

# METODOLOGIA BIM - ANÁLISE E MODELAGEM DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO

Arthur Gomes Pinheiro, Bruno Henrique Alves, Júlio Cesar Alves, Tiago Marcelo Alves

Professora orientadora: Laisa Cristina Carvalho

Coordenação de curso de Engenharia Civil

## Resumo

Com o desenvolvimento das tecnologias computacionais, a produção de projetos na engenharia tem se beneficiado das vantagens oferecidas por essas tecnologias. Nesse sentido, o presente estudo avaliou as vantagens do uso de BIM como plataforma tecnológica para produção de projeto de sistemas hidrossanitários em uma edificação unifamiliar. Para realizar essa avaliação, foi feito um estudo comparativo entre os processos e resultados de produção de um projeto de sistema hidrossanitário residencial usando a tecnologia CAD e a tecnologia BIM, com destaque para o software REVIT. Foram levados em consideração durante o manuseio dos softwares aspectos como compatibilidade entre as áreas, a fluidez na concepção de projetos, os recursos ofertados por cada plataforma, bem como o fluxo de trabalho e complexidades na execução. Os resultados indicaram que a utilização do software BIM favorece a produção de projetos com maior qualidade e menor quantidade de incompatibilidades. A metodologia permite uma análise sistêmica e completa da edificação. A compatibilização de projetos arquitetônico, estrutural e de instalações permite identificar as interferências e desenvolver uma melhor solução ainda em fase de projeto. Como os componentes hidrossanitários são parametrizados e definidos como objetos, a produção do projeto é semelhante a um processo de montagem, o que permite verificar se as conexões foram estabelecidas tridimensionalmente. Conclui-se após análise que o projeto hidrossanitário produzido com a tecnologia BIM possui maior riqueza de detalhes e permite uma melhor interpretação pelo executor, com grande aplicabilidade no setor orçamentário. Proporciona maior qualidade e eficiência na produção, além de permitir concepções mais econômicas e sustentáveis.

Palavras-chave: Projeto Hidrossanitário; BIM; CAD.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a indústria da construção civil tem sido impulsionada por avanços tecnológicos que alteraram a forma como os projetos são concebidos, planejados, executados e gerenciados. Uma dessas tecnologias disruptivas é a Metodologia BIM (Building Information Modeling), que tem revolucionado a maneira como os empreendimentos são projetados e construídos. A utilização do BIM proporciona benefícios em termos de colaboração, eficiência e qualidade, impactando positivamente a indústria da construção em todo o mundo (GONZAGA, 2020).

O BIM é um processo que permite a criação de modelos virtuais tridimensionais detalhados e integrados de um edifício ou infraestrutura. Esses modelos contêm informações precisas sobre geometria, materiais, componentes, sistemas e processos construtivos, bem como dados relacionados ao ciclo de vida do empreendimento. Dessa forma, o BIM possibilita a análise e a visualização de um projeto em todas as suas fases, desde o conceito inicial até a operação e manutenção do edifício (MIRANDA, 2019).

A adoção do BIM na construção civil tem ganhado um impulso significativo a partir do ano de 2019. Em diversos países, governos e órgãos reguladores tem sido incentivado ou até

mesmo exigido o uso do BIM em projetos públicos de grande porte. Essas iniciativas visam aumentar a eficiência na construção e a qualidade das edificações, atendimentos, prazos e diminuir erros. No Brasil, por exemplo, o governo federal instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (ENDB) em 2019, com o objetivo de promover a adoção do BIM em projetos públicos até o ano de 2028 (BRASIL, 2018).

As principais vantagens da utilização do BIM na construção civil são a melhoria da comunicação e colaboração entre os diversos agentes envolvidos no processo construtivo, a detecção de interferências e conflitos nas fases iniciais do projeto, a otimização do planejamento e da gestão da construção, a redução de retrabalhos e custos, além de favorecer a manutenção e operação do edifício. Outro aspecto importante do BIM é a capacidade de gerenciar e controlar as informações ao longo do ciclo de vida de uma construção. Desde a concepção até a operação e manutenção do edifício, o modelo BIM serve como uma fonte centralizada e confiável de informações, permitindo o acesso rápido e fácil aos dados relevantes. Isso facilita a gestão de ativos, o planejamento de manutenção e a realização de reformas ou retrofitting (LOBATO, 2022).

No entanto, uma implementação bem-sucedida do BIM requer não apenas investimentos em tecnologia, mas também mudanças culturais e organizacionais. É necessário que os profissionais da construção civil estejam capacitados para trabalhar com as ferramentas e processos do BIM, além de promover uma cultura de colaboração e compartilhamento de informações (DE SOUZA, 2020).

A Metodologia de Modelagem da Informação da Construção (BIM) e CAD (Computer-Aided Design) são duas abordagens amplamente utilizadas na indústria da construção civil para auxiliar no processo de projeto e documentos. Embora compartilhem alguns aspectos em comum, essas metodologias diferem em vários aspectos importantes. O CAD é um sistema que permite a criação de desenhos técnicos bidimensionais (2D) e tridimensionais (3D) usando ferramentas de desenho computadorizado. Ele é amplamente utilizado para criar desenhos detalhados de componentes individuais, como plantas, elevações e cortes de edifícios, sendo uma ferramenta eficaz para representar a geometria do projeto e é frequentemente usada por arquitetos e engenheiros para criar desenhos precisos. No entanto, o CAD tem restrição quando se trata de representar informações além da geometria. Por outro lado, o BIM vai além do CAD, pois é uma metodologia que permite a criação e o gerenciamento de informações abrangentes sobre um empreendimento de construção. O BIM envolve a criação de modelos digitais 3D que incorporam informações sobre geometria, materiais, propriedades físicas, especificações, cronogramas, custos e outros benefícios citados anteriormente (DARIVA, 2019).

Neste contexto, empresas e profissionais que se adaptam e adotam o BIM como metodologia de trabalho têm se destacado no mercado da construção civil. A aplicação do BIM pode gerar uma vantagem competitiva significativa, permitindo a entrega de projetos de alta qualidade, dentro do prazo e do orçamento previsto. (DE SOUZA, 2020).

Diante desse cenário, este trabalho tem como finalidade apresentar uma análise aprofundada da metodologia BIM na construção civil, abordando suas principais características, benefícios, desafios e perspectivas futuras. A pesquisa busca trazer uma visão atualizada sobre a tecnologia BIM na indústria da construção. Ao explorar a evolução e o impacto do BIM, espera-se contribuir para o avanço do conhecimento e fomentar a adoção dessa metodologia inovadora na construção civil.

Para isso, foi realizada uma revisão da literatura a respeito da Metodologia BIM (*Building Information Modeling*) com base de dados confiável e atualizada, aliada a um comparativo entre a eficiência da utilização do método descrito com o *Computer-Aided Design* – CAD em projeto Hidrossanitário de uma residência unifamiliar. A análise sistêmica envolve o processo de extração de informações quantitativas, bem como a produção de orçamentos utilizando como base a compatibilidade dos projetos que envolvem esse novo método. Assim,

é possível avaliar a sobreposição e conflitos entre os projetos que utilizam o BIM e o CAD, afim de comparar os rendimentos na extração de quantitativos do processo utilizado com o tradicional.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 CAD (Computer Aided Design)**

Ao longo dos últimos trinta anos, a tecnologia CAD (Computer Aided Design) tem substituído os projetos feitos em prancheta, oferecendo uma nova forma de representar modelos. A indústria de projetos tem acompanhado o constante desenvolvimento de software e hardware nessa área. Os primeiros projetos gráficos assistidos por computador na engenharia datam de 1950, seguidos por impressoras e terminais gráficos no ano seguinte. O primeiro projeto em três dimensões surgiu somente em 1962. Foi apenas na década de 1970, cerca de três décadas depois, que a IBM (International Business Machines) lançou um padrão que direcionaria o mercado no desenvolvimento de sistemas CAD. Os softwares CAD em larga escala só foram comercializados no final da década de 1970. Um exemplo é o software AutoCAD, desenvolvido pela Autodesk, que inicialmente se limitava a representações em duas dimensões devido às limitações dos equipamentos disponíveis na época. Por muitos anos, apenas grandes empresas, como a indústria automobilística e aeroespacial, faziam uso desses sistemas, pois a adoção dessa nova plataforma exigia computadores caros, de difícil utilização e mão de obra especializada (SOUZA, 2020).

O sistema CAD é baseado em um conjunto de polígonos que contém informações vetoriais, volumes e áreas. No entanto, no contexto atual, essa abordagem acaba se tornando insuficiente. Estamos em uma era em que a programação é orientada a objetos e há necessidade de informações de dados, interoperabilidade entre softwares e outras facilidades. (SOUZA, 2020).

Embora o sistema CAD tenha passado por uma evolução ao tornar o processo mais rápido, preciso e flexível ao transferir suas ferramentas de desenho para um ambiente virtual, não houve uma mudança de paradigma significativa. Atualmente, a plataforma CAD possui uma interface 3D, e os planos em 2D são apenas uma pequena parte de sua ampla gama de funcionalidades (OLIVEIRA, 2019).

### **2.2 BIM (Building Information Modeling)**

A metodologia BIM pode ser descrita como "uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produção, comunicação e análise do modelo de construção". Portanto, o conceito de BIM engloba o uso de tecnologias e processos aplicados na produção, comunicação e análise de modelos de construção, com o objetivo de criar um modelo único da edificação que integra o trabalho de todos os profissionais. A aplicação da metodologia BIM busca tratar os projetos de forma integrada e realista, inicialmente visando a obtenção de um modelo único de projeto (EASTMAN, 2021).

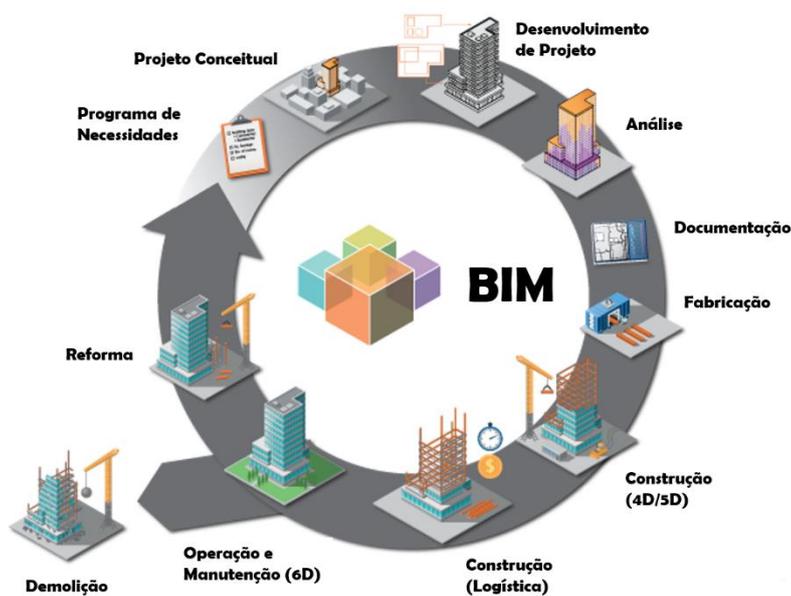
Podem ser citadas duas abordagens no BIM que o diferenciam dos sistemas CAD tradicionais: modelagem paramétrica e interoperabilidade. A modelagem paramétrica permite representar objetos através de parâmetros e regras associados à sua geometria, além de incorporar propriedades não geométricas ou características a esses objetos. Isso possibilita a geração de relatórios, verificação de inconsistências nas relações entre objetos e a incorporação de conhecimento de projetos a partir dos modelos. Além disso, permite a criação e reconstrução de objetos sem a necessidade de apagar ou criar outros objetos. A interoperabilidade se refere

à capacidade de comunicação e integração entre diferentes aplicativos, uma vez que diferentes áreas utilizam diferentes tipos de programas computacionais. Isso elimina a necessidade de replicação de dados de entrada gerados em etapas anteriores e facilita o fluxo de trabalho entre os programas durante o processo de concepção de um projeto (OLIVEIRA, 2020).

Uma das principais vantagens do BIM está relacionada à modelagem e visualização em terceira dimensão (3D). No entanto, o BIM engloba outros processos que buscam uma integração e industrialização cada vez maior da construção. Darós (2019) discute sobre a "Teoria dos 10D's do BIM", que abrange todo o ciclo de projeto e execução da construção, com o objetivo de alinhar todos os agentes envolvidos no ciclo de vida de uma edificação para alcançar o estágio de construção industrializada.

Enquanto o BIM 3D se refere à modelagem tridimensional com a adição de informações, o BIM 4D inclui a dimensão do tempo e o planejamento dos elementos modelados, o 5D aborda a economia do projeto, incluindo preço, origem, instalação e custos de manutenção. O BIM 6D está focado na questão da sustentabilidade do projeto, enquanto o 7D está relacionado ao ciclo de vida e à manutenção da edificação, o 8D refere-se à saúde e segurança durante a execução e manutenção da edificação. A nona dimensão aborda a gestão lean do setor da construção, também conhecida como construção enxuta. Todas essas dimensões culminam no BIM 10D, com a industrialização da construção civil. (DARÓS, 2019).

**Figura 1 - Implementação de BIM**



Fonte: Unicamp (2019).

### 2.3 Sistemas Hidrossanitários

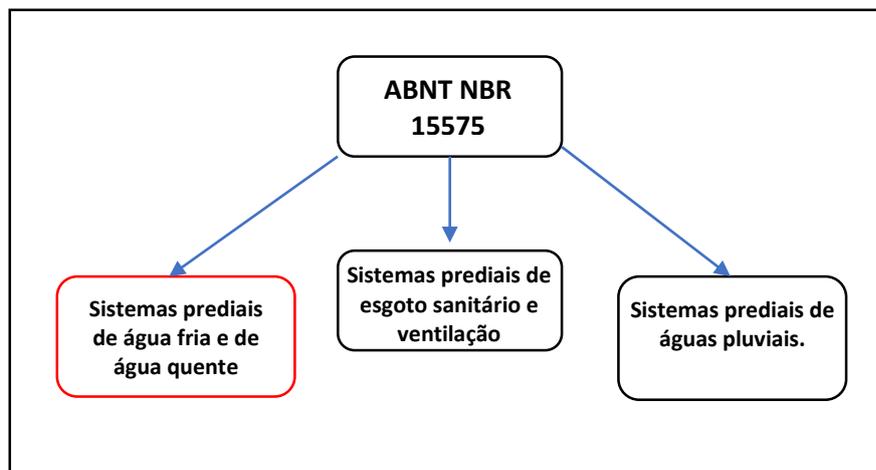
As instalações hidrossanitárias desempenham um papel crucial na manutenção das condições de saúde e higiene necessárias em uma habitação, além de suportarem todas as atividades humanas realizadas nela, como preparação de alimentos, higiene pessoal, escoamento de esgotos e águas usadas, entre outras. É fundamental que essas instalações sejam integradas à construção de forma a assegurar a segurança dos usuários, prevenindo riscos de queimaduras (no caso de instalações de água quente) e outros acidentes. Além disso, é importante que essas instalações estejam em harmonia com a deformabilidade das estruturas,

interajam adequadamente com o solo e sejam compatíveis com as características físico-químicas dos demais materiais de construção. (ABNT, 2013).

Do ponto de vista do desempenho, a concepção de um sistema hidrossanitário é de extrema importância, uma vez que não apenas desempenha sua função específica de fornecer água quente e fria de maneira adequada aos usuários, mas também deve ser capaz de absorver deformações e esforços gerados por outros sistemas inter-relacionados, especialmente a estrutura do edifício. O desempenho de um sistema, portanto, tem impacto em outros sistemas e vice-versa, e o desempenho global deve ser considerado como um todo integrado.

Inicialmente, os requisitos de desempenho estavam relacionados ao dimensionamento e aos métodos de construção, mas esses requisitos evoluíram ao longo do tempo. Em consonância com esses novos conceitos de desempenho, a ABNT NBR 15.575-6 (ABNT, 2013) foi desenvolvida, com o título de " Edificações habitacionais — Desempenho Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários".

**Figura 2** – Pontos apresentados pela ABNT NBR 15575-6



**Fonte:** ABNT NBR 15575-6 (2013).

Para parametrizar os projetos de sistemas hidrossanitários na engenharia civil, existem outras padronizações abordados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, que se fazem de suma importância para um resultado satisfatório composto por otimização, qualidade e segurança em sua execução. Dentre as normas, podemos destacar nesse referencial a NBR 8160 - Sistemas prediais de esgoto sanitário; NBR 10844 - Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento; NBR 5626 - Sistemas prediais de água fria e água quente Projeto, execução, operação e manutenção.

**NBR 8160 - Sistemas prediais de esgoto sanitário**

A norma NBR 8160 abrange diversos aspectos relacionados aos sistemas de esgoto sanitário, desde o projeto até a execução das instalações. Ela estabelece critérios para dimensionamento das tubulações, dispositivos de controle, caixas de inspeção, caixas de gordura e outros componentes, levando em consideração fatores como vazão, inclinação, diâmetro e demanda dos pontos de coleta (ABNT, 2020).

Essa Norma define as exigências e recomendações relacionadas ao projeto, construção, teste e manutenção dos sistemas de esgoto sanitário em edifícios, com o objetivo de garantir a higiene, segurança e conforto dos usuários. Considerando a qualidade desses sistemas, além de garantir a qualidade da água consumida, tanto nos sistemas de abastecimento e nos equipamentos sanitários. Evitando a contaminação e assegurando a saúde dos usuários. Garantindo o escoamento rápido e eficiente da água utilizada e dos resíduos, prevenindo vazamentos e o acúmulo de depósitos dentro das tubulações, evitar que gases provenientes do sistema predial de esgoto sanitário se propaguem para as áreas de uso, protegendo os ambientes e assegurando a qualidade do ar, e impedir a entrada de objetos estranhos no sistema. (ABNT, 2020).

### **NBR 10844 - Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento**

A norma NBR 10844 abrange diversos aspectos relacionados às instalações de águas pluviais, desde o projeto até a execução das obras. Ela estabelece critérios para o dimensionamento das calhas, condutores verticais, caixas de passagem, dispositivos de captação e outros componentes, levando em consideração fatores como área de contribuição, intensidade de chuva e vazão de escoamento (ABNT, 2019).

Essa norma é destinada à drenagem das águas pluviais provenientes de coberturas e áreas adjacentes a um edifício, como terraços, pátios, quintais e áreas similares. No entanto, ela não é aplicável a situações em que as vazões projetadas e as características da área requerem o uso de sistemas de drenagem mais complexos, como bocas-de-lobo e galerias (ABNT, 2019).

### **NBR 5626 - Sistemas prediais de água fria e água quente Projeto, execução, operação e manutenção.**

A norma NBR 5626 abrange diversos aspectos relacionados aos sistemas de água fria e água quente, desde o projeto até a execução das instalações e tem como objetivo garantir a qualidade, a segurança e a eficiência desses sistemas. Essa Norma define os requisitos e sugestões para o projeto, construção e manutenção de sistemas de água fria em edifícios residenciais. As exigências e recomendações estabelecidas têm como base a importância de garantir um bom desempenho da instalação e a segurança da água potável, quando aplicável (ABNT, 2018). Tal norma apresenta padrões para:

- Dimensionamento;
- Reservatórios;
- Tubulações;
- Dispositivos de controle;
- Proteção contra incêndio.

É importante ressaltar que a NBR 5626 é uma norma técnica de referência e sua aplicação é fundamental para garantir o bom funcionamento dos sistemas prediais de água fria e água quente. Sua observância é recomendada tanto para profissionais da área de engenharia e arquitetura, responsáveis pelo projeto e execução das instalações, quanto para usuários e proprietários de edificações, que devem zelar pela manutenção adequada dos sistemas (ABNT, 2018).

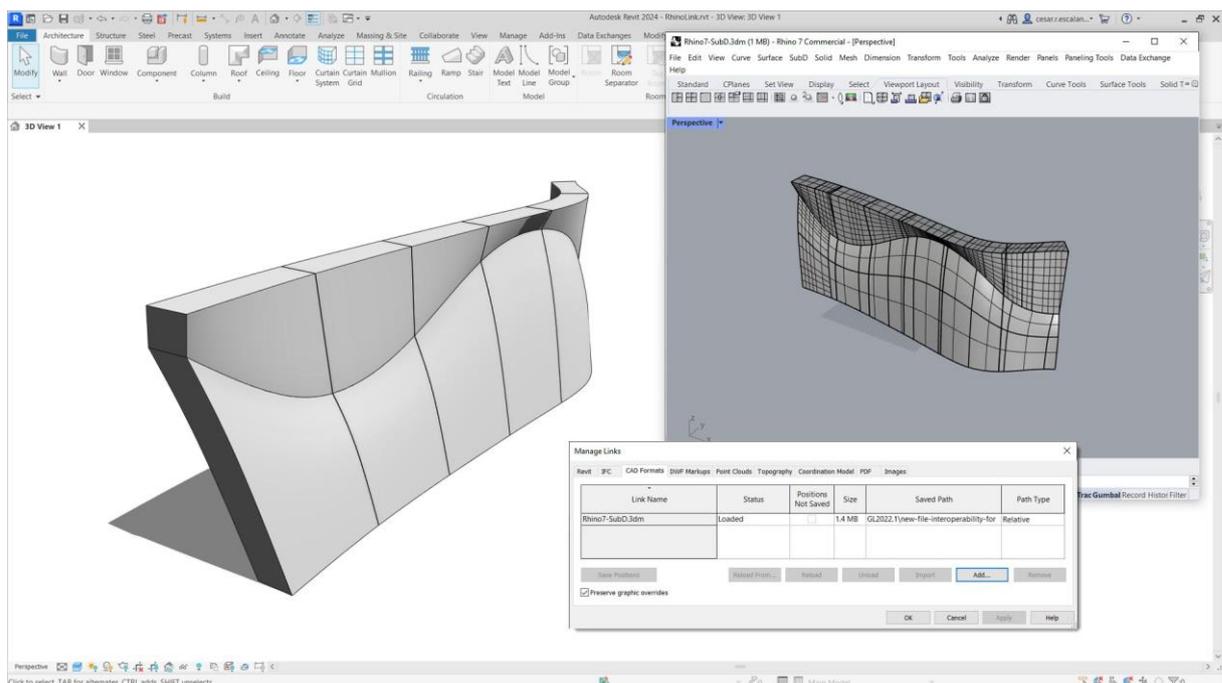
## 2.4 REVIT

O Revit é um software de modelagem de informações de construção (BIM) desenvolvido pela Autodesk. Ele é amplamente utilizado na indústria da construção para a criação de modelos 3D inteligentes e precisos de edifícios e infraestruturas. Uma das características distintivas do Revit é a sua abordagem baseada em objetos paramétricos. Isso significa que os elementos do modelo, como paredes, pisos, portas, janelas e componentes MEP (Mecânica, Elétrica e Hidráulica), são criados como objetos paramétricos que possuem propriedades e comportamentos específicos. Esses objetos são interligados e podem ser modificados de forma inteligente, onde uma alteração em um elemento afeta automaticamente todos os outros elementos relacionados no modelo (AUTODESK, 2020).

O Revit oferece uma ampla gama de ferramentas e funcionalidades para auxiliar os profissionais da construção em todas as etapas do projeto. Isso inclui recursos avançados de modelagem 3D, como criação de formas complexas, criação de famílias personalizadas e recursos de visualização realista. Além disso, o software também suporta a criação de documentação detalhada, como plantas, cortes, elevações e detalhes construtivos, que podem ser gerados automaticamente a partir do modelo (AUTODESK, 2020).

Uma vantagem significativa do Revit é a sua capacidade de facilitar a colaboração entre equipes multidisciplinares. Vários profissionais podem trabalhar simultaneamente no mesmo modelo, adicionando suas disciplinas específicas e compartilhando informações em tempo real. Isso ajuda a minimizar erros, conflitos e retrabalhos, melhorando a eficiência e a qualidade do projeto como um todo. Além disso, o Revit também suporta a análise e simulação de desempenho do edifício, permitindo que os usuários avaliem aspectos como eficiência energética, iluminação, acústica e fluxo de ar. Isso contribui para a tomada de decisões informadas e ajuda a otimizar o desempenho e a sustentabilidade do projeto (LAORENT, 2019).

**Figura 3 – Autodesk REVIT**



**Fonte: Autodesk (2023)**

Em resumo, o Revit é uma poderosa ferramenta de modelagem de informações de construção que permite aos profissionais da indústria criar, visualizar, documentar e colaborar em projetos de construção de forma eficiente. Com sua abordagem baseada em objetos paramétricos, recursos avançados de modelagem e colaboração multidisciplinar, o Revit se tornou uma referência na adoção da metodologia BIM e desempenha um papel fundamental na transformação digital da indústria da construção (LAORENT, 2019).

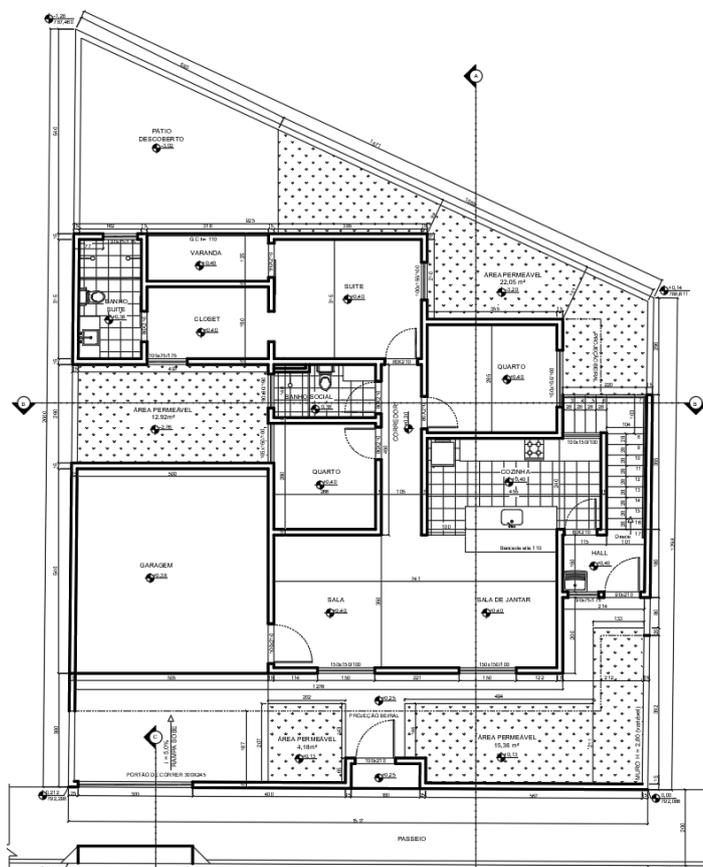
### **3. METODOLOGIA**

O estudo se configura inicialmente como revisão da literatura a respeito da Metodologia BIM (Building Information Modeling) e suas particularidades, bem como sua relação com projetos de sistemas hidrossanitários, a fim de entender melhor os processos de desenvolvimento de projetos aliada as normas vigentes para definição de padrões.

Aliada a revisão sistêmica, foi realizado uma análise de um projeto hidrossanitário desenvolvido tanto com a metodologia BIM, quanto no método CAD. Esse comparativo tem o intuito de definir de forma prática e criteriosa os benefícios de um projeto global, que envolve redução de retrabalhos, otimização do tempo e dos recursos, aumento da eficiência energética, melhoria da comunicação e melhor gestão de custos, em relação a trabalhos que tendem a ser arcaicos.

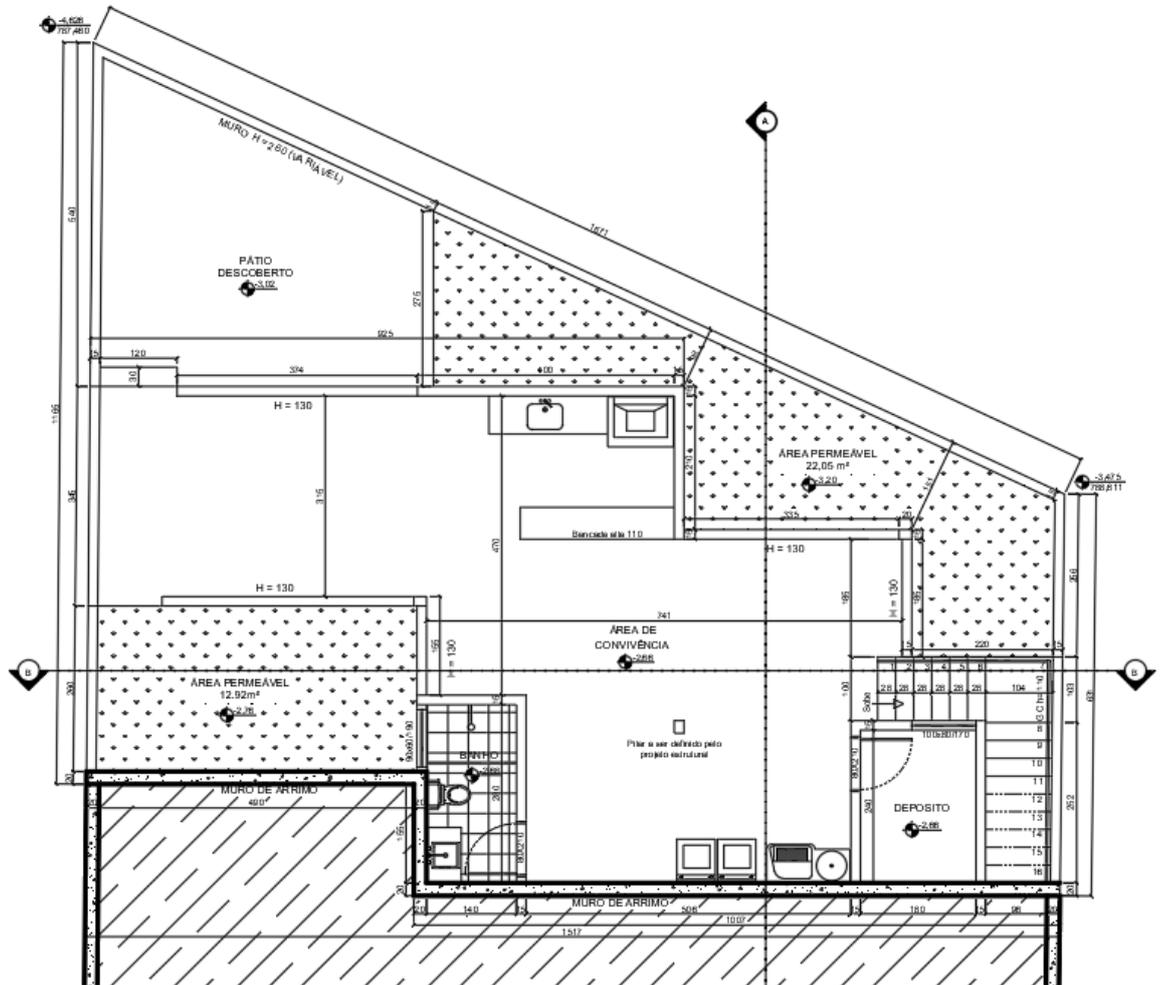
O desenvolvimento do projeto hidrossanitário tomou-se como base as plantas arquitetônicas, segundo as figuras 4 e 5 abaixo, de uma unidade residencial de dois pavimentos, com área total de 214,65 m<sup>2</sup> em um terreno de 250,09 m<sup>2</sup>. A residência projetada possui dois pavimentos, o subsolo e nível térreo na qual é dividida em três dormitórios, sendo um deles suíte, dois banheiros sociais um em cada andar, sala de estar, sala de jantar, garagem para dois carros, lavanderia e área gourmet.

**Figura 4 – PLANTA BAIXA SUBSOLO**



**Fonte: Autores**

**Figura 5 – PLANTA BAIXA SUBSOLO**



**Fonte:** Autores

Portanto toma-se como base a existência dos seguintes equipamentos:

- 2 Pias de cozinhas;
- Filtro/Purificador de água;
- Máquina de lavar;
- Tanque;
- 3 Torneiras de jardim;
- 3 Vasos sanitários;
- 3 Lavatórios;
- 4 Chuveiros;
- 2 Caixa d'água de 1000 L.
- As plantas, vistas, detalhamentos, tabelas de quantitativos de materiais e complementares, podem ser obtidos no item na seção resultados e discussões.

## **Elaboração do projeto com Revit:**

Nesta fase para a elaboração do projeto de instalações hidrossanitárias utilizou-se o software computacional Revit da Autodesk, que utiliza a metodologia BIM. O software em questão foi o escolhido para a elaboração do projeto, por disponibilizar uma versão gratuita para estudantes, além de possuir uma boa biblioteca de peças/materiais no mercado brasileiro.

Logo, os recursos utilizados para a elaboração destes projetos foram as normas:

- Água fria/quente: NBR 5626 e planilha de dimensionamento do ponto crítico com verificação de pressão disponível.
- Sanitário: NBR 8160 verificações dos coletores, tubos de queda e ramais de esgoto.
- Pluvial: NBR 10844 na qual orienta quanto às instalações de drenagem pluvial

Para realizar a elaboração dos projetos, o REVIT disponibiliza para os usuários a possibilidade de carregar bibliotecas de peças/materiais fornecidos pelas empresas do ramo, como Tigre, Celite, Docol, Fortlev, Deca, Incepa, dentre outros.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Nessa sessão será apresentado as principais discussões a respeito da elaboração do projeto de um Sistema Hidrossanitário de água quente e frias, destacando as principais vantagens observadas na utilização de um software com a metodologia BIM.

### **4.1 Projeto Hidráulico**

Este projeto teve a concepção no molde de um sistema indireto por gravidade. A residência conta com dois reservatórios de mil litros de água interligado entre si, onde são alimentados pela rede pública de abastecimento. Desta ligação sai dois barriletes, que dá origem a duas colunas de distribuição na qual alimentam: cozinha, área de serviço, banheiros e pia área gourmet

Uma coluna de distribuição atende a cozinha, área de serviço e lavanderia. Os ramais de água fria alimentam a pia, o filtro/purificador de água, uma torneira no tanque pequeno na área de serviço, uma torneira de jardim, o tanquinho e duas torneiras no tanque. A segunda coluna de distribuição alimenta a pia na área gourmet e torneira jardim. A terceira coluna de distribuição alimenta dois ramais. O primeiro, serve um banheiro social, com um chuveiro, um vaso sanitário de caixa acoplada, e um lavabo com torneira simples de água fria. O segundo, o banheiro no subsolo com um chuveiro, um vaso sanitário de caixa acoplada, e um lavabo. Na quarta coluna temos o banheiro suíte com dois chuveiros, um vaso sanitário de caixa acoplada e lavabo.

#### **4.1.1 Dimensionamento**

##### **4.1.1.1 Capacidade do Reservatório**

Para determinar o volume do reservatório juntamente com a distribuição de água foi realizado o cálculo conforme a planilha de apoio. Foi utilizado o método de distribuição de água do tipo indireto por gravidade.

- Número total de Pessoas: 6
- Consumo de água por pessoa por dia: 150 litros

- Consumo de água por dia: 900
- Reservatório Superior: 2 caixas de 1000 l
- Volume total reservatórios: 2000 l

De acordo com a NBR 5626/2018 o volume de água reservado para uso doméstico deve ser de, no mínimo, 24 horas de uso normal da residência sem levar em conta o volume de água para combate a incêndio – que não é necessário para esse tipo de residência. Contudo, devido a escassez de água recorrente na cidade em que o projeto foi elaborado, optou-se por utilizar o volume do reservatório para 48 horas. Foi considerado o número total de pessoas de acordo com a norma NBR 5626/2018, que considera duas pessoas por dormitório, conforme demonstrado na figura 6.

**Figura 6 - Dimensionamento Reservatório**

DIMENSIONAMENTO DE CAIXA D'ÁGUA			
<b>POPULAÇÃO</b>			
Pessoas por dormitório	2		
Número de dormitórios:	3		
Número de pessoas:	6		
<b>CONSUMO MÉDIO - REFERÊNCIA</b>			
Residências de alto padrão	250	L/dia	por pessoa
Residências de médio padrão	150	L/dia	por pessoa
Residências de baixo padrão ou rural	100	L/dia	por pessoa
<b>CONSUMO MÉDIO DIÁRIO - EDIFICAÇÃO</b>			
Padrão da edificação:	Residências de médio padrão		
Consumo diário por pessoa:	150 L/dia		
Consumo diário edificação:	900 L/dia		
<b>VOLUME DO RESERVATÓRIO</b>			
Dias de reserva:	2		
Volume mínimo do reservatório:	1800 L		
Volume adotado do reservatório:	2000 L		

**Fonte:** Autores

#### 4.1.1.2 Tubulação de Água fria

O dimensionamento de água fria foi realizado conforme NBR 5626/2018 no item 5.3.5 de forma a atender a pressão mínima de 10kPa para o bom funcionamento no ponto de utilização. A velocidade máxima da água nas tubulações não excede a 3,0m/s porque uma velocidade acima desse valor pode provocar ruído desagradável, e desgastar a tubulação.

O projeto teve como cálculo do consumo máximo possível, o método de Hunter (método estimativo que traz como referência os pesos das peças, as perdas de cargas e as velocidades de escoamento da água para estimar o consumo máximo provável ou possível), por ser o que mais

se aproxima do que acontece na realidade onde nunca é o caso de se utilizar todos os elementos ao mesmo tempo. Dessa forma, para os cálculos, é necessário considerar os valores das vazões mínimas e os pesos de cada peça de uso, que estão presentes nas tabelas A1 da NBR 5626/2018. Outras informações necessárias para a realização dos cálculos são os valores de queda de pressão nas conexões e registros, que podem ser obtidos na tabela A3 da NBR 5626/2018.

**Figura 7 - Dimensionamento Tubulação**

Trecho			A - B	B - C	C - D	D - E	E - F	
Soma dos Pesos ( $\Sigma P$ )			9,9	5,7	4,6	2,9	1,8	1,4
Vazão estimada		L/s	0,94	0,72	0,64	0,51	0,40	0,35
Diâmetro Comercial Adotado (DE)		mm	50	50	50	40	25	25
Diâmetro Interno (DI)		mm	44	44	44	35,2	21,6	21,06
Velocidade (máx. 3 m/s)		m/s	0,62	0,47	0,42	0,52	1,10	1,02
Perda de carga unitária		kPa/m	0,12	0,08	0,06	0,12	0,81	0,73
Diferença de cota	desce +	m	0,98	0,98	0	0	2,93	-1
	sobe -							
Comprimento da tubulação	Real	m	7,6	7,6	1,2	6	3,05	1,2
	Equivalente	m	36	32	7,3	6,3	1,4	6,2
	Total	m	43,60	39,60	8,50	12,30	4,45	7,40
Perda de Carga Total		kPa	5,35	3,00	0,53	1,49	3,61	5,43
Pressão disponível (Montante)		kPa	0	4,45	11,25	10,72	9,23	34,93
Pressão disponível residual (Jusante)		kPa	4,45	11,25	10,72	9,23	34,93	19,50
Pressão requerida no ponto de utilização		kPa						10

A - B	Reservatório - Divisão área gourmet
B - C	Divisão área gourmet - Divisão Banheiros (social e subsolo)
C - D	Divisão Banheiros - chuveiro suíte 1
D - E	divisão Chuveiro suíte 1 - Divisão Banheiro suíte
E - F	Divisão Interna Banheiro - Chuveiro suíte

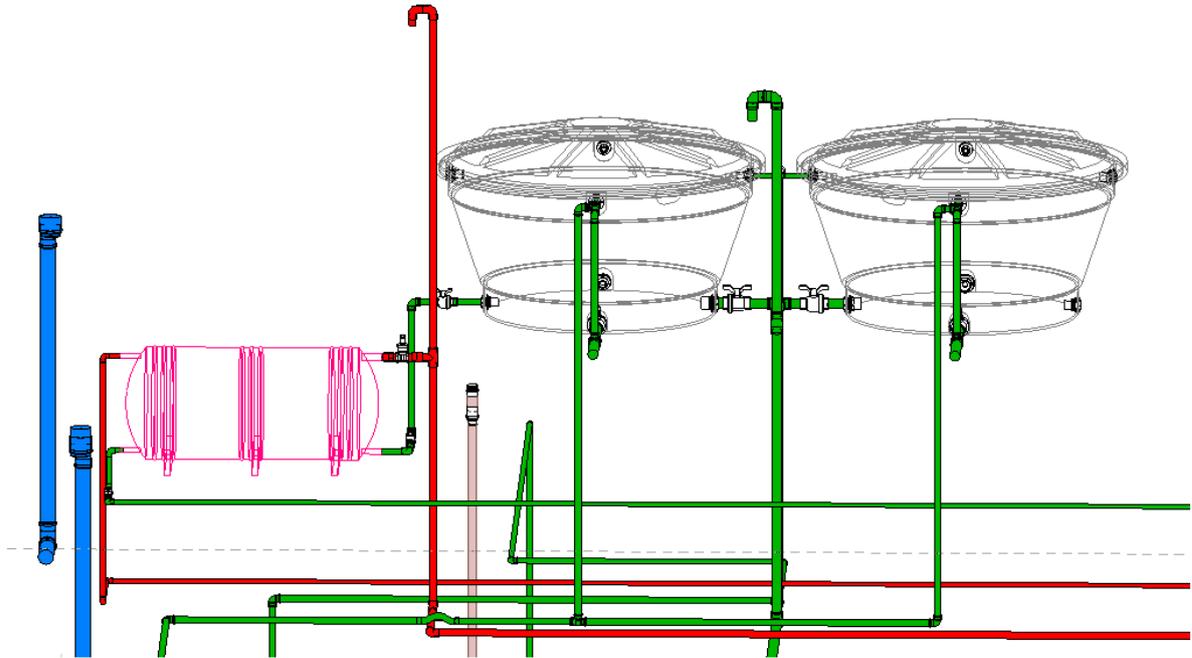
**Fonte:** Autores

As tubulações e conexões utilizado neste projeto foi segundo a NBR 5626/2018, onde a tubulação é embutida foi definido como material para a tubulação e conexões PVC rígido soldável, e para as conexões de saída de água foi definido como material PVC rígido soldável com bucha de latão. Foi realizado o dimensionamento somente de água fria, para verificar se o projeto em questão atenderia a residência de forma eficiente.

#### 4.1.1.3 Revit

Fez se necessário refazer o projeto arquitetônico no Revit de forma simplificada. Foi realizado o traçado das instalações de água fria, ponto de utilização da caixa da água e as colunas e barriletes.

**Figura 8 - Reservatórios**



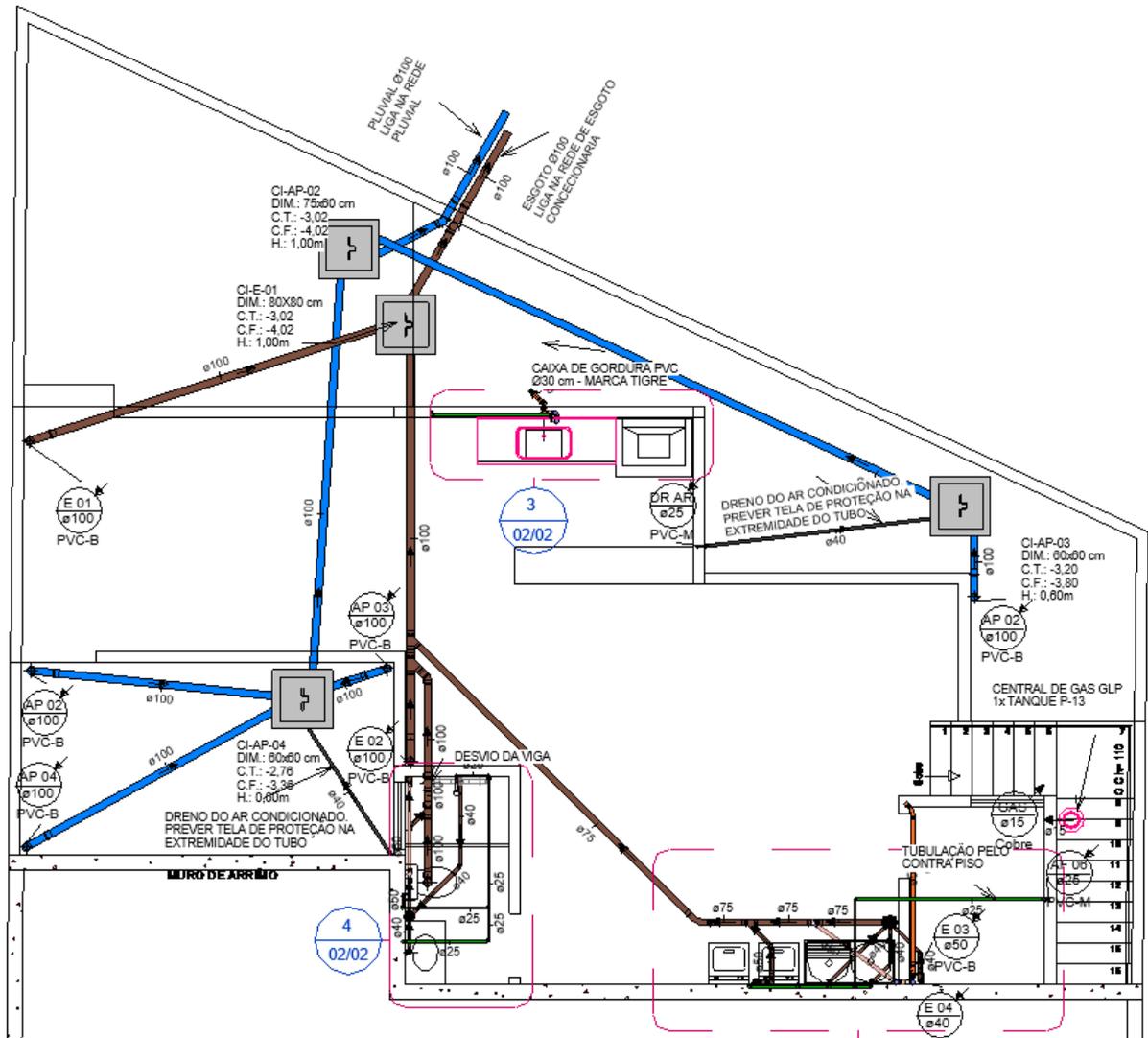
**Fonte:** Autores

#### 4.2 Projeto Sanitário

O projeto Sanitário foi realizado com base a norma brasileira NBR 8160/2020 que estabelece requisitos mínimos para serem obedecidos para que o projeto tenha condições necessárias de higiene, segurança, conforto ao usuário e economia.

O projeto sanitário foi desenvolvido de forma a possibilitar o rápido escoamento dos esgotos do banheiro social, banheiro suíte, cozinha e área de serviço. Estes ambientes se localizam no pavimento superior, portanto foram coletados separadamente. No subsolo, o ramal da área de serviço interligou com o ramal da lavanderia. O ramal do banheiro social interligou com o ramal do banheiro do subsolo no qual são ligados os ramais de descarga e caixa sifonada. O ramal da cozinha será conectado primeiramente à caixa de gordura juntamente com o ramal da pia na área gourmet, e esta à caixa de inspeção. As caixas de esgoto – de inspeção e de gordura – estão localizadas fora da área comum no subsolo.

**Figura 9 - Caixas de Inspeções**



Fonte: Autores

#### 4.2.1 Dimensionamento

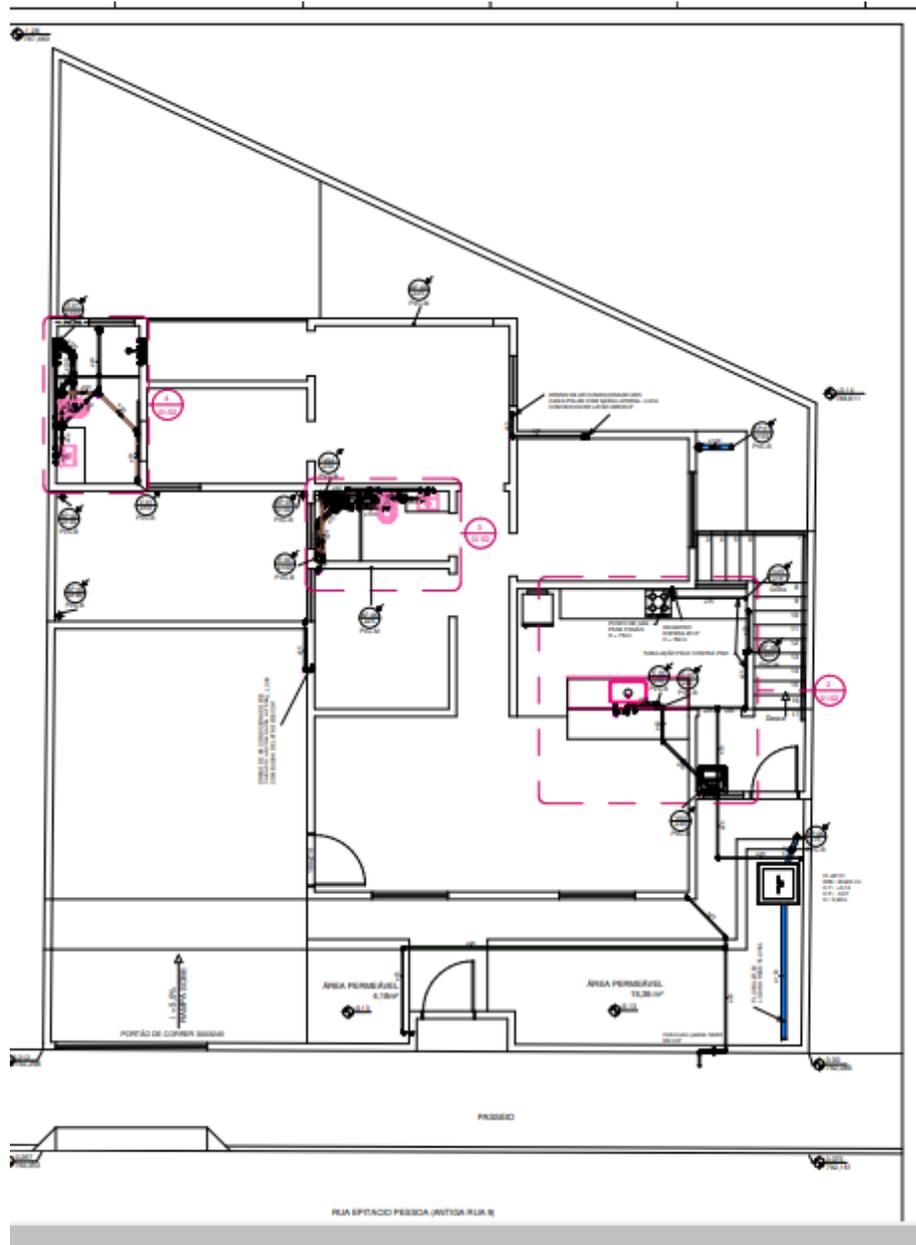
De acordo com a NBR 8160/2020, a inclinação mínima para tubos de descarga e ramais de esgoto com diâmetro nominal igual ou inferior a 75mm é de 2%, e para tubos com diâmetro nominal igual ou superior a 100mm deve ser de 1%. A inclinação máxima dos tubos coletores de água de desvio e dos tubos coletores de água prediais é de 5%. E os dutos de ventilação devem ser instalados com inclinação mínima de 1%. Para o dimensionamento de tubulações de esgoto, é utilizado o método Units of Hunter Contribution (UHC), que é um fator numérico que representa a contribuição considerada devido ao uso de cada tipo de encanamento, levando em conta a probabilidade de simultaneidade de uso associada à vazão dos aparelhos sanitários em hora de contribuição máxima. Portanto, os valores de UHC são obtidos das tabelas 3 a 5 da NBR 8160/2020, levando em consideração a inclinação mínima, e os tamanhos dos tubos seguem as recomendações da norma nas tabelas 6 a 8 da norma.

De acordo com a NBR 8160/2020, os materiais que podem ser utilizados para tubulações e conexões em instalações de esgoto são: aço galvanizado, cobre, ferro fundido, PVC rígido ou outros materiais que atendam aos requisitos necessários. Para o caso em estudo, onde os tubos

são embutidos, optou-se por uma gama lisa de PVC rígido como material para os tubos e ligações.

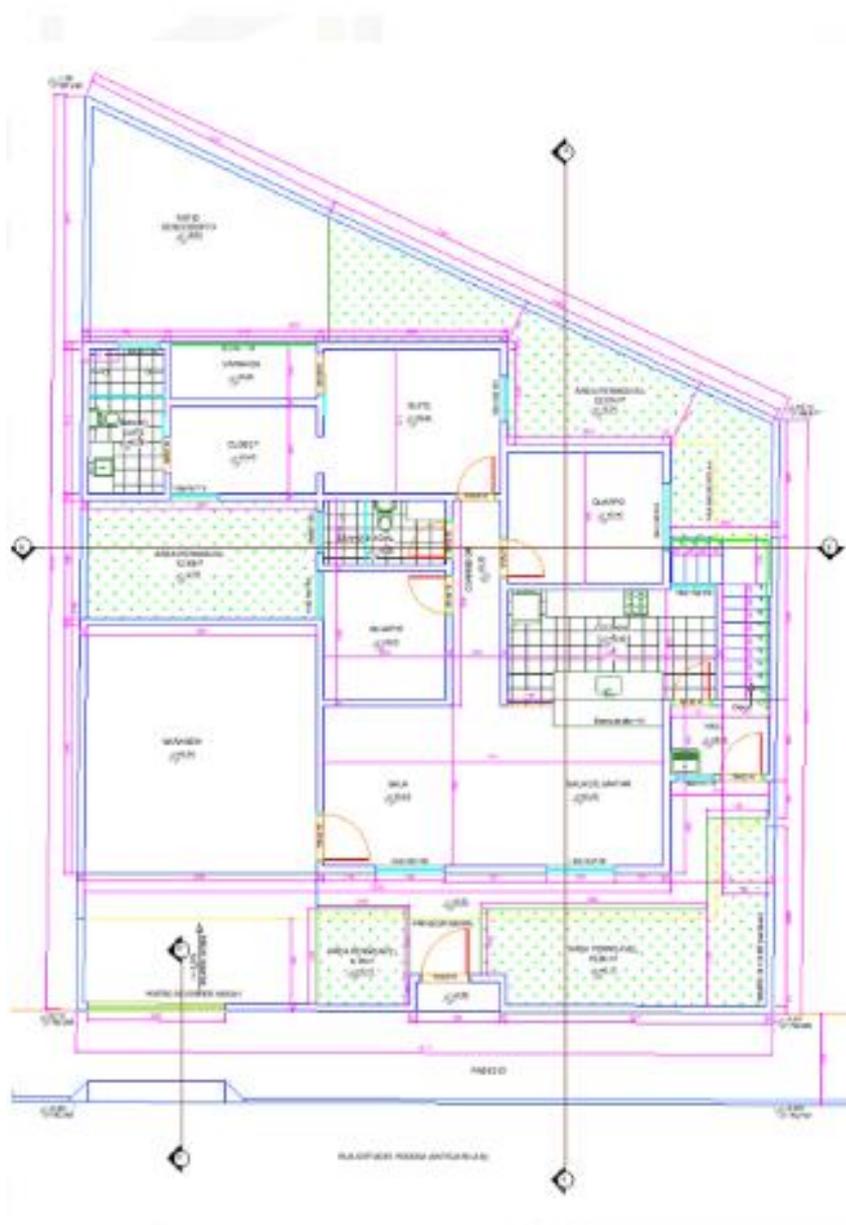
A figura 10 expressa a planta do pavimento desenvolvido com o REVIT, enquanto a figura 11 expõe o planeamento elaborado utilizando o CAD. É evidente o nível de detalhamento abordado em cada planta, com destaque para o REVIT.

**Figura 10 – PLANTA PAVIMENTO TÉRREO REVIT**



**Fonte:** Autores

**Figura 11 - PLANTA PAVIMENTO TÉRREO CAD**



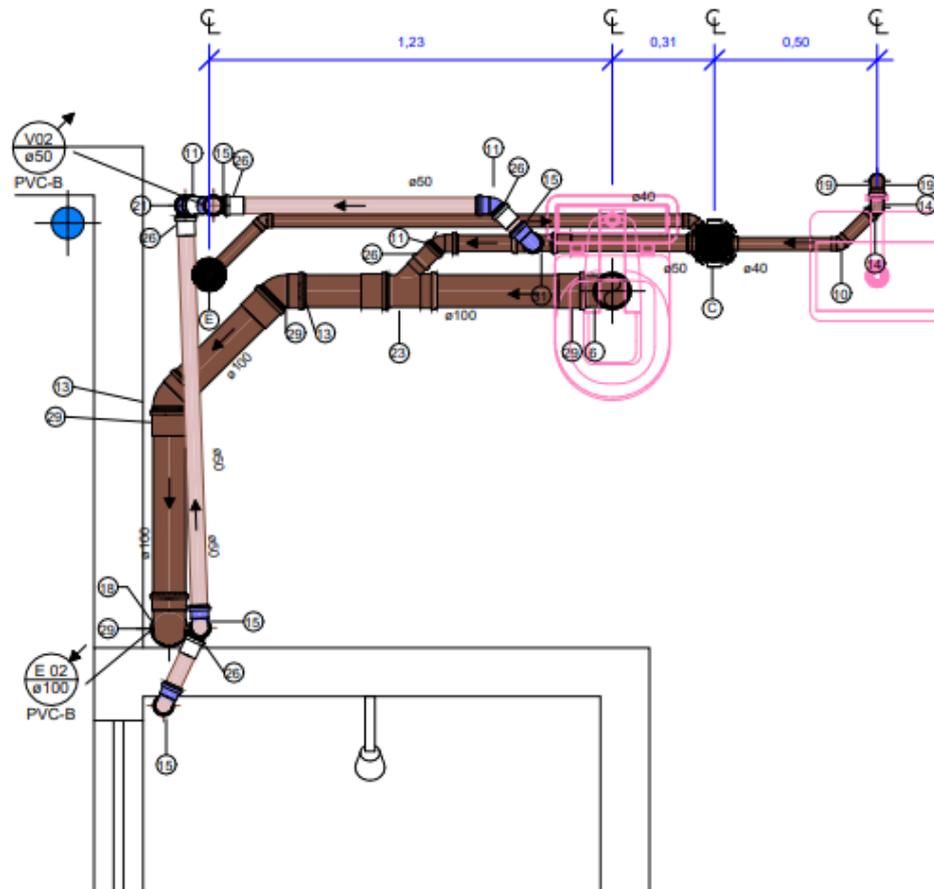
**Fonte:** Autores

As figuras 12, 13, 14 e 15 evidenciam a ampliação do esgoto. Podem ser observados nas figuras 16, 17 e 19 configuram os detalhes isométricos do projeto. A figura 18 está associado a projeção do banheiro social elaborado com o CAD.

A partir de uma análise minuciosa das figuras 14 até 19 é possível identificar de forma clara o nível de detalhamento presente no projeto. Tais componentes permitem aos softwares compostos pela tecnologia BIM a possibilidade de uma avaliação em nível micro e macro a respeito das instalações de esgoto, os componentes do sistema de água fria e quente. Com isso é possível verificar se o projeto segue um padrão sem interferência dos componentes de outras áreas, afim de evitar eventuais limitações e erros. Assim, a partir do mecanismo de compatibilidade, caso venha a ocorrer interferências, as mesmas podem ser verificadas com maior facilidade e corrigidas posteriormente, compactuada às outras áreas da engenharia pelo

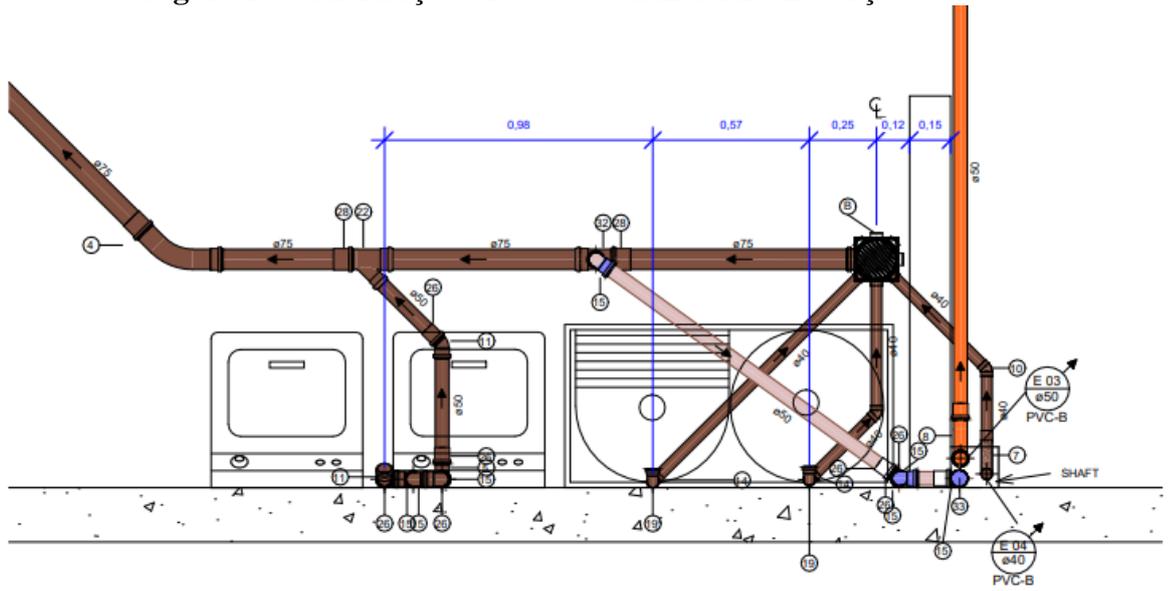
software REVIT. Todos os materiais descritos na ampliação do esgoto, são quantificados posteriormente.

**Figura 12 – AMPLIAÇÃO ESGOTO BANHEIRO SOCIAL**



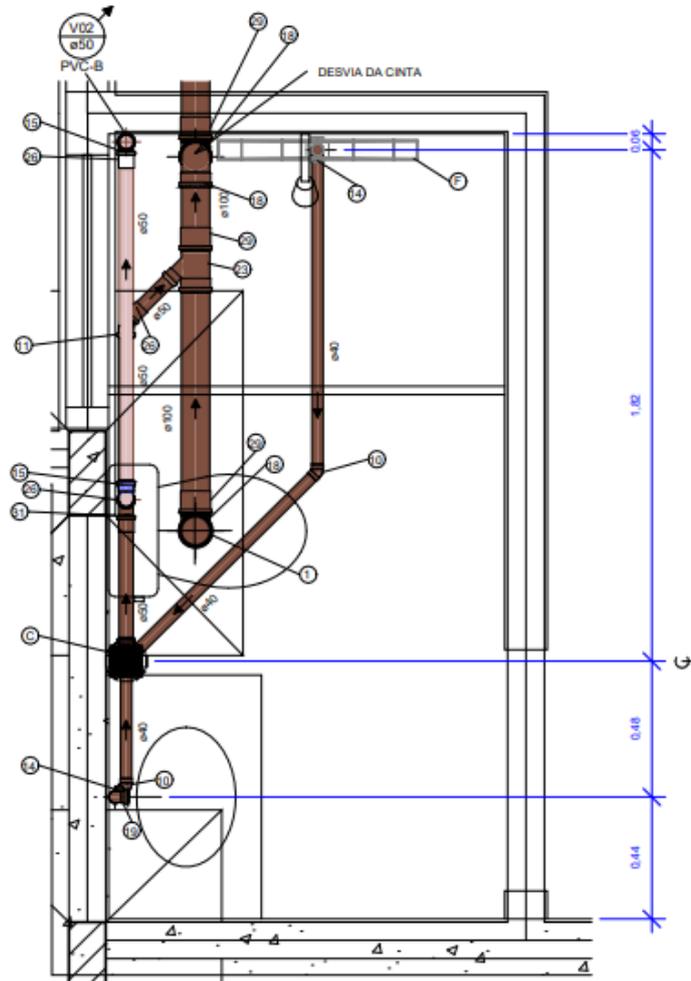
**Fonte:** Autores

**Figura 13 - APLIAÇÃO ESGOTO ÁREA DE SERVIÇOS**

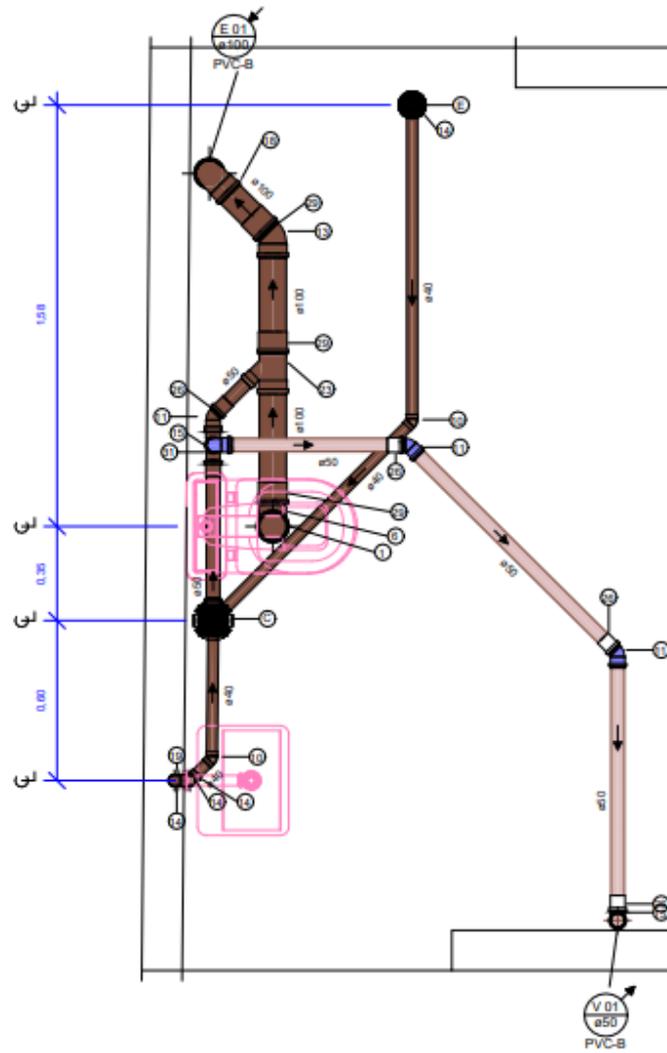


**Fonte: Autores**

**Figura 14 – AMPLIAÇÃO ESGOTO BANHEIRO SUBSOLO**

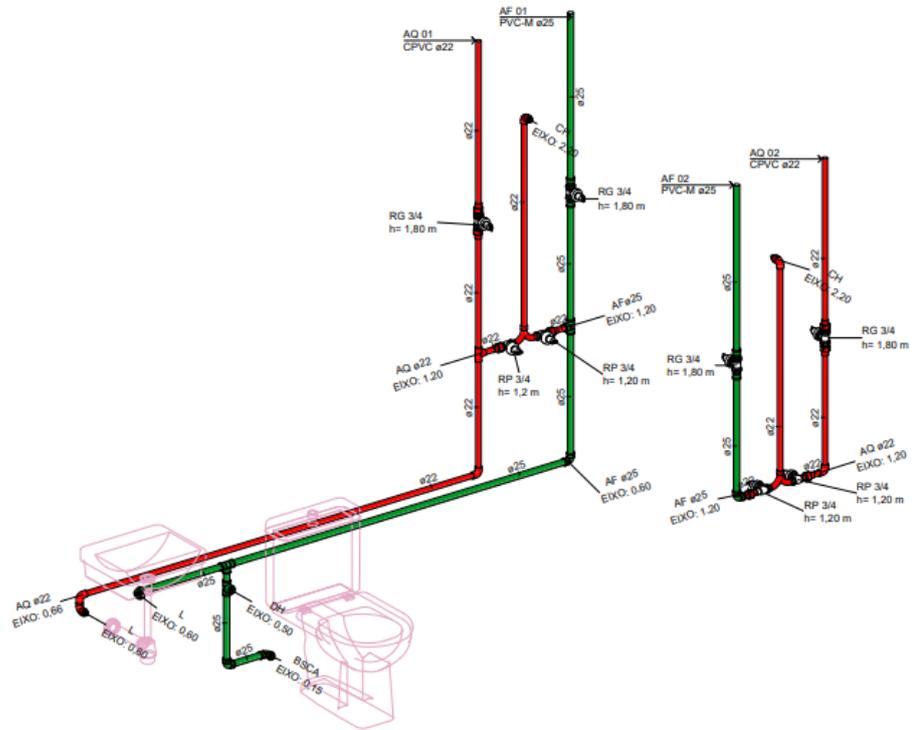


Fonte: Autores  
Figura 15 – AMPLIAÇÃO ESGOTO SUÍTE



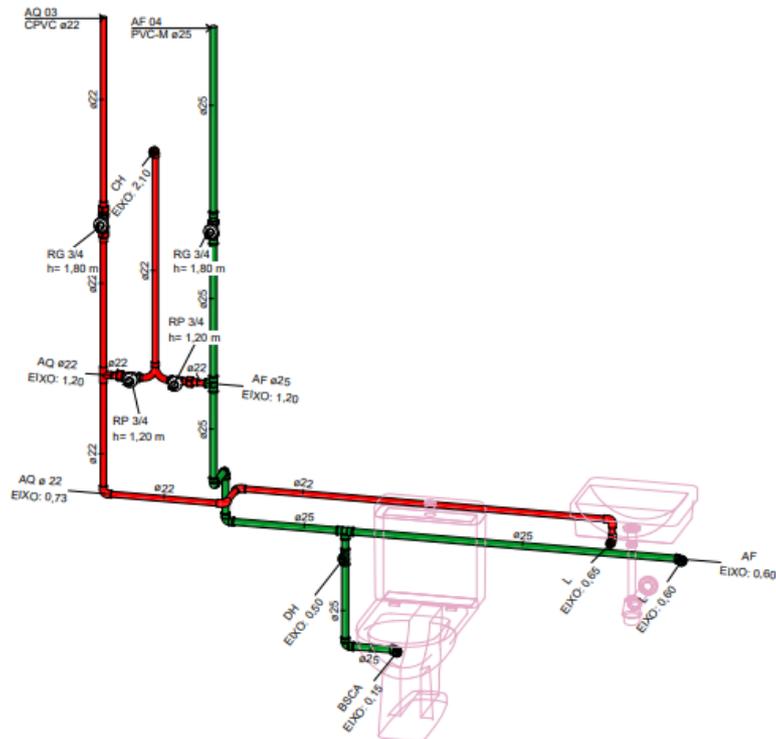
Fonte: Autores

**Figura 16 – ISOMÉTRICO DE ÁGUA FRIA E QUENTE SUÍTE**



**Fonte:** Autores

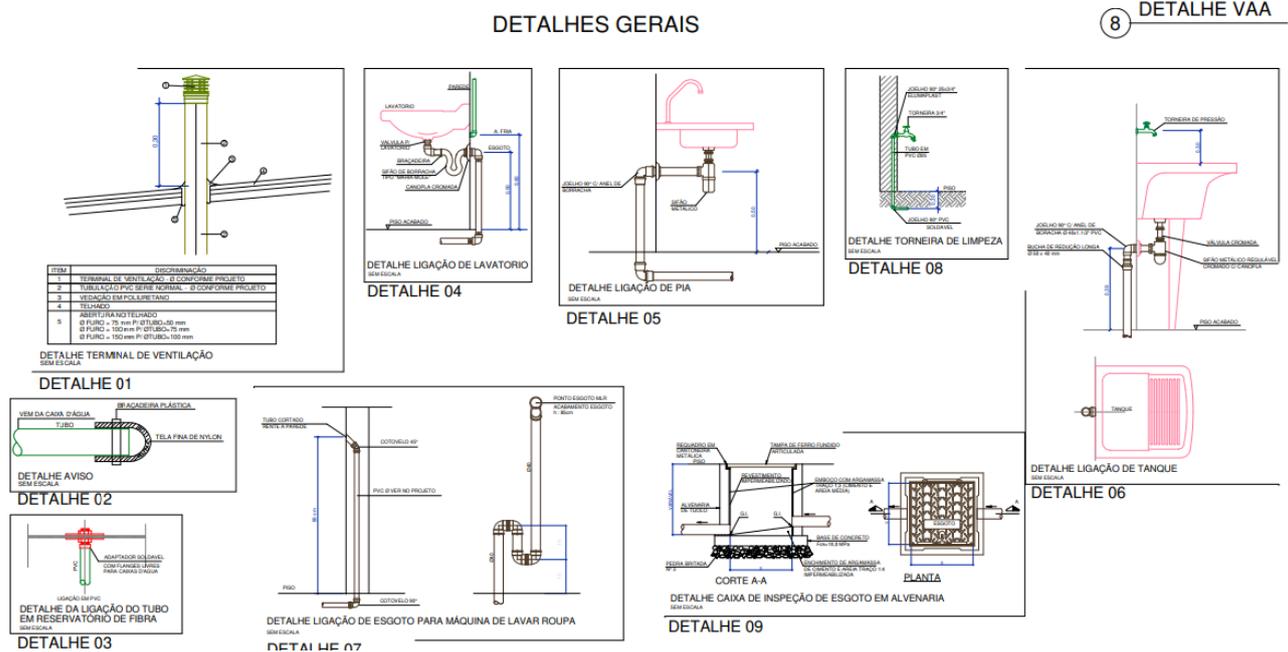
**Figura 17 – ISOMÉTRICO DE ÁGUA FRIA E QUENTE BANHEIRO SOCIAL**



**Fonte:** Autores



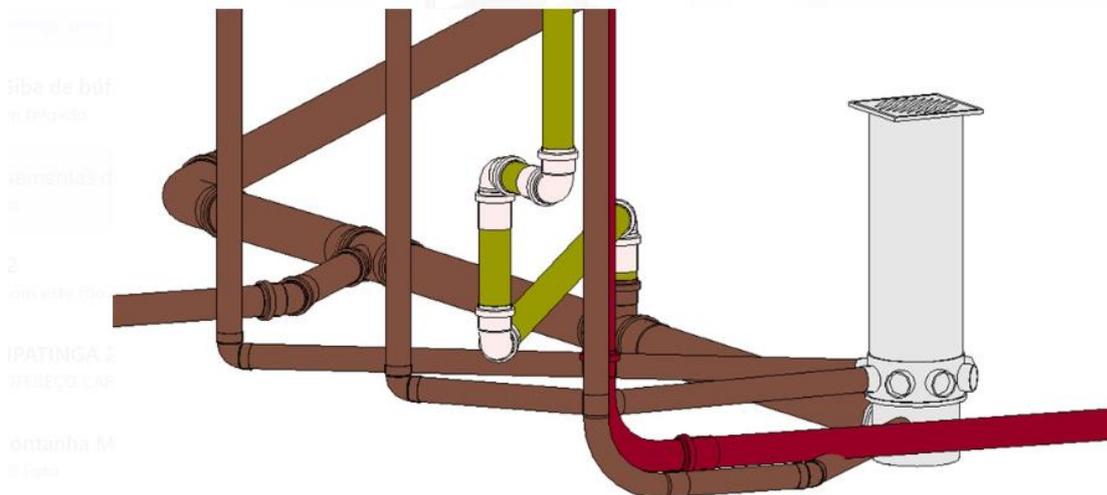
**Figura 20 – DETALHES GERAIS**



**Fonte: Autores**

Ao longo da elaboração do projeto utilizando o REVIT, foi possível perceber uma interferência no projeto, expresso na figura 21. Isso descreve um dos recursos da tecnologia BIM, que integra as disciplinas e possibilita antecipar adversidades como esta. No método CAD isso não é possível pois os projetos são elaborados separadamente.

**Figura 21 – INTERFERÊNCIA NO PROJETO**



**Fonte: Autores**

Um fator preponderante na produção de projetos contendo a tecnologia BIM é a quantificação de matéria prima necessária para a execução do mesmo. É considerado um dos recursos mais favoráveis do software pois permite a elaboração de orçamentos de maneira ligeira e precisa, assegurando uma confiança maior em relação a erros na quantidade de material necessário.

É importante lembrar que pela compatibilidade da metodologia entre as áreas de atuação, quando o projeto é alterado, a lista de matérias primas também se atualiza, o que não ocorre nos softwares de método tradicional, onde o levantamento de matéria prima é realizado manualmente, o que torna sujeito a erros na execução. A figura 22 expressa uma lista dos materiais necessários para a implementação do projeto de sistema hidrossanitário, exportado de forma inteligente e integrativa do REVIT.

**Figura 22 – LISTA DE MATERIAIS CONEXÕES PARA ESGOTO**

Legenda Conexões para Esgoto		
CÓDIGO	Descrição	Tamanho total
1	Adaptador para Saída de Vaso Sanitário 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	100 mmø
2	Bucha de Redução Longa, Esgoto Série Normal - TIGRE	50 mmø-40 mmø
3	Curva 45°/90° Longa, Esgoto Série Normal - TIGRE	50 mmø-50 mmø
4	Curva 45°/90° Longa, Esgoto Série Normal - TIGRE	75 mmø-75 mmø
5	Curva 90° Curta, Esgoto Série Normal - TIGRE	50 mmø-50 mmø
6	Curva 90° Curta, Esgoto Série Normal - TIGRE	100 mmø-100 mmø
7	Curva 45°/90° Longa, Esgoto Série Normal - TIGRE	40 mmø-40 mmø
8	Curva 45°/90° Longa, Esgoto Série Normal - TIGRE	50 mmø-50 mmø
9	Curva 45°/90° Longa, Esgoto Série Normal - TIGRE	100 mmø-100 mmø
10	Joelho 45°/90°, Esgoto Série Normal - TIGRE	40 mmø-40 mmø
11	Joelho 45°/90°, Esgoto Série Normal - TIGRE	50 mmø-50 mmø
12	Joelho 45°/90°, Esgoto Série Reforçada - TIGRE	50 mmø-50 mmø
13	Joelho 45°/90°, Esgoto Série Normal - TIGRE	100 mmø-100 mmø
14	Joelho 45°/90°, Esgoto Série Normal - TIGRE	40 mmø-40 mmø
15	Joelho 45°/90°, Esgoto Série Normal - TIGRE	50 mmø-50 mmø
16	Joelho 45°/90°, Esgoto Série Reforçada - TIGRE	50 mmø-50 mmø
17	Curva 45°/90° Longa, Esgoto Série Normal - TIGRE	75 mmø-75 mmø
18	Joelho 45°/90°, Esgoto Série Normal - TIGRE	100 mmø-100 mmø
19	Joelho 90° com Anel, Esgoto Série Normal - TIGRE	40 mmø-40 mmø
20	Tê/Junção Simples, Esgoto Série Normal - TIGRE	40 mmø-40 mmø-40 mmø
21	Tê/Junção Simples, Esgoto Série Normal - TIGRE	50 mmø-50 mmø-50 mmø
22	Tê/Junção Simples, Esgoto Série Normal - TIGRE	75 mmø-75 mmø-50 mmø
23	Tê/Junção Simples, Esgoto Série Normal - TIGRE	100 mmø-100 mmø-50 mmø
24	Tê/Junção Simples, Esgoto Série Normal - TIGRE	100 mmø-100 mmø-75 mmø
25	Tê/Junção Simples, Esgoto Série Normal - TIGRE	100 mmø-100 mmø-100 mmø
26	Luva Simples, Esgoto Série Normal - TIGRE	50 mmø-50 mmø
27	Luva Simples, Esgoto Série Reforçada - TIGRE	50 mmø-50 mmø
28	Luva Simples, Esgoto Série Normal - TIGRE	75 mmø-75 mmø
29	Luva Simples, Esgoto Série Normal - TIGRE	100 mmø-100 mmø
30	Terminal de Ventilação, Esgoto Série Normal - TIGRE	50 mmø
31	Tê/Junção Simples, Esgoto Série Normal - TIGRE	50 mmø-50 mmø-50 mmø
32	Tê/Junção Simples, Esgoto Série Normal - TIGRE	75 mmø-75 mmø-50 mmø
33	Valvula de Admissao de Ar, Esgoto Série Normal	50 mmø

**Fonte:** Autores

## 5. CONCLUSÕES

A partir desse estudo de caso podemos concluir que a metodologia BIM traz benefícios significativos em comparação ao CAD tradicional, promovendo uma abordagem integrada, colaborativa e mais eficiente na produção, comunicação e análise de modelos de construção. Com seu foco na interoperabilidade, modelagem paramétrica e visualização tridimensional, o

BIM capacita os profissionais da indústria da construção a melhorar a qualidade dos projetos, reduzir erros e custos, e aumentar a eficiência geral do processo de construção. Ao comparar os níveis de detalhamento do projeto de sistema hidrossanitário desenvolvido com a metodologia BIM exposto previamente pode-se observar uma série de benefícios que confirmam as afirmações anteriores.

Um dos principais aspectos positivos é o nível de detalhamento exposto no projeto. Com o BIM, é possível criar um modelo tridimensional detalhado do sistema hidrossanitário, o que facilita a visualização de interferências tanto internas quanto externas. Essas interferências podem ser identificadas antecipadamente, permitindo correções e ajustes antes da fase de construção. Dessa forma, eventuais limitações que possam comprometer o funcionamento e a segurança do sistema são mitigadas desde a etapa de planejamento.

Além disso, o uso do BIM também traz benefícios no que diz respeito à mensuração de materiais necessários para a execução do projeto, como foi exposto. Os softwares de modelagem BIM já possuem incorporados em suas funcionalidades a capacidade de quantificar os materiais necessários. Isso facilita a realização de orçamentos precisos, uma vez que as quantidades são automaticamente calculadas a partir do modelo virtual. Essa capacidade também auxilia na elaboração de solicitações de matéria-prima para o andamento do planejamento, agilizando o processo de aquisição e garantindo que os materiais corretos estejam disponíveis no momento adequado.

Portanto, é inegável que a utilização da metodologia BIM em projetos de sistemas hidrossanitários contribui para um maior detalhamento do projeto, facilitando a identificação de interferências e otimizando a mensuração de materiais. Esses aspectos combinados resultam em um planejamento mais eficiente e preciso, trazendo benefícios tanto em termos de qualidade quanto de economia para a execução da obra. Assim o BIM permite uma abordagem mais colaborativa para a produção, comunicação e análise de modelos de construção. Ao contrário do CAD, o BIM vai além da representação geométrica dos objetos, permitindo a incorporação de informações adicionais, como parâmetros, regras, propriedades não geométricas e características dos elementos modelados, trazendo uma série de benefícios para quem utiliza.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTODESK. **Produtos (Revit)** 2023. Disponível em:  
<https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160:2020** - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em:  
<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=351152>. Acesso em: 05 mai. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844:2019** - Instalações prediais de águas pluviais - Procedimento. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=448738>. Acesso em: 05 mai. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626:2018** - Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em:  
<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=116>. Acesso em: 05 maio 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-6**: edificações habitacionais — desempenho parte 6: sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2013.

Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=34>. Acesso em: 20 maio 2023.

DARIVA, Matheus Alves; DE ARAÚJO, André Luís. **Concepção de projetos hidrossanitários com tecnologia BIM: estudo comparativo ao método conduzido em plataforma CAD**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, v. 2, p. 1-11, 2019.

DAROS, José. **GUIA COMPLETO: BIM 10D construção industrializada**. 2019. Disponível em: <<https://utilizandobim.com/blog/bim-10d-construcao-industrializada/>>. Acesso em: 26 jan. 2023.

DE SOUZA, Derek Santos et al. **Análise comparativa das plataformas BIM e CAD na aplicação de projetos de edificações**. Epitaya E-books, v. 1, n. 15, p. 343-358, 2020.

EASTMAN, Chuck. et al. **MANUAL DE BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

GONZAGA, Amanda. **PROJETO HIDROSSANITÁRIO: o que é e por que é tão importante**. 2021. Disponível em: <<https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/projeto-hidrossanitario/>>.

LAORENT, Danny; NUGRAHA, Paulus; BUDIMAN, Januar. **Analisar a decolagem da quantidade com o Autodesk Revit**. Dimensi Utama Teknik Sipil, v. 6, n. 1, pág. 1-8, 2019.

LOBATO, Jackson Jamilton; RACHID, Karen Garcia; FERREIRA, Tatiana Vettori. **Aplicabilidades do BIM na construção civil**. Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa, v. 38, n. especial, p. 493-503, 2022.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. **Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem**. Texto & Contexto, v. 17, n. 4, p. 758–764, 2008.

MIRANDA, Rian das Dores de; SALVI, Levi. **Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 7, n. 5, p. 79-98, 2019.

OLIVEIRA, Henrique Nascimento de. **Metodologia BIM aplicada ao desenvolvimento de projetos**. 2023. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

OLIVEIRA, Fabriccio de Almeida et al. **Previsão da geração de resíduos na construção civil por meio da modelagem BIM**. Ambiente Construído, v. 20, p. 157-176, 2020.

OLIVEIRA, Pedro Henrique de et al. **Comparativo entre metodologia tradicional 2D e BIM na detecção de incompatibilidades de projetos.** 2019.

<<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26183>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS: **Implementação de BIM.** 2019.

Disponível em: <<https://www.depi.unicamp.br/implementacao-de-bim-building-information-modeling-na-unicamp/>>. Acesso em: 5 mai. 2023.

SOUZA, D. S.; SILVA L. A.; ALMEIDA, I. S.; FARIAS, B. M. **Análise comparativa das plataformas BIM e CAD na aplicação de projetos de edificações.** Epitaya E-books, [S. l.], v. 1, n. 15, p. 343-358, 2020. Disponível em:

<https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/113>. Acesso em: 4 mai. 2023.

TAYPE, Lisseth Espinoza; DEZEN-KEMPTER, Eloisa. **Contribuição de BIM para a segurança laboral na construção civil: uma revisão sistemática de literatura.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 11, p. e020002-e020002, 2020.

TROTA FILHO, Jorge; MENDES, Lorranny Vieira. **Avaliação da variação do custo de um projeto hidráulico de água fria.** Revista Engenharia, Meio Ambiente e Inovação, p. 47. v.07, n. 2. 2021.