



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE ENGENHARIAS MOSSORÓ
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ANA JÚLIA NUNES CARDOSO

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS HIDROSSANITÁRIO E SEGURANÇA
CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÃO PÚBLICA COM METODOLOGIA BIM**

MOSSORÓ
2025

ANA JÚLIA NUNES CARDOSO

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS HIDROSSANITÁRIO E SEGURANÇA
CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÃO PÚBLICA COM METODOLOGIA BIM**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Alisson Gadelha de Medeiros

MOSSORÓ

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C268c Cardoso, Ana Júlia Nunes . Compatibilização de projetos hidrossanitário e segurança contra incêndio em edificação pública com metodologia bim / Ana Júlia Nunes Cardoso. 2025.
73 f. : il.

Orientador: Alisson Gadelha de Medeiros.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil, 2025.

1. Projetos complementares. 2. integração. 3. interferência. 4. fluxo de trabalho. 5. otimização. I. Medeiros, Alisson Gadelha de, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ANA JÚLIA NUNES CARDOSO

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS HIDROSSANITÁRIO E SEGURANÇA
CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÃO PÚBLICA COM METODOLOGIA BIM**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 12 / 02 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Alisson Gadelha de Medeiros, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Marcos Denilson Barbosa dos Santos, Esp. (Externo)
Membro Examinador

Gabriel Galvão de Medeiros Lopes, Bel. (Externo)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela minha vida e por sustentar em todos os obstáculos e desafios encontrados ao decorrer de toda a graduação.

Agradeço aos meus pais, Juciano e Regineide, por sempre terem me apoiado durante toda a minha vida e, em especial, durante o meu curso. Vocês são a minha base, meu alicerce, os pilares da minha vida. Sem vocês, eu não seria nada e não chegaria a lugar algum.

Agradeço à minha irmã, Maria Heloyse, que, mesmo tão pequena, conseguiu me dar forças e alegrar todos os meus dias de ansiedade e desespero.

Agradeço especialmente ao meu amado noivo, Augusto Cavalcante. Expresso minha profunda gratidão por ser meu companheiro fiel em toda essa jornada e por me proporcionar momentos felizes durante esse processo. Seu amor e apoio me deram forças desde o início dessa graduação. Agradeço por acreditar em mim mais do que eu mesma e por estar ao meu lado em todas as horas, oferecendo suporte incondicional.

Agradeço ao Orientador Prof. Dr. Alisson Gadelha por sua orientação e apoio. Sua dedicação em integrar a prática em todas as disciplinas destacou-se e tornou o aprendizado muito mais enriquecedor.

Agradeço imensamente ao Núcleo de Pesquisa e Extensão Acesso à Terra Urbanizada por todas as oportunidades que me foram proporcionadas, pois a experiência adquirida ampliou minha visão de mundo, permitindo-me compreender mais profundamente as problemáticas sociais e o papel transformador que um engenheiro pode desempenhar na melhoria da qualidade de vida das pessoas. Em especial, expresso minha profunda gratidão e admiração a Almir Mariano, uma pessoa de enorme coração, cuja dedicação e generosidade inspiram todos ao seu redor. Sou grata por tudo o que fez e continua fazendo por mim.

Agradeço aos meus Amigos e colegas de graduação. Sem dúvida, essa trajetória foi marcada por desafios, mas também por momentos de parceria e crescimento, e levo comigo não apenas o conhecimento adquirido, mas também as valiosas amizades que construí ao longo do caminho.

Agradeço à Secretaria de Infraestrutura pela oportunidade de estagiar e vivenciar na prática os desafios e responsabilidades da área. Em especial, expresso minha gratidão a Sávio Couras, cujo apoio, ensinamentos e dedicação foram fundamentais para o meu aprendizado. Também agradeço aos demais profissionais da Secretaria, cuja convivência contribuiu, de alguma forma, para minha experiência no estágio.

Estendo meus agradecimentos à RN Projetos, representada pelo engenheiro civil Maikon Carvalho, por me proporcionarem a oportunidade de estagiar e compreender o empreendedorismo na prática. Essa experiência foi enriquecedora e despertou ainda mais minha visão sobre os desafios e oportunidades na engenharia. Sou grata, ainda, aos amigos que fiz nesse ambiente de profissionais ímpares, cuja convivência tornou essa jornada ainda mais especial e inspiradora.

RESUMO

A necessidade de compatibilizar projetos é algo que surge devido ao manuseio de *softwares* que possuem integração. Para isso, o Revit surge como uma ferramenta que permite à associação dos diferentes projetos através da modelagem, coordenação e integração das diferentes disciplinas de projeto em ambiente único. Nesse sentido, este trabalho objetiva compatibilizar as instalações prediais dos projetos hidrossanitário e Segurança Contra Incêndio (SCI) de uma edificação pública utilizando metodologia BIM. Para isso, seguiu-se os procedimentos metodológicos de: coleta dos projetos e arquivos, consulta aos normativos e instruções técnicas, conversão dos projetos de CAD para BIM, criação de uma rotina de trabalho e análise das incompatibilidades. Dessa forma, este trabalho teve como resultado a obtenção de um fluxo de rotina de CAD para BIM, demonstrou ser viável a transição entre os sistemas que garantem a padronização e qualidade dos projetos. Acrescenta-se a isso a detecção de nove inconsistências, relacionadas as disciplinas de hidráulica versus sanitário, porém, não obteve-se nenhuma inconsistência relacionada as disciplinas de hidráulica e sanitária com hidráulica de hidrantes. Com isso, possibilitou a demonstração de parâmetros e indicadores em uma cartilha que servirá na orientação de estudantes e profissionais da construção civil. Por fim, conclui-se que o estudo evidenciou pontos positivos relacionados a precisão, otimização, eficiência e integração da compatibilização dos projetos, diminuindo assim as interferências e tomada de decisões improvisadas no momento da fase de execução da obra. No entanto observou-se que a ferramenta poderá ser melhor desenvolvida, pois apresentou inconsistências no relatório de interferências que quando melhor observadas não existiam. Soma-se a isso o fato da incipiente utilização da metodologia BIM, refletida na necessidade de um maior período de dedicação e adaptação dos estudantes e projetistas.

Palavras-chave: Projetos complementares, integração, interferência; fluxo de trabalho; otimização

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Principais Instruções Técnicas do CBMRN.....	22
Figura 2: Mapa de localização do bloco de Biomédicas II - UFERSA.....	34
Figura 3: Etapalização do processo metodológico	35
Figura 4: Plantas baixas do projeto arquitetônico laboratório de biomédicas II-Pavimento Térreo.....	37
Figura 5: Plantas baixas do projeto arquitetônico laboratório de biomédicas II-Pavimento Superior	37
Figura 6: Comando Units AutoCAD.....	38
Figura 7: Níveis	39
Figura 8: Aba inserir com o comando importar CAD.....	39
Figura 9: Parâmetros do comando importar CAD.....	40
Figura 10: Comando parede e editar tipo	40
Figura 11: Comando piso	41
Figura 12: Comando de inserção de esquadrias	41
Figura 13: Inserir telhado	42
Figura 14: Componentes.....	43
Figura 15: Arquitetura em 3D	43
Figura 16: Vincular Revit.....	44
Figura 17: Cópia e monitoramento de vínculo	45
Figura 18: Planta de piso	45
Figura 19: Representação Água Fria	46
Figura 20: Criando Tubulação.....	47
Figura 21: Componentes esgoto	47
Figura 22: Hidrante.....	49
Figura 23: Tubulação de Combate a Incêndio.....	49
Figura 24: Verificação de interferência	50
Figura 25: Seleção dos projetos e itens de compatibilização	51
Figura 26: Detalhe CAD.....	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local.....	15
Quadro 2 – Consumo predial diário (valores indicativos).....	15
Quadro 3 – Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização.	17
Quadro 4 – Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga.....	18
Quadro 5 – Dimensionamento de ramais de esgoto.	19
Quadro 6 – Dimensionamento de tubos de queda.	20
Quadro 7 – Dimensionamento de subcoletores e coletor predial.	20
Quadro 8 – Dimensionamento de ramais de ventilação.	20
Quadro 9 – Demais Instruções Técnicas do CBMRN.....	23
Quadro 10 – Interferências (hidráulico x sanitário).....	53

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1 Geral.....	12
2.2 Específicos	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 Concepções projetuais de instalações hidrossanitárias e segurança contra incêndio	13
3.1.1 Projetos Hidrossanitários.....	13
3.1.1.1 Projeto Hidráulico	14
3.1.1.2 Projeto Sanitário.....	18
3.1.2 Projeto de segurança contra incêndio	21
3.2 Ferramenta CAD versus BIM	29
4. METODOLOGIA	34
4.1 Área de estudo.....	34
4.2 Etapalização do estudo	35
4.2.1 Coletas e processamento dos dados.....	35
4.2.2 Análise dos dados.....	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1 CONVERSÃO DOS PROJETOS DE CAD PARA BIM	37
5.1.1 Modelagem do projeto arquitetônico	37
5.1.2 Modelagem do projeto hidrossanitário.....	44
5.1.3 Modelagem das instalações hidráulicas de combate a incêndio.....	48
5.2 COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE PROJETOS	50
5.3 COMPARAÇÃO ENTRE CAD E BIM	57
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
6. REFERÊNCIAS	60
7. CARTILHA	68
APÊNDICE A – MODELAGEM DO PROJETO ARQUITETÔNICO.....	71
APÊNDICE B1 – MODELAGEM DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO.....	72
APÊNDICE B2 – MODELAGEM DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO.....	73
APÊNDICE C – MODELAGEM DAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE COMBATE A INCÊNDIO.....	74

1. INTRODUÇÃO

A construção civil se destaca como um dos setores de maior relevância para o desenvolvimento econômico do país.

O Produto Interno Bruto (PIB) vem tendo um aumento vertiginoso afetando diretamente a indústria da construção civil. De acordo com o IBGE, o PIB aumentou 2,4% no 2º trimestre de 2024, impulsionando o desenvolvimento em cadeia da construção civil (IBGE, 2024).

A partir disso, esse aquecimento do setor construtivo exige cada vez mais a implementação de novos recursos tecnológicos e inovações que se adequem a esse movimento. Além disso, este setor de produção é repleto de desafios, devido sua vasta demanda de profissionais especialistas, otimização e qualidade das edificações.

A modernização do processo construtivo torna cada vez mais viáveis edificações de qualidade e garantia de segurança à população. Neste contexto, surge a necessidade e demanda de projetos cada vez melhores que atendam as exigências do mercado, sejam bem detalhados e especificados, como também elaborados em prazos cada vez menores. Desta forma, torna-se imprescindível o uso de metodologias que auxiliem e garantam a segurança de compatibilização de projetos, com cada vez menos erros de dimensionamento e possíveis aparecimentos de contratempos durante a execução da obra.

A metodologia BIM (Building Information Modeling) começou a ser utilizada na década de 70 por Eastman, entretanto, o modo como vem sendo utilizado atualmente surgiu em 1992 com os estudos de Van Nederveen e sua modelagem da construção em múltiplas vistas. Tendo isso em vista, a modelagem em múltiplas vistas trouxe uma nova abordagem para as práticas de projetos e a colaboração entre as diversas áreas da construção civil. Além disso, é essencial considerar que o avanço tecnológico e as mudanças do setor influenciam a adoção e a aplicação do BIM ao longo das décadas, se aprimorando e adaptando cada vez mais (Souza, 2017).

A utilização do método BIM permite maior praticidade e melhor visualização do projeto como um todo, contribuindo para uma execução de obra mais ajustada à concepção inicial. Dessa forma, a utilização de *softwares* que tem essa metodologia possibilita mais segurança a agentes da construção civil e a população.

Um projeto de construção civil bem elaborado precisa ter um entrosamento entre todos os seus projetos complementares, entre eles podem ser citados o projeto de fundações, estrutural, instalações etc. Por outro lado, a não compatibilidade entre eles pode gerar inúmeras improvisações para solucionar problemas que surgem com a ausência de harmonia, tornando o custo da obra mais alto. Portanto, há a necessidade de utilizar tecnologias atuais que auxiliam nesse processo de compatibilização de todos os projetos, sobrepondo-os para evitar o choque de informações (Carvalho Júnior, 2017).

Dentre os complementares, pode-se destacar o projeto hidrossanitário cujo objetivo é

definir os sistemas de distribuição de água e de esgoto, de modo a garantir o seu uso de forma contínua e em quantidade necessária para o consumo da edificação.

Ainda nessa área, um projeto relevante para as edificações é o de segurança contra incêndio, cuja finalidade se dá a partir da redução de possíveis ocorrências e da propagação do fogo, além de preconizar formas mínimas de segurança com utilização de equipamentos para controle até a chegada do corpo de bombeiros. É um projeto que engloba medidas mitigadoras que vão desde o princípio de fogo até a desocupação total da edificação, de maneira rápida e eficiente.

Conforme dito anteriormente, uma tecnologia muito utilizada para a compatibilização atualmente é a metodologia Building Modeling Information (BIM) que gerencia a base de dados do projeto de construção e os dados do projeto em formato digital. Com isso, é possível visualizar todos os projetos sobrepostos desde a concepção inicial até o período do seu ciclo de vida (Penttilä, 2006). Um dos *softwares* que utiliza essa metodologia é o REVIT, que se popularizou no mercado pela facilidade em integrar diferentes tipos de projetos.

Portanto, quanto ao objetivo deste estudo, tem-se a aplicação da metodologia BIM na compatibilização de projetos hidrossanitários e de segurança contra incêndio. Nesse contexto, procura-se analisar as etapas do processo de compatibilização, identificar os desafios enfrentados na adoção do BIM, além de propor soluções que possam otimizar sua aplicação, contribuindo para uma maior integração e eficiência desses projetos.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Compatibilizar as instalações prediais de projetos hidrossanitário e Segurança Contra Incêndio (SCI) em edificação pública com metodologia BIM.

2.2 Específicos

- Oferecer uma rotina de trabalho didática de transição de projetos hidrossanitário e segurança contra incêndio entre os *softwares* AutoCAD e Revit para estudantes e profissionais da área.

- Obter parâmetros evolutivos quanto à substituição de uso do AutoCAD para Revit em projetos hidrossanitário e segurança contra incêndio.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Concepções projetuais de instalações hidrossanitárias e segurança contra incêndio

A partir dos estudos de Eastman et al. (2014), um dos fatores essenciais da metodologia BIM se dá durante a concepção dos projetos suplementares, nos quais podem ocorrer situações como a elaboração da passagem de uma tubulação do sistema hidrossanitário que, posteriormente, confronta uma viga planejada no projeto estrutural. Isso pode acontecer devido ao fato de não existir uma análise do nível da tubulação naquela região, portanto as representações em modelos digitais facilitam a visualização desses problemas tornando mais complexa e eficiente os projetos enviados para os canteiros de obra, assim minimizando possíveis erros no momento da execução do projeto.

Conforme a NBR 15575-6 (ABNT, 2021), “as instalações hidrossanitárias são responsáveis diretas pelas condições de saúde e higiene requeridas para a habitação, além de apoiarem todas as funções humanas nela desenvolvidas”. Com isso, Lima (2016) afirma que os projetos complementares têm como objetivo acompanhar o projeto arquitetônico para garantir a funcionalidade e desempenho da edificação. O autor ainda complementa que nesses projetos o hidrossanitário se destaca mais, desde os cálculos de distribuição de água potável até a delimitação das redes de água fria e quente.

A evolução das metodologias de projetos na engenharia, especialmente com a transição do CAD para o BIM, tem trazido à tona discussões relevantes sobre a eficácia e a complexidade na concepção de projetos complementares, como os sistemas hidrossanitários. A possibilidade de identificar conflitos, como a interseção entre tubulações e elementos estruturais, destaca a necessidade de uma modelagem tridimensional precisa, que possibilite uma visão holística do projeto antes da execução. No entanto, essa integração também demanda um investimento significativo em treinamento e tecnologia, levantando questões sobre a viabilidade econômica da adoção do BIM em projetos menores.

3.1.1 Projetos Hidrossanitários

O projeto hidrossanitário compreende um conjunto de procedimentos detalhados que definem como serão implementados os sistemas de água fria, esgoto e água quente em uma edificação. Abrangendo desde a captação e distribuição de água potável até a coleta e descarte adequado das águas residuais, de modo que todos os sistemas funcionem de forma eficiente, eficaz e segura.

3.1.1.1 Projeto Hidráulico

Para desenvolver um projeto hidráulico, atualmente, utiliza-se a NBR 5626 – Sistemas prediais de água fria e água quente — projeto, execução, operação e manutenção (ABNT, 2020). A norma supracitada contempla as premissas de cálculo; critérios/métodos de dimensionamento; memorial descritivo; volumes de armazenamento; pressões de trabalho; simultaneidade de uso e vazões de projeto dos pontos de utilização; fontes de abastecimento de água; previsão de dispositivos de segurança; desenhos, detalhes e diagrama vertical, necessários para compreensão; especificação para operação e controle de componentes e aparelhos sanitários; vida útil do projeto e manutenções necessárias para atingi-la.

De acordo com Borges (1992), a estrutura de uma instalação de distribuição de água constitui-se pelas tubulações, equipamentos, reservatórios e dispositivos, destinados ao abastecimento da edificação, em quantidade suficiente, mantendo a qualidade da água fornecida. Para o autor, o projeto hidrossanitário deve ser elaborado simultaneamente aos demais projetos para que haja uma coerência e compatibilização entre eles, evitando o surgimento de situações que não atendam aos requisitos técnicos envolvidos.

Para Carvalho Júnior (2014), o consumo diário de água de uma edificação se dá pela coleta de informações como: pressão e vazão nos pontos de utilização; quantidade e frequência de utilização dos aparelhos; população; condições socioeconômicas e clima, entre outros. O autor também discute sobre a ausência dessas informações, sendo possível calcular o consumo diário de uma edificação utilizando tabelas com a taxa de ocupação de acordo com o uso do edifício e o consumo per capita. Dessa forma, o consumo diário pode ser calculado pela Equação 1.

$$Cd = Pq \quad Eq. 1$$

Onde: Cd é o consumo diário (litros/dia);

P é a população alvo;

q é o consumo per capita (litros/dia).

Os valores de taxa de ocupação de acordo com a natureza do local e consumo per capita podem ser coletados a partir dos Quadro 1 e 2, respectivamente.

Quadro 1 – Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local.

Natureza do local	Taxa de ocupação
Residências e apartamentos	Duas pessoas por dormitório
Bancos	Uma pessoa por 5,00 m ² de área
Escritórios	Uma pessoa por 6,00 m ² de área
Lojas (pavimento térreo)	Uma pessoa por 2,50 m ² de área
Lojas (pavimento superior)	Uma pessoa por 5,00 m ² de área
Shopping centers	Uma pessoa por 5,00 m ² de área
Museus e bibliotecas	Uma pessoa por 5,50 m ² de área
Salões de hotéis	Uma pessoa por 5,50 m ² de área
Restaurantes	Uma pessoa por 1,40 m ² de área
Teatro, cinemas e auditórios	Uma cadeira para cada 0,70 m ² de área

Fonte: Adaptado de Creder (1991).

Quadro 2 – Consumo predial diário (valores indicativos).

Prédio	Consumo (litros/dia)
Alojamento provisório	80 per capita
Ambulatórios	25 per capita
Apartamentos	200 per capita
Casas populares ou rurais	150 per capita
Cavalariças	150 por cavalo
Cinemas e teatros	2 por lugar
Creches	50 per capita
Edifícios públicos ou comerciais	50 per capita
Escolas (externas)	50 per capita
Escolas (internatos)	150 per capita
Escolas (semi-internato)	100 per capita
Escritórios	50 per capita
Garagens e posto de serviço	50 por automóvel/200 por caminhão
Hotéis (sem cozinha e sem lavanderia)	120 por hóspede
Hotéis (com cozinha e com lavanderia)	250 por hóspede
Indústrias - uso pessoal	80 por operário
Indústrias - com restaurante	100 por operário
Jardins (rega)	15 por m ²
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Matadouro - animais de grande porte	300 por animal abatido
Matadouro - animais de pequeno porte	150 por animal a
Mercados	5 por m ² de área
Oficinas de costura	50 per capita
Orfanatos, asilos, berçários	150 per capita

Prédio	Consumo (litros/dia)
Piscinas lâmina de água	2,5 cm por dia
Postos de serviços para automóveis	150 por veículo
Quartéis	150 per capita
Residência popular	150 per capita
Residência de padrão médio	200 per capita
Residência de luxo padrão	250 per capita
Restaurantes e outros similares	25 por refeição
Templos	2 por lugar

Fonte: Adaptado de Creder (1991).

O Quadro 2 apresenta valores indicativos, não dispensando a necessidade de estudos mais aprofundados dos empreendimentos a serem dimensionados, para isso pode-se utilizar experimentos e estudos de caso.

Creder (1991) afirma que em quase todas as localidades há a deficiência pública de água, as quais impossibilitam o uso de distribuição direta, então é preciso a construção de reservatórios superiores. Além disso, a norma estabelece que o armazenamento deve ser suficiente para dois dias de consumo, onde o reservatório inferior deve armazenar 3/5 e o superior 2/5 do consumo. O dimensionamento de reservatórios in loco utiliza-se a Equação 2.

$$V = Ah \quad \text{Eq. 2}$$

Onde: V é a capacidade do reservatório (m³);

A é a área do reservatório (m²);

h é a altura do reservatório (m).

Para reservatórios fabricados deve-se verificar se estão de acordo com as normas NBR 14799 - Reservatório poliolefinico para água potável – Requisitos e NBR 14800 - Reservatório poliolefinico para água potável - Instalações em obra. Outrossim, o reservatório fabricado deve garantir a capacidade do consumo diário e atender a capacidade suficiente estipulada pela norma.

Segundo Carvalho Júnior (2017), a altura do reservatório deve assegurar as pressões dinâmicas nos pontos de consumo, ou seja, que as peças de utilização tenham um funcionamento perfeito. É importante destacar que a pressão não depende do volume da água contido no reservatório, e sim a altura. Além disso, para o dimensionamento das tubulações, a norma recomenda o uso simultâneo de água que seja menor que o máximo possível, utilizando

o Método de Consumo Máximo Provável que se trata do cálculo de probabilidade e análise prática de instalações prediais com funcionamento satisfatório. Nesse método, cada peça de utilização tem sua vazão relacionada empiricamente a um número convencional de peso, os quais têm relação direta com os diâmetros mínimos necessários para o funcionamento delas.

O Quadro 3 apresenta a tabela que consta na NBR 5626 (ABNT,1998) para os aparelhos sanitários e suas respectivas vazões e pesos relativos. Apesar de não estar presente na NBR 5626 (ABNT, 2020), essa tabela continua sendo utilizada por uma questão de boas práticas.

Quadro 3 – Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização.

Aparelho Sanitário		Peça de Utilização	Vazão de Projeto (L/s)	Peso Relativo
Bacia Sanitária		Caixa de Descarga	0,15	0,3
		Válvula de Descarga	1,70	32,0
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

Fonte: Adaptado NBR 5626 (ABNT, 1998).

3.1.1.2 Projeto Sanitário

O projeto de instalações sanitárias é de suma importância para garantir a salubridade e higiene de uma edificação, além de assegurar o funcionamento adequado dos sistemas de água, suas funções básicas são coletar e transportar os resíduos gerados na edificação para um destino apropriado.

A NBR 8160 – Sistemas prediais de esgoto sanitário — projeto e execução (ABNT, 1999) preconiza que o sistema predial de esgotamento sanitário deve ser projetado com a finalidade de: evitar a contaminação da água; permitir o rápido escoamento da água utilizada e dos despejos introduzidos; impedir que gases provenientes do interior das tubulações e peças atinjam áreas de utilização; impossibilitar o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema; permitir a inspeção dos seus componentes; impossibilitar o acesso de esgoto ao subsistema de ventilação; e permitir a fixação dos aparelhos sanitários através de dispositivos que facilitem eventuais manutenções.

De acordo com Macintyre (1990) os esgotos prediais devem ser lançados na rede de esgoto da cidade, em sistema de separador absoluto, no qual há duas redes públicas inteiramente independentes, uma para as águas pluviais e outra somente para as águas residuárias, devido às vantagens que apresentam.

O dimensionamento do sistema de esgotamento sanitário, compreendido por tubos de queda, coletores prediais, subcoletores, ramais de esgotos e ramais de descarga são estabelecidos em função das Unidades Hunter de Contribuição (UHC), onde cada aparelho recebe um número de contribuição, conforme definido na NBR 8160 (ABNT, 1999). O Quadro 4 apresenta a tabela para o dimensionamento dos ramais de descarga.

Quadro 4 – Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga.

Aparelho Sanitário		Número de Unidades de Hunter de Contribuição	Diâmetro Nominal Mínimo do Ramal de Descarga (DN)
Bacia sanitária		6	100 ¹⁾
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40

Aparelho Sanitário		Número de Unidades de Hunter de Contribuição	Diâmetro Nominal Mínimo do Ramal de Descarga (DN)
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
Mictório	De calha	2	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50
Máquina de lavar roupas		3	50
1) O diâmetro nominal DN mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para DN 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de DN 75, sem necessidade de peça especial de adaptação. 2) Por metro de calha - considerar como ramal de esgoto (ver tabela 5). 3) Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.			

Fonte: Adaptado NBR 8160 (ABNT, 1999).

O Quadro 5 apresenta a tabela para o dimensionamento dos ramais de esgoto.

Quadro 5 – Dimensionamento de ramais de esgoto.

Diâmetro nominal mínimo do tubo DN	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: Adaptado NBR 8160 (ABNT, 1999).

O Quadro 6 apresenta a tabela para o dimensionamento de tubos de queda.

Quadro 6 – Dimensionamento de tubos de queda.

Diâmetro nominal mínimo do tubo DN	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição UHC	
	Prédio de até três pavimentos	Prédio com mais de três pavimentos
40	4	8
50	10	24
75	30	70
100	240	500
150	960	1900
200	2200	3600
250	3800	5600
300	6000	8400

Fonte: Adaptado NBR 8160 (ABNT, 1999).

O Quadro 7 apresenta a tabela para o dimensionamento de subcoletores e coletor predial.

Quadro 7 – Dimensionamento de subcoletores e coletor predial.

Diâmetro nominal mínimo do tubo DN	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição em função das declividades mínimas %			
	0,5	1	2	4
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700
400	7000	8300	10000	12000

Fonte: Adaptado NBR 8160 (ABNT, 1999).

Quadro 8 – Dimensionamento de ramais de ventilação.

Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias		Grupo de aparelhos com bacias sanitárias	
Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação	Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação
Até 12	40	Até 17	50
13 a 18	50	18 a 60	75
19 a 36	75	-	-

Fonte: Adaptado NBR 8160 (ABNT, 1999).

Além dos sistemas apresentados, tem-se a necessidade de projetar o subsistema de ventilação conforme preconiza a NBR 8160 (ABNT, 1999), deste modo, tem-se o Quadro 8 que apresenta a tabela para o dimensionamento de ramais de ventilação.

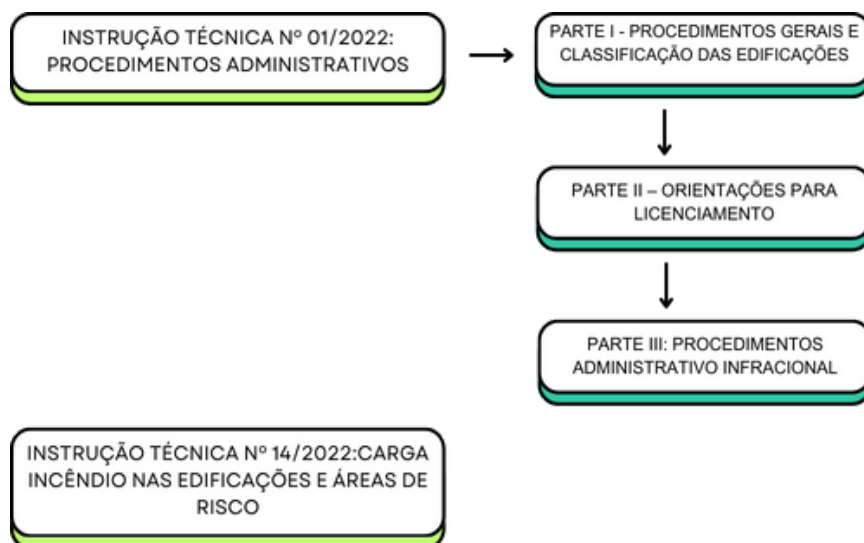
3.1.2 Projeto de segurança contra incêndio

Para a concepção de um Projeto de Combate a Incêndio, deve cumprir as legislações estaduais que são as Instruções Técnicas (IT's) elaboradas pelo Corpo de Bombeiros Militar de cada estado, que estão em consonância com Normas Técnicas da ABNT, relacionadas ao combate a incêndio, dentre as principais: NBR 10897 (ABNT, 2020) – Proteção contra incêndio por sistema de chuveiros automáticos; NBR 10897 (ABNT, 2020) - Sistema de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos; NBR 17240 (ABNT, 2010) – Sistema de detecção e alarme de incêndio; NBR 13714 (ABNT, 2000) - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio; NBR 12693 (ABNT, 2021)- Sistemas de proteção por extintores de incêndio; NBR 9077 (ABNT, 2001) - Saídas de emergência em edificações e NBR 16820 (ABNT, 2022) - Sistema de sinalização de emergência. Essas instruções têm como objetivo definir diretrizes e procedimentos a serem seguidos, garantindo um projeto seguro e em conformidade com as exigências legais.

Além das normas e instruções técnicas, o projeto deve observar as legislações complementares 601/2017 e 704/2022 que fornecem os princípios gerais e diretrizes a serem seguidas para elaboração e aprovação dos projetos, onde a Lei 601/2017 Institui o Código Estadual de Segurança contra incêndio e pânico (CESIP), enquanto a Lei 704/2022 apresenta atualizações e aperfeiçoamentos que fortalecem os critérios de segurança.

Para esse estudo de caso considera-se as IT's do Corpo de Bombeiro Militar do Rio Grande do Norte (CBMRN), pois a jurisdição deste estudo está atrelada a esse estado. Como ponto de partida, separou-se as 4 principais IT's conforme ilustra o Fluxograma da Figura 1.

Figura 1: Principais Instruções Técnicas do CBMRN



Fonte: autoria própria (2024)

O estudo das Instruções Técnicas 01, parte 1,2,3 e da IT 14, do Corpo de Bombeiro Militar do Rio Grande do Norte (CBMRN), é fundamental para a consulta das outras IT's, pois, elas fornecem a base de classificação das edificações, referente à ocupação, altura e carga de incêndio, além de estabelecer procedimentos administrativos e orientações para o licenciamento e fiscalização. Elas direcionam o profissional para as demais 43 IT's que tratam detalhadamente de aspectos técnicos específicos para cada tipo de edificação.

Para a elaboração de um projeto de combate a incêndio é necessário o conhecimento aprofundado acerca das características da edificação. Somente com esse levantamento é possível classificar a edificação de acordo com área de risco, ocupação, altura e carga de incêndio, após classificação é possível verificar as exigências quanto às medidas de Segurança contra incêndio necessárias de acordo com a Instrução Técnica 01 - 2022 Parte I - Procedimentos administrativos (Procedimentos Gerais e Classificação das Edificações).

Instrução Técnica 01 - 2022 Parte II - Procedimentos administrativos (Orientações para licenciamento) apresenta e estabelece os documentos que devem ser apresentados ao CBMRN no processo de análise de projeto de segurança contra incêndio, sendo eles: memoriais descritivos de cada medida de combate a incêndio, formulários, plantas das medidas de segurança, atestados de conformidade, termo de compromisso, relatórios dentre outros.

Instrução Técnica 01 - 2022 Parte III - Procedimentos administrativos (Processo Administrativo Infracional) destaca-se o papel regulamentador quanto às atuações e os Processos Administrativos Infracionais (PAI) em todo o Rio Grande do Norte, conforme

previsto no Código Estadual de Segurança Contra Incêndio e Pânico (CESIP) onde ela estabelece procedimentos para fiscalização, notificação e verificação dos descumprimentos das normas de segurança contra incêndio.

A Instrução Técnica 14 - 2022 - (Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco), utiliza-se da classificação da edificação quanto a ocupação e ao uso específico e das divisões, para determinar os valores característicos de carga de incêndio fornecidos em MJ/m². Com isso, é possível determinar o risco das edificações divididas em (baixo, médio e alto) segundo a IT 01 - 2022 Parte I - Procedimentos administrativos (Procedimentos Gerais e Classificação das Edificações).

Além disso, as demais 41 Instruções Técnicas (IT's) elaboradas pelo CBMRN estabelecem diretrizes claras para a realização de projetos de combate a incêndio, detalhando suas aplicações práticas no desenvolvimento de medidas preventivas. No Quadro 9, essas instruções são apresentadas de forma clara, destacando seus objetivos e áreas de aplicação.

Quadro 9 – Demais Instruções Técnicas do CBMRN

Instruções Técnicas	Objetivo
Nº 02/2022 - Conceitos Básicos de Segurança contra Incêndio	Orientar e familiarizar os profissionais da área, permitindo um entendimento amplo sobre a proteção contra incêndio descrito na Lei Complementar nº 601/2017 – Código Estadual de Segurança contra Incêndio e Pânico (CESIP) do Estado do Rio Grande do Norte
Nº 03/2022 - Terminologia de Segurança contra Incêndio	Padronizar os termos e definições utilizados no serviço de segurança contra incêndio e no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 04/2022 - Símbolos Gráficos para Projeto de Segurança contra Incêndio	Padronizar os símbolos gráficos a serem utilizados nos projetos de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco, atendendo ao previsto na Lei Complementar nº 601/17 – Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 05/2022 - Segurança contra Incêndio – Urbanística	Estabelecer condições para o deslocamento de viaturas de bombeiros nas vias públicas, possibilitando o acesso, para as operações do Corpo de Bombeiros, nas edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 06/2022 - Acesso de Viaturas na Edificação e Áreas de Risco	Estabelecer as condições mínimas para o acesso de viaturas de bombeiros nas edificações e áreas de risco, visando o emprego operacional do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio Grande do Norte, atendendo ao previsto no Regulamento de Segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.

Instruções Técnicas	Objetivo
Nº 08/2022 - Segurança estrutural contra incêndio	Estabelecer as condições a serem atendidas pelos elementos estruturais e de compartimentação que integram as edificações, quanto aos Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo (TRRF) para que, em situação de incêndio, seja evitado o colapso estrutural por tempo suficiente para possibilitar a saída segura das pessoas e o acesso para as operações do Corpo de Bombeiros Militar, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 09/2022 - Compartimentação horizontal e compartimentação vertical	Estabelecer os parâmetros de emprego e dimensionamento da compartimentação horizontal e vertical nas edificações e áreas de risco, de modo a impedir a propagação do incêndio para outros ambientes.
Nº 10/2022 - Controle de materiais de acabamentos e revestimento	Estabelecer parâmetros aos materiais de acabamento e de revestimento empregados nas edificações, para restringir a propagação de fogo e desenvolvimento de fumaça, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Rio Grande do Norte
Nº 11/2022 - Saídas de emergência	Estabelecer os requisitos mínimos necessários para o dimensionamento das saídas de emergência, para que sua população possa abandonar a edificação, em caso de incêndio ou pânico, completamente protegida em sua integridade física e permitir o acesso de guarnições de bombeiros para o combate ao fogo ou retirada de pessoas, atendendo ao previsto no Regulamento de Segurança contra incêndio e áreas de risco.
Nº 12/2022 - Centros esportivos e de exibição – requisitos de segurança contra incêndio	Estabelecer os requisitos mínimos necessários para a segurança contra incêndio e pânico em centros esportivos e de exibição, em especial quanto à determinação da população máxima e o dimensionamento das saídas, visando à proteção da vida, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 13/2022 - Pressurização de escada de segurança	1 Estabelecer os requisitos mínimos necessários para o dimensionamento da pressurização de escadas de segurança em edificações. 1.2 Manter as escadas de emergência livres da fumaça, de modo a permitir a fuga dos ocupantes de uma edificação no caso de incêndio. Esse sistema também pode ser acionado em qualquer caso de necessidade de abandono da edificação.
Nº 15/2022 - Controle de Fumaça Parte I – regras gerais	Estabelecer parâmetros técnicos para implementação de sistema de controle de fumaça, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco

Instruções Técnicas	Objetivo
Nº 15/2022 - Controle de Fumaça Parte III – Controle de fumaça natural em edificações comerciais, industriais e depósitos	Traz os procedimentos específicos para o Controle de fumaça natural em edificações comerciais, industriais e depósitos
Nº 15/2022 - Controle de Fumaça Parte IV – Controle de fumaça natural nas demais ocupações	Traz os procedimentos específicos para o Controle de fumaça Controle de fumaça natural nas demais ocupações
Nº 15/2022 - Controle de Fumaça Parte V – Controle de fumaça mecânico	Traz os procedimentos específicos para o Controle de fumaça Controle de fumaça mecânico
Nº 15/2022 - Controle de Fumaça Parte VI – Controle de fumaça em rotas de fuga horizontais protegidas e subsolos	Traz as rotas de fuga horizontais protegidas e subsolos
Nº 15/2022 - Controle de Fumaça Parte VII – Átrios	Traz os procedimentos específicos para o Controle de fumaça em Átrios, Átrios padronizados – generalidades, Espaços adjacentes aos Átrios e Átrios não padronizados
Nº 15/2022 - Controle de Fumaça Parte VIII – Aspectos de segurança	Aspectos de segurança do projeto de sistema de controle de fumaça
Nº 16/2022 Gerenciamento de riscos de incêndio	1.1 Fomentar a cultura de gerenciamento de riscos de incêndios, bem como acidentes e demais emergências, nas organizações responsáveis pelas edificações e/ou áreas de risco. 1.2 Estabelecer princípios e requisitos mínimos necessários para tornar o gerenciamento eficaz. 1.3 Recomendar o desenvolvimento, implementação e aperfeiçoamento contínuo desse processo, visando a proteção da vida, do meio ambiente e do patrimônio, bem como viabilizar a continuidade dos negócios. 1.4 Estabelecer os requisitos mínimos para a elaboração, manutenção e revisão de um plano de emergência contra incêndio, acidentes e demais emergências. 1.5 Fornecer informações operacionais das edificações ou áreas de risco, padronizando, fornecendo e alocando plantas de riscos nas edificações para otimizar o atendimento operacional prestado pelo Corpo de Bombeiros.
Nº 18/2022 - Iluminação de emergência	Fixar as condições necessárias para o projeto e instalação do sistema de iluminação de emergência em edificações e áreas de risco, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.

Instruções Técnicas	Objetivo
Nº 20/2022 - Sinalização de emergência	Fixar as condições exigíveis que devem satisfazer o sistema de sinalização de emergência em edificações e áreas de risco, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 21/2022 - Sistema de proteção por extintores de incêndio	Estabelecer critérios para proteção contra incêndio em edificações e áreas de risco por meio de extintores de incêndio (portáteis ou sobrerrodas), para o combate a princípios de incêndios, atendendo às exigências do Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 22/2022 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio	Fixar parâmetros para dimensionamento, instalação, manutenção, aceitação e manuseio, bem como as características, dos componentes de sistemas de hidrantes e/ou de mangotinhos para uso exclusivo no combate a incêndio em edificações
Nº 23/2022 - Sistema de chuveiros automáticos	Adequar o texto da norma NBR 10.897 – Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiro automático da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), para aplicação na análise e vistoria de projetos/processos submetidos ao Corpo de Bombeiros Militar, atendendo ao previsto no Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte em vigor
Nº 24/2022 - Sistema de chuveiros automáticos para áreas de depósito	Estabelecer parâmetros técnicos para implementação do sistema de chuveiros automáticos para áreas de depósito, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte em vigor.
Nº 25/2022 - Líquidos combustíveis e inflamáveis	Estabelecer os requisitos mínimos necessários para a elaboração de projeto e dimensionamento das medidas de segurança contra incêndio exigidos para instalações de produção, armazenamento, manipulação e distribuição de líquidos combustíveis e inflamáveis.
Nº 26/2022 - Sistema fixo de gases para combate a incêndio	Estabelecer as exigências para as instalações de sistema fixo de gases para combate a incêndio, conforme as exigências do Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 27/2022 - Armazenamento em silos	Estabelecer as medidas de segurança para a proteção contra incêndios e explosão em silos, atendendo ao previsto no Regulamento de Segurança contra incêndio e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte em vigor.
Nº 29/2022 - Comercialização, distribuição e utilização de gás natural	Estabelecer condições necessárias para a proteção contra incêndio nos locais de comercialização, distribuição e utilização de gás natural, conforme as exigências do Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte

Instruções Técnicas	Objetivo
Nº 31/2022 - Segurança contra incêndio para heliponto e heliporto	Estabelecer os requisitos básicos necessários para segurança contra incêndio de helipontos e heliportos, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 32/2022 - Produtos perigosos em edificações e áreas de risco no manuseio de produtos perigosos	Estabelecer os parâmetros para prevenir, controlar e minimizar emergências ambientais que provoquem riscos à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio em edificações e áreas de risco, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 33/2022 - Cobertura de sapé, piaçava e similares	Estabelecer condições mínimas de segurança para edificações que tenham suas coberturas construídas com fibras de sapé, piaçava e similares, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 34/2022 - Hidrante urbano	Estabelecer a regulamentação das condições mínimas para a instalação de hidrante urbano, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte
Nº 35/2022 - Túnel rodoviário	Estabelecer as medidas de segurança para a proteção contra incêndios em túneis destinados ao transporte rodoviário, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte
Nº 36/2022 - Pátio de contêiner	Estabelecer as medidas de segurança contra incêndios nas áreas de pátios e terminais de contêineres descobertas, atendendo ao previsto na Lei Complementar nº 601/17 – Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 37/2022 - Subestação elétrica	Estabelecer as medidas de segurança contra incêndio em subestações elétricas, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 38/2022 - Segurança contra incêndio em cozinha profissional	Estabelecer as condições de aplicação dos requisitos básicos de segurança contra incêndio em sistemas de ventilação para cozinhas profissionais, visando a evitar e/ou minimizar o risco especial de incêndio ocasionado pelo calor, gordura, fumaça e efluentes gerados no processo de cocção, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 39/2022 - Estabelecimentos destinados à restrição de liberdade	Estabelecer condições necessárias de segurança contra incêndio para as edificações destinadas à restrição de liberdade das pessoas, tais como estabelecimentos prisionais e similares.

Instruções Técnicas	Objetivo
Nº 41/2022 - Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão	Estabelecer parâmetros para a realização de inspeção visual (básica) das instalações elétricas de baixa tensão das edificações e áreas de risco, atendendo às exigências do Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 42/2018 - Processo Técnico Simplificado (PTS)	Estabelecer os procedimentos administrativos e as medidas de segurança contra incêndio para regularização das edificações de baixo risco, enquadradas como Processo Técnico Simplificado (PTS), visando à celeridade no licenciamento das microempresas, empresas de pequeno porte e microempreendedores individuais, nos termos da Lei Complementar nº 601 de 07 de agosto de 2017 – Código Estadual de Segurança Contra Incêndio e Pânico (CESIP) do Estado do Rio Grande do Norte.
Nº 43/2022 - Adaptação às normas de segurança contra incêndio –Edificações existentes	Esta Instrução Técnica visa estabelecer medidas para as edificações existentes, visando atender às condições necessárias de segurança contra incêndio, bem como permitir condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros.
Nº 44/2022 - Proteção ao meio ambiente	Fomentar boas práticas para a proteção ao meio ambiente, para a construção sustentável e o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços, atendendo às exigências do Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado de São Paulo.
Nº 45/2022 - Segurança contra incêndio para sistemas de transporte sobre trilhos	Estabelecer as medidas de segurança de proteção contra incêndios em edificações e vias destinadas ao sistema de transporte de passageiros sobre trilhos, para que sua população possa abandonar a edificação, em caso de incêndio ou pânico, completamente protegida em sua integridade física e permitir o acesso de guarnições de bombeiros para o combate ao fogo ou retirada de pessoas, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado do Rio Grande do Norte.

Fonte: autoria própria (2024).

As IT's fornecem parâmetros técnicos e preventivos para a segurança contra incêndio. Por exemplo, a IT 06 que trata das condições necessárias para que as viaturas dos bombeiros tenham fácil acesso a edificação no momento de algum sinistro. A IT 11 que trata dos requisitos para o dimensionamento da saída de emergência tem sua aplicação em quase todas as edificações com exceção de centros esportivos e de exibição, assim como instalações temporárias, ambas com população superior a 2500 pessoas. Essas IT's em conjunto com as demais como a IT 21 que trata dos critérios de segurança por meio de extintores (portáteis ou sobrerrodas) e a IT 07, que aborda a separação entre edificações para prevenir a propagação de

incêndios, são essenciais para uma ação segura e eficaz na segurança contra incêndio.

Além disso, outras IT's, como a IT 19 trata dos sistemas de detecção e alarme de incêndio que devem garantir a detecção de um princípio de incêndio com o menor tempo de reação possível. A IT 08 indica a resistência aos fogos dos elementos construtivos já a IT 20 condiciona as sinalizações de emergência nas edificações e áreas de risco. Coletivamente as IT's contém os procedimentos necessários desde a prevenção até as respostas a incêndios.

3.2 Ferramenta CAD versus BIM

Para Eastman et al. (2014), a metodologia CAD vem cada vez mais perdendo o posto de método mais utilizado na concepção de projetos de engenharia para a metodologia BIM, já que o mesmo se limita a uma representação de elementos em duas dimensões. Essa mudança reflete não apenas em uma evolução técnica, mas também uma transformação na abordagem do design, no qual a tridimensionalidade do BIM permite uma representação mais rica e interativa dos projetos, facilitando a visualização e a detecção de conflitos entre os demais projetos complementares.

A passagem da metodologia CAD para o BIM marca uma mudança significativa na forma como os projetos de engenharia são concebidos e gerenciados atualmente. Essa evolução não se resume a uma simples atualização técnica; trata-se de uma transformação na maneira como os profissionais de arquitetura e engenharia planejam, colaboram e detectam conflitos entre diferentes sistemas. Com o BIM, a possibilidade de simular o comportamento dos elementos em um espaço tridimensional não só melhora a precisão dos projetos, mas também facilita a comunicação entre as equipes, resultando em processos mais eficientes e com menor risco de erros durante a execução.

3.2.1 Metodologia CAD

O Computer-Aided Design (CAD), mais conhecido como Desenho Assistido por Computador, surgiu no começo da década de 50, no qual tinha como objetivo idealizar gráficos monocromáticos através de desenhos vetoriais simples. Com isso, aos poucos a forma como os projetos eram produzidos foi mudando com o tempo, passando de um método manual para um digital que podia ser impresso em papel. O CAD permitia a parametrização entre os elementos aprimorando os desenhos feitos a mão, o que trouxe mais praticidade para o mercado da construção civil da época. Já no início da década de 70, começaram a ser criados os primeiros

desenhos por CAD em três dimensões, aplicando ferramentas de parametrização de elementos e texturas aos desenhos 3D. Para a época, essas ferramentas revolucionaram a forma de concepção de projetos, sendo possível a extração de medidas, áreas e volumes para a geração de orçamentos e detalhamento de projetos. Porém, ainda estava longe dos modelos BIM atuais, pois a maneira como os dados eram inseridos e processados se dava de forma diferente (Souza, 2017).

Em 1982, foi criado o *software* que utiliza essa metodologia popularizando-a no meio acadêmico e profissional da engenharia civil, nomeado como AutoCAD e desenvolvido pela Autodesk. O AutoCAD se tornou um dos responsáveis pelo aumento da produtividade na fase de confecção de desenvolvimentos de projetos, gerando acentuadas melhorias para as empresas do setor da construção civil. Dessa forma, a abordagem CAD se difundiu na indústria resultando em uma celeridade maior na criação dos projetos, tendo em vista a facilidade da modelagem 2D e 3D do *software* que para a época se tornou revolucionária (Costa; Figueiredo; Ribeiro, 2015).

Para Rodrigues (2008), o *software* AutoCAD utiliza-se de representações geométricas como forma de linhas, arcos, esferas, hachuras entre outras. Além disso, essa metodologia mesmo tendo substituído os projetos feitos a mão ainda tem complementos manuais que dificultam uma alta produtividade. Em contrapartida, um ponto positivo se dá pela possibilidade de utilização de ferramentas adicionais que orientam e inserem de forma automática e customizável alguns passos da construção do projeto.

Nos dias de hoje, a metodologia CAD ainda é muito utilizada na produção de projetos construtivos, embora esteja se tornando uma tecnologia defasada em virtude das demais que vem surgindo no mercado. Tendo em vista, que quando se há a necessidade de uma apresentação mais realista, os escritórios de engenharia sempre optam por projeções de maquetes ou outros métodos para apresentar aos clientes (Nunes; Leão, 2018).

3.2.2 Metodologia BIM

Pereira (2017), conceitua a modelagem BIM através do surgimento da necessidade de produzir um modelo representativo das edificações de forma mais realista, compatibilizando todos os projetos complementares de forma precisa, para que não ocorra erros que gerem excessivo desperdício excessivos.

Segundo Souza (2017), o BIM fundamenta-se no desenvolvimento de projeto em modelos espaciais através da extração de informações referentes às vistas, cortes e plantas,

sendo possível a alteração do modelo de forma automática guardando as proporções na mesma alteração feita nas vistas. Essa característica é, de fato, um dos grandes avanços proporcionados pelo BIM, uma vez que a possibilidade de alterações automáticas em um modelo 3D, mantendo a consistência entre todas as visualizações, é essencial para aumentar a eficiência e a precisão no processo de construção de projeto. A automatização das atualizações no modelo reduz significativamente os erros humanos e retrabalhos, mas também levanta questões sobre a necessidade de uma compreensão sólida dos dados e das relações espaciais por parte dos profissionais envolvidos.

Conforme o pensamento de Cardoso (2022), a modelagem BIM trata-se de uma concepção digital das características físicas e funcionais que compõem toda a edificação, com intuito de mesclar e compatibilizar as informações elaboradas por um modelo virtual. Com isso, o uso de BIM torna a concepção de projetos mais precisa nas informações, e é crucial para a tomada de decisões ao longo do ciclo de vida da edificação. Dessa forma, essa metodologia tem um papel importante na mitigação de conflitos e na otimização de recursos, especialmente em projetos hidrossanitários e de segurança contra incêndio, onde a integração de diversas especialidades é vital para garantir a segurança e a funcionalidade das edificações públicas.

Os *softwares* que utilizam a abordagem BIM podem não ser programas com o mesmo objetivo, já que a metodologia tem como base agregar diversas informações de maneira inteligente. Para isso, uma construção consistente do banco de dados gera dados de saída com fins específicos, ou seja, um conjunto compatibilizado de vários projetos da edificação. Essa compatibilização, pode acompanhar toda a obra ao longo da sua construção, manutenção, custo, características inerentes ao desenvolvimento e simulação do projeto (Souza, 2017).

De acordo com Rech (2012), as principais vantagens do BIM se dão na fase de projeto, através da possibilidade de antecipar os problemas através da compatibilização de projetos como o arquitetônico, estrutural e de instalações. Com isso, outro ponto positivo é durante a execução, a redução de erros na implementação do modelo, diminuição de gastos e retrabalho. Portanto, o uso desse método é bastante vantajoso para as empresas do setor de construção civil.

3.3 Compatibilização de projetos complementares em metodologia BIM

Conforme Crotty (2012), para desenvolver um projeto de engenharia civil de qualidade deve-se ter noção da complexidade e das múltiplas áreas do conhecimento sobre a construção civil, tendo que haver uma harmonização entre todas as partes para que seja elaborado um projeto completo e executável. Por isso, a abordagem BIM traz uma maior praticidade em

solucionar as deficiências existentes na indústria da construção civil, tendo um objetivo de transformar a construção de forma completa. Essa perspectiva é fundamental, embora o mercado da construção ainda tenha resistência à adoção de novas tecnologias e a necessidade de capacitação dos profissionais.

Souza (2017) utilizou-se de uma metodologia que consiste em analisar um estudo de caso relacionado à documentação de uma obra, incluindo a aprovação dos projetos, vistorias, levantamentos de quantitativos, emissão da carta de habite-se e a entrega da documentação durante a transição da obra, além do processo de *as built*. Todos esses processos foram realizados em plataforma CAD. O objetivo é avaliar a viabilidade de implementar o BIM, considerando os benefícios potenciais, como ganho de tempo e redução de custos.

Cardoso (2022) realizou uma pesquisa com o objetivo de analisar o fluxo de trabalho de um projeto utilizando a metodologia BIM. Para isso, ele selecionou um projeto de uma casa já construída, inicialmente elaborado em CAD, para comparação entre as metodologias. O processo começou com a modelagem arquitetônica baseada no projeto fornecido, seguida pela criação de três projetos complementares principais: o Projeto Estrutural, o Projeto Hidrossanitário e o Projeto Elétrico. Utilizou-se o Autodesk Revit para os projetos arquitetônico, hidrossanitário e elétrico, devido à qualidade das informações que podem ser extraídas. O projeto estrutural foi desenvolvido no TQS, que não apenas modela, mas também calcula a estrutura da edificação. A escolha pelo TQS foi motivada pela sua capacidade de integração com o Revit por meio de plugins, facilitando o fluxo de trabalho e garantindo uma única origem para todos os projetos.

Marsico et. al (2017) realizaram um estudo de caso para avaliar a eficácia da metodologia BIM na compatibilização de projeto de uma edificação multifamiliar, por meio da modelagem 3D e integração de diferentes projetos como arquitetônico, estrutural e hidrossanitário, com isso, identificaram diversas incompatibilidades. Para os autores, o BIM apresentou vantagens significativas como: detecção precoce de erros, melhorias da integração profissional e otimização das de projeto. Porém constataram a necessidade de um maior conhecimento técnico dos usuários no uso do *software*, assim como a necessidade de um suporte de TI (Tecnologia da Informação) para implementação bem sucedida.

Rodrigues et al. (2022) adotou uma abordagem metodológica centrada na avaliação da ferramenta BIM, especificamente através do *software* REVIT, aplicada à concepção e dimensionamento de um projeto de segurança contra incêndio e pânico. Inclui um estudo de caso de uma edificação para ilustrar a aplicação prática dessa metodologia.

Mentz (2021), traz um ponto de vista sobre as tecnologias BIM bastante interessante,

afirmando que após o surgimento dessa nova modelagem o desenvolvimento de projetos na construção civil deve ser repensado. Ainda segundo a autora, a modelagem BIM facilita a visualização e gerenciamento dos projetos com maior rapidez e fluidez, através da integração de diversas informações geométricas e sistemáticas que possibilitam a detecção de conflitos entre os diferentes projetos que compõem o processo construtivo.

Embora o método tenha muitos benefícios, a sua aplicação exige um custo alto, além de treinamentos e capacitações de profissionais. A sua curva de crescimento pode ser acentuada, proporcionando o investimento na aquisição dos *softwares* que utilizam dessa metodologia. Por fim, outro ponto negativo é a resistência à aceitação dessa nova tecnologia e a padronização dos projetos, que podem acarretar problemas.

4. METODOLOGIA

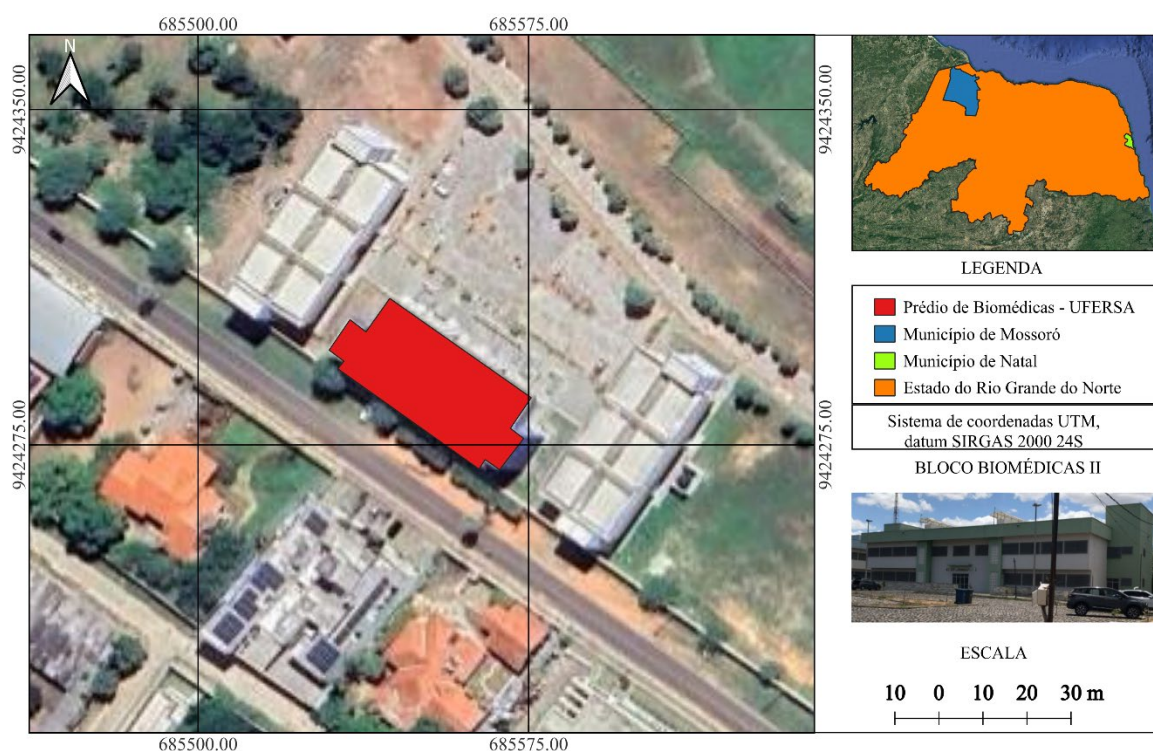
4.1 Área de estudo

O município de Mossoró está situado no estado do Rio Grande do Norte, a 285 km de Natal, a capital do estado. É o maior município em extensão territorial do estado, segundo informações obtidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com uma área de 2.099,334 km² e uma população estimada de 264.577 habitantes (IBGE, 2022).

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), antiga Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM) fundada em 1967 pelo Prof. Vingt-Un Rosado, ex-diretor da instituição, teve seu grande marco no desenvolvimento regional através da capacitação de diversos profissionais na área agrícola. Em 29 de julho de 2005, o presidente da república Luiz Inácio Lula da Silva sanciona a lei Nº 11.155 que transformou ESAM em UFERSA. Com essa mudança proporcionou o desenvolvimento do campus assim como a criação de novos cursos e *campis* no estado do Rio Grande do Norte.

O trabalho analisou o Bloco de Biomédicas II, a escolha se deu por ser um dos blocos construídos recentemente e possuir o material digital necessário a ser utilizado na pesquisa. Na Figura 2, observa-se a localização da edificação dentro da Universidade.

Figura 2: Mapa de localização do bloco de Biomédicas II - UFERSA

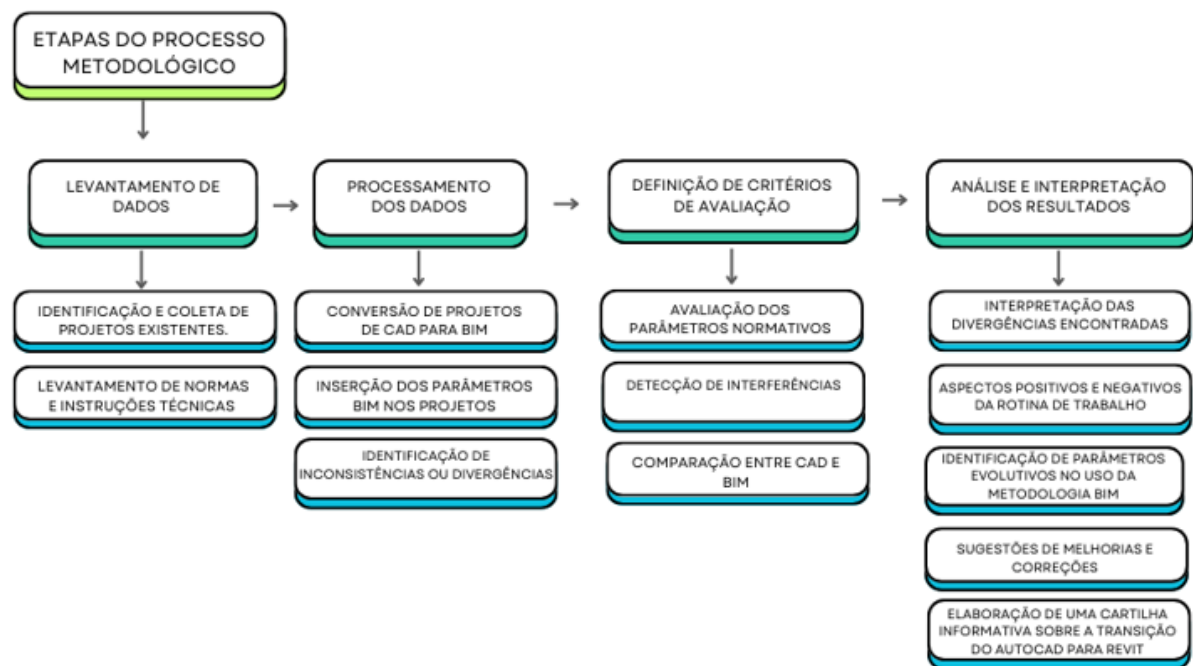


Fonte: Autoria própria (2024).

4.2 Etapalização do estudo

No fluxograma da Figura 3 é apresentada a etapalização do processo metodológico, que se divide em 4 outras etapas principais, sendo elas: levantamento de dados, processamento de dados, definição de critérios de avaliação e análise e interpretação dos resultados.

Figura 3: Etapalização do processo metodológico



Fonte: Autoria própria (2024).

4.2.1 Coletas e processamento dos dados

Na etapa de levantamento de dados, foram coletadas informações essenciais, tais como as plantas arquitetônicas, as hidrossanitárias outrossim (composto pelo hidráulico e o sanitário) como também o de combate a incêndio da edificação. Identificou-se a localização e a ocupação, a área da edificação, os pontos de água e esgoto e dos hidrantes, além da análise dos materiais empregados. Esses dados foram utilizados para a compatibilização dos projetos hidrossanitário e de segurança contra incêndio (SCI) em uma edificação pública. Os projetos foram fornecidos pela própria universidade, em formato DWG. Além dos projetos, foi realizado um levantamento das principais Normas Técnicas e Instruções Técnicas de Segurança (IT'S), como: NBR 5626 (ABNT, 2020); NBR 8160 (ABNT, 1999); IT N° 01/2022 (Parte I); IT N° 01/2022 (Parte II); IT N° 01/2022 (Parte III); IT N° 14/2022; IT N° 22/2022, para garantir o cumprimento dos

requisitos legais, técnicos e de compatibilização do projeto.

O processamento de dados iniciou-se após o levantamento. Nessa etapa, os projetos foram convertidos de CAD para BIM, utilizando o *software* Revit 2024 versão estudantil. Essa ferramenta, além de fornecer um modelo 3D, considera as diferentes camadas e elementos do projeto, assegurando que todos os detalhes necessários fossem mantidos. No Revit foi possível adaptar os dados para que possam ser integrados em um modelo eficiente e funcional.

4.2.2 Análise dos dados

Os critérios avaliativos devem estar em conformidade com as instruções técnicas e NBRs de cada sistema, garantindo a segurança e a eficiência do projeto. Com a definição desses critérios, foi possível realizar uma comparação objetiva entre os resultados fornecidos pelo CAD e pelo BIM. Esta fase de análise e interpretação dos resultados visa comparar os dois modelos, facilitando uma visualização mais detalhada do projeto, bem como mais precisa e rápida das interferências.

Além disso, foram avaliadas as divergências encontradas e identificadas suas causas. Essa análise é fundamental para entender os impactos desses erros na edificação e na segurança da população que a ocupa, sendo essencial para minimizar riscos e retrabalhos.

Como também, foi realizada uma avaliação dos aspectos da rotina de trabalho com a metodologia BIM, analisando como a evolução dos processos impacta a qualidade dos projetos, o desenvolvimento das equipes, a qualidade da edificação e a engenharia civil.

Após essa análise, foram apresentadas sugestões e melhorias para otimizar a compatibilização dos projetos. Essas podem incluir o trabalho em equipe, a utilização de recursos específicos do Revit e a elaboração de uma cartilha informativa, que serve como um guia prático para estudantes e profissionais que desejam migrar do AutoCAD para o Revit.

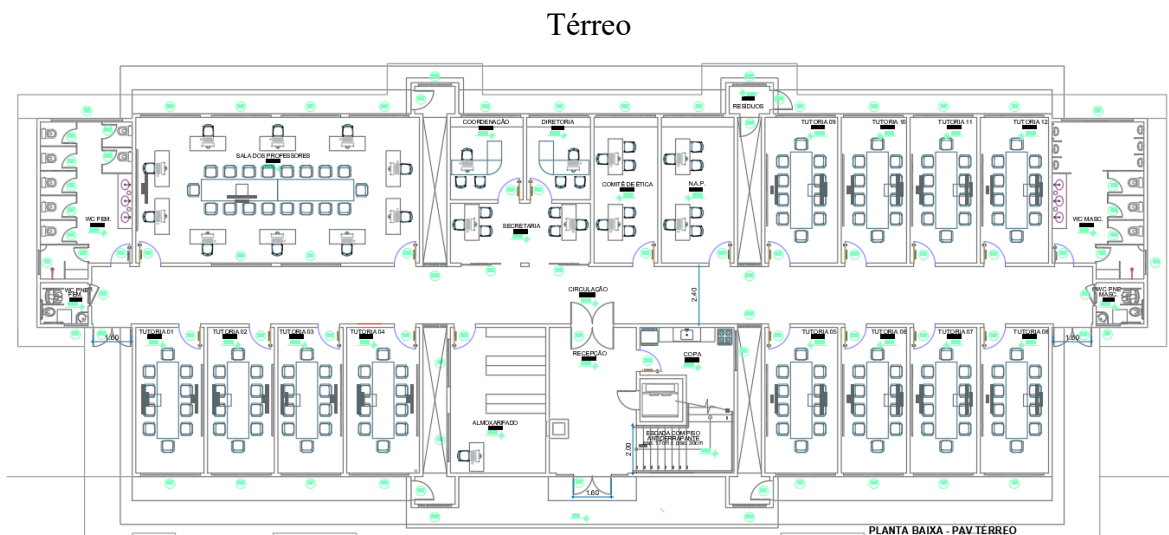
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CONVERSÃO DOS PROJETOS DE CAD PARA BIM

5.1.1 Modelagem do projeto arquitetônico

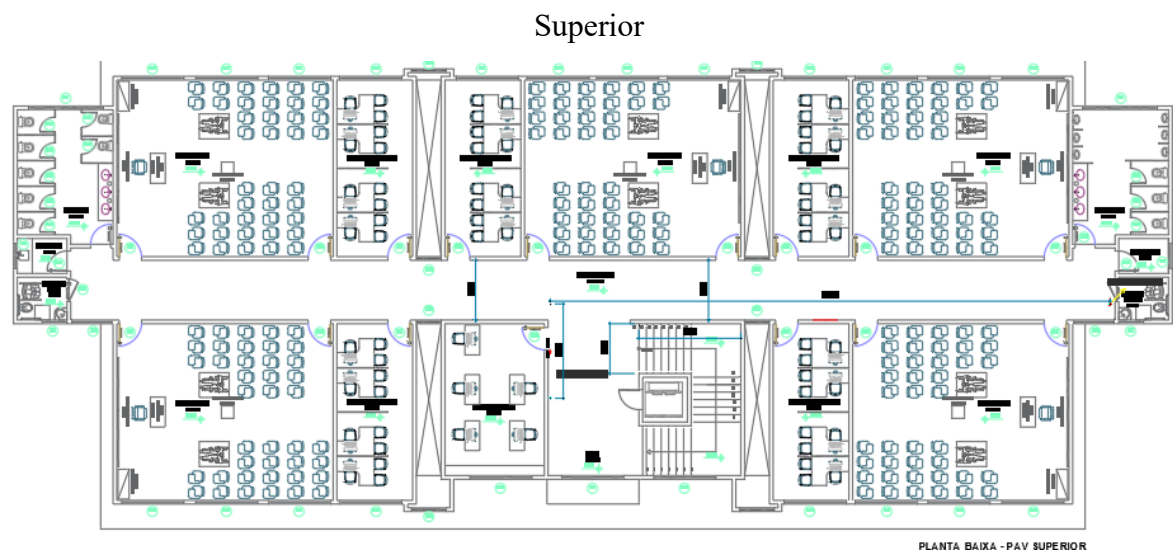
O projeto arquitetônico do bloco de laboratórios de medicina da UFERSA foi concebido para atender às demandas acadêmicas da Universidade quanto aos cursos das áreas médicas. O projeto foi desenvolvido na plataforma CAD, (Figura 4 e Figura 5).

Figura 4: Plantas baixas do projeto arquitetônico laboratório de biomédicas II-Pavimento



Fonte: Autoria própria (2025).

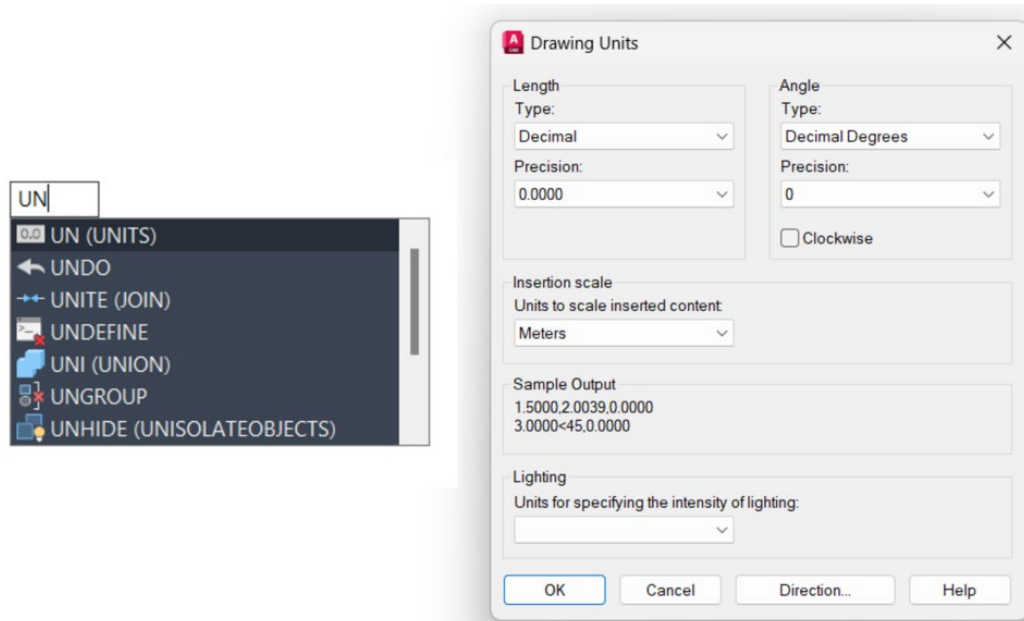
Figura 5: Plantas baixas do projeto arquitetônico laboratório de biomédicas II-Pavimento



Fonte: Autoria própria (2025).

Utilizando-se dos arquivos recebidos referente ao projeto arquitetônico, foi realizada a modelagem tridimensional no *software* Revit (versão estudantil 2024), da Autodesk. Para a importação dos arquivos DWG para o Revit, é necessário realizar inicialmente uma limpeza nos projetos, isso significa a remoção de elementos de detalhes, a exemplo de: hachuras, cotas e textos, considerados desnecessários para a modelagem. Essa etapa é essencial para leveza e organização do arquivo, que visa a otimização do desempenho do *software* e facilita a visualização e construção do modelo. Paralelo a isso, deve-se verificar a unidade de medida do projeto utilizando o comando “Units”, Figura 6, assegurando que o arquivo a ser importado esteja com a unidade de medida igual a ser utilizada no Revit.

Figura 6: Comando Units AutoCAD

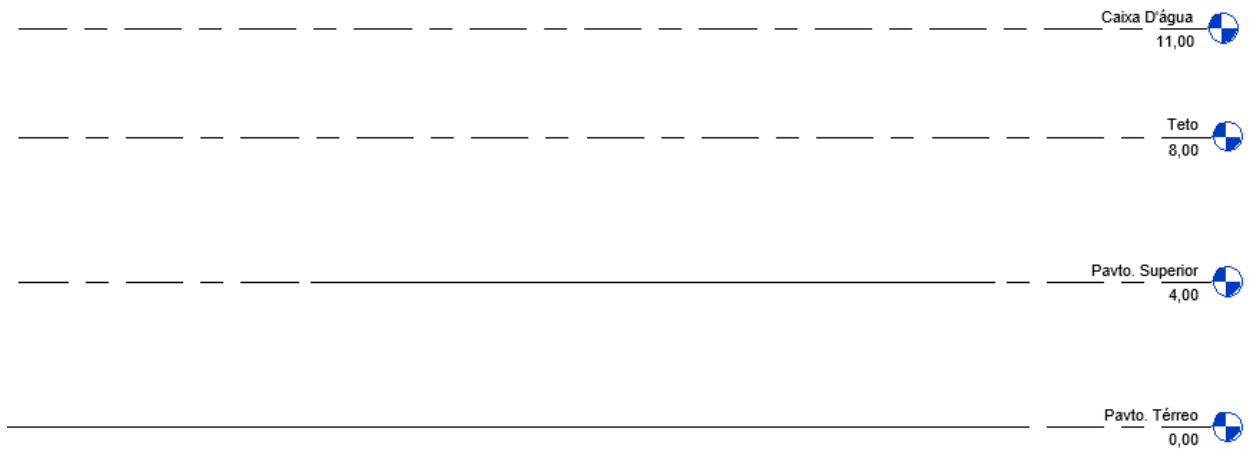


Fonte: Autoria própria (2025).

Para iniciar a modelagem deste trabalho, utilizou-se um *template* pré-configurado, contendo elementos básicos como: unidades de medidas, estilos de texto e famílias paramétricas. Deste modo, as famílias facilitam a representação de componentes construtivos como: paredes, portas e janelas, que permitem ajustes nas suas dimensões e propriedades.

O fluxo de modelagem do projeto arquitetônico iniciou-se com a criação dos níveis, que são as alturas de referência para a construção do modelo tridimensional. Para isso, no navegador de projetos, utilizou-se a aba de elevações para definir uma vista (Norte, Sul, Leste e Oeste) e, em seguida, inserir o comando "Nível" (LL), (Figura 7).

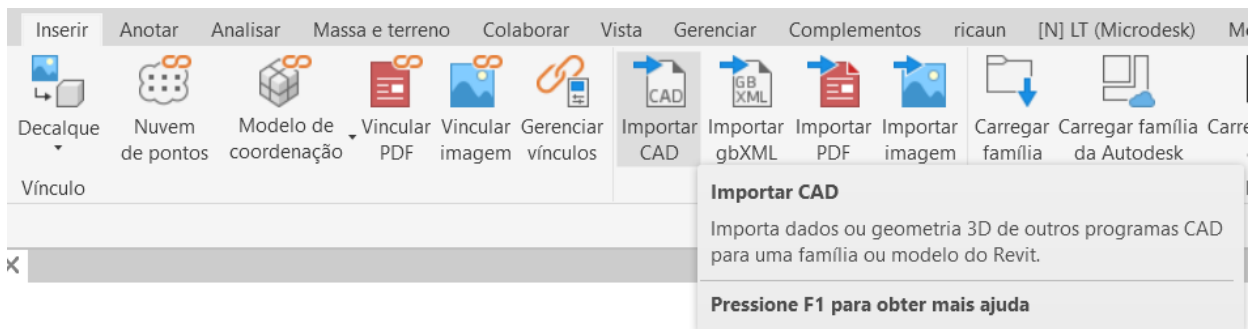
Figura 7: Níveis



Fonte: Autoria própria (2025).

Com a criação dos níveis, iniciou-se o procedimento de importação das plantas baixas da arquitetura, esse processo foi realizado por meio da aba “Inserir”, utilizando a ferramenta “Importar CAD”, (Figura 8).

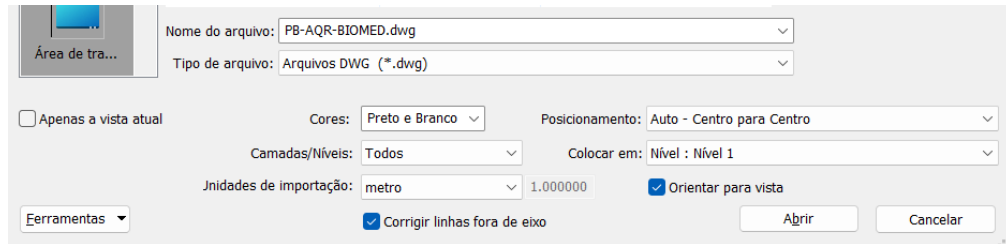
Figura 8: Aba inserir com o comando importar CAD



Fonte: Autoria própria (2025).

Para a importação, foram configurados parâmetros essenciais, a respeito da: definição do estilo de cores e configuração da unidade do arquivo, de modo que possa coincidir com o DWG, conforme mencionado anteriormente. Além disso, tem-se a escolha do posicionamento do projeto no ambiente do Revit, (Figura 9).

Figura 9: Parâmetros do comando importar CAD



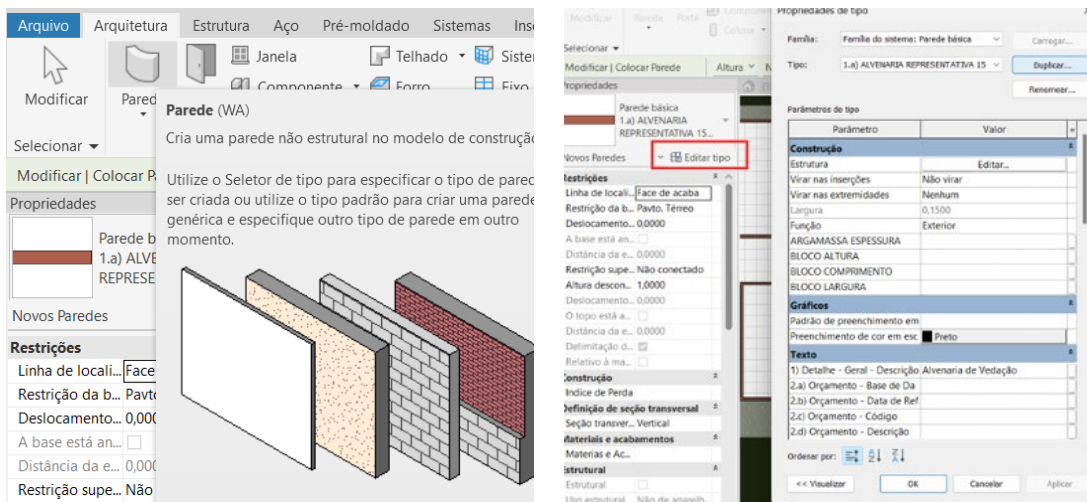
Fonte: Autoria própria (2025).

Devido o objeto deste estudo tratar-se de um projeto com múltiplos pavimentos, recomenda-se organizar individualmente cada pavimento, separando-o em arquivos distintos. Essa prática facilita a importação seletiva de informações, garantindo que cada elemento seja associado ao seu nível correspondente (térreo, superior, etc).

Neste ponto, iniciou-se a modelagem da edificação propriamente dita, com a criação das paredes no ambiente de trabalho, para isso utilizou-se o comando (WA). Com isso, na barra de propriedades, é possível selecionar o tipo de parede desejado. Caso na família pré-configurada do *template* não esteja disponível o tipo desejado, o procedimento indicado é acessar a opção "Editar Tipo" e, em seguida, utilizar o botão "Duplicar" para criar um novo tipo de parede. Esse recurso possibilita a personalização de atributos como espessura, material e acabamento das paredes, de modo a atender às especificações do projeto.

A Figura 10 ilustra o procedimento detalhado para a criação de paredes, bem como o processo de edição e personalização do tipo de parede no Revit.

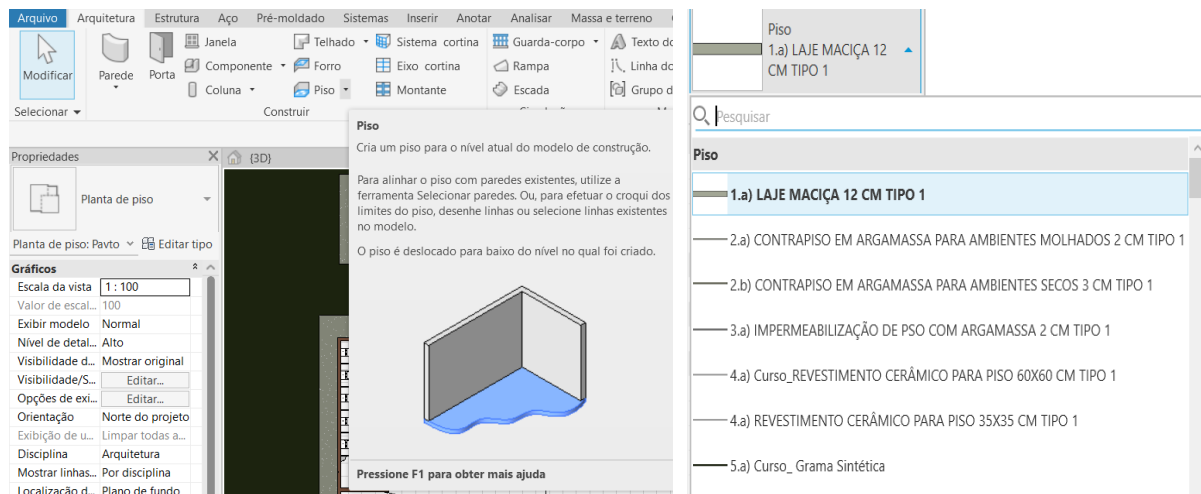
Figura 10: Comando parede e editar tipo



Fonte: Autoria própria (2025).

Após a criação das paredes, iniciou-se a fase de inserção de pisos. No revit, este procedimento é um processo intuitivo, pois na aba “Arquitetura”, basta selecionar a ferramenta “Piso” e definir as características do material, espessura e limites, (Figura 11). A personalização de atributos como espessura, o material e o acabamento é similar à edição de paredes, pois permite uma modelagem rápida e precisa, adaptando-se a diferentes geometrias e complexidades de projeto.

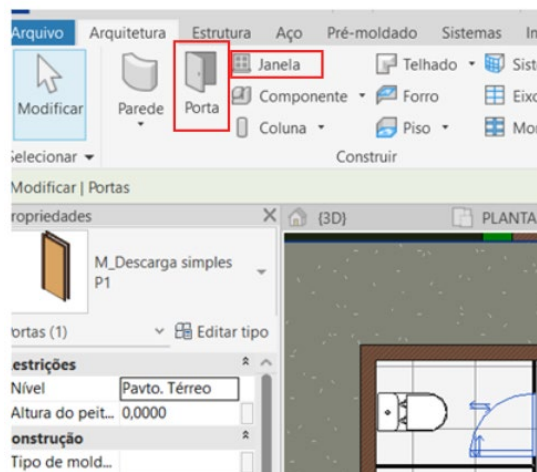
Figura 11: Comando piso



Fonte: Autoria própria (2025).

Posteriormente, foram inseridas as esquadrias no projeto. Utilizando-se os comandos dedicados, (DR) para portas e (WN) para janelas, (Figura 12).

Figura 12: Comando de inserção de esquadrias

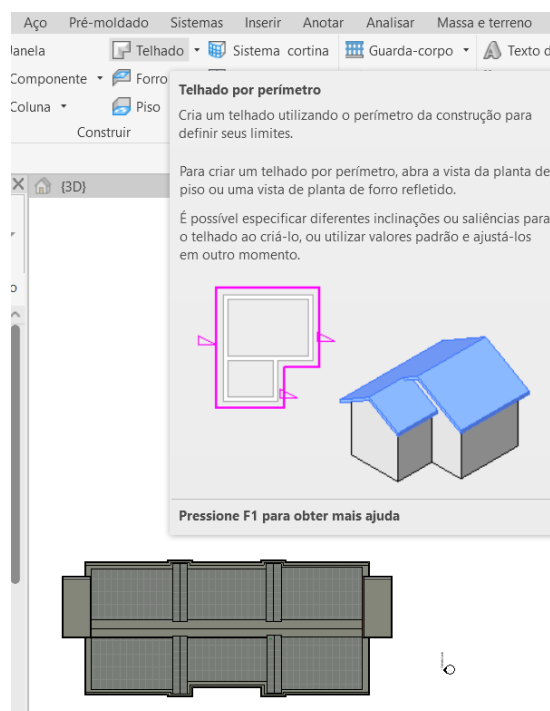


Fonte: Autoria própria (2025).

Ao selecionar os comandos, escolheu-se as famílias específicas de cada elemento. As portas e janelas foram posicionadas de forma precisa nos vãos das paredes, considerando as dimensões e as especificações do projeto. Para ajustes finos, como dimensões, materiais ou tipo de abertura, utilizou-se as ferramentas de edição, para a perfeita integração dos elementos aos demais componentes do modelo.

Posteriormente, seguiu-se para a criação do telhado, onde iniciou-se acessando a ferramenta “Telhado” na aba “Arquitetura”, (Figura 13). Após selecionar a ferramenta, escolheu-se a família de telhas desejada na barra de propriedades. Em seguida, delimitou-se a área do telhado no modelo, definindo a inclinação e o sentido das águas de acordo com o projeto.

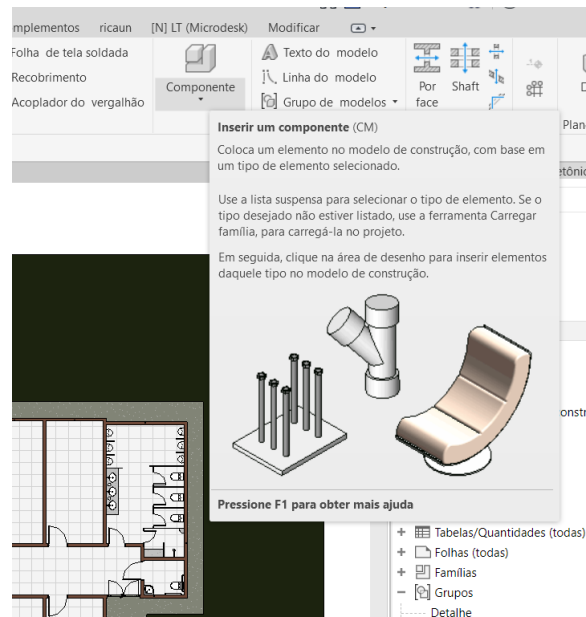
Figura 13: Inserir telhado



Fonte: Autoria própria (2025).

Por fim, para finalizar a modelagem arquitetônica, tem-se a inserção das louças sanitárias. Para isso, utilizou-se o comando (CM), que possibilita posicionar com precisão as bacias sanitárias, os chuveiros e as pias no modelo. Essa etapa é fundamental para o desenvolvimento da modelagem hidrossanitária, pois define os pontos de conexão das instalações hidráulicas e sanitárias, (Figura 14).

Figura 14: Componentes

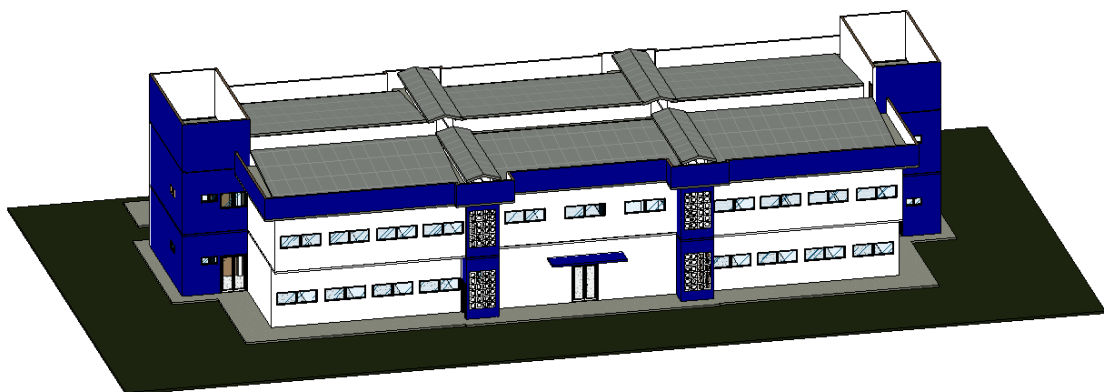


Fonte: Autoria própria (2025).

Após a inserção de todos os parâmetros e os itens necessários, seguindo a rotina dos procedimentos relatados anteriormente, chegou-se a conclusão da modelagem do projeto arquitetônico, (Figura 15).

Após a modelagem desenvolvida, foram realizados os procedimentos de inserção das instalações hidrossanitárias e de hidrantes nas seções 5.1.2 e 5.1.3, respectivamente. Desta forma, além das informações apresentadas nas seções supracitadas, pode-se verificar as suas referidas pranchas nos Apêndices A-C.

Figura 15: Arquitetura em 3D



Fonte: Autoria própria (2025).

5.1.2 Modelagem do projeto hidrossanitário

Para a elaboração do projeto hidrossanitário no Revit, o trabalho é desenvolvido em um arquivo separado do projeto arquitetônico. A modelagem do sistema hidrossanitário requer a utilização de um *template* específico para a disciplina, uma vez que as ferramentas nativas do *software* não atendem completamente às necessidades para o desenvolvimento desse tipo de projeto.

Neste estudo, optou-se por realizar o projeto de instalações prediais de água fria e esgoto sanitário em um único arquivo. Essa abordagem visa facilitar a análise visual e a verificação de possíveis interferências, permitindo que todo o modelo seja avaliado de forma integrada e eficiente.

Para iniciar o projeto, é necessário a vinculação do modelo arquitetônico, etapa essencial para assegurar a integração precisa entre as instalações hidráulicas e sanitárias e o design geral da edificação. Essa etapa garante maior precisão e coordenação entre os diferentes elementos do projeto. A vinculação foi realizada por meio da ferramenta "Vincular Revit", localizada na aba "Inserir", que possibilita a seleção do arquivo correspondente ao modelo arquitetônico, (Figura 16).

Figura 16: Vincular Revit

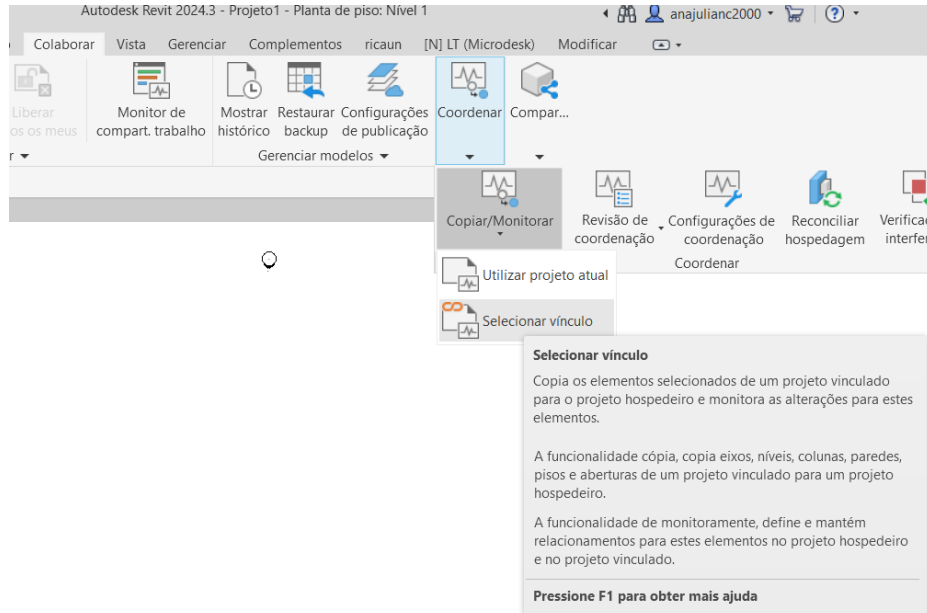


Fonte: Autoria própria (2025).

Em seguida, realizou-se a coordenação e a cópia das peças hidrossanitárias do projeto arquitetônico, procedimento realizado para conectar e sincronizar diferentes elementos de um

projeto utilizando-se a ferramenta 'Copiar/Monitorar'. Isso é visível na aba 'Colaborar', (Figura 17).

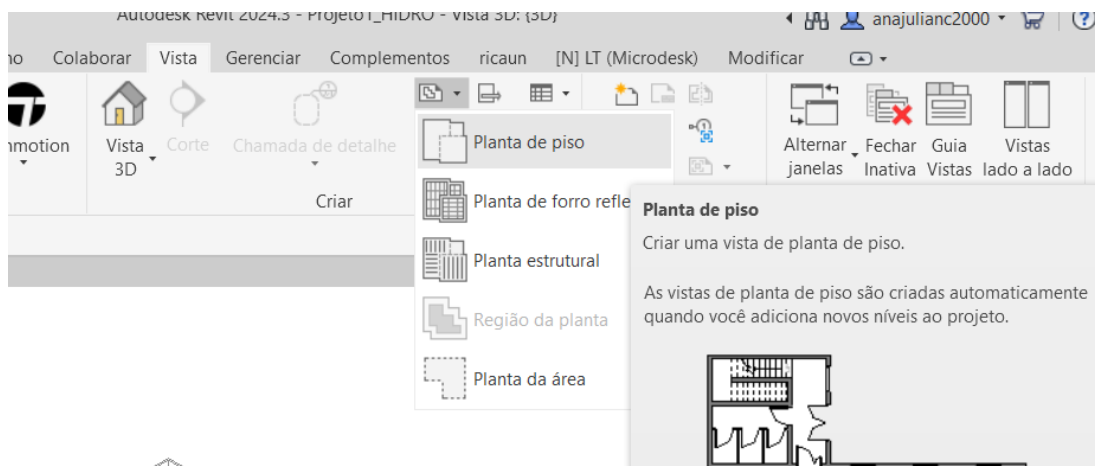
Figura 17: Cópia e monitoramento de vínculo



Fonte: Autoria própria (2025).

O comando "Copiar/Monitorar" também foi utilizado para duplicar os níveis do projeto arquitetônico. Para tanto, selecionou-se uma vista na aba de elevações, onde os níveis foram copiados e inseridos. No entanto, após essa operação, as plantas de piso não são exibidas automaticamente. Para torná-las visíveis, foi necessário acessar a aba "Vistas", selecionar a opção "Vista de Planta" e, em seguida, escolher "Planta de Piso", (Figura 18).

Figura 18: Planta de piso

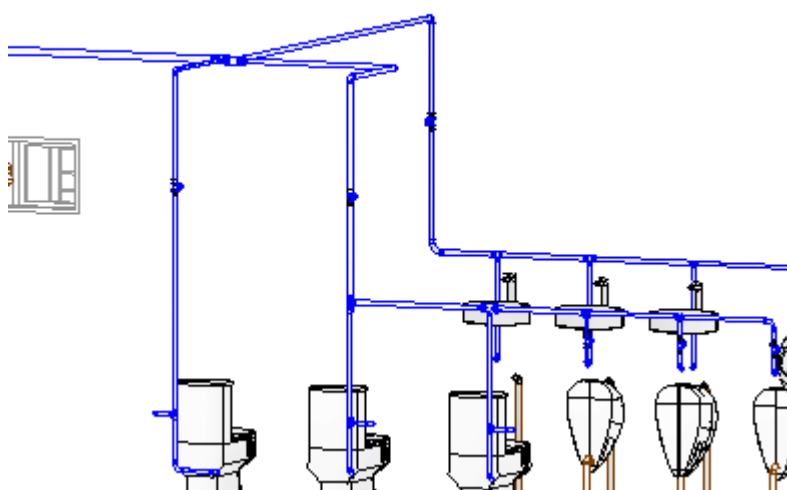


Fonte: Autoria própria (2025).

Após toda configuração do projeto, iniciou-se o projeto hidráulico, com a adição da tubulação por meio do comando (PI). ferramenta "Inserir Tubulação". Nesta etapa, é necessário alterar tanto o tipo de tubo quanto o tipo de sistema para "água fria". Essa configuração pode ser efetuada na barra de propriedades ou no painel de configurações do sistema hidráulico. A seleção correta do sistema é essencial para garantir que os cálculos e a organização das disciplinas sejam realizados de forma apropriada dentro do modelo BIM.

Além disso, equipamentos hidráulicos, como caixas d'água, bombas, filtros, luvas, descargas, duchas e registros, precisam ser inseridos manualmente no modelo utilizando o comando (CM), que corresponde à ferramenta "Inserir Componente". Para facilitar o processo, recomenda-se o uso de famílias parametrizadas já configuradas com as especificações corretas, como diâmetro, pressão e vazão, conforme as necessidades do projeto, (Figura 19).

Figura 19: Representação Água Fria



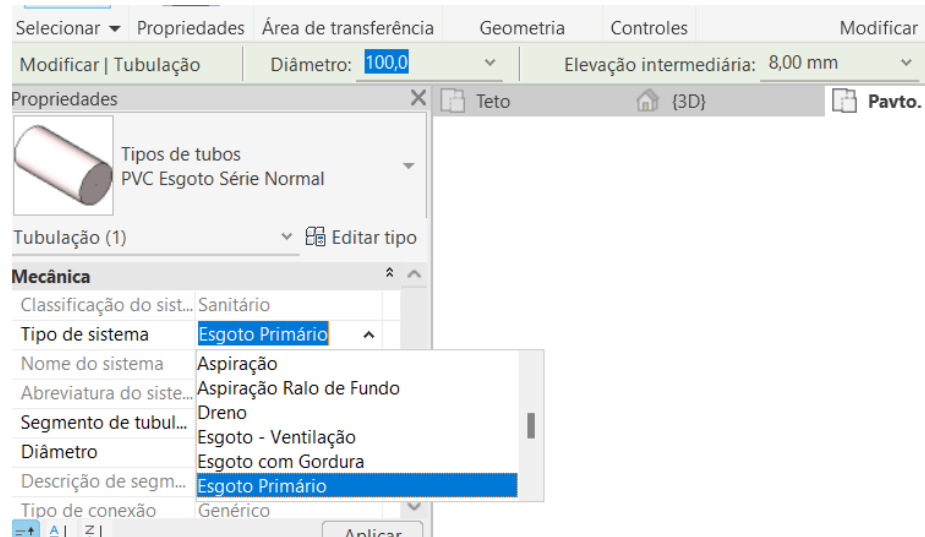
Fonte: Autoria própria (2025).

O traçado do projeto de esgoto sanitário foi desenvolvido no mesmo arquivo utilizado para o projeto hidráulico, eliminando a necessidade de realizar novas vinculações. Essa estratégia otimiza o fluxo de trabalho, favorecendo uma integração mais eficiente e coesa entre os sistemas hidráulicos, além de garantir maior agilidade e precisão no processo de modelagem.

Iniciou-se o traçado do esgoto com a inserção das tubulações através do comando (PI), conforme a (Figura 20). No painel de propriedades, seleciona-se a tubulação referente ao esgoto e altera-se o tipo de sistema correspondente. Em seguida, é escolhido o diâmetro da tubulação e a altura da elevação intermediária. Na criação da tubulação de ventilação, o procedimento é

semelhante, apesar do tipo de tubo permanecer o mesmo, o tipo de sistema é alterado para “esgoto ventilação”.

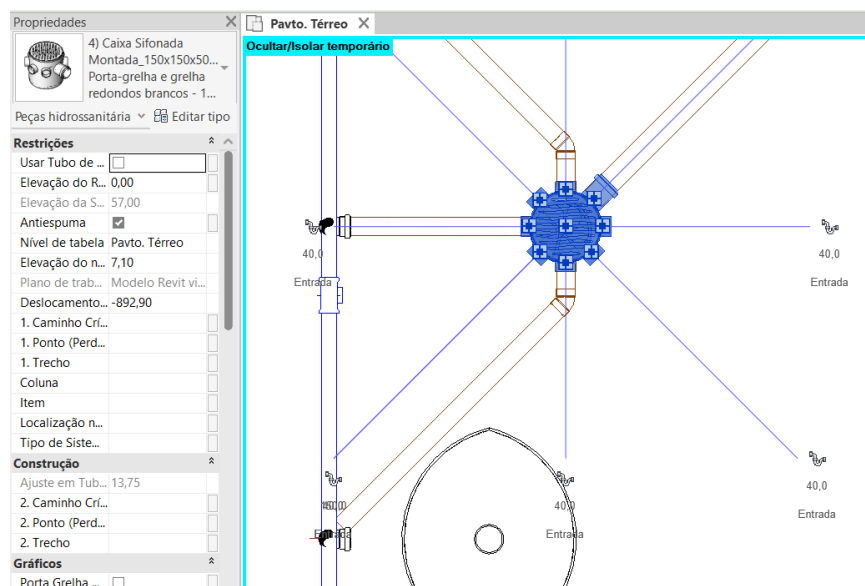
Figura 20: Criando Tubulação



Fonte: Autoria própria (2025).

Para inserir elementos como caixa sifonada, fossa, sumidouros e ralo seco, foi utilizado o comando (CM). Ao acionar o comando, a interface de inserção de componentes foi exibida, permitindo a seleção e o posicionamento preciso dos elementos desejados. Esse procedimento assegurou a correta implementação e funcionamento dos sistemas de esgoto, (Figura 21).

Figura 21: Componentes esgoto



Fonte: Autoria própria (2025).

Vale ressaltar que o projeto hidráulico considerou um reservatório com volume de 10.000 litros mas a sua representação no projeto não era equivalente as dimensões encontradas em manuais dos fabricantes. Entretanto, isso não gerou problemas, pois na modelagem foi possível seguir o mesmo traçado de tubulação, mantendo o barrilete com as mesmas especificações do projeto original.

Ademais, observou-se no projeto de esgoto sanitário a incipiente indicação de inclinações nas tubulações sanitárias, o que dificultou o processo de modelagem. No entanto, seguindo as indicações do item 4.2.3.2 da NBR 8160 (ABNT,1999), o modelo foi desenvolvido com base na inclinação mínima de 2% para tubulações com diâmetro nominal igual ou inferior a 75 mm, e de 1% para tubulações com diâmetro nominal igual ou superior a 100 mm.

Além disso, a norma recomenda o uso de curvas de raio longo ou duas curvas de 45° nos desvios de tubos de queda, com o objetivo de minimizar turbulências e melhorar o desempenho do sistema de esgoto. Foi observado no detalhe do projeto que foram utilizados joelhos ao invés de curvas, não seguindo a especificação da norma.

Na modelagem do projeto no Revit também foram consideradas as exigências da norma relativas à ventilação. Como a laje não é utilizada para outros fins, a extremidade aberta do tubo de ventilação foi projetada com uma altura mínima de 0,30 m, incluindo a instalação de um terminal tipo chaminé. No entanto, insta mencionar que o projeto fornecido não apresentou um bom detalhamento de colunas de ventilação e tubos de queda.

5.1.3 Modelagem das instalações hidráulicas de combate a incêndio

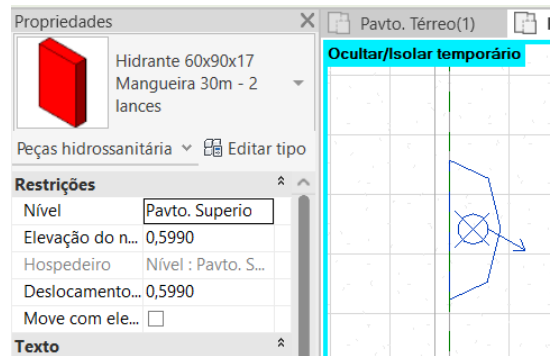
O processo de elaboração do projeto de combate a incêndio no Revit, também deve ser realizado em um novo arquivo. Isso ocorre devido o desenvolvimento dessa disciplina exigir uso de um *template* específico, contendo configurações e categorias famílias apropriadas para o sistema de combate a incendio.

O procedimento de vinculação do projeto arquitetônico e as configurações de cópia de níveis são realizadas de forma semelhante ao procedimento dito anteriormente. Porém, na modelagem das instalações hidráulicas do combate a incêndio é imprescindível o monitoramento/cópia da caixa d'água que já foi inserida nos projetos anteriores, pois a sua utilização necessária para a reserva de incendio.

Iniciou-se com a inserção dos hidrantes, (Figura 22). Os componentes são inseridos utilizando o comando (CM), correspondente à ferramenta de "Inserir Componente". Certifica-se que o nível correto (como térreo ou outro pavimento) esteja ativo, e em propriedades é

escolhida a família de hidrante apropriada no navegador de tipos. É importante que a família selecionada esteja configurada com os parâmetros corretos, como altura de instalação e diâmetro.

Figura 22: Hidrante



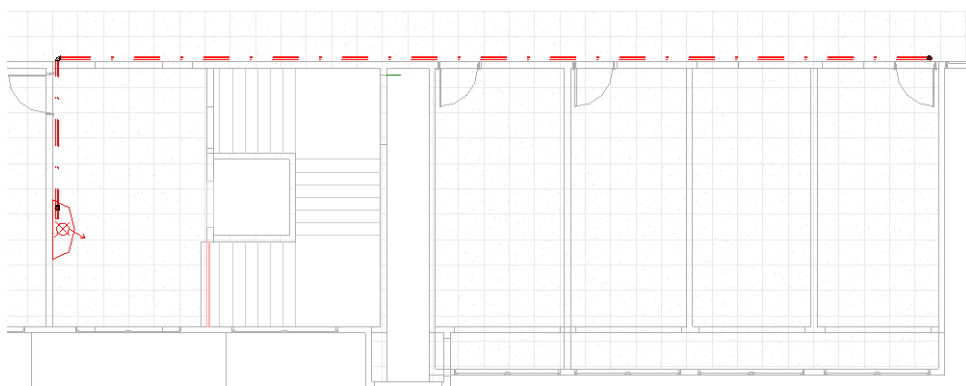
Fonte: Autoria própria (2025).

Ainda com relação ao comando (CM), por meio da biblioteca de componentes do *template* de combate a incêndio podem ser inseridas, luminárias, extintores, sinalização, alarmes. O procedimento de trabalho é análogo.

Posteriormente, foi realizada a modelagem da tubulação (Figura 23). Por meio da ferramenta tubulação (PI), no painel de propriedades, configurou-se o tipo de tubo para "Combate a Incêndio" ou equivalente. É necessário certificar-se que o material e o diâmetro atendam às exigências do projeto. Então, conecta-se essa tubulação ao hidrante, todo esse processo é auxiliado pela ferramenta de "corte", que é visível na aba "vista".

Ressalta-se que as conexões, os tês, as curvas e os flanges, são criados automaticamente pelo Revit ao longo do traçado. No entanto, recomenda-se revisar as conexões para assegurar que não existam conflitos ou configurações incorretas.

Figura 23: Tubulação de Combate a Incêndio



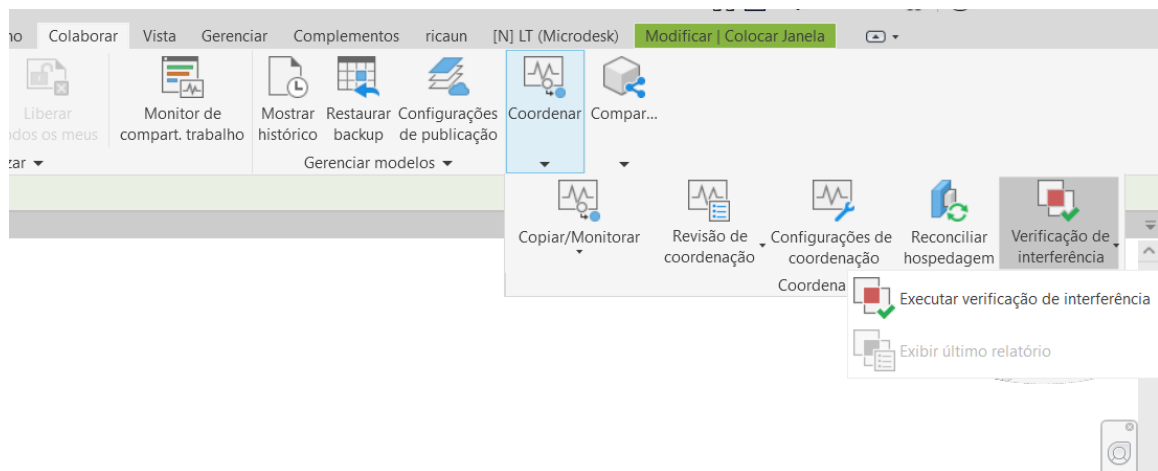
Fonte: Autoria própria (2025).

5.2 COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE PROJETOS

Após a modelagem dos projetos, iniciou-se o processo de compatibilização para identificar e verificar possíveis interferências e inconsistências entre os projetos. Esta etapa foi conduzida no mesmo *software* utilizado para o desenvolvimento dos modelos.

Para a verificação, utilizou-se o recurso "Verificação de Interferência", disponível no Revit na aba "Colaborar", seção "Coordenar". Esta ferramenta realiza uma análise detalhada dos projetos, identificando possíveis irregularidades ou conflitos entre as disciplinas, (Figura 24).

Figura 24: Verificação de interferência



Fonte: Autoria própria (2025).

Dentro da ferramenta de "Verificação de Interferência", existem duas opções principais: "Executar verificação de interferência", que indica os erros e interferências de forma visual e de "Exibir Último Relatório", disponível após a execução da verificação, que apresenta os resultados em um formato mais textual. Essas funcionalidades tornam o processo de compatibilização mais claro e detalhado, permitindo ao usuário identificar e documentar os conflitos de maneira eficiente. Ainda na aba de "Verificação de Interferências", é possível realizar uma análise abrangente dos projetos.

A ferramenta permite verificar uma parte específica do projeto ou o modelo completo. Na aba de "Verificação de Interferência" pode-se selecionar os projetos que deseja-se analisar, assim como os itens, (Figura 25).

Figura 25: Seleção dos projetos e itens de compatibilização

Fonte: Autoria própria (2025).

Neste estudo, inicialmente, foram identificadas e analisadas as interferências existentes dentro do projeto hidráulico e sanitário, que, por sua vez, como mencionado anteriormente, foram integrados e desenvolvidos em um único modelo no *software* Revit. Essa abordagem integrada permitiu uma maior consistência no desenvolvimento do projeto, possibilitando uma visualização mais clara das interseções e possíveis conflitos entre os sistemas hidráulico e sanitário. O Quadro 10, apresenta as interferências dessas disciplinas, a análise e as possíveis soluções.

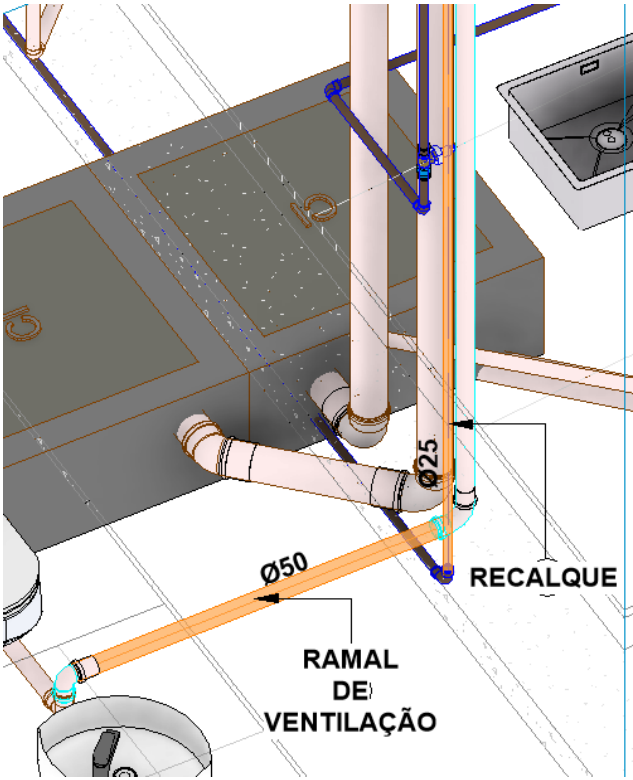
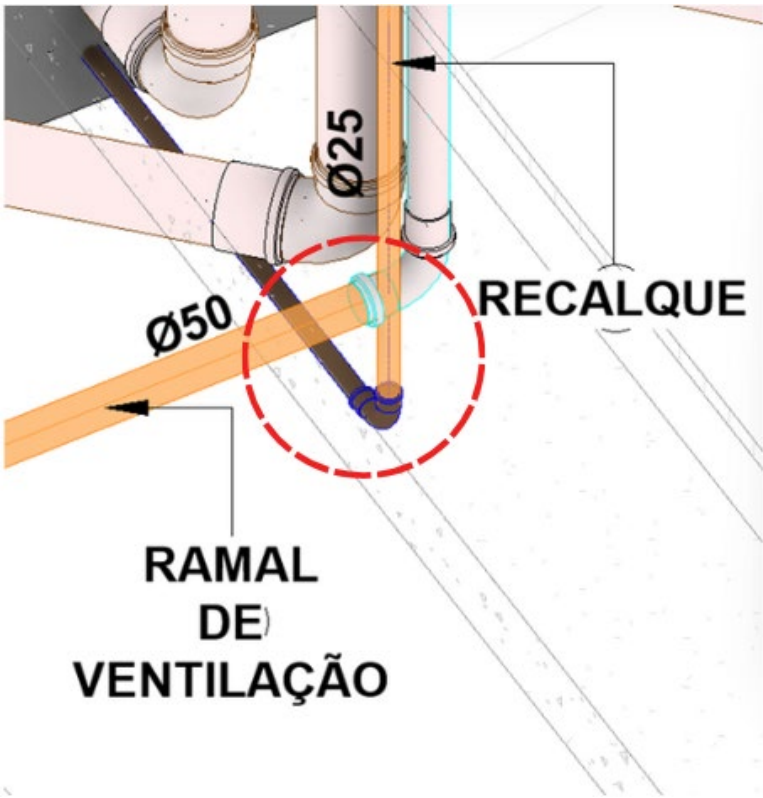
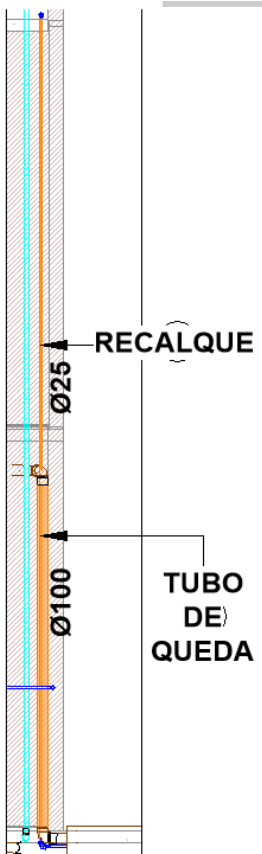
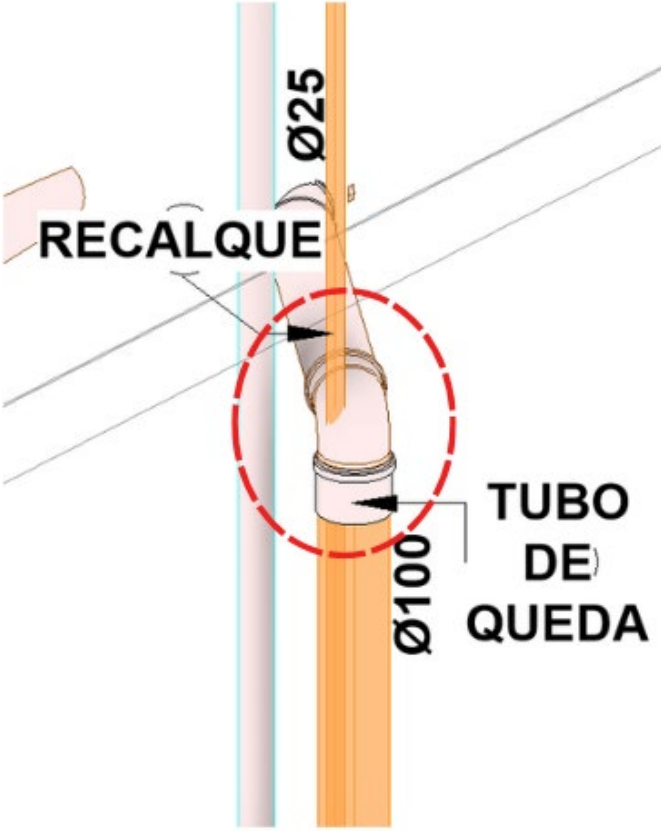
Ressalta-se que, foi realizada a compatibilização das instalações hidráulicas do combate a incêndio com o hidrossanitário. No entanto, verificou-se que não houve interferência, embora os projetos não tenham sido elaborados de maneira integrada. Vale mencionar que as localizações dos hidrantes dependem preponderantemente do *layout* arquitetônico de modo a atender os 15 metros de lance de mangueira como determina o item 5.11.3.3 da IT N°22/2018 CBMRN, como o local previsto para os hidrantes ficaram distantes dos pontos de distribuição água fria, isto foi um fator determinante para não haver interferência com nenhum ponto de instalações.

Cabe mencionar que a instalação do incêndio considerou a localização da caixa d'água com a mesma inconsistência relatada do hidráulico, somando-se a isso considerou-se a caixa

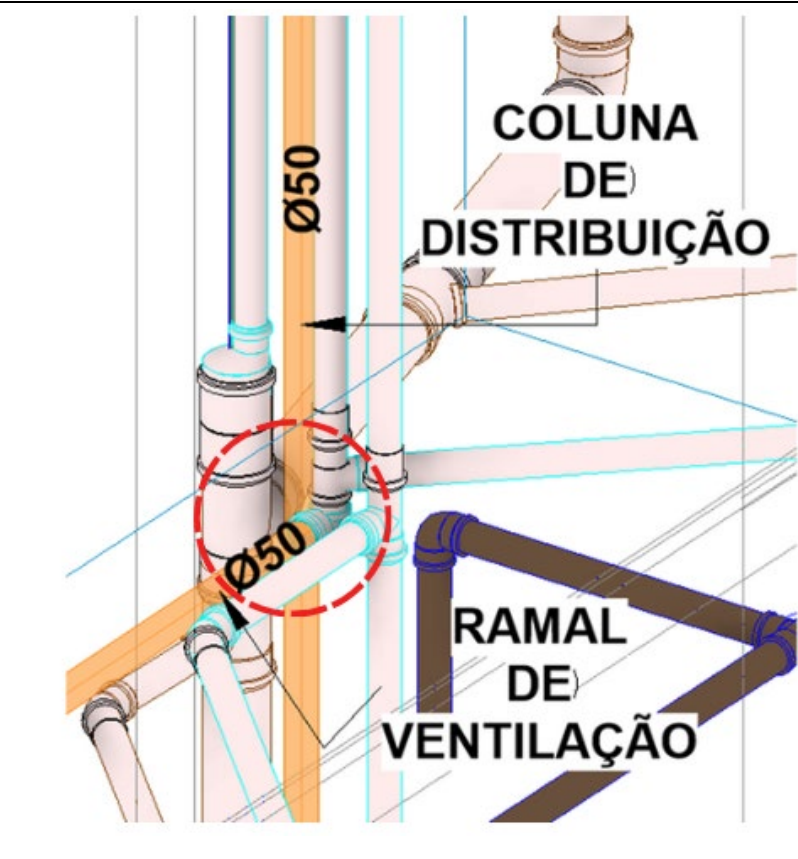
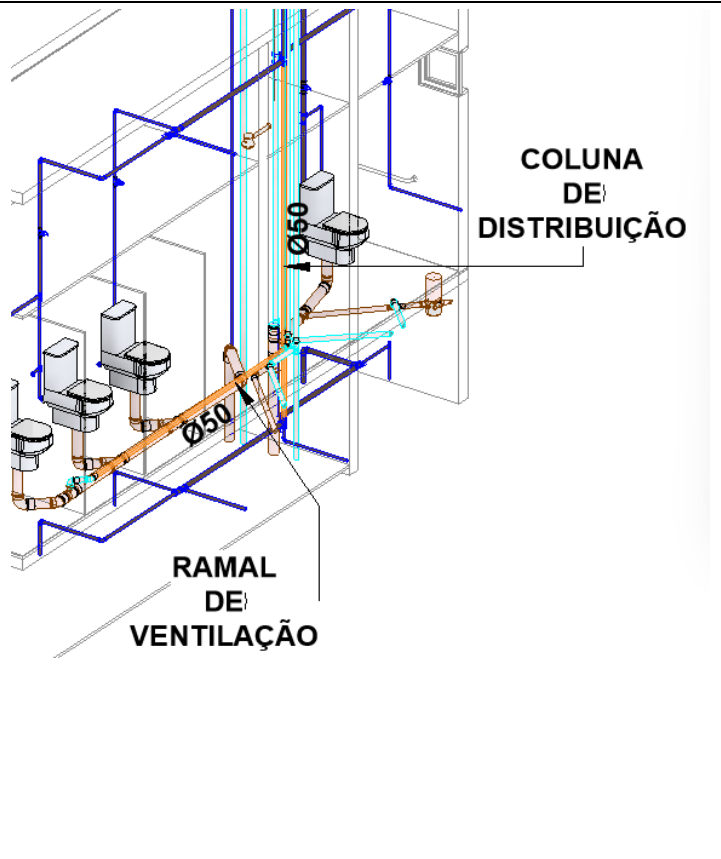
d'agua em um local diferente na laje, pois precisava-se de um espaço adicional para inserir tubulações, instalação das bombas e o quadro de comando o que provocou o ajuste do comprimento da tubulação de ligação entre os reservatórios assim como o barrilete.

Por fim, é importante destacar que falsos positivos no contexto da detecção de interferências no Revit referem-se a conflitos identificados pelo *software* que, na realidade, não representam problemas genuínos no projeto. Esses falsos positivos podem ser causados por diversos fatores, como variações nas tolerâncias dos elementos modelados, componentes temporários ou duplicados, e até mesmo imprecisões na entrada de dados. É crucial reconhecer e mitigar esses falsos positivos para evitar a perda de tempo e recursos na resolução de interferências inexistentes.

Quadro 10 – Interferências (hidráulico x sanitário)

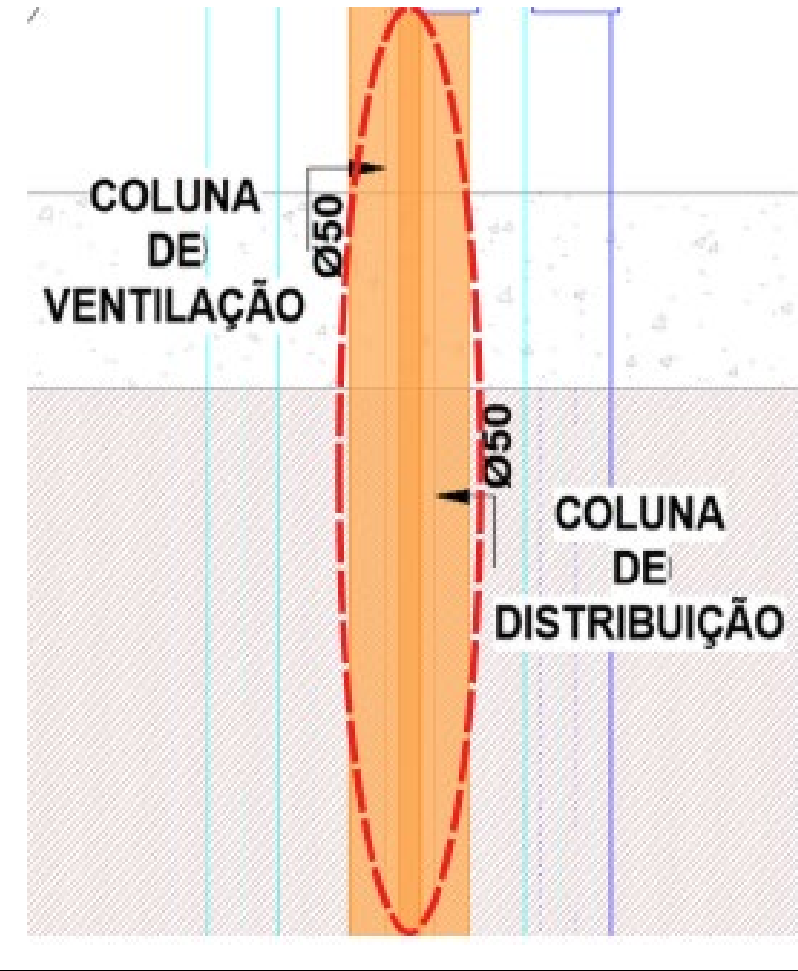
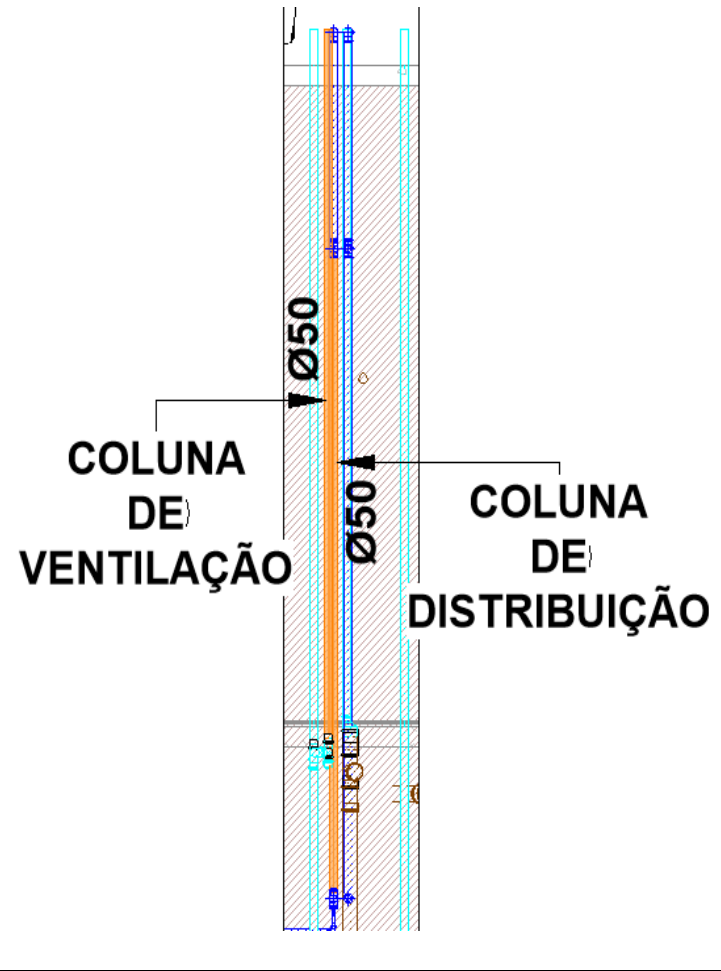
CATEGORIA	INTERFERÊNCIA	DETALHE	DESCRIÇÃO
Água fria – Esgoto sanitário			Localizada no banheiro feminino, no térreo, a interferência ocorre entre a tubulação de água fria de recalque e o ramal de ventilação de esgoto. Trata-se de uma incompatibilidade, que, se não identificada durante a fase de projeto, será detectada apenas durante a execução da obra. Tem-se duas soluções, a primeira pode-se alterar o traçado local da linha recalque sendo a mais viável ou modificar o local do tubo de ventilação, sendo mais complexo pois poderá não atender aos critérios estabelecidos no parágrafo 4, item b, do item 4.3.16 da NBR8160 (ABNT, 1999), que trata da distância mínima entre a saída do aparelho sanitário e a tubulação.
Água fria – Esgoto sanitário			Localizada no banheiro masculino, no pavimento térreo, foi identificada uma interferência entre a tubulação de recalque de água fria e o tubo de queda de esgoto proveniente do pavimento superior. Tem-se duas soluções: a primeira pode-se alterar o traçado local da linha recalque sendo a mais viável ou pode-se afastar o tubo de queda, que esta ação pode comprometer o fluxo gravitacional, uma vez que sua posição deve ser projetada com base em cálculos de inclinação e distâncias mínimas. essenciais para garantir o escoamento adequado e evitar obstruções.

Água fria -
Esgoto sanitário

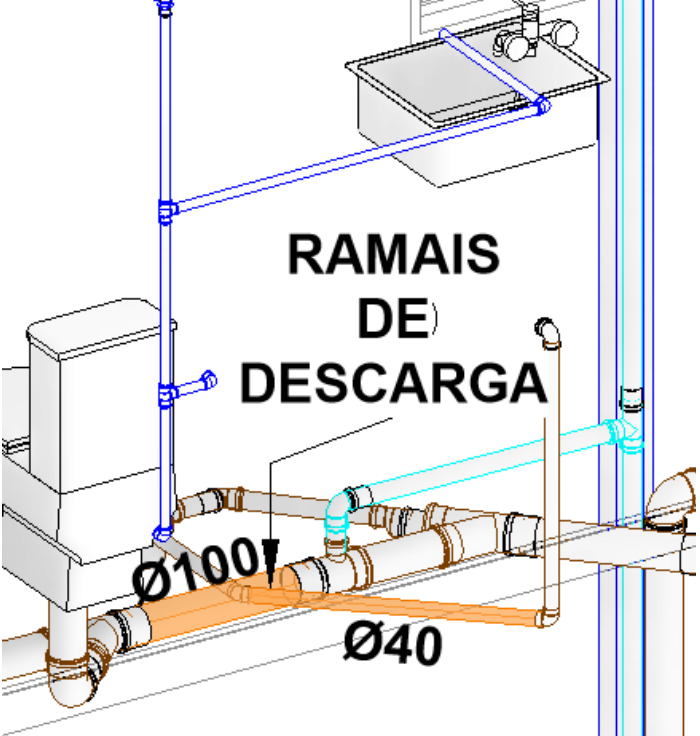
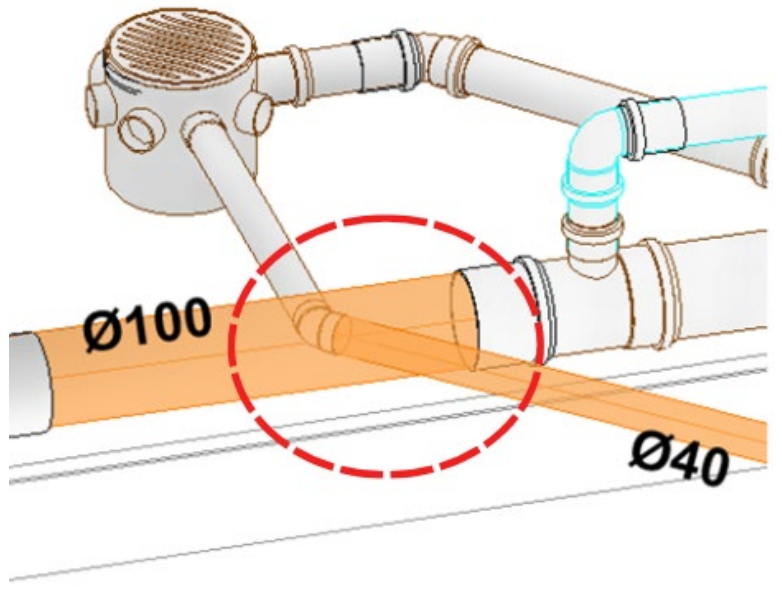
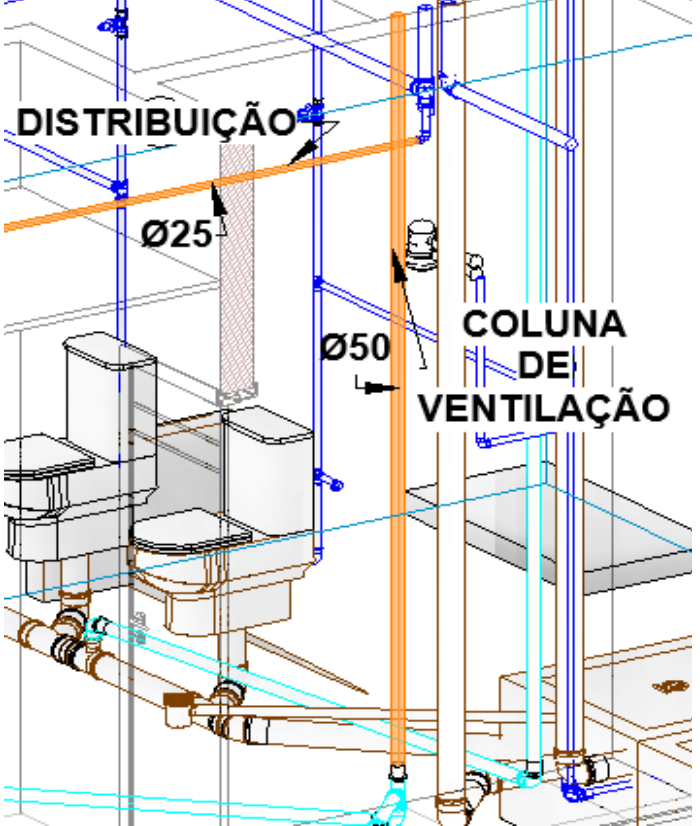
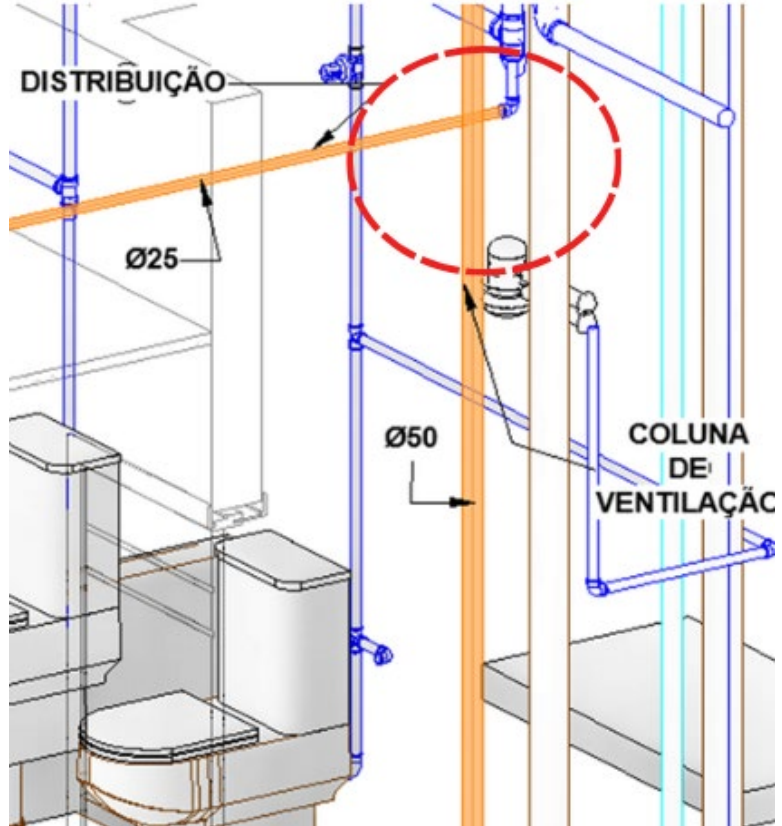


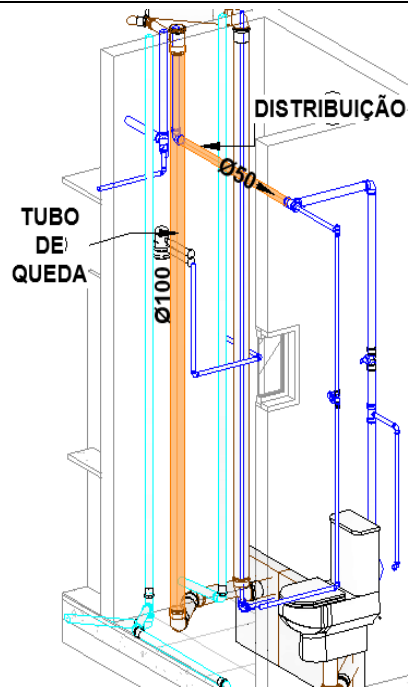
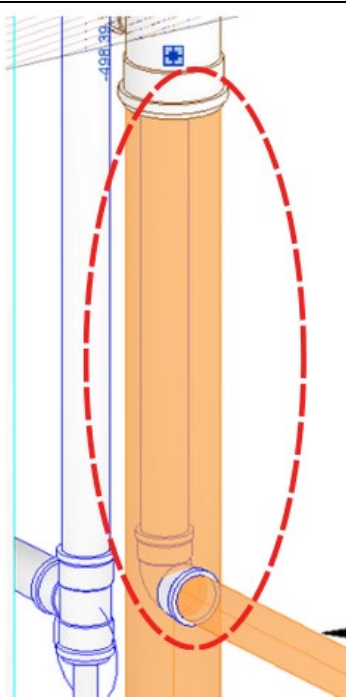
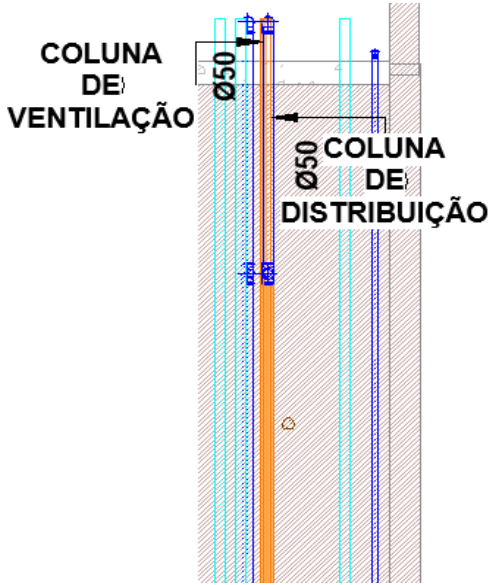
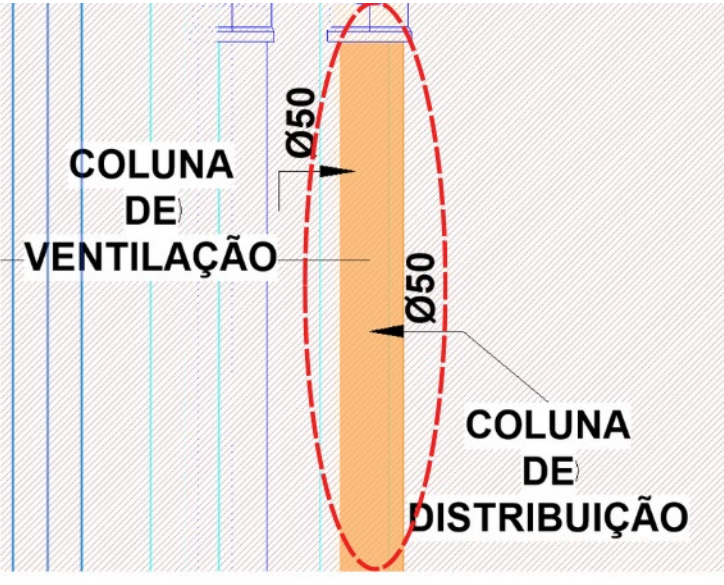
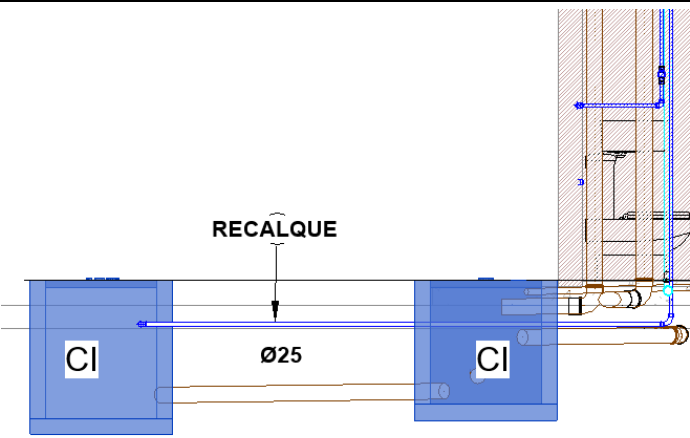
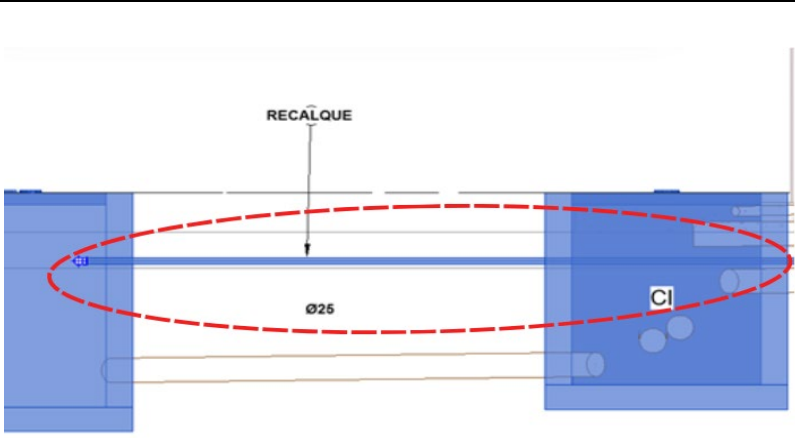
Localizada no banheiro feminino, no pavimento térreo, essa interferência identificada poderá ser solucionada com uma pequena mudança no local da descida, porém deve-se verificar os cálculos do comprimento total da tubulação e das perdas de carga lineares.

Água fria -
Esgoto sanitário



Localizada no banheiro masculino, no pavimento superior, a interferência entre a coluna de ventilação e a coluna de distribuição, além de ser impraticável, poderia ter sido identificada apenas com uma sobreposição dos projetos em CAD, já que esse caso específico não necessita de uma visualização em 3D para ser detectado.

Esgoto -Esgoto			Localizada no banheiro feminino, no pavimento superior, essa interferência entre a tubulação que sai da pia e a tubulação de esgoto, classificadas como ramais de descarga, pode causar problemas significativos. Embora no projeto tenha sido previsto um desvio por cima da tubulação advinda das bacias sanitárias, foram desconsideradas as distâncias e as inclinações dos tubos, acarretando a impossibilidade de passar por cima e resultando em um confronto entre as tubulações. O item 4.2.3.2 da NBR8160 (ABNT, 1999) recomenda declividades mínimas de 2% para tubulações de diâmetro igual ou inferior a 75 mm e 1% para tubulações com diâmetro superior a 100 mm. Para a resolução dessa interferência, sugere-se mudar a localização do desconector para mais próximo da pia. Dessa forma, não será necessário que a tubulação cruze as tubulações de esgoto existentes e permaneça com a inclinação necessária.
Água fria - Esgoto sanitário			Localizada no banheiro feminino, no pavimento térreo, a interferência entre a coluna de ventilação (esgoto) e a linha de distribuição (coluna). Essas inconformidades, quando não passam por um processo de avaliação de interferência, geralmente são identificadas apenas na hora da execução. Além de gerar aumento de custos devido à necessidade de correções de última hora, podem acarretar atrasos no cronograma da obra, comprometer a eficiência do sistema hidráulico e até mesmo provocar danos estruturais ao edifício. Além disso, a falta de conformidade com as normas pode implicar em riscos à segurança dos usuários, bem como em possíveis sanções legais.

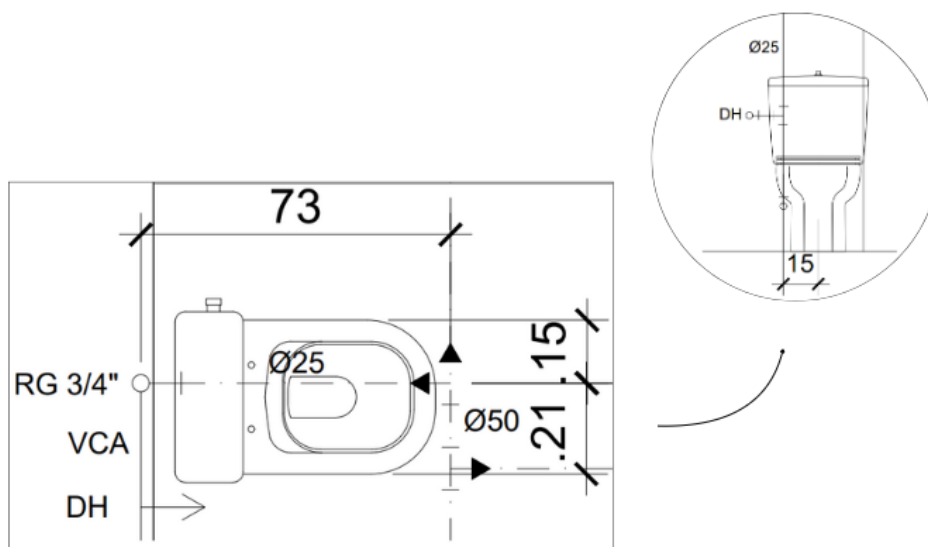
Água fria – Esgoto sanitário			Localizado no banheiro masculino a coluna de distribuição está contida dentro do tubo de queda, uma tratativa seria mover essa tubulação de distribuição, o que poder nesse caso interferir com outras colunas de ventilação, assim como alterar todo os traçados nas tubulações dependentes e conectadas a esta. Além da necessidade de verificação da pressão e vazão se continuaram atendendo a NBR5626 (ABNT, 2020)
Água fria - Esgoto sanitário			Localizada no banheiro masculino, no pavimento superior, foi identificada uma interferência entre a coluna de distribuição de água fria e a coluna de ventilação do esgoto. Essa incompatibilidade ocorreu devido à falta de ajustes nos traçados das instalações hidráulicas e sanitárias, possivelmente resultante de falhas na concepção dos projetos. A sobreposição dos projetos de água fria e esgoto no CAD poderia ter permitido a identificação antecipada dessa interferência, evidenciando a necessidade de maior integração e revisão entre as disciplinas. Como solução, recomenda-se o afastamento da tubulação de recalque, garantindo a adequação do traçado e evitando conflitos na execução.
Água fria – Esgoto sanitário			Localizada na parte externa da edificação, ao lado dos banheiros, essa interferência ocorre em ambas as laterais, onde estão posicionadas as caixas de inspeção, além de conflitos com fossas e sumidouros. Essa incompatibilidade poderia ter sido identificada na sobreposição dos projetos no CAD, mas a verificação de interferência no Revit permitiu uma análise mais detalhada e precisa. Como solução, recomenda-se o ajuste do traçado do recalque para evitar esses conflitos.

5.3 COMPARAÇÃO ENTRE CAD E BIM

No desenvolvimento do trabalho, constatou-se uma limitação significativa no uso de blocos no *software* CAD, que, embora facilite a criação de elementos bidimensionais, apresenta dificuldades no que diz respeito à precisão e à fidelidade ao modelo real. Durante a análise do projeto hidráulico, identificou-se que a caixa d'água possuía um diâmetro inferior ao real, comprometendo a representatividade do modelo. Além disso, a ausência de parâmetros dinâmicos no CAD dificultou a atualização automática das propriedades do objeto em todas as vistas, gerando inconsistências que impactaram diretamente a qualidade do projeto. Por outro lado, no ambiente BIM, os objetos são modelados com informações parametrizadas, permitindo ajustes automáticos que garantem maior flexibilidade e precisão, além de fortalecerem a integração entre as etapas de design e execução.

Essas limitações do CAD tornam-se ainda mais evidentes ao se analisar o projeto sanitário, no qual foi necessário verificar manualmente diversos detalhes, revelando falhas que poderiam ter sido evitadas em um ambiente BIM. Por exemplo, o projeto recebido apresentava lacunas importantes, como a falta de detalhamento referente à altura da coluna de água que alimenta os chuveiros, além de inconsistências na representação em planta e no detalhamento. Um exemplo claro foi o posicionamento da tubulação: enquanto a planta sugere que ela está quase centralizada em relação à bacia sanitária, o detalhamento mostrava que ela estava significativamente recuada, (Figura 26). Essas questões reforçam a necessidade de uma verificação manual constante no CAD, fato que eleva a risco de imprecisões e retrabalho.

Figura 26: Detalhe CAD



Fonte: Autoria própria (2025).

Esses problemas evidenciam as limitações do CAD em proporcionar uma visão integrada e precisa do projeto, já que a atualização de detalhes requer verificação manual constante, aumentando o risco de erros e inconsistências. Por outro lado, no Revit, operando em um ambiente BIM, esses problemas seriam evitados. Os elementos no Revit são modelados com informações paramétricas que permitem ajustes dinâmicos, refletindo automaticamente em todas as vistas e documentações associadas.

De maneira semelhante, ao analisar o projeto isométrico, foi observada a ausência do extravasador da caixa d'água, um componente essencial para garantir a funcionalidade e segurança do sistema hidráulico. Esse tipo de problema pode ser atribuído ao uso recorrente de blocos já existentes que, muitas vezes são reutilizados de projetos anteriores sem as devidas adaptações. Alterações realizadas no projeto atual podem ser esquecidas na atualização dos blocos, o que compromete a precisão e a integridade do modelo final. Essa prática, comum no CAD, exige atenção redobrada por parte dos projetistas para evitar omissões ou inconsistências que podem impactar negativamente a execução e o funcionamento do sistema.

No CAD, a sobreposição de projetos é desenvolvida manualmente, exigindo que os desenhos de diferentes disciplinas sejam alinhados e comparados visualmente para identificar interferências, o que é demorado e propenso a erros. A falta de um modelo 3D integrado dificulta a visualização de conflitos entre sistemas, resultando em problemas que podem ser detectados apenas durante a construção. Diferentemente, o Revit, um *software* BIM, automatiza a sobreposição de projetos em um modelo 3D compartilhado. As interferências são detectadas facilmente pela “verificação de interferências”, permitindo uma verificação mais precisa e eficiente da compatibilidade entre sistemas e reduzindo significativamente o risco de erros e retrabalhos.

No *software* BIM utilizado, a criação de tubulações inclinadas pode ser menos intuitiva e exigir maiores ajustes manuais para garantir que a inclinação correta seja mantida ao longo do percurso da tubulação. Isso pode resultar em um processo mais demorado e complexo para projetistas que precisam garantir a funcionalidade e a conformidade com as normas de escoamento. Já no *software* CAD, a representação de tubulações inclinadas é mais direta, onde a indicação é feita em linhas e atribuídas em texto. Permitindo aos projetistas definir facilmente as inclinações necessárias sem enfrentar as mesmas dificuldades encontradas no Revit.

O Revit exige um tempo maior de treinamento dos profissionais devido à sua interface mais complexa. Em contrapartida, o CAD, por ser uma ferramenta tradicional, possui um aprendizado mais rápido graças à simplicidade de sua interface.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve por objetivo compatibilizar as instalações prediais dos projetos hidrossanitário e de Segurança Contra Incêndio (SCI) em uma edificação pública utilizando a metodologia BIM. Para isso, foram analisadas as diferenças entre os *softwares* AutoCAD e Revit, buscando compreender a viabilidade da substituição entre essas ferramentas e estruturando uma rotina didática para auxiliar estudantes e profissionais na transição entre os sistemas.

Dentre os principais aspectos deste estudo, destacam-se os seguintes pontos:

- Foi estruturada uma rotina de trabalho para facilitar a migração dos projetos hidrossanitário e de SCI, auxiliando estudantes e profissionais na adoção do BIM para seus fluxos de trabalho. Melhorando a integridade do projeto, agregando valor e otimizando tempo.
- A substituição do AutoCAD pelo Revit evidenciou ganhos significativos em precisão, eficiência e integração entre disciplinas, reduzindo erros e retrabalho. No entanto, a detecção de interferências gerou falsos positivos, exigindo análise criteriosa. A transição entre os *softwares* exige um período de adaptação, especialmente quanto ao aprendizado da nova ferramenta e à necessidade de padronização dos projetos dentro do ambiente BIM.
- A transição entre os *softwares* requer adaptação, sobretudo no aprendizado da ferramenta e na padronização dos projetos em BIM.
- O uso de blocos no AutoCAD apresentou dificuldades em termos de precisão e fidelidade ao projeto original, enquanto o BIM, com sua modelagem paramétrica, ofereceu maior flexibilidade e integração entre as etapas de design e execução.
- O desempenho do Revit foi comprometido pelo uso excessivo de arquivos vinculados, tornando a detecção de interferências mais lenta. Além disso, a complexidade dos relatórios dificultou a análise e a tomada de decisões.

Dessa forma, conclui-se que os objetivos propostos foram plenamente atendidos. A compatibilização dos projetos no ambiente BIM demonstrou-se eficaz, permitindo maior controle e integração entre as disciplinas envolvidas. Além disso, a análise da transição entre os softwares possibilitou a identificação de parâmetros evolutivos importantes, e a rotina de trabalho desenvolvida se mostrou uma ferramenta útil para facilitar esse processo de migração. Desta forma, este estudo contribui para a difusão da metodologia BIM, auxiliando na modernização dos processos de projeto e promovendo maior eficiência na concepção de instalações prediais.

6. REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-6:2021**. Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2021.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: 2020**. Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro, 2020.

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

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10897:2020** Sistemas de proteção contra incêndios por chuveiros automáticos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2020.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12693: 2021** Sistemas de Proteção por Extintores de Incêndio. Rio de Janeiro, 2021.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13714:2000** Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14799:2011**. Reservatório poliolefinico para água potável- requisito. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14800:2011**. Reservatório poliolefinico para água potável- instalações em obra. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16820:2022** Sistemas de sinalização de emergência — Projeto, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2022

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17240:2010** Sistemas de detecção e alarme de incêndio- Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio - requisitos. Rio de Janeiro. 2010.

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

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077:2001** Saídas de emergências em edifícios. Rio de Janeiro:, 2001.

BORGES, R. S.; BORGES, W. L. Manual de instalações prediais, hidráulico-sanitárias e de gás. 4. ed. São Paulo: **Pini**, 1992.

BRENTANO, T.; **A proteção contra incêndios no projeto de edificações**. 4ª ed. Porto Alegre: Telmo Brentano, 2023.

CARDOSO, H. A. et al. **Metodologia BIM aplicada a um projeto residencial unifamiliar**. 2022.

CARVALHO JÚNIOR, R. de. **Instalações Hidráulicas e o Projeto Arquitetônico**. 11ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 2017.

CARVALHO JÚNIOR, R. de. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias: Princípios básicos para elaboração de projetos**. São Paulo: Blucher, 2014.

COSTA, G.C.L.R.; FIGUEIREDO, S.H.; RIBEIRO, S.e.C. Estudo Comparativo da Tecnologia CAD com a Tecnologia BIM. Revista de Ensino de Engenharia, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 11-18, 3 dez. 2015. **Revista de Ensino de Engenharia**.
<http://dx.doi.org/10.15552/2236-0158/abenge.v34n2p11-18>.

CREDER, H. Instalações hidráulicas e sanitárias. In: **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 1991.

CROTTY, R. **The Impact of Building Information Modelling**. SPON Press, 2012.

EASTMAN et al. Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 1.ed. Porto Alegre: **Bookman Editora Ltda**, 2014. Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto - PIB**.2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 15 set. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto - PIB**.2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 15 set. 2024.

LIMA, C. F. M. Gestão do Processo de Projeto Hidrossanitário. Belo Horizonte, 2016. 292 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016

MACINTYRE, A. J. **Esgotos sanitários. Manual de instalações hidráulicas e sanitárias**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 1990. Cap.2, p.77-116.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Manual de Instalação Hidráulicas e Sanitárias**. Guanabara, 1990.

Marsico, M. L; Medeiros, R.; Delatorre, V.; Costella, M. F. & Jacoski, C. A. (2017). **Aplicação de BIM na compatibilização de projetos de edificações**. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering. 7(17), 19-41.

MENTZ, B. B.. **Coordenação de projetos BIM e a segurança contra incêndio: estudo aplicado ao processo de compatibilização e ao atendimento a requisitos do projeto de prevenção e proteção contra incêndio**. 2021.

NUNES, G. H.; LEÃO, M. Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM Comparative study of design tools-the traditional CAD

and BIM modeling. **Revista de Engenharia**, v. 155, n. 55, p. 47-61, 2018.
 PENTTILÄ, H. Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 11, n. 29, p. 395-408, 2006.

PEREIRA, N. de J. **Utilização da tecnologia BIM no desenho arquitetônico: um estudo de caso**. 2017.

RECH, A. R. **BIM: Aplicação em Projeto e Gerenciamento de Obras Industriais – AUBR 42**. Autodesk University Brasil 2012.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 01/2022: Parte I - Procedimentos Gerais e Classificação das Edificações**. Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/seren/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 01/2022: Parte II - Orientações para licenciamento**. Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/seren/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 01/2022: Parte III - Processo administrativo e infracional**. Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/seren/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 02/2022 - Conceitos Básicos de Segurança contra Incêndio**. Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/seren/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 03/2022 - Terminologia de Segurança contra Incêndio**. Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/seren/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 04/2022 - Símbolos Gráficos para Projeto de Segurança contra Incêndio**. Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/seren/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 05/2022 - Segurança contra Incêndio – Urbanística**. Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/seren/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 06/2022 - Acesso de Viaturas na Edificação e Áreas de Risco**. Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/seren/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 07/2022**

- **Separação entre edificações (isolamento de risco).** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 08/2022 - Segurança estrutural contra incêndio.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 09/2022 - Compartimentação horizontal e compartimentação vertical.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 10/2022 - Controle de materiais de acabamentos e revestimento.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 11/2022 - Saídas de emergência.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 12/2022 - Centros esportivos e de exibição – requisitos de segurança contra incêndio.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 13/2022 - Pressurização de escada de segurança.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 14/2022 - Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 15/2022: Parte I - regras gerais.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 15/2022: Parte II - Conceitos, definições e componentes do sistema.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 15/2022: Parte III - Controle de fumaça natural em edificações comerciais, industriais e depósitos.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 15/2022: Parte IV - Controle de fumaça natural nas demais ocupações.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 15/2022: Parte V - Controle de fumaça mecânico.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 15/2022: Parte VI - Controle de fumaça em rotas de fuga horizontais protegidas e subsolos.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 15/2022: Parte VII – Átrios.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 16/2022 – Gerenciamento de riscos de incêndio.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 17/2022: Parte I – Brigada de incêndio.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 17/2022 – Brigada de incêndio.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 18/2022 - Iluminação de emergência.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 19/2022 - Sistema de detecção e alarme de incêndio.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 20/2022 - Sinalização de emergência.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 21/2022 - Sistema de proteção por extintores de incêndio.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 22/2022**

- **Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 23/2022 - Sistema de chuveiros automáticos.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 24/2022 - Sistema de chuveiros automáticos para áreas de depósito.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 25/2022 - Líquidos combustíveis e inflamáveis.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 26/2022 - Sistema fixo de gases para combate a incêndio.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 27/2022 - Armazenamento em silos.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 28/2022 - Manipulação, armazenamento, comercialização e utilização de gás liquefeito de petróleo (GLP).** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 29/2022 - Comercialização, distribuição e utilização de gás natural.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 30/2022 - Fogos de artifício.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 31/2022 - Segurança contra incêndio para heliponto e heliporto.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 32/2022 - Produtos perigosos em edificações e áreas de risco no manuseio de produtos perigosos.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 33/2022 - Cobertura de sapé, piaçava e similares.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 34/2022 - Hidrante urbano.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 35/2022 - Túnel rodoviário.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 36/2022 - Pátio de contêiner.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 37/2022 - Subestação elétrica.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 38/2022 - Segurança contra incêndio em cozinha profissional.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 39/2022 - Estabelecimentos destinados à restrição de liberdade.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 40/2022 - Edificações históricas, museus e instituições culturais com acervos museológicos.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 41/2022 - Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 42/2018 - Processo Técnico Simplificado (PTS).** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 43/2022 - Adaptação às normas de segurança contra incêndio –Edificações existentes.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica N° 44/2022**

- **Proteção ao meio ambiente.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar. **Instrução técnica Nº 45/2022 - Segurança contra incêndio para sistemas de transporte sobre trilhos.** Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: https://sistemascbm.rn.gov.br/sernten/portal/its_2022. Acesso em: 20 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. **Lei Complementar nº 601, de 07 de agosto de 2017.** Institui o Código Estadual de Segurança Contra Incêndio e Pânico (CESIP) do Estado do Rio Grande do Norte, altera a Lei Complementar 247 de 2002, revoga a Lei Estadual nº 4.436 de 1974, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

RIO GRANDE DO NORTE. **Lei Complementar nº 704, de 1 de abril de 2022.** Altera a Lei Complementar Estadual nº 601, de 7 de agosto de 2017, que instituiu o Código Estadual de Segurança Contra Incêndio e Pânico (CESIP) do Estado do Rio Grande do Norte; a Lei Complementar Estadual nº 247, de 19 de dezembro de 2002, que criou o Fundo Especial de Reaparelhamento do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte (FUNREBOM); a Lei Complementar Estadual nº 230, de 22 de março de 2002, que fixou o efetivo do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio Grande do Norte; e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

RODRIGUES, A R. et al. **Avaliação da ferramenta BIM na concepção e dimensionamento de projetos de segurança contra incêndio e pânico.** 2022.

RODRIGUES, G. A geração dos sistemas CAD. **Parc**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 1-7, jun. 2008. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~parc>. Acesso em: 12 maio 2021.

SOUZA, M. A. S. de. **Aplicação de metodologia BIM na compatibilização de projetos e na documentação de obra: estudo de caso sobre obra em Águas Claras/DF.** 2017.

Guia Prático para Migração do AutoCAD para o Revit

PARA ESTUDANTES E PROFISSIONAIS
DA CONSTRUÇÃO CIVIL,
ARQUITETURA E ENGENHARIA

Introdução

Objetivo: Facilitar a migração de projetos do AutoCAD para o Revit com foco na compatibilização.

Importância: Destacar os benefícios da migração para o Revit, como maior precisão, eficiência e coordenação.

Resumo dos conteúdos

- Diferenças entre AutoCAD e Revit.
- Preparação para a Migração
- Migração de Projetos do AutoCAD para o Revit.
- Compatibilização e Análise de Interferências.
- Conclusão.

Diferenças entre AutoCAD e Revit

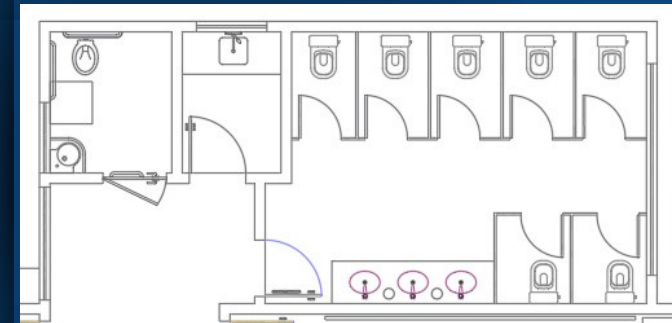
AutoCAD é uma ferramenta de desenho geral com aplicação ampla e Revit é um software BIM, trata-se de uma solução de projeto e documentação específica para construção, dando suporte a todas as fases e disciplinas envolvidas em um projeto de construção

Aspecto	AutoCAD	Revit
Visualização	2D	3D
Documentação	Manual	Automatizada
Coordenação	Segmentada	Integrada
Deteção de Interferências	Manual	Automatizada
Sustentabilidade	Limitada	Avançada
Precisão	Depende do usuário	Alta, com atualizações automáticas

Preparação para migração

CAD:

- Limpeza dos Projetos: Retire todos os elementos de detalhes, como hachuras, cotas e textos que não são necessários para a modelagem no Revit.



- Salvar o Arquivo: Salve o arquivo CAD, de preferência em um formato que seja compatível com o Revit, como DWG.
- Unidades de Medida: Use o comando (UN) para verificar e ajustar as unidades de medida. Certifique-se de que elas estão configuradas conforme o necessário.

- No caso de projetos com mais de um pavimento, é necessário organizar cada pavimento separadamente. Isso facilita a importação seletiva de informações, assegurando que cada elemento esteja associado ao seu nível correspondente.

- REVIT
Escolha do Template: Selecione o template da disciplina específica que você estará trabalhando.

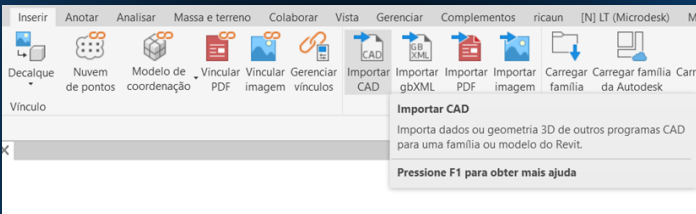
Criação de Níveis: Utilize o comando Nível (LL) para criar os níveis do seu projeto.



Migração de projetos do autocad para o revit

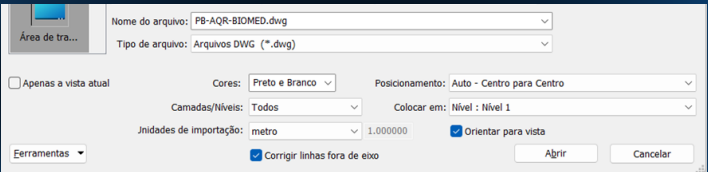
Importação do CAD:

- Importar os arquivos CAD para o Revit utilizando a ferramenta apropriada: Utilize a ferramenta (IMPORTAR CAD) no Revit para trazer os desenhos do AutoCAD.



Ajustes Iniciais:

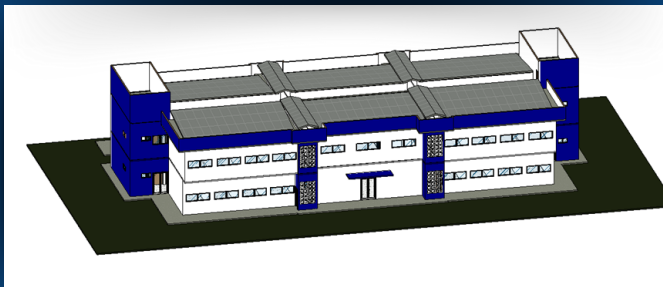
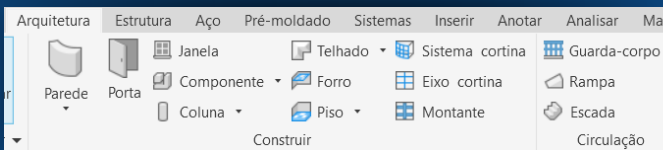
- Configuração dos parâmetros essenciais: deve definir o estilo de cores desejado, ajustar a unidade do arquivo para coincidir com a do DWG e escolher o posicionamento do projeto no ambiente do Revit.



Projeto Arquitetônico

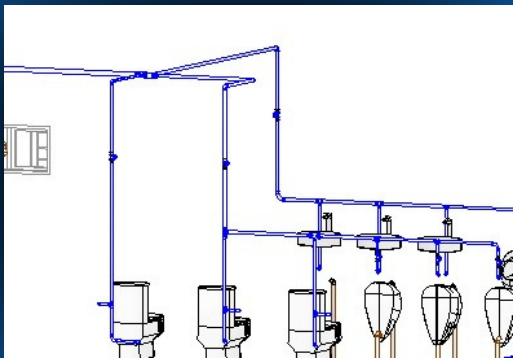
Modelagem 3D: Para a modelagem do projeto arquitetônico você pode seguir os seguintes comandos:

- Parede (WA);
- Porta (DR);
- Janela (WN)
- Piso e Telhado, são ferramentas localizados na aba (construir) da arquitetura
- Componente (CM) Insira mobiliário, sanitários e outros componentes arquitetônicos necessários.



Projeto Hidrossanitário

- Modelagem 3D:** Construa o modelo tridimensional no Revit, utilizando as ferramentas de modelagem para criar tubulações e componentes hidrossanitários.
- Tubulação (PI),** escolha o tipo, diâmetros e o sistema correspondente
- Os componentes (CM) hidráulicos e sanitários** como: caixas d'água, bombas, duchas, registros, caixa sifonada, fossa, sumidouros e ralo seco, dentre outros.
- AS conexões** são inseridas de forma automática pelo Revit



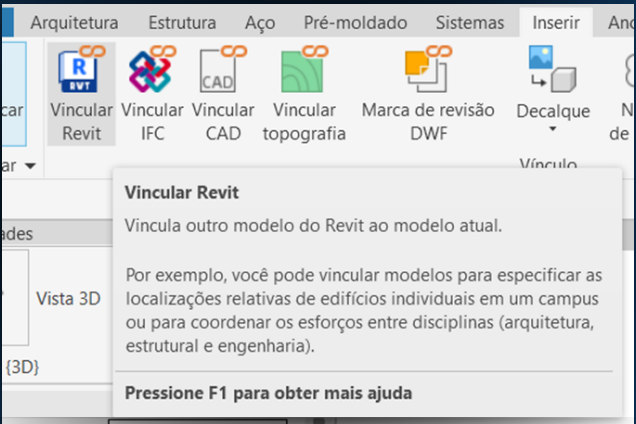
Projeto de Combate a Incêndio

- **Modelagem 3D:** Construa o modelo tridimensional no Revit, utilizando as ferramentas de modelagem para criar as tubulações e componentes do sistema de combate a incêndio.
- Tubulação (PI): Escolha o tipo, diâmetros e o sistema correspondente.

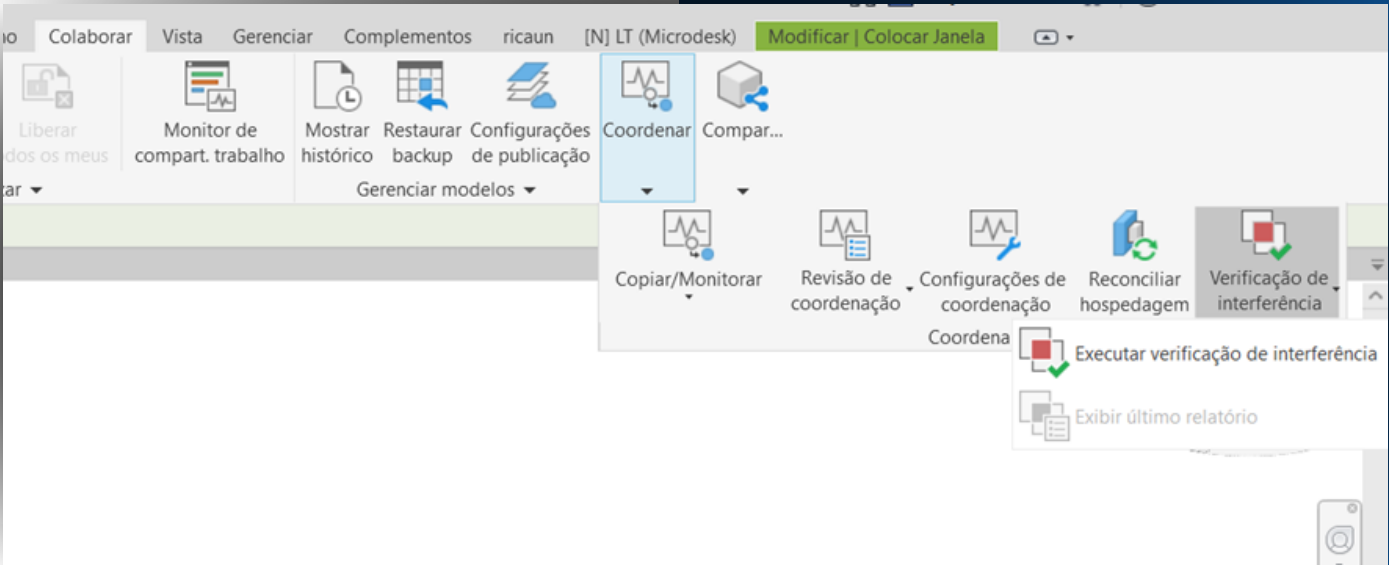


Compatibilização e Análise de Interferências

Carregar projetos como vínculos: No modelo ou projeto onde você deseja carregar os vínculos, clique na opção Inserir, selecione o tipo de vínculo (Vincular Revit) para carregar um modelo do Revit e, em seguida, escolha o arquivo a ser vinculado



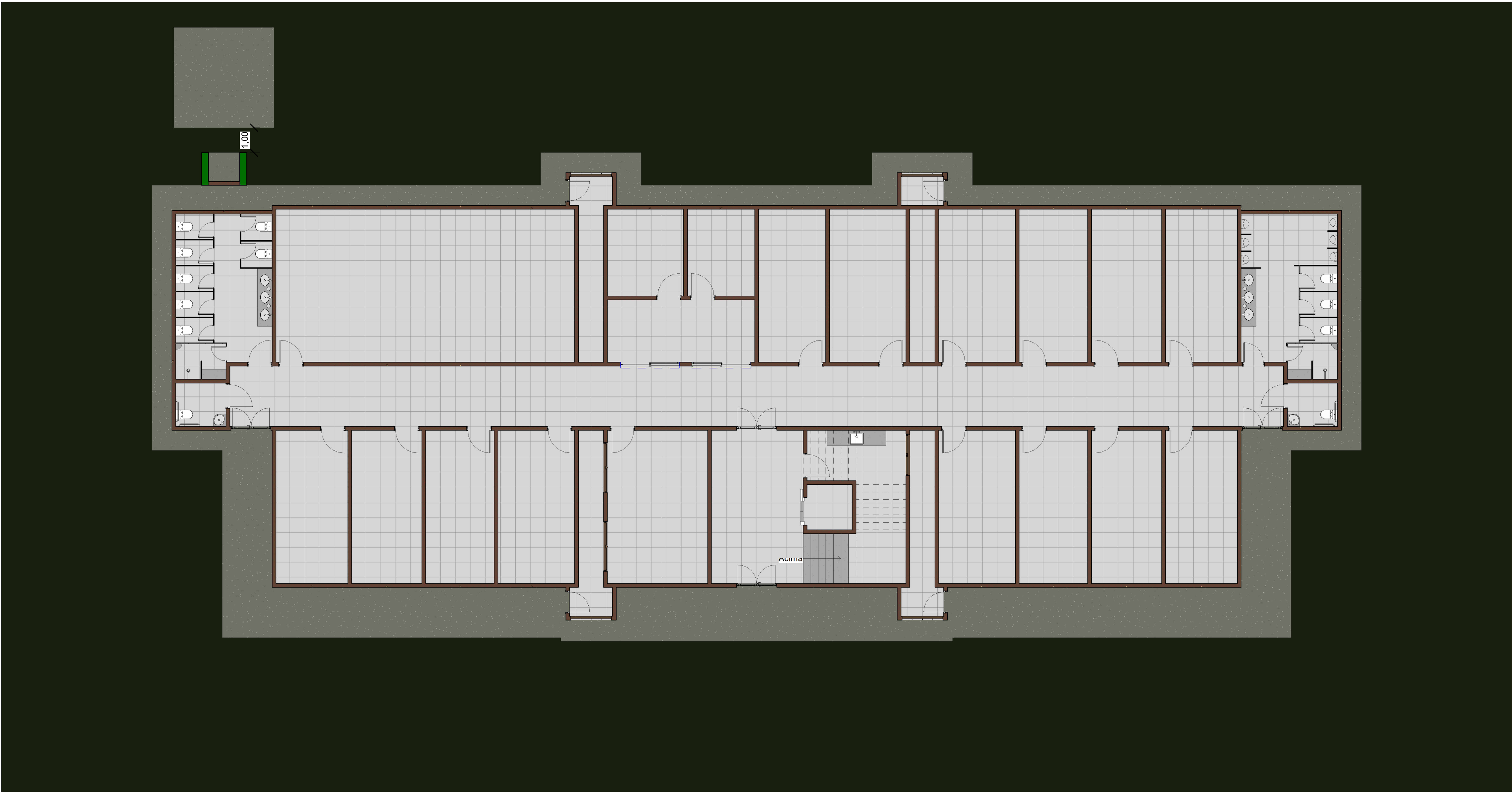
Configurar a Verificação de Interferência: utilize a ferramenta (Verificação de Interferência) disponível na aba (Colaborar), seção (Coordenar) do Revit. Esta ferramenta realiza uma análise detalhada dos projetos, identificando possíveis irregularidades ou conflitos entre as disciplinas.



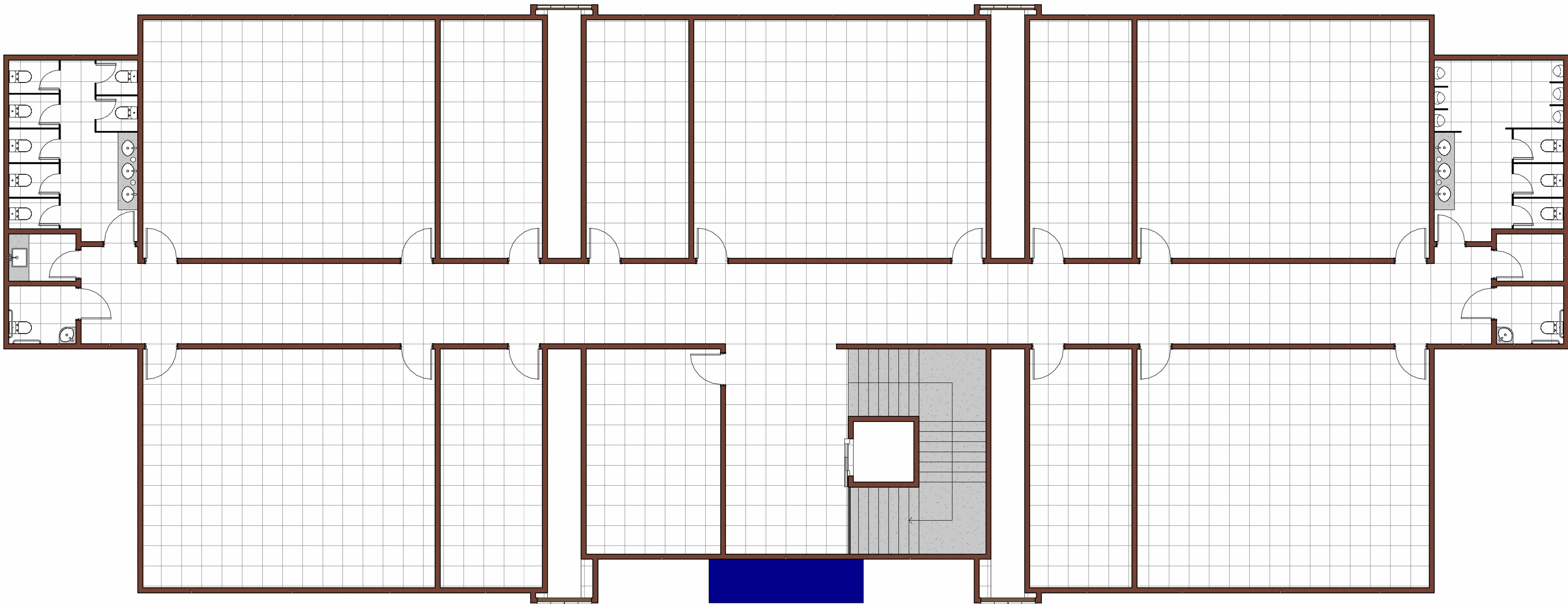
Conclusão

Migrar projetos do AutoCAD para o Revit oferece benefícios significativos, como:

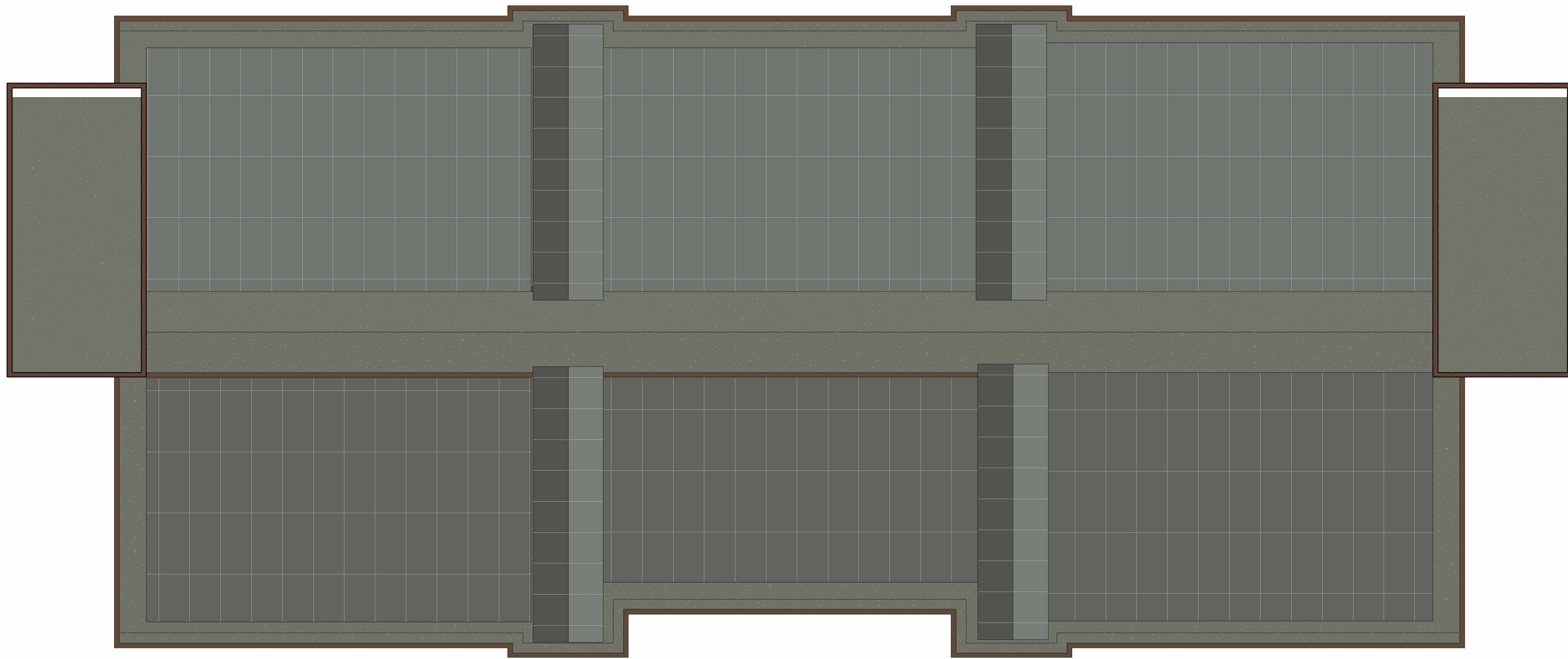
- Melhoria na colaboração e precisão dos projetos.
- O Revit facilita a integração de diferentes disciplinas
- Aumento a qualidade da documentação.



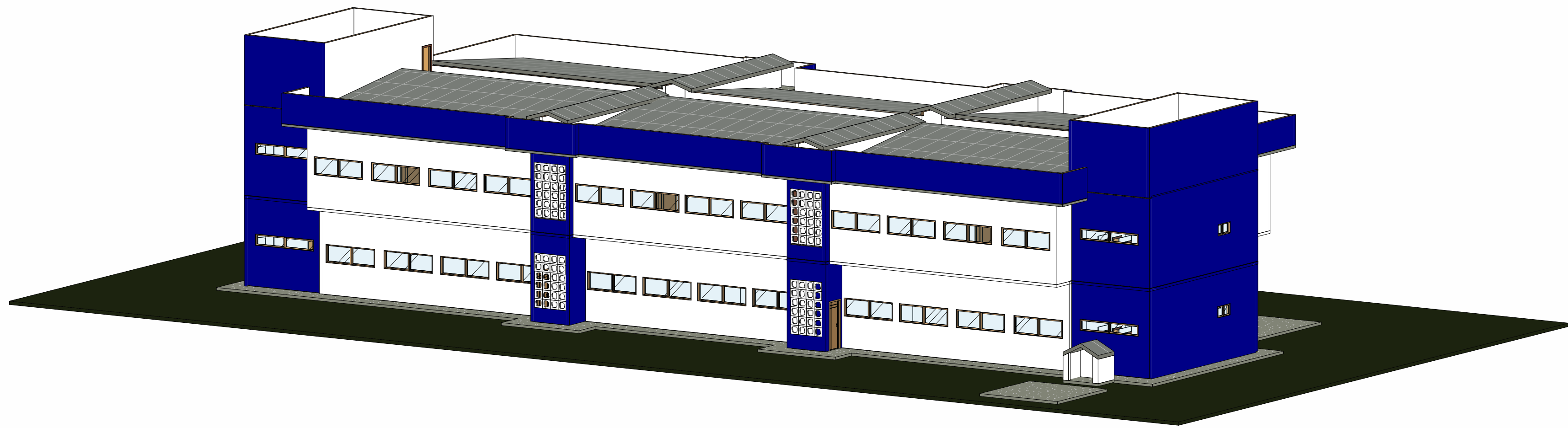
1 Pavto. Térreo
1 : 100



2 Pavto. Superior
1 : 75



3 Teto
1 : 100



4 {3D}



MODELAGEM-PROJETO
ARQUITETÔNICO

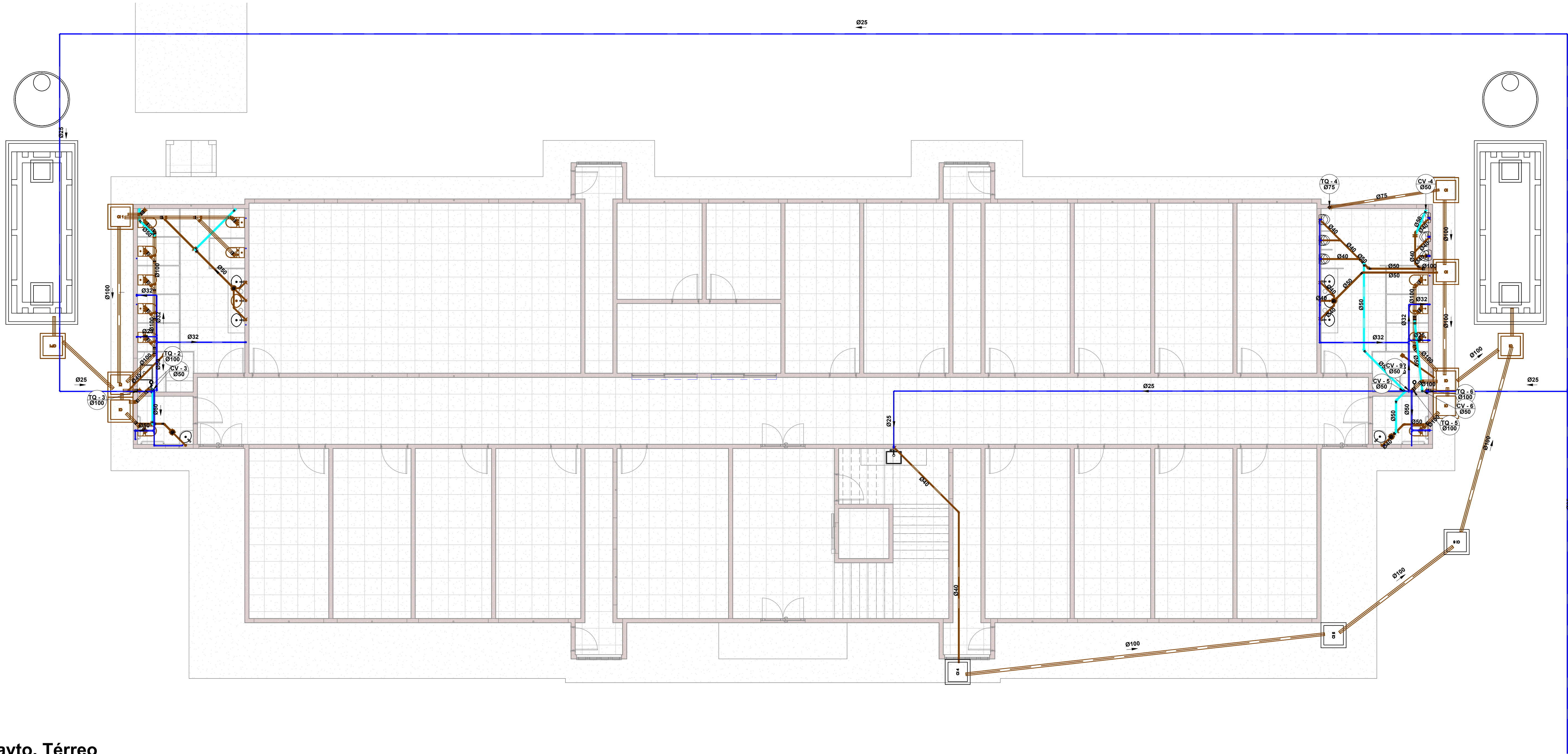
Número do projeto 0001

Data 04/02/2025

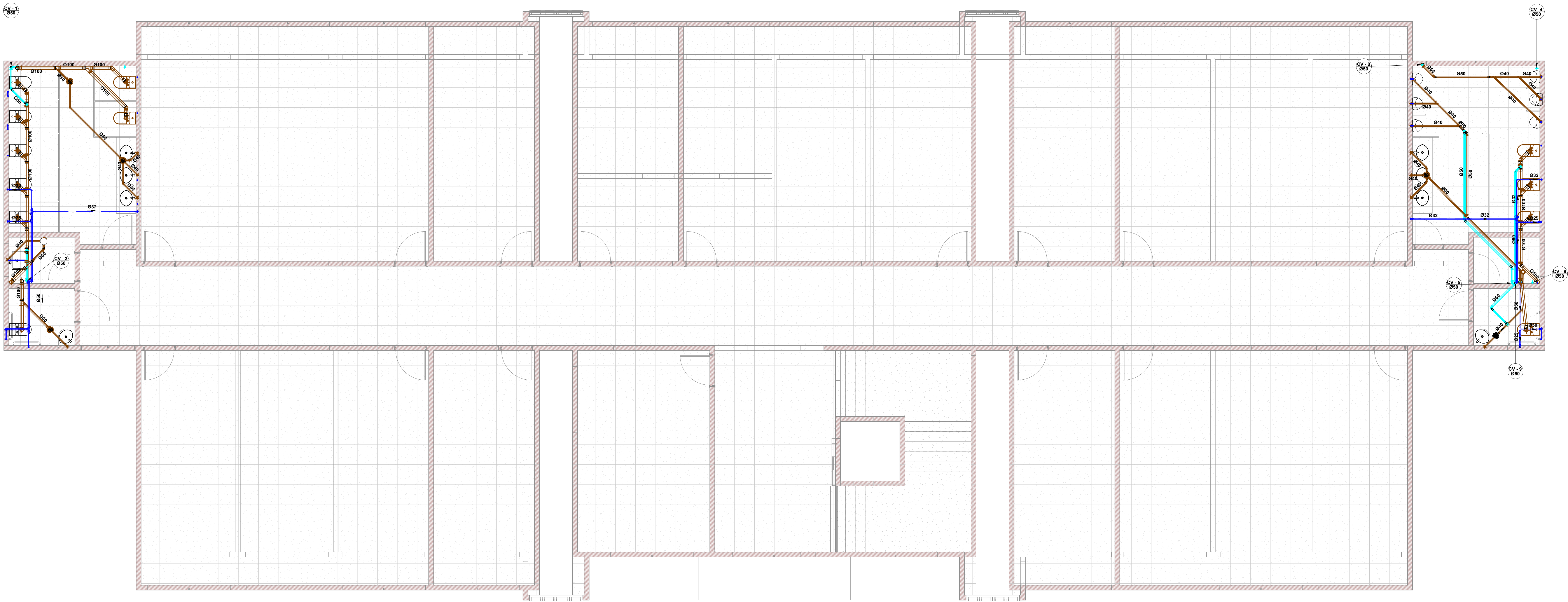
Desenhadas por ANA JÚLIA N. CARDOSO

Verificado por ALISSON GADELHA

Escala: INDICADA



Pavto. Térreo
1 : 75



Pavto. Superior
1 : 50

- NOTAS:**
- 1 - DIMENSÕES E DIÂMETROS EM MILÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADO CONTRÁRIO.
 - 2 - NOS TRECHOS HORIZONTAIS DAS TUBULAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO RECOMENDAM-SE AS SEGUINTES DECLIVIDADES MÍNIMAS:
 - 2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO NOMINAL IGUAL OU INFERIOR A 75mm.
 - 1% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO NOMINAL IGUAL OU SUPERIOR A 100mm.
 - 3 - UTILIZAR ANÉIS DE BORRACHA NAS CONEXÕES DE ESGOTO.
 - 4 - PROIBIDO UTILIZAR FOGOS NAS TUBULAÇÕES.
 - 5 - OS TERMINAIS DE VENTILAÇÃO DOS TUBOS DE VENTILAÇÃO DEVERÃO PASSAR SEM ACIMA DO TELHADO.
 - 6 - UTILIZAR DISPOSITIVO ANTI-ESPUMA NA CAIXA SIFONADA DA ÁREA DE SERVIÇO.
 - 7 - A TUBULAÇÃO DO EXTRAVASOR DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA FRIA DEVE TER UM DIÂMETRO IMEDIATAMENTE SUPERIOR AO DO ABASTECIMENTO.
 - 8 - TODAS AS TUBULAÇÕES EXPOSTAS DEVERÃO SER FIXADAS COM BRACADERIA.
 - 9 - TODAS AS SAÍDAS PARA CONSUMO DAS TUBULAÇÕES DE ÁGUA FRIA DEVERÃO SER DO TIPO SOLDÁVEL AZUL COM BUCHA DE LATÃO.
 - 10 - A BASE DO RESERVATÓRIO DEVERÁ TER UMA SUPERFÍCIE LISA, NIVELADA E LIBERTA DE SUJEIRA OU MATERIAIS PONTAGUÇOS. A BASE DEVE TER RESISTÊNCIA COMPATIVEL COM O PESO DA CAIXA CHEIA E DEVE SER MAIOR DO QUE A LARGURA DO FUNDO DA CAIXA.

- LEGENDA:**
- TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - ESGOTO PRIMÁRIO
 - TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - ESGOTO SECUNDÁRIO
 - TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - VENTILAÇÃO ESGOTO
 - TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - ESGOTO COM GORDURA
 - TUBULAÇÃO PVC MARROM - ÁGUA FRIA
 - TUBULAÇÃO CPVC - ÁGUA QUENTE
 - TUBO DE QUEDA DE ESGOTO PRIMÁRIO
 - TUBO DE QUEDA DE ESGOTO SECUNDÁRIO
 - COLUNA DE VENTILAÇÃO
 - TUBO DE QUEDA DE GORDURA
 - COLUNA DE ÁGUA FRIA
 - COLUNA DE ÁGUA QUENTE
 - POSIÇÃO DO ITEM NA LISTA DE MATERIAS

- ABREVIACOES:**
- BS - BACIA SANITÁRIA
 - LV - LAVATORIO
 - CH - CHUVEIRO
 - TN - TANQUE
 - MLR - MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS
 - MLL - MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS
 - DV - DUCHA HIGIÊNICA
 - CS - CAIXA SIFONADA
 - RS - RALO SECO
 - TJ - TORNEIRA DE JARDIM
 - RG - REGISTRO DE GAVETA
 - RP - REGISTRO DE PRESSÃO
 - RE - REGISTRO DE ESPERA
 - CSP - CAIXA DE GORDURA PEQUENA
 - CI - CAIXA DE INSPEÇÃO
 - HID - HIDRÔMETRO
 - RES - RESERVATÓRIO



**MODELAGEM-PROJETO
HIDROSSANITÁRIO**

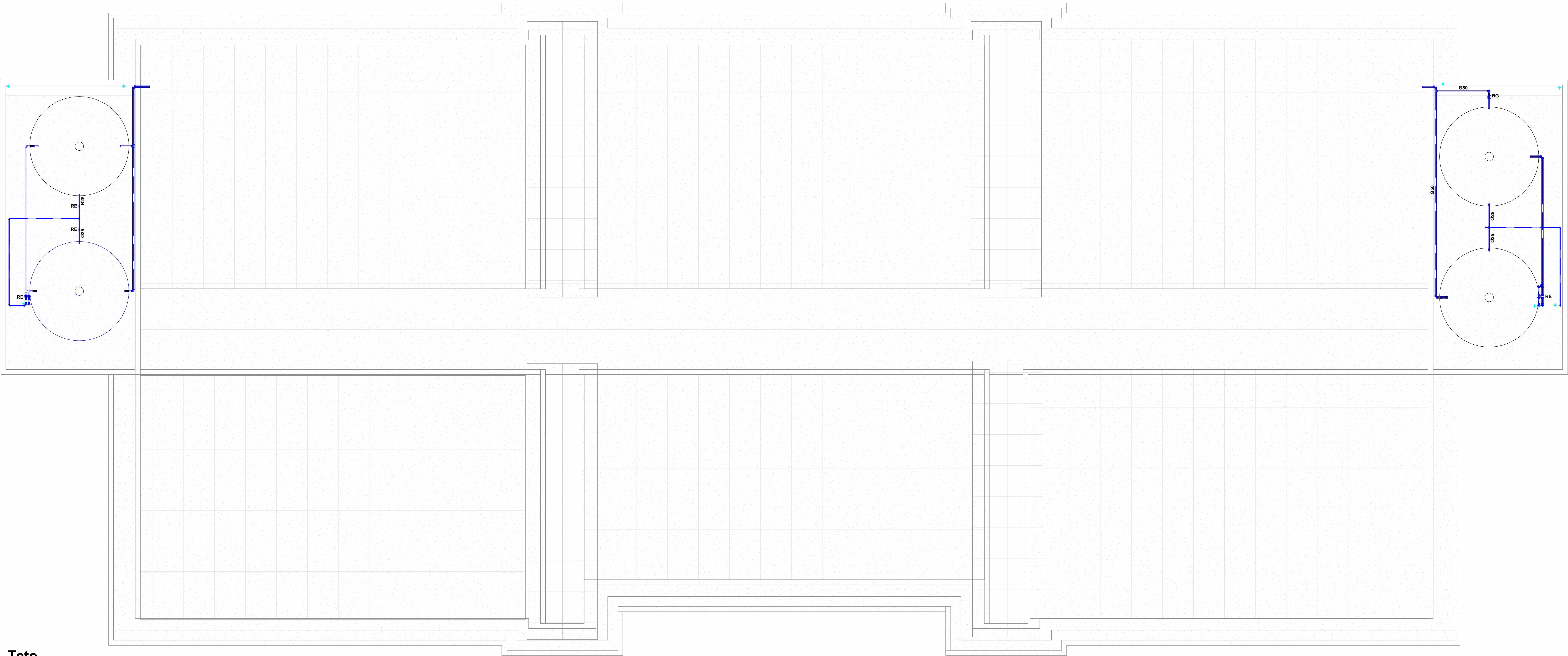
Número do projeto 001

Data 03/02/2025

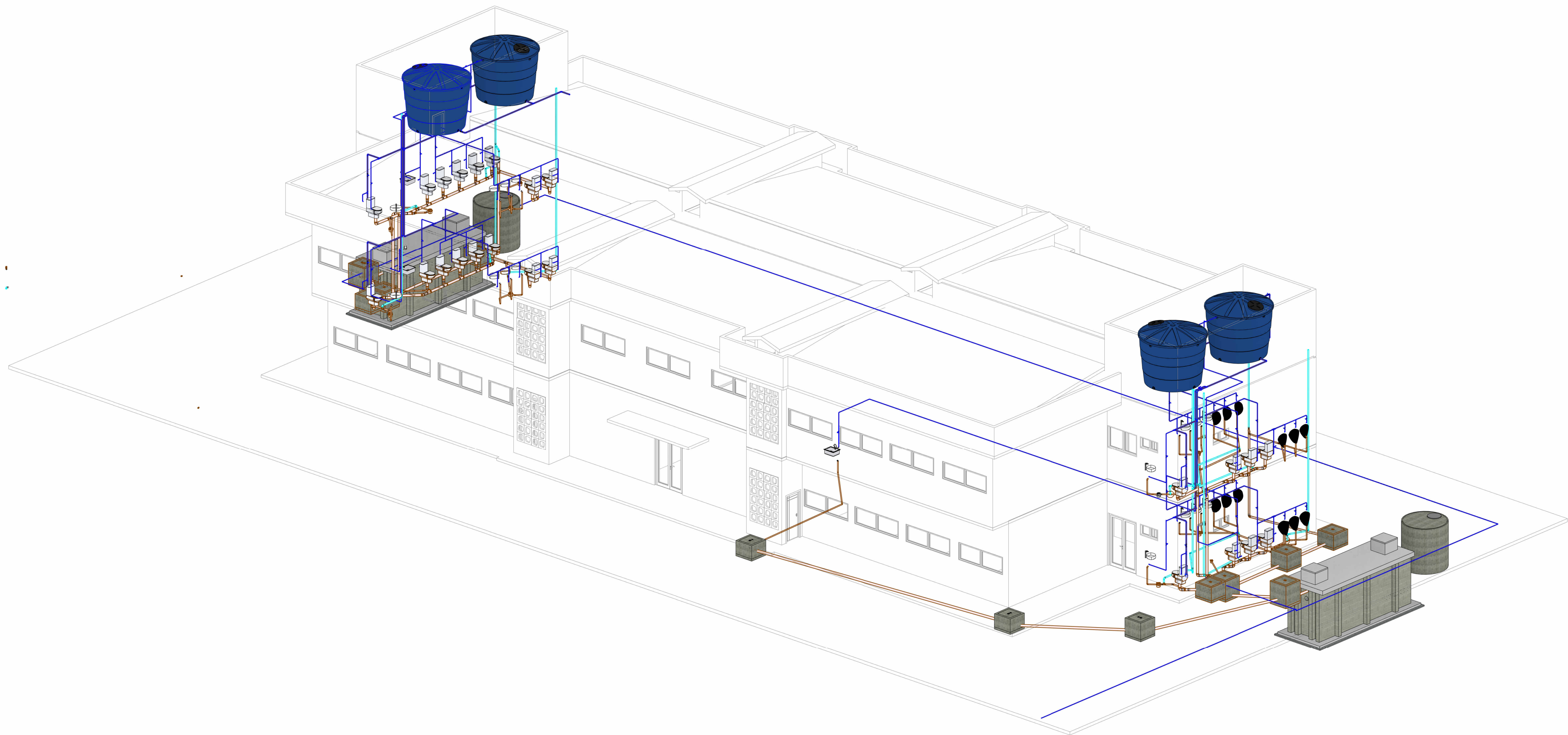
Desenhadas por ANA JÚLIA N. CARDOSO

Verificado por ALISSON GADELHA

Escala: INDICADA



Teto
1 : 50



3D

LEGENDA:

- TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - ESGOTO PRIMÁRIO
- TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - ESGOTO SECUNDÁRIO
- TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - VENTILAÇÃO ESGOTO
- TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - ESGOTO COM GORDURA
- TUBULAÇÃO CPVC - ÁGUA FRIA
- TUBULAÇÃO CPVC - ÁGUA QUENTE
- TUBO DE QUEDA DE ESGOTO PRIMÁRIO
- COLUNA DE VENTILAÇÃO
- TUBO DE QUEDA DE GORDURA
- COLUNA DE ÁGUA FRIA
- COLUNA DE ÁGUA QUENTE
- POSIÇÃO DO ITEM NA LISTA DE MATERIAIS

ABREVIACOES:

- BS - BACA SANITÁRIA
- LV - LAVABO
- CH - CHUVEIRO
- TR - TANQUE
- MLR - MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS
- ML - MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS
- DU - DUCHA HIGIÊNICA
- CS - CAIXA SIFONADA
- RS - RALO SECO
- TJ - TORNEIRA DE JARDIM
- RG - REGISTRO DE GAVETA
- RP - REGISTRO DE PRESSÃO
- RE - REGISTRO DE ESFERA
- CDP - CAIXA DE GORDURA PEQUENA
- CI - CAIXA DE INSPEÇÃO
- HD - HIDRÔMETRO
- RES - RESERVATÓRIO

NOTAS:

- DIMENSÕES E DIÂMETROS EM MILÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADO CONTRÁRIO
- NOS TRECHOS HORIZONTAIS DAS TUBULAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO RECOMENDAM-SE AS SEGUINTE INCLINAÇÕES MÍNIMAS:
 - 2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO NOMINAL IGUAL OU INFERIOR A 75mm.
 - 1% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO NOMINAL IGUAL OU SUPERIOR A 100mm.
- UTILIZAR ANEL DE BORRACHA NAS CONEXÕES DE ESGOTO.
- PROIBIDO UTILIZAR FOGO NAS TUBULAÇÕES.
- OS TERMINAIS DE VENTILAÇÃO DOS TUBOS DE VENTILAÇÃO DEVERÃO PASSAR SEM ACIMA DO TELHADO.
- UTILIZAR DISPOSITIVO ANTI-ESPUMA NA CAIXA SIFONADA DA ÁREA DE SERVIÇO.
- A TUBULAÇÃO DO EXTRAVASOR DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA FRIA DEVE TER UM DIÂMETRO IMEDIATAMENTE SUPERIOR AO DO ABASTECIMENTO.
- TODAS AS TUBULAÇÕES EXPOSTAS DEVERÃO SER FIXADAS COM BRACADEIRA.
- TODAS AS BIDAS PARA CONSUMO DAS TUBULAÇÕES DE ÁGUA FRIA DEVERÃO SER DO TIPO SOLDÁVEL AZUL COM BUCHA DE LATÃO.
- A BASE DO RESERVATÓRIO DEVERÁ TER UMA SUPERFÍCIE LISA, NIVELADA E REENTA DE SUJEIRA OU MATERIAIS PONTAGUÇOS. A BASE DEVE TER RESISTÊNCIA COMPATÍVEL COM O PESO DA CAIXA, CHEIA E DEVE SER MAIOR DO QUE A LARGURA DO FUNDO DA CAIXA.



MODELAGEM- PROJETO
HIDROSSANITÁRIO

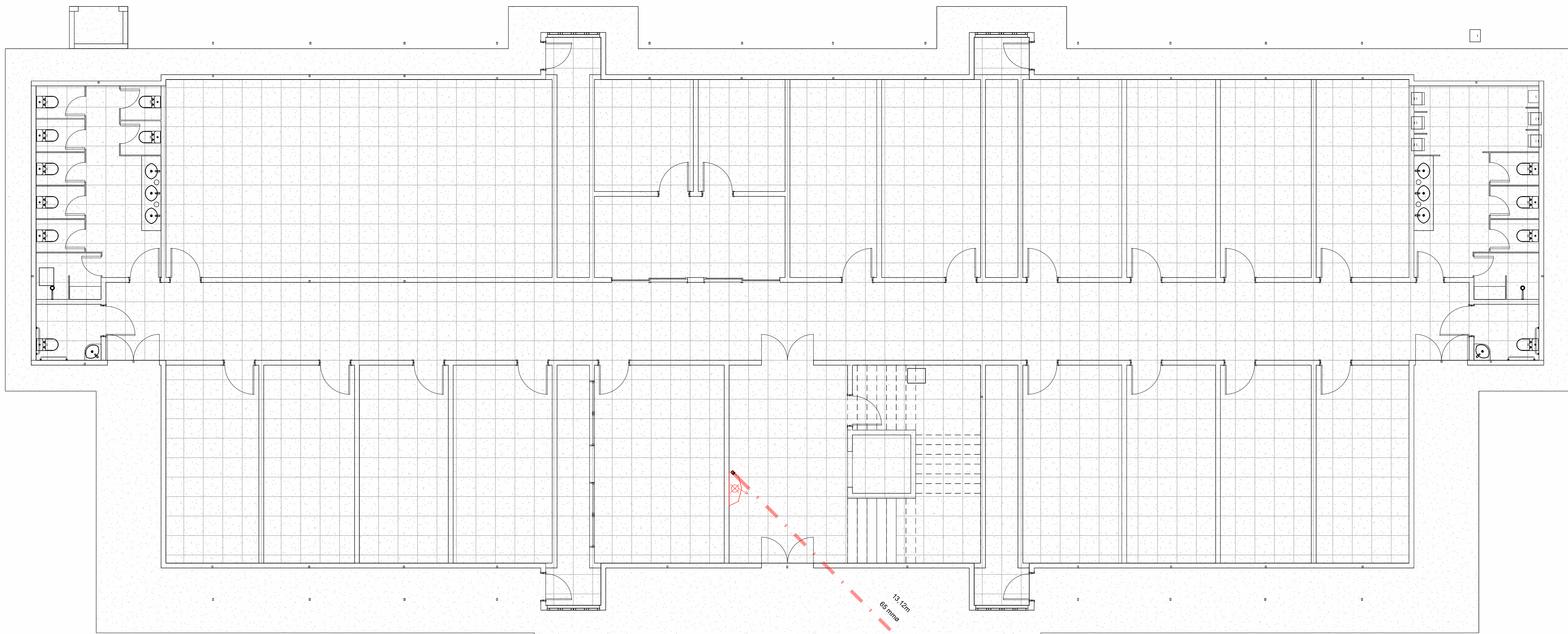
Número do projeto 002

Data 03/02/2025

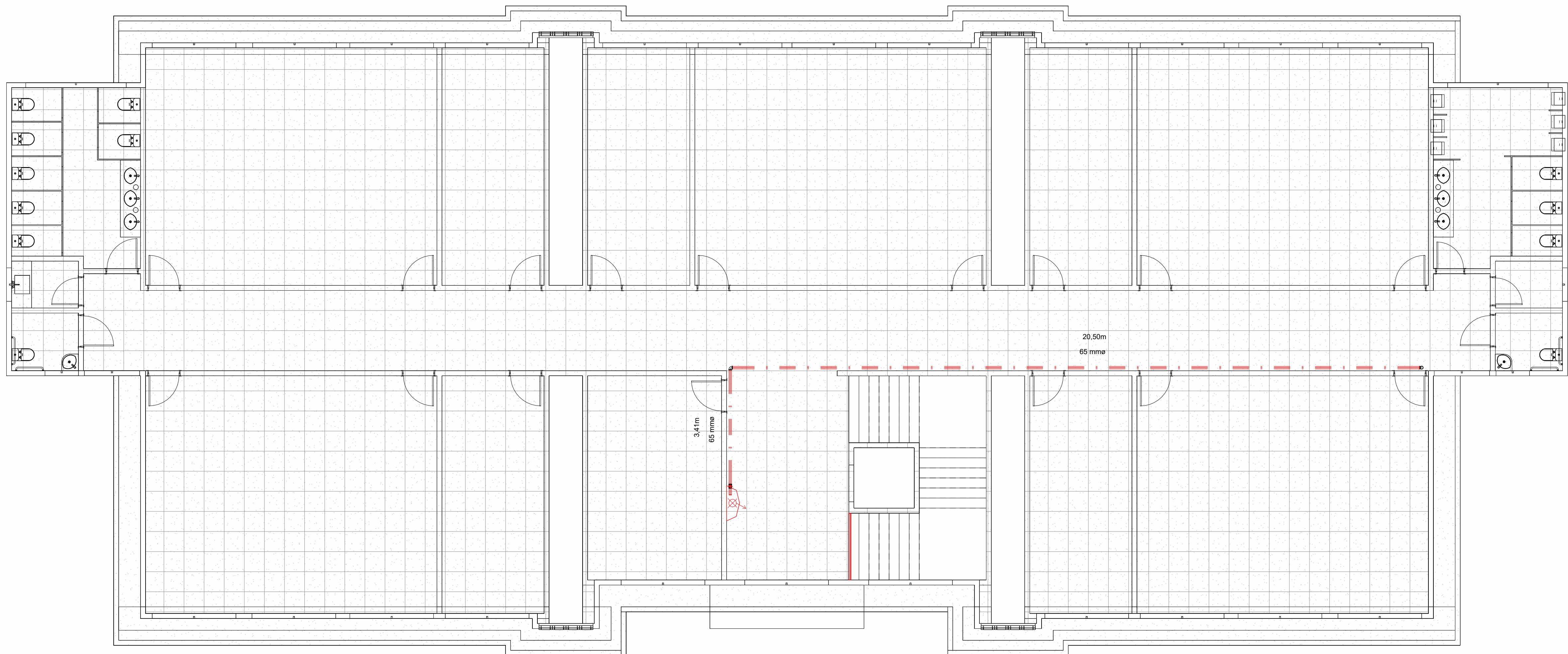
Desenhadas por ANA JÚLIA N. CARDOSO

Verificado por ALISSON GADELHA

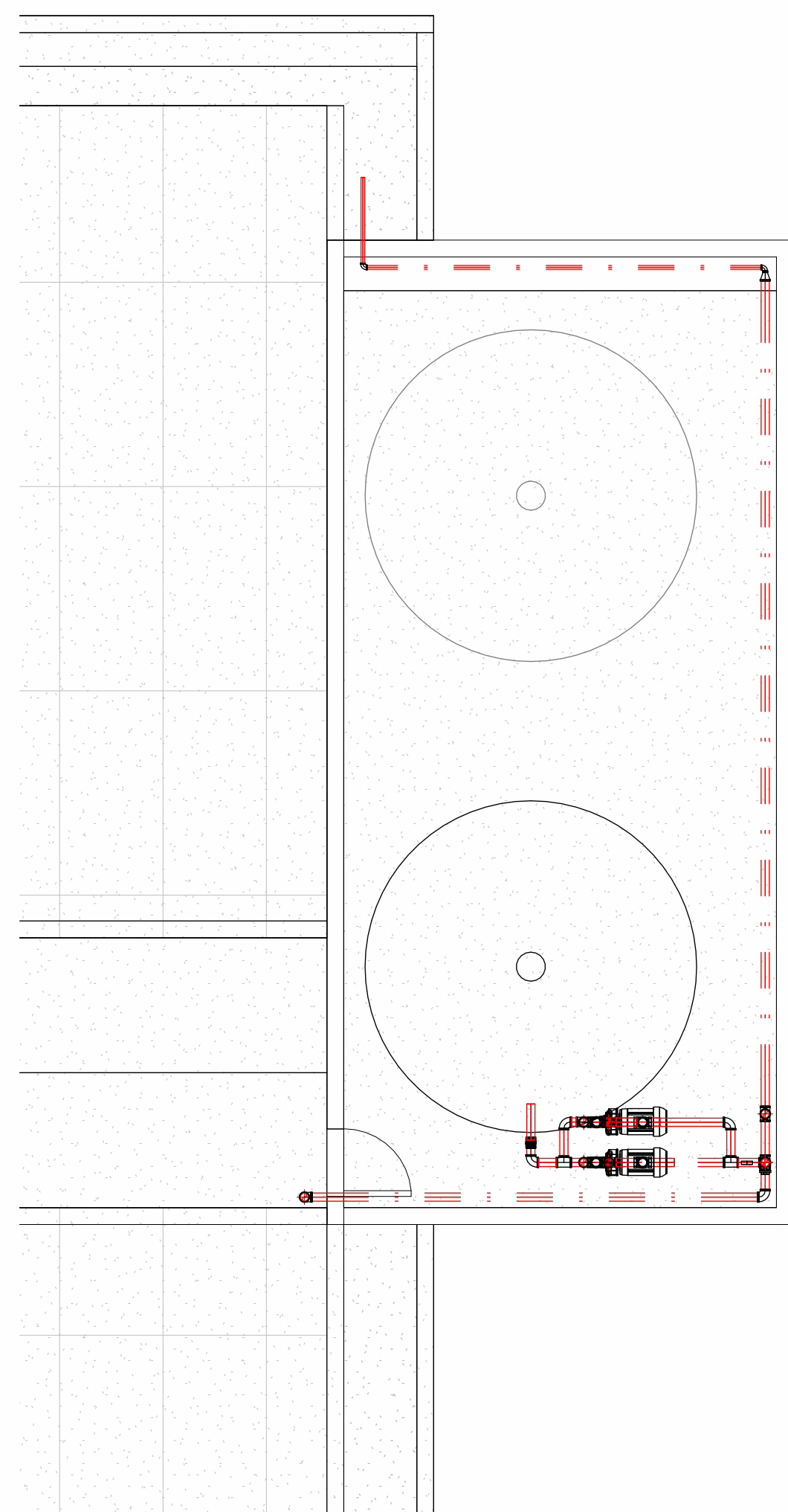
Escala: INDICADA



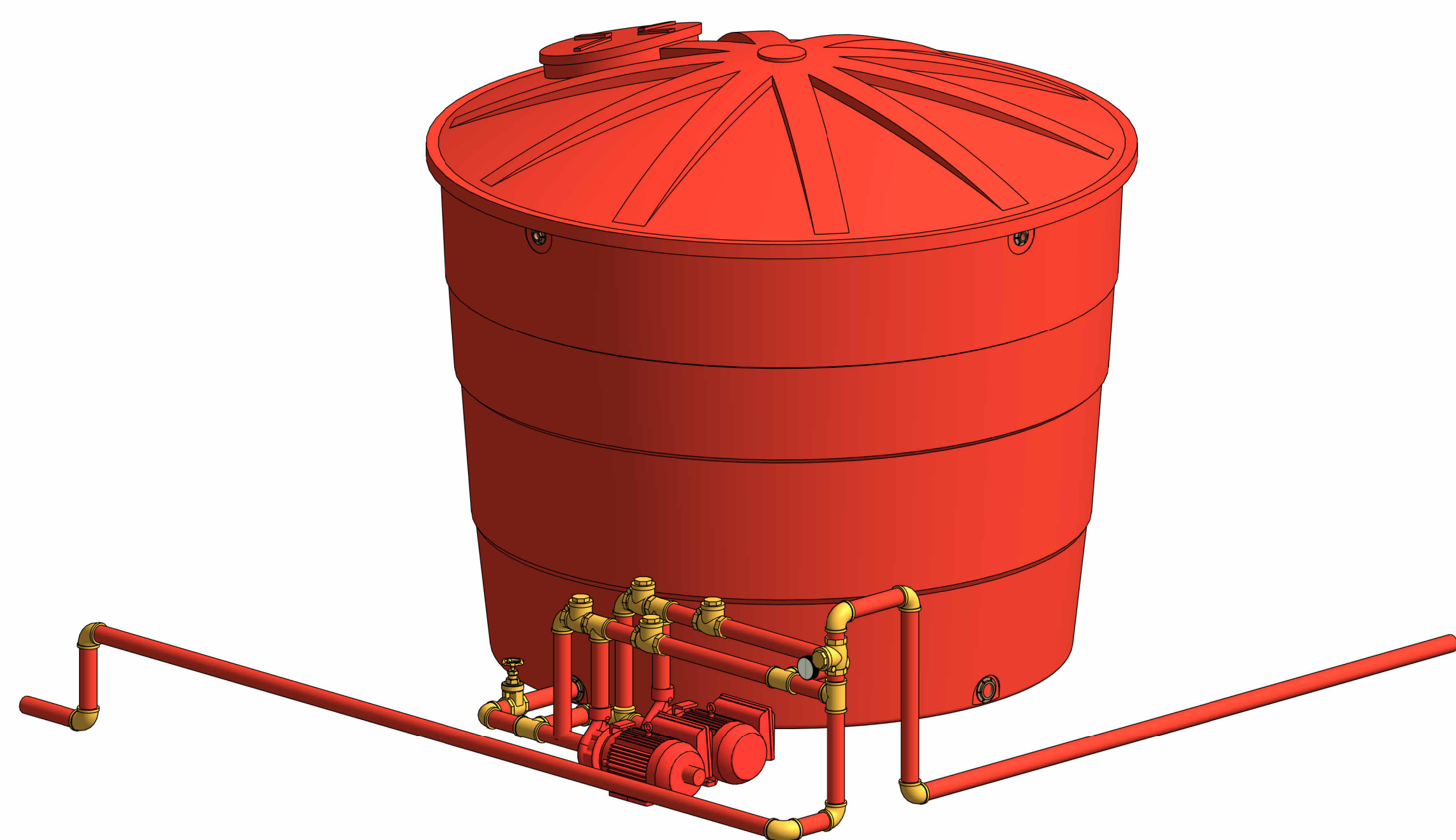
1 Pavto. Térreo.
1 : 75



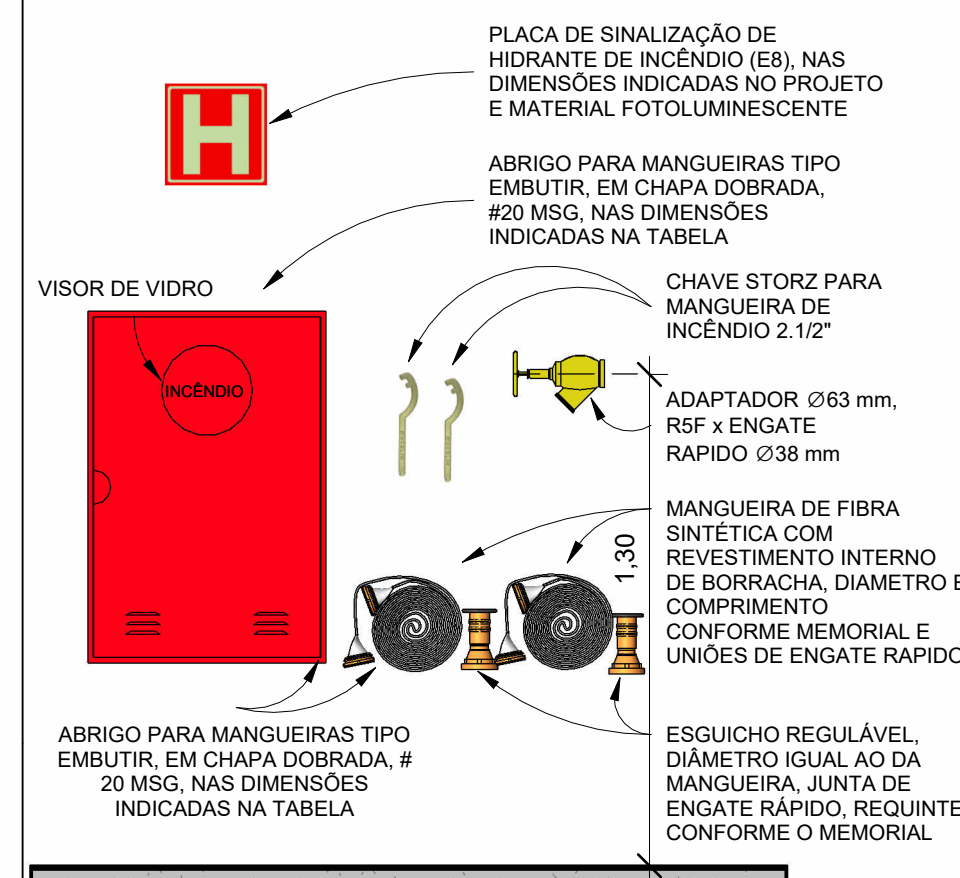
2 Pavto. Superior.
1 : 75



4 Teto.
1 : 50



3 3D.



SEGURANÇA ESTRUTURAL (NOTAS GERAIS)

- 1 - A ESTRUTURA PRINCIPAL DA EDIFICAÇÃO DEVERÁ TER TRRF IGUAL OU SUPERIOR A 60 MINUTOS.
- 2 - OS ELEMENTOS DE COMPARTIMENTAÇÃO E OS ELEMENTOS ESTRUTURAIS ESSENCIAIS À ESTABILIDADE DESTES ELEMENTOS TERÃO NO MÍNIMO TRRF DE 30 MINUTOS.
- 3 - DEVERÁ SER APRESENTADO, NO ATO DE VISTORIA DO CORPO DE BOMBEIROS, QUANDO DO PEDIDO DE VISTORIA, UMA ART (ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA) PREENCHIDA PELO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO DE MATERIAIS DE ACABAMENTO E DE REVESTIMENTO, GARANTINDO QUE FORAM INSTALADOS DE ACORDO COM O PRESCRITO NA NBR 15717.



MODELAGEM-INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE COMBATE A INCÊNDIO

Número do projeto	01
Data	03/02/2025
Desenhadas por	ANA JULIA N. CARDOSO
Verificado por	ALISSON GADELHA

Escala: INDICADA