilares da quinta laje, totalizando 21,9% de diferença.

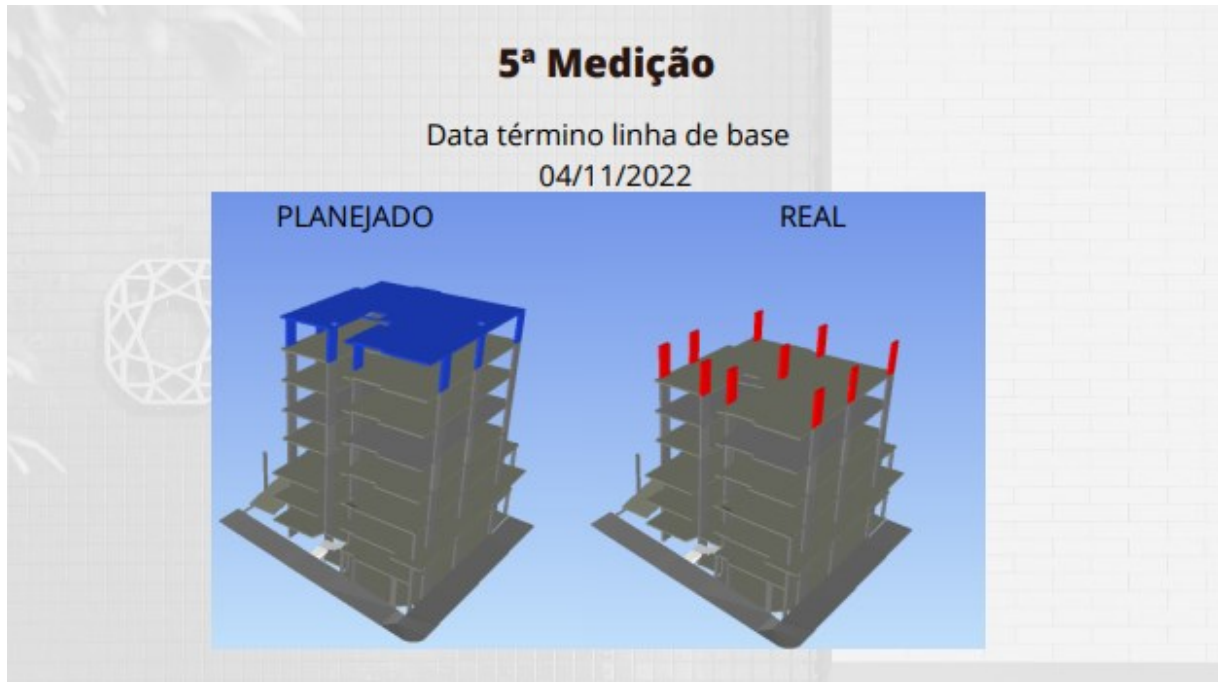


Figura 46: Comparação planejado x Real
Fonte: Autoria própria (2023)

No dia 18 de novembro, na 6ª medição, a sétima laje estava prevista para estar terminada. Mas as atividades feitas estavam até os pilares da 6ª laje, totalizando uma diferença de 24,7% conforme ilustra a figura 47.



Figura 47: Comparação planejado x Real
Fonte: Autoria própria (2023)

O término dos pavimentos tipo do edifício estavam previstos para o dia 02 de dezembro de 2022, que era a 8ª laje. Porém, nesta data estavam finalizados os pilares para o 7º pavimento tipo, totalizando uma diferença de 32,8% conforme mostra figura 48.

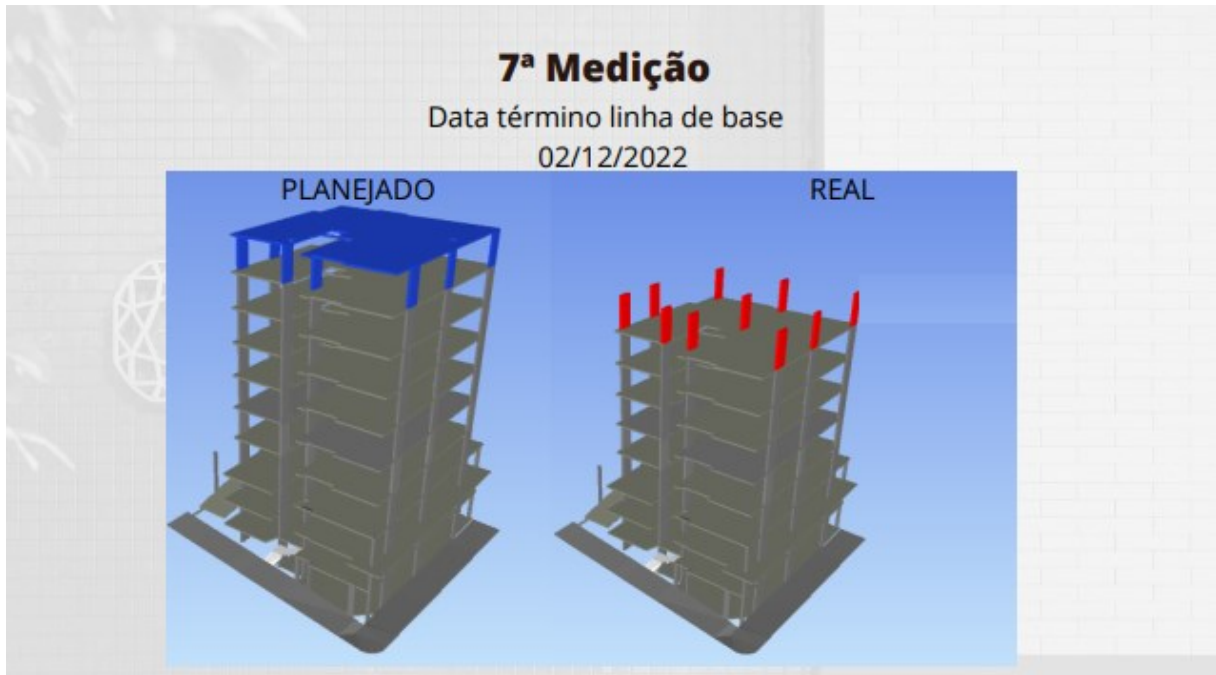


Figura 48: Comparação planejado x Real
Fonte: Autoria própria (2023)

A oitava medição foi efetuada no dia 20 de janeiro de 2023. Foi concluído o 8º pavimento tipo com um atraso de 1 mês de diferença em relação ao previsto do cronograma, conforme mostra a figura 49, totalizando 14% essa diferença.



Figura 49: Comparação planejado x Real
Fonte: Autoria própria (2023)

O gráfico a seguir mostra um resumo dos dias de duração de cada laje, comparando o planejado x real da obra. O gráfico deixa claro que a duração de cada etapa do realizado foi maior. Essa diferença se dá tanto pelo cronograma de linha de base ter sido baseado a partir de outro edifício, por não ter os recursos cadastrados no *Ms Project* e outras adversas como o clima.



Figura 50: Gráfico de diferença acumulada em dias da duração de cada pavimento
Fonte: Autoria própria (2023)

4.2 Metas ilustradas no 3D em obra e reuniões

Foram realizadas também, imagens de metas mensais da obra, conforme figura 50, dentro do *software Navisworks*, onde era um resumo no 3D da modelagem do cronograma extenso do *Ms Project*. As etapas foram organizadas em ordem de datas que seriam realizadas. Na legenda foram inseridas as datas de início e término estipuladas de cada processo. O caminho crítico do determinado período também era exposto no relatório. Ao invés do trabalhador sair tendo que procurar no cronograma extenso do *Ms Project* ele tem resumido e mais visual com o 3D, tornando as metas mais focadas por todos os envolvidos. A imagem mostra também que foram expostas mais atividades que da estrutura. A alvenaria foi subindo obedecendo um intervalo de 3 lajes, usada pela empresa obedecendo as normaa e instalações elétricas e hidráulicas. Tudo o que estava programado para o mês em questão.

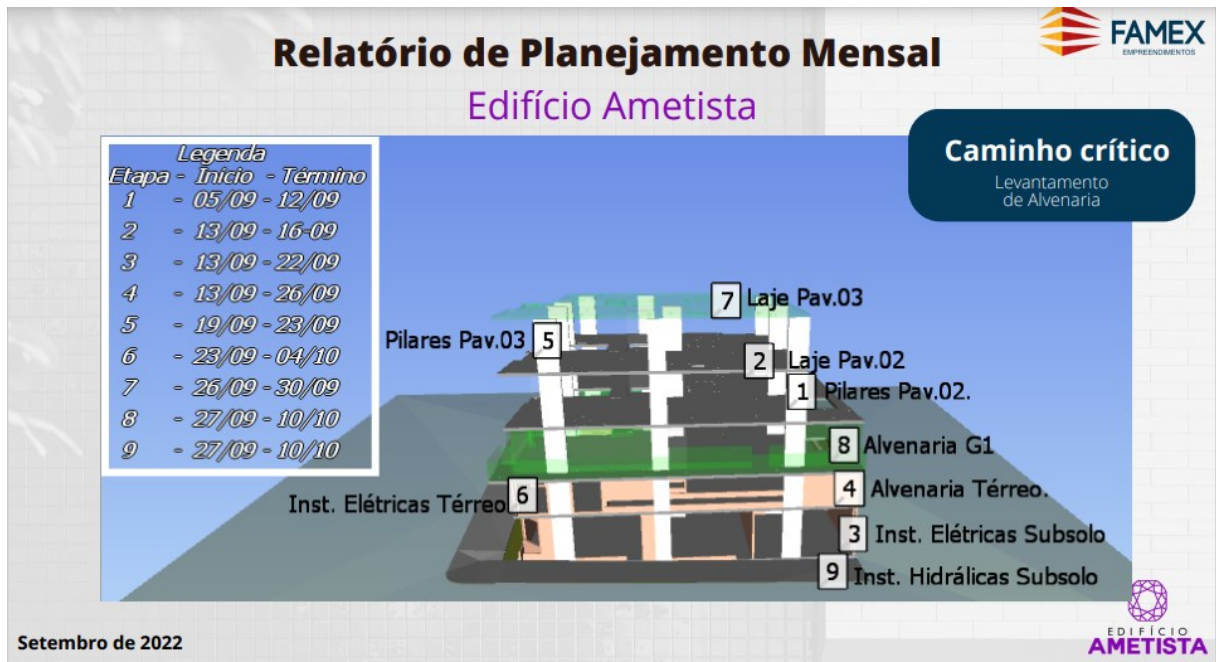


Figura 51: Metas mensais
Fonte: Autoria própria (2023)

As metas em 3D foram impressas e levadas para obra e deixadas em um lugar que todos pudessem visualizar, como mostrada na figura 51. Essa forma de levar o cronograma para a obra foi bem vista tanto pelos gerentes da empresa, quanto pros trabalhadores, que procuram algo mais visual e mais pontuais. Esses cronogramas foram usados tanto em obras como em reuniões de alinhamento. Diferente do que mostra a figura 52, que é levado o cronograma feito no *Ms Project* com o gráfico gantt inteiro para obra, o que dificulta a visualização do que se procura, pois com o 3D. Essa utilização do 3D resultou na otimizando as tarefas do mês em uma imagem só e de fácil visualização e entendimento. Conversando com os trabalhadores da obra eles não paravam para cuidar do cronograma da forma como ele se apresentava anteriormente, devido a dificuldade de leitura do mesmo.



Figura 52: Metas 3D na obra
Fonte: Autoria própria (2023)

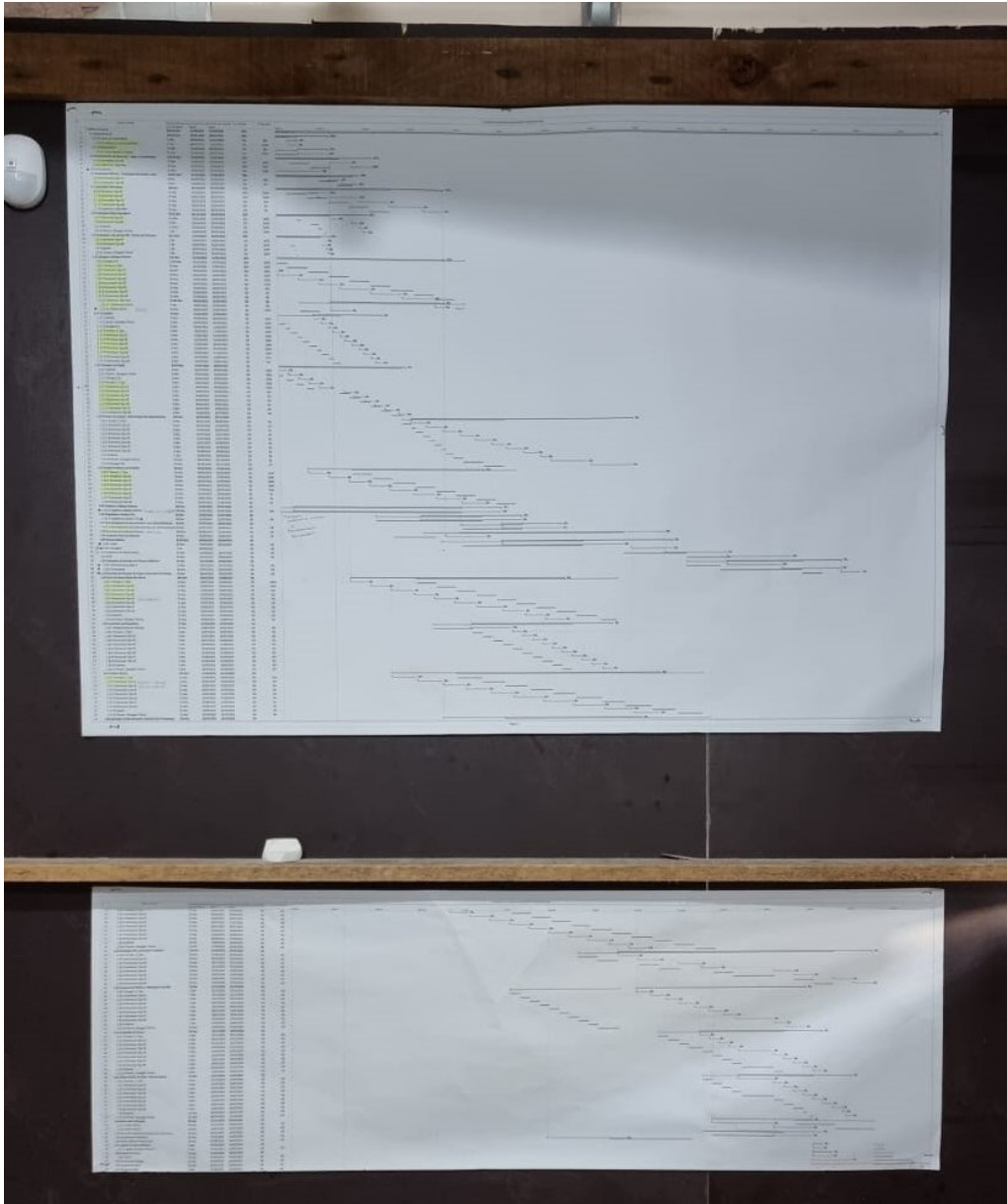


Figura 53: Gráfico de gantt na obra
Fonte: Autoria própria (2023)

4.1 Análises dos resultados

Com a finalização do trabalho, pode-se concluir que a ferramenta BIM vem no mercado de trabalho pra somar na assertividade da construção, um modelo virtual sendo realizado mais próximo possível do que realmente vai ser feito em obra. Isso é

essencial para expandir as dimensões do BIM e fazer com que a empresa tenha menos erros e assim menos prejuízos no decorrer da execução da obra.

Pode-se aproveitar o modelo virtual para orçamento, cronograma, entre outros dados que podem ser extraídos do modelo. Com essa compatibilização dos projetos e a possibilidade de ver a construção virtualmente fica mais fácil identificar os erros ainda na fase de projeto, contribuindo no cumprimento do prazo e custo total da obra.

Mudanças nesta fase de projeto podem ocorrer, pois a intenção da compatibilização 4D é demonstrar com clareza as informações sobre a obra, onde antes não eram possíveis ser previstas.

Nesse estudo de caso o cronograma planejado x real ficou com uma diferença considerada visando que a empresa sempre vai querer um prazo curto de obra. O cronograma previsto pela empresa ficou em 10 dias cada pavimento e o que aconteceu foi que cada pavimento ficou pronto com 15 dias.

Alguns pontos que deveriam ser levados em consideração para o cronograma seria atribuir os recursos de material, do que o projeto pede pra cada etapa, porque cada projeto é diferente, então não é recomendado usar bases de EAP de outros projetos. Deve-se atribuir os recursos de mão de obra que a empresa tem disponível.

Dentre as várias vantagens de se utilizar as ferramentas BIM, pode se destacar a possibilidade de ver a construção acontecer antes mesmo de ir pra obra. Conseguindo assim, mitigar problemas ainda em fase de projeto e podendo fazer várias análises no modelo virtual.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o método é de grande relevância tanto para planejamento quanto para gerenciamento de obras, auxiliando gestores dentro do escritório e colaboradores em obra também.

Com esse método o acompanhamento do cronograma através das ferramentas BIM, mais especificamente através do *Revit*, *MS Project* e *Navisworks* melhoraram os resultados do produto final. Desse modo, a atualização constante se dá de uma maneira mais simples, rápida e eficaz, permitindo a tomada de decisões de maneira antecipada caso ocorra algum atraso, interferência ou imprevisto, mantendo o planejamento alinhado com a execução real, com o prazo e o orçamento para a obra e acompanhando todo o ciclo de vida da obra.

Com base no conteúdo dessa pesquisa, sugere-se como continuidade de pesquisa a aplicação do planejamento através da metodologia BIM em uma obra a ser executada, sendo realizado antes mesmo do início da obra e acompanhado durante todo o decorrer da mesma. Essa estratégia busca levantar as vantagens e desvantagens da utilização desse tipo de ferramenta na prática, com posterior avaliação entre os resultados obtidos através do planejamento em BIM e os resultados obtidos através de um planejamento convencional realizado em uma obra de tamanho e classificação similar.

6 REFERÊNCIAS

ABDI – Agência Brasileira do Desenvolvimento Industrial, Coletânea Guias BIM ABDI – MDIC, **Guia 01 – Processo de projeto BIM**, Brasília, 2017.

ACKOFF, R. **Planejamento Empresarial**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1976.

ÁVILA, A.V.; JUNGLES, A.E., **Gerenciamento na construção civil**. Ed. Argos, 2010.
BORGES, FERNANDA VARELLA. **Recomendações para a gestão de empreendimentos de infraestrutura**, São Paulo, 2019.

CATELANI, W. S. **10 Motivos para Evoluir com o BIM**. Brasília, 2016. Disponível em: <https://spbim.com.br/manuais-bim/>. Acesso em: 10 novembro 2021.

CHELSON, Douglas E. **The Effects of Building Information Modeling on Construction Site Productivity**. 2010. Dissertation (Doctor of Philosophy) - the Faculty of the Graduate School of the University of Maryland, College Park, Maryland, 2010.

CHEN, Y., TSAI, M., KANG, S., LIU, C. Selection and evaluation of color scheme for 4D construction models, **Journal of Information Technology in Construction**, v. 18, p. 1-19, 2013.

DALCI, Aliye. **An Investigation on Some Benefits of BIM Application**. 2014. Dissertation (Master of Science in Civil Engineering) – Eastern Mediterranean University, North Cyprus, 2014.

DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. (Orgs.). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 15-41.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **BIM Handbook**: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley & Sons, Inc. 2ed. New Jersey, 2011.

FARIAS, JULIO CEZAR; **BIM 6D**, SPBIM Arquitetura e engenharia digital, 2021.

GONÇALVEZ, FRANCISCO; **BIM 5D** Uma nova forma de realizar o orçamento da sua obra. Mais engenharia, 2019.

GOLPARVAR-FARD, M. et al. Visualization of Construction Progress Monitoring With 4D Simulation Model Overlaid on Time-Lapsed Photographs. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 23, n. 6, p. 391-404, 2009

GONÇALVES JÚNIOR, F. A. A.; **BIM 4D** – O planejamento inteligente da obra. 2017. Disponível em:<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/bim-4d-o-planejamento-inteligente-da-obra/>. Acesso em: 15 junho 202.

JUSTI, ALEXANDER RODRIGUES. **IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA REVIT NOS ESCRITÓRIOS BRASILEIROS: RELATO DE UMA EXPERIENCIA**, 2018.

MARCHIORI, FERNANDA FERANDES. **DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO PARA ELABORAÇÃO DE REDES DE COMPOSIÇÕES DE CUSTO PARA ORÇAMENTAÇÃO DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES**, 2009.

MAZUTTI; JÚLIA HEIN. **Gestão de obras: Orçamento e Controle**, (2018).

JUSTI, A. R. . **IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA REVIT NOS ESCRITÓRIOS BRASILEIROS. Gestão & Tecnologia De Projetos**, 2018.

KRAIEM, Zaki M.; DIEKMANN, James E. **Concurrent Delays in Construction Projects**. 1987 - Civil Engineering, University Of Colorado, Boulder - Colorado, 1987.

LIMMER, CARL V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1997, 225p.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**, 1. ed. São Paulo: Editora Pini, 2010.

MICROSOFT PROJECT PROFESSIONAL. **Gestão e desenvolvimento de projeto**. 1ª Edição, 2013, 208 p.

NOCÊRA, Rosaldo de Jesusl. **Planejamento e controle de obras**. 2º edição. Editora RJN (2010).

PMBOK. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos**. 5ª Edição, 595 f. Project Management Institute, 2013.

PMBOK. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos**. 6ª Edição, 595 f. Project Management Institute, 2017.

POLITO, G. **Gerenciamento de projetos na construção civil predial** – uma proposta de modelo de gestão integrada. In: Palestra para PMI-SP, São Paulo, 2015.

SONG, S.; YANG, J.; KIM, N. **Development of a BIM-Based Structural Framework Optimization and Simulation System for Building Construction**. *Computers in Industry*, v. 63, p. 895-91, 2012.

VIEIRA, M. M. F. e ZOUAIN, D. M. **Pesquisa qualitativa em administração**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

Yin, R. K. (2005). **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre, RS: Bookman.

ANEXOS

ANEXO A – Cronograma Linha de Base

ID	Nome da tarefa	Duração	Início							
				29 Ago '22	05 Set '22	12 Set '22	19 Set '22	26 Set '22	03 Out '22	10 Out '22
1	1 Edifício Ametista	606,06 dias	Ter 31/08/21							
2	1.1 Instalações Preliminares	17 dias	Ter 31/08/21							
6	1.2 Fundações	139 dias	Ter 07/12/21							
13	1.3 Superestrutura	141 dias	Seg 04/07/22							
14	1.3.1 Térreo Garagem Térreo	15 dias	Seg 04/07/22							
17	1.3.2 Garagem G1	30 dias	Seg 25/07/22	100%						
21	1.3.3 Terraço 01 Tipo	15 dias	Seg 15/08/22	100%						
24	1.3.4 Pavimento Tipo 02	9 dias	Seg 05/09/22	100%						
25	1.3.4.1 Pilares	5 dias	Seg 05/09/22	100%						
26	1.3.4.2 Laje	4 dias	Ter 13/09/22	100%						
27	1.3.5 Pavimento Tipo 03	10 dias	Seg 19/09/22	40%						
28	1.3.5.1 Pilares	5 dias	Seg 19/09/22	80%						
29	1.3.5.2 Laje	5 dias	Seg 26/09/22	0%						
30	1.3.6 Pavimento Tipo 04	9 dias	Seg 03/10/22	0%						
31	1.3.6.1 Pilares	4 dias	Seg 03/10/22	0%						
32	1.3.6.2 Laje	5 dias	Sex 07/10/22	0%						
33	1.3.7 Pavimento Tipo 05	10 dias	Seg 17/10/22	0%						
34	1.3.7.1 Pilares	5 dias	Seg 17/10/22	0%						
35	1.3.7.2 Laje	5 dias	Seg 24/10/22	0%						
36	1.3.8 Pavimento Tipo 06	9 dias	Seg 31/10/22	0%						
37	1.3.8.1 Pilares	4 dias	Seg 31/10/22	0%						
38	1.3.8.2 Laje	5 dias	Seg 07/11/22	0%						
39	1.3.9 Pavimento Tipo 07	9 dias	Seg 14/11/22	0%						
40	1.3.9.1 Pilares	4 dias	Seg 14/11/22	0%						
41	1.3.9.2 Laje	5 dias	Seg 21/11/22	0%						
42	1.3.10 Pavimento Tipo 08	10 dias	Seg 28/11/22	0%						
43	1.3.10.1 Pilares	5 dias	Seg 28/11/22	0%						
44	1.3.10.2 Laje	5 dias	Seg 05/12/22	0%						
45	1.3.11 Cobertura Barrilete	10 dias	Seg 12/12/22	0%						

ID	Nome da tarefa	Duração	Início											
				29 Ago '22	05 Set '22	12 Set '22	19 Set '22	26 Set '22	03 Out '22	10 Out '22	17 Out '22			
201	1.26 Instalação das Esquadrias	70 dias	Ter 16/05/23											
213	1.27 Pintura Interna	132 dias	Seg 06/03/23											
224	1.28 Aplicação do Revestimento Cerâmico Piso Porcelanato	100 dias	Sex 07/04/23											
235	1.29 Instalação Piso Laminados e Rodapés	115 dias	Ter 22/08/23											
244	1.30 Acabamento Elétrico e Montagem dos QDs	73 dias	Qui 28/09/23											
255	1.31 Instalação das Portas	50 dias	Qui 19/10/23											
266	1.32 Última Demão de Tinta - Pintura Interr	45 dias	Seg 20/11/23											
277	1.33 Vidros Sala Comercial	40 dias	Qua 11/10/23											
280	1.34 Placas de Sinalização, Mangueiras e Ext	30 dias	Seg 20/11/23											
281	1.35 Equipamentos Sanitários	20 dias	Seg 27/11/23											
282	1.36 Movés Salão de Festas e Hall	40 dias	Ter 20/06/23											
283	1.37 Ligação de Água Definitiva	5 dias	Seg 11/12/23											
285	1.38 Calçada em Paver	10 dias	Seg 11/12/23											
287	1.39 Serviços pré-entrega	20 dias	Seg 11/12/23											
288	1.40 Limpeza Pós Obra	50 dias	Seg 11/12/23											
289	1.41 Entrega da Obra	5 dias	Qua 06/03/24											

ID	Nome da tarefa	Duração	Início	17 Out '22 24 Out '22 31 Out '22 07 Nov '22 14 Nov '22 21 Nov '22 28 Nov '22 05 Dez '22							
				Gantt chart visualization							
1	1 Edifício Ametista	606,06 dias	Ter 31/08/21	[Task bar]							
2	1.1 Instalações Preliminares	17 dias	Ter 31/08/21	[Task bar]							
6	1.2 Fundações	139 dias	Ter 07/12/21	[Task bar]							
13	1.3 Superestrutura	141 dias	Seg 04/07/22	[Task bar]							
14	1.3.1 Térreo Garagem Térreo	15 dias	Seg 04/07/22	[Task bar]							
17	1.3.2 Garagem G1	30 dias	Seg 25/07/22	[Task bar]							
21	1.3.3 Terraço 01 Tipo	15 dias	Seg 15/08/22	[Task bar]							
24	1.3.4 Pavimento Tipo 02	9 dias	Seg 05/09/22	[Task bar]							
25	1.3.4.1 Pilares	5 dias	Seg 05/09/22	[Task bar]							
26	1.3.4.2 Laje	4 dias	Ter 13/09/22	[Task bar]							
27	1.3.5 Pavimento Tipo 03	10 dias	Seg 19/09/22	[Task bar]							
28	1.3.5.1 Pilares	5 dias	Seg 19/09/22	[Task bar]							
29	1.3.5.2 Laje	5 dias	Seg 26/09/22	[Task bar]							
30	1.3.6 Pavimento Tipo 04	9 dias	Seg 03/10/22	[Task bar]							
31	1.3.6.1 Pilares	4 dias	Seg 03/10/22	[Task bar]							
32	1.3.6.2 Laje	5 dias	Sex 07/10/22	[Task bar]							
33	1.3.7 Pavimento Tipo 05	10 dias	Seg 17/10/22	[Task bar]							
34	1.3.7.1 Pilares	5 dias	Seg 17/10/22	[Task bar]							
35	1.3.7.2 Laje	5 dias	Seg 24/10/22	[Task bar]							
36	1.3.8 Pavimento Tipo 06	9 dias	Seg 31/10/22	[Task bar]							
37	1.3.8.1 Pilares	4 dias	Seg 31/10/22	[Task bar]							
38	1.3.8.2 Laje	5 dias	Seg 07/11/22	[Task bar]							
39	1.3.9 Pavimento Tipo 07	9 dias	Seg 14/11/22	[Task bar]							
40	1.3.9.1 Pilares	4 dias	Seg 14/11/22	[Task bar]							
41	1.3.9.2 Laje	5 dias	Seg 21/11/22	[Task bar]							
42	1.3.10 Pavimento Tipo 08	10 dias	Seg 28/11/22	[Task bar]							
43	1.3.10.1 Pilares	5 dias	Seg 28/11/22	[Task bar]							
44	1.3.10.2 Laje	5 dias	Seg 05/12/22	[Task bar]							
45	1.3.11 Cobertura Barrilete	10 dias	Seg 12/12/22	[Task bar]							

ID	Nome da tarefa	Duração	Início											
				17 Out '22	24 Out '22	31 Out '22	07 Nov '22	14 Nov '22	21 Nov '22	28 Nov '22	05 Dez '22			
48	1.3.12 Fundo do reservatório	5 dias	Qui 12/01/23											
50	1.3.13 Reservatório	15 dias	Qui 19/01/23											
52	1.4 Levantamento de Alvenaria, Vegas e Contravergas	127,5 dias	Seg 22/08/22											
65	1.5 Contramarcos	35 dias	Sex 25/11/22											
66	1.6 Instalações Elétricas - Tubulações de Parede e Teto	122,5 dias	Ter 13/09/22											
78	1.7 Instalações Hidráulicas	135 dias	Ter 27/09/22											
91	1.8 Instalações Rede Frigorígena	69 dias	Qui 10/11/22											
102	1.9 Instalações rede de Gás PEX - Pontos de Consumo	53 dias	Seg 14/11/22											
113	1.10 Chapisco e Emboço Interno	125 dias	Qua 26/10/22											
128	1.11 Contrapiso	33 dias	Sex 27/01/23											
140	1.12 Passagem da Fiação	76,5 dias	Seg 09/01/23											
152	1.13 Entrada de Energia e Alimentação dos Apartamentos	109 dias	Qua 26/04/23											
164	1.14 Azulejo Cerâmico nas Paredes	86 dias	Seg 09/01/23											
173	1.15 Chapisco e Reboco Externo	100 dias	Sex 13/01/23											
175	1.16 Pingadeiras Janelas e PJs	50 dias	Sex 07/04/23											
177	1.17 Churrasqueiras dos Apartamentos com Tjiolo Refratário	30 dias	Ter 06/06/23											
179	1.18 Revestimento Cerâmico Externo	100 dias	Ter 09/05/23											
180	1.19 Instalação Rede de Hidrantes	20 dias	Qui 27/04/23											
181	1.20 Pintura Externa	60 dias	Ter 06/06/23											
184	1.21 Cobertura em Fibrocimento	30 dias	Qua 27/09/23											
185	1.22 SPDA	20 dias	Sex 10/11/23											
186	1.23 Instalação do Elevador de Pessoas Definitivo	45 dias	Sex 10/11/23											
189	1.24 Remoção do Elevador de Carga e Concl	10 dias	Qua 31/01/24											
190	1.25 Forro de Gesso Placas 60 x 60 cm	106 dias	Seg 06/02/23											

ID	Nome da tarefa	Duração	Início										
				05 Dez '22	12 Dez '22	19 Dez '22	26 Dez '22	02 Jan '23	09 Jan '23	16 Jan '23	23 Jan '23		
1	1 Edifício Ametista	606,06 dias	Ter 31/08/21										
2	1.1 Instalações Preliminares	17 dias	Ter 31/08/21										
6	1.2 Fundações	139 dias	Ter 07/12/21										
13	1.3 Superestrutura	141 dias	Seg 04/07/22										
14	1.3.1 Térreo Garagem Térreo	15 dias	Seg 04/07/22										
17	1.3.2 Garagem G1	30 dias	Seg 25/07/22										
21	1.3.3 Terraço 01 Tipo	15 dias	Seg 15/08/22										
24	1.3.4 Pavimento Tipo 02	9 dias	Seg 05/09/22										
25	1.3.4.1 Pilares	5 dias	Seg 05/09/22										
26	1.3.4.2 Laje	4 dias	Ter 13/09/22										
27	1.3.5 Pavimento Tipo 03	10 dias	Seg 19/09/22										
28	1.3.5.1 Pilares	5 dias	Seg 19/09/22										
29	1.3.5.2 Laje	5 dias	Seg 26/09/22										
30	1.3.6 Pavimento Tipo 04	9 dias	Seg 03/10/22										
31	1.3.6.1 Pilares	4 dias	Seg 03/10/22										
32	1.3.6.2 Laje	5 dias	Sex 07/10/22										
33	1.3.7 Pavimento Tipo 05	10 dias	Seg 17/10/22										
34	1.3.7.1 Pilares	5 dias	Seg 17/10/22										
35	1.3.7.2 Laje	5 dias	Seg 24/10/22										
36	1.3.8 Pavimento Tipo 06	9 dias	Seg 31/10/22										
37	1.3.8.1 Pilares	4 dias	Seg 31/10/22										
38	1.3.8.2 Laje	5 dias	Seg 07/11/22										
39	1.3.9 Pavimento Tipo 07	9 dias	Seg 14/11/22										
40	1.3.9.1 Pilares	4 dias	Seg 14/11/22										
41	1.3.9.2 Laje	5 dias	Seg 21/11/22										
42	1.3.10 Pavimento Tipo 08	10 dias	Seg 28/11/22										
43	1.3.10.1 Pilares	5 dias	Seg 28/11/22										
44	1.3.10.2 Laje	5 dias	Seg 05/12/22										
45	1.3.11 Cobertura Barrilete	10 dias	Seg 12/12/22										

ID	Nome da tarefa	Duração	Início										
				05 Dez '22	12 Dez '22	19 Dez '22	26 Dez '22	02 Jan '23	09 Jan '23	16 Jan '23	23 Jan '23		
201	1.26 Instalação das Esquadrias	70 dias	Ter 16/05/23										
213	1.27 Pintura Interna	132 dias	Seg 06/03/23										
224	1.28 Aplicação do Revestimento Cerâmico Piso Porcelanato	100 dias	Sex 07/04/23										
235	1.29 Instalação Piso Laminados e Rodapés	115 dias	Ter 22/08/23										
244	1.30 Acabamento Elétrico e Montagem dos QDs	73 dias	Qui 28/09/23										
255	1.31 Instalação das Portas	50 dias	Qui 19/10/23										
266	1.32 Última Demão de Tinta - Pintura Interr	45 dias	Seg 20/11/23										
277	1.33 Vidros Sala Comercial	40 dias	Qua 11/10/23										
280	1.34 Placas de Sinalização, Mangueiras e Ext	30 dias	Seg 20/11/23										
281	1.35 Equipamentos Sanitários	20 dias	Seg 27/11/23										
282	1.36 Movés Salão de Festas e Hall	40 dias	Ter 20/06/23										
283	1.37 Ligação de Água Definitiva	5 dias	Seg 11/12/23										
285	1.38 Calçada em Paver	10 dias	Seg 11/12/23										
287	1.39 Serviços pré-entrega	20 dias	Seg 11/12/23										
288	1.40 Limpeza Pós Obra	50 dias	Seg 11/12/23										
289	1.41 Entrega da Obra	5 dias	Qua 06/03/24										