

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

ANA PAULA SUAIDEN

**APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM 3D, 4D E 5D EM PROPOSTA
DE PROJETO INSTITUCIONAL**

ANA PAULA SUAIDEN

**APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM 3D, 4D E 5D EM PROPOSTA
DE PROJETO INSTITUCIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Engenharia de
Ilha Solteira – UNESP como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Engenheira Civil.

Nome do orientador:

Prof. Dr. Sérgio Augusto Mello da Silva

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

- S939a Suaiden, Ana Paula.
Aplicação da tecnologia BIM 3D, 4D e 5D em proposta de projeto institucional / Ana Paula Suaiden. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
48 f. : il.
- Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista (unesp), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2024
- Orientador: Sérgio Augusto Mello da Silva
- Inclui bibliografia
1. Tecnologia BIM. 2. Planejamento de obras. 3. Orçamento de obras.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluna: **Ana Paula Suainden**

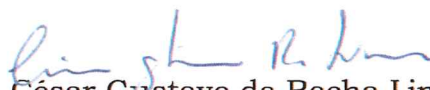
Título: "**APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM 3D, 4D E 5D EM PROPOSTA
DE PROJETO INSTITUCIONAL**"

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Ilha Solteira

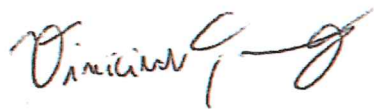
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Sérgio Augusto Mello da Silva
(Orientador)



Prof. Dr. César Gustavo da Rocha Lima
(Examinador)



Prof. Dr. Vinícius Borges de Moura Aquino
(Examinador)

Ilha Solteira

24/07/2024

RESUMO

Building Information Manager (BIM) é uma tecnologia apresentada como uma evolução na forma em que os projetos da construção civil são desenvolvidos, sendo utilizada também no planejamento e orçamento das obras. Diante de uma proposta arquitetônica inicial do Departamento de Engenharia Civil no Campus de Ilha Solteira, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a importância do gerenciamento em BIM 3D, 4D e 5D desse projeto e abordar os principais benefícios dessa tecnologia. Para isso foi desenvolvida a modelagem do projeto estrutural, arquitetônico, hidrossanitário e elétrico do Departamento, além do cronograma e orçamento da obra. O desenvolvimento da proposta foi realizado por meio do uso de softwares adequados e muito utilizados pelos profissionais da área, sendo eles: Autodesk® Revit para a modelagem 3D, Microsoft® Project para o cronograma e Autodesk® Navisworks para modelagem 4D e 5D. Como resultado obtém-se o entendimento das etapas em uma obra de construção civil, o aprendizado da operacionalidade dos softwares e a percepção da importância da tecnologia BIM no desenvolvimento dos projetos, além de estar sempre se atualizando com os avanços do mercado de trabalho.

Palavras-chave: Tecnologia BIM; Modelagem 3D, 4D e 5D, Planejamento de obras, Orçamento de obras.

ABSTRACT

Building Information Manager (BIM) is a technology presented as an evolution in the way construction projects are developed, also being used in the planning and budgeting of construction works. In light of an initial architectural proposal from the Department of Civil Engineering at the Ilha Solteira Campus, this study aims to evaluate the importance of managing this project using 3D, 4D, and 5D BIM and to highlight the main benefits of this technology compared to traditional methods. To achieve this, modeling of the structural, architectural, hydrosanitary, and electrical aspects of the Department's project was developed, along with the construction schedule and budget. The proposal was developed using appropriate and widely used software by professionals in the field, namely: Autodesk® Revit for 3D modeling, Microsoft® Project for scheduling, and Autodesk® Navisworks for 4D and 5D modeling. As a result, an understanding of the stages of a construction project is obtained, as well as learning the operability of the software and recognizing the importance of BIM technology in project development, in addition to continually updating with advancements in the job market.

Keywords: BIM Technology; 3D, 4D, and 5D Modeling; Construction Planning; Construction Budget..

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interface do MS Project	18
Figura 2 - Local de implantação do projeto no Campus da UNESP de Ilha Solteira	22
Figura 3 - Projeto fornecido em 2D do Térreo	23
Figura 4 - Planta baixa fornecida em 2D do primeiro e segundo pavimentos	23
Figura 5 - Planta baixa fornecida em 2D do terceiro pavimento	24
Figura 6 - Vista Superior do Térreo	25
Figura 7 - Vista Superior do Primeiro Pavimento	25
Figura 8 - Vista Superior do Segundo Pavimento	26
Figura 9 - Vista Superior do Terceiro Pavimento	26
Figura 10 - Vista Superior da Cobertura	27
Figura 11 - Fachada do Modelo Arquitetônico	27
Figura 12 – Corte Salas do Projeto Arquitetônico	28
Figura 13 – Camadas da Parede do Banheiro - Alvenaria, Reboco e Pintura	28
Figura 14 - Planta Estrutural do Térreo	29
Figura 15 - Planta Estrutural do Primeiro e Segundo Pavimento	30
Figura 16 - Planta Estrutural do Terceiro Pavimento	30
Figura 17 - Modelo Estrutural da Cobertura Metálica	31
Figura 18 - 3D do Modelo Estrutural	31
Figura 19 - Corte unindo Arquitetônico e Estrutural	32
Figura 20 - Tabela de Filtros das Instalações Prediais	33
Figura 21 - Hidrossanitário com cores de acordo com o tipo de instalação	33

Figura 22 - Visualização Geral do Projeto Hidrossanitário	34
Figura 23 - Planta Baixa Hidrossanitário dos Banheiros com Detalhamento	34
Figura 24 - Isométrico dos Sanitários com Projeto Arquitetônico e Estrutural	35
Figura 25 - Isométrico da Cobertura	35
Figura 26 - Vista Superior do Modelo do Dreno de Ar Condicionado	36
Figura 27 - Vista Superior do Modelo de elétrica junto com a arquitetura	36
Figura 28 - Tabela do Quadro de Distribuição	37
Figura 29 - Vista Superior do Projeto elétrico no Primeiro Pavimento	37
Figura 30 - Detalhamento do Projeto Elétrico	38
Figura 31 - Isométrico da Elétrica de uma das Salas de Docentes	38
Figura 32 - Cronograma da Obra no MS Project	39
Figura 33 - Simulação da execução da obra no Navisworks	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantitativo do Projeto Estrutural	41
Tabela 2 - Quantitativo do Projeto Arquitetônico	42
Tabela 3 - Quantitativo do Projeto Hidrossanitário sem os Tubos	42
Tabela 4 - Quantitativo dos Tubos	43
Tabela 5 - Quantitativo do Projeto Elétrico	44
Tabela 6 - Quantitativo de eletrodutos	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	13
2.1	GERAL	13
2.2	ESPECÍFICOS	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	TECNOLOGIA NA ENGENHARIA	14
3.2	A TECNOLOGIA BIM	15
3.2.1	A Diferença entre projetos 3D e BIM	15
3.3	PROJETOS ESSENCIAIS PARA UMA OBRA	16
3.4	BIM 4D - O PLANEJAMENTO INTELIGENTE	17
3.4.1	Os desafios no uso da tecnologia no planejamento e controle de obras	18
3.4.2	Integração do BIM ao planejamento	19
3.5	BIM 5D - O ORÇAMENTO INTELIGENTE	19
3.5.1	Integração do BIM ao orçamento	20
4	METODOLOGIA	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1	Informações Iniciais	22
5.2	Projeto Arquitetônico	24
5.3	Projeto Estrutural	29
5.4	Projeto Hidrossanitário	32
5.5	Projeto Elétrico	36
5.6	Cronograma da obra	39
5.7	Orçamento da obra	40

5.8	BIM 4D e 5D	45
6	CONCLUSÃO	46
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1 INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil enfrenta diversos problemas com relação a desvios do tempo de execução de obras e divergências no custo previsto e realizado. Grande parte desses impasses provém da incompatibilização de projetos, muitas vezes inadequados, tanto em relação a edificações como também projetos de infraestrutura, que por muitas vezes colabora para o aparecimento de patologias construtivas, adicionais de serviços e materiais, aumentos dos custos e a ampliação dos prazos de execução das atividades, sendo o setor da construção civil reconhecido como um dos mais ineficientes da indústria na atualidade (Luke, 2014).

Buscando amenizar essa dificuldade, é cada vez mais frequente o desenvolvimento de projetos em “Building Information Modeling” (BIM) processo, com base em um modelo inteligente, que integra dados multidisciplinares a fim de criar representações digitais detalhadas de uma construção em todo o seu ciclo de vida, desde o planejamento e o projeto até o término da obra. Tais representações são gerenciadas em uma plataforma aberta na nuvem para colaboração em tempo real, permitindo que todos os envolvidos, projetistas, engenheiros, gestores, contratantes e contratados, interajam, compartilhando dados e tomem decisões com base em um modelo virtual de fácil entendimento.

Diferentemente da proposta tradicional em 2D, que é uma representação planificada do que será construído, a modelagem em BIM trabalha com modelos 3D mais fáceis de assimilar e mais fieis ao produto final, oferecendo maior visibilidade, melhor tomada de decisões, opções mais sustentáveis e economia de custos dos projetos, permitindo a antecipação de situações e conflitos a serem resolvidos, seja nos projetos de arquitetura, estrutura ou instalações.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

O trabalho tem como objetivo geral avaliar a importância do gerenciamento de projetos em BIM na construção civil a partir da modelagem em 3D, 4D e 5D do Projeto Institucional referente ao Departamento de Engenharia Civil - FEIS/ UNESP.

2.2 ESPECÍFICOS

- Modelagem 3D do projeto arquitetônico;
- Modelagem 3D do projeto estrutural;
- Dimensionamento e modelagem 3D do projeto hidrossanitário;
- Dimensionamento e modelagem 3D do projeto elétrico;
- Desenvolvimento do cronograma de obra;
- Atribuição do cronograma e custos da obra aos modelos 3D.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 TECNOLOGIA NA ENGENHARIA

Com o avanço da tecnologia da informação e comunicação no mundo, a engenharia, como mercado tecnológico, vem sofrendo muitas mudanças para acompanhar as evoluções da sociedade e do mercado corporativo. A todo momento novos produtos e serviços estão sendo criados, pesquisas profundas de processos estão sendo feitas e as empresas de engenharia tem buscado cada vez mais melhores materiais e ferramentas na entrega de seus serviços.

A tecnologia na engenharia possibilita um uso mais eficiente dos recursos e elementos essenciais para a realização de uma obra. Entre os principais benefícios que esses avanços tecnológicos nos permitem, estão:

- *Aumento da produtividade* – a utilização de maneira correta da tecnologia permite eliminar a produção manual, diminuindo o retrabalho, erros e consequentemente o tempo de execução;
- *Redução de custos* – sendo possível prever riscos em todas as etapas do projeto e controlar com maior precisão gastos com insumos e equipamentos, a automação permite que os construtores diminuam significativamente os custos de uma obra;
- *Relacionamento em todas as operações* – a inovação tecnológica permite reduzir os gastos em muitas tarefas e otimizar o relacionamento entre todas as operações, permitindo o acompanhamento de prazos e a resolução de problemas de forma mais rápida e em tempo real.
- *Fortalecimento da comunicação* – com a tecnologia é mais rápido e fácil a comunicação entre gestores e equipe, agilizando, também, a resolução de problemas e tomada de decisões de forma rápida.
- *Segurança ocupacional* – os dispositivos são desenvolvidos para operações inteligentes, incluindo equipamentos de proteção individual e coletivo de alta tecnologia.

3.2 A TECNOLOGIA BIM

Dentre as principais tecnologias que foram desenvolvidas na engenharia, podemos destacar o que chamamos de Digital Twins – ou gêmeos digitais. Essa tecnologia corresponde a representação virtual de objetos reais, desenvolvidos como parte do processo BIM (Building Information Modeling), conhecidos por trazerem as informações geradas e mantidas ao longo de uma edificação.

Em português, BIM é traduzido como “Modelagem da Informação da Construção”, ou seja, é uma ferramenta que possibilita o desenvolvimento virtual de obras através de um modelo 3D completo, contendo todas as informações necessárias para a construção e compondo uma reprodução exata do resultado final esperado.

Apesar da aplicação de processos que facilitam e automatizam rotinas de trabalho nos mais diversos setores tenha avançado nos últimos anos, dados do Instituto Brasileiro de Economia (Ibre) da Fundação Getúlio Vargas (FGV), revelam que apenas 9,2% das empresas do setor utilizam BIM em suas rotinas de trabalho.

3.2.1 A Diferença entre projetos 3D e BIM

Há uma confusão muito presente no cotidiano que relaciona qualquer ferramenta que utiliza modelos em 3D ao rótulo de BIM. Embora tais modelos sejam parte do processo dessa tecnologia, é necessário também que haja um banco de dados contendo todas as informações por trás da representação tridimensional.

Para ser considerado BIM, o projeto deve conter os seguintes aspectos:

- *Modelagem multi-informacional* - é preciso pensar em todos os tipos e formatos de informações possíveis para deixar o projeto o mais completo quanto puder, armazenando dados precisos sobre geometria, propriedades dos materiais, custos, cronogramas, entre outros.

- *Interoperabilidade* - permite que softwares de diferentes fabricantes possam “conversar” entre si usando uma linguagem comum. Os dados de um projeto devem ser compartilhados entre diversas equipes envolvidas nos processos relacionados com o ciclo de vida da construção, comumente utilizando softwares e plataformas diversas sem perdas significativas de informação.
- *Cadeia Produtiva* - a informação fornecida no início do processo de modelagem será usada na hora em que a obra estiver sendo executada. Cada elemento da Cadeia Produtiva repercutirá no elemento seguinte, afinal, a modelagem foca em todo o processo, não apenas em algumas partes dele.

3.3 PROJETOS ESSENCIAIS PARA UMA OBRA

Quanto mais completo for o projeto da construção e mais próximo da realidade, menor será o número de decisões em campo e improvisações que geram perda da produtividade e aumento dos custos. Em geral, são essenciais os seguintes projetos:

- *Projeto de arquitetura* - detalha todos os materiais e cores como especificações de tintas, pedras, marcas de peças cerâmicas, forros, esquadrias, rodapés, beirais, pontos de iluminação, tamanhos, distâncias, áreas, sugestão de posição dos móveis. Ou seja, o projeto arquitetônico traduz como deve ser o produto final acabado e serve como base para os demais projetos.
- *Projeto de fundações* - elaborado por um engenheiro geotécnico que avalia as cargas que a futura construção irá exercer sobre o solo. As propriedades do solo como resistência e composição são extraídas a partir de ensaios, permitindo a escolha do tipo de fundação. Esse projeto, então, define o tipo de fundação, o posicionamento do terreno e especifica sua profundidade.
- *Projeto estrutural* - detalha como deve ser executada a estrutura do edifício que é o sistema que suporta as cargas de utilização e as transferem para as fundações.

- *Projeto hidrossanitário* - representado por um grupo de projetos que se refere à reservação, distribuição, coleta e destinação da água, sendo eles:
 - *Água fria* - detalha a ligação com a rede pública, a reservação (caixas d'água) e a distribuição até os pontos de uso (torneiras, chuveiros, lavatórios, etc). Exigências pela NBR 5626.
 - *Água quente* - detalha o sistema de aquecimento (solar, elétrico ou gás) e sua distribuição até os pontos de uso. Esse projeto tem total integração com os sistemas elétricos e de gás do edifício. Exigências pela NBR 5626.
 - *Esgoto* - detalha a coleta e destinação do esgoto, definindo o conjunto de tubulações que ligam todos os ralos e bacias ao sistema público de esgoto, para então ser tratado antes do despejo em rios e córregos. Exigências pela NBR 8160.
 - *Drenagem de águas pluviais* - representa o sistema de coleta das águas da chuva que, por ser limpa, não precisa ter tratamento como o esgoto. Então ela recebe um sistema de tubulações separado que irá ligar-se à rede pública de drenagem para ser despejada diretamente nos rios e córregos próximos. Exigências pela NBR 10844.
- *Projeto elétrico* - representa a distribuição da rede de cabos pelos ambientes, as cargas de consumo que o uso do edifício utilizará, os dispositivos de proteção, e o detalhamento da ligação com o fornecimento público de energia. Exigências pela NBR 5410.

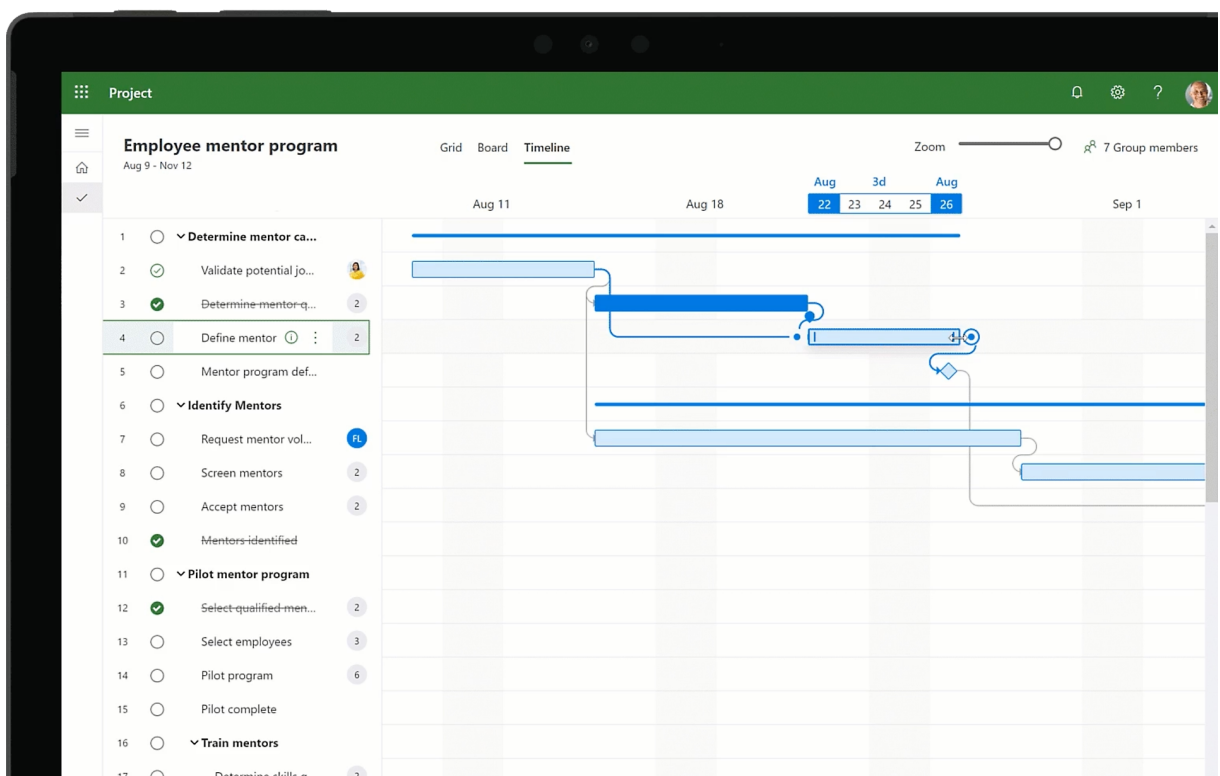
3.4 BIM 4D - O PLANEJAMENTO INTELIGENTE

Podemos definir o planejamento de obras como um guia onde são definidas e analisadas todas as etapas e fases da obra para que seja feito o controle de prazos durante a sua execução. A partir de suas informações, é possível fazer estimativas, obter previsões e identificar impactos, além de ter uma visão geral do projeto.

3.4.1 Os desafios no uso da tecnologia no planejamento e controle de obras

Atualmente já são muito utilizadas plataformas específicas para o planejamento e controle da obra, como o MS Project ou o Primavera, onde os construtores/planejadores elaboram e acompanham o cronograma de execução.

Figura 1 - Interface do MS Project



Fonte: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/project/project-management-software>

Contudo, tais ferramentas ainda permitem uma grande probabilidade de inconsistências e brechas no planejamento, estando entre os principais erros, os padrões de repetição e a falta de controle das atividades, que muitas vezes não são registradas. Devido a isso, muitos planejamentos tornam - se obsoletos, sem uma função estratégica para a obra e para a empresa, e acabam sendo deixados de lado.

3.4.2 Integração do BIM ao planejamento

A fim de reduzir tais erros, a tecnologia BIM 4D interliga uma modelagem 3D previamente executada, ao cronograma de obra e entrega de forma visual a representação geométrica de cada atividade que vai ser executada, de modo a simular virtualmente como será a execução da edificação. Com ela, é possível observar a sequência da construção e futuras atualizações em todo o projeto.

Dentre os principais benefícios da modelagem 4D estão:

- *Otimização do planejamento* - A partir da antecipação visual da execução do projeto, é possível prever atividades conflitantes, seja pelo tempo ou espaço utilizado. Além disso, um maior detalhamento visual de cada atividade facilita o entendimento do sequenciamento construtivo, que pode não ser claro principalmente em se tratando de obras maiores e mais complexas. Permitindo, assim, uma melhor elaboração de estratégias para o cronograma de trabalho.
- *Economia de tempo* - Diante dessa otimização, as informações podem ser padronizadas para que esse processo de simulação seja repetido em outros empreendimentos semelhantes e de forma mais automatizada, sendo possível obter os resultados em menos tempo e com menos esforço.
- *Apoio à decisão* - A modelagem em 4D permite que a construtora teste diferentes cenários e avalie as melhores opções para cada um deles. Por isso, é considerada como uma ferramenta potente de apoio à decisão, tornando os processos mais seguros.

3.5 BIM 5D - O ORÇAMENTO INTELIGENTE

1. O método utilizado para o levantamento de quantitativos e geração de orçamentos ainda é realizado por muitos escritórios de forma manual, demandando muito tempo e atenção para que não passe nada despercebido e ocasione problemas. Isto também pode significar que o método utilizado é impreciso e altamente sujeito a erros.

Esses profissionais recebem projetos de engenharia em CAD ou impressos, verificam os memoriais descritivos, na qual são descritas as soluções adotadas para cada disciplina de projeto. Após a análise das informações, identificam os serviços e suas dimensões, considerando seus aspectos técnicos de execução e os quantitativos.

Nessa etapa, a interpretação e medição de plantas 2D em CAD pode ocasionar erros, desperdícios, falta de precisão, devido a quantidade de itens que são necessários para a execução, mas não estão representados no desenho. Vale lembrar que este é um objeto de grande pressão ao profissional envolvido, pois os orçamentos, geralmente, possuem uma margem de erro permitida, que pode variar de acordo com a fase de projeto e ser de grande importância para definição do custo e prazo da obra.

3.5.1 Integração do BIM ao orçamento

A partir das ferramentas BIM, é possível gerar modelos 3D da edificação já com as informações de insumos, permitindo a extração automática de quantitativos com alto nível de precisão.

A variável econômica é embutida no modelo 3D para que os profissionais consigam avaliar os custos do projeto, edificação e obra. Assim, torna-se mais fácil estipulá-los e controlá-los, além de simplificar as estimativas das despesas relacionadas à obra. Para isso, é essencial atribuir um preço a cada serviço e material da obra.

4 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho, foi utilizada a proposta arquitetônica feita pelo orientador Sérgio Mello, desenhada em 2D no software AutoCaD, além do modelo desenvolvido pelo aluno Vinicius Navarro, em 3D no Sketchup.

Toda modelagem 3D foi reconstruída utilizando um software que permitisse a aplicação da tecnologia BIM, sendo selecionado o Revit da Autodesk. Inicialmente, foi desenvolvido o projeto arquitetônico que permitiu a construção do modelo estrutural, hidrossanitário e elétrico.

A fim de dimensionar e projetar as instalações hidráulicas, foram consultadas as normas brasileiras *NBR 5626 - Instalação predial de água fria*, *NBR 8160 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução* e a *NBR 10844 - Instalações prediais de águas pluviais*. Já para as instalações elétricas foi consultada a *NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão*.

Com os modelos 3D finalizados, o cronograma de execução foi construído primeiramente no MS Project da Microsoft, software destinado ao planejamento de obras. Para isso, foram listadas todas as atividades possíveis para a construção do edifício e o prazo para cada uma delas foi estipulado segundo a tabela SINAPI de 2024 oferecida pela Caixa Econômica Federal.

A partir da maquete eletrônica, o Revit fornece automaticamente as tabelas de quantitativos com os materiais utilizados. A partir disso, os custos de cada material foram atribuídos a tais tabelas e então foi possível realizar o orçamento da obra.

Com todas as informações necessárias, o modelo 3D, o cronograma e o orçamento foram unidos no Navisworks e a simulação de construção da obra foi feita, dando origem aos modelos em 4D e 5D.

Durante todo o processo foram utilizados cursos oferecidos em plataformas online para aprendizagem e entendimento dos softwares, além de manuais oferecidos pela Autodesk.

Com base nos resultados obtidos, foi possível identificar as dificuldades e benefícios na utilização da tecnologia BIM, como a redução de custos e aumento da produtividade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Informações Iniciais

O local de implementação do novo Departamento de Engenharia Civil está estrategicamente situado dentro do campus central da universidade, próximo aos principais laboratórios da Engenharia Civil, como indicado na Figura 2 por um retângulo vermelho.

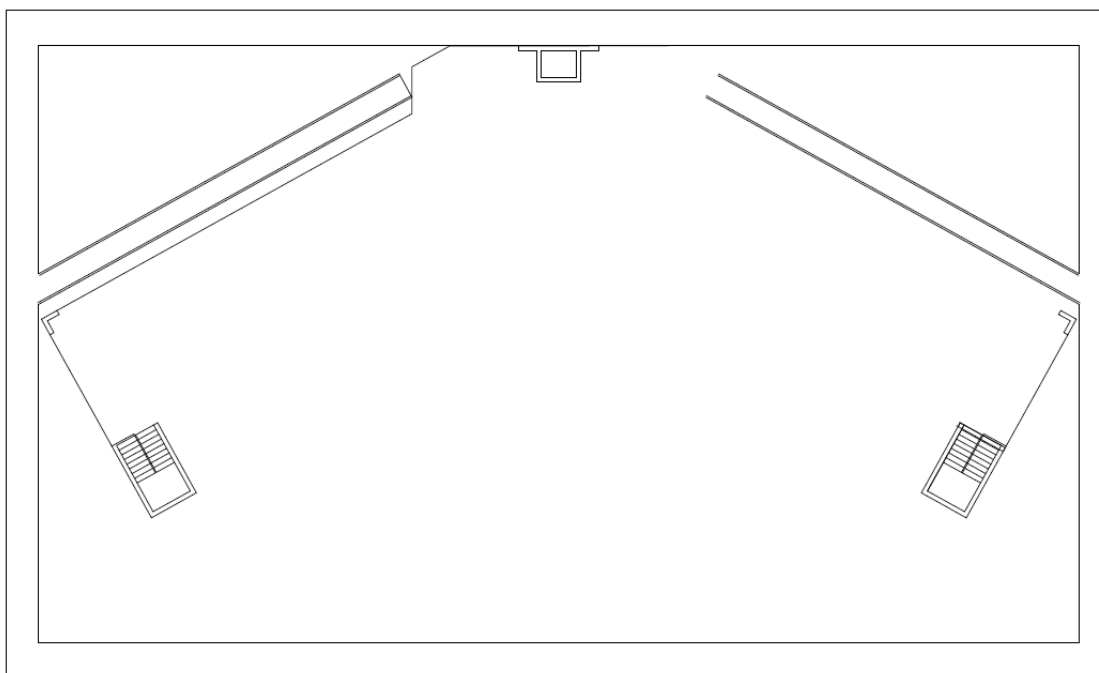
Figura 2 - Local de implantação do projeto no Campus I da UNESP de Ilha Solteira.



Fonte: UNESP, editada por Vinicius Navarro, 2023.

O projeto inclui um térreo, Figura 3, projetado com um vão livre extenso que proporciona uma área de convívio social integrada à natureza e às construções circundantes. Com a finalidade de assegurar a acessibilidade do edifício, foram incorporados um elevador, duas escadas laterais e duas rampas.

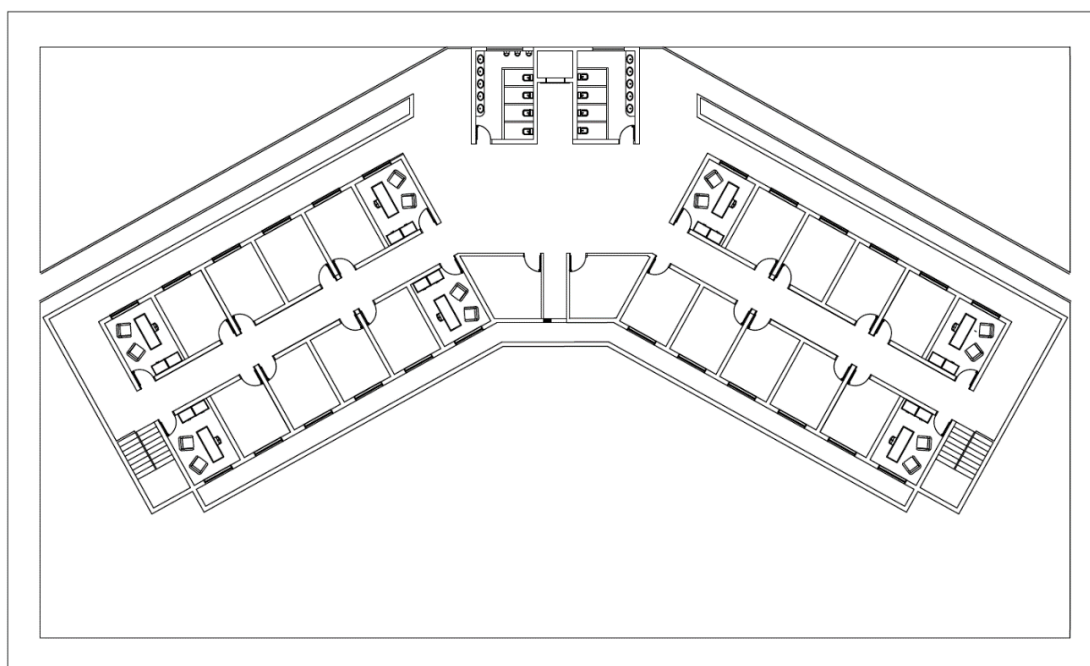
Figura 3 - Projeto fornecido em 2D do Térreo



Fonte: Autoria Própria

O primeiro e o segundo pavimento, ilustrados na Figura 4, são compostos pelas salas dos docentes, salas de arquivos, salas de reuniões, representações acadêmicas, sanitários masculinos e femininos, além de uma secretaria/recepção.

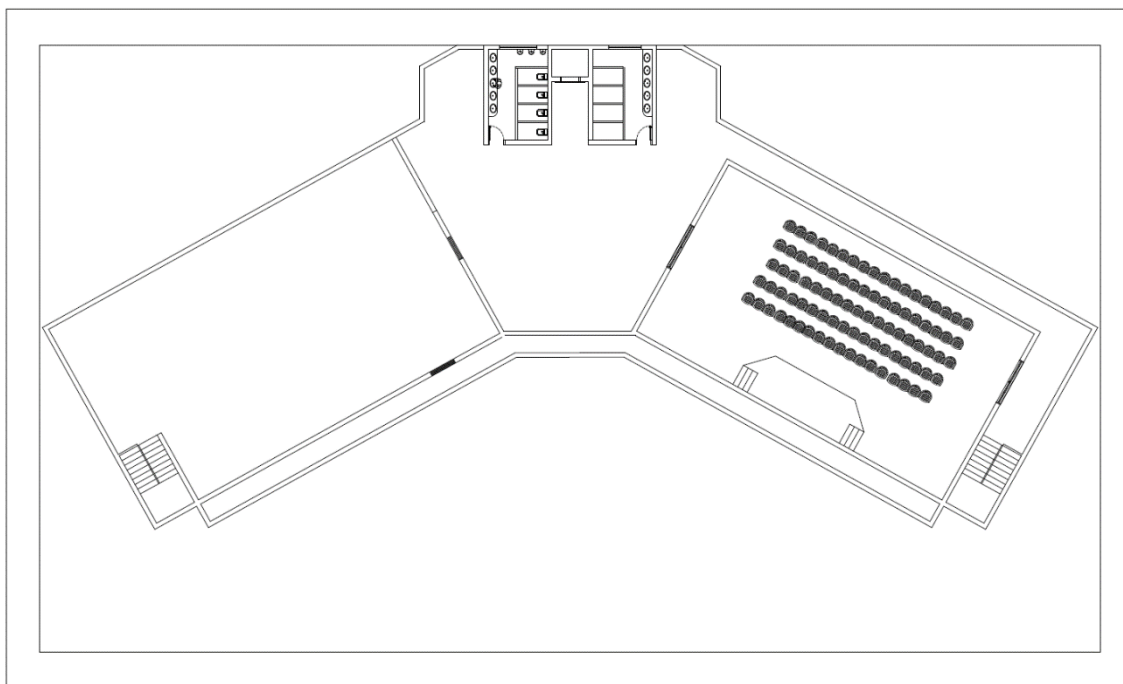
Figura 4 - Planta baixa fornecida em 2D do primeiro e segundo pavimentos.



Fonte: Vinicius Navarro, 2023

O terceiro pavimento, retratado na Figura 5, inclui dois anfiteatros, além de sanitários masculino e feminino.

Figura 5 - Planta baixa fornecida em 2D do terceiro pavimento.



Fonte: Vinicius Navarro (2023)

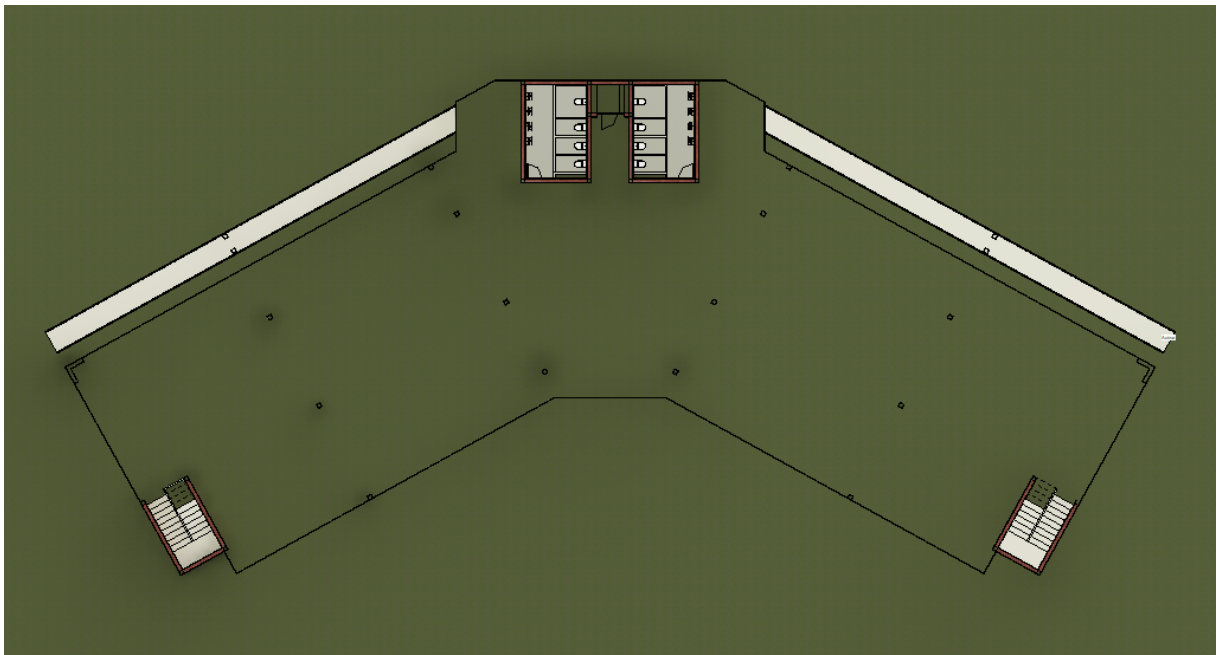
5.2. Projeto Arquitetônico

Iniciando o BIM 3D, os arquivos em dwg (Autocad) foram inseridos no Revit de forma a servir de base para a modelagem arquitetônica. O software possui blocos de modelos prontos, denominados famílias, que contém informações como materiais, fabricantes e custos que podem ser ajustadas conforme a necessidade.

O Revit já vem com uma ampla gama de opções, mas caso uma família não seja encontrada, é possível modelar de forma personalizada, ou encontrar modelos disponibilizados por vários sites na internet.

As famílias utilizadas no projeto arquitetônico foram: Paredes, para a alvenaria, a camada de reboco e a pintura; Pisos, sendo uma camada de contrapiso e outra de piso cerâmico; Forro; Escadas; Rampas; Elevador; Guarda - corpos; Janelas e Portas; Telhados e Calhas; Bacias Sanitárias e Lavatórios.

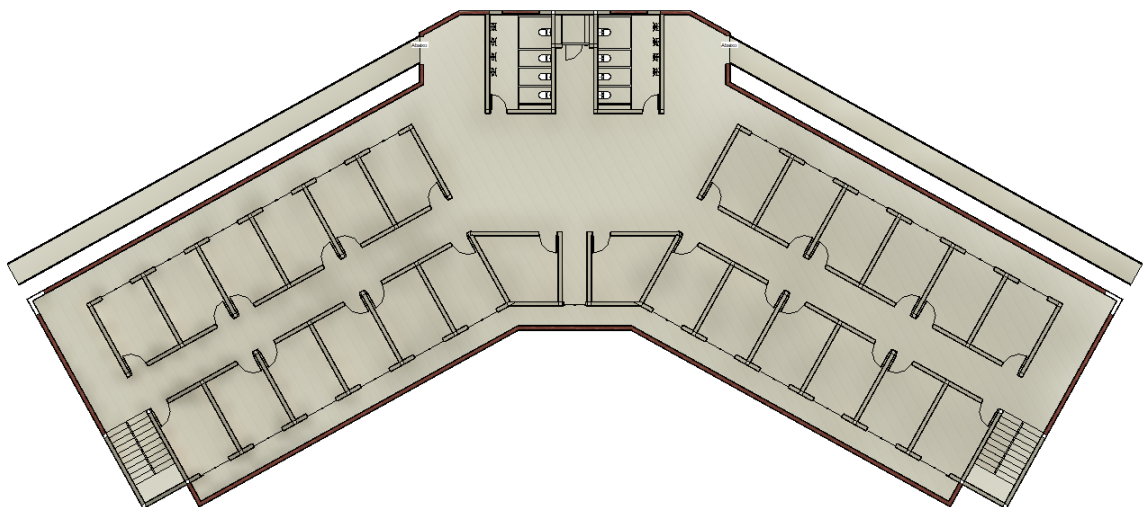
Figura 6 - Vista Superior do Térreo



Fonte: Autoria Própria

Com a utilização de famílias prontas, a modelagem no Revit é muito mais rápida se comparado aos desenhos no Autocad. Para uma parede, por exemplo, é necessário apenas desenhar o comprimento das paredes e o software já atribui a espessura e altura a todas ao mesmo tempo, de acordo com as configurações atribuídas à família.

Figura 7 - Vista Superior do Primeiro Pavimento



Fonte: Autoria Própria

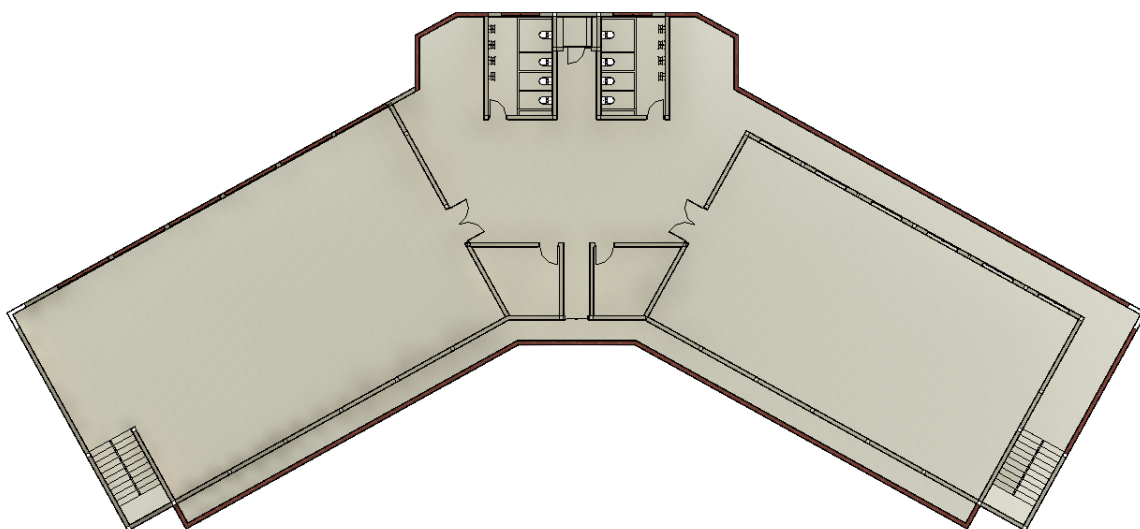
Para as rampas, o software restringe a inclinação máxima permitida e calcula a altura de acordo com o comprimento desenhado, indicando se com as dimensões definidas o objeto chegará ao pavimento superior ou não. De forma semelhante, para as escadas é configurada a altura do espelho e a largura do piso.

Figura 8 - Vista Superior do Segundo Pavimento



Fonte: Autoria Própria

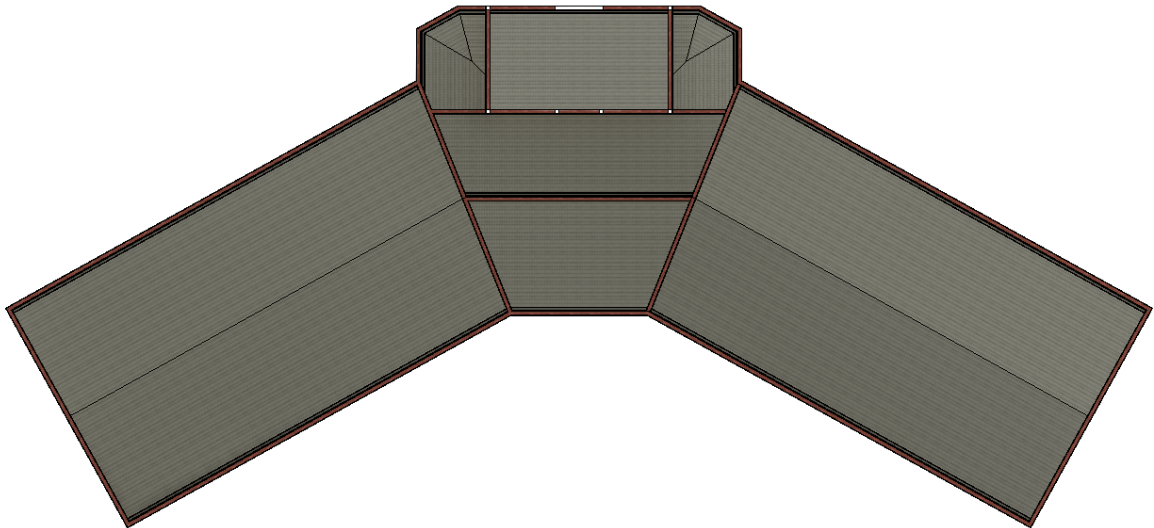
Figura 9 - Vista Superior do Terceiro Pavimento



Fonte: Autoria Própria

Para a cobertura, as águas do telhado são criadas pelo software apenas com a indicação do lado que possui inclinação, da mesma forma que as calhas são atribuídas.

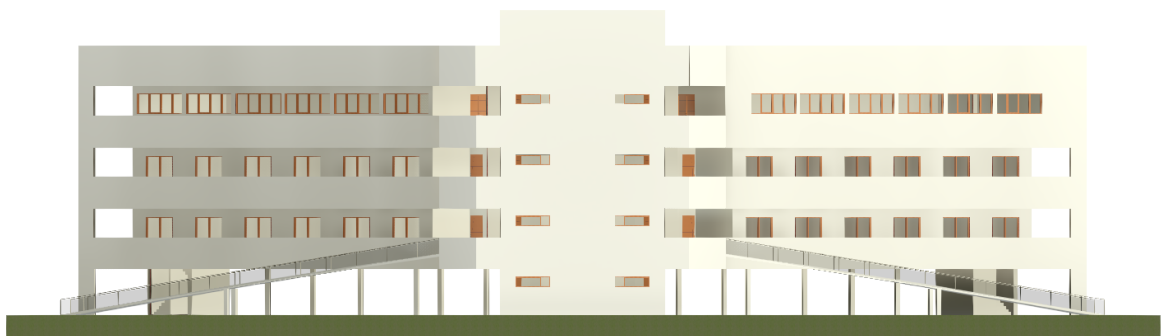
Figura 10 - Vista Superior da Cobertura



Fonte: Autoria Própria

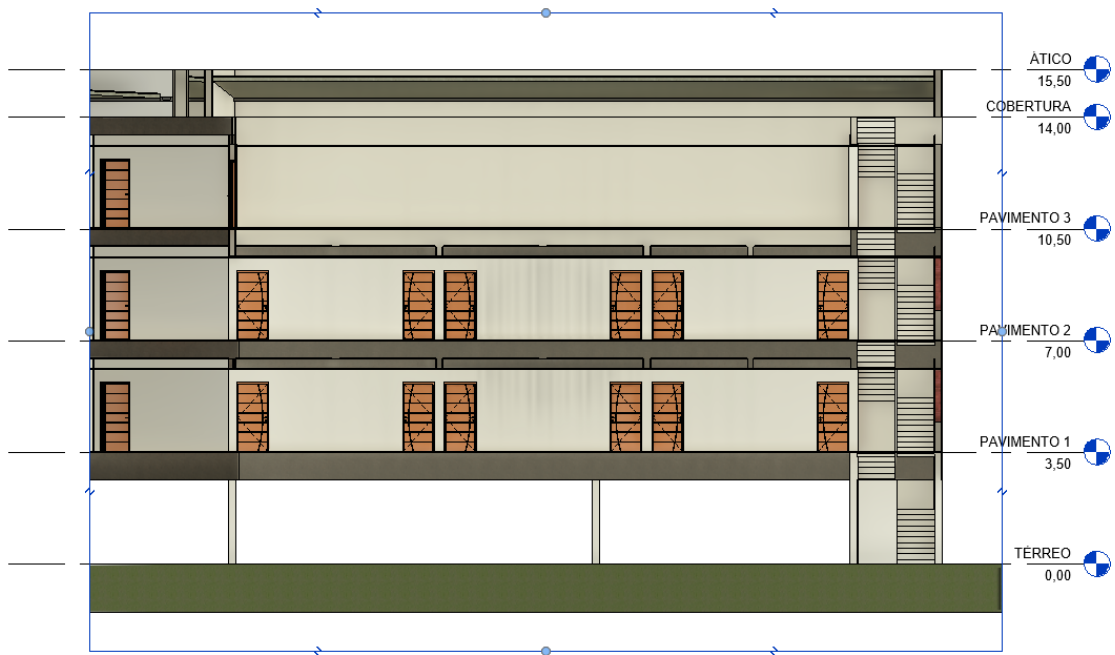
Com as plantas baixas definidas, o modelo 3D é gerado automaticamente, assim como qualquer corte desejado e todas as alterações feitas no 2D são refletidas instantaneamente em todas as vistas do projeto.

Figura 11 - Fachada do Modelo Arquitetônico



Fonte: Autoria Própria

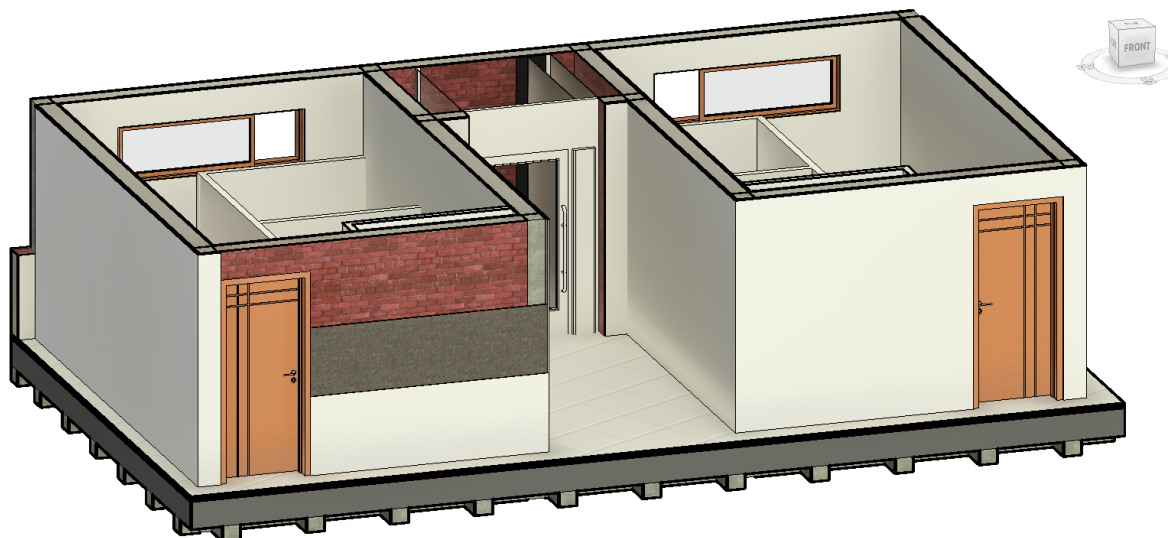
Figura 12 - Corte Salas do Projeto Arquitetônico



Fonte: Autoria Própria

A visualização dos componentes no edifício e a forma como eles se encaixam entre si fica muito melhor, já que é possível a atribuição de materiais, texturas e cores aos elementos.

Figura 13 - Camadas da Parede do Banheiro - Alvenaria, Reboco e Pintura



Fonte: Autoria Própria

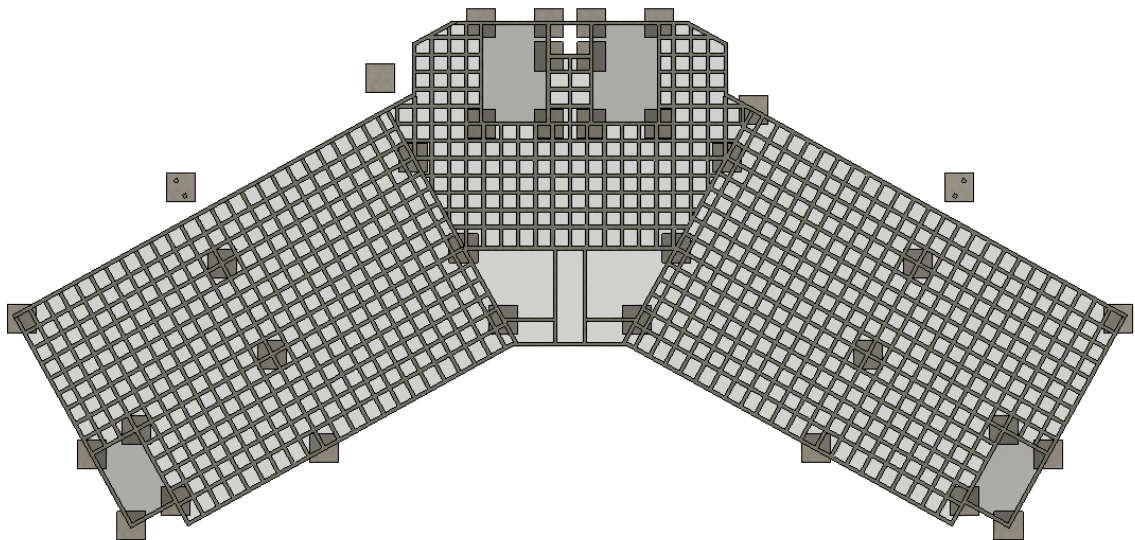
5.3. Projeto Estrutural

Para o projeto estrutural, foi criado um arquivo separado, mas com o modelo arquitetônico atribuído como vínculo. Essa opção permite visualizar a arquitetura que serve de base para a modelagem da estrutura, de uma maneira mais leve, evitando que o programa trave ou trabalhe de forma lenta.

Foi definido que seria utilizado o método construtivo de concreto armado, com uma cobertura de estrutura metálica e fundação com blocos de concreto. Para que grandes vãos livres fossem possíveis, há lajes nervuradas e maciças em todos os pavimentos.

As famílias utilizadas para o estrutural foram: Vigas, Lajes, Blocos de Fundação, Pilares, Trelças, Caibros e Montantes.

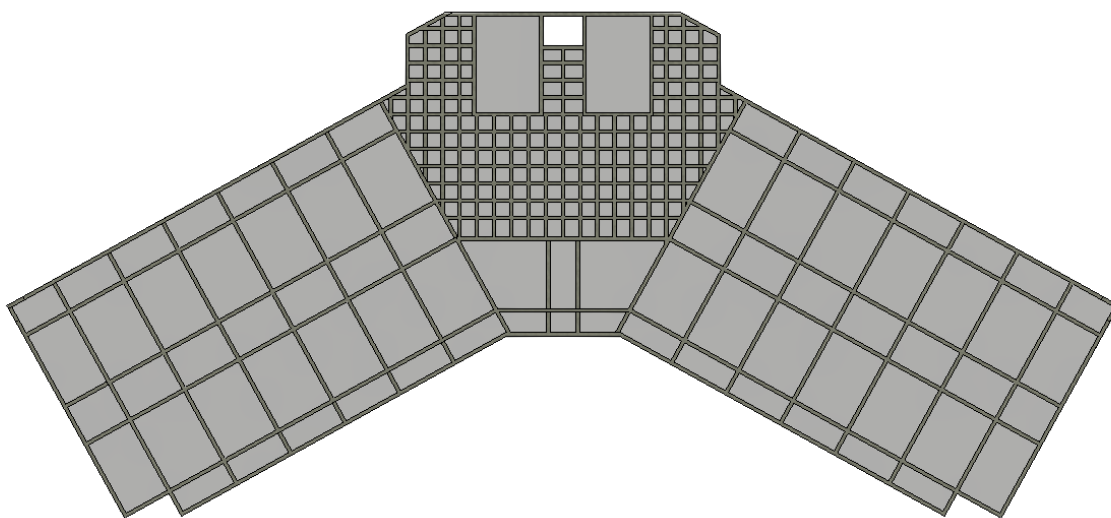
Figura 14 - Planta Estrutural do Térreo



Fonte: Autoria Própria

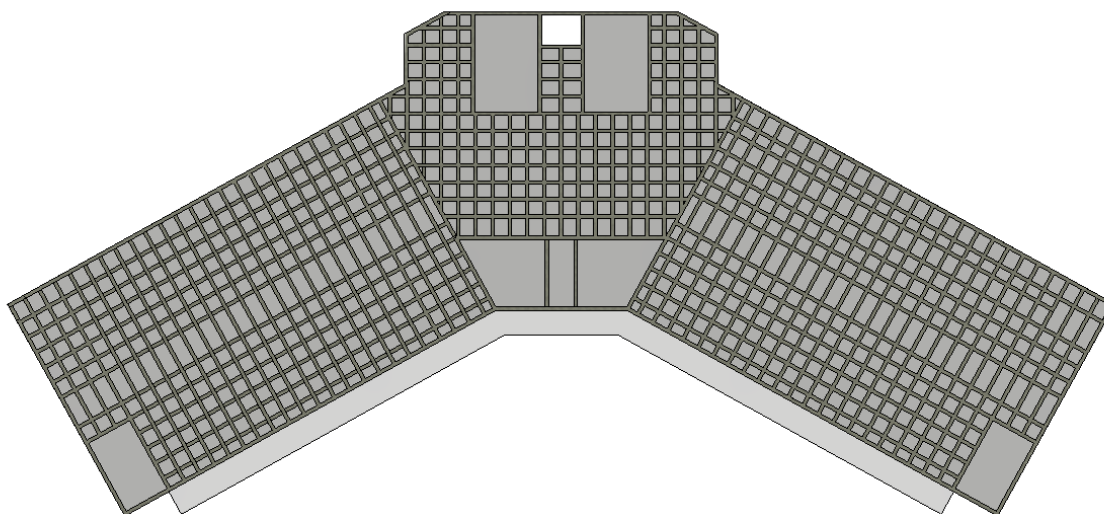
O sistema de grelha estrutural é criado apenas com a definição do perímetro da região e o espaçamento entre vigas.

Figura 15 - Planta Estrutural do Primeiro e Segundo Pavimento



Fonte: Autoria Própria

Figura 16 - Planta Estrutural do Terceiro Pavimento



Fonte: Autoria Própria

Figura 17 - Modelo Estrutural da Cobertura Metálica

Fonte: Autoria Própria

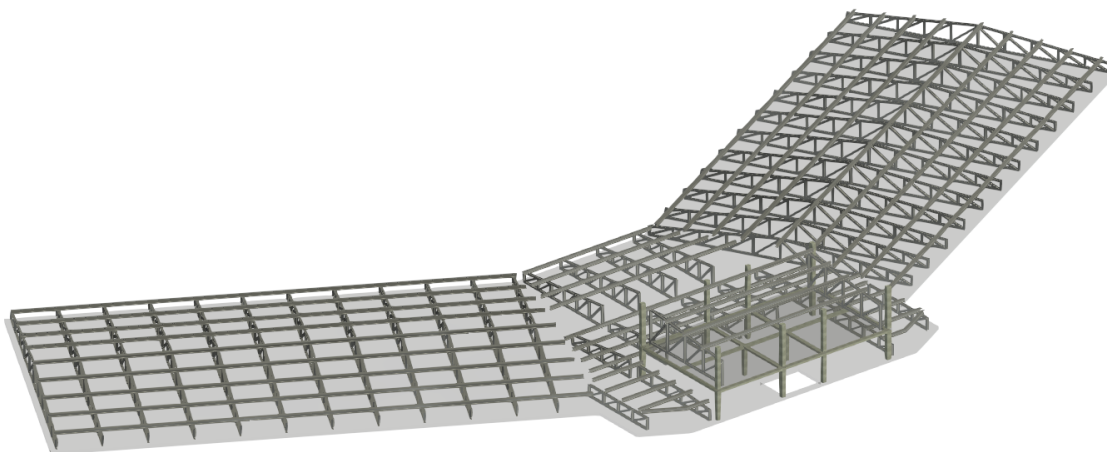
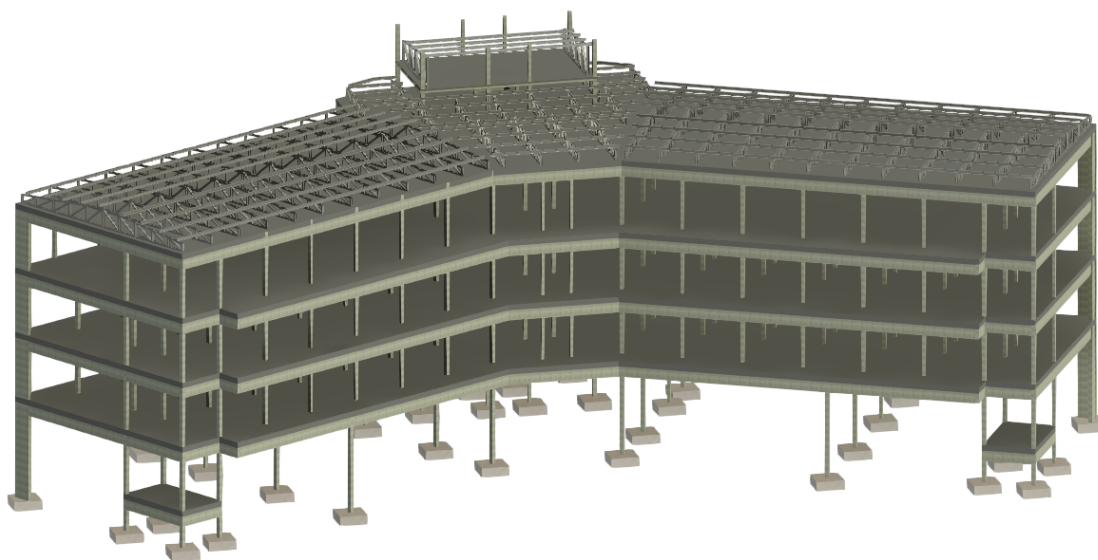


Figura 18 - 3D do Modelo Estrutural

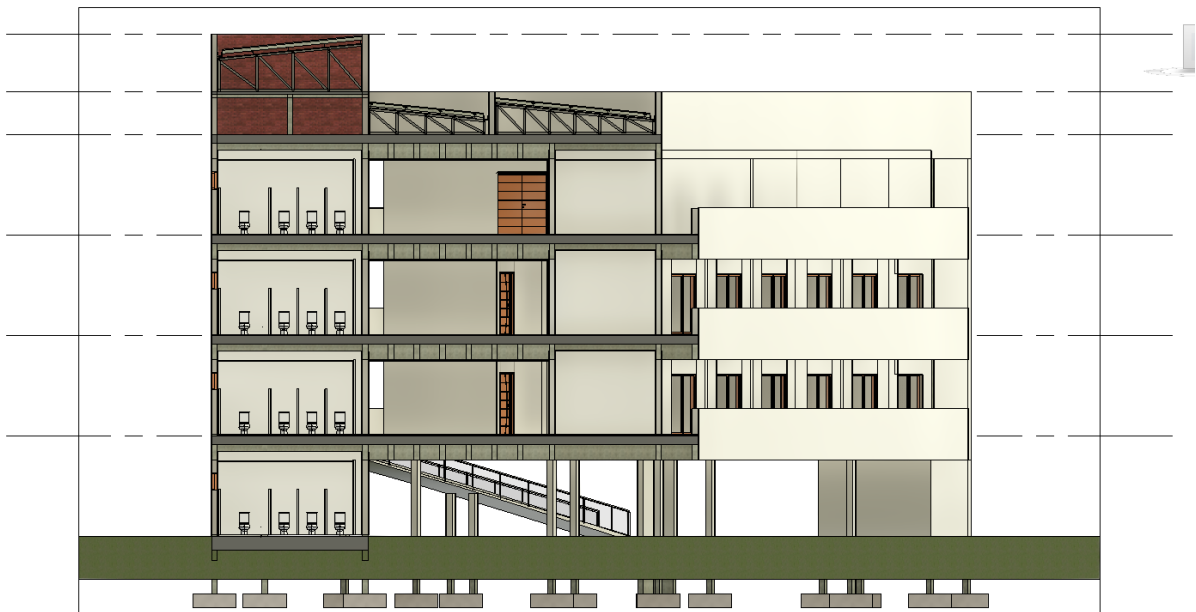


Fonte: Autoria Própria

Por proporcionar uma visualização real das estruturas, o Revit permite um entendimento muito melhor do projeto tanto para execução quanto para alguma apresentação necessária ao cliente, por exemplo.

Além disso, a coordenação do projeto unindo as disciplinas facilita muito a detecção de conflitos.

Figura 19 - Corte unindo Arquitetônico e Estrutural



Fonte: Autoria Própria

5.4. Projeto Hidrossanitário

Para o projeto hidrossanitário, foi utilizado um arquivo separado com um Template do Revit. Templates são arquivos que já possuem famílias prontas de um determinado setor, neste caso, o template de hidráulica possui várias famílias de tubos, conexões, caixas d'água, acessórios para tubos, caixas de inspeção e de areia, ralos sifonados, além dos ares condicionados e afins.

Foram dimensionadas as tubulações de captação de águas pluviais, a alimentação e distribuição de água fria, a rede de esgoto e ventilação e os drenos para ar condicionado.

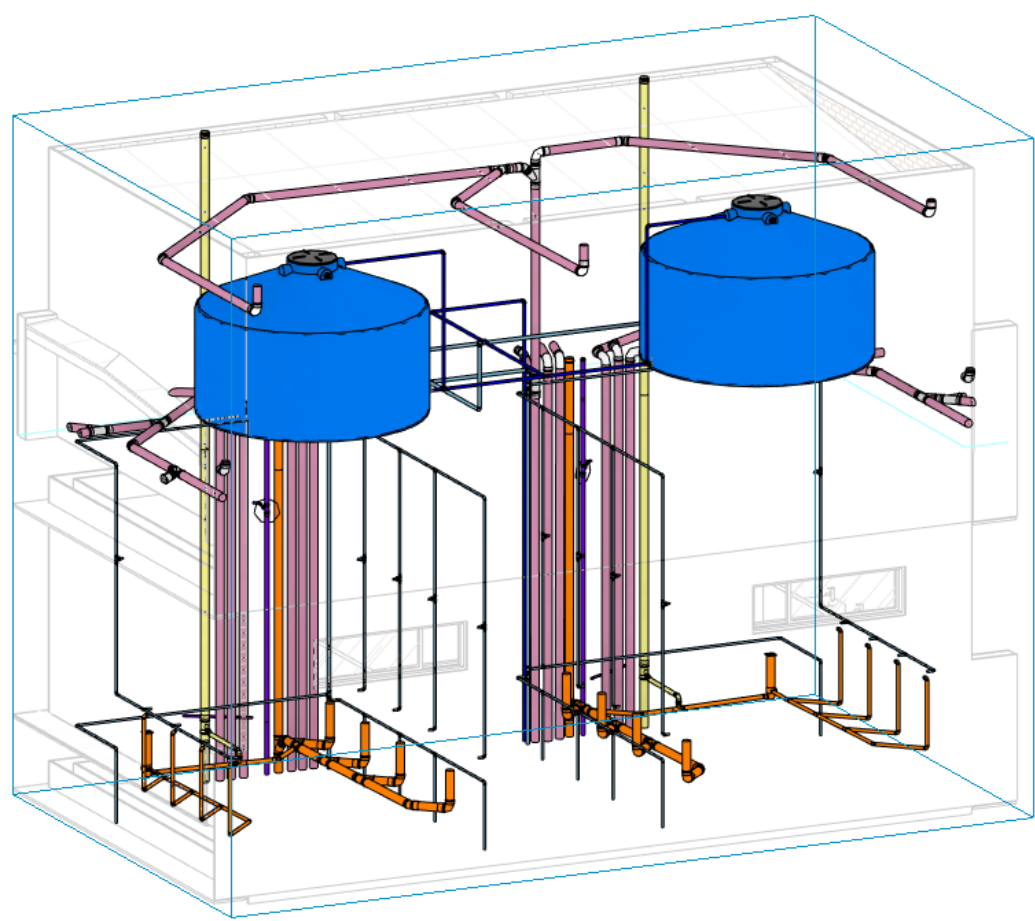
Uma das maiores facilidades encontradas, foi o fato do software permitir a criação de filtros para cada tipo de instalação, possibilitando a melhora na identificação e a opção de visualização ou não das tubulações nas vistas.

Figura 20 - Tabela de Filtros das Instalações Prediais

Visibility/Graphic Overrides for 3D View: {3D}									
Model Categories Annotation Categories Analytical Model Categories Imported Categories Filters Revit Links									
Name	Enable Filter	Visibility	Projection/Surface			Cut		Halftone	
			Lines	Patterns	Transparen...	Lines	Patterns		
5 - Dreno Ar condicionado	☒	☒			Override...			☐	
6 - Extravasor e Limpeza	☒	☒						☐	
0 - Esgoto - Série Normal...	☒	☒						☐	
1 - Ventilação	☒	☒						☐	
2 - Drenagem	☒	☒						☐	
4 - Água Fria - Soldável	☒	☒						☐	
3 - Alimentação predial	☒	☒						☐	

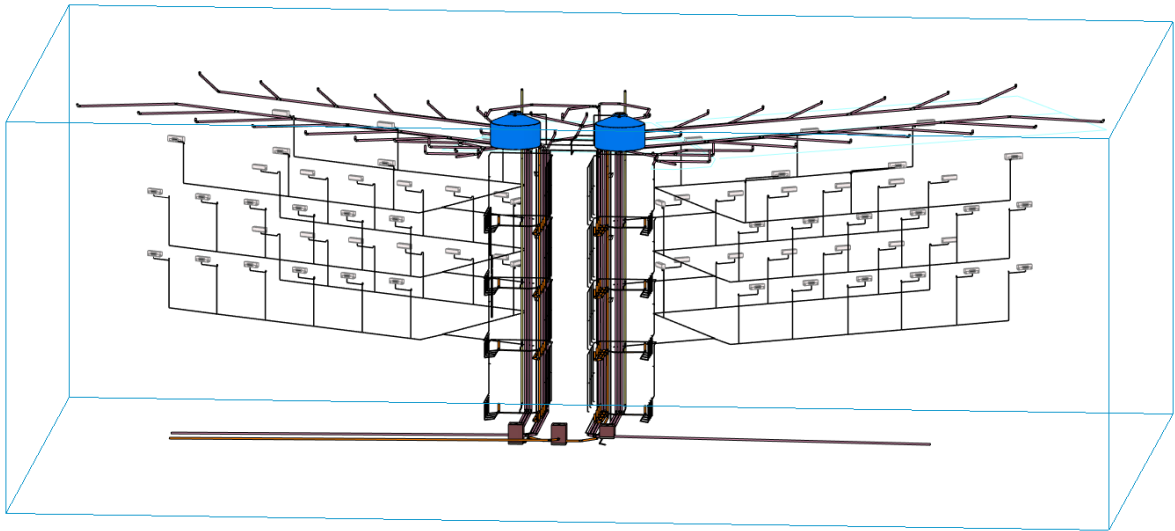
Fonte: Autoria Própria

Figura 21 - Hidrossanitário com cores de acordo com o tipo de instalação



Fonte: Autoria própria

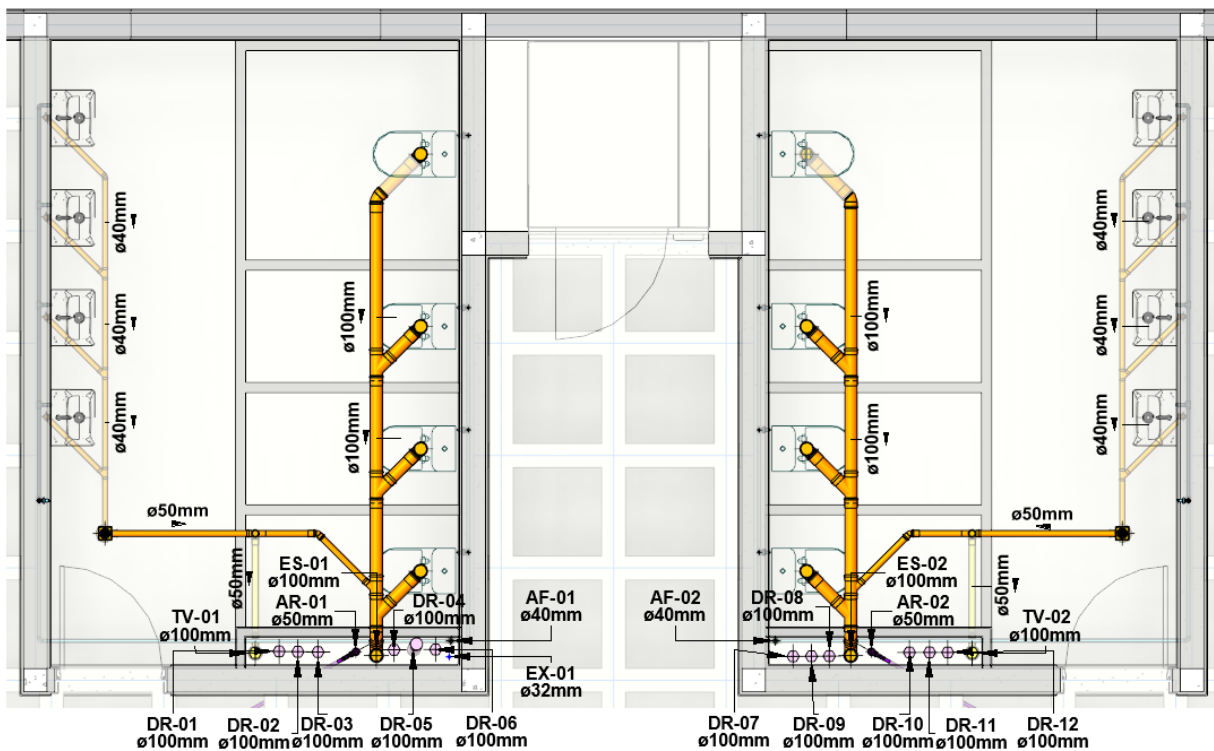
Figura 22 - Visualização Geral do Projeto Hidrossanitário



Fonte: Autoria própria

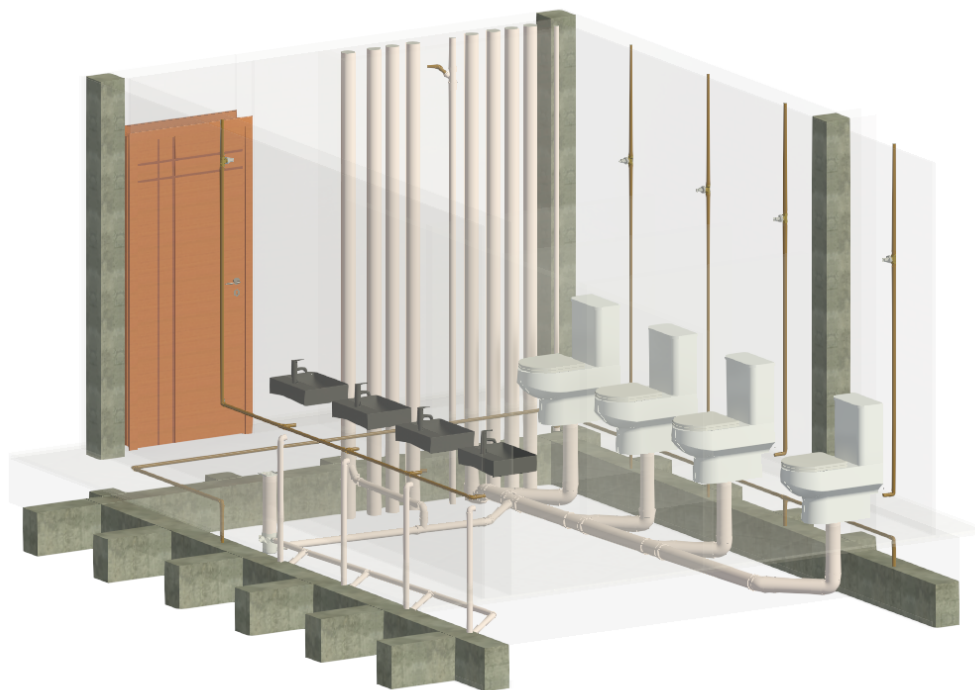
A tubulação é desenvolvida selecionando o tipo de tubo, a inclinação e o diâmetro desejado e as conexões como joelhos e curvas são criadas automaticamente quando o caminho muda de direção. O detalhamento é feito apenas com um clique em cima de cada tubo.

Figura 23 - Planta Baixa Hidrossanitário dos Banheiros com Detalhamento



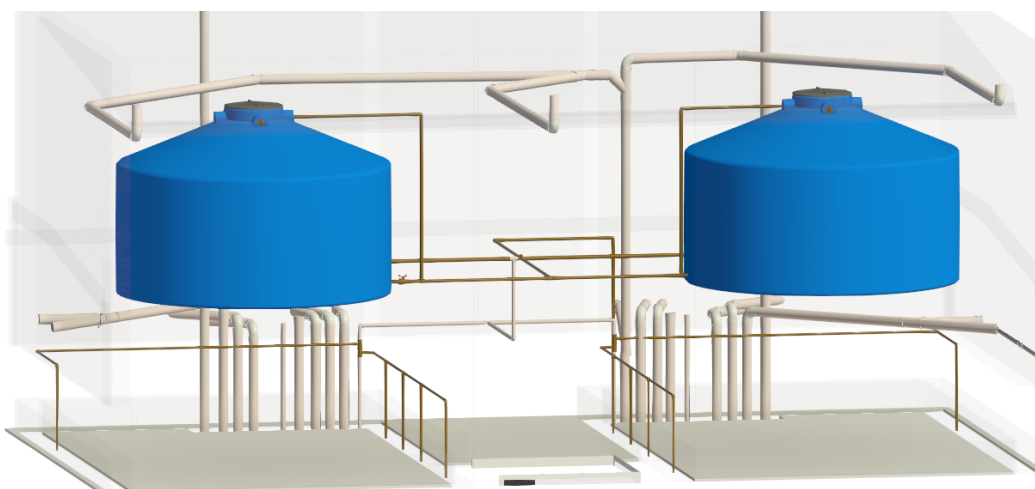
No desenvolvimento do projeto as peças são encaixadas e é possível verificar se a conexão foi estabelecida ou não. A partir da montagem tridimensional muito próxima à realidade, o nível de incompatibilidades na execução sofre grande redução.

Figura 24 - Isométrico dos Sanitários com Projeto Arquitetônico e Estrutural



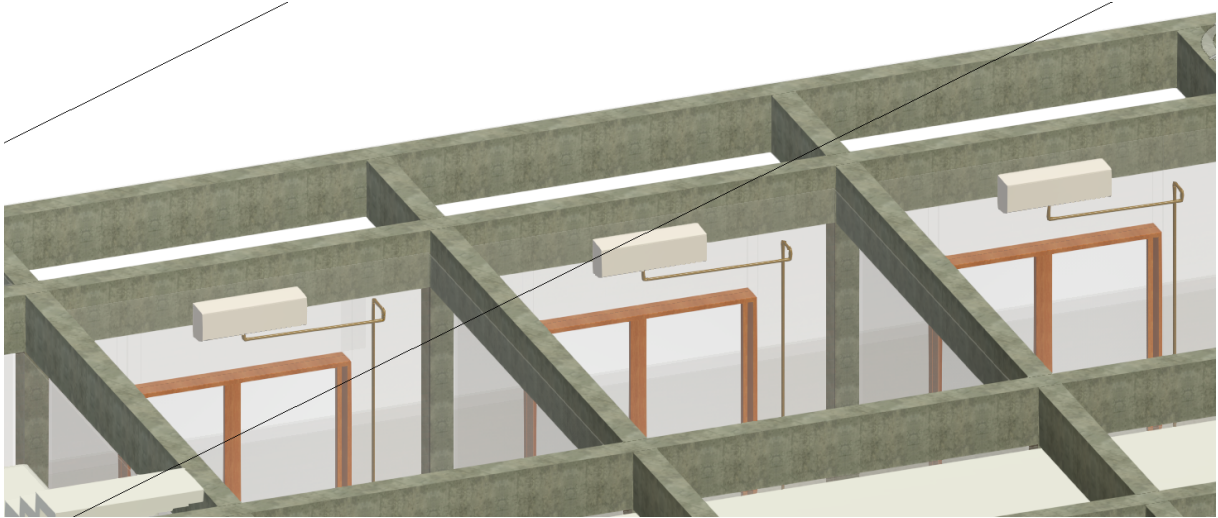
Fonte: Autoria Própria

Figura 25 - Isométrico da Cobertura



Fonte: Autoria Própria

Figura 26 - Vista Superior do Modelo do Dreno de Ar Condicionado

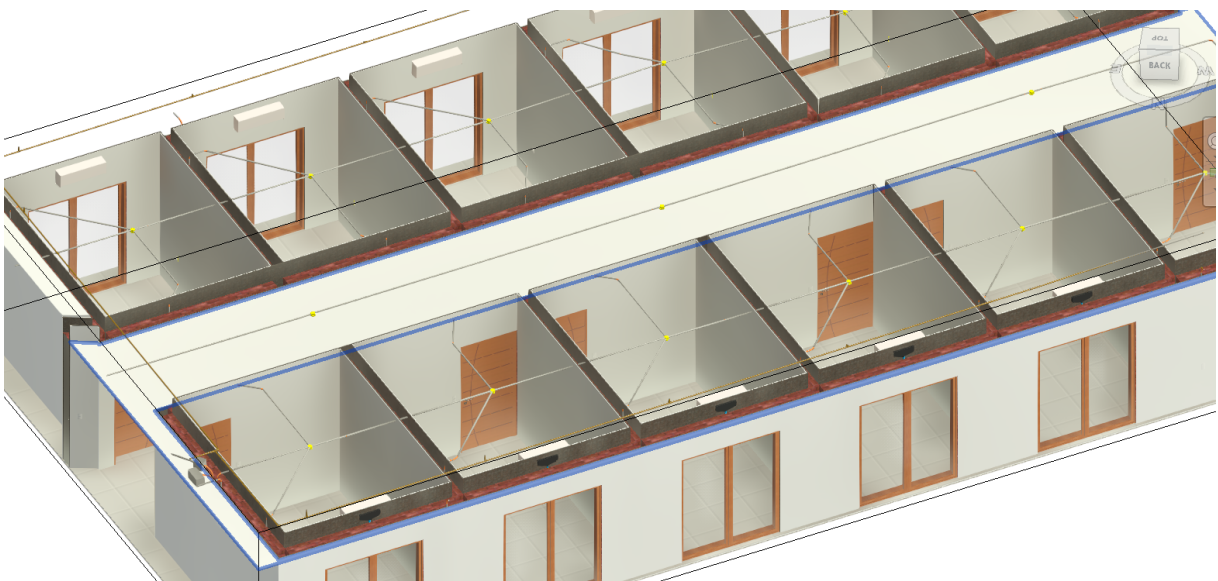


Fonte: Autoria Própria

5.5. Projeto Elétrico

Para o projeto elétrico, foi também utilizado um arquivo separado com um Template específico do Revit. As famílias utilizadas no projeto elétrico foram: Tomadas, Quadros, Interruptores, Conduítes, Sensores e Caixas de Luz de Embutir.

Figura 27 - Vista Superior do Modelo de elétrica junto com a arquitetura



Fonte: Autoria Própria

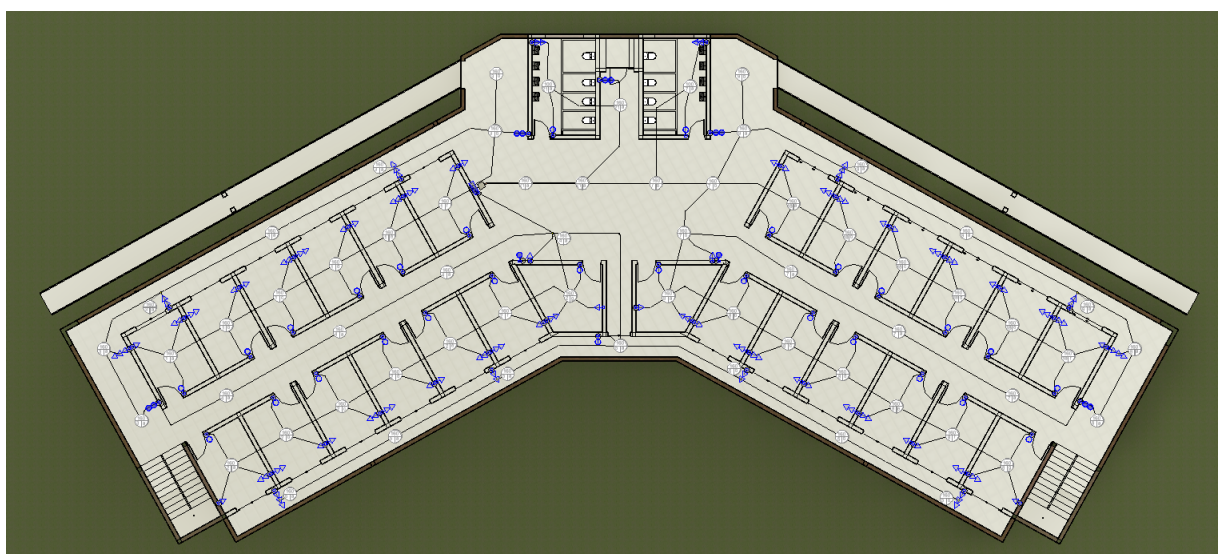
O dimensionamento de eletrodutos e bitolas é muito mais simples uma vez que o Revit já monta as tabelas com as informações de cada circuito criado e calcula a corrente nominal, por exemplo.

Figura 28 - Tabela do Quadro de Distribuição

Painel: QDC 01											
Localização:			Alimentação: 127/220V Bifásico (2F+N+T)								
Alimentado por:											
Montagem:			Embutido								
Circuito	Descrição	Tensão (V)	Esquema	Potência Total (VA)	FP	Potência Total (W)	Corrente Nominal (A)	FCA	FCT	lb: Corrente de Projeto Corrigida (A)	In: Disjuntor (A)
1	ILUMINAÇÃO SALAS ES	127,00	Erro	960 VA	1	960 W	7,56 A				20,00 A
2	ILUMINAÇÃO SALAS EI	127,00	Erro	1120 VA	1	1120 W	8,82 A				20,00 A
3	ILUMINAÇÃO CORREDOR ES	127,00	Erro	1120 VA	1	1120 W	8,82 A				20,00 A
4	ILUMINAÇÃO CENTRAL E	127,00	Erro	640 VA	1	640 W	5,04 A				20,00 A
5	ILUMINAÇÃO SACADA DA FR...	127,00	Erro	1120 VA	1	1120 W	8,82 A				20,00 A
6	ILUMINAÇÃO CENTRAL E	127,00	Erro	0 VA	1	0 W	0,00 A				20,00 A
7	ILUMINAÇÃO CENTRAL D	127,00	Erro	1060 VA	1	1060 W	8,35 A				20,00 A
8	ILUMINAÇÃO SALAS DI	127,00	Erro	1120 VA	1	1120 W	8,82 A				20,00 A
9	ILUMINAÇÃO CORREDOR DS	127,00	Erro	1120 VA	1	1120 W	8,82 A				20,00 A
10	TUGS CORREDORES E	127,00	Erro	900 VA	0,8	720 W	7,09 A				20,00 A
11	TUGS SALAS EI	127,00	Erro	2100 VA	0,8	1680 W	16,54 A				20,00 A
12	TUGS SALAS ES	127,00	Erro	1800 VA	0,8	1440 W	14,17 A				20,00 A
13	TUGS SANITÁRIO E	127,00	Erro	1200 VA	0,8	960 W	9,45 A				20,00 A
14	TUGS SANITÁRIO D	127,00	Erro	1200 VA	0,8	960 W	9,45 A				20,00 A
15	TUGS CORREDORES D	127,00	Erro	900 VA	0,8	720 W	7,09 A				20,00 A
16	TUGS SALAS DS	127,00	Erro	1800 VA	0,8	1440 W	14,17 A				20,00 A
17	TUGS SALAS DI	127,00	Erro	2200 VA	0,8	1760 W	17,32 A				20,00 A
18	ILUMINAÇÃO SALAS DS	127,00	Erro	960 VA	1	960 W	7,56 A				20,00 A
19	TUGS CORREDORES EI	127,00	Erro	600 VA	0,8	480 W	4,72 A				20,00 A
20	TUGS CORREDORES DI	127,00	Erro	500 VA	0,8	400 W	3,94 A				20,00 A

Fonte: Autoria Própria

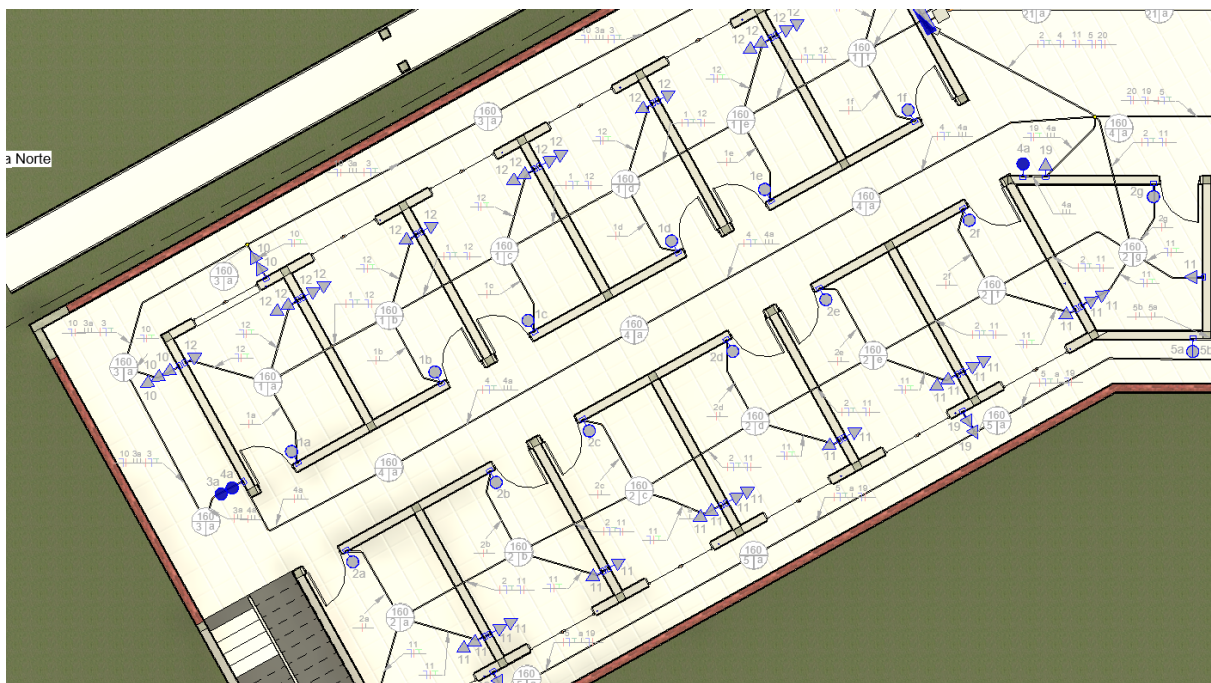
Figura 29 - Vista Superior do Projeto elétrico no Primeiro Pavimento



Fonte: Autoria Própria

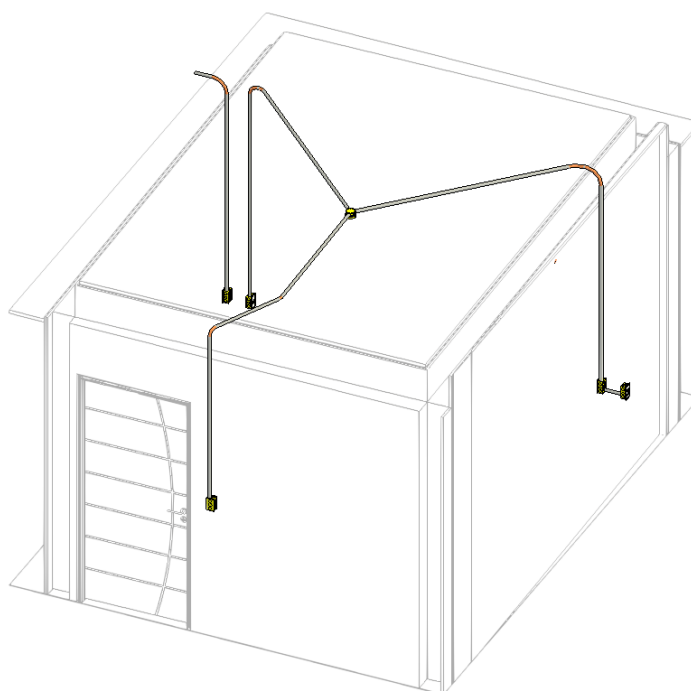
Nesta disciplina a visualização das conexões também é muito melhor e o detalhamento fica muito mais fácil.

Figura 30 - Detalhamento do Projeto Elétrico



Fonte: Autoria Própria

Figura 31 - Isométrico da Elétrica de uma das Salas de Docentes



Fonte: Autoria Própria

5.6. Cronograma da obra

Com a modelagem pronta, foi possível analisar todas as disciplinas e listar as prováveis atividades para execução da obra e assim montar o cronograma. Depois de serem inseridas no MS Project, foram determinadas as predecessoras de cada atividade, ou seja, determinada a ordem da execução de cada tarefa. Por fim, foram inseridos os prazos retirados da tabela SINAPI.

Figura 32 - Cronograma da Obra no MS Project

Nome da Tarefa	Duração	Início	Término	Custo
Obra Departamento de Engenharia Civil - Ilha Solteira	644 dias	Seg 10/06/24	Qui 26/11/26	R\$ 3.201.520,50
▸ SERVIÇOS PRELIMINARES	3 dias	Qua 01/01/25	Sex 03/01/25	R\$ 1.274,00
Limpeza e Preparação do Terreno	3 dias	Qua 01/01/25	Sex 03/01/25	R\$ 1.274,00
▸ FUNDAÇÕES	40 dias	Seg 06/01/25	Sex 28/02/25	R\$ 53.045,71
Escavação	3 dias	Seg 06/01/25	Qua 08/01/25	R\$ 1.645,92
Blocos de fundação (armação, forma e concretagem)	18 dias	Qui 09/01/25	Seg 03/02/25	R\$ 31.253,85
Viga baldrame (armação, forma e concretagem)	3 dias	Ter 04/02/25	Qui 06/02/25	R\$ 4.850,82
Compactação do solo	7 dias	Sex 07/02/25	Seg 17/02/25	R\$ 1.528,80
Radier (armação, forma e concretagem)	9 dias	Ter 18/02/25	Sex 28/02/25	R\$ 13.766,32
▸ ESTRUTURA DE CONCRETO E COBERTURA	298 dias	Qui 06/03/25	Seg 27/04/26	R\$ 1.527.488,61
▸ TÉRREO	59 dias	Qui 06/03/25	Ter 27/05/25	R\$ 393.951,38
Pilares de concreto armado (armação, forma e concretagem)	6 dias	Qui 06/03/25	Qui 13/03/25	R\$ 5.181,40
Vigas de concreto armado (armação, forma e concretagem)	23 dias	Sex 14/03/25	Ter 15/04/25	R\$ 156.352,37
Laje de concreto armado (armação, forma e concretagem)	30 dias	Qua 16/04/25	Ter 27/05/25	R\$ 232.417,61
▸ PAVIMENTO 1	53 dias	Sex 06/06/25	Ter 19/08/25	R\$ 320.750,17
Pilares de concreto armado (armação, forma e concretagem)	11 dias	Sex 06/06/25	Sex 20/06/25	R\$ 9.331,76
Vigas de concreto armado (armação, forma e concretagem)	12 dias	Seg 23/06/25	Ter 08/07/25	R\$ 79.000,80
Laje de concreto armado (armação, forma e concretagem)	30 dias	Qua 09/07/25	Ter 19/08/25	R\$ 232.417,61
▸ PAVIMENTO 2	53 dias	Sex 29/08/25	Ter 11/11/25	R\$ 320.750,17
Pilares de concreto armado (armação, forma e concretagem)	11 dias	Sex 29/08/25	Sex 12/09/25	R\$ 9.331,76
Vigas de concreto armado (armação, forma e concretagem)	12 dias	Seg 15/09/25	Ter 30/09/25	R\$ 79.000,80
Laje de concreto armado (armação, forma e concretagem)	30 dias	Qua 01/10/25	Ter 11/11/25	R\$ 232.417,61
▸ PAVIMENTO 3	59 dias	Sex 21/11/25	Qua 11/02/26	R\$ 365.190,02
Pilares de concreto armado (armação, forma e concretagem)	8 dias	Sex 21/11/25	Ter 02/12/25	R\$ 7.208,52
Vigas de concreto armado (armação, forma e concretagem)	21 dias	Qua 03/12/25	Qua 31/12/25	R\$ 142.386,38
Laje de concreto armado (armação, forma e concretagem)	30 dias	Qui 01/01/26	Qua 11/02/26	R\$ 215.595,12
▸ COBERTURA	46 dias	Seg 23/02/26	Seg 27/04/26	R\$ 126.846,87
Pilares de concreto armado (armação, forma e concretagem)	1 dia	Seg 23/02/26	Seg 23/02/26	R\$ 908,71
Vigas de concreto armado (armação, forma e concretagem)	1 dia	Ter 24/02/26	Ter 24/02/26	R\$ 829,38
Laje de concreto armado (armação, forma e concretagem)	5 dias	Qua 25/02/26	Ter 03/03/26	R\$ 4.737,95
Montagem das treliças e terças metálicas	8 dias	Sex 13/03/26	Ter 24/03/26	R\$ 43.201,46
Instalação de telha de fibrocimento	20 dias	Qua 25/03/26	Ter 21/04/26	R\$ 68.586,25
Instalação de calhas, rufos e cumeeiras	4 dias	Qua 22/04/26	Seg 27/04/26	R\$ 8.583,12
▸ FECHAMENTO E ACABAMENTO	644 dias	Seg 10/06/24	Qui 26/11/26	R\$ 1.619.712,18
▸ TÉRREO	298 dias	Seg 10/06/24	Qua 30/07/25	R\$ 74.575,87
Alvenaria	4 dias	Qua 25/06/25	Seg 30/06/25	R\$ 2.972,61
Reboco	15 dias	Ter 01/07/25	Seg 21/07/25	R\$ 11.174,93
Contrapiso	2 dias	Ter 22/07/25	Qua 23/07/25	R\$ 44,94
Instalações Hidráulicas	5 dias	Qui 24/07/25	Qua 30/07/25	R\$ 18.649,03
Piso Cerâmico	1 dia	Seg 10/06/24	Seg 10/06/24	R\$ 2.553,63
Instalação do Forro	2 dias	Ter 11/06/24	Qua 12/06/24	R\$ 1.528,74
Instalação de Louças	2 dias	Qui 13/06/24	Sex 14/06/24	R\$ 6.638,24
Instalação de divisórias em Dry wall	5 dias	Seg 17/06/24	Sex 21/06/24	R\$ 16.927,39
Pintura	15 dias	Seg 24/06/24	Sex 12/07/24	R\$ 11.693,84
Instalação de Janelas	1 dia	Seg 15/07/24	Seg 15/07/24	R\$ 1.492,82
Instalação de Portas	1 dia	Ter 16/07/24	Ter 16/07/24	R\$ 899,70

PAVIMENTO 1	199 dias	Qua 17/09/25	Seg 22/06/26	R\$ 457.293,79
Alvenaria	18 dias	Qua 17/09/25	Sex 10/10/25	R\$ 15.000,40
Reboco	30 dias	Seg 13/10/25	Sex 21/11/25	R\$ 68.505,19
Contrapiso	2 dias	Seg 24/11/25	Ter 25/11/25	R\$ 815,04
Instalações Hidráulicas	5 dias	Qua 26/11/25	Ter 02/12/25	R\$ 142.290,32
Instalações elétricas	15 dias	Qua 03/12/25	Ter 23/12/25	R\$ 29.498,18
Piso Cerâmico	30 dias	Qua 24/12/25	Ter 03/02/26	R\$ 50.107,38
Instalação do Forro	20 dias	Qua 04/02/26	Ter 03/03/26	R\$ 32.655,69
Instalação de Louças	3 dias	Qua 04/03/26	Sex 06/03/26	R\$ 6.638,24
Instalação de divisórias em Dry wall	5 dias	Seg 09/03/26	Sex 13/03/26	R\$ 16.095,36
Pintura	60 dias	Seg 16/03/26	Sex 05/06/26	R\$ 69.693,62
Instalação de Janelas	1 dia	Seg 08/06/26	Seg 08/06/26	R\$ 1.492,82
Instalação de Portas	10 dias	Ter 09/06/26	Seg 22/06/26	R\$ 24.501,55
PAVIMENTO 2	199 dias	Qua 10/12/25	Seg 14/09/26	R\$ 426.013,92
Alvenaria	18 dias	Qua 10/12/25	Sex 02/01/26	R\$ 15.736,97
Reboco	30 dias	Seg 05/01/26	Sex 13/02/26	R\$ 52.725,57
Contrapiso	2 dias	Seg 16/02/26	Ter 17/02/26	R\$ 815,04
Instalações Hidráulicas	5 dias	Qua 18/02/26	Ter 24/02/26	R\$ 142.290,32
Instalações elétricas	15 dias	Qua 25/02/26	Ter 17/03/26	R\$ 29.498,18
Piso Cerâmico	30 dias	Qua 18/03/26	Ter 28/04/26	R\$ 50.065,50
Instalação do Forro	20 dias	Qua 29/04/26	Ter 26/05/26	R\$ 32.655,69
Instalação de Louças	3 dias	Qua 27/05/26	Sex 29/05/26	R\$ 6.638,24
Instalação de divisórias em Dry wall	5 dias	Seg 01/06/26	Sex 05/06/26	R\$ 16.095,36
Pintura	60 dias	Seg 08/06/26	Sex 28/08/26	R\$ 53.498,68
Instalação de Janelas	1 dia	Seg 31/08/26	Seg 31/08/26	R\$ 1.492,82
Instalação de Portas	10 dias	Ter 01/09/26	Seg 14/09/26	R\$ 24.501,55
PAVIMENTO 3	186 dias	Qui 12/03/26	Qui 26/11/26	R\$ 570.851,93
Alvenaria	12 dias	Qui 12/03/26	Sex 27/03/26	R\$ 10.515,15
Reboco	30 dias	Seg 30/03/26	Sex 08/05/26	R\$ 49.944,93
Contrapiso	2 dias	Seg 11/05/26	Ter 12/05/26	R\$ 815,04
Instalações Hidráulicas	5 dias	Qua 13/05/26	Ter 19/05/26	R\$ 308.600,92
Instalações elétricas	15 dias	Qua 20/05/26	Ter 09/06/26	R\$ 29.498,18
Piso Cerâmico	30 dias	Qua 10/06/26	Ter 21/07/26	R\$ 50.065,50
Instalação do Forro	20 dias	Qua 22/07/26	Ter 18/08/26	R\$ 34.433,09
Instalação de Louças	3 dias	Qua 19/08/26	Sex 21/08/26	R\$ 6.638,24
Instalação de divisórias em Dry wall	5 dias	Seg 24/08/26	Sex 28/08/26	R\$ 16.095,36
Pintura	60 dias	Seg 31/08/26	Sex 20/11/26	R\$ 53.801,75
Instalação de Janelas	2 dias	Seg 23/11/26	Ter 24/11/26	R\$ 6.503,06
Instalação de Portas	2 dias	Qua 25/11/26	Qui 26/11/26	R\$ 3.940,71
COBERTURA	500 dias	Seg 10/06/24	Sex 08/05/26	R\$ 90.976,67
Alvenaria	7 dias	Qua 01/04/26	Qui 09/04/26	R\$ 5.950,87
Reboco	20 dias	Sex 10/04/26	Qui 07/05/26	R\$ 13.539,58
Instalações Hidráulicas	1 dia	Sex 08/05/26	Sex 08/05/26	R\$ 59.264,78
Pintura	12 dias	Seg 10/06/24	Ter 25/06/24	R\$ 12.221,44

Fonte: Autoria Própria

Os valores estimados foram feitos com base nos custos médios da tabela SINAPI 2024, mas para maior aproximação do real, seria eficiente analisar os custos e as disponibilidades dos mercados da região de Ilha Solteira.

5.7. Orçamento da obra

Para o orçamento da obra, foram montadas as tabelas personalizadas em cada arquivo do Revit, que gera automaticamente os quantitativos com as informações de cada família utilizada nos modelos. Diferentemente das maneiras tradicionais, onde o orçamentista precisa analisar cada projeto e contabilizar o material que será necessário, com os modelos feitos de forma correta, os quantitativos trazem informações precisas, diminuindo muito as margens de erro.

Os valores dos custos de materiais e mão de obra foram retirados da tabela SINAPI Analítica de 2024.

Tabela 1 - Quantitativo do Projeto Estrutural

A	B	C	D	E	F	G
Insumo	Volume (m³)	Custo MA / m³ (R\$)	Custo MO / m³ (R\$)	Custo MA Total (R\$)	Custo MO Total (R\$)	Custo Total (R\$)
Blocos de Fundação 2400 x 1800 x 450 mm	40.50 m³	614.27	15.50	24877.93	627.75	25505.68
Vigas de Concreto 190 x 200 mm	0.87 m³	577.24	36.91	503.67	32.21	535.88
Vigas de Concreto 190 x 850 mm	484.13 m³	577.24	36.91	279462.08	17869.42	297331.50
Pilares de Concreto 190 x 780 mm	4.39 m³	577.24	36.91	2532.19	161.91	2694.10
Pilares de Concreto 190 x 190 mm	30.39 m³	577.24	36.91	17541.81	1121.66	18663.48
Pilares de Concreto 190 x 970 mm	5.46 m³	577.24	36.91	3149.04	201.36	3350.39
Laje Maciça de Concreto 100 mm	5.14 m³	542.60	32.32	2788.79	166.11	2954.90
Laje Maciça de Concreto 300 mm	997.86 m³	542.60	32.32	541436.49	32250.70	573687.19
Laje Maciça de Concreto 500 mm	20.12 m³	542.60	32.36	10916.46	651.04	11567.51
Caibros Metálicos	16.86 m³	1722.09	254.62	29034.20	4292.86	33327.06
Montantes Metálicos	2.05 m³	1722.09	254.62	3522.44	520.81	4043.26
Tesouras Metálicas	2.34 m³	1722.09	254.62	4035.71	596.70	4632.41

Fonte: Autoria Própria

Tabela 2 - Quantitativo do Projeto Arquitetônico

A	B	C	D	E	F	G	H
Insumo	Quantidade	Unidade	Custo MA Unitário (R\$)	Custo MO Unitário (R\$)	Custo MA Total (R\$)	Custo MO Total (R\$)	Custo Total (R\$)
Alvenaria e Reboco	532,88	m²	63,94	30,13	34072,35	16055,67	50128,02
Bacia com caixa acoplada	32	un	448,97	26,23	14367,04	839,36	15206,40
Calha Metálica Retangular 18 cm	131,1	m	56,25	9,22	7374,38	1208,74	8583,12
Contrapiso	47,4	m²	497,33	180,40	23573,44	8550,96	32124,40
Dry Wall	785,14	m²	70,92	12,20	55682,13	9578,71	65260,84
Elevador	1	un	140000,00	0,00	140000,00	0,00	140000,00
Escada	11,62	m²	562,12	80,95	6531,83	940,64	7472,47
Forro de Gesso 3 cm	2089,41	m²	24,55	23,92	51295,02	49978,69	101273,70
Janela (Sanitários) - 2,00 x 0,60	8	un	725,30	21,11	5802,40	168,88	5971,28
Janela de Vidro (Salão) - 4 folhas 3,00 x 1,20	12	un	597,74	62,71	7172,88	752,52	7925,40
Lavatório Sanitários	32	un	722,73	66,88	23127,36	2140,16	25267,52
Pintura Branca	6523,04	m²	15,88	14,92	103585,88	97323,76	200909,63
Piso Cerâmico	2367,46	m²	53,96	9,50	127748,14	22490,87	150239,01
Porta (Salas) - 1,00 x 2,10	48	un	449,85	48,97	21592,80	2350,56	23943,36
Porta (Salão e Anfiteatro) - 2 Folhas 1,00 x 2,10	2	un	832,54	145,43	1665,08	290,86	1955,94
Porta (Sanitários) - 0,9 x 2,10	8	un	449,85	48,97	3598,80	391,76	3990,56
Porta de Correr de Vidro (Recepção) - 1,20 x 2,10	3	un	476,23	8,25	1428,69	24,75	1453,44
Porta de Correr de Vidro (Salas) - 1,80 x 2,10	48	un	476,23	8,25	22859,04	396,00	23255,04
Porta Frisos Horizontais (Secretaria) - 1,00 x 2,10	8	un	449,85	48,97	3598,80	391,76	3990,56
Rampa	135,21	m²	81,25	53,65	10985,81	7254,02	18239,83
Telha Fibrocimento	1433,06	m²	42,19	5,67	60460,80	8125,45	68586,25

Fonte: Autoria Própria

Tabela 3 - Quantitativo do Projeto Hidrossanitário sem os Tubos

A	B	C	D	E	F
Descrição do Material	Quantidade	Custo MA / un (R\$)	Custo MO / un (R\$)	Custo MA Total (R\$)	Custo MO Total (R\$)
Adaptador Caixa d'Água com Registro, DN25mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	2	29,28	3,40	58,56	6,80
Adaptador Caixa d'Água com Registro, DN40mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	2	60,90	4,86	121,80	9,72
Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca, DN25x3/4", PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	80	3,01	4,09	240,80	327,20
Base Registro de Gaveta, Água Fria, Ø3/4"	40	29,00	4,73	1160,00	189,20
Bucha de Redução Curta, DN32x25mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	1	3,60	4,81	3,60	4,81
Caixa de areia em alvenaria com tampa de concreto, 60x60cm	2	6,05	48,60	12,10	97,20
Caixa de inspeção em alvenaria com tampa de concreto, 60x60cm	1	6,05	48,60	6,05	48,60
Caixa Sifonada Girafácil Montada com Grelha e Porta Grelha Quadrados Brancos 100x100x50mm, 5 Entradas, Esgoto	8	32,15	9,36	257,20	74,88
Cap, DN40mm, de PVC Rígido Branco Série Normal para Esgoto e Água Pluvial, conforme NBR 5688	2	2,80	3,97	5,60	7,94
Cap, DN50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal para Esgoto e Água Pluvial, conforme NBR 5688	2	9,90	3,97	19,80	7,94
Cap, DN100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal para Esgoto e Água Pluvial, conforme NBR 5688	2	14,12	3,97	28,24	7,94
Curva 90° Curta, DN100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	36	33,28	11,93	1198,08	429,48
Curva de Transposição Soldável, DN32mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	1	17,25	4,65	17,25	4,65
Joelho 45°, DN25mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	6	4,55	6,57	27,30	39,42
Joelho 45°, DN32mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	2	6,10	3,70	12,20	7,40
Joelho 45°, DN40mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	8	9,71	8,28	77,68	66,24
Joelho 45°, DN50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	18	8,09	1,46	145,62	26,28
Joelho 45°, DN50mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	2	10,70	5,47	21,40	10,94
Joelho 45°, DN100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	58	19,54	9,34	1133,32	541,72
Joelho 90°, DN25mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	378	3,88	6,57	1466,64	2483,46
Joelho 90°, DN32mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	5	5,83	7,00	29,15	35,00
Joelho 90°, DN40mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	67	5,28	5,49	353,76	367,83
Joelho 90°, DN40mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	2	8,25	4,50	16,50	9,00
Joelho 90°, DN50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	10	9,01	5,94	90,10	59,40
Joelho 90°, DN100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	67	18,39	8,30	1232,13	556,10
Junção 45° de Redução, DN100x50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	14	30,45	8,96	426,30	125,44
Junção 45°, DN40x40mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	24	10,96	2,72	263,04	65,28
Junção 45°, DN100x100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	64	127,69	11,06	8172,16	707,84
Luva com bucha de Latão	64	7,98	4,06	510,72	259,84
Luva Simples, DN50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	27	13,41	1,72	362,07	46,44
Luva Simples, DN100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	211	21,82	3,68	4604,02	776,48
Redução Excêntrica, DN100x50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal para Esgoto e Água Pluvial, conforme NBR 5688	2	15,02	2,20	30,04	4,40
Registro Esfera VS Soldável DN32mm	2	45,00	3,40	90,00	6,80
Split 09/12 kBTU's - Saída Inferior	104	2277,00	103,87	236808,00	10802,48
Split 18/24/30 kBTU's - Saída Lateral Esquerda	24	11889,28	198,88	285342,72	4773,12
Tanque Fortplus, 10000 Litros	2	4792,89	112,57	9585,78	225,14
Terminal de Ventilação, DN100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	2	24,67	3,09	49,34	6,18
Torneira bóia Ø3/4"	2	57,97	8,18	115,94	16,36
Tê 90°, DN40x40mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	2	18,26	14,62	36,52	29,24
Tê 90°, DN50x50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	8	31,42	17,73	251,36	141,84
Tê de Redução, DN40x25mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	16	11,53	5,50	184,48	88,00
Tê, DN25mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	106	3,54	3,29	375,24	348,74
Tê, DN32mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	3	6,58	4,31	19,74	12,93

Fonte: Autoria Própria

Tabela 4 - Quantitativo dos Tubos

A	B	C	D	E	F	G	H
Descrição do Material	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Custo MA / m (R\$)	Custo MO / m (R\$)	Custo MA Total (R\$)	Custo MO Total (R\$)	Custo Total (R\$)
Tubo de PVC Rígido Branco, conforme NBR5688, Linha Série Normal	ø100mm	908,12	32,52	17,33	29532,15	29532,15	59064,30
Tubo de PVC Rígido Branco, conforme NBR5688, Linha Série Normal	ø50mm	71,99	14,94	8,16	1075,57	1075,57	2151,15
Tubo de PVC Rígido Branco, conforme NBR5688, Linha Série Normal	ø40mm	103,57	10,84	6,38	1122,72	1122,72	2245,45
Tubo de PVC Rígido Soldável Marrom, conforme NBR 5648	ø50mm	15,65	14,64	1,45	229,06	229,06	458,12
Tubo de PVC Rígido Soldável Marrom, conforme NBR 5648	ø40mm	6,99	13,28	1,20	92,79	92,79	185,57
Tubo de PVC Rígido Soldável Marrom, conforme NBR 5648	ø32mm	39,89	15,44	19,51	615,90	615,90	1231,79
Tubo de PVC Rígido Soldável Marrom, conforme NBR 5648	ø25mm	837,62	9,87	16,38	8267,28	8267,28	16534,55

Fonte: Autoria Própria

Tabela 5 - Quantitativo do Projeto Elétrico

A	B	C	D	E	F	G
Descrição do Material	Quantidade	Custo MA/ un (R\$)	Custo MO Total (R\$)	Custo MA Total (R\$)	Custo MO Total (R\$)	Custo Total (R\$)
Caixas de Embutir						
Caixa de Luz 4"x2", de embutir, em PVC na cor amarelo para eletroduto corrugado	248	9,22	10,50	2286,56	2604,00	4890,56
Caixa octogonal 4"x4" com fundo móvel, em PVC na cor amarela para eletroduto corrugado	186	9,22	10,50	1714,92	1953,00	3667,92
Interruptores						
Conjunto montado com 1 Interruptor Paralelo, 10A 250V~, 4"x2"	6	20,47	21,02	122,82	126,12	248,94
Conjunto montado com 1 Interruptor Simples, 10A 250V~, 4"x2"	60	17,01	17,01	1020,60	1020,60	2041,20
Conjunto montado de Interruptor com 2 teclas paralelo, 4"x2"	15	33,50	33,03	502,50	495,45	997,95
Conjunto montado de Interruptor com 2 teclas simples, 4"x2"	3	26,58	25,01	79,74	75,03	154,77
Quadros						
Quadro de Distribuição Slim 48 Disjuntores, de embutir, fabricado em PVC antichamas, com	3	845,00	33,70	2535,00	101,10	2636,10
Sensores						
Conjunto montado com 1 Sensor de presença de teto, 10A 250V~, 4"x2"	3	61,70	13,47	185,10	40,41	225,51
Tomadas						
Conjunto montado de 1 Tomada 2P+T, 10A, posto horizontal, 4"x2"	74	18,12	17,47	1340,88	1292,78	2633,66
Conjunto montado de 2 Tomadas 2P+T, 10A, postos horizontais, 4"x2"	72	32,99	25,91	2375,28	1865,52	4240,80
Conjunto montado de 3 Tomadas 2P+T, 10A, postos horizontais, 4"x2"	18	45,76	34,34	823,68	618,12	1441,80

Fonte: Autoria Própria

Tabela 6 - Quantitativo de eletrodutos

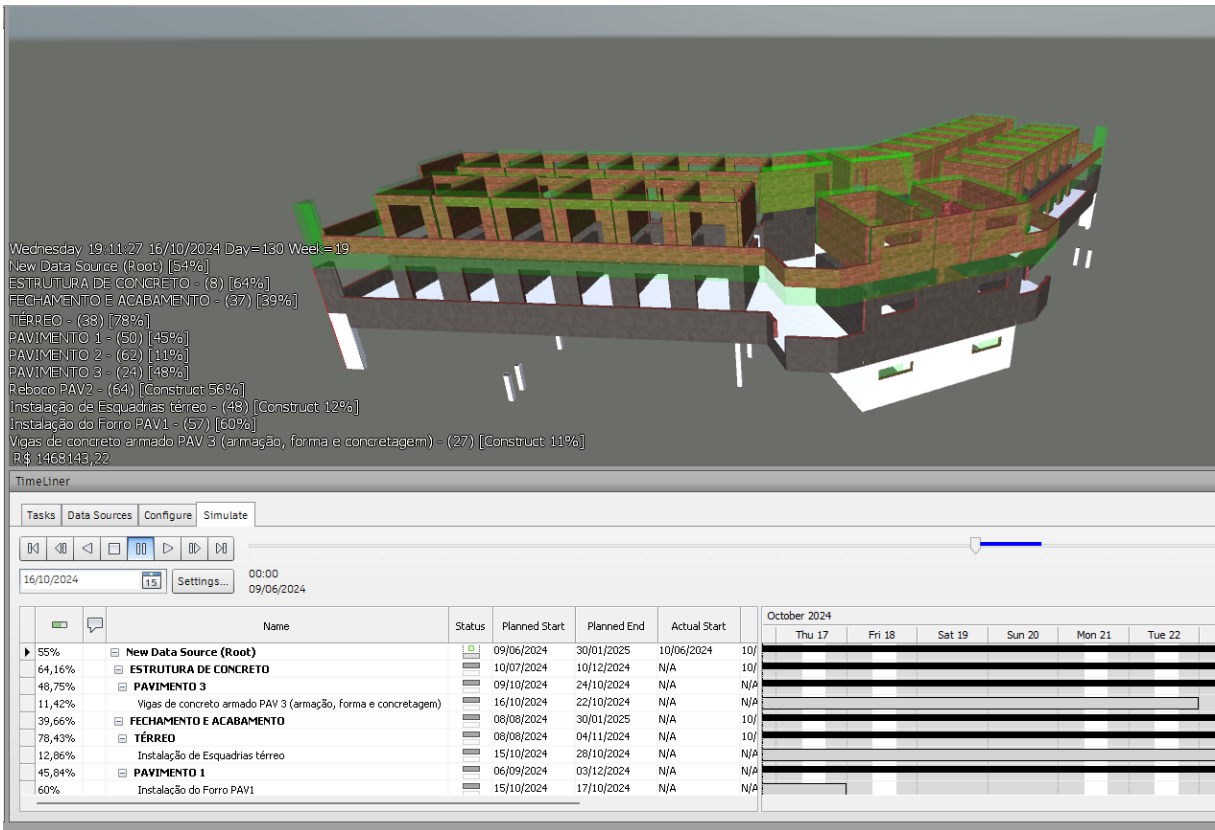
A	B	C	D	E	F	G	H
Descrição do Material	DN	Comprimento (m)	Custo MA/ un (R\$)	Custo MO/ un (R\$)	Custo MA Total (R\$)	Custo MO Total (R\$)	Custo Total (R\$)
Eletroduto flexível corrugado Reforçado, em PVC na cor laranja antichamas, conforme NBR15465	DN 25mm	1931,2	10,00	10,34	19312	19968,61	39280,61
Eletroduto flexível corrugado, em PVC na cor amarelo antichamas, conforme NBR15465	DN 25mm	5,23	11,38	10,32	59,5174	53,97	113,49
Eletroduto flexível corrugado Reforçado, em PVC na cor laranja antichamas, conforme NBR15465	DN 41mm	15,35	12,03	11,83	184,6605	181,59	366,25
Eletroduto flexível corrugado Reforçado, em PVC na cor laranja antichamas, conforme NBR15465	DN 53mm	12,33	71,37	28,63	879,9921	353,01	1233,00

Fonte: Autoria Própria

5.8. BIM 4D e 5D

Por fim, o cronograma e o orçamento foram inseridos no Navisworks para que a simulação da execução completa da obra fosse feita. Na simulação é possível visualizar o modelo 3D se desenvolver com o cronograma de obra, podendo verificar a porcentagem de conclusão ao longo dos dias, além do valor gasto até a data selecionada.

Figura 33 - Simulação da execução da obra no Navisworks



Fonte: Autoria Própria

Com o modelo em 5D, é possível visualizar e entender de uma maneira mais clara as estratégias adotadas na construção. É possível também identificar e sinalizar no modelo prováveis congestionamentos no canteiro. O software indica em verde os elementos que estão em execução no determinado momento, em amarelo

os elementos temporários que irão permanecer apenas em um intervalo de tempo e em vermelho os elementos em demolição.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a importância da tecnologia Building Information Modeling (BIM) na elaboração de projetos da proposta do novo Departamento de Engenharia Civil UNESP de Ilha Solteira. Para atingir este objetivo, foram desenvolvidos projetos nas disciplinas de Arquitetura, Estruturas, Elétrica, Hidrossanitária utilizando o software Revit. Posteriormente, foram elaborados o cronograma e o orçamento, com a inserção de todos os dados no Navisworks para simulação da construção real da obra, formando o BIM 4D e 5D.

A utilização da tecnologia BIM mostrou-se extremamente benéfica em diversos aspectos. Primeiramente, proporcionou uma maior integração entre as disciplinas envolvidas no projeto, permitindo uma visualização mais precisa e detalhada do empreendimento como um todo. A compatibilização dos projetos em um único modelo reduziu significativamente a ocorrência de erros e retrabalhos, promovendo uma maior eficiência no processo de planejamento e execução.

O desenvolvimento do cronograma e do orçamento dentro do ambiente BIM permitiu a criação de simulações 4D e 5D, que agregaram valor ao projeto ao possibilitar uma análise temporal e financeira detalhada. Isso resultou em uma melhor previsão de prazos e custos, além de uma gestão mais eficiente dos recursos disponíveis.

Além disso, a experiência prática adquirida durante o desenvolvimento do projeto reforçou a importância do domínio das ferramentas BIM que exigem estudos para que sejam aproveitadas da melhor forma em sua utilização.

Portanto, este estudo demonstrou que a tecnologia BIM é uma grande aliada na elaboração de projetos de engenharia civil, promovendo a integração, a eficiência e a precisão necessárias para o sucesso de empreendimentos complexos. A adoção do BIM pelo Departamento de Engenharia Civil de Ilha Solteira representa um passo significativo em direção à modernização e à melhoria contínua dos processos de projeto e construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ENGENHARIA, Sólida. **Saiba a importância da tecnologia na engenharia.** Sólida Engenharia. Disponível em:

<<https://solidaengenharia.com/blog/saiba-a-importancia-da-tecnologia-na-engenharia/#:~:text=A%20tecnologia%20na%20engenharia%20permite,%2C%20ferramentas%2C%20processo%20e%20tempo>> Acesso em: 01/06/2024

TOTVS, Equipe. **O que é BIM e como essa modelagem de informação revoluciona a construção civil?** TOTVS, 2023. Disponível em:

<<https://www.totvs.com/blog/gestao-para-construcao/bim/>> Acesso em: 01/06/2024

SIENGE. **Tecnologia BIM: Guia Completo.** Sienge by Softplan. Disponível em:

<<https://www.sienge.com.br/guia-completo-sobre-tecnologia-bim/>> Acesso em: 02/06/2024

TOGNETTI, Giuliano. **Projetos necessários para a construção de uma obra.** Rexperts, 2016. Disponível em:

<<https://blog.rexperts.com.br/projetos-necessarios-para-construcao-de-uma-obra/>> Acesso em: 02/06/2024

BEDIN, Yan. **BIM 4D para planejamento e controle de obras.** Prevision by Softplan, 2020. Disponível em:

<<https://www.prevision.com.br/blog/bim-4d-para-planejamento-e-controle/>> Acesso em: 02/06/2024

BEDIN, Yan. **Planejamento de obras: principais elementos que você precisa considerar - Prevision.** Prevision by Softplan, 2020. Disponível em:

<<https://www.prevision.com.br/blog/planejamento-de-obras/#:~:text=O%20planejamento%20de%20obras%20%C3%A9,o%20posterior%20controle%20das%20obras.>> Acesso em: 03/06/2024

GONÇALVES, Francisco. **Bim 5D: uma nova forma de realizar o orçamento da sua obra - Mais Engenharia - Conhecimento em projetos de edificações.** Mais Engenharia, 2019. Disponível em:

<<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/bim-5d/>> Acesso em: 03/06/2024

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: **Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: **Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8160: **Sistemas prediais de esgoto sanitário Projeto e execução.** Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: **Instalações elétricas de baixa tensão.** Rio de Janeiro, 2004.