



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



**Metodologia BIM aplicada em projetos de edificação residencial  
unifamiliar: estudo de caso**

**Júlia Maria Garcia Ribeiro**

**Orientador:** Joseph Salem Barbar

Uberlândia -MG

2024

JÚLIA MARIA GARCIA RIBEIRO

**Metodologia BIM aplicada em projetos de edificação residencial  
unifamiliar: estudo de caso**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Orientador: Joseph Salem Barbar

Uberlândia - MG

2024

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**JÚLIA MARIA GARCIA RIBEIRO**

**Metodologia BIM aplicada em projetos de edificação residencial  
unifamiliar: estudo de caso**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Engenharia Civil da Universidade  
Federal de Uberlândia como requisito parcial  
para obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Uberlândia, abril de 2024

Banca Examinadora:

---

Prof. Orientador Joseph Salem Barbar - UFU

---

Prof. Antônio de Paulo Peruzzi – UFU

---

Prof. Renner de Assis Garcia Sobrinho – UFU

## **AGRADECIMENTOS**

Faço desse espaço um agradecimento geral, mas com muito carinho e sinceridade, a todos os amigos, colegas, professores e demais funcionários que pude conviver durante meus anos na Universidade Federal de Uberlândia. Acredito que todos tenham sido parte fundamental para minha formação, não apenas profissional, mas como humana.

Agradeço, diretamente, à minha mãe, Rosa Idelma, pelos incontáveis sacrifícios (mesmo aqueles tão cotidianos que eu não pude perceber) que já fez em prol da minha educação e da minha felicidade;

À minha irmã, Mariana Garcia, por todas as vezes que, apenas de me ouvir num dia difícil, diminuiu meus medos e me fez mais corajosa;

À minha tia, Joana Darc, por me dar tanto amor e atenção todos os dias, acreditar em mim e comemorar todas as minhas pequenas conquistas;

Ao meu pai, Durval Ribeiro, que, infelizmente, não está mais aqui, mas me deixou memórias suficientes para saber que ele estaria muito feliz com a conclusão desse ciclo.

## **RESUMO**

A metodologia Building Information Modeling (BIM) é uma ferramenta que vem revolucionando o mercado da construção civil e a concepção de projetos. Desde 2021, o Brasil adotou um conjunto de estratégias para consolidar o uso do BIM no país. Este estudo visa apresentar os conceitos fundamentais da metodologia, explorar sua funcionalidade e comprovar suas vantagens. Para isso, foram modelados os projetos arquitetônico, elétrico, hidrossanitários e estrutural de uma residência unifamiliar utilizando o software Revit e realizada a compatibilização entre disciplinas utilizando o software Navisworks. O orçamento da obra foi realizado utilizando-se ferramentas BIM. Com o estudo de caso, concluiu-se que o BIM traz resultados positivos para a elaboração de projetos, compatibilização entre disciplinas e orçamento de obras.

**Palavras-chave:** BIM; Building Information Modeling; modelagem; compatibilização; orçamento; projeto.

## **ABSTRACT**

The Building Information Modeling (BIM) methodology is a tool that has been revolutionizing the construction market and project conception. Since 2021, Brazil has adopted a set of strategies to consolidate the use of BIM in the country. This study aims to present the fundamental concepts of the methodology, explore its functionality, and demonstrate its advantages. To achieve this, architectural, electrical, hydrosanitary, and structural projects for a single-family residence were modeled using Revit software, and interdisciplinary coordination was carried out using Navisworks. Additionally, the construction budget was prepared using BIM tools. Through the case study, it was concluded that BIM brings positive results for project development, interdisciplinary coordination, and budget.

**Keywords:** BIM; Building Information Modeling; modeling; coordination; budget; project.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	7
2 OBJETIVO .....	8
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	8
3.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM).....	8
3.2 DIMENSÕES BIM.....	9
3.3 NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO.....	10
3.4 SOFTWARES BIM.....	12
3.5 ORÇAMENTO .....	14
4 METODOLOGIA .....	15
4.1 OBJETO DE ESTUDO.....	15
4.2 MODELAGEM PARAMÉTRICO.....	15
4.2.1 MODELAGEM ARQUITETÔNICA.....	15
4.2.2 MODELAGEM ELÉTRICA.....	18
4.2.3 MODELAGEM HIDROSSANITÁRIA.....	20
4.2.3.1 MODELAGEM ÁGUA FRIA E ÁGUA QUENTE.....	20
4.2.3.2 MODELAGEM ESGOTO.....	22
4.2.3.3 MODELAGEM ÁGUA PLUVIAL.....	26
4.2.4 MODELAGEM ESTRUTURAL.....	27
4.3 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	29
4.4 ORÇAMENTO.....	31
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS .....	34
ANEXO A.....	36
ANEXO B.....	39
ANEXO C.....	40





## 1 INTRODUÇÃO

*Building Information Modeling* (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção é uma metodologia que utiliza a representação virtual de um empreendimento com o objetivo de otimizar suas etapas de projeto, construção, operação e manutenção, por meio de uma base de dados construída para tornar as tomadas de decisão mais eficientes e precisas, de acordo com a NBR 19650 (ABNT, 2022).

Em agosto de 2019, foi instituído o Decreto nº 9.983, que descreve sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil, denominada Estratégia BIM BR. Essa estratégia é um conjunto de ações a serem executadas a longo prazo, com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no país. Sua implantação é dividida em três fases: A primeira, iniciada em 2021, previa a utilização na elaboração de projetos arquitetônicos e complementares, compatibilização entre disciplinas e extração de quantitativos. Na segunda etapa, que iniciará em 2024, será incluída a orçamentação, planejamento e o controle de execução de obras. Em 2028, a ferramenta deverá ser utilizada também para o gerenciamento e manutenção do investimento após a finalização da sua construção. No contexto da implementação do BIM no Brasil, no início da segunda fase, há muito o que ser estudado e aprimorado sobre seu uso. É necessário entender de maneira clara quais seus avanços em relação ao modelo tradicional e a abrangência de seus benefícios. Embora o decreto estabeleça a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada por instituições públicas federais, essa metodologia é interessante em outros tipos de obras também, mesmo as de pequeno porte, como uma residência unifamiliar.

Utilizando diferentes softwares, como Revit, Navisworks e Orçafascio, este trabalho demonstra como é produtiva a implementação do BIM para todas as partes envolvidas.

## 2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar a aplicação da metodologia BIM na elaboração e modelagem de projetos e orçamento de uma edificação unifamiliar.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 *BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)*

BIM é um modelo de construção capaz de envolver todo o ciclo de vida do empreendimento, cujo objetivo é incentivar o trabalho em colaboração de todas as disciplinas envolvidas no processo, utilizando de modelos paramétricos, sistemas com *interoperabilidade* de dados e integração de profissionais (SCHEER, 2015).

A criação e a documentação de projetos, inicialmente, eram feitas de maneira manual. Depois, esse processo passou a ser feito utilizando aplicações CAD (*Computer Aided Design*), que imita o método anterior, mas utilizando de desenhos eletrônicos, que tornavam as atividades mais ágeis e práticas, além de permitir que os arquivos fossem guardados de maneira mais segura e ocupando menos espaço físico. Contudo, os desenhos ainda eram criados de maneira independente um do outro, logo, uma alteração de projeto precisava ser atualizada manualmente em cada desenho.

Um software BIM trabalha com a modelagem paramétrica, que atribui características a um modelo geométrico 3D, o que permite a coordenação e o gerenciamento de alterações dos elementos de um projeto. A parametrização de um modelo geométrico permite que sejam vinculados atributos específicos aos elementos, por exemplo, em uma parede, é possível especificar o bloco cerâmico utilizado, a espessura do revestimento argamassado, a cor da pintura, etc. Todos os desenhos de um mesmo projeto também são vinculados, de maneira que a alteração de apenas um deles seja suficiente para uma atualização em todo projeto, diminuindo o tempo de trabalho gasto pelo operador (AUTODESK, 2024).

Na modelagem BIM, são utilizadas as “famílias”. “Famílias” são grupos de elementos com parâmetros em comum e representação gráfica relacionada (AUTODESK, 2024). No Revit, existem “famílias” classificadas como “famílias” do sistema, que são aquelas predefinidas no software, que compreendem elementos básicos da construção, como paredes e pisos. Há “famílias” carregáveis, que são criadas e disponibilizadas, normalmente, por projetistas e

fornecedores e abrangem elementos com maior nível de personalização, como mobiliários e esquadrias. Também existem “famílias” no local, que são elementos únicos, criados especificamente para solucionar as demandas de um determinado projeto (FELIPETO, 2022). A vantagem do uso de “famílias” é aumentar a eficiência e agilidade na modelagem e tornar os elementos gráficos mais fidedignos.

A *interoperabilidade* é outra importante característica BIM. É definida como a capacidade de trocar informações entre aplicações, isto é, diferentes especialistas e softwares podem contribuir num mesmo arquivo, o que ameniza os fluxos de trabalho e exclui a necessidade de copiar os dados já reproduzidos manualmente em outra aplicação (EASTMAN et al., 2011). Para atender as demandas de *interoperabilidade*, é utilizado o IFC (*Industry Foundation Classes*): um formato de arquivo compatível com diferentes softwares BIM, pois utiliza um modelo de dados neutro, que não sofre distorção ou perdas de dados quando importado de um programa para outro (EASTMAN et al., 2011).

O BIM não pode ser entendido como uma tecnologia ou um grupo de softwares, pois esses são apenas ferramentas para a metodologia BIM, que consiste, de fato, no uso estratégico da tecnologia para integrar dados, áreas, disciplinas e projetos, bem como facilitar a comunicação e trabalho em equipe de profissionais da construção civil (WITICOVISK, 2009).

### **3.2 DIMENSÕES BIM**

À medida que o BIM foi se popularizando e sendo explorado, suas dimensões se desenvolveram para suprir as demandas da construção civil, nas diferentes etapas do projeto e ciclo de vida das edificações. Dimensões BIM são modalidades de dados e informações vinculados a um modelo de projeto (JOÃO, 2018).

Essas dimensões podem ser descritas como:

- i) 3D - Representação tridimensional da edificação, modelagem paramétrica (CALVERT, 2013).
- ii) 4D - Vinculação de informações com o tempo. Podem ser definidos os momentos de compra, preparo, armazenamento, instalação e utilização de elementos, bem como a movimentação de trabalhadores e disposição do canteiro de acordo com cada etapa da obra. Dessa maneira, é possível que essa dimensão

auxilie no controle do planejamento da obra e na detecção de conflitos (CALVERT, 2013).

iii) 5D - Dimensão diretamente ligada à anterior. São analisados também os custos, que podem ser esses de capital (referentes à compra e/ou instalação de um componente), de operação, de renovação/manutenção e de substituição. Logo, com todos os componentes vinculados aos dados de custos da construção, bem como a integração de contratantes e fornecedores em suas devidas etapas, é possível alcançar uma melhor exatidão no orçamento da obra (CALVERT, 2013).

iv) 6D - A preocupação com a sustentabilidade é adicionada e são feitas análises quantitativas e qualitativas em relação ao consumo de energia em todo o ciclo de vida do projeto (CALVERT, 2013).

v) 7D - Gestão e manutenção da edificação. É possível extrair informações sobre a edificação ou um componente específico, como sua data de instalação, instruções sobre operação e manutenção e dados sobre desempenho ideal, vida útil e desativação. Essa ferramenta é muito útil para que os gestores do empreendimento tomem as decisões relacionadas a reparos e manutenções preventivas satisfazendo os parâmetros de performance e economia desejados (CALVERT, 2013).

Há falta de consenso e profundidade na literatura em relação à nomenclatura e definições das dimensões mais recentes a partir da dimensão 6D. A tendência é que ainda surjam novas dimensões, que contemplem novos e mais complexos tipos de informações (FERRAZ, 2012).

### **3.3 NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO**

Na metodologia BIM, há níveis de desenvolvimento, também chamados de LOD (*Level of Development*), definidos pelo Instituto Americano de Arquitetos (AIA), para organizar as etapas de desenvolvimento e nível de detalhamento que um modelo BIM pode ter. Os LOD descrevem informação, geometria, comportamento e apresentação dos objetos BIM, o que propicia consistência, eficiência e *interoperabilidade* em toda a indústria da construção. O LOD é uma escala usada para definir a confiabilidade e até qual ponto os elementos estão desenvolvidos num projeto (GOMES, 2017).

Existem cinco níveis principais de desenvolvimento (LOD), cuja nomenclatura varia de LOD 100 à LOD 500, em graduações de 100 unidades. Os níveis atuais são: LOD 100 (fase conceitual), LOD 200 (geometria aproximada), LOD 300 (geometria precisa), LOD 400 (execução/fabricação) e LOD 500 (obra concluída). Também há a possibilidade de trabalhar com níveis intermediários entre esses citados (MANZIONE, 2013).

É possível resumir as especificações e uso de cada LOD da seguinte maneira, segundo MANZIONE (2013):

i) LOD 100 ou Modelo Conceitual: Elementos de massa, volumes, zonas, modelados em 3 dimensões. Em 4D, sua aplicabilidade é viável para a estimativa de duração global da obra e para macroplanejamentos; em 5D, para estimação de custos não muito específicos, por exemplo, valor por metro quadrado ou valor por quarto de hotel; em 6D, é possível começar a pensar em estratégias para cumprir requisitos de certificados ambientais, como o Leadership in Energy and Environmental Design (LEED).

ii) LOD 200 ou Modelo de Geometria Aproximada: Os elementos passam a ser modelados com dimensões, peso, quantidades, orientação e localização genéricos e aproximados. Em relação a LOD 100, outro importante diferencial é que informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo. Na dimensão 4D, já existe uma escala de tempo e uma apresentação ordenada dos elementos principais do planejamento; em 5D, para estimar os custos, são utilizados elementos genéricos, como paredes, lajes, etc; em 6D, é possível pensar em organizar os materiais em quantidades aproximadas de maneira a obter certificados ambientais.

iii) LOD 300 ou Modelo de Geometria Precisa: Como uma evolução da LOD 200, as dimensões, peso, quantidades, orientação e localização dos elementos, que antes eram genéricos e aproximados, são precisos e exatos na LOD 400. Em 4D, as atividades principais ordenadas pelo tempo já são melhor detalhadas; em 5D, com os elementos mais precisos, o orçamento se torna mais assertivo; em 6D, com a quantidade estimada dos materiais, é possível obter também a porcentagem de materiais reciclados e recicláveis.

iv) LOD 400 ou Modelo de Execução-Fabricação: Os elementos são modelados com a qualidade da LOD 300 e, ainda, com o detalhamento completo necessário para sua fabricação e montagem. Em 4D, o planejamento passa a englobar detalhes e especificações de fabricação e montagem dos elementos, incluindo métodos e ferramentas de construção, como a utilização de guias, elevadores, escoramentos, etc.; em 5D, os preços já estão confirmados de acordo com as propostas dos fornecedores envolvidos; em 6D, os fornecedores são escolhidos levando em consideração questões de sustentabilidade.

v) LOD 500 ou Modelo As-Built: A modelagem dos elementos e suas características são feitas conforme foram construídos. Logo, não há aplicação considerável na dimensão 4D, já que não há mais necessidade do planejamento da obra; em 5D, são analisados os custos realizados, não mais os orçados; em 6D, resta documentar as compras e especificações dos materiais utilizados.

### 3.4 SOFTWARES BIM

Um software BIM é caracterizado por sua capacidade de parametrização, que permite atribuir propriedades e alterações automáticas à objetos no modelo. Sem isso, o software é apenas um modelador de objetos tridimensionais (ROSSO, 2011).

Há uma variedade de softwares BIM, cada um com seus enfoques e benefícios. São mostrados alguns desses programas conforme sua especialidade e seu desenvolvedor na Tabela 1.

Tabela 1 – Exemplos de softwares BIM

Especialidade	Software	Desenvolvedor
Arquitetura	Autodesk Revit Architecture	Autodesk
	Graphisoft ArchiCAD	Graphisoft
	Bentley Architecture	Bentley
	CADSoft Envisioneer	CADSoft
Estrutura	Autodesk Revit Structure	Autodesk
	Bentley Structural Modeler	Bentley

	CypeCAD Autodesk Robot Structural Analysis	Cype Autodesk
MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing)	Autodesk Revit MEP Bentley Mechanical Designer CADMEP (CADduct / CADmech)	Autodesk Bentley Autodesk
Construção	Autodesk Navisworks Vico Office Suite Bentley Construsim Tekla BIMSight	Autodesk Trimble Bentley Trimble
Sustentabilidade	Autodesk Ecotec Analysis Graphisoft EcoDesignr Bentley Hevacomp	Autodesk Graphisoft Bentley

Fonte: Adaptado de (João, 2018).

Considerando a variedade de softwares BIM no mercado, cabe aos projetistas, que irão operar esses programas, ter conhecimento para definir qual deles é o mais adequado para cada projeto. Para tomar essa decisão, deve-se considerar qual é o objetivo e os resultados esperados do projeto, as vantagens, os inconvenientes e custo-benefício de cada programa e a aptidão do usuário.

### 3.5 ORÇAMENTO

Na construção civil o orçamento pode ser definido, basicamente, como um documento no qual são descritos os custos e resultados esperados em uma obra e, baseando-se nesse orçamento, é possível estudar a viabilidade dessa obra (KERN *et al.*, 2004).

Há vários métodos que podem ser utilizados para gerar o orçamento de uma obra. Dentre eles, os mais comuns são: i) Estimativa simples: são utilizados índices generalistas, como o Custo Unitário Básico (CUB), que estima o custo de uma obra de acordo com seu padrão. A tendência é obter resultados com grande margem de erro. ii) Orçamento paramétrico: utiliza a medida de custo por metro quadrado (R\$/m<sup>2</sup>), por isso, normalmente é utilizado por construtoras durante a etapa do estudo de viabilidade. É um orçamento simplificado, elaborado para etapas

específicas e usa estimativas históricas de obras já executadas pela empresa. iii) Orçamento analítico: é o método mais preciso, pois avalia os custos dos materiais, ferramentas, atividades, serviços e mão de obra baseados nos projetos básicos já finalizados. iv) Orçamento sintético: é um resumo do orçamento analítico, que expõe os custos de acordo com a etapa ou grupo de atividades da obra. v) Orçamento executivo: é baseado no estado que a construção está em cada momento e inclui os imprevistos que ocorrem durante o processo. Portanto, é atualizado ao longo do tempo e possui uma margem de erro baixa (ORÇAFASCIO, 2024).

O processo de orçamentação pode ser definido em três fases: estudo de condicionantes, composição dos custos e fecho do orçamento. O estudo de condicionantes consiste em ler e interpretar os projetos, as especificações técnicas e o caderno de encargos e, se possível e necessário, realizar uma visita técnica à obra.

Para a composição dos custos, é necessário identificar todas as tarefas para a execução da obra, levantar os quantitativos de materiais, discriminar custos diretos e indiretos, cotar valores e definir os encargos sociais. Durante a cotação de valores, podem ser usados bancos de dados, como a tabela SINAPI. No fechamento do orçamento, é feita a definição dos lucros e o cálculo dos Benefícios e Despesas Indiretas (BDI). O cálculo do BDI reflete os custos e despesas indiretas envolvidos na construção e compensa eventuais despesas, para garantir o lucro imposto pela empresa (DIAS, 2016).

Existem softwares específicos para o planejamento de obras, com ferramentas voltadas para etapa de orçamento, como o Sienge, o Volate e o Orçafascio. O Orçafascio é uma das principais plataformas de orçamentos, com uma base de custos que abrange 20 bases e 85 mil composições. Essa plataforma possui módulos para elaboração de orçamentos, medição de obras, diário de obra, planejamento e compras (ORÇAFASCIO, 2024).

#### **4 METODOLOGIA**

Para realização desse trabalho, foram realizadas as modelagens paramétricas dos projetos arquitetônico, elétrico, hidrossanitário e estrutural de uma residência unifamiliar térrea utilizando o software Revit. Foram verificadas as incompatibilidades entre as disciplinas no Navisworks e, nos projetos em que houve necessidade de revisão, as alterações foram feitas no Revit. Todos os projetos foram elaborados com o uso dos softwares especificados. O orçamento foi feito com apoio da plataforma Orçafascio.

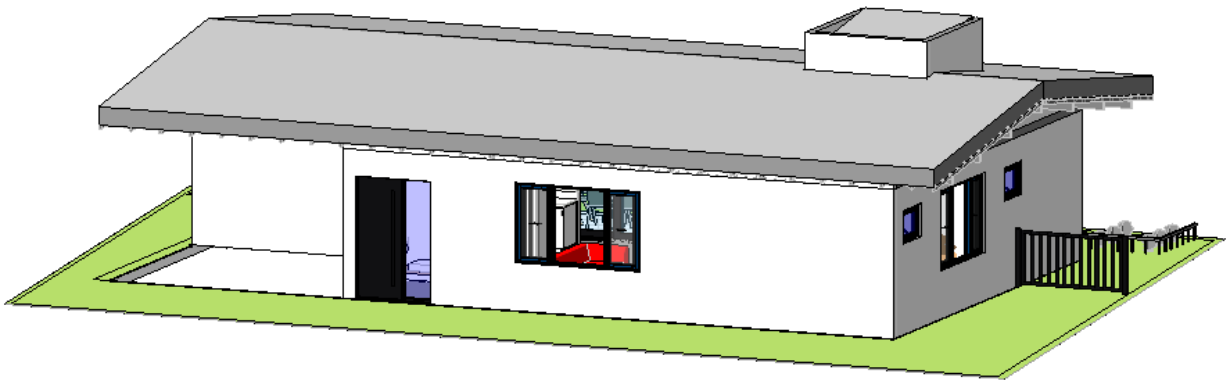


#### 4.1 OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo deste trabalho foi uma residência unifamiliar térrea localizada na Rua Gervasio Nunes Pinto, 160, Bairro Presidente Roosevelt – Uberlândia/MG. A edificação será implantada em um terreno de formato irregular com área de 300 m<sup>2</sup>.

A edificação é constituída por uma suíte, um quarto simples, um lavabo, um banheiro, hall, cozinha, despensa, sala de jantar, sala de estar e área gourmet (Figura 1).

Figura 1 – Vista 3D externa da edificação.



Fonte: Autora (2024).

#### 4.2 MODELAGEM PARAMÉTRICA

##### 4.2.1 MODELAGEM ARQUITETÔNICA

Antes de iniciar a modelagem arquitetônica da edificação, foram consideradas as restrições urbanísticas e o estudo de insolação do lote para definir o posicionamento dos cômodos e a implantação da casa no terreno.

Foram definidos níveis importantes para o projeto: a calçada, o piso e a cobertura; depois, foram criadas a planta baixa e a planta de cobertura.

Os primeiros elementos a serem inseridos foram as paredes, modeladas com as camadas de alvenaria, argamassa e pintura, cada uma com sua respectiva espessura (Figura 2).

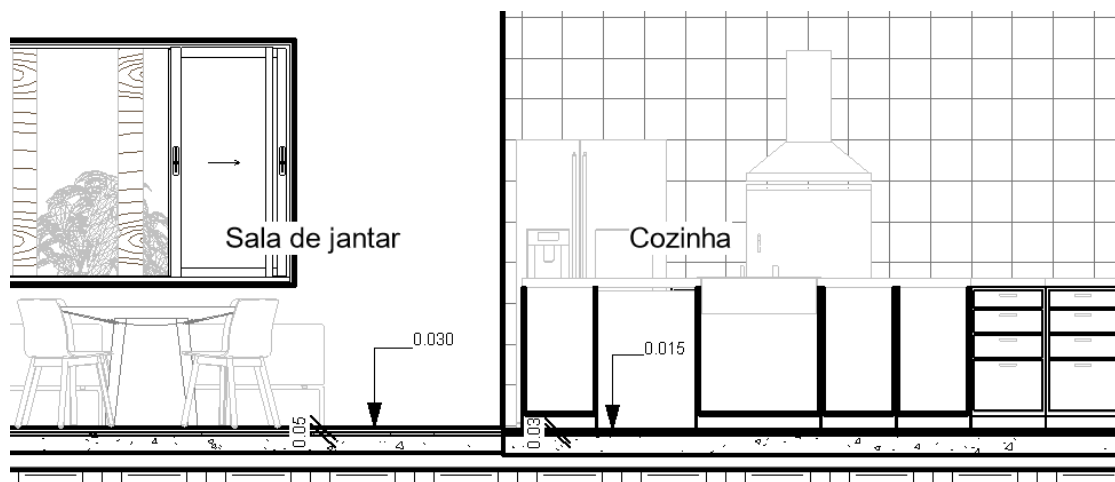
Figura 2 – Composição e camadas das paredes internas do modelo arquitetônico.

	Função	Material	Espessura
1	Acabamento 1 [4]	Argamassa	0.0250
2	Acabamento 2 [5]	Pintura Branc	0.0050
3	<b>Limite do núcleo</b>	<b>Camadas acima</b>	<b>0.0000</b>
4	Estrutura [1]	Tijolo, Comu	0.0900
5	<b>Limite do núcleo</b>	<b>Camadas abaixo</b>	<b>0.0000</b>
6	Acabamento 1 [4]	Argamassa	0.0250
7	Acabamento 2 [5]	Pintura Branc	0.0050

Fonte: Autora (2024).

As paredes foram utilizadas demarcação de limite para a criação da laje de piso. Essa laje foi posicionada 5cm abaixo do nível final do piso, pois essa é a espessura ocupada pelo contrapiso e piso, que foram inseridos posteriormente. Nas áreas molhadas, o contrapiso e piso tiveram a espessura de 3cm, para que houvesse o desnível necessário para permitir o escoamento adequado da água. Devido à essa diferença de espessura na camada de piso e contrapiso, também há uma diferença de nível entre cômodos secos e molhados. (Figura 3)

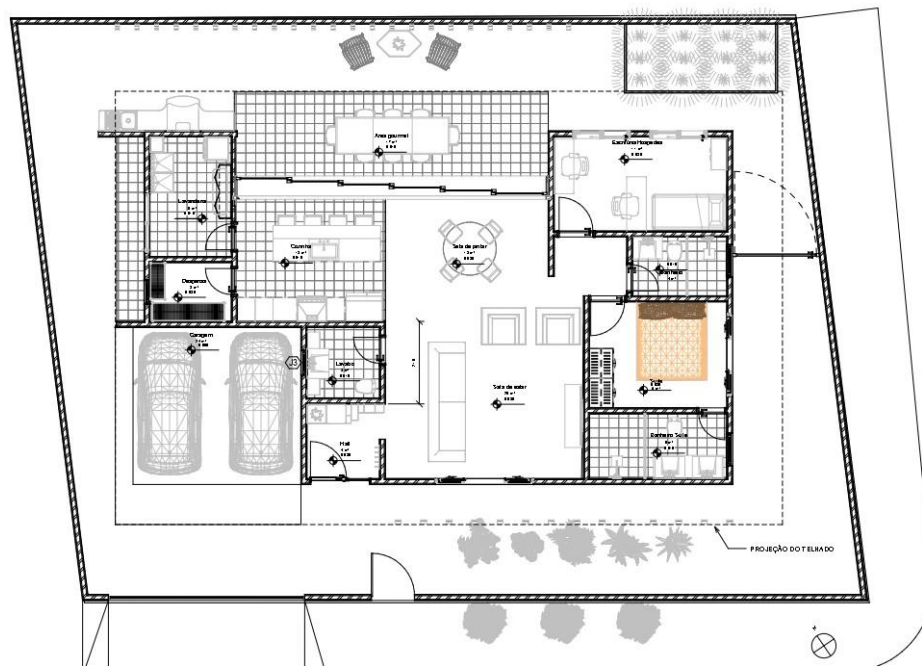
Figura 3 – Os níveis e espessura do contrapiso e piso em área seca (sala de jantar) e área molhada (cozinha).



Fonte: Autora (2024).

As esquadrias foram posicionadas com o tamanho e modelo adequado para o cômodo no qual seriam instaladas. O mobiliário básico também foi inserido para valorizar o modelo arquitetônico e, posteriormente, ajudar na modelagem das disciplinas complementares. (Figuras 4 e 5).

Figura 4 – Planta baixa da edificação.



Fonte: Autora (2024).

Figura 5 – Vista 3D da parte interna da edificação.



Fonte: Autora (2024).

A cobertura foi modelada com telhas cerâmicas aparentes, exceto na cobertura do reservatório, onde foi utilizado o telhado embutido. O número e posição das águas do telhado foram feitos de maneira que ficasse mais adequado com a arquitetura da casa.

As elevações, cortes e planta baixa da modelagem arquitetônica foram disponibilizadas no Anexo A.

#### 4.2.2 MODELAGEM ELÉTRICA

A modelagem elétrica foi feita baseada na modelagem arquitetônica. Iniciou-se com a locação das tomadas e configuração conforme sua altura, tipo de carga recebida, número de fases e tensão. Depois foram inseridos os interruptores; no caso de interruptores próximos a tomadas, foram utilizadas caixas de interruptor e tomada juntos. As caixas de luz foram locadas na laje de cobertura de cada cômodo.

O quadro de distribuição foi posicionado no acesso da sala de estar para os quartos e banheiro, de maneira que respeita as recomendações de segurança, por não ficar em cômodos fechados e em fácil acesso. Essa localização também evita prejuízo estético, visto que não está em nenhuma parede de destaque e em um ambiente onde não há permanência prolongada de pessoas.

Foi a planta baixa da edificação com os pontos elétricos marcados (Figura 6), com simbologia de acordo com a legenda (Figura 7).

Figura 6 – Planta baixa com os pontos elétricos da edificação.



Fonte: Autora (2024).

Figura 7 – Legenda dos símbolos utilizados na modelagem elétrica.

	Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 30cm do piso, embutido em caixa 4x2		Ponto de luz na parede a 210cm do piso acabado
	Tomada Média 2P+T, 10A, a 120cm do piso, embutido em caixa 4x2		Eletroduto corrugado flexível embutido no teto ou na parede
	Tomada Alta 2P+T, 10A, a 210cm do piso, embutido em caixa 4x2		Eletroduto de PEAD embutido no piso
	Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 30cm do piso, embutido em caixa 4x2		Quadro geral de luz e força embutido a 1,50 do piso acabado
	Tomada Média 2P+T, 20A, a 120cm do piso, embutido em caixa 4x2		Caixa para medidor
	Tomada Alta 2P+T, 20A, a 210cm do piso, embutido em caixa 4x2		Caixa de passagem no piso
	Tomada de Piso 2P+T, 10A		Eletroduto que sobe
	Tomada de Piso 2P+T, 20A		Eletroduto que desce
	Ponto de Força com placa saída de fio, a 230cm do piso acabado		Eletroduto que passa descendo
	Ponto de Força com placa saída de fio, a "x" cm do piso acabado		Eletroduto que passa subindo
	Interruptor simples de uma seção, embutido em caixa 4x2		
	Conjunto de 2 Interruptores simples, embutido em caixa 4x2		
	Conjunto de 3 Interruptores simples, embutido em caixa 4x2		
	Interruptor paralelo (three-way), embutido em caixa 4x2		
	Ponto para acionamento da campainha		
	Ponto para campainha		
	Ponto de Telefone, RJ11, a 30cm do piso, embutido em caixa 4x2		
	Condutores Neutro, Fase, Terra e Retorno, respectivamente		
	Ponto de luz embutido no teto		

Fonte: Autora (2024).

Com base nos pontos elétricos definidos, foram configurados os circuitos elétricos (Tabela 2).

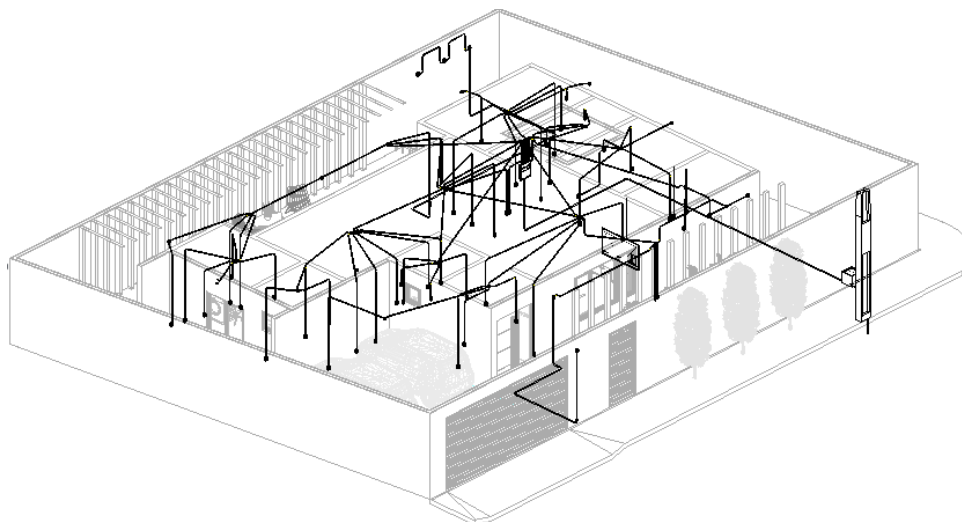
Tabela 2 – Tabela de resumo dois circuitos.

<b>&lt;Tabela de Resumo dos Circuitos&gt;</b>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Circ.	Descrição	Disjuntor	Potência (VA)	Seção do Condutor Adotado	Fase A	Fase B	Fase C
<não n	MED	125,00 A	34581 VA	35	16090 W	16090 W	0 W
MED							
1	QDC	125,00 A	34581 VA	35	16090 W	16090 W	0 W
QDC							
1,2	Hall+Garagem+Sala de estar	10,00 A	1700 VA	2,5	680 W	680 W	0 W
3,4	Chuveiro banheiro suite	32,00 A	6000 VA	4	2400 W	2400 W	0 W
5,6	Suite+Banheiro1 e 2+Escritorio	10,00 A	1500 VA	2,5	600 W	600 W	0 W
7,8	Ar Condicionado Suite	32,00 A	5000 VA	4	2500 W	2500 W	0 W
9,10	Ar Condicionado Escritorio	32,00 A	5000 VA	4	2500 W	2500 W	0 W
11,12	Chuveiro Banheiro Social	32,00 A	6000 VA	4	2400 W	2400 W	0 W
13,14	Sala de Jantar + Área Gourmet	10,00 A	1500 VA	2,5	600 W	600 W	0 W
15,16	Cozinha	12,00 A	2000 VA	2,5	800 W	800 W	0 W
17,18	Área de serviço	12,00 A	1900 VA	2,5	760 W	760 W	0 W
19,20	Dispensa + cozinha	10,00 A	500 VA	2,5	200 W	200 W	0 W
21,22	Iluminação (Residencial) Área Gourmet 5	10,00 A	1900 VA	2,5	950 W	950 W	0 W
23,24	Iluminação (Residencial) Área externa/Garagem 16	10,00 A	1400 VA	2,5	700 W	700 W	0 W
25,26	Motor portão elétrico	12,00 A	2000 VA	2,5	1000 W	1000 W	0 W
Totais:			105561 VA		48270 W	48270 W	0 W

Fonte: Autora (2024).

Foi feito o posicionamento dos eletrodutos, ligando os quadros elétricos, as caixas de iluminação e os dispositivos elétricos dos cômodos. Houve a locação da fiação em cada um dos seus respectivos eletrodutos e a configuração do quadro de medição. (Figura 8)

Figura 8 – Vista 3D da modelagem elétrica.



Fonte: Autora (2024).

A planta baixa da modelagem elétrica está disponível no Anexo B.

### **4.2.3 MODELAGEM HIDROSSANITÁRIA**

#### **4.2.3.1 MODELAGEM ÁGUA FRIA E ÁGUA QUENTE**

Para a modelagem de água fria e de água quente, foram seguidas, respectivamente, as diretrizes das normas ABNT NBR 5626:1982 e ABNT NBR 7198:1982. Inicialmente, foram feitas as seguintes definições de projeto: i) foram escolhidos vasos sanitários com caixa acoplada, devido à economia, tanto na instalação quanto no funcionamento, em relação aos modelos com válvula de descarga; ii) houve abastecimento de água aquecida por placas solares nos banheiros.

Em cada banheiro, há duas prumadas para o abastecimento: uma de água fria e outra de água quente. Os pontos hidráulicos abastecidos por elas são os lavatórios, os chuveiros, os vasos sanitários e as duchas higiênicas, sendo que os dois últimos recebem apenas água fria.

Na cozinha, foi instalada uma prumada de água fria para contemplar os pontos hidráulicos da pia e do filtro. A modelagem hidráulica da área gourmet foi semelhante, mas não houve ponto hidráulico para filtro. Na área de serviço, a prumada de água fria se ramificava para atender os pontos hidráulicos dos dois tanques e o da máquina de lavar roupa.

Finalizada a modelagem hidráulica do pavimento térreo, iniciou-se a da cobertura. Foi feito o cálculo consumo diário da edificação para definir o tamanho do reservatório a ser utilizado, seguindo as exigências do Departamento Municipal de Água e Esgoto. Considerou-se dois moradores por quarto e um consumo de 200L per capita. Portanto, a reserva mínima de água fria é 800L. Adotou-se um reservatório de 1000L para uma margem de segurança e conforto para os usuários.

A caixa d'água foi posicionada conforme o local indicado no modelo arquitetônico. A tubulação de entrada do reservatório era de 25 mm, ligada diretamente ao hidrômetro da residência. Para os tubos de limpeza e extravasor, o diâmetro deve ser maior que o do tubo de alimentação, logo, foi adotado o diâmetro de 32 mm.

Para pré-dimensionar o diâmetro da tubulação de saída da caixa d'água, foi utilizado o método dos pesos. (Tabela 3)

Tabela 3 – Cálculo dos pesos relativos dos acessórios.

Cômodo	Acessório	Quantidade	Peso Relativo	Total do peso relativo
Banheiro suíte	Lavatório	2	0,3	0,6
	Chuveiro	1	0,4	0,4
	Vaso sanitário	1	0,3	0,3
	Ducha higiênica	1	0,1	0,1
Banheiro social	Lavatório	1	0,3	0,3
	Chuveiro	1	0,4	0,4
	Vaso sanitário	1	0,3	0,3
	Ducha higiênica	1	0,1	0,1
Lavabo	Lavatório	1	0,3	0,3
	Vaso sanitário	1	0,3	0,3
	Ducha higiênica	1	0,1	0,1
Cozinha	Pia	1	0,7	0,7
	Filtro	1	0,1	0,1
Área gourmet	Pia	1	0,7	0,7
Lavanderia	Tanque	1	0,7	0,7

	Máquina de lavar	1	1	1
Total				6,4

Fonte: Autora (2024).

Como o somatório dos pesos está entre 0 e 100, foi possível utilizar o ábaco simplificado (Figura 9) para estimar o diâmetro da tubulação.

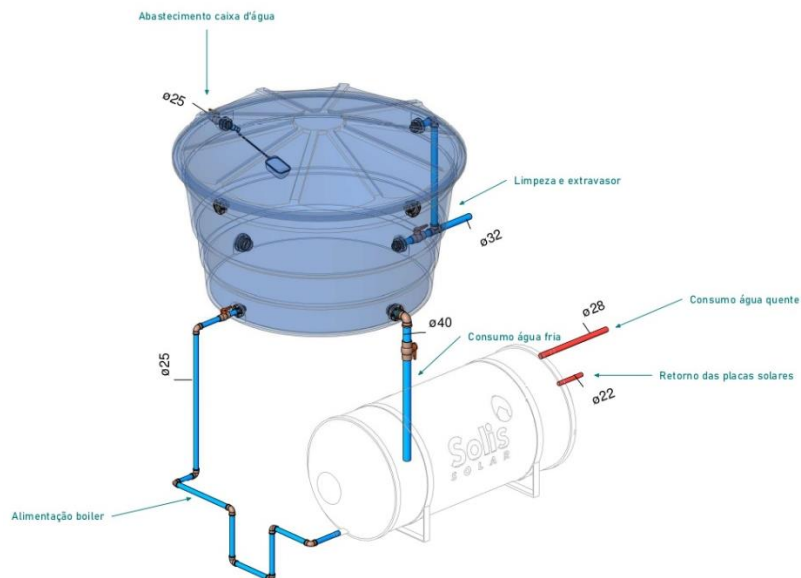
Figura 9 – Ábaco luneta.

0	1,1	3,5	18	44	100	SOMA DOS PESOS
20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm		Ø SOLDÁVEL (mm)
1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"		Ø ROSCÁVEL (pol.)

Fonte: Autora (2024)

De acordo com o ábaco, a saída da tubulação de consumo da caixa d'água deve ser, no mínimo, 32 mm. Para garantir uma melhor pressão nos pontos de água e melhorar o conforto do usuário, adotou-se um diâmetro de 40 mm. A figura abaixo mostra, com detalhamento, o isométrico da caixa d'água (Figura 10).

Figura 10 – Vista isométrica dos reservatórios.



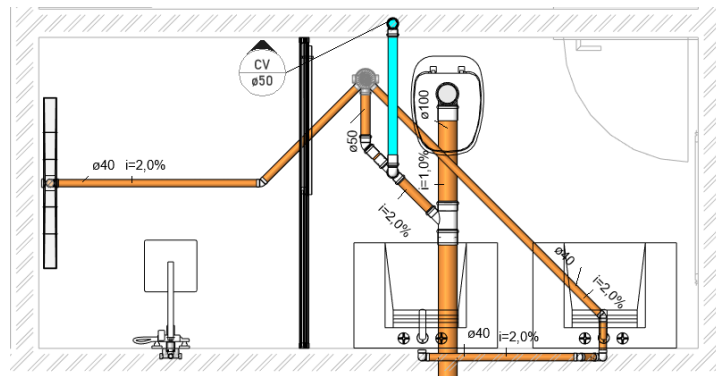
Fonte: Autora (2024).



#### 4.2.3.2 MODELAGEM ESGOTO

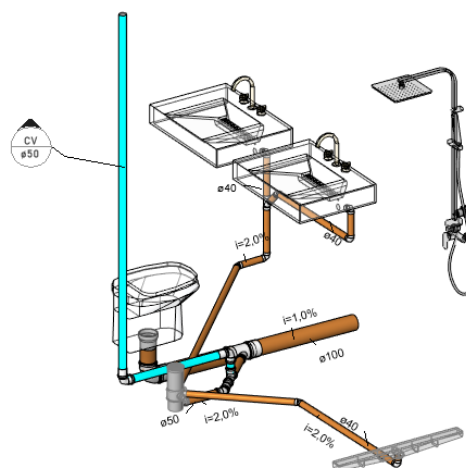
Para a modelagem das instalações de esgoto, foram seguidas as recomendações da ABNT NBR 8160:1997. Nos banheiros, o ramal de descarga do vaso sanitário foi direcionado diretamente para a caixa de inspeção mais próxima. O esgoto dos lavatórios e do ralo linear da região do chuveiro, delimitada pelo box, foram destinados para uma caixa sifonada, que também funciona como ralo para a região externa ao box. O ramal de saída da caixa sifonada deságua na tubulação de descarga do vaso sanitário. Na tubulação de saída da caixa sifonada, foi conectada a coluna de ventilação desse sistema (Figuras 11 e 12).

Figura 11 – Modelagem sanitária do banheiro da suíte em planta.



Fonte: Autora (2024).

Figura 12 – Vista isométrica da modelagem sanitária do banheiro da suíte.

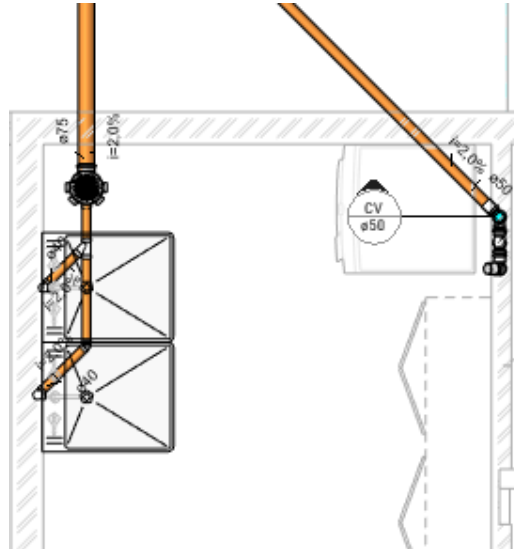


Fonte: Autora (2024).

No lavabo, seguiu-se o mesmo procedimento de modelagem dos banheiros, com a exceção do ramal de descarga do ralo linear, que não existe nesse cômodo.

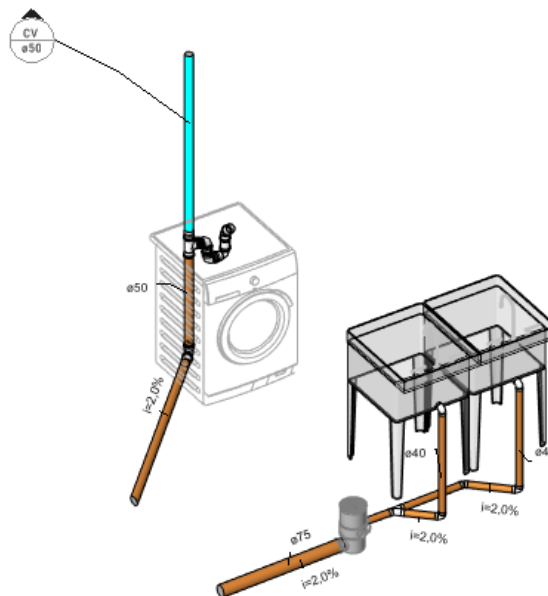
Na área de serviço, foi utilizada uma caixa sifonada para receber o ramal de descarga dos tanques. O esgoto da área de serviço foi destinado diretamente à caixa de inspeção mais próxima, após passar por um sifão na sua próxima tubulação (Figuras 13 e 14).

Figura 13 – Modelagem sanitária da área de serviço.



Fonte: Autora (2024).

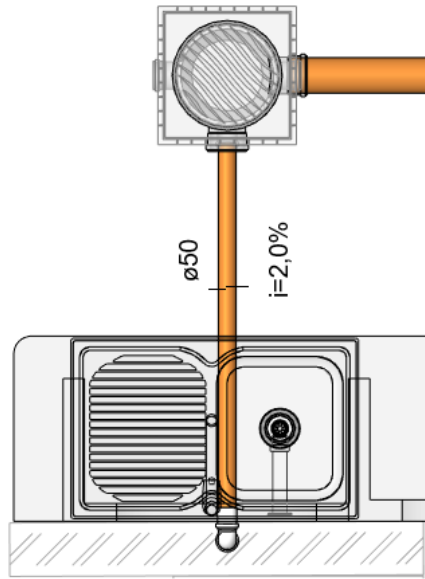
Figura 14 – Vista isométrica da modelagem sanitária da área de serviço.



Fonte: Autora (2024).

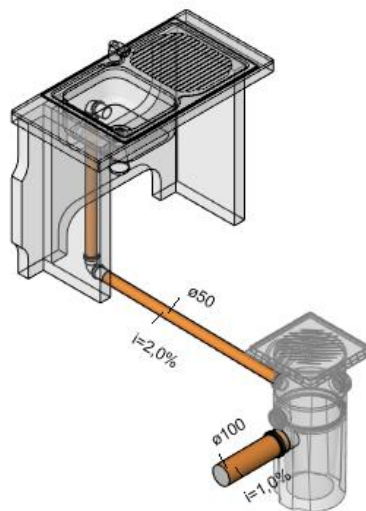
Na área gourmet e na cozinha, os únicos pontos de esgoto eram as pias. Por serem ramais com efluentes de gordura, foram ligados diretamente à caixas de gordura (Figuras 15 e 16).

Figura 15 – Modelagem sanitária da área gourmet.



Fonte: Autora (2024).

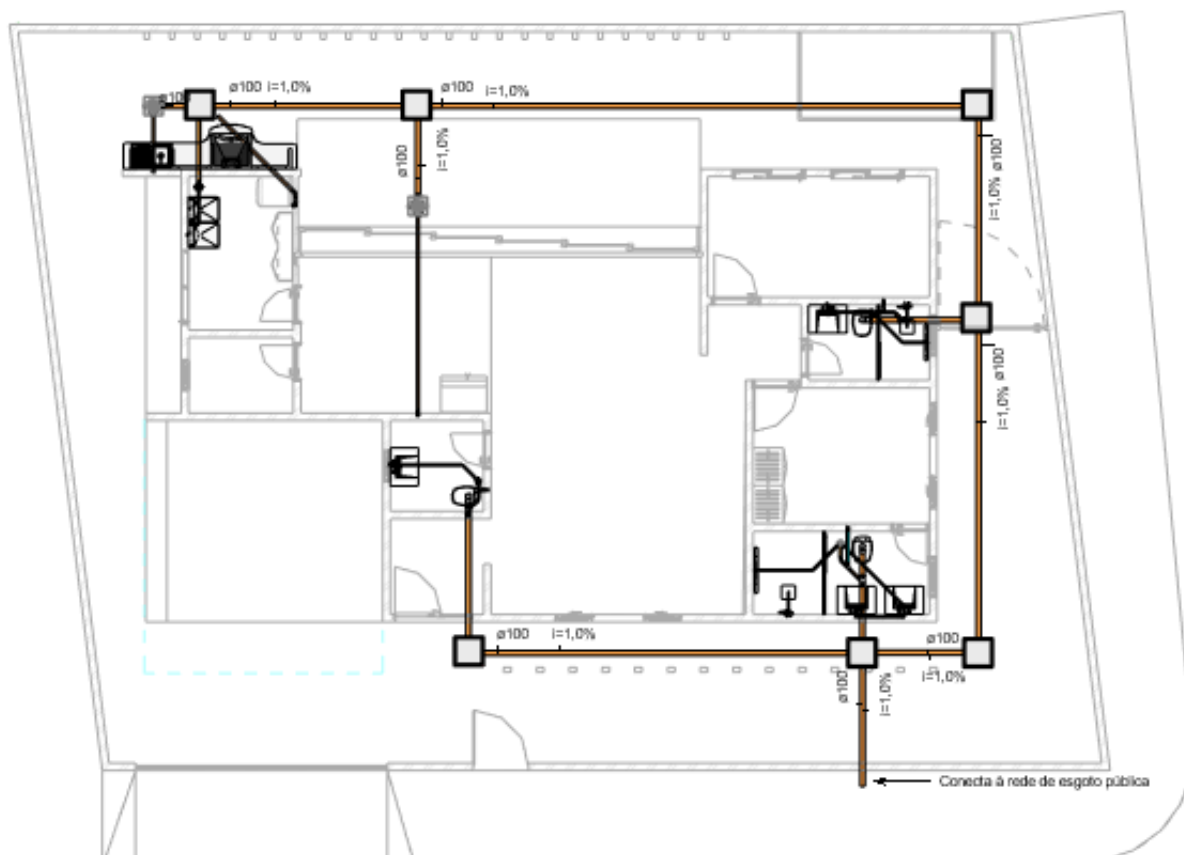
Figura 16 – Vista isométrica da modelagem sanitária da área gourmet.



Fonte: Autora (2024).

Depois de modeladas as instalações de cada cômodo, foram feitas as ligações entre as caixas de inspeção e de gordura, para, finalmente, direcionar o esgoto da casa para a rede de esgoto pública (Figura 17).

Figura 17 – Planta baixa das instalações de esgoto.



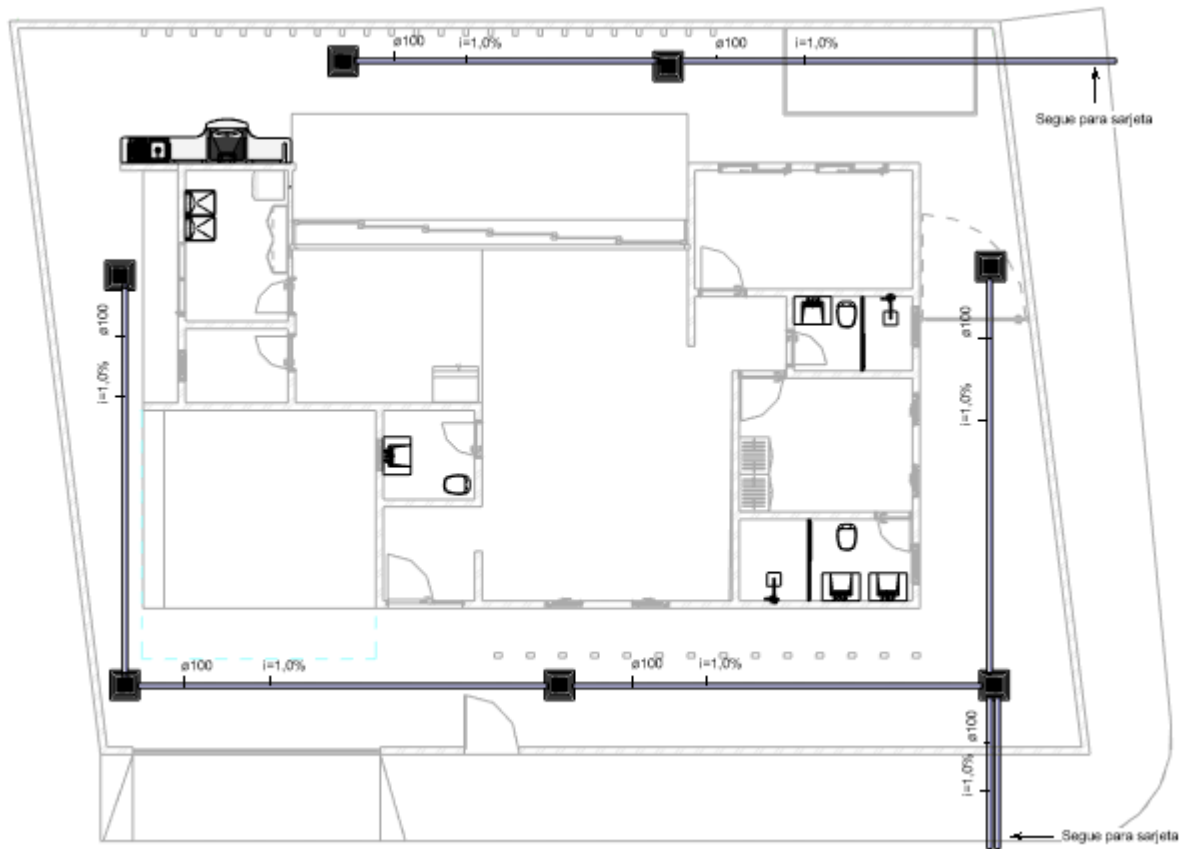
Fonte: Autora (2024).

#### 4.2.3.3 MODELAGEM ÁGUA PLUVIAL

A modelagem da água pluvial da edificação seguiu as normas recomendadas pela ABNT NBR 10844:1988. Primeiramente, foi feita uma análise da cobertura para entender a melhor forma realizar a drenagem do telhado. Por ser um telhado aparente e com beiral, não houve a necessidade de prumadas para captar a água proveniente das chuvas. Apenas no nível da caixa d'água, que, por ter uma cobertura com telhado embutido, necessitou de drenagem com calha e dreno, que deságua no telhado abaixo.

Em relação à drenagem do pavimento térreo, foram utilizadas caixas de areia com grelha, posicionadas em distância menor que 20m entre elas, conforme as recomendações da norma. As tubulações utilizadas são próprias para água pluvial, série normal, com 100 mm de diâmetro e 1% de inclinação. As caixas se conectam entre si e o deságue da água captada é feito na sarjeta (Figura 18).

Figura 18 – Modelagem das instalações de água pluvial em planta baixa.



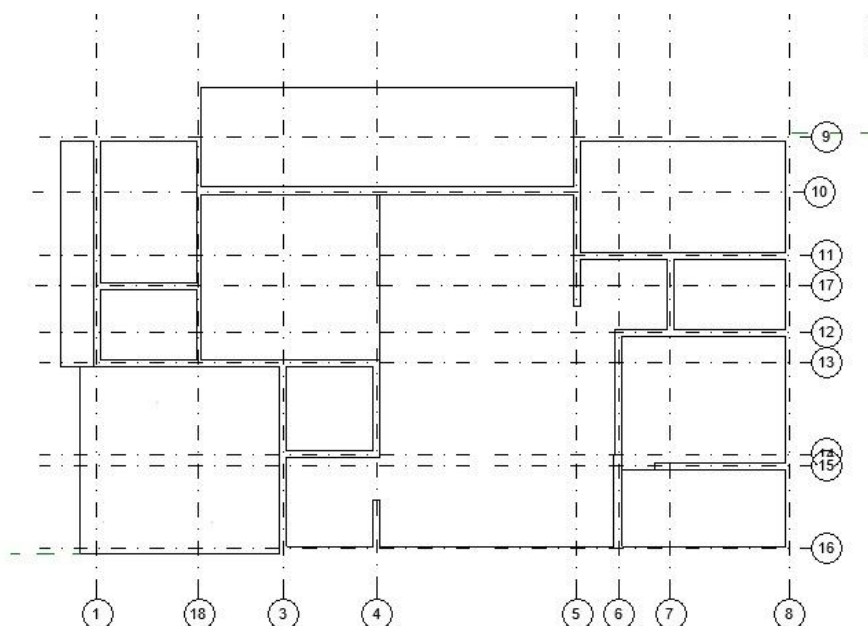
Fonte: Autora (2024).

#### 4.2.4 MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita apenas para a compatibilização com os demais projetos e uma estimativa de orçamento. Portanto, não foram feitos dimensionamentos.

O projeto arquitetônico foi vinculado ao arquivo da modelagem estrutural. Posteriormente, foram criados os níveis, plantas estruturais e os *grids*, todos de acordo com o modelo arquitetônico. *Grids* são linhas auxiliares que ajudam no posicionamento de elementos estruturais (Figura 19).

Figura 19 – Grids do projeto estrutural.

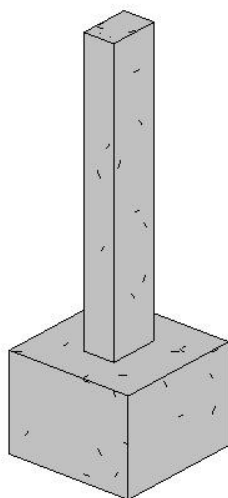


Fonte: Autora (2024).

Depois, a planta baixa da edificação foi analisada para definir o posicionamento dos pilares de forma estruturalmente efetiva, mas sem causar prejuízo à arquitetura. Os pilares foram posicionados embutidos em paredes, exceto um dos pilares da garagem, que ficou exposto por estar numa área livre de fechamentos em alvenaria.

O tipo de fundação escolhida para o projeto foram as sapatas, que foram locadas abaixo de todos os pilares (Figura 20).

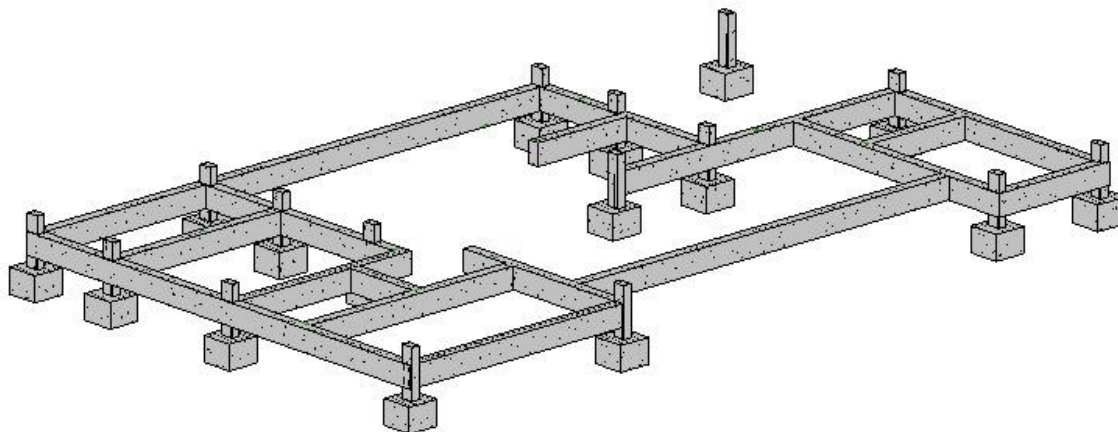
Figura 20 – Isométrico genérico de uma sapata da fundação do projeto.



Fonte: Autora (2024).

O lançamento das vigas começou pelas vigas baldrame, que foram posicionadas abaixo dos fechamentos em alvenaria, para suportar o peso das paredes (Figura 21).

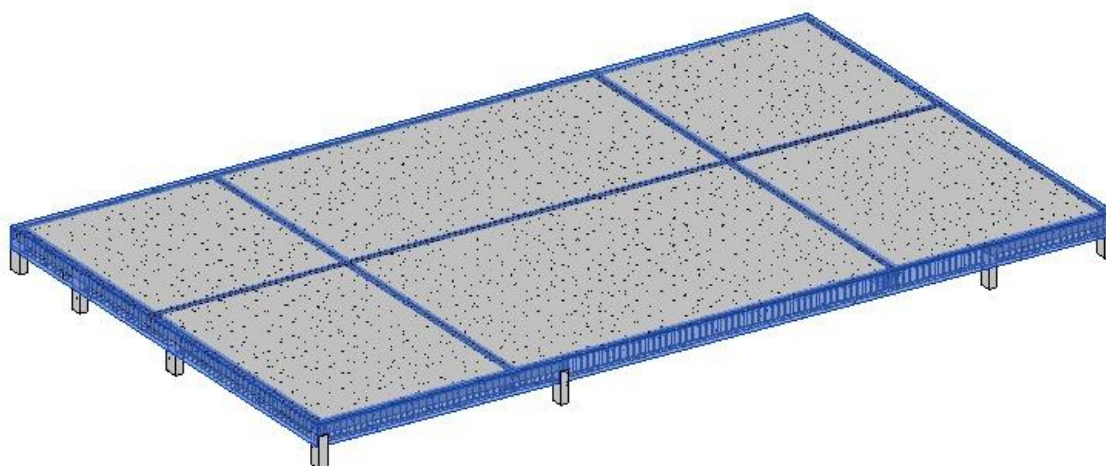
Figura 21 – Fundação e vigas baldrame em isométrico.



Fonte: Autora (2024).

Depois, foram alocadas vigas superiores e as lajes de cobertura (Figura 22).

Figura 22 – Vigas e lajes de cobertura.



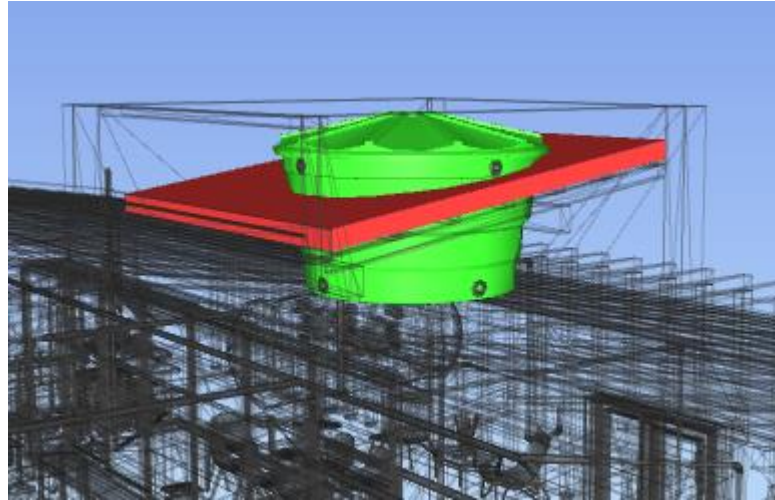
Fonte: Autora (2024).

### 4.3 COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS

Para a compatibilização dos projetos, foi utilizado o software Navisworks. O Navisworks é um software de compatibilização e coordenação de equipes de projetos, que possibilita a detecção de conflitos e interferências entre disciplinas (AUTODESK, 2024).

Entre os projetos arquitetônico e hidrossanitário, foi verificada uma única incompatibilidade: a caixa d'água e o telhado acima dela (Figura 23).

Figura 23 – Interferência entre caixa d'água e telhado

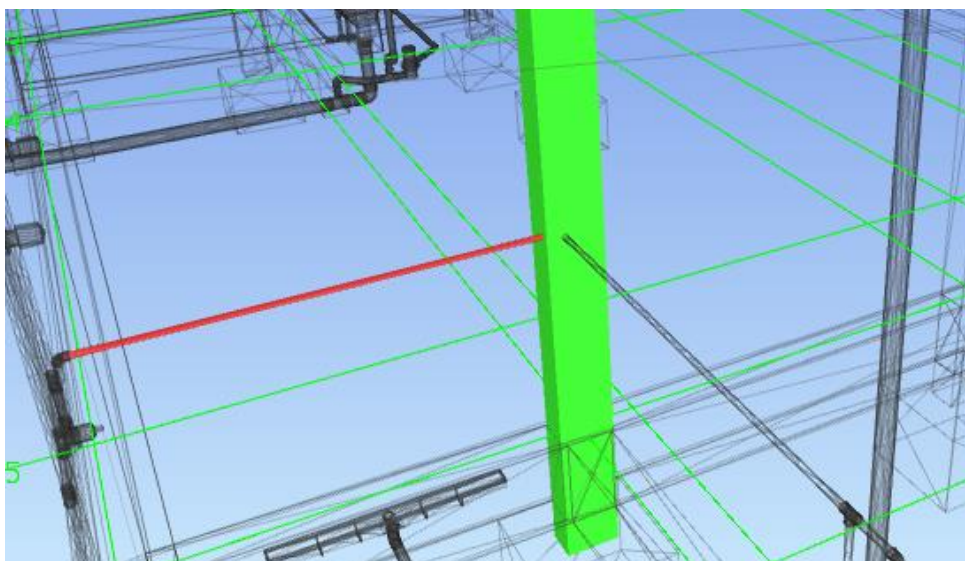


Fonte: Autora (2024).

Para solucionar esse conflito, bastou elevar o telhado e a platibanda, de maneira que esses ficassem acima da caixa d'água.

Entre os projetos estrutural e hidrossanitário, também foram encontrados alguns conflitos, sendo eles tubulações de água atravessando pilares (Figura 24) e tubulações de esgoto atravessando vigas baldrame (Figura 25).

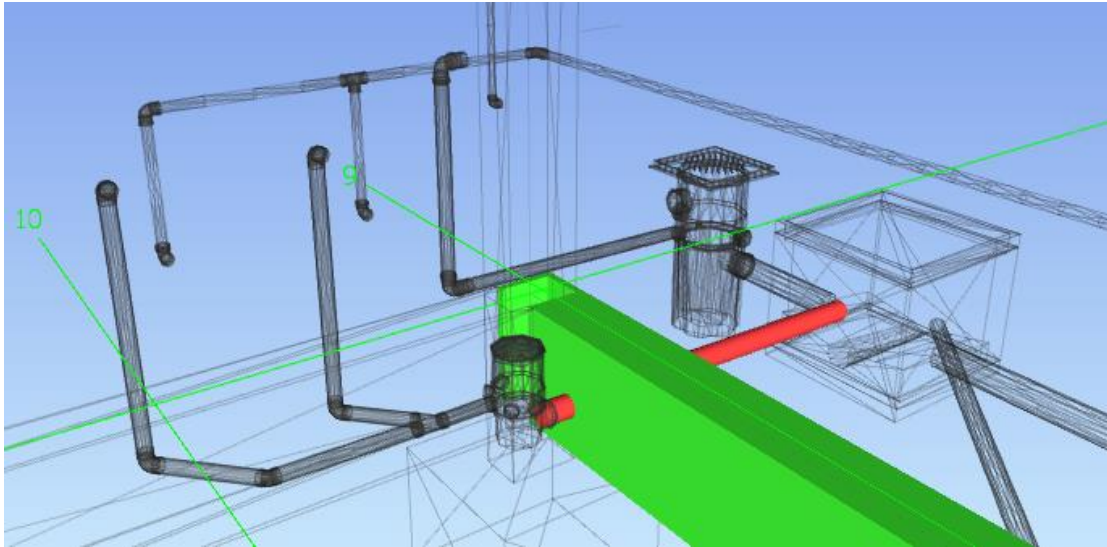
Figura 24 – Tubulação de água fria em conflito com pilar.



Fonte: Autora (2024).



Figura 25 – Tubulação de esgoto em conflito com viga baldrame.



Fonte: Autora (2024).

Para solucionar essas incompatibilidades, foram criadas novas prumadas de água fria, de maneira que não seria mais necessário passar pelos pilares e as tubulações de esgoto foram posicionadas abaixo das vigas baldrames.

#### 4.4 ORÇAMENTO

O orçamento iniciou-se pela extração de quantitativos, que foi feito coletando os dados em tabelas geradas pelo Revit. No software, é possível criar tabelas automáticas e precisas, o que otimiza o trabalho do usuário (Tabela 4).

Tabela 4 – Exemplo de quantitativo de conexões de esgoto.

<QUANTITATIVO CONEXÕES DE ESGOTO>		
A	B	C
Quantidade	Tigre: Descrição	Marca
3	Adaptador para Saída de Vaso Sanitário 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	E1
7	Joelho 45° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	E2
4	Joelho 45° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	E3
14	Joelho 90° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	E4
16	Joelho 90° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	E5
3	Joelho 90° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	E6
2	Junção Simples 40 x 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	E7
1	Junção Simples 100 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	E8
24	Luva Simples 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	E9
6	Luva Simples 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	E10
4	Terminal de Ventilação 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	E11
4	Tê 50 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	E12
2	Tê 100 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	E13

Fonte: Autora (2024).

A planilha orçamentária foi feita no Orçafascio, plataforma especializada em planejamento e gestão de obras. As bases de dados SINAPI e SETOP/MG foram escolhidas para a precificação das composições do orçamento. O orçamento de algumas composições foi feito pela própria autora, para suprir a falta dessas informações nas bases escolhidas.

O BDI definido para o orçamento foi de 22,23% e, para seu cálculo, foram utilizados os parâmetros fornecidos pelo acórdão 2622/2013. Após precificar todas as composições a obra, o custo global totalizou R\$ 617.897,90. Foi feita a tabela de resumo do orçamento de acordo com as etapas da obra (Tabela 5).

Tabela 5 – Resumo do orçamento.

Item	Descrição	Total	Peso (%)
1	Residência Unifamiliar - TCC	R\$ 617.897,90	1
1.1	Serviços Preliminares e Administração	R\$ 177.090,86	28,66%
1.2	Infraestrutura	R\$ 29.790,77	4,82%
1.3	Supraestrutura	R\$ 25.852,93	4,18%
1.4	Vedação	R\$ 114.162,34	18,48%
1.5	Esquadria	R\$ 44.798,18	7,25%
1.6	Revestimento	R\$ 112.830,42	18,26%
1.7	Instalações	R\$ 53.672,64	8,69%
1.8	Pintura	R\$ 45.887,71	7,43%
1.9	Acabamento	R\$ 10.698,36	1,73%
1.10	Serviços Finais	R\$ 3.113,69	0,50%

Fonte: Autora (2024).

O orçamento completo da obra encontra-se no Anexo C.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As vantagens propostas pela metodologia BIM foram verificadas em todas as etapas desse estudo de caso. Na modelagem paramétrica dos projetos, o uso do Revit permitiu que os modelos demonstrassem de maneira clara o que seria executado em obra. Por exemplo, num projeto hidrossanitário feito em CAD, as tubulações seriam representadas por linhas de mesma espessura, independente do seu diâmetro. No Revit, as tubulações tem diâmetros diferenciados e proporcionais à realidade, o que torna mais fácil o entendimento e visualização do projeto.

A compatibilização das disciplinas feita no Navisworks detectou conflitos entre elementos estruturais e hidrossanitários, que logo foram corrigidos. Essas correções não demandaram

muito tempo, visto que, em softwares BIM, alterações são atualizadas automaticamente em todas as plantas, vistas e tabelas. Essa análise de interferências foi importante para evitar imprevistos, atrasos e gastos adicionais em obras.

Durante a etapa de orçamento, a extração de quantitativos foi otimizada devido às tabelas precisas e automáticas geradas no Revit. Alguns materiais de construção civil são difíceis de serem quantificados manualmente, como as conexões hidrossanitárias, por terem um custo unitário relativamente baixo e serem usados em grande quantidade numa obra. Mesmo nesses casos, o uso do BIM tornou o orçamento o mais assertivo possível.

Conforme foi constatado nesse estudo de caso, a metodologia BIM potencializa os resultados e diminui o tempo de execução de um projeto, o que mostra que sua adesão seja recomendada mesmo em projetos pequenos, como uma residência unifamiliar. Portanto, cabe aos profissionais da construção civil que se capacitem para dominar essa ferramenta e que as faculdades de engenharia civil incluam o ensino do BIM nas matrizes curriculares.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 19650**: organização da informação acerca de trabalhos da construção - gestão da informação usando a modelagem da informação da construção - parte 1: conceitos e princípios. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7198**: Projeto e execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993.

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

AUTODESK. **Revit 2024**. São Paulo. Disponível em: <<https://help.autodesk.com/view/RVT/2024/PTB/?guid=GUID-71F2C8EE-2A90-4076-A6C7-702082566DDF>>. Acesso em: 04 de abril de 2024.

AUTODESK. **Navisworks 2024**. São Paulo. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>>. Acesso em: 27 de março de 2024

CALVERT, N. **Why we care about BIM**. *Directions Magazine*. Glencoe: Directions Media, dez. 2013.

DIAS, P. R. V. **Engenharia de custos: uma metodologia para obras civis**. Rio de Janeiro, 2016.

EASTMAN, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors (First)**. New Jersey, United States, 2008.

GOMES, A. C. **Plano de Dissertação**. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal, 2017

GOMES, C. E. M.; VIVAN, L. A.; SICHIERI, E. P.; PALIARI, C. J.. **Light Steel Frame: Construção Industrializada a Seco para Habitação Popular - Práticas Sustentáveis**.

Encontro Latino Americano de Edificações e Comunidades Sustentáveis, Curitiba, Paraná, 2013.

JAISSWAL, S. **Enabling Quality in Lean Construction: Integrating the Principles of Total Quality Management with 9D-BIM**. Reino Unido, 2022.

JOÃO, S. M. C. **Metodologia BIM aplicada à gestão de ativos**. Lisboa: ISEL, 2018

KAMARDEEN, I. **8D BIM modelling tool for accident prevention through design**. In: 26th annual ARCOM conference. Leeds: Association of Researchers in Construction Management, 2010. p. 281-289.

KERN, A. P.; FORMIGA, A. S.; FORMOSO, C. T. **Considerações sobre o fluxo de informação entre os setores de orçamento e produção em empresas construtoras**. São Paulo, 2024.

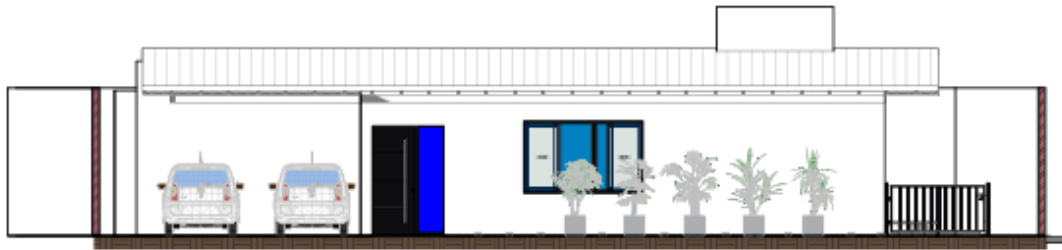
MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. São Paulo: USP, 2013

ORÇAFASCIO. **6 tipos de orçamento de obra que você precisa conhecer**. Santo André, set. 2021. Disponível em: < <https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/tipos-de-orcamento-de-obra>>. Acesso em: 04 de abril de 2024.

SCHEER, S. et. Al. Entendendo BIM. Edição 1. Curitiba, Paraná: UFPR, 2015.

WITICOVSKI, L. C. **A utilização do BIM em projetos de construção civil**. Florianópolis: UFSC, 2009

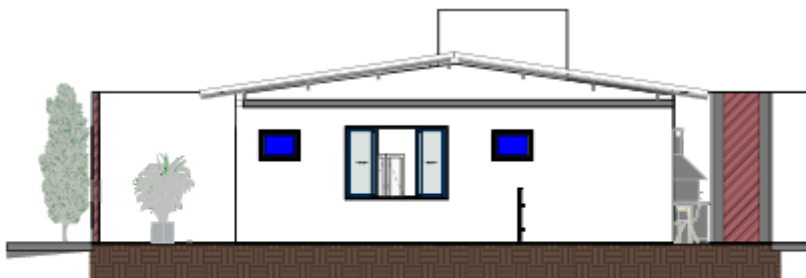
## APÊNDICE A – MODELAGEM ARQUITETÔNICA



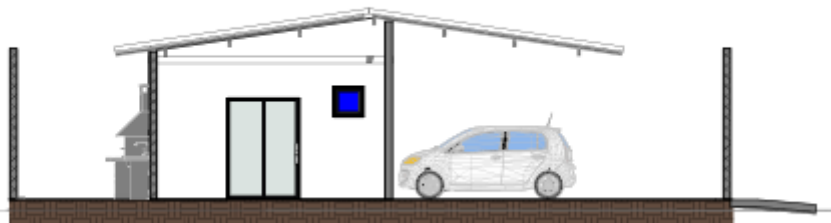
3 FACHADA FRONTAL  
1:50



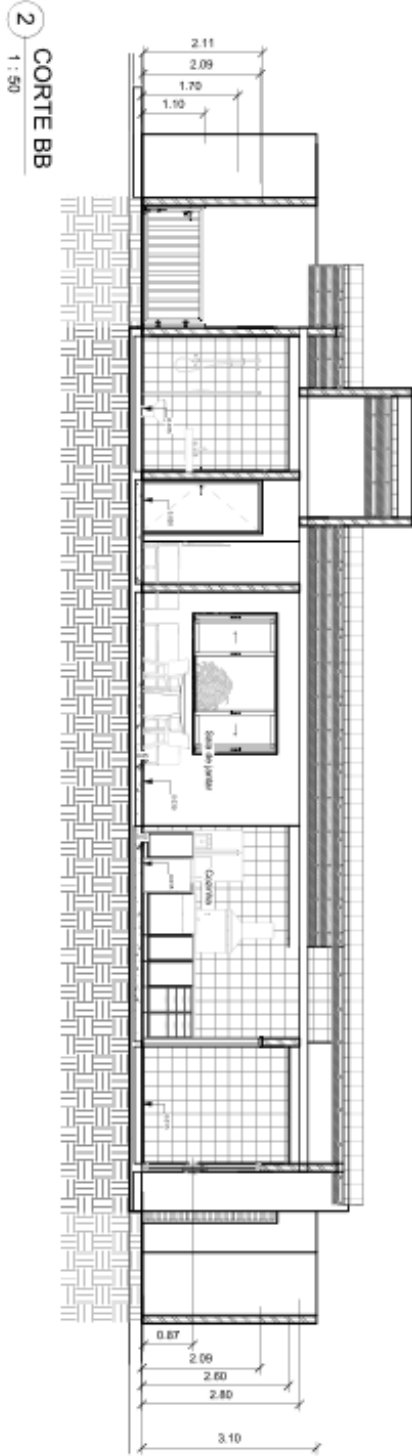
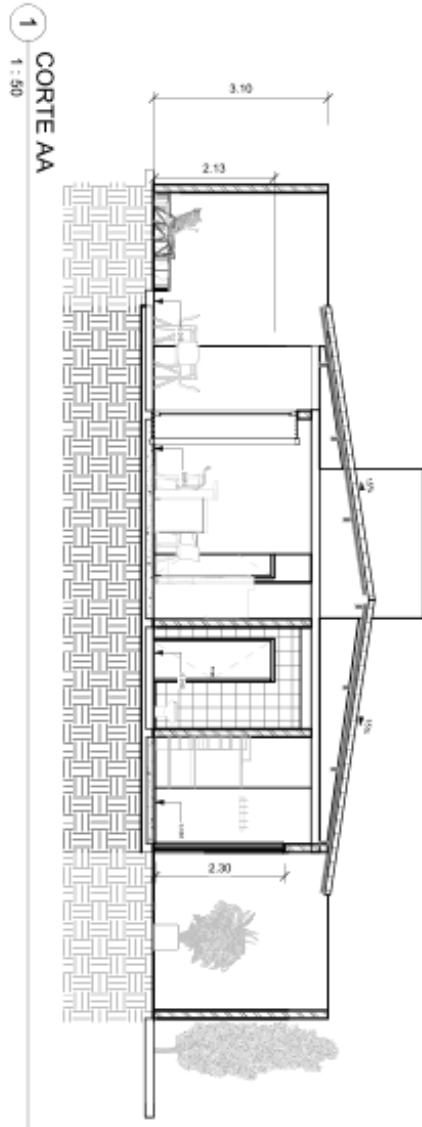
4 FACHADA FUNDO  
1:50



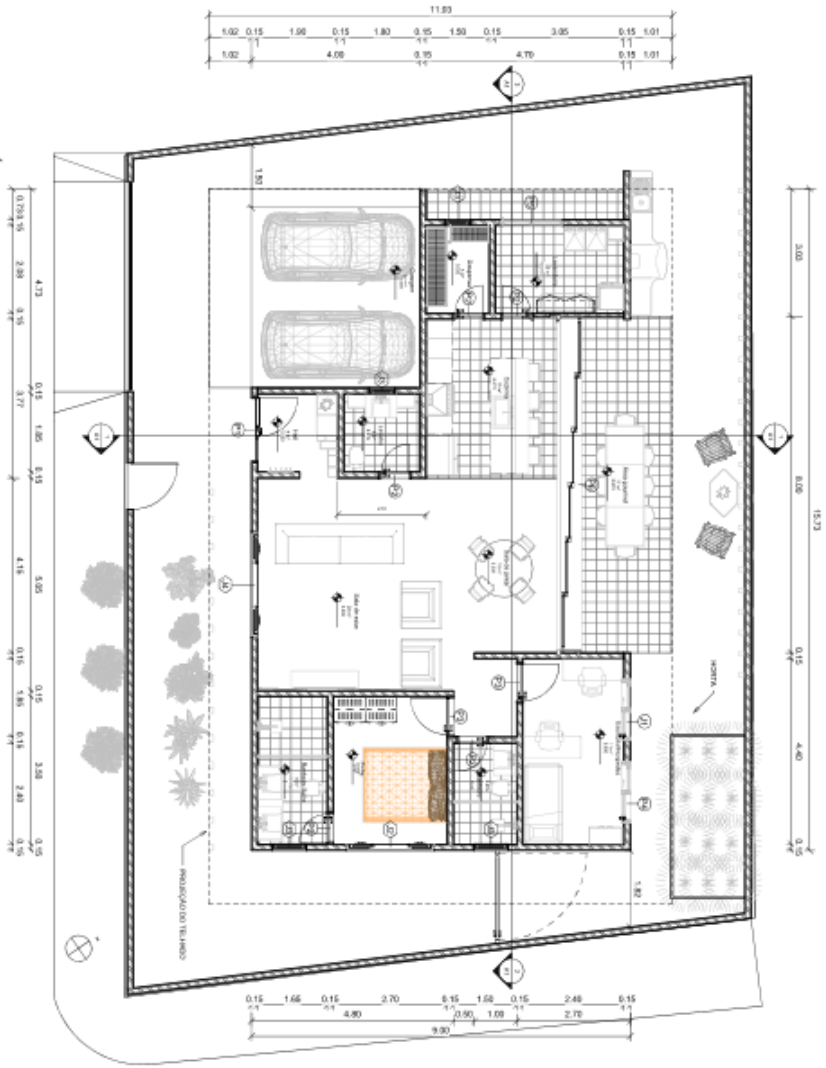
1 FACHADA DIREITA  
1:50



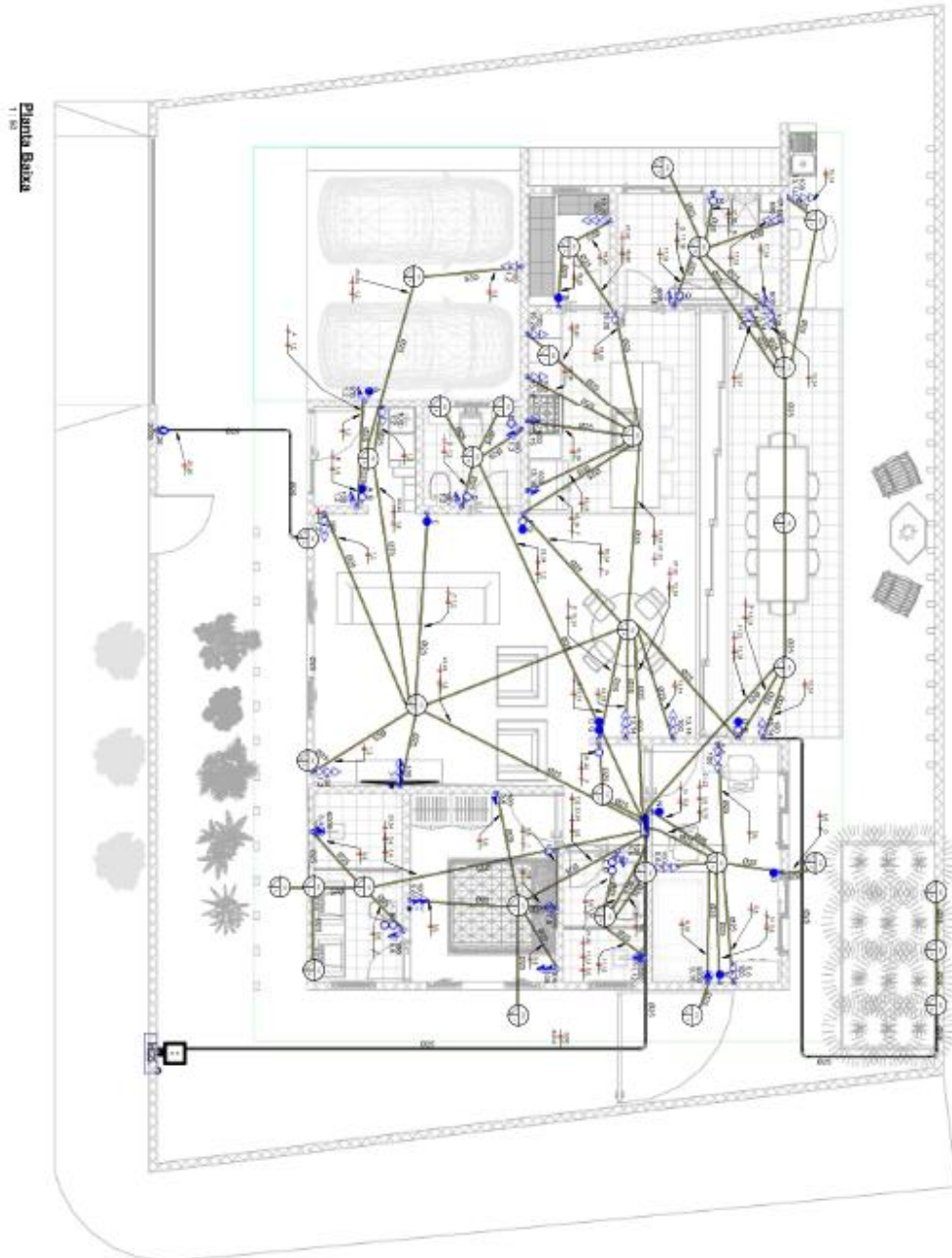
2 FACHADA ESQUERDA  
1:50



1 PLANTA BAIXA TERREO  
1:50





**APÊNDICE B – PLANTA BAIXA DA MODELAGEM ELÉTRICA**

## APÊNDICE C – RESUMO DO ORÇAMENTO

Item	Descrição	Total	Peso (%)
1	Residência Unifamiliar - TCC	617.897,90	100,00 %
1.1	Serviços Preliminares	177.090,86	28,66 %
1.1.1	Limpeza	1.134,00	0,18 %
1.1.2	Canteiro e administração	165.067,86	26,71 %
1.1.3	Locação	10.889,00	1,76 %
1.2	Infraestrutura	29.790,77	4,82 %
1.2.1	Sapatas	12.447,50	2,01 %
1.2.2	Vigas baldrames	17.343,27	2,81 %
1.3	Supraestrutura	25.852,93	4,18 %
1.3.1	Pilares	6.850,63	1,11 %
1.3.2	Vigas	16.863,16	2,73 %
1.3.3	Lajes	2.139,14	0,35 %
1.4	Vedação	114.162,34	18,48 %
1.4.1	Alvenaria	90.209,28	14,60 %
1.4.2	Cobertura	23.953,06	3,88 %
1.5	Esquadria	44.798,18	7,25 %
1.5.1	Portas	38.347,31	6,21 %
1.5.2	Janelas	6.450,87	1,04 %
1.6	Revestimento	112.830,42	18,26 %
1.6.1	Argamassado	69.766,21	11,29 %
1.6.2	Cerâmico	43.064,21	6,97 %
1.7	Instalações	53.672,64	8,69 %
1.7.1	Elétricas	12.250,64	1,98 %
1.7.2	Hidráulicas	12.940,55	2,09 %
1.7.3	Esgoto e Pluvial	28.481,45	4,61 %
1.8	Pintura	45.887,71	7,43 %
1.8.1	Interna	33.219,36	5,38 %
1.8.2	Externa	12.668,35	2,05 %
1.9	Acabamento	10.698,36	1,73 %
1.9.1	Bancadas	2.260,31	0,37 %
1.9.2	Louças	3.958,79	0,64 %
1.9.3	Metais	4.479,26	0,72 %
1.10	Serviços Finais	3.113,69	0,50 %