

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MATEUS PIMENTEL MENDES DA SILVA

USO DA MODELAGEM BIM EM PROJETOS ELÉTRICOS E HIDROSSANITÁRIOS

PALOTINA

2024

MATEUS PIMENTEL MENDES DA SILVA

USO DA MODELAGEM BIM EM PROJETOS ELÉTRICOS E HIDROSSANITÁRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Energia, Setor de Palotina, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Wilson de Aguiar Beninca.

PALOTINA

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ATA DE REUNIÃO

Aos seis dias do mês de dezembro do ano de 2024, das 17h00min às 18h35min, na plataforma virtual *Microsoft Teams* [link](#), compareceram para defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso, requisito obrigatório para a obtenção do título de Engenheiro de Energia o aluno **Mateus Pimentel Mendes da Silva**, tendo como Título do Trabalho de Conclusão de Curso "Uso da modelagem BIM em projetos elétricos e hidrossanitários". Constituíram a Banca Examinadora os professores: **Prof. Dr. Wilson de Aguiar Beninca (Orientador e Presidente da Banca)**, **Prof. Me. Marcelo Guimarães Ribeiro** e a **Profª. Drª. Giovana Costa Réus**. O orientador e Presidente da Banca concedeu a palavra ao discente, para exposição do seu trabalho. A seguir, foi concedida a palavra em ordem sucessiva aos membros da Banca de Exame, os quais passaram a arguir o discente. Ultimada a defesa, que se desenvolveu nos termos normativos, a Banca de Exame, em sessão secreta, passou aos trabalhos de julgamento, tendo atribuído ao discente as seguintes notas: **Prof. Me. Marcelo Guimarães Ribeiro, nota: 60** (sessenta reais), **Profª. Drª. Giovana Costa Réus, nota: 65** (sessenta e cinco), e o **Prof. Dr. Wilson de Aguiar Beninca, nota: 55** (cinquenta e cinco). A nota final do discente, após a média aritmética dos três membros da banca de exame, foi 60 (sessenta) considerando o discente **APROVADO**. As considerações e sugestões feitas pela Banca de Exame deverão ser atendidas pelo discente sob acompanhamento de seu orientador. Nada mais havendo a tratar foi lavrada a presente ata, que, lida e aprovada, vai por todos assinada eletronicamente.



Documento assinado eletronicamente por **WILSON DE AGUIAR BENINCA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 06/12/2024, às 19:04, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **MARCELO GUIMARAES RIBEIRO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 09/12/2024, às 08:02, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **GIOVANA COSTA REUS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 09/12/2024, às 10:15, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **7042442** e o código CRC **8EC73481**.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo aplicar os conceitos da metodologia *Building Information Modeling* (BIM) em projetos de instalações elétricas e hidrossanitárias, utilizando como objeto de estudo uma edificação comercial. Para isso, partiu-se de uma planta arquitetônica fornecida por um profissional da arquitetura, a qual foi modelada, pelo autor, no software Autodesk Revit, respeitando as normas técnicas brasileiras vigentes. A sobreposição da planta no formato CAD possibilitou a construção de modelos tridimensionais de instalações arquitetônicas, elétricas e hidrossanitárias no mesmo ambiente virtual. A aplicação da metodologia BIM incluiu a modelagem integrada e a compatibilização entre projetos, possibilitando a elaboração precisa de quantitativos e a detecção antecipada de interferências. Além disso, foram realizadas análises planejadas que evidenciaram os benefícios do uso do BIM na gestão e planejamento de projetos. Entre as vantagens observadas, destacam-se a automação dos procedimentos de dimensionamento, o aumento da precisão nos detalhes e a eficiência na identificação de incompatibilidades entre as disciplinas. Apesar dos desafios enfrentados durante a implementação e o aprendizado do software, os resultados obtidos demonstram que a construção de um modelo virtual agrega valor ao processo de projeto, garantindo maior precisão, redução de retrabalhos e otimização de recursos, consolidando a metodologia BIM como uma ferramenta indispensável para a modernização e eficiência do setor da construção.

Palavras-chave: Projeto; Elétrico; Hidrossanitário; BIM.

ABSTRACT

This study explores the application of Building Information Modeling (BIM) methodology in the design of electrical and hydrosanitary systems, using a commercial building as a case study. Starting with an architectural floor plan provided by an architect, the author developed a 3D model in Autodesk Revit software, strictly adhering to current Brazilian technical standards. By overlaying the CAD-format floor plan, three-dimensional models for architectural, electrical, and hydrosanitary systems were constructed in a unified virtual environment. The BIM methodology facilitated integrated modeling and project coordination, enabling accurate quantity takeoffs and early clash detection. Moreover, planned analyses demonstrated the advantages of BIM in project management and planning. Key benefits included automated dimensioning processes, enhanced detail accuracy, and improved efficiency in resolving cross-disciplinary conflicts. Despite challenges encountered during software implementation and learning, the results highlight the value of virtual modeling in design workflows. BIM significantly enhances precision, reduces rework, and optimizes resources, establishing it as an indispensable tool for modernizing and improving efficiency in the construction sector.

Keywords: Design; Electrical; Plumbing; BIM.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- LINHA DO TEMPO DOS SOFTWARES BIM, DE 1957 A 2012.....	21
FIGURA 2 – PAVIMENTO TÉRREO	30
FIGURA 3 – PRIMEIRO PAVIMENTO	31
FIGURA 4 – ETAPAS DO PROJETO	33
FIGURA 5 - CRIAÇÃO E AJUSTE DE MODELO DE PROJETO.....	34
FIGURA 6 - EDIÇÃO ESTRUTURA DA PAREDE.....	35
FIGURA 7 - PAINEL DE PAREDE CORTINA	36
FIGURA 8 - PORTA E JANELA	37
FIGURA 9 - LISTA DE MATERIAIS	38
FIGURA 10 - CONFIGURAÇÕES DOS MATERIAIS	39
FIGURA 11 - PERFIL ISOTELHA EPS.	40
FIGURA 12 - PARÂMETROS DE TIPO TELHADO.....	41
FIGURA 13 - GUARDA CORPO COM PERFIL DE ALUMÍNIO.....	42
FIGURA 14 - MODELAGEM ARQUITETÔNICA 3D.....	44
FIGURA 15- PLANOS DE REFERÊNCIAS E PARÂMETROS.....	46
FIGURA 16 - CONFIGURAÇÕES ELÉTRICAS	47
FIGURA 17 - EXCLUSÃO DAS DEFINIÇÕES DE MEDIDAS DO SOFTWARE	48
FIGURA 18 - RESULTADO DA IMPLEMENTAÇÃO DO TAMANHO DE FIAÇÃO ...	49
FIGURA 19 - TIPO DE FORNECIMENTO	49
FIGURA 20 - CÁLCULO DE CARGA-FATOR DE DEMANDA	50
FIGURA 21 - CONDULETE TOMADA DUPLA.....	51
FIGURA 22 - CATEGORIA DA FAMÍLIA.....	52
FIGURA 23 - PARÂMETROS CONDULETE.....	53
FIGURA 24 - IDENTIFICAÇÃO DO CIRCUITO PELA TABELA DE PAINÉIS	54
FIGURA 25 - PARÂMETRO DE SELEÇÃO DE DISJUNTORES DOS CIRCUITOS	57
FIGURA 26 - DETALHAMENTO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO (QDC).....	58
FIGURA 27 - DETALHAMENTO SUPORTES DE ELETROCALHAS E ELETRODUTOS	59
FIGURA 28 - MODELO ELÉTRICO 3D.....	62
FIGURA 29 - EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS.....	64
FIGURA 30 - PESO RELATIVO DOS APARELHOS SANITÁRIOS	66
FIGURA 31 - CÁLCULO PERDA DE CARGA	67

FIGURA 32 - DIMENSIONAMENTO DE DUTOS E TUBULAÇÕES.....	68
FIGURA 33 - PROPRIEDADES DA TABELA.....	70
FIGURA 34 - MODELAGEM HIDRÁULICA 3D	71
FIGURA 35 - DIMENSIONAMENTO E UNIDADES DE MEDIDAS.....	73
FIGURA 36 - MODELAGEM SANITÁRIO 3D.....	73
FIGURA 37 - CALHA PARAMÉTRICA.....	74
FIGURA 38 - MODELAGEM PLUVIOMÉTRICO 3D.....	75
FIGURA 39 – SELEÇÃO DE CATEGORIAS NA VERIFICAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS.....	78
FIGURA 40 - INCOMPATIBILIDADE JOELHO E VIGA.....	79
FIGURA 41 – PASSAGEM DE TUBULAÇÃO VERTICAL PELO VÃO DE UMA JANELA	79

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ATRIBUIÇÕES CAD E BIM.....	23
TABELA 2 - TIPOS DE PARÂMETROS.....	26
TABELA 3 – DESCRIÇÃO DE QUANTITATIVOS DOS AMBIENTES.....	43
TABELA 4 – COMPONENTES ELÉTRICOS	60
TABELA 5 - CONSUMO DIÁRIO DE ÁGUA POR TIPO DE CONSTRUÇÃO.....	65
TABELA 6 - DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	69
TABELA 7 – QUANTITATIVO DE CONEXÕES	76

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
AWG - American Wire Gauge
BIM - Building Information Modeling
BDS - Building Description System
BPM - Building Product Model
CAD - Computed-Aided Design
CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção
DWG - Drawing
EPS - Poliestireno expandido
FU – Fixture Units
IFC - Industry Foundation Classes
MEP - Mechanical Electrical and Plumbing
NBR - Norma Técnica Brasileira
PC - Personal Computer
PDF - Portable Document Format
TUE – Tomada de uso específico
TUG – Tomada de uso geral
UHC – Unidades Hunter de contribuição
VA – Volt-ampère

LISTA DE SÍMBOLOS

® - marca registrada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	17
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.1.1 Objetivo geral	18
1.1.2 Objetivos específicos.....	18
1.3 JUSTIFICATIVA.....	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 CRONOLOGIA E TERMINOLOGIA CAD E BIM	19
2.1.1 TECNOLOGIA CAD	19
2.1.2 SISTEMA BIM	20
2.2 ANÁLISE DAS DIFERENÇAS ENTRE CAD TRADICIONAL E CONCEITO BIM.....	21
2.2.1 DIFERENÇAS FUNCIONAIS ENTRE CAD E BIM	21
2.2.2 DESAFIOS E LIMITAÇÕES DO CAD NA TRANSIÇÃO PARA O BIM	23
2.3 REVIT®.....	25
2.3.1 FAMÍLIAS E ELEMENTOS.....	25
2.3.2 PARÂMETROS	26
2.3.3 REVIT® MEP	28
2.4 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	28
2.4.1 CONCEITOS E METODOLOGIA DE COMPATIBILIZAÇÃO.....	28
3 IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO EM MODELAGEM BIM	29
3.1 DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO A SER IMPLEMENTADA.....	29
3.2 ETAPAS DO PROJETO.....	32
3.3 MODELAGEM.....	33
3.3.1 ARQUITETÔNICO	33
3.3.2 ESTRUTURAL	44
3.3.3 ELÉTRICO	46
3.3.4 HIDROSSANITÁRIO	62
3.3.4.1 Água Fria.....	64
3.3.4.2 Esgoto Sanitário	71
3.3.4.3 Água Pluvial	74
3.3.5 COMPATIBILIZAÇÃO	77
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80

4.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	81
REFERÊNCIAS	82
ANEXO 1 – PLANTAS BAIXA	87

1 INTRODUÇÃO

O setor de projetos no Brasil tem enfrentado transformações significativas na maneira de elaborar e desenvolver representações gráficas. Conforme Eatsman *et al.* (2008), o *Building Information Modeling* (BIM), traduzido como Modelagem da Informação da Construção, consolida-se como uma ferramenta indispensável para a modernização e otimização dos processos nos serviços de arquitetura, engenharia e construção civil.

Segundo Guimarães e Amorim (2006), a transmissão precisa e clara de informações é essencial para o correto desenvolvimento dos projetos e para a realização das tarefas realizadas à sua execução. A ausência ou inadequação dessas informações pode gerar alterações inesperadas no planejamento, utilização de equipamentos inadequados, consumo excessivo de recursos, entre outros problemas que impactam diretamente o desempenho das obras.

De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2020), 79% das empresas já trabalham com o BIM, conforme dados apresentados na publicação Visão BIM 20/20 LATAM – O impacto do BIM na América Latina. Contudo, no Brasil, apenas 9,2% das empresas do setor da construção utilizam a modelagem como parte integrante de suas rotinas de trabalho (CASTELO; BEZERRA, 2018).

Com o objetivo de fomentar o uso da metodologia BIM em projetos no território nacional, o Governo Federal definiu diretrizes fundamentais por meio de decretos. O Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, institui a Estratégia Nacional de Divulgação do BIM (Estratégia BIM BR), com o objetivo de promover a modernização do setor da construção civil, ampliando a utilização dessa tecnologia em projetos de engenharia e arquitetura no Brasil (BRASIL, 2019).

Posteriormente, o Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, determinou que, a partir de 1º de janeiro de 2021, o BIM deve ser adotado na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia contratados por órgãos e entidades de administração pública federal, reforçando sua obrigatoriedade em contratações públicas (BRASIL, 2020). Mais recentemente, o Decreto nº 11.888, de 22 de março de 2024, expandiu o escopo de aplicação do BIM, detalhando diretrizes para sua integração em processos de planejamento, execução e gestão de obras públicas,

consolidando a tecnologia como ferramenta estratégica para eficiência e transparência no setor público (BRASIL, 2024).

Com base no conceito BIM, diversos programas e ferramentas foram desenvolvidos, e estão disponíveis aos profissionais, dentre os softwares que utilizam a metodologia BIM, como AutoQI Builder, Tekla Model Sharing, Autodesk Revit® e outros. O Revit® é um software mundialmente difundido e importante para o desenvolvimento de projetos de arquitetura, engenharia, sistemas mecânicos, elétricos e hidráulicos.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A demanda crescente por projetos elétricos e hidrossanitários bem dimensionados, detalhados e compatibilizados reforça a importância de melhorias que atendam às necessidades do projetista de maneira mais eficiente e assertiva. A complexidade dos sistemas MEP (Mecânicos, Elétricos e Hidrossanitários) exige atenção, pois envolve uma diversidade de componentes e muitas vezes resulta em conflitos interdisciplinares que comprometem a qualidade dos projetos.

Projetos mal dimensionados podem levar a erros de execução, retrabalhos, atrasos e custos adicionais, especialmente devido à falta de integração tridimensional e à utilização de múltiplos softwares no formato CAD. Por isso, o uso da metodologia BIM apresenta-se como uma solução essencial, permitindo modelar, compatibilizar e quantificar os sistemas MEP de forma integrada. Essa abordagem reduz inconsistências, melhora a visualização dos projetos e otimiza o planejamento e execução, garantindo eficiência, qualidade e maior alinhamento às exigências do mercado.

1.2 OBJETIVOS

Sobrepor um projeto realizado inicialmente em plataforma CAD, em ferramenta BIM.

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo principal do presente trabalho é dimensionar e avaliar, através da ferramenta BIM e do uso do software Revit®, como os projetos elétricos e hidrossanitários podem ser otimizados, compatibilizados, para mitigar problemas interdisciplinares e obter melhor desempenho.

1.1.2 Objetivos específicos

- Dimensionar o projeto elétrico, de acordo com prescrição da NBR 5410:2008.
- Dimensionar o projeto hidrossanitário, de acordo com prescrição da NBR 5626:2020.
- Desenvolver projetos arquitetônico, elétrico e hidrossanitário no software Revit®.
- Compatibilização dos projetos arquitetônico, elétrico e hidrossanitário.
- Realizar a descrição detalhada do processo de remoção de quantitativos dos projetos.

1.3 JUSTIFICATIVA

Durante o período de estágio e acompanhamento no canteiro de obras, o autor organiza uma tarefa recorrente na compatibilização entre os diversos projetos envolvidos. Essa incompatibilidade muitas vezes resulta em retrabalhos e ajustes que impactam o andamento e os custos da obra. Além disso, foi observado que os projetos de instalações apresentaram maiores índices de falhas em seus orçamentos, especialmente ao comparar os métodos de orçamento convencionais e os gerados a partir da metodologia BIM.

Conforme Teixeira (2021), a compatibilização de projetos é um processo essencial que visa integrar as diferentes disciplinas de uma edificação, promovendo o alinhamento necessário para garantir padrões de controle de qualidade durante a execução da obra. Santos, Antunes e Balbinot (2014) destacam que, ao utilizar a metodologia BIM, os quantitativos de projetos são extraídos diretamente da

modelagem, o que reduz significativamente a ocorrência de erros e aumenta a precisão dos orçamentos.

De acordo com Eatsman *et al.* (2008), a metodologia BIM traz benefícios à sociedade, permitindo criar modelos visuais mais precisos, de maneira a otimizar o uso de recursos financeiros e materiais, bem como consumir menos energia durante o processo de construção, operação e manutenção. Segundo Autodesk (2024), os clientes são desligados cada vez mais, e os engenheiros MEP estão sob mais pressão, tendo em vista a demanda de projetos elétricos e hidrossanitários compatíveis com a realidade, bem dimensionados, detalhados e quantificados, a metodologia BIM promete ser uma aliada aos projetistas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

No contexto do curso de Engenharia de Energia, são trabalhados tópicos referentes à modelagem parametrizada. No presente escrito, a revisão da literatura representa os conceitos relacionados ao objeto de estudo, de modo introdutório aos conceitos relevantes para a compreensão da produção de templates, durante a modelagem de sistemas elétrico e hidrossanitário no software Revit®. Serão também apresentados processos de inserção de rotinas de cálculos atreladas às parametrizações de famílias e elementos, processo que contribui para a extração de quantitativos dos sistemas.

2.1 CRONOLOGIA E TERMINOLOGIA CAD E BIM

Muitos dos comportamentos e funcionalidades atribuídos às gerações atuais dos softwares de criação e modelagem, tiveram seu desenvolvimento influenciado por programas comerciais e objetivo de projetos mais antigos. Muitas aplicações práticas foram então desenvolvidas ao longo do tempo, aprimorando as ferramentas disponíveis atualmente. (Menezes, 2011).

2.1.1 TECNOLOGIA CAD

De acordo com Amaral e Filho (2010), o primeiro sistema de *Computed-Aided Manufacturing* (CAM), ou no português, Fabricação Assistida por

Computador), desenvolvido pelo Dr. Patrick J. Harantty, surgiu em 1957, no entanto, foi no início da década de 60, que Ivan Sutherland desenvolveu um editor gráfico chamado *“Sketchpad”*, o qual permitia criar e editar objetos, em 2D, de forma distinta, sendo considerado o primeiro software de *Computed-Aided Design* (CAD) ou no português Desenho Assistido por Computador).

Nos primeiros anos, a utilização dos softwares de CAD restringiu-se às empresas, devido ao alto custo dos computadores exigidos pelos sistemas, por volta de 1970, os softwares de CAD, deixaram de ser somente objetivo de pesquisas e passaram a ser comercializados livremente, sendo que nessa mesma época, foram desenvolvidos os primeiros softwares de CAD 3D, e no final dos anos 70, já existiam programas para modelagem de sólidos (Amaral e Filho, 2010).

A partir de 1981, com o lançamento do primeiro Personal Computer (PC), desenvolvido pela IBM, as atenções foram voltadas para tal classe de computadores. No ano seguinte, John Walker fundou a empresa Autodesk, e no mesmo ano lançou o primeiro programa de CAD para PCs (Belluomini, 2017).

Na década seguinte, a evolução dos softwares de CAD é imensa, difundindo a modelagem 3D, e a encaminhando para soluções inovadoras de projeto, como BIM, e dos anos que se seguiram até a atualidade, a tecnologia vem sendo aprimorada a cada dia (Belluomini, 2017).

2.1.2 SISTEMA BIM

O mais antigo exemplo do conceito do que se conhece hoje como BIM é o protótipo do *Building Description System* (BDS) publicado por Charles M. *“Chunk”* Eastman, em 1975, a referida publicação, apresentou noções do primeiro design paramétrico em representações 3D de alta qualidade, computáveis, com um “banco de dados integrado único para análise visual e quantitativa” (Menezes, 2011).

No início da década de 80, do século XX, surgiu um novo programa chamado *Building Product Model* (BPM), que abrangia a aplicação de design, estimativa, processo de construção e envolvimento de atores da construção, atuando como uma biblioteca de projetos, que consistia em informações desde o planejamento até a conclusão da construção (Manjunatha, 2019).

De acordo com Menezes (2011), a primeira utilização documentada do termo *building modeling*, surgiu no artigo de Robert Aish, datado de 1986, no qual,

Aish elencou todos os argumentos hoje conhecidos como BIM, no entanto, a utilização do termo BIM, somente foi documentada pela primeira vez em um artigo escrito por G. A. Van Nederveen e F. Tolman, em 1992.

Em paralelo ao desenvolvimento dessas terminologias, muitos softwares BIM foram desenvolvidos por diferentes empresas, a linha do tempo destes softwares é apresentada na Figura 1.

FIGURA 1- LINHA DO TEMPO DOS SOFTWARES BIM, DE 1957 A 2012.

1957 — Pronto, first commercial computer-aided machining (CAM) software
 1963 — Sketchpad, CAD with graphical user interface
 1975 — Building Description System (BDS)
 1977 — Graphical Language for Interactive Design (GLIDE)
 1982—2D CAD
 1984 — Radar CH
 1985 — Vectorworks
 1986 — Really Universal Computer-Aided Production System (RUCAPS)
 1987 — ArchiCAD
 1988 — Pro/ENGINEER
 1992 — Building Information Model as official term
 1993 — Building Design Advisor
 1994 — miniCAD
 1995 — International Foundation Class (IFC) file format
 1997 — ArchiCAD's Teamwork
 1999 — Onuma
 2000 — Revit
 2001 — NavisWorks
 2002 — Autodesk buys Revit
 2003 — Generative Components
 2004 — Revit 6 update
 2006 — Digital Project
 2007 — Autodesk buys NavisWorks
 2008 — Parametricist Manifesto
 2012 — formit

FONTE: Manjunatha, 2019.

2.2 ANÁLISE DAS DIFERENÇAS ENTRE CAD TRADICIONAL E CONCEITO BIM

Ao usar o CAD para projetos de construção, cria-se desenhos. Ao usar a BIM, cria-se um modelo de construção, e desenhos podem ser gerados usando o modelo (Autodesk, 2024).

2.2.1 DIFERENÇAS FUNCIONAIS ENTRE CAD E BIM

Segundo Ayres e Scheer (2007), os arquivos CAD geométricos, utilizados para desenhos bidimensionais e tridimensionais, são representados por entidades gráficas, como linhas e pontos, onde o projetista representa as informações através de desenhos técnicos com pouca ou nenhuma conexão entre si, cuja leitura em conjunto permite a compreensão da totalidade da informação do projeto.

Para Nunes e Leão (2018), apesar do emprego do CAD, a forma de projetar e construir não apresentou mudanças significativas, pois, apenas tornou o processo mais fácil, ao transferir as ferramentas de desenho para o computador, reduzindo erros, tempo e proporcionando maior facilidade de trabalho.

Com a evolução dos sistemas CAD, o foco foi ampliado para além da representação gráfica, integrando o gerenciamento de informações, bem como dados computáveis, regras paramétricas, quantificação, especificação, análise energética, dados consistentes e conjuntos, transformando-se em uma ferramenta central de modelagem e processos de produção, construção e comunicação, definindo-se como BIM

De acordo com Estman *et al.* (2008), as duas principais “tecnologias” presentes no BIM que o diferenciam dos sistemas de CAD tradicionais, são: modelagem paramétrica e interoperabilidade. Conforme Andrade (2009), a primeira permite incorporar propriedades não geométricas e características a objetos, além de possibilitar a extração de relatórios, checagem de inconsistências e implementação de conhecimentos de projeto, a partir dos modelos, já a interoperabilidade é uma condição para o desenvolvimento de uma prática integrada como grupos colaborativos de profissionais.

A Tabela 1 detalha as diferenças entre CAD e BIM. O CAD enfatiza desenhos e representações gráficas, enquanto o BIM abrange dados multidimensionais, colaboração em tempo real e o gerenciamento do ciclo de vida do projeto. Essas distinções demonstram o papel do BIM como uma evolução tecnológica que agrega valor aos processos de design e execução.

TABELA 1 - ATRIBUIÇÕES CAD E BIM.

	CAD	BIM
Foco	Design e desenho.	Integração de projetos, colaboração e gerenciamento de dados.
Dados	Geométricos.	Geométricas, materiais, custo e desempenho.
Colaboração	Coordenação manual (limitada)	Colaboração em tempo real das partes interessadas.
Ciclo de Vida	Fases de design e construção.	Design, construção, operação e manutenção (ciclo completo).
Custo	Não é tão eficaz para projetos menores.	Ajuda a identificar problemas, reduzindo custos.
Formato	DWG, DGN, DXF, TIFF, PDF.	IFC, ifcXML, PLN, RVT.
Processo	Interpretação e restauração do processo.	Reutilização do processo.
Nº de Projetos	<i>“Quatro camadas” para design em grupo.</i>	<i>“Um produto” para o design em grupo.</i>
Requisitos	Tipos de subscrição e design de fontes, cor, camadas, escala, símbolos, etc.	Conteúdo de objetos, atributos, relacionamentos necessários.
Arquivo	Desenhos e planos do construtor.	Modelo de simulação em servidor BIM.
Consumidores	Contratantes, executores, subcontratantes e fornecedores	Arquiteto, engenheiro civil, engenheiro MEP, desenvolvedor, gerente de projeto, coordenador BIM.

FONTE: Adaptado de Glema (2013).

2.2.2 DESAFIOS E LIMITAÇÕES DO CAD NA TRANSIÇÃO PARA O BIM

A vantagem do CAD em relação ao BIM no mercado atual, é o fato de ser mais popularizado e possuir um custo de implantação menor, além de ser mais fácil encontrar profissionais que dominam a tecnologia, e cursos que ensinam as técnicas de projetar por meio deles, bem como, a escassez de profissionais BIM gera a necessidade de maior tempo e investimento por parte das empresas, o que aumenta a dificuldade de disseminação dessa tecnologia (Costa, Figueiredo e Ribeiro, 2015).

Godoy, Cardoso e Borges (2013) comparam a transição da tecnologia CAD para a BIM com a transição da prancheta para o CAD, além disso, descrevem que as vantagens proporcionadas pelo uso da plataforma BIM farão com que os

escritórios que ainda não a adotaram percam competitividade. Figuerola¹ (2011 citado por Menezes, 2011), descreve que a transição ocorrerá desta vez mais rápida, uma vez que, quando os escritórios iniciaram o uso do CAD bidimensional, as pessoas mal sabiam usar o computador, as máquinas eram muito lentas e as interfaces eram muito atrasadas, diferentemente de hoje em dia. No entanto, o uso de softwares BIM requer computadores de alta capacidade de processamento, porém máquinas robustas não são suficientes para seus usos, é necessário conhecimento, o qual pode ser adquirido em cursos de alto custo (Costa, 2013).

No contexto citado no parágrafo acima, havia uma percepção de que as ferramentas BIM iriam se difundir de forma célere considerando os ganhos de produtividade de projetos já citados. No entanto, passados mais de uma década desta perspectiva, ainda há uma carência da difusão da aplicação das ferramentas BIM.

Dentre os desafios enfrentados na implementação da ferramenta BIM, estão: a carência de um gerente de BIM (BIM Manager) em processos e normatização nas várias fases do projeto; padrões dos aplicativos e programas de estimativas orçamentárias de maneira íntegra e segura; problemas de interoperabilidade de dados; a exigência de que os dados de design digital sejam computáveis (Degasperi *et al.* 2016)

Para Tassara (2018), os gestores devem prever esse sistema desde as primeiras fases do empreendimento, sendo que a ausência de planejamento pode acarretar em dificuldades de integração, colaboração e na ausência de referências no padrão de modelagem.

Já o problema da interoperabilidade de dados é vinculado à ausência de um padrão, entre aplicativos BIM, para descrição e classificação das propriedades dos componentes de construção. Cada aplicativo utiliza um padrão próprio de classificação de propriedades dos objetos, o que dificulta a interoperabilidade dessas propriedades entre diferentes aplicativos (Andrade, 2009).

De acordo com Autodesk (2021), para a interoperabilidade em projetos BIM, em ambientes colaborativos com diferentes disciplinas e que usufruem de

¹ FIGUEROLA, V. **BIM NA PRÁTICA**. AU - ARQUITETURA E URBANISMO. SÃO PAULO, 2011.

softwares distintos, busca-se a padronização do uso do formato *Industry Foundation Classes* (IFC), que atualmente está presente em diversos softwares.

Dentre os softwares BIM mais utilizados no mercado atual estão: Archicad (Graphisoft); Allplan Architecture (Nemetschek Company); Revit® (Autodesk); AECOsim Building Designer (Bentley); Digital Project (Gehry Technologies), sendo o Revit® um dos softwares mais populares e utilizados na modelagem BIM (Branco, 2022).

2.3 REVIT®

“Revit® é um software de engenharia, arquitetura, urbanismo, e design de propriedade da Autodesk, criado em 1997 pela Charles River Software, com a ferramenta *BIM*. Em 2002 a empresa foi adquirida pela Autodesk” (Gaspar e Lorenzo, 2015).

Segundo Autodesk (2024), o Revit® é um software de BIM amplamente usado por arquitetos, engenheiros e empreiteiros para criar um modelo unificado que todas as disciplinas e áreas podem usar para trabalhar. O Revit® hospeda as informações que formam o modelo com base no qual os desenhos e documentos são derivados.

As informações inseridas, são atribuídas aos elementos do Revit®. Um destes elementos é denominado família. A família contém a definição geométrica do elemento e os parâmetros usados pelo elemento. Cada instância de um elemento é definida e controlada pela família (Autodesk, 2024).

2.3.1 FAMÍLIAS E ELEMENTOS

De acordo com Autodesk (2024), o Revit® usa três tipos de elementos em projetos: elementos do modelo, elementos de dados e elementos específicos da vista. Os elementos do modelo que representam a geometria real 3D de uma construção, são exibidos em vistas relevantes do modelo, por exemplo, pias, caldeiras, dutos, sprinklers e painéis elétricos. Já os elementos de dados ajudam a definir o contexto do projeto, por exemplo, níveis, eixos e planos. E os elementos específicos da vista são exibidos somente em vistas nas quais são colocados, estes ajudam a descrever ou documentar o modelo, por exemplo, cotas (Autodesk, 2024).

Segundo Autodesk (2024), uma família é um grupo de elementos com um conjunto comum de propriedades chamado de parâmetros e uma representação gráfica relacionada. Assim, os diferentes elementos pertencentes a uma família podem ter diferentes valores para alguns ou todos os parâmetros, mas o conjunto de parâmetros (seus nomes e significados) é o mesmo.

A Autodesk ainda descreve, que essas variações dentro da família são denominadas de tipos de família ou tipos. Sendo que, cada tipo na família possui uma representação gráfica relacionada e um conjunto de parâmetros idênticos, chamados de parâmetros de tipo de família.

Segundo Autodesk (2024), além dos parâmetros de tipo de família, podem ser criados como instância do elemento, onde cada instância do elemento tem um conjunto de propriedades, no qual é possível alterar alguns parâmetros do elemento independente aos parâmetros de tipo de família, alterando somente à instância do elemento.

2.3.2 PARÂMETROS

Os parâmetros armazenam e comunicam informações sobre todos os elementos de um modelo. São usados para definir e modificar elementos, bem como para comunicar as informações sobre o modelo nos identificadores e tabelas (Autodesk,2024). Esses parâmetros são classificados em diferentes tipos, que variam conforme sua finalidade e escopo no modelo, como detalhado na Tabela 2.

TABELA 2 - TIPOS DE PARÂMETROS.

Parâmetro de tipo	Descrição	Exemplos
Parâmetros internos	Os parâmetros internos são definições de parâmetros fundamentais incorporados ao software e não podem ser modificados diretamente pelo usuário.	Os parâmetros internos permitem o gerenciamento de dados (cálculo, fases, identificação e outros) para a modelagem, análise e documentação.
Parâmetros de projeto	Os parâmetros de projeto são específicos a um único arquivo de projeto. Eles são adicionados aos elementos ao atribuí-los para múltiplas categorias de elementos, folhas ou vistas. As informações armazenadas nos parâmetros de projeto não podem ser compartilhadas com outros projetos. Os parâmetros de projeto são utilizados para tabular, classificar e filtrar em um projeto.	Um parâmetro de projeto pode ser usado para categorizar vistas em um projeto.

(continuação)

Parâmetro de tipo	Descrição	Exemplos
Parâmetros de família	Os parâmetros da família controlam os valores da variável da família, como cotas ou materiais. Eles são específicos para a família. Um parâmetro de família também pode ser utilizado para controlar um parâmetro em uma família aninhada ao associar o parâmetro na família hospedeira com o parâmetro na família aninhada.	Os parâmetros da família, como Largura e Altura podem ser utilizados em uma família de Portas para controlar as cotas dos diferentes tipos de portas.
Parâmetros globais	Os parâmetros globais são específicos a um único arquivo de projeto, mas não têm categorias atribuídas como parâmetros de projeto. Os parâmetros globais podem ser valores simples, valores derivados de equações ou valores obtidos do modelo usando outros parâmetros globais.	O parâmetro global pode ser usado para as modificações de um piso que requerem que você atualize cada viga individualmente, para modificar todas as vigas automaticamente. Basta criar um reporte de cota e, em seguida, definir o valor de deslocamento da viga para ser conduzida por aquele parâmetro de reporte. Agora, quando o piso for modificado, as vigas irão se ajustar automaticamente.
Parâmetros compartilhados	Os parâmetros compartilhados são definições de parâmetros que podem ser utilizados em múltiplas famílias ou projetos. Após você adicionar uma definição de parâmetro compartilhado em uma família ou projeto, é possível utilizá-lo como um parâmetro de projeto ou de família. Como a definição de parâmetros compartilhados está armazenada em um arquivo separado (não no projeto ou família), ela está protegida contra alteração. Por este motivo, os parâmetros compartilhados podem ser identificados e tabulados.	Se um parâmetro em uma família ou projeto precisa ser tabulado ou identificado, aquele parâmetro precisa ser compartilhado e carregado no projeto (ou na família de elementos) e na família de identificadores. Os parâmetros compartilhados também podem ser usados quando elementos de duas famílias diferentes são tabulados juntos. Por exemplo, se você precisa criar duas famílias de fundação isolada diferentes, e precisa que o parâmetro Espessura de ambas as famílias tabulada na mesma coluna, Espessura precisa ser um parâmetro compartilhado carregado em ambas as famílias de fundação isolada.

FONTE: Adaptada de Autodesk (2024).

A categoria da família, especificado quando uma família é criada, determina quais os parâmetros de família são ativados, dependendo da categoria da família e o tipo de modelo que a família se derivou (com base em hospedeiro, em um modelo genérico, componente de detalhe, identificador genérico e assim por diante), diferentes parâmetros de família são aplicados. Os componentes MEP carregáveis

se enquadram em categorias gerais como conexões de tubulação, luminárias, sprinklers etc. (Autodesk, 2024).

2.3.3 REVIT® MEP

De acordo com Autodesk (2024), o Revit® MEP (*Mechanical, Electrical and Plumbing*) é uma ferramenta que possibilita os engenheiros MEP, fornecerem projetos mais eficazes, que apoiam a sustentabilidade e o conforto dos ocupantes, além de elevar o nível de excelência do setor.

O pacote Revit®, atualmente, é dividido em três áreas (Arquitetura, Estrutural e MEP) de trabalho. Até a versão 2013, eles eram vendidos separadamente, porém após essa versão, todos estão incluídos no mesmo pacote. A sigla MEP significa os sistemas mecânicos, elétricos e hidráulicos. É a modelação de informação voltada aos projetos complementares das construções, sendo desenhados os equipamentos mecânicos, elétricos e de hidráulica (Takii, 2015).

Segundo Barros (2021), a utilização do Revit® MEP auxilia muito na compatibilização, auxiliando a evitar interferências na etapa de desenvolvimento do projeto, assim podemos vincular as demais disciplinas e identificar problemas e modelar, sempre levando em conta as orientações do contratante ou hierarquia das disciplinas.

2.4 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Segundo Sena (2012), compatibilizar projetos utilizando ferramentas BIM permite a detecção de conflitos antes do início da construção. E também pode melhorar a comunicação e a colaboração entre os diferentes profissionais envolvidos no projeto, como destacado por Rocha (2021).

2.4.1 CONCEITOS E METODOLOGIA DE COMPATIBILIZAÇÃO

Para Callegari e Barth (2007), a compatibilização compõe-se em uma atividade de gerenciar e integrar projetos afins, visando o perfeito ajuste entre os mesmos, conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade de determinada obra.

Melhado (2005), difere os termos coordenação e compatibilização, o primeiro é descrito como a interação entre os diversos projetistas, para discutir e viabilizar as soluções de projeto, no segundo, os projetos de diferentes especialidades são superpostos para verificar as interferências entre eles, e os problemas são evidenciados para que a coordenação possa agir sobre eles e solucioná-los.

Segundo Vani (1999), o método permite a detecção de falhas potenciais entre os distintos projetos de uma edificação, e prioriza minimizar ou eliminar os conflitos dentre os projetos referentes a determinada obra, simplificando e otimizando a utilização de materiais e mão de obra, bem como a subsequente manutenção.

Sousa (2010), afirma que a compatibilização de projetos, tem sido considerada como a melhor abordagem para resolver com sucesso os problemas de fragmentação dos projetos, reduzindo ou eliminando alguns dos seus principais problemas: as interferências físicas, perdas de funcionalidade e recursos decorrentes de incompatibilidades.

3 IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO EM MODELAGEM BIM

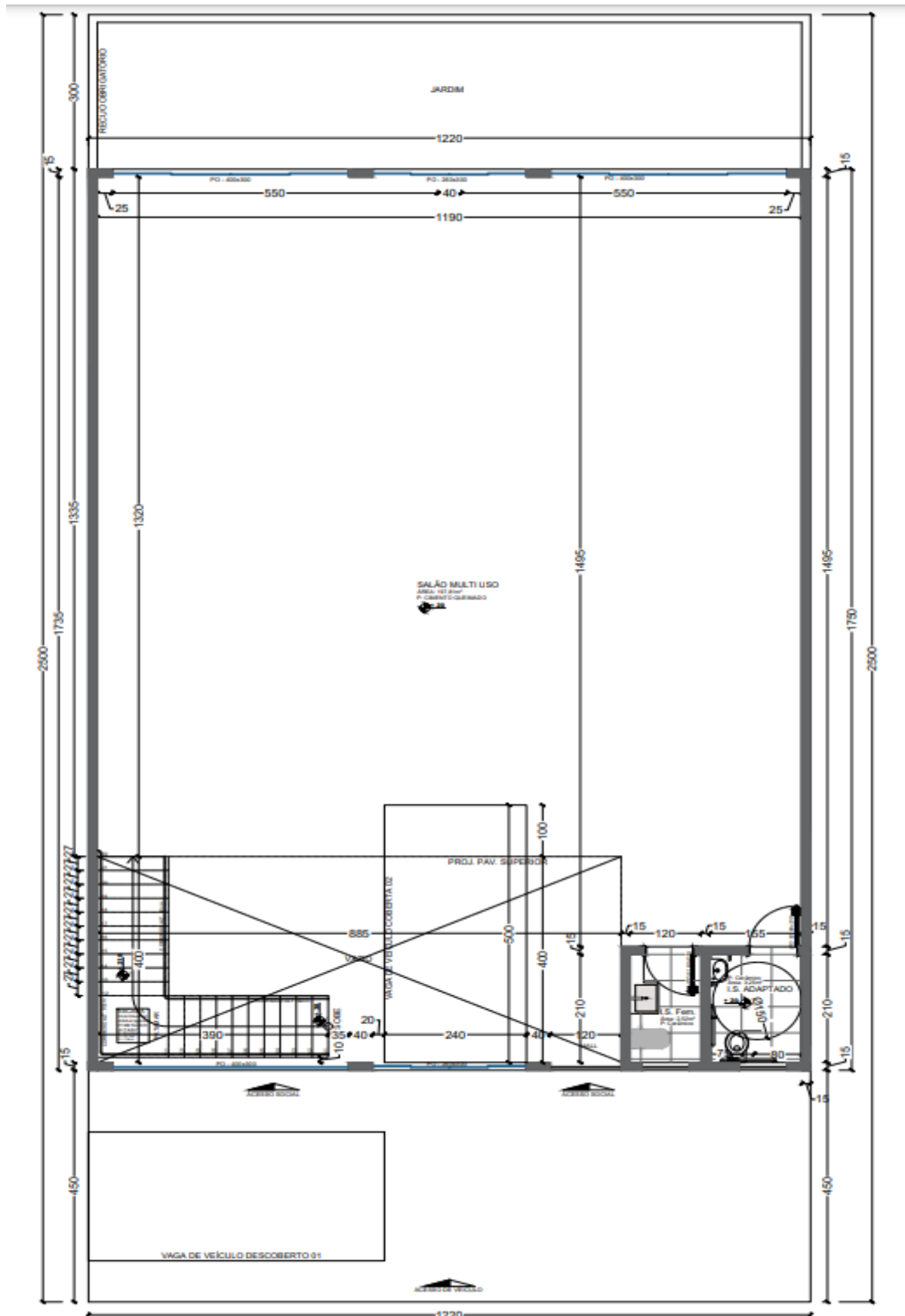
O presente trabalho aborda o uso das ferramentas BIM frente a modelagem mais utilizada no mercado, desenhos em CAD. Para tanto, será realizado um estudo teórico de implantação de um projeto executivo urbano e ao fim comparar os resultados/produtos. Ao longo deste capítulo serão apresentados o conjunto de elementos necessários para implementação do projeto no software Revit®.

3.1 DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO A SER IMPLEMENTADA

O ponto de partida foi a planta de projeto fornecida por um profissional atuante da arquitetura, a planta foi produzida originalmente em formato DWG, assim como ilustram as Figuras 2 e 3.

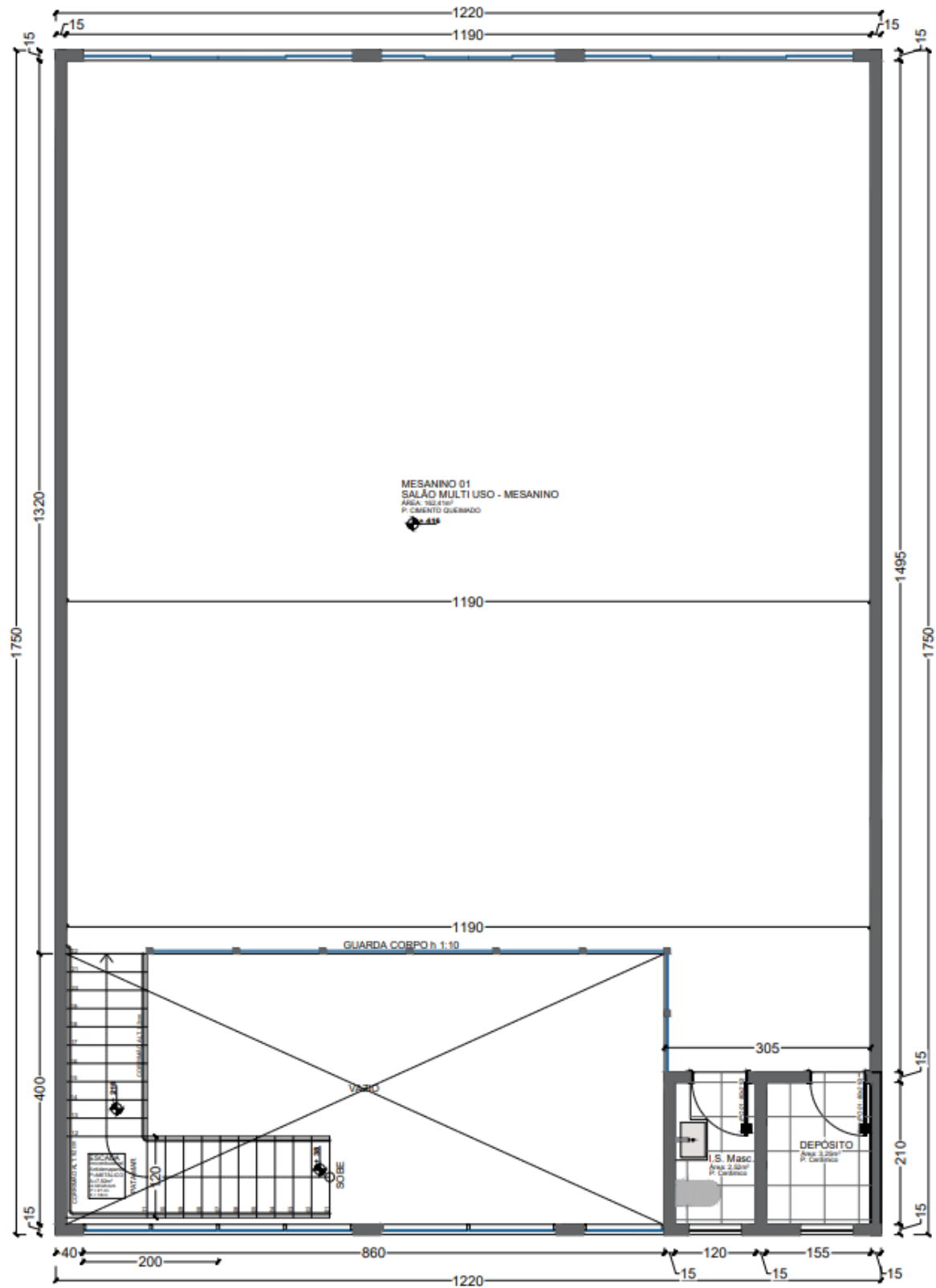
O projeto trata-se de uma edificação comercial de dois pavimentos, com área total de 391,61m². A Figura 2 o pavimento térreo, e a Figura 3 o primeiro pavimento, ambos com suas respectivas medidas e detalhamentos da disciplina de arquitetura.

FIGURA 2 – PAVIMENTO TÉRREO



FONTE: O autor (2024).

FIGURA 3 – PRIMEIRO PAVIMENTO



FONTE: O autor (2024).

Considerando o escopo de formação do profissional da Engenharia de Energia, o desenvolvimento dos projetos abordados serão os projetos ditos complementares, elétrico e hidrossanitário. Detalhes adicionais da estrutura são apresentados apenas como plano de fundo necessários para permitir a implementação dos projetos complementares desejados para o estudo, além de utilizarem a mesma base de implementação.

A instalação da edificação comercial é classificada como de multiuso e pertencem às suas características gerais:

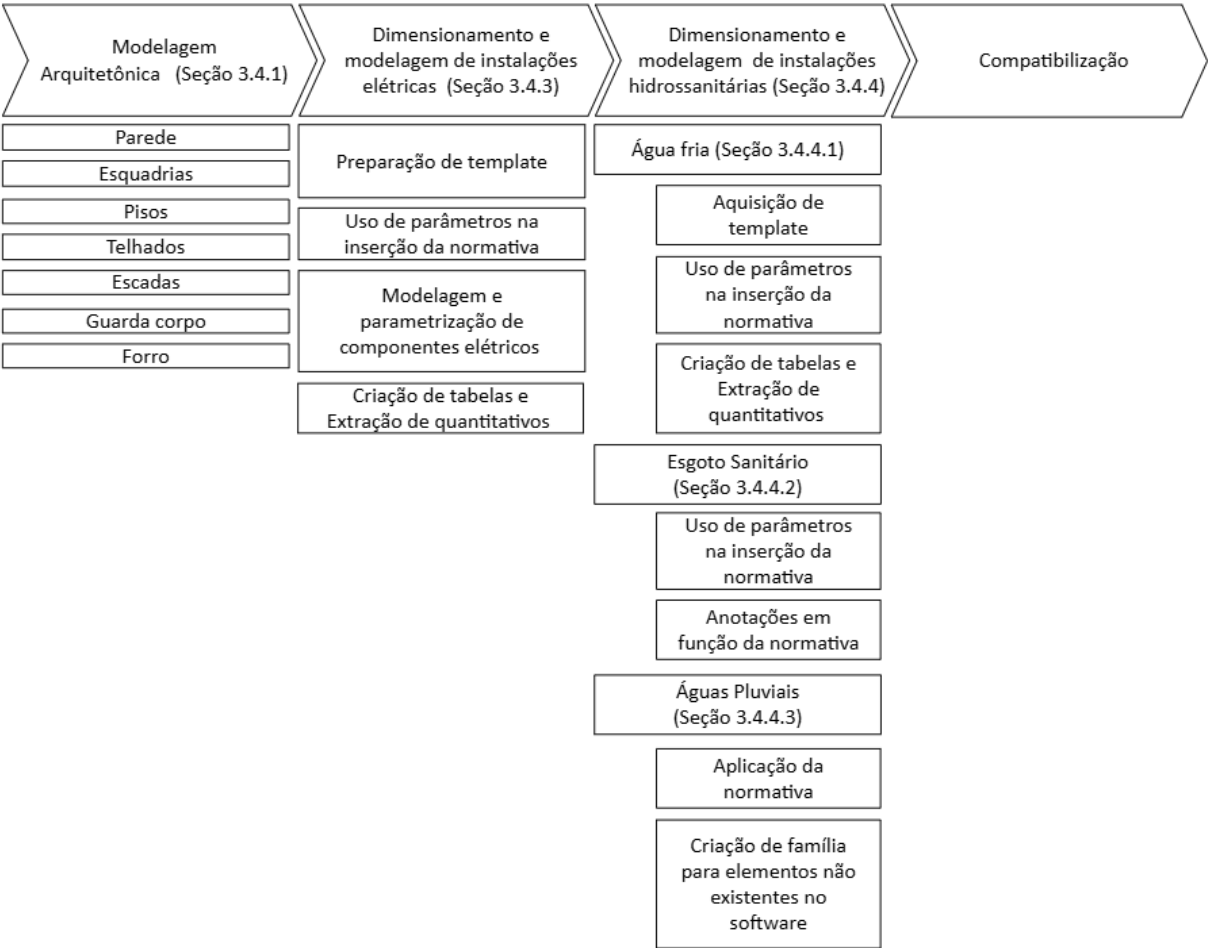
- Construção com estrutura pré-moldado;
- Fechamento em blocos cerâmicos;
- Emboço de ambos os lados com 2,0 cm e acabamento em pintura;
- Piso em concreto polido;
- Piso cerâmico em 4 camadas (cerâmica, argamassa, impermeabilização e contrapiso);
- Telhas metálicas com isolamento termoacústico;
- Treliças metálicas;
- Fachadas de vidro;
- Esquadrias de alumínio e de madeira;
- Escada com degraus de 18cm em formato L;
- Guarda corpo envidraçado;
- Estacionamento frontal;
- Área de jardinagem para embelezamento externo;

Cada projeto foi elaborado separadamente, para fim de implementar a compatibilização de cada modelo, que consiste na sobreposição de todos os projetos antes do início da construção e encontrar as soluções que se adequem às necessidades do empreendimento.

3.2 ETAPAS DO PROJETO

O projeto foi dividido em 4 etapas, sendo uma delas subdivididas em outras 3. São elas ilustradas na Figura 4.

FIGURA 4 – ETAPAS DO PROJETO



FONTE: O autor (2024).

3.3 MODELAGEM

A modelagem de famílias e parâmetros dentro do Revit® é realizada com propósitos específicos, onde se tem além dos desenhos tridimensionais, os parâmetros que definem estruturas, materiais, camadas, relevos e outras características, que fazem com que o modelo seja uma réplica virtual da construção a ser implementada.

3.3.1 ARQUITETÔNICO

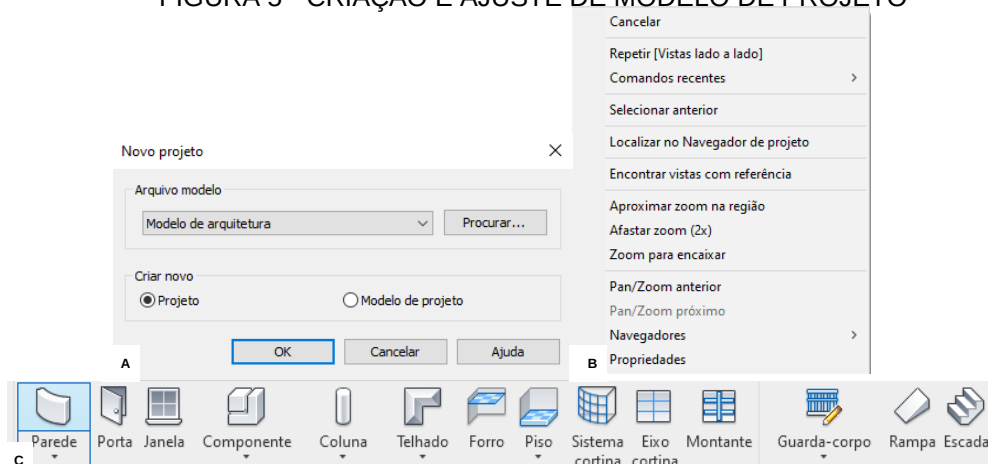
Almejando a elaboração do projeto arquitetônico, modelado em BIM, no layout inicial do software Revit®, na aba “Criar”, e depois “Modelo arquitetônico”, Figura 5A. Após criar o arquivo, com o botão direito do mouse abre as abas

“Navegador de projetos” e “Propriedades”, Figura 5B, a partir delas, se ajusta a estrutura do projeto, como camadas de famílias, níveis, tabelas, materiais, e outros padrões, conforme a necessidade de cada projeto.

Com os arquivos separados para cada nível, foi possível fazer a importação para o Revit®, a partir da aba “Inserir” e depois “Importar CAD”. Posteriormente selecionando o arquivo correspondente ao andar desejado e configurando as unidades de medida e posicionamentos.

Como foram inseridos múltiplos arquivos, os elementos foram fixados para que as plantas de referência não sejam movidas, alterando seu posicionamento e possibilitando erros de alinhamento entre camadas. Com todas as plantas inseridas, deu-se seguimento à modelagem, criando as famílias de pilares e vigas, assim como será descrito na seção seguinte. A modelagem arquitetônica foi sequenciada com o uso das abas “Piso”, “Parede”, “Forro”, “Escada”, “Janelas”, “Portas”, “Guarda corpo”, “Telhado” e “Sistema cortina”, Figura 5C.

FIGURA 5 - CRIAÇÃO E AJUSTE DE MODELO DE PROJETO



FONTE: O autor (2024).

Inicialmente importou-se famílias de portas e janelas da guia “Carregar família da Autodesk”, em seguida foram feitas edições das famílias dos elementos e materiais que compõem o projeto.

a) Paredes:

O software já oferece famílias de paredes nativas, permitindo ao usuário duplicá-las e editar as cópias de acordo com as configurações desejadas. O sistema permite a configuração de estruturas, camadas, materiais, propriedades analíticas (térmicas e luminosas) e dados de identidade. Neste estudo, será abordada exclusivamente a definição da estrutura das paredes. Para duplicar uma parede e editar sua estrutura, utilize-se o caminho: "Parede", "Editar tipo", "Estrutura - Editar". Esse processo permitiu a criação de camadas, a atribuição de funções e a definição de materiais para cada camada, conforme ilustrado na Figura 6.

FIGURA 6 - EDIÇÃO ESTRUTURA DA PAREDE

Família:

Parede básica

Tipo:

Parede Galpão

Es grossura total:

15.00 (Padrão)

Resistência (R):

0.1667 (m²·K)/W

Massa térmica:

117.18 kJ/(m²·K)

Altura da amostra:

600.00

Camadas

LADO EXTERNO

	Função	Material	Es grossura	Coberturas	Material estrutural	Variável
1	Acabamento 2 [5]	Pintura Externa	0.08	☒	☐	☐
2	Acabamento 1 [4]	Massa padrão da p	0.92	☒	☐	☐
3	Substrato [2]	Reboco	2.00	☒	☐	☐
4	Limite do núcleo	Camadas acima da vir	0.00			
5	Estrutura [1]	Tijolo, Comum	9.00	☐	☒	☐
6	Limite do núcleo	Camadas abaixo da vi	0.00			
7	Substrato [2]	Reboco	2.00	☒	☐	☐
8	Acabamento 1 [4]	Massa padrão da p	0.92	☒	☐	☐
9	Acabamento 2 [5]	Pintura Interna	0.08	☒	☐	☐

LADO INTERNO

Inserir

Excluir

Acima

Abaixo

Virada do revestimento-padrão

Nas inserções:

Nas extremidades:

Não virar

Nenhum

Modificar estrutura vertical (somente na visualização do corte)

Modificar

Mesclar regiões

Extrusão por percurso

Atribuir camadas

Dividir região

Frisos

OK

Cancelar

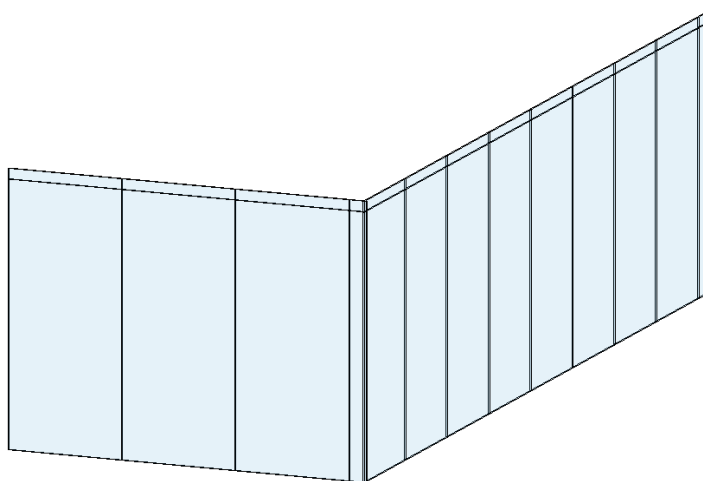
Ajuda

FONTE: O autor (2024).

A espessura das paredes especificada no projeto CAD é de 15 cm. Para o desenvolvimento do modelo em BIM, foram adotados tijolos cerâmicos comuns com dimensões de 9 x 19 x 29 cm como base estrutural para todas as paredes. As camadas de acabamento do substrato incluem uma base de argamassa, seguida de uma camada de regularização e, como acabamento final, pintura ou revestimento cerâmico. A composição das paredes padrão consiste em 9 cm de tijolo, 2 cm de argamassa base, 0,92 cm de argamassa de regularização e 0,08 cm de pintura, totalizando os 15 cm de espessura final. Para as paredes com revestimento cerâmico, as dimensões das camadas de acabamento podem variar, mantendo, no entanto, uma espessura total de 15 cm. A descrição detalhada dos métodos construtivos, materiais, camadas e propriedades físicas e térmicas dos elementos é fundamental para garantir maiores precisão nos quantitativos do projeto. Cada elemento pode ser adicionado a um ou mais materiais, permitindo o levantamento detalhado de quantitativos específicos.

Além das paredes convencionais, o projeto inclui famílias de paredes do tipo "cortina", conforme ilustrado na Figura 7. Essas paredes consistem em modelagens de fachadas de vidro compostas por montantes e perfis, que podem ser personalizadas em parâmetros como quantidade e espaçamento dos montantes, espessura dos perfis, materiais e outras características. Essa flexibilidade permite adaptar as fachadas às necessidades específicas do projeto, mantendo a precisão e a compatibilidade com os demais elementos do modelo.

FIGURA 7 - PAINEL DE PAREDE CORTINA



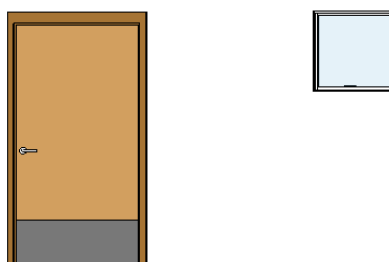
FONTE: O autor (2024).

b) Esquadrias:

A importação de janelas e portas neste projeto foi realizada através do guia *“Inserir”, utilizando a opção “Carregar família da Autodesk”, permitindo a seleção de modelos genéricos adequados às necessidades do projeto.* Para tratar objetos paramétricos, suas dimensões e características podem ser ajustadas conforme os requisitos específicos. A inserção desses elementos ocorre exclusivamente em famílias de paredes, onde é possível configurar detalhes como altura do peitoril e direção de abertura, garantindo maior precisão na modelagem.

A Figura 8 apresenta um exemplo de janela com esquadrias de alumínio e uma porta de madeira com proteção adicional em seu perfil. Essa abordagem combina funcionalidade e personalização, garantindo que os elementos inovadores atendam às exigências técnicas e estéticas do projeto.

FIGURA 8 - PORTA E JANELA



FONTE: O autor (2024).

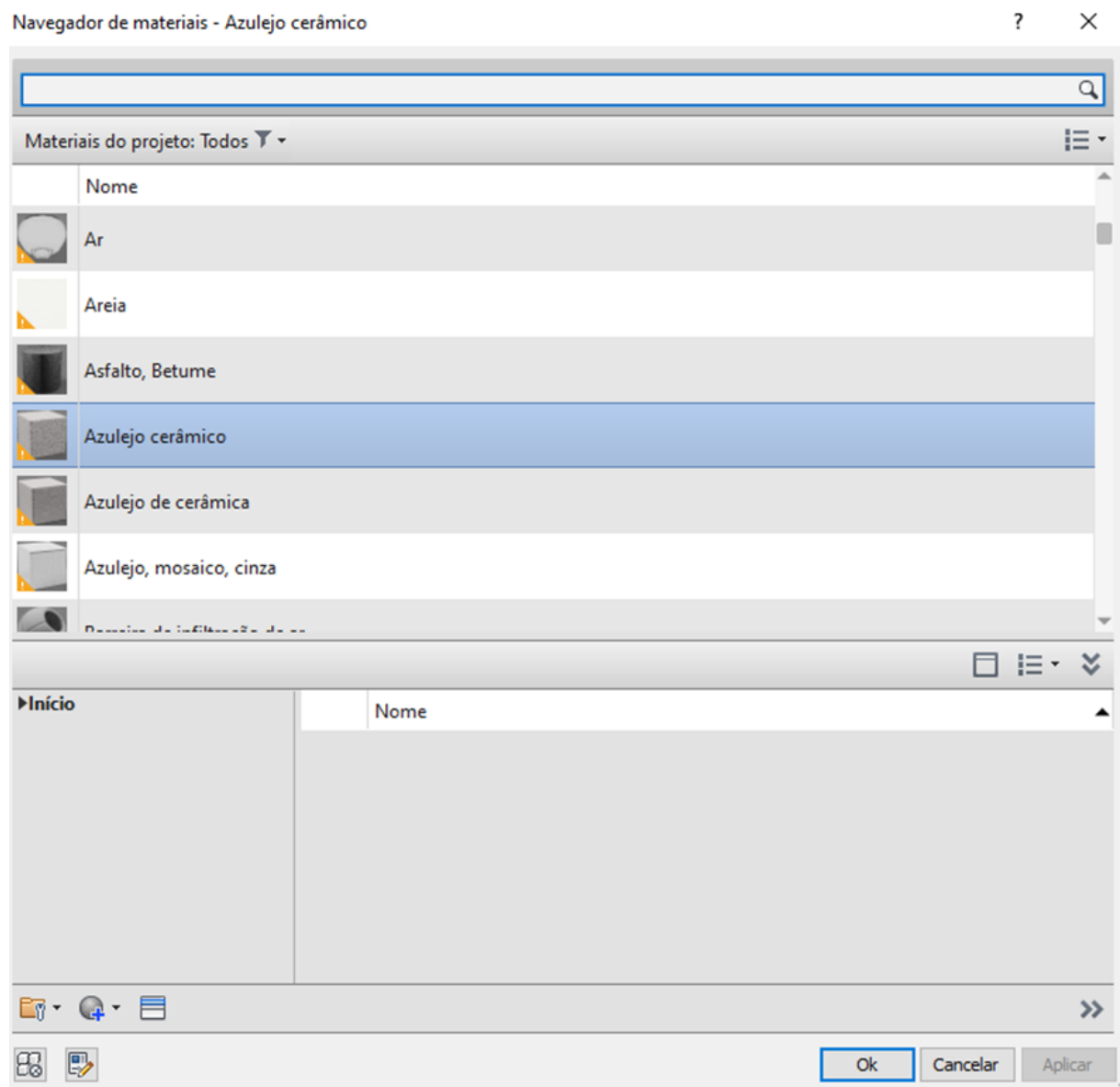
c) Pisos:

As camadas, estruturas e materiais de pisos no Revit® seguem uma lógica semelhante às paredes, permitindo uma configuração detalhada de suas características. Para este projeto, foi criado um padrão de camadas que inclui contrapiso, impermeabilização, argamassa de assentamento e revestimento cerâmico em áreas específicas, como banheiros e depósitos, garantindo resistência, fácil manutenção e proteção contra infiltrações em áreas úmidas. Nas demais áreas,

optou-se pelo piso de concreto queimado, especificado no projeto CAD, devido à sua durabilidade, estética e baixa necessidade de manutenção.

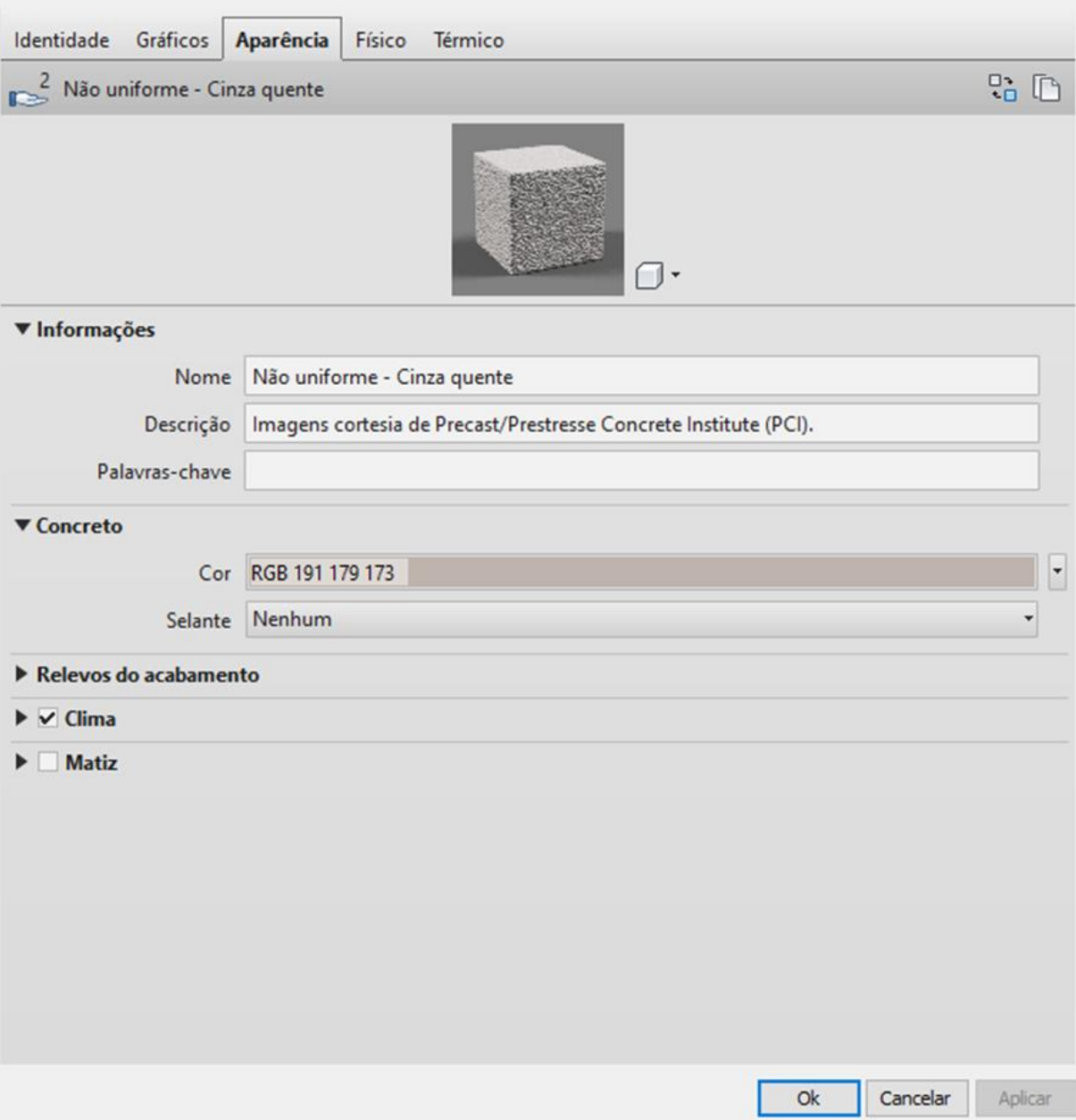
A configuração detalhada dessas camadas é ilustrada no “Navegador de Materiais” (Figura 9), com as características de cada material desenvolvido na Figura 10, seguindo a mesma abordagem aplicada para paredes. Essa metodologia fornece maior precisão ao modelo, facilitando a visualização e a execução do projeto.

FIGURA 9 - LISTA DE MATERIAIS



FONTE: O autor (2024).

FIGURA 10 - CONFIGURAÇÕES DOS MATERIAIS



Identidade Gráficos **Aparência** Físico Térmico

2 Não uniforme - Cinza quente

Informações

Nome Não uniforme - Cinza quente

Descrição Imagens cortesia de Precast/Prestresse Concrete Institute (PCI).

Palavras-chave

Concreto

Cor RGB 191 179 173

Selante Nenhum

Relevos do acabamento

☒ Clima

☐ Matiz

Ok Cancelar Aplicar

FONTE: O autor (2024).

d) Telhados:

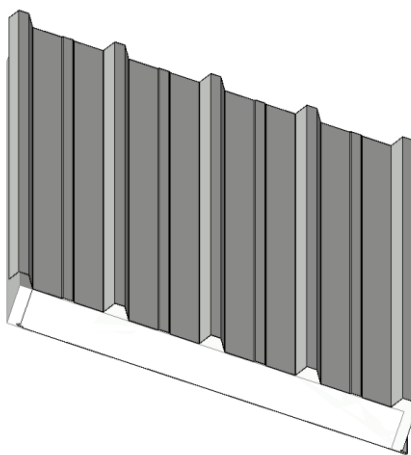
Por meio da guia “Arquitetura”, na ferramenta “Telhado”, define-se a delimitação e a inclinação da estrutura de forma prática e flexível. A ferramenta apresenta características semelhantes às de parede cortina, permitindo a criação de uma estrutura genérica em que é possível definir espessuras e superfícies. A

representação gráfica pode ser aprimorada com a adição de perfis aplicados como montantes, proporcionando maior realismo ao modelo.

No caso deste trabalho, foi criada uma família específica de perfil para telha termoacústica (isotelha EPS) com 100 mm de espessura, conforme ilustrado na Figura 11. O modelo criado é análogo aos disponíveis em catálogos do fabricante, sendo configurado como painel de parede cortina para a construção do telhado. Esta família de telhas ajusta-se automaticamente às dimensões definidas pelos eixos e à inclinação do telhado, como mostrado na Figura 12.

A isotelha EPS utilizada neste modelo é composta por camadas externas de metal e um núcleo de poliestireno expandido, garantindo isolamento térmico e acústico, características essenciais em diversas aplicações. Para uma representação ainda mais precisa, é possível criar perfis adicionais, como caibros, terças e telhas, entre outros elementos estruturais. Durante a criação dos perfis, recomenda-se parametrizar as medidas, o que facilita ajustes e edições, reduzindo retrabalhos e otimizando o processo de modelagem.

FIGURA 11 - PERFIL ISOTELHA EPS.



FONTE: O autor (2024).

FIGURA 12 - PARÂMETROS DE TIPO TELHADO.

Família: Família do sistema: Vidraça inclinada Carregar...

Tipo: Vidraça inclinada Duplicar...

Renomear...

Parâmetros de tipo

Parâmetro	Valor
Construção	
Painel de parede cortina	Telhas : Isotelhas- 100mm
Condição de união	Não definido
Eixo 1	
Layout	Distância fixa
Espaçamento	100.00
Ajustar para tamanho do montante	☒
Eixo 2	
Layout	Distância fixa
Espaçamento	500.00
Ajustar para tamanho do montante	☒
Montantes do eixo 1	
Tipo de interior	Nenhum
Tipo de borda 1	Nenhum
Tipo de borda 2	Nenhum
Montantes do eixo 2	
Tipo de interior	Nenhum
Tipo de borda 1	Nenhum
Tipo de borda 2	Nenhum
Dados de identidade	
Tipo de imagem	
Nota-chave	
Modelo	
Fabricante	
Comentários de tipos	
URL	
Descrição	

[O que fazem estas propriedades?](#)

<< Visualizar OK Cancelar Aplicar

FONTE: O autor (2024).

Além da família de telhas, foram criados perfis de rufos e calhas e terças para dar acabamento no telhado e fidelidade ao modelo de construção.

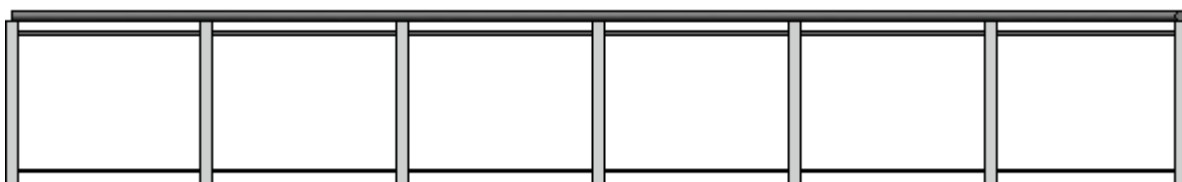
e) Escadas:

A ferramenta de escadas está na guia “Arquitetura”, e possui características similares às do telhado, no entanto o próprio software já possui alguns modelos de escadas com formas em espiral, U, L e outros modelos, além de ter como criar um modelo através da ferramenta “Criar croqui”. Neste trabalho foi utilizado o modelo de escada em L, o qual foi ajustado o tamanho dos degraus, patamar e suporte da escada.

f) Guarda corpo:

O Guarda corpo assim como as paredes cortina, são elementos que possuem montantes e perfis, os quais podem ser editados com espessuras, materiais e outros parâmetros similares. A ferramenta “Guarda corpo” também se encontra na guia “Arquitetura”, e para este trabalho ela foi utilizada na criação do corrimão da escada e com um montante envidraçado e perfilado de alumínio, assim como ilustra a Figura 13.

FIGURA 13 - GUARDA CORPO COM PERFIL DE ALUMÍNIO



FONTE: O autor (2024).

g) Forros:

As famílias de forros possuem funcionalidades similares às dos pisos, possibilitando paginação e estrutura em camadas. Além disso, as ferramentas de colocação de forros permitem que o ambiente seja identificado e delimita a área automaticamente.

O resultado da modelagem é ilustrado na Figura 14. Antes mesmo da implementação interdisciplinar, já é possível identificar diversas vantagens proporcionadas pelo uso de modelos BIM em comparação aos desenhos geométricos tradicionais. Entre essas vantagens, destaca-se a integração de informações planejadas, como camadas de paredes, tipos de cobertura, sistemas de suporte de cobertura e outros elementos que, em métodos convencionais, precisariam ser descritos ou criados separadamente.

A utilização do modelo tridimensional permite uma visualização mais precisa e integrada, facilitando o controle sobre os materiais e componentes especificados.

Além disso, o BIM possibilita a proteção automática de quantitativos, fornecendo informações essenciais para o planejamento e execução do projeto.

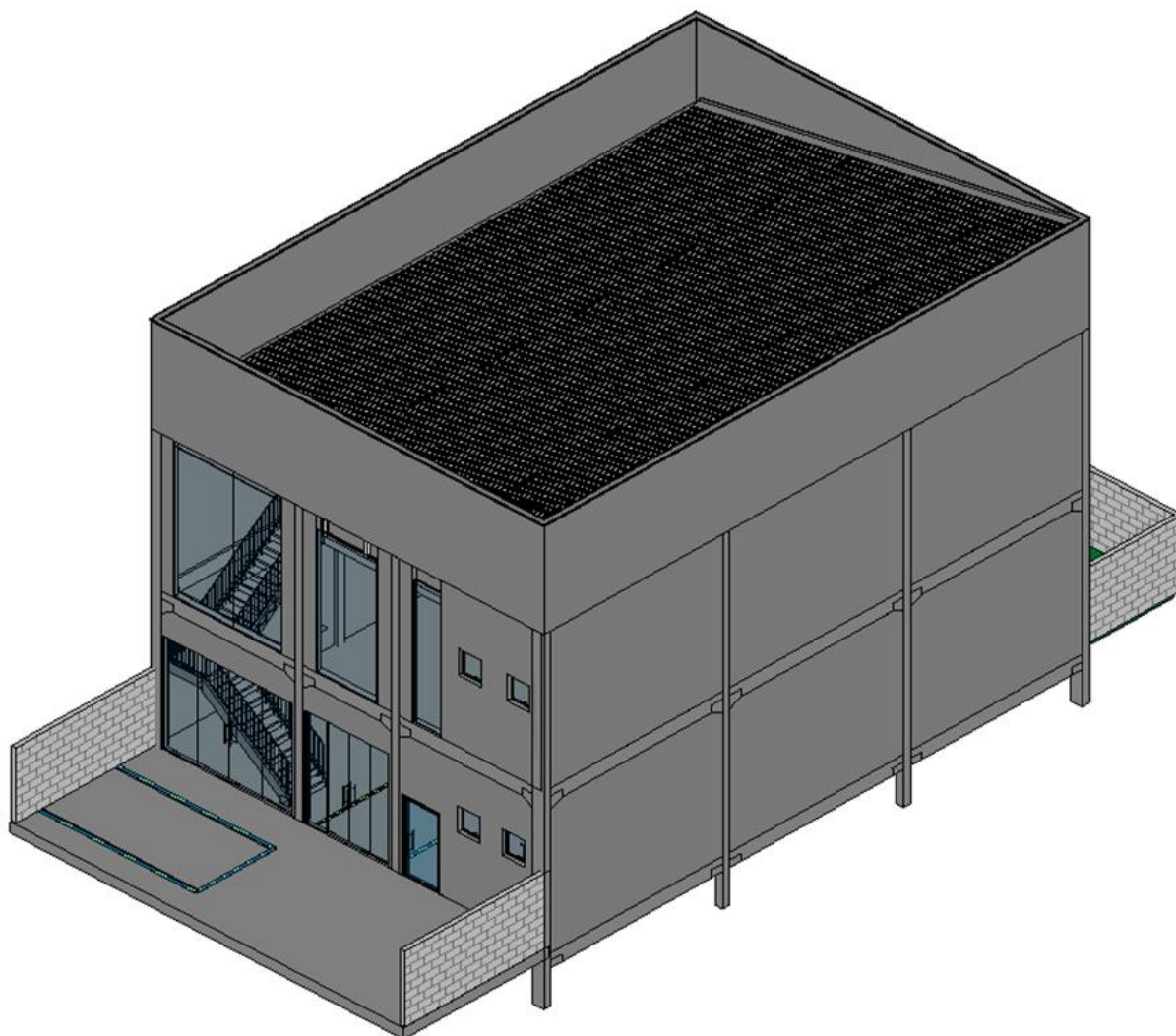
Abaixo, apresenta-se na Tabela 3 de quantitativos de ambientes gerados a partir do modelo, destacando áreas e perímetros relevantes do projeto. Os materiais implementados e quantificados são representados junto aos Cortes e Vistas nos Anexos deste trabalho.

TABELA 3 – DESCRIÇÃO DE QUANTITATIVOS DOS AMBIENTES

Nome	Área (m²)	Perímetro (m)	Nível
Sanitário Feminino	2,52	6,61	Pavimento Térreo
Sanitário Adaptado	3,25	7,29	Pavimento Térreo
Salão-Multiuso	197,81	59,88	Pavimento Térreo
Jardim	34,05	30,07	Pavimento Térreo
Sanitário Masculino	2,52	6,61	1° Pavimento
Salão-Mezanino	162,41	54,04	1° Pavimento
Escada	7,92	15,58	1° Pavimento
Depósito	3,25	7,29	1° Pavimento
Vazio	27,13	23,76	1° Pavimento

FONTE: O autor (2024).

FIGURA 14 - MODELAGEM ARQUITETÔNICA 3D



FONTE: O autor (2024).

3.3.2 ESTRUTURAL

O Revit® possui recursos avançados para análises estruturais, como simulações de carregamento e armaduras, porém essas ferramentas não fazem parte do escopo deste trabalho. O modelo estrutural desenvolvido neste projeto teve como objetivo principal a aprendizagem do software, a representação de desvios e decisões tomadas na implementação das disciplinas de instalações, bem como a

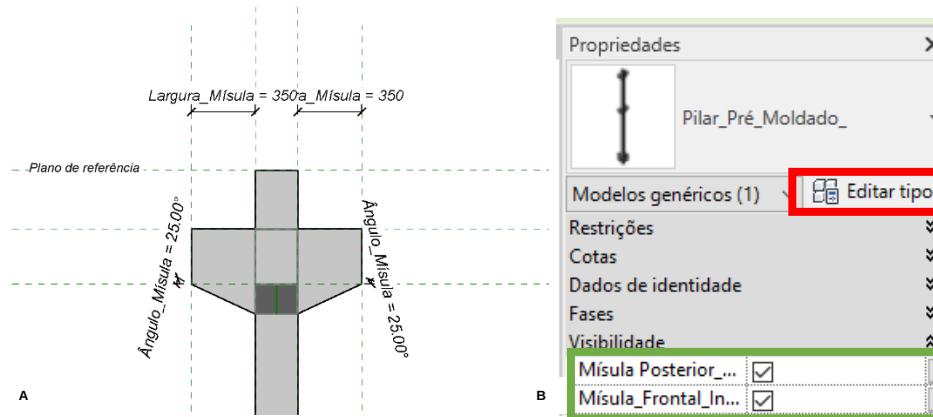
inserção da estrutura para fins de compatibilização e análise de interferências com as disciplinas de elétrica e hidrossanitária. Os modelos foram elaborados com base em estruturas de dimensões não reais, pesquisadas na web, e não incluem qualquer cálculo de carga.

Para modelar as peças de concreto pré-moldado foi utilizado a guia “*Estrutura*”, que contém algumas famílias genéricas de elementos estruturais pré-moldados e recursos para a elaboração de objetos paramétricos. O software Revit® possui algumas famílias modelos em seu sistema, contendo elementos genéricos, além disso na guia “Inserir” contém a ferramenta “Carregar família da Autodesk”, está aba funciona como um mecanismo de busca em nuvem dos modelos disponibilizados gratuitamente pela própria Autodesk. Com isso, se fez necessário a modelagem das peças a partir de elementos genéricos presentes na guia “*Estrutura*”. Como o projeto não especifica o formato e dimensões do projeto estrutural, foram realizadas buscas via web de medidas aproximadas à dimensão do galpão.

Visando apenas a representatividade de tais estruturas, optou-se por criar um Modelo genérico. Sequencialmente: guia “Arquivos”, “Novo”, “Família”, “Modelo genérico métrico”. O modelo possui apenas os planos de referências, X e Y, a partir destes como orientações, foram criadas na guia “Criar” (dentro do modelo de família) “Extrusões”, para cada extrusão criada, foram adicionados planos de referências para que se pudesse adicionar medidas e criar parâmetros de tipo e instância, Figura 15A. Sendo os parâmetros de tipo editáveis apenas no editor de tipo (destacado em vermelho na Figura 15B) da família, e o parâmetro de instância podendo ser editado diretamente pela janela de propriedades (destacado em verde na Figura 15B).

A parametrização das peças é dada por largura, altura, posição da mísula, entre outros, que podem ser editados. Ao editar uma família podem ser definidos e alterados parâmetros, impor regras, limitações geométricas, pontos de conexão, materiais, etc.

FIGURA 15- PLANOS DE REFERÊNCIAS E PARÂMETROS



FONTE: O autor (2024)

Após a realização da modelagem de todas as peças, fez-se a locação e união das mesmas dentro da planta CAD, inserida de modo a não modificar o arquitetônico. Inicialmente foram definidos os níveis dos pavimentos, onde cada elemento é associado ao nível/pavimento, pois se houver alterações nas cotas dos níveis, os elementos serão deslocados também. A partir do arranjo dos pilares, as vigas foram conectadas, compondo então a representação necessária do projeto estrutural para a finalidade deste estudo.

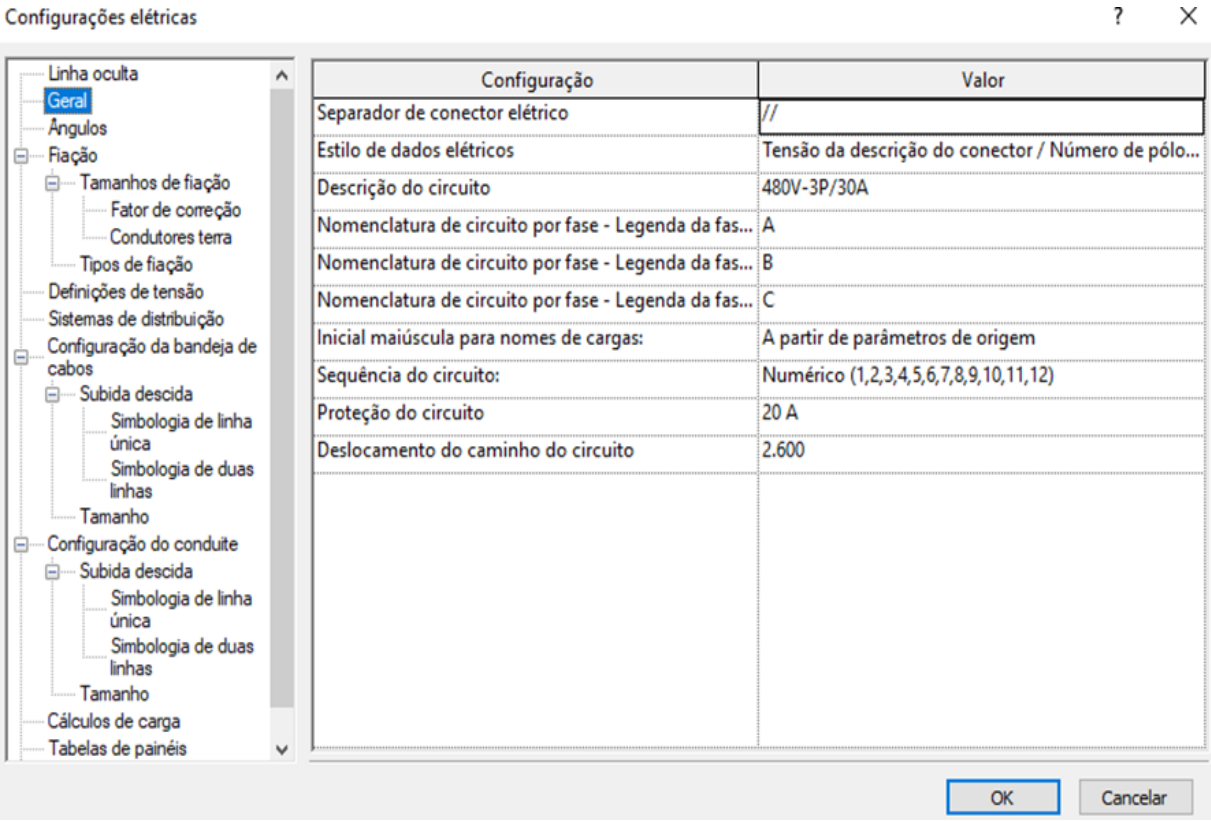
3.3.3 ELÉTRICO

Para o dimensionamento elétrico de maneira correta, seguiu-se aos requisitos da *NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão* (ABNT, 2004) e da norma da concessionária local *COPEL - Fornecimento em tensão secundária de distribuição* (COPEL, 2020).

O projeto elétrico foi dimensionado através da guia “Sistemas”, onde se encontram as ferramentas pertencentes ao Revit® MEP. Para dar início ao projeto elétrico é necessário a criação de um template de projeto elétrico. Um template é um arquivo modelo contendo diversas configurações pré-definidas, como famílias, tabelas, materiais, vistas, entre outros, servindo como base para iniciar o projeto.

Primeiramente se faz necessário acessar as configurações elétricas, as quais permitem a edição de fiação, conduítes, bandejas de cabos, cálculo de carga e outros parâmetros, assim como ilustra a Figura 16 em seu lado esquerdo, já o lado direito da imagem tem-se a representação das ferramentas de inserção dos dados. Existem dois caminhos para acessar as configurações elétricas, um deles é pela guia “Sistemas”. Na subdivisão elétrica haverá uma seta na diagonal direita para baixo, se clicar na seta abrirá a configuração, já o outro caminho é acessado na guia “Gerenciar”, “Configurações MEP”, “Configurações elétricas”.

FIGURA 16 - CONFIGURAÇÕES ELÉTRICAS

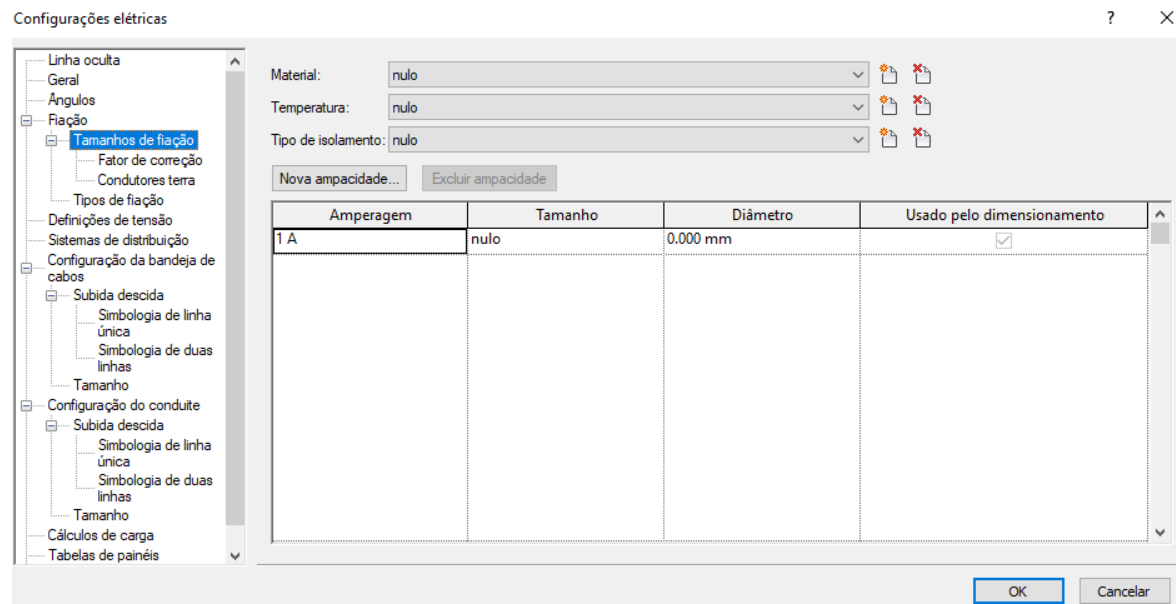


FONTE: O autor (2024).

Posteriormente se faz a edição de fiação, onde é necessário excluir todos os elementos já existentes do padrão do software, dentro da ferramenta “Tamanho de fiação”, “Fator de correção”, “Condutores terra” e “Tipo de fiação” (lado esquerdo da Figura 17), o último padrão a ser excluído só será excluído com a criação de um parâmetro antes, para isso se cria um “Material”, “Temperatura” e “Tipo de isolamento” como ‘nulo’, assim como demonstrado no lado direito da Figura 15. A exclusão dos elementos já imputados no software se faz necessária, pelo fato de as

unidades de medida utilizadas em outros países serem AWG, e no Brasil se utilizar o sistema métrico.

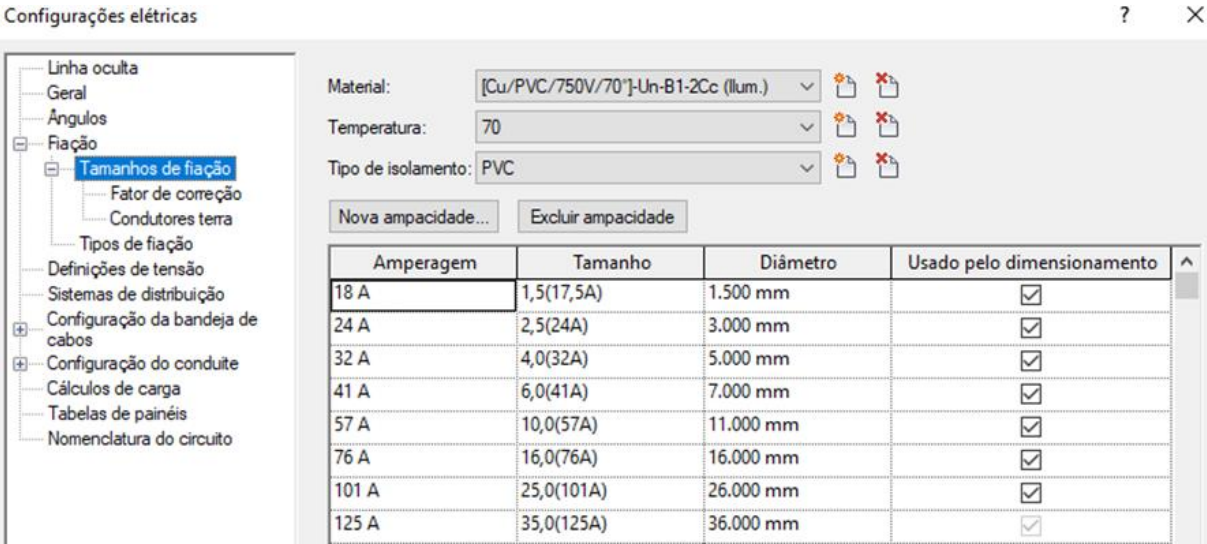
FIGURA 17 - EXCLUSÃO DAS DEFINIÇÕES DE MEDIDAS DO SOFTWARE



FONTE: O autor (2024).

O mesmo procedimento ilustrado em tamanho de fiação foi realizado nas demais ferramentas de fiação, até se obter apenas elementos criados como ‘nulo’. A partir disso, inicia-se a implementação de fiação comercialmente disponível, seguindo as especificações do fabricante em relação a amperagem, isolamento, diâmetro entre outras descrições. Além disso segue-se o método de instalação da NBR 5410 (Tabela 33 da normativa), devido a variação de capacidade de condução de corrente, em ampères (Tabela 36 da normativa) para cada método de referência, assim como ilustra a Figura 18, onde foi implementado cabo de cobre unipolar, com método B1 (em eletroduto) e com 2 condutores carregados, usados para iluminação. Em seguida foi feito a adição e preenchimento de dados de Definições de tensão e Sistemas de distribuição, estes são preenchidos com o tipo de fornecimento disponibilizado pela concessionária local, assim como ilustra a Figura 19.

FIGURA 18 - RESULTADO DA IMPLEMENTAÇÃO DO TAMANHO DE FIAÇÃO



FONTE: O autor (2024).

FIGURA 19 - TIPO DE FORNECIMENTO

Tipos de Fornecimento

O fornecimento poderá ser feito numa das seguintes formas:

- a dois condutores: 127 V monofásico
- a três condutores: 254/127 V monofásico 3 fios (área rural)
- a três condutores: 220/127 V bifásico
- a quatro condutores: 220/127 V trifásico

FONTE: NTC 901100 (COPEL, 2020).

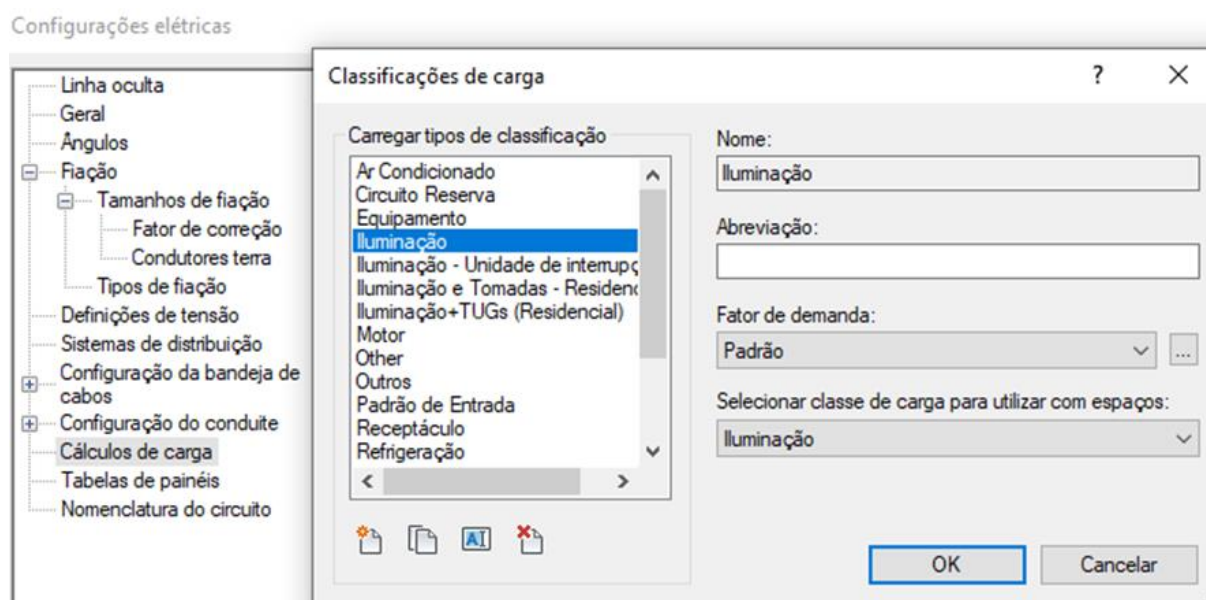
Com a mesma metodologia utilizada na implementação da fiação, fez-se a implementação dos condúites, atendendo também as especificações de seus respectivos fabricantes. Para as bandejas de cabos, não foi necessário a exclusão de dados já implementados, no entanto foi feito um ajuste no dimensionamento de algumas bandejas.

Para finalizar a edição inicial do template de elétrica, foram inseridas Classificações de cargas e Fatores de demanda na ferramenta “Cálculos de carga”, como exemplifica a Figura 20. Na ferramenta de Tabelas de painéis, deu-se *check*,

na caixa de ligar, ativando o parâmetro de “Mesclar circuitos multipolares” em uma única célula (em edição de tabelas este parâmetro reduz o número de linhas), além de deixar a *Identificação de espaços para ‘Espaço Vazio’*.

O fator de demanda para o empreendimento não é especificado em normas, assumindo assim o valor fixo de 1.

FIGURA 20 - CÁLCULO DE CARGA-FATOR DE DEMANDA

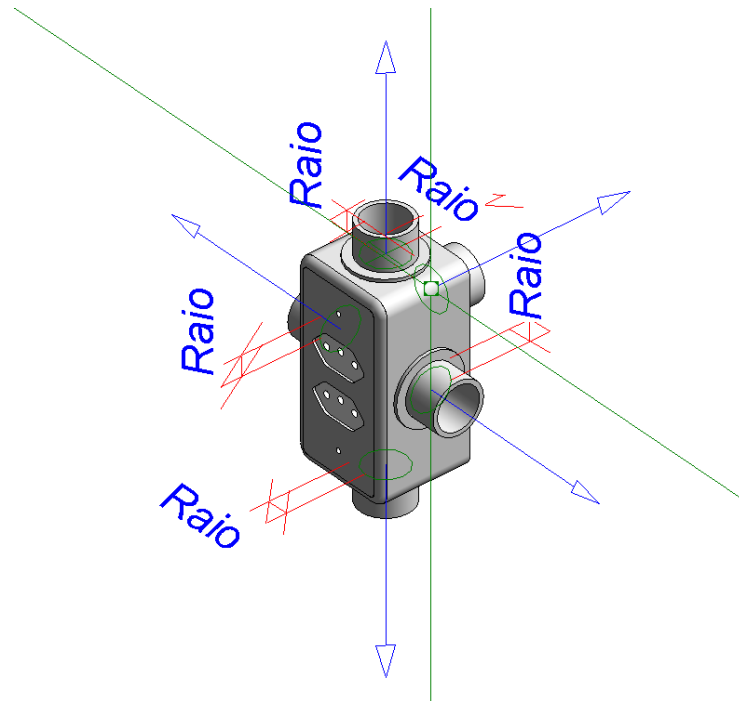


FONTE: O autor (2024).

Após a configuração do template, se deu início a modelagem de equipamentos e dispositivos elétricos. Para tal atividade, na guia “Arquivo”, “Novo”, “Família”, “Modelo genérico métrico” se deu a criação de elementos separadamente, dentre eles estão: módulos de tomadas simples, teclas de interruptores, tampas de condutores e espelhos, caixa de condutores e embutidas, e adaptadores. Em famílias separadas, mas com o mesmo método de inserção, foram unidos cada um dos elementos e adicionados pontos de conexão. Na modelagem dos elementos foram utilizadas “Extrusões”, “Varreduras” e “Formas de Vazio”. Além dos pontos de conexão, foram criados parâmetros condicionais como identificação simbólica através da altura de locação do elemento, em função de sua elevação referente ao nível implementado, parâmetros de instância para edição de potência, fator de potência, tipo de carga, visibilidade de adaptadores, número de fases e tensão. A

Figura 21 é a família parametrizada na forma de condutele, a Figura 23 são os parâmetros de família criados para que a família funcione de forma prática.

FIGURA 21 - CONDULETE TOMADA DUPLA



FONTE: O autor (2024).

Ao criar o “Modelo genérico métrico”, o elemento não irá aparecer para ser inserido no projeto, para isso, deve-se ir na guia “Modificar”, dentro da “Edição da família”, e em seguida abrir a ferramenta “Categoria e parâmetros de família”, nela se encontram todas as categorias do sistema, assim como ilustra a Figura 22.

O processo de implementação de elementos e dispositivos elétricos ao projeto, foi executado até se obter todos os elementos necessários para a execução da modelagem e dimensionamento dos circuitos.

FIGURA 22 - CATEGORIA DA FAMÍLIA

 Categoria e parâmetros de família ✕

Categoria da família

Pesquisa de nomes de categoria:

Lista de filtros: <diversos> ▼

- Dispositivos audiovisuais
- Dispositivos de alarme de incêndio
- Dispositivos de chamada de enfermagem
- Dispositivos de comunicação
- Dispositivos de dados
- Dispositivos de iluminação
- Dispositivos de segurança
- Dispositivos de telefonia
- Dispositivos elétricos
- Enrijecedores estruturais
- Equipamento de serviço de comida
- Equipamento elétrico

Parâmetros da família

Parâmetro	Valor
Com base no plano de trabalho	☐
Sempre na vertical	☒
Corte com vazios quando carregada	☐
Tipo de parte	Normal

FONTE: O autor (2024).

FIGURA 23 - PARÂMETROS CONDULETE

Tipos de famílias

Digite o nome: 2 Tomadas 2P T 10A

Parâmetros de pesquisa

Parâmetro	Valor	Fórmula
Restrições		
Construção		
Deslocar Símbolo_Horizontal (padrão)	0.0	=
Escala do Símbolo (padrão)	1.0	=
Ligar Conector 1 (padrão)	☒	=
Ligar Conector 2 (padrão)	☐	=
Ligar Conector 3 (padrão)	☐	=
Ligar Conector 4 (padrão)	☐	=
Ligar Conector 5 (padrão)	☐	=
Localização no Projeto (padrão)		=
Materiais e acabamentos		
Engenharia elétrica		
Tomada 1_Nº de Fases (padrão)	1	=
Tomada 1_Tensão (padrão)	127.00 V	=
Tomada 2_Nº de Fases (padrão)	1	=
Tomada 2_Tensão (padrão)	127.00 V	=
Elétrica – Cargas		
Tomada 1_Potência Aparente (padrão)	100.00 VA	=
Tomada 1_Fator de Potência (padrão)	0.800000	=
Tomada 1_Potência Ativa (padrão)	80.00 W	= Tomada 1_Potência Aparente * Tomada 1_Fator de Potência
Tomada 1_Tipo da Carga (padrão)	Iluminação+TUG	=
Tomada 2_Potência Aparente (padrão)	100.00 VA	=
Tomada 2_Fator de Potência (padrão)	0.800000	=
Tomada 2_Potência Ativa (padrão)	80.00 W	= Tomada 2_Potência Aparente * Tomada 2_Fator de Potência
Tomada 2_Tipo de Carga (padrão)	Iluminação+TUG	=
Cotas		
RN1 (padrão)	12.5	=
RN2 (padrão)	12.5	=
RN3 (padrão)	12.5	=
RN4 (padrão)	12.5	=
RN5 (padrão)	12.5	=
Outros		
Alta (padrão)	☐	= if(Elevação do Ponto > 1500.1 mm, 1 = 1, 1 = 0)
Baixa (padrão)	☒	= if(Elevação do Ponto < 899 mm, 1 = 1, 1 = 0)
Média (padrão)	☐	= if(and(Elevação do Ponto > 899 mm, Elevação do Ponto < 1500 mm), 1 = 1, 1 = 0)
Tomada 1	☒	= 1 = 1

↑E

↓E

↕

↕

Gerenciar tabelas de pesquisa...

Como posso gerenciar meus tipos de família?

OK

Cancelar

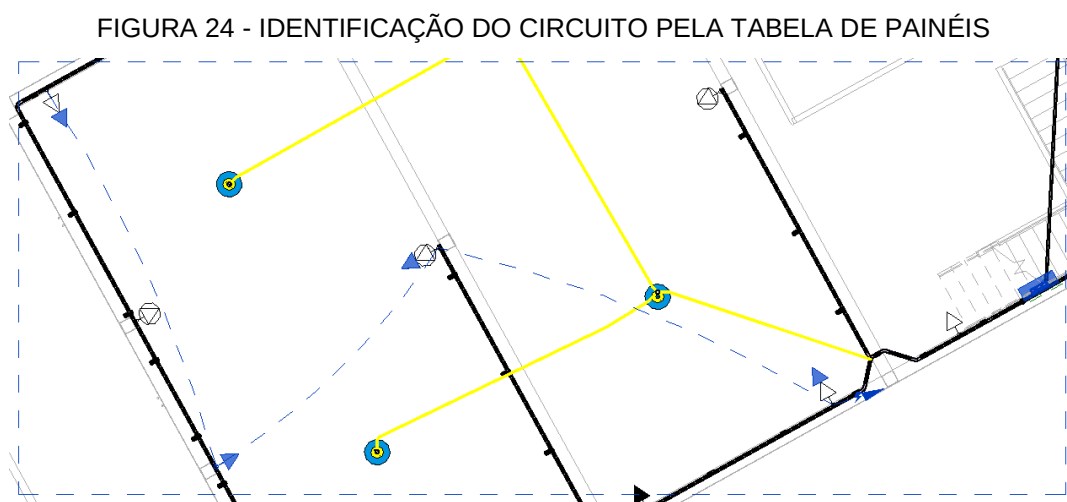
Aplicar

FONTE: O autor (2024).

Após a adequação do software às normas vigentes, iniciou-se a modelagem e dimensionamento dos circuitos. Primeiramente foi posicionado o quadro de

distribuição e definido seu sistema de alimentação (parâmetro implementado ao quadro durante etapas explicadas anteriormente). Em seguida são posicionados os pontos de luz e tomadas, atendendo o mínimo de pontos por ambiente e metragem, conforme NBR 5410. Para a iluminação, foi previsto 200VA por ponto em áreas amplas, e 100VA para as demais áreas. Para determinar o número de tomadas de uso geral (TUGs) em ambientes com área maior que 6m², deve-se posicionar no mínimo 1 tomada a cada 5m ou fração do perímetro, e foi atribuída 600 VA por tomada. Para os banheiros deve-se atribuir no mínimo uma tomada de 600 VA. As tomadas de uso específico (TUEs) são posicionadas conforme a necessidade por aparelhos de maior potência. Não existe na norma nenhuma referência a respeito das tomadas da área comercial, e nem são conhecidos os equipamentos a serem utilizados. Portanto, para fins de estudo, adotou-se 4 equipamentos de ar-condicionado de 5500VA, 1 forno elétrico de 2000VA, 1 micro-ondas de 1500VA, 2 cortinas de ar de 600VA e 1 geladeira de 800VA.

Para criar um circuito, previamente cria-se uma tabela de painéis do quadro de distribuição (ao clicar no quadro de distribuição a opção irá aparecer), em seguida seleciona-se individualmente cada elemento e liga sua força, atribuindo-o ao quadro, por fim, edita-se o circuito (presente na guia superior) selecionando os elementos pertencentes a ele. Para verificar se o circuito está ligado de forma correta, basta verificar a tabela do painel. Da mesma forma são posicionados os interruptores e estes associados às luminárias que serão acionadas. A Figura 24 exemplifica a identificação de circuito via tabela de painéis.



FONTE: O autor (2024).

A tabela de painéis pode ser editada, atendendo todos os requisitos da NBR 5410 (ABNT,2004), assim o dimensionamento é realizado de modo automático ao se adicionar os circuitos. Qualquer informação que usuário deseje a respeito dos circuitos, pode ser inserido na tabela, além disso é possível a inserção de fórmulas, facilitando a implementação de alguns cálculos como o de queda de tensão. Outro recurso interessante é o balanceamento das cargas entre as fases, que é realizado automaticamente.

Para realizar a edição da tabela, é necessário acessar a guia “Gerenciar”, “Modelos de tabela de *painéis*”, e “Editar um modelo”, dentro da edição de modelo pode-se adicionar as colunas necessárias e adicionar os parâmetros e fórmulas necessárias. O cabeçalho da tabela editada neste trabalho é descrito sequencialmente, e a tabela completa é representada nos Anexos.

- a) Circuito;
- b) Descrição do circuito;
- c) Número de polos;
- d) Tensão;
- e) Esquema;
- f) Potência total (VA);
- g) Fator de potência;
- h) Potência total (W);
- i) Corrente aparente;
- j) FCA: Fator de Correção por Agrupamento;
- k) FCT: Fator de Correção por Temperatura;
- l) Ib (projeto): Corrente de Projeto Corrigida;
- m) In (disjuntor): Corrente Nominal do Disjuntor;
- n) Tipo de fiação;
- o) Iz (capacidade condutor): Capacidade de condução de corrente do condutor;
- p) SCQT: Seção do Cabo pelo Critério da Queda de Tensão;
- q) Seção do Condutor Adotado (mm²);
- r) Comprimento;
- s) (L) Comprimento considerado;
- t) Queda de tensão em (%);

- u) Fase (A);
- v) Fase (B);
- w) Fase (C).

A corrente de projeto é calculada automaticamente para cada circuito, e a partir disso pode-se dimensionar os disjuntores e condutores. Primeiramente, deve-se incluir o fator de correção conforme o tipo de circuito, sendo 0,7 para circuitos de iluminação, 0,8 para TUGs e TUEs. Esse fator é aplicado à corrente nominal do disjuntor, e a corrente resultante deve ser maior que a corrente de projeto. A corrente nominal do disjuntor é definida manualmente a fim de atender aos requisitos estabelecidos. Para determinar a seção do condutor são utilizados os fatores de correção de agrupamento e temperatura, também preenchidos manualmente. A corrente corrigida do condutor deve ser maior que a corrente nominal do disjuntor. Além disso, é preciso que os condutores respeitem as seções mínimas de 1,5mm² para circuitos de iluminação e de 2,5mm² para circuitos de força. O disjuntor geral foi dimensionado com base no fator de demanda de cada circuito (fator de correção citado acima), considerando a corrente mais carregada, aplicando um fator de correção final de 0,8. O dimensionamento de disjuntores e condutores é realizado através de tabelas no próprio software, e com os dados imputados no início do template.

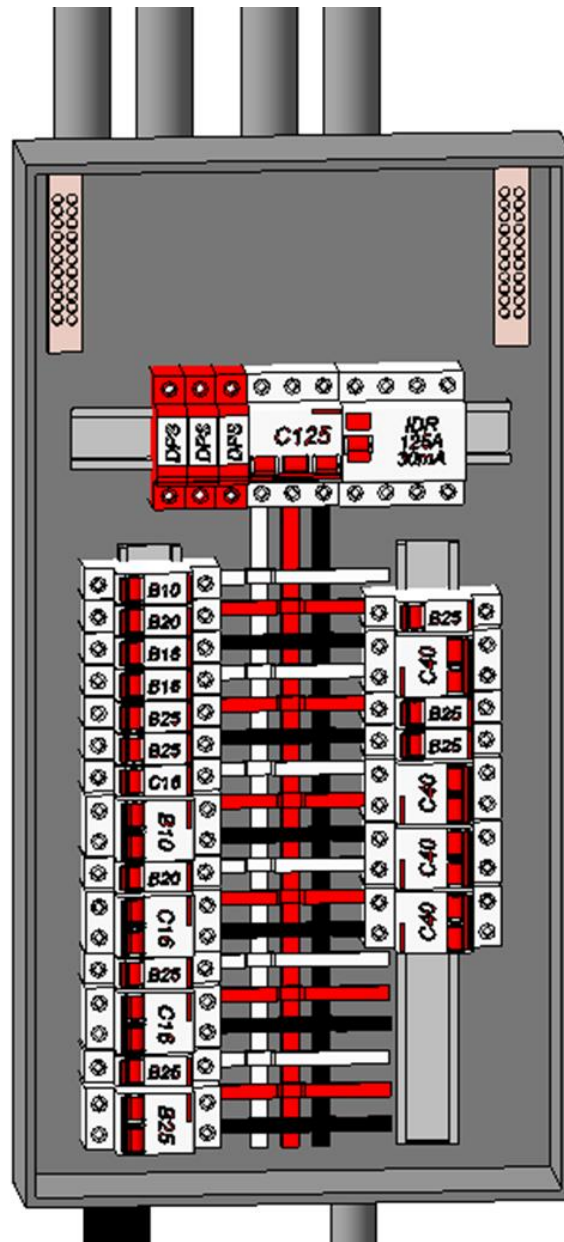
Ao finalizar o dimensionamento dos circuitos fez-se a seleção dos parâmetros de família, (ilustrado na Figura 25), inseridos durante a parametrização da família do quadro de distribuição, onde se escolhe manualmente os disjuntores de cada circuito do dimensionamento, resultando no detalhamento ilustrado na Figura 26.

FIGURA 25 - PARÂMETRO DE SELEÇÃO DE DISJUNTORES DOS CIRCUITOS

Construção	
DPS 1<Dispositi...	DPS Dispositivo ...
DPS 2<Dispositi...	DPS Dispositivo ...
DPS 3<Dispositi...	DPS Dispositivo ...
DPS 4<Dispositi...	DPS Dispositivo ...
Disjuntor Geral< ...	Mini Disjuntor Tr...
IDR<Dispositivo...	IDR Interruptor D...
Disjuntor 1<Dis...	Mini Disjuntor M...
Disjuntor 2<Dis...	Mini Disjuntor M...
Disjuntor 3<Dis...	Mini Disjuntor M...
Disjuntor 4<Dis...	Mini Disjuntor M...
Disjuntor 5<Dis...	Mini Disjuntor M...
Disjuntor 6<Dis...	Mini Disjuntor M...
Disjuntor 7<Dis...	Mini Disjuntor M...
Disjuntor 8<Dis...	Módulo Posição ...
Disjuntor 9<Dis...	Mini Disjuntor Bi...
Disjuntor 10<Dis...	Mini Disjuntor M...
Disjuntor 11<Dis...	Módulo Posição ...
Disjuntor 12<Dis...	Mini Disjuntor Bi...
Disjuntor 13<Dis...	Mini Disjuntor M...
Disjuntor 14<Dis...	Módulo Posição ...
Disjuntor 15<Dis...	Mini Disjuntor Bi...
Disjuntor 16<Dis...	Mini Disjuntor M...
Disjuntor 17<Dis...	Módulo Posição ...
Disjuntor 18<Dis...	Mini Disjuntor Bi...
Disjuntor 19<Dis...	Módulo Posição ...
Disjuntor 20<Dis...	Mini Disjuntor M...
Disjuntor 21<Dis...	Módulo Posição ...
Disjuntor 22<Dis...	Mini Disjuntor Bi...
Disjuntor 23<Dis...	Mini Disjuntor M...
Disjuntor 24<Dis...	Mini Disjuntor M...

FONTE: O autor (2024).

FIGURA 26 - DETALHAMENTO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO (QDC)



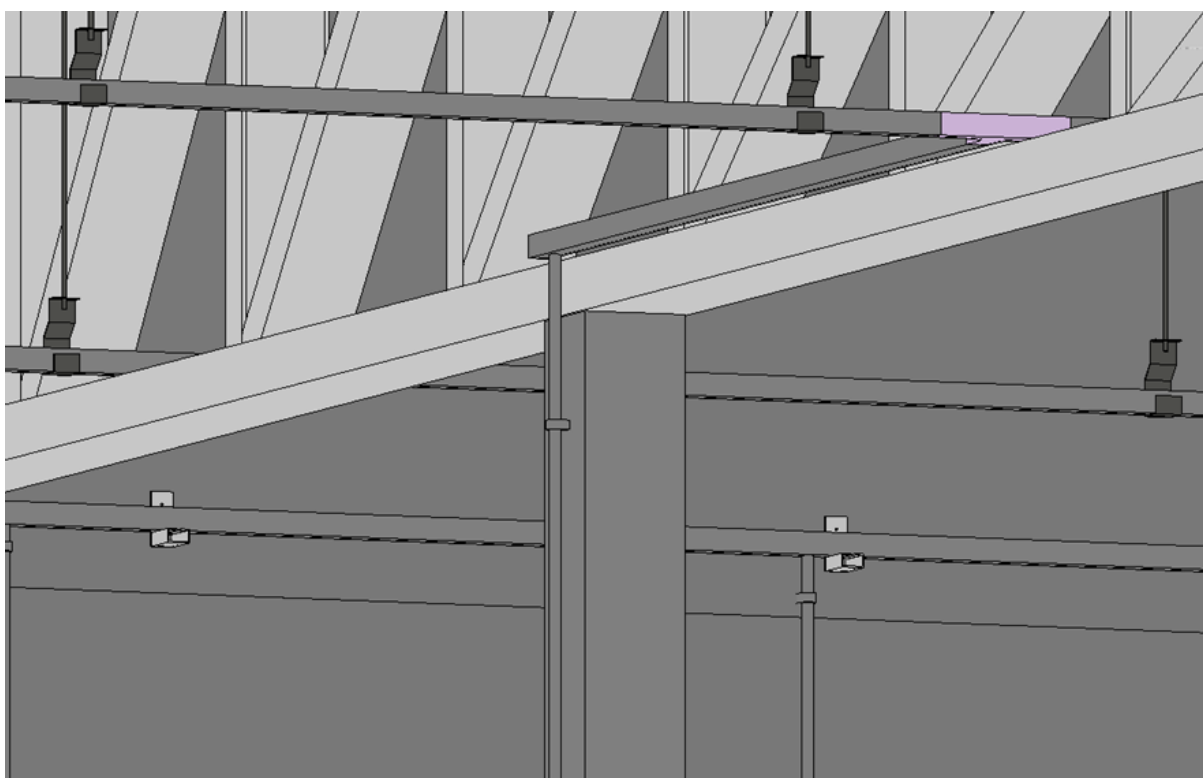
FONTE: O autor (2024).

Os eletrodutos são dimensionados conforme a taxa máxima de ocupação, não devendo a área total dos condutores, ultrapassar 40% da área útil do eletroduto. Já as eletrocalhas perfuradas, devem conter 30% de sua área perfurada e com taxa de ocupação não superior a 40%. O traçado dos eletrodutos e eletrocalhas pode ser realizado, conectando-os às caixas de luz, tomadas e quadros de distribuição. A

Figura 27 ilustra no detalhamento do uso de suportes em eletrocalhas, bem como abraçadeiras em eletrodutos. O resultado final da modelagem do dimensionamento, bem como com os detalhamentos é representado na Figura 28.

A Tabela 4 detalha os componentes usados no projeto, detalhando a contagem, descrição, tipo e dimensões de cada elemento inserida no projeto ao longo da modelagem. Esta tabela e as demais especificações quantitativas de materiais são representadas nos Anexos do presente trabalho.

FIGURA 27 - DETALHAMENTO SUPORTES DE ELETROCALHAS E ELETRODUTOS



FONTE: O autor (2024).

TABELA 4 – COMPONENTES ELÉTRICOS

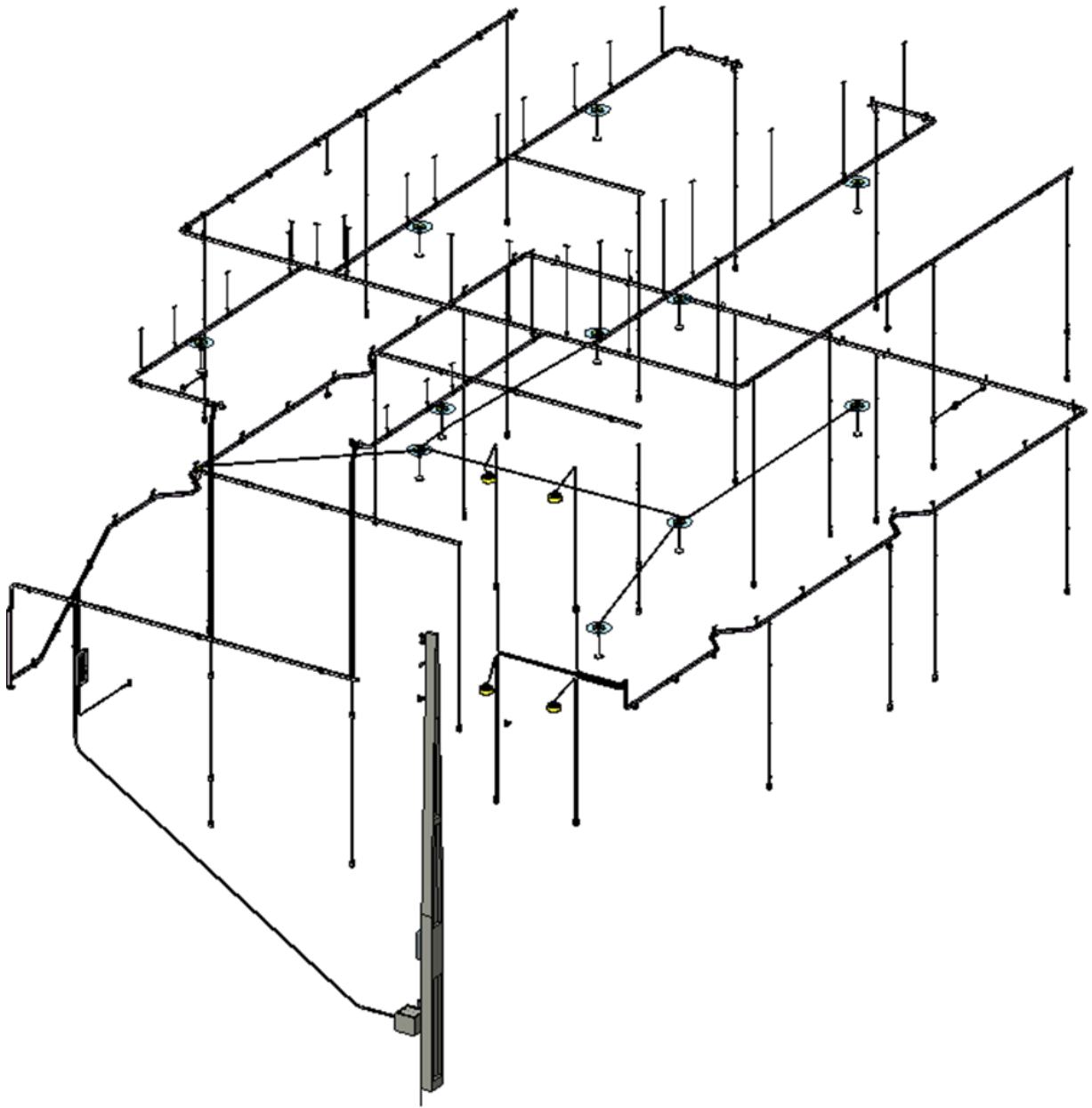
Contagem	Descrição	Tipo/Dimensões
4	1 Interruptor Simples e 1 Tomada 20A	1S+1Tom.20A
25	Eletrocalha Perfurada- Curva 90°	
5	Eletrocalha Perfurada- Tê	
18	Eletrocalha Perfurada- Junção	
7	Eletrocalha Perfurada- Curvada para dentro	
7	Eletrocalha Perfurada- Curvada para fora	
170	Eletroduto de PVC Rígido	anti chama
3	Eletroduto de PVC Rígido Roscável	anti chama
46	Condutele Top - Adaptador para Condutele de PVC	Ø1"x3/4"
8	Abraçadeira para eletroduto de PVC	Ø1"
120	Abraçadeira para eletroduto de PVC	Ø3/4"
40	Condutele Top - Condutele de PVC 5 entradas 1pol	Ø1"
1	Condutele Top - Curva 90 Eletroduto PVC	Ø 3/4"
2	Tampa Cega para Condutele Top de PVC antichama na cor cinza	Ø1"
13	Tampa para 2 Tomadas Horizontais para Condutele Top de PVC antichama na cor cinza	Ø1"
2	Tampa para 3 Interruptores para Condutele Top de PVC antichama na cor cinza	Ø1"
19	Tampa para Tomada Hexagonal Horizontal para Condutele de PVC antichama na cor cinza	Ø1"
4	Tampa para Tomada Hexagonal Vertical para Condutele de PVC antichama na cor cinza	Ø1"
10	1 Tomada 2P+T 10A	10A (para condutele)
4	1 Tomada 2P+T 10A	10A (para condutele)
9	1 Tomada 2P+T 20A	20A (para condutele)
2	Interruptor com 2 teclas simples e 1 tecla paralelo	2S+1P (para condutele)
13	2 Tomadas 2P+T 10A	2x10A (para condutele)
2	Cotovelo Roscavel Curvas	
4	DPS - 275V - 50kA	VCL 275V 50kA Slim
1	IDR Interruptor Diferencial Residual Tetrapolar In=125A	30mA/IDR Tetrapolar 125A 30mA/
4	Luminaria de Forro 60W/60W - 127V	
11	Luminaria Industrial de LED 100W/100W - 127V	
1	Mini Disjuntor Bipolar 10A Curva B	B 10A
2	Mini Disjuntor Bipolar 16A Curva C	C 16A
1	Mini Disjuntor Bipolar 25A Curva B	B 25A
4	Mini Disjuntor Bipolar 40A Curva C	C 40A

(continuação)

Contagem	Descrição	Tipo/Dimensões
1	Mini Disjuntor Monopolar 10A Curva B	B 10A
2	Mini Disjuntor Monopolar 16A Curva B	B 16A
1	Mini Disjuntor Monopolar 16A Curva C	C 16A
2	Mini Disjuntor Monopolar 20A Curva B	B 20A
7	Mini Disjuntor Monopolar 25A Curva B	B 25A
1	Mini Disjuntor Tripolar 125A Curva C	C 125A
56	Mão Francesa	20cm
13	Módulo de Tomada 2 Condulete de PVC	
1	Poste de Medição	
4	PVC Corrugado Amarelo - Caixa de Luz 4x2	4"x2"
9	PVC Corrugado Amarelo - Caixa de Octogonal 4x4	4"x4"
1	QD Espinha de Peixe	27/36 Disjuntores
53	Suporte Eletrocalha	

FONTE: O autor (2024).

FIGURA 28 - MODELO ELÉTRICO 3D



FONTE: O autor (2024).

3.3.4 HIDROSSANITÁRIO

O projeto hidrossanitário desta edificação, é contemplado com projeto de instalações de água fria, de esgoto sanitário e de águas pluviais, nos quais foram utilizados os recursos MEP. Parte do template hidrossanitário foi adquirido no site da Tigre (TIGRE, 2024). O template utilizado pode ser adquirido gratuitamente, e já contém todas as configurações de tubos e conexões da linha Tigre, além de

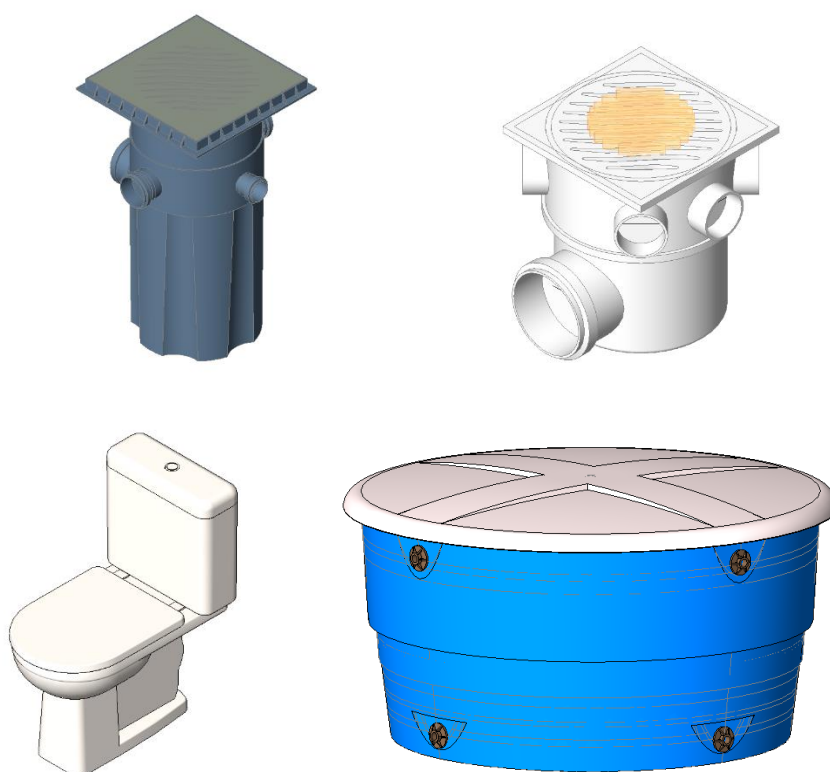
diversas famílias de desconectores, equipamentos hidráulicos e acessórios de tubulação.

Primeiramente, a partir do projeto arquitetônico foram inseridos os *equipamentos hidráulicos como lavatórios, bacias sanitárias, caixas d'água, caixa de gordura e caixas sifonadas*. Algumas das famílias utilizadas podem ser visualizadas na Figura 29. Alguns objetos já possuem os conectores de entrada e saída de água devidamente posicionados e seus respectivos diâmetros, os elementos que ainda não possuíam tiveram suas famílias editadas. As ferramentas hidráulicas, assim como as ferramentas elétricas, se encontram na guia “Sistemas”, nela se tem tubulações, acessórios de tubulações, conexões de tubulações, tubulações flexíveis e outras ferramentas que fazem parte da modelagem dos sistemas hidrossanitários. As famílias editadas para estes sistemas, em grande parte não possuíam conectores hidráulicos, ao entrar na edição da família, na guia “Criar”, adicionou-se este elemento ao objeto.

Seguiu-se então com o desenho das tubulações, respeitando os diâmetros dos conectores, mas sem se preocupar com o dimensionamento das tubulações, sendo este realizado posteriormente. Conforme as tubulações são desenhadas, suas conexões como joelhos, curvas, tês, reduções, são adicionadas automaticamente, respeitando as configurações de roteamento pré-determinadas no template. Se a posição de um objeto ou o diâmetro de uma tubulação forem alterados, os componentes se ajustam automaticamente para garantir a ligação. Os métodos de dimensionamento e verificação dos sistemas de água fria, esgotamento sanitário e águas pluviais utilizados serão abordados a seguir.

A diferenciação dos sistemas dentro do modelo hidráulico foi realizada pela ferramenta visualização gráfica, acessada pela guia “Propriedades”, onde cada sistema foi atribuído a uma cor. A ferramenta visualização gráfica é implementada ao modelo de vista, para que todas as atribuições possam ser visualizadas de uma única vez, é necessário que estejam criadas no mesmo modelo de vista, também acessada pela guia “Propriedades”.

FIGURA 29 - EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS



FONTE: O autor (2024).

3.3.4.1 Água Fria

O MEP possui métodos de dimensionamento e verificação diferentes dos utilizados no Brasil, necessitando de algumas configurações para que se obtenham resultados que respeitem as normas vigentes no país. O método brasileiro, utiliza as diretrizes presentes na NBR 5626 – Sistemas Prediais de Água Fria e Água Quente – Projeto, execução, operação e manutenção. Neste trabalho será utilizado além da NBR 5626:2020, a NBR 5626:1998 e o MANUAL TÉCNICO TIGRE Orientações Técnicas sobre Instalações Hidráulicas Prediais.

A primeira etapa do dimensionamento para instalações de água fria é a determinação da capacidade do reservatório. Nem a norma brasileira nem o manual de projetos hidrossanitários da Sanepar apresentam critérios de dimensionamento do reservatório baseados na área construída, apenas pelo número de ocupantes. No entanto, como não foi possível determinar o número de ocupantes do comércio, optou-se pelo cálculo com base na área construída. Segundo Nunes *et al.* (2006),

em edificações comerciais o consumo adotado é entre 6 e 10 litros/m², assim como ilustra a Tabela 5, sendo neste estudo adotado o consumo de 6l/m². Portanto para área de 391,61m² é necessário um reservatório de 2350 litros/dia, a norma prevê que o reservatório deve atender a edificação por 2 dias, sendo adotado um reservatório de 5000 litros.

TABELA 5 - CONSUMO DIÁRIO DE ÁGUA POR TIPO DE CONSTRUÇÃO

Uso	Consumo (litros/dia)	Por unidade
aeroportos ¹	10 a 12	passageiro
bares ²	40	m ²
cinemas e teatros ²	2	lugar
creches ¹	50 a 80	criança
edifícios de escritórios ²	50 a 80	ocupante efetivo
escolas (externatos) ²	50	aluno
escolas (internatos) ²	150	aluno
escolas (semiexternatos) ²	100	aluno
hospitais e casas de saúde ²	250	leito
hotéis com cozinha e lavanderia ²	250 a 350	hóspede
hotéis sem cozinha e lavanderia ²	120	hóspede
lava-rápido automático de carros ¹	250	veículo
lavanderias ²	30	kg de roupa seca
lojas e estabelecimentos comerciais ¹	6 a 10	m ²
mercados ²	5	m ²
parques e áreas verdes ¹	2	m ²
postos de serviço ²	100	automóvel
	150	caminhão
restaurantes e similares ²	25	refeição preparada
shopping centers ¹	4	m ²

FONTE: FECOMÉRCIO (2015).

Com o tamanho do reservatório definido, para determinar os diâmetros de cada trecho da tubulação será utilizado o critério do Consumo Máximo Provável. Este método considera que a probabilidade de os aparelhos serem utilizados ao mesmo tempo seja reduzida, conforme o número de aparelhos aumenta. Para isso, são somados os pesos relativos (Figura 30) de cada aparelho que compõe o ramal e determinada a vazão do trecho através da equação $Q = 0,3 * \sqrt{\sum P}$. Os diâmetros

são determinados pelas vazões calculadas, e auxílio do ábaco luneta de forma manual. A NBR 5626 também determina que a velocidade média da água nas tubulações seja inferior a 3m/s, sendo necessária essa verificação. Para evitar que a água atinja o regime turbulento, a velocidade nas tubulações será limitada a 2,5m/s. A próxima etapa é verificar se a pressão dinâmica nos aparelhos atende à norma. Para isso é calculada a perda de carga unitária, através da equação $J = 8,96 \times 10^5 \times Q^{1,75} \times D^{-4,75}$. Multiplicam-se os comprimentos da tubulação e os comprimentos equivalentes referentes à perda de carga em conexões pela perda de carga unitária, obtendo a perda de carga total em metros de coluna de água. A altura da coluna de água entre dois pontos menos a perda de carga resulta na pressão dinâmica final.

FIGURA 30 - PESO RELATIVO DOS APARELHOS SANITÁRIOS

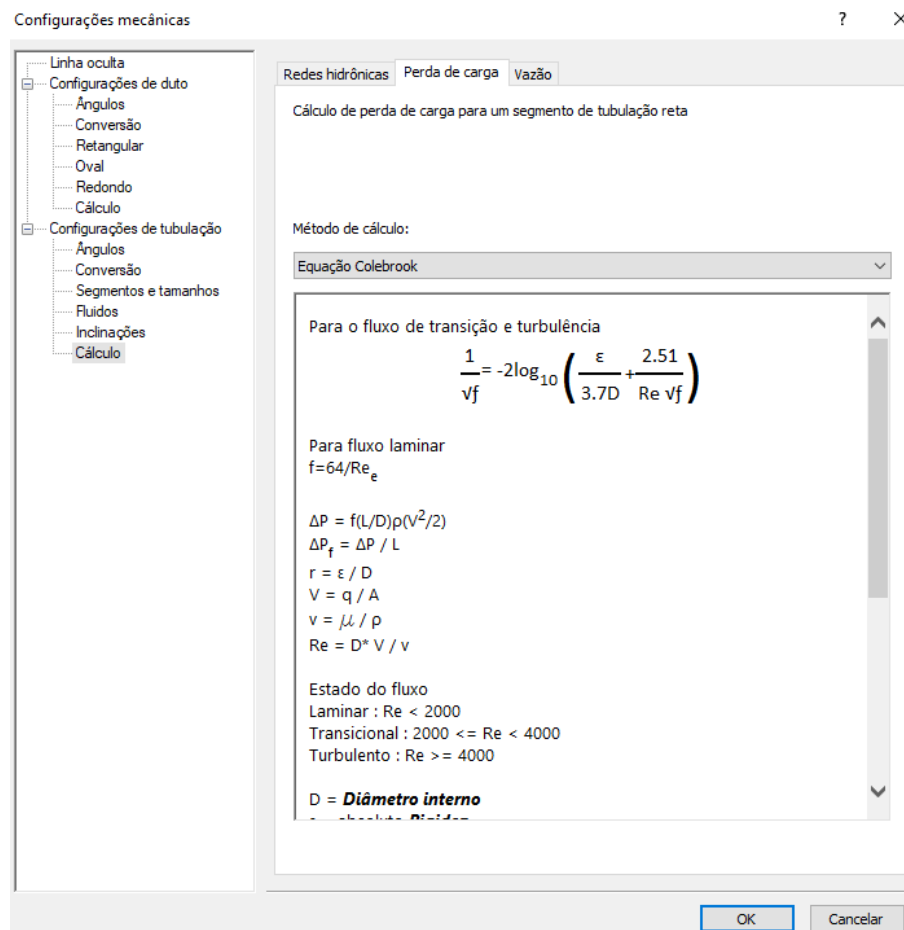
Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água 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: NBR 5626 (ABNT,1998)

Do mesmo modo que se acessa as configurações elétricas pela seta, pode-se acessar as configurações de hidráulica e tubulações. Nestas configurações, têm-se as configurações de duto e tubulações, dentro de tubulações é possível editar “Ângulos”, “Conversão”, “Segmentos e tamanhos”, “Fluidos”, “Inclinação” e “Cálculos”. De modo similar ao elétrico, os ajustes de diâmetros, viscosidade, classificação dos sistemas e outras informações, devem ser ajustadas por estas ferramentas para que se obtenha pleno funcionamento do template. As perdas de

cargas já inclusas no sistema são calculadas pelos métodos de Colebrook e Haaland, assim como ilustra a Figura 31, sendo utilizado neste trabalho o método de Colebrook. Já a velocidade e a vazão das tubulações podem ser editadas, selecionando o tubo que será editado, aparecerá a ribbon de análises na guia superior do software, ao selecionar esta ferramenta, é possível limitar a velocidade e o fluxo no trecho daquela tubulação, assim como ilustra a Figura 32.

FIGURA 31 - CÁLCULO PERDA DE CARGA



FONTE: O autor (2024).

FIGURA 32 - DIMENSIONAMENTO DE DUTOS E TUBULAÇÕES

Dimensionamento da tubulação

Método de dimensionamento

Velocidade: 2.5 m/s

☒ Somente ☐ E ☐ Ou

Fricção: 245.17 Pa/m

Restrições

Dimensionamento do ramo: Maior entre conector e calculado

☐ Limitar tamanho: 110.0 mm

OK Cancelar Ajuda

FONTE: O autor (2024).

O dimensionamento foi implementado no software, criando Tabelas/Quantidades, na aba de “Navegador de projeto”. O método de implementação dos parâmetros e fórmulas é um tanto quanto distinto do citado no tópico elétrica. Os parâmetros dos elementos podem ser adicionados a estes modelos de tabelas, e quantificados, além de poderem fazer parte das fórmulas e combinados entre eles. A tabela de dimensionamento implementada é demonstrada na Tabela 6, e suas propriedades e modo de edição na Figura 33. O J é a perda de carga unitária, e o P é a pressão a montante e jusante. Os pesos foram editados para cada peça do template, além disso, os trechos e o desnível foram implementados manualmente, já as demais propriedades foram formuladas e calculadas de forma automática.

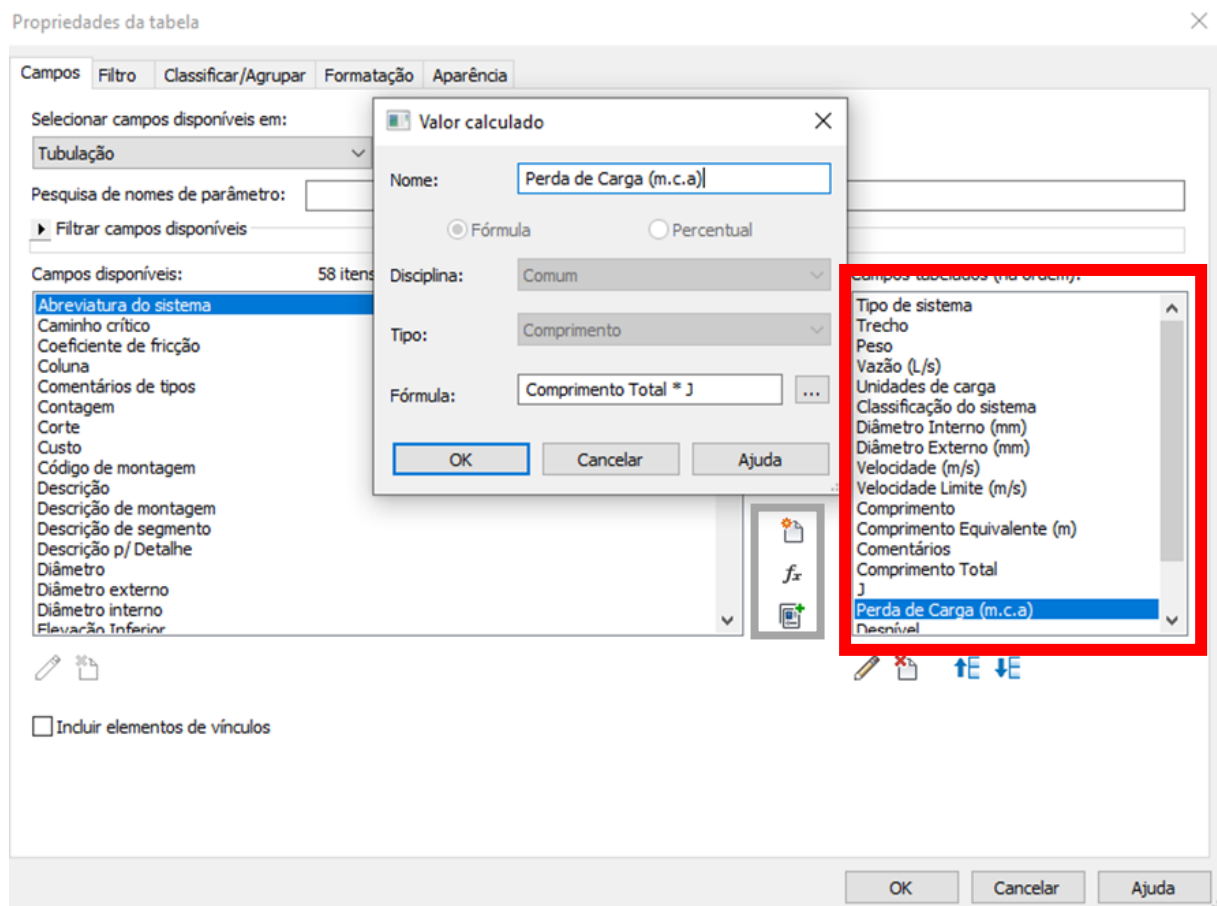
TABELA 6 - DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

<Dimensionamento NBR 5626>																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
Tipo de sistema	Trecho	Peso	Vazão (L/s)	Diâmetro Interno	Diâmetro Externo	Velocidade	Velocidade Limite	Comprimento	Comprimento Equivalente	Comprimento Total	J	Perda de	Desnível	P. Montante	P. Jusante	
Água Fria	-	2,9	0,510882	0	0		0	1,67		0,00		0,00				
Água Fria	1-2	2,9	0,510882	28	32	0,829712	2,342648	1,08	3,90	8,88	0,019391	0,17	0	0,5	0,33	
Água Fria	2-3	1,7	0,391152	28	32	0,635262	2,342648	1,93	2,40	6,73	0,012152	0,08	0	0,33	0,25	
Água Fria	2-6	1,2	0,328634	22	25	0,864549	2,076536	3,24	12,20	27,64	0,028943	0,80	3,19	0,29	2,29	
Água Fria	3-4	1,1	0,314643	28	32	0,511004	2,342648	18,95	6,10	43,35	0,008303	0,36	2,69	0,29	2,64	
Água Fria	3-5	0,6	0,232379	22	25	0,611328	2,076536	7,80	2,40	12,60	0,015781	0,20	7,48	0,29	7,57	
Água Fria	4-T1	0,7	0,250998	22	25	0,66031	2,076536	0,47	4,60	9,67	0,01806	0,17	0,49	2,64	2,96	
Água Fria	4-T2	0,4	0,189737	22	25	0,499147	2,076536	6,85	9,90	76,15	0,011068	0,84	5,16	2,64	6,96	
Água Fria	5-B1	0,3	0,164317	22	25	0,432274	2,076536	0,74	2,40	5,54	0,008605	0,05	0,72	7,57	8,24	
Água Fria	5-L1	0,3	0,164317	22	25	0,432274	2,076536	2,48	6,10	20,78	0,008605	0,18	7,48	0,29	7,59	
Água Fria	6-7	0,9	0,284605	22	25	0,748721	2,076536	0,25	4,60	9,45	0,022302	0,21	0,15	2,29	2,23	
Água Fria	6-B2	0,3	0,164317	22	25	0,432274	2,076536	0,99	7,60	31,39	0,008605	0,27	0,9	2,29	2,93	
Água Fria	7-8	0,6	0,232379	22	25	0,611328	2,076536	4,20	2,30	11,10	0,015781	0,18	4,16	2,23	6,21	
Água Fria	7-L2	0,3	0,164317	22	25	0,432274	2,076536	0,69	46,00	92,69	0,008605	0,80	0,15	2,23	1,58	
Água Fria	8-B3	0,3	0,164317	22	25	0,432274	2,076536	0,80	2,40	5,60	0,008605	0,05	0,75	6,21	6,91	
Água Fria	8-L3	0,3	0,164317	22	25	0,432274	2,076536	0,95	4,60	10,15	0,008605	0,09	4,16	6,21	6,12	

FONTE: O autor (2024).

Na Figura 33 são destacados em vermelho os campos contidos na tabela e em verde os ícones de “Novo parâmetro”, “Adicionar parâmetro calculado” e “Combinar parâmetros”, nesta ordem de cima para baixo. Ainda na imagem, é possível observar na janela Valor calculado uma fórmula criada para o cálculo de perda de carga.

FIGURA 33 - PROPRIEDADES DA TABELA

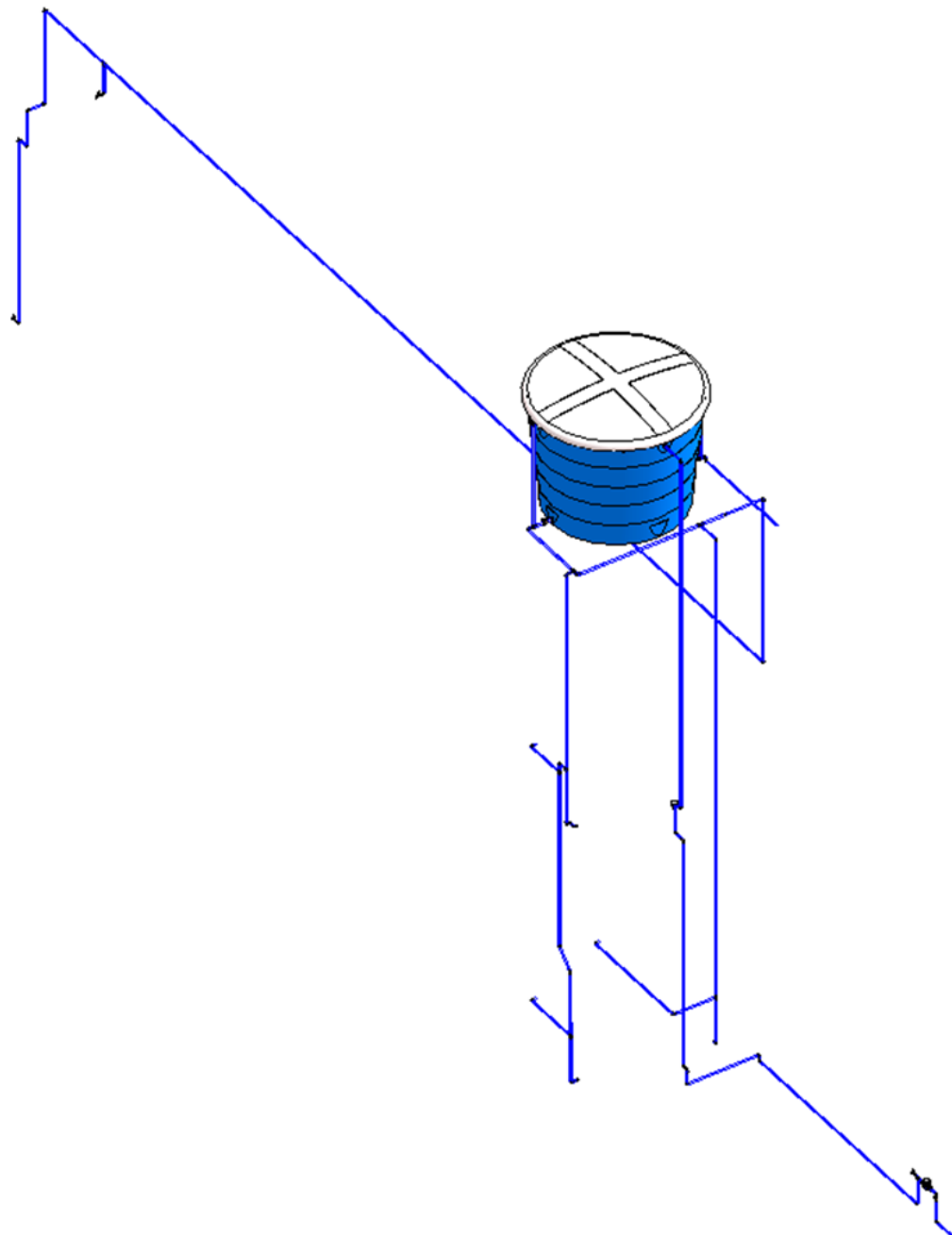


FONTE: O autor (2024).

Os resultados deste método se aproximam mais aos recomendados pela norma brasileira, e apesar de necessitar de mudanças manuais, ainda é mais eficiente que o uso de planilhas e programas baseados em CAD, visto que o preenchimento manual de dados é menor e possui metragens mais assertivas das tubulações.

A modelagem resultante deste dimensionamento é ilustrada de forma isométrica na Figura 34.

FIGURA 34 - MODELAGEM HIDRÁULICA 3D



FONTE: O autor (2024).

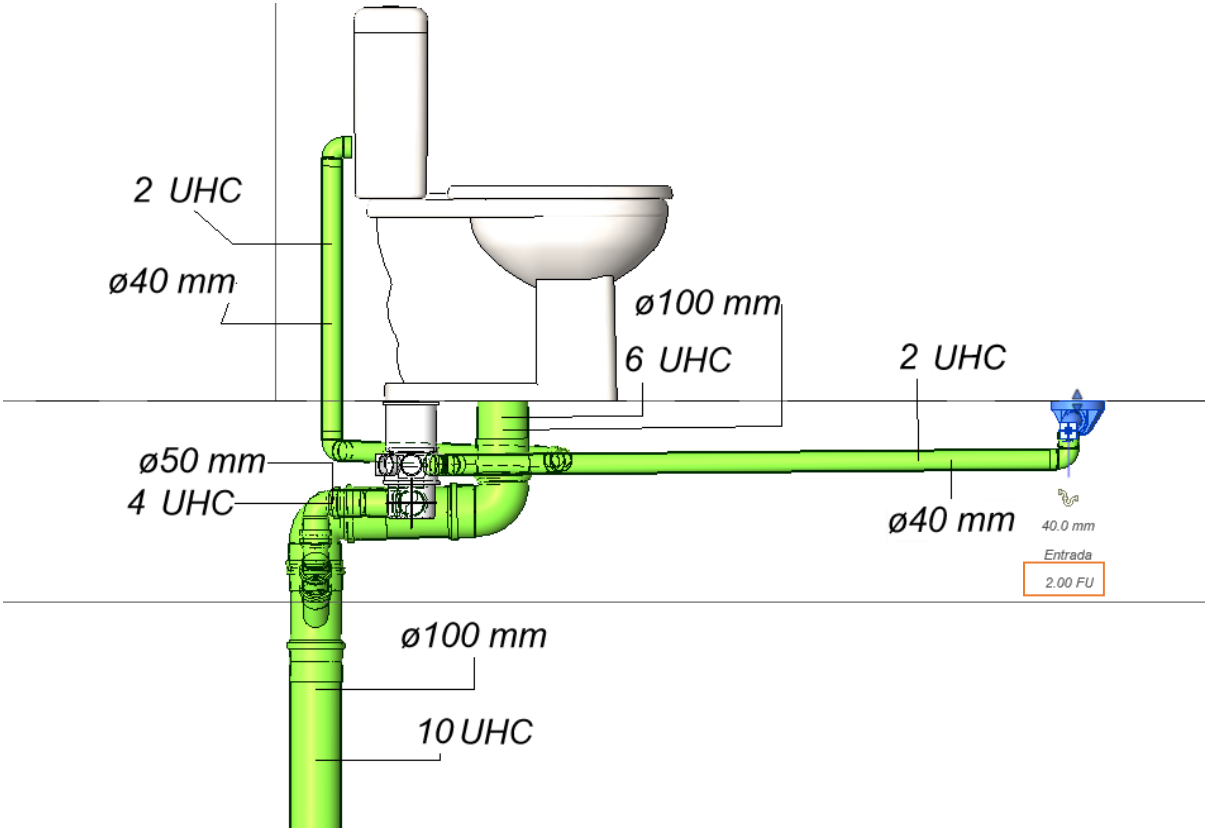
3.3.4.2 Esgoto Sanitário

O dimensionamento das tubulações de esgoto sanitário e sistema de ventilação deve ser realizado através das recomendações da NBR 8160:1999 – Sistemas prediais de esgoto sanitário – projeto e execução, por meio do método das

unidades Hunter de contribuição (UHC). Para cada aparelho sanitário é definido o número de UHC, para isso, assim como o peso das tubulações de água fria, foi criado um parâmetro numérico de instância denominado UHC, o qual foi associado ao parâmetro Unidades de carga, assim como ilustra a Figura 35. O diâmetro dos ramais foi delimitado dentro dos parâmetros, sendo condicionado ao aumento de tamanho caso a UHC passa-se o seu valor máximo. Para as caixas sifonadas, a troca de diâmetro foi feita manualmente. Já os subcoletores, também foram condicionados ao limite de entrada pelo UHC. Os ramais e colunas do sistema de ventilação são condicionados aos mesmos cálculos, no entanto aplicados em um sistema diferente. Para isso criou-se um sistema de ventilação para que se pudesse dimensionar e modelar de forma individual. Todas as unidades de UHC foram retiradas das tabelas da normativa, no entanto os comprimentos da tubulação de ventilação em função do diâmetro foram verificados e editados manualmente. Como o empreendimento será instalado em um local onde possui rede de tratamento de esgoto, não se fez necessário o dimensionamento de fossas, sumidouros ou similares.

O Revit® não faz o dimensionamento automático através de UHC, para que isso fosse possível, criou-se um parâmetro de adequação de nomenclatura, e o atribuiu a unidade de medida de fluxo utilizada pelo software. A unidade de medida de fluxo utilizada pelo Revit® é o *Fixture Units* (FU), que em diversos países faz parte do método de dimensionamento de tubulações. Para a versão em português *do software a unidade foi traduzida para “Unidades de carga”*. Com a determinação do fluxo para cada trecho da tubulação, foram consultadas as tabelas da normativa e criadas as próprias tabelas no software e determinados os diâmetros das tubulações para o modelo. A Figura 36 é a representação em corte lateral das instalações sanitárias modeladas.

FIGURA 35 - DIMENSIONAMENTO E UNIDADES DE MEDIDAS



FONTE: O autor (2024).

FIGURA 36 - MODELAGEM SANITÁRIO 3D

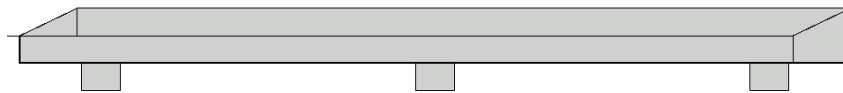


FONTE: O autor (2024).

3.3.4.3 Água Pluvial

A modelagem e dimensionamento do sistema pluvial, se deu início pela criação de uma família de calhas de forma paramétrica, e obtendo como resultado da modelagem desta família o objeto como ilustra a Figura 37. O software não possui esta família imputada e também não fornece um modelo genérico para download. Em seguida foi realizado o dimensionamento, seguindo a NBR - 10844:1989 - Instalações Prediais de Águas Pluviais. Além disso, para atender a normativa, editou-se uma caixa de inspeção do sistema de esgoto, para uma caixa de areia.

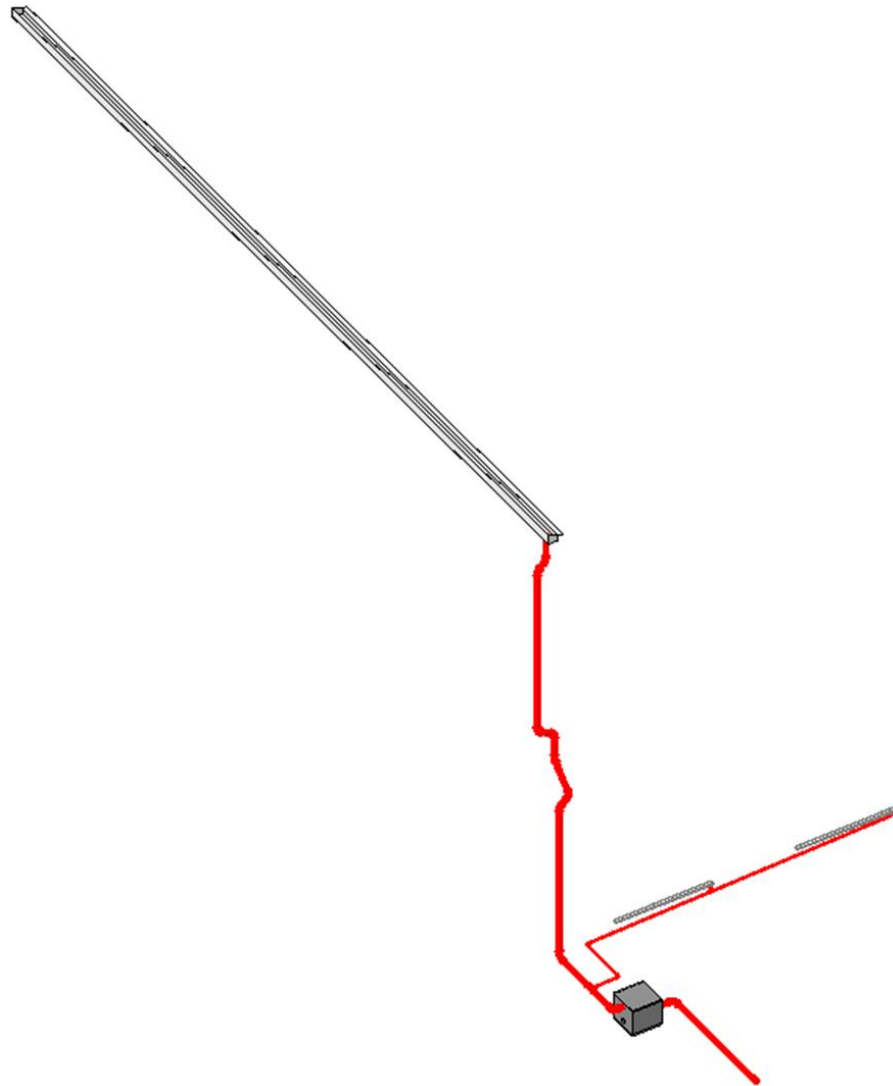
FIGURA 37 - CALHA PARAMÉTRICA



FONTE: O autor (2024).

Com todos os elementos criados e editados, foram realizados os cálculos do dimensionamento, dentre eles, área de contribuição do telhado, tamanho de calha necessária pela equação de Manning- Strickler e coletores verticais, em planilhas externas ao software Revit®. Para finalizar, fez a conexão das famílias pelas tubulações. A representação do sistema modelado é ilustrada na Figura 38.

FIGURA 38 - MODELAGEM PLUVIOMÉTRICO 3D



FONTE: O autor (2024).

Com os sistemas pluvial, sanitário, e água fria modelados, foram detalhados na Tabela 7 os quantitativos de conexões usadas no projeto, especificando o tipo de sistema, os diâmetros, e os tipos. Os demais materiais implementados e quantificados foram detalhados junto aos Cortes e Vistas nos Anexos do presente trabalho.

TABELA 7 – QUANTITATIVO DE CONEXÕES

Tipo de sistema	Tipo	Contagem	Tamanho	Nível
Pluvial	Redutor	1	ø40 mm	Pavimento Térreo
Pluvial	Redutor	1	ø100 mm	Pavimento Térreo
Pluvial	Redutor	3	ø40 mm	Pavimento Térreo
Pluvial	Redutor	10	ø100 mm	Pavimento Térreo
Pluvial	Redutor	1	ø40 mm	Pavimento Térreo
Pluvial	Redutor	1	ø100 mm-ø40 mm	Pavimento Térreo
Sanitário	Joelho 45_90	3	ø50 mm	Pavimento Térreo
Sanitário	Joelho 45_90	7	ø50 mm	Primeiro Pavimento
Sanitário	Adaptador Soldável com Anel p			
Sanitário	Caixa D'água	4		Pavimento Térreo
Sanitário	Joelho 45_90	8	ø40 mm	Pavimento Térreo
Sanitário	Joelho 45_90	9	ø40 mm	Primeiro Pavimento
Sanitário	Joelho 45_90	4	ø50 mm	Pavimento Térreo
Sanitário	Joelho 45_90	1	ø50 mm	Pavimento Térreo
Sanitário	Joelho 45_90	2	ø50 mm	Primeiro Pavimento
Sanitário	Joelho 45_90	7	ø100 mm	Pavimento Térreo
Sanitário	Joelho 45_90	3	ø100 mm	Primeiro Pavimento
Sanitário	Joelho 45_90	2	ø40 mm	Pavimento Térreo
Sanitário	Joelho 45_90	1	ø40 mm	Primeiro Pavimento
Sanitário	Junção	1	ø100 mm-ø50 mm	Pavimento Térreo
Sanitário	Tê Junção	3	ø100 mm-ø50 mm	Pavimento Térreo
Sanitário	Tê Junção	2	ø100 mm-ø50 mm	Primeiro Pavimento
Sanitário	Tê Junção	2	ø100 mm	Pavimento Térreo
Ventilação	Joelho 45_90	1	ø50 mm	Pavimento Térreo
Ventilação	Joelho 45_90	5	ø50 mm	Primeiro Pavimento
Ventilação	Junção	1	ø50 mm	Pavimento Térreo
Ventilação	Tê Junção	1	ø50 mm	Primeiro Pavimento
Ventilação	Terminal de ventilação	1	ø50 mm	Primeiro Pavimento
Água Fria	Bucha de Redução Curta	4	ø25 mm-ø20 mm	Pavimento Térreo
Água Fria	Bucha de Redução Curta	1	ø25 mm-ø20 mm	Primeiro Pavimento
Água Fria	Bucha de Redução Curta	1	ø32 mm-ø25 mm	Primeiro Pavimento
Água Fria	Joelho 45_90	19	ø25 mm-ø25 mm	Pavimento Térreo
Água Fria	Joelho 45_90	12	ø25 mm-ø25 mm	Primeiro Pavimento
Água Fria	Joelho 45_90	3	ø32 mm	Primeiro Pavimento
Água Fria	Joelho 90 com Bucha de Latão	4	ø25 mm	Pavimento Térreo
Água Fria	Joelho 90 com Bucha de Latão	4	ø25 mm	Primeiro Pavimento
Água Fria	Tê Redução	5	ø25 mm	Pavimento Térreo
Água Fria	Tê Redução	2	ø25 mm	Primeiro Pavimento
Água Fria	Tê Redução	2	ø32 mm-ø25 mm	Primeiro Pavimento
Água Fria	Tê Redução	1	ø32 mm	Primeiro Pavimento

FONTE: O autor (2024).

3.3.5 COMPATIBILIZAÇÃO

Para cada disciplina foi criado um arquivo diferente contendo as configurações pertinentes à sua elaboração. A partir disso, os projetos foram associados entre si através da *ferramenta* “Vínculo de Revit®”, *fazendo com que o* modelo importe os elementos e objetos do arquivo vinculado, sem que estes possam ser modificados. No caso deste estudo foi inserido um vínculo para que o arquivo do projeto elétrico importasse o modelo arquitetônico, assim como vínculo entre o projeto hidrossanitário e o projeto arquitetônico. Qualquer modificação em um modelo pode ser recarregada e atualizada nos demais. Esse vínculo foi inicialmente utilizado para a modelagem das disciplinas de instalações.

Em seguida, criou-se *um modelo chamado “Colaboração”, onde foram* importadas informações de todos os projetos, para que possam ser realizadas análises de interferências e se tenha um modelo completo. Para a realização desta análise, na guia “Colaborar” foi utilizada a ferramenta “Verificação de interferência”.

A Figura 39 ilustra a Verificação de interferência, demonstrando a facilidade de configuração da análise, permitindo filtrar categorias específicas de cada disciplina. Isso assegura que apenas os elementos de interesse sejam analisados, tornando o processo mais eficiente e reduzindo significativamente os riscos de problemas em campo. Ao gerar relatórios detalhados, a ferramenta ainda proporciona uma visão clara para tomada de decisão, promovendo um trabalho colaborativo eficaz entre os profissionais envolvidos.

A Figura 40 ilustra a incompatibilidade da tubulação de esgoto com a viga estrutural, encontrada durante a modelagem. Outra interferência é a passagem de uma tubulação vertical pelo vão de uma janela (Figura 41). Esse conflito demonstra a importância do uso sistemático da ferramenta de verificação de interferências, como exemplificado na Figura 39. Com a utilização dessa funcionalidade, foi possível identificar e categorizar os elementos conflitantes, permitindo a revisão dos modelos e a resolução das inconsistências antes da fase de execução.

FIGURA 39 – SELEÇÃO DE CATEGORIAS NA VERIFICAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS

Verificação de interferência

Categorias de

Projeto atual

☐ Escadas

☐ Forros

☐ Guarda-corpos

☐ Janelas

☐ Modelos genéricos

☐ Painéis cortina

☐ Paredes

☐ Peças hidrossanitárias

☐ Pilares estruturais

☐ Pisos

☐ Portas

☒ Quadro estrutural

☐ Telhados

Seleção

Todos

Nenhum

Inverter

Categorias de

Galpão-Hidrossanitário.rvt

☐ Acessórios do tubo

☐ Conexões de tubo

☐ Peças hidrossanitárias

☐ Tubulação

Seleção

Todos

Nenhum

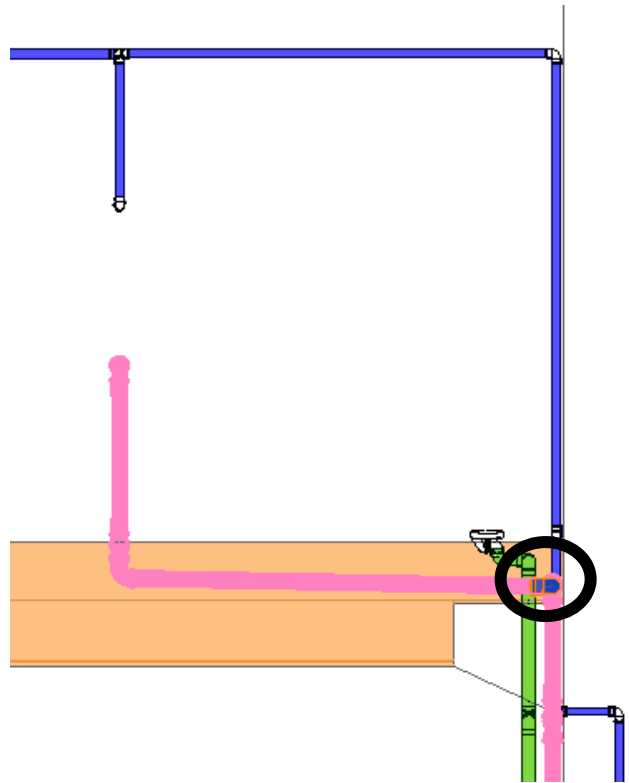
Inverter

OK

Cancelar

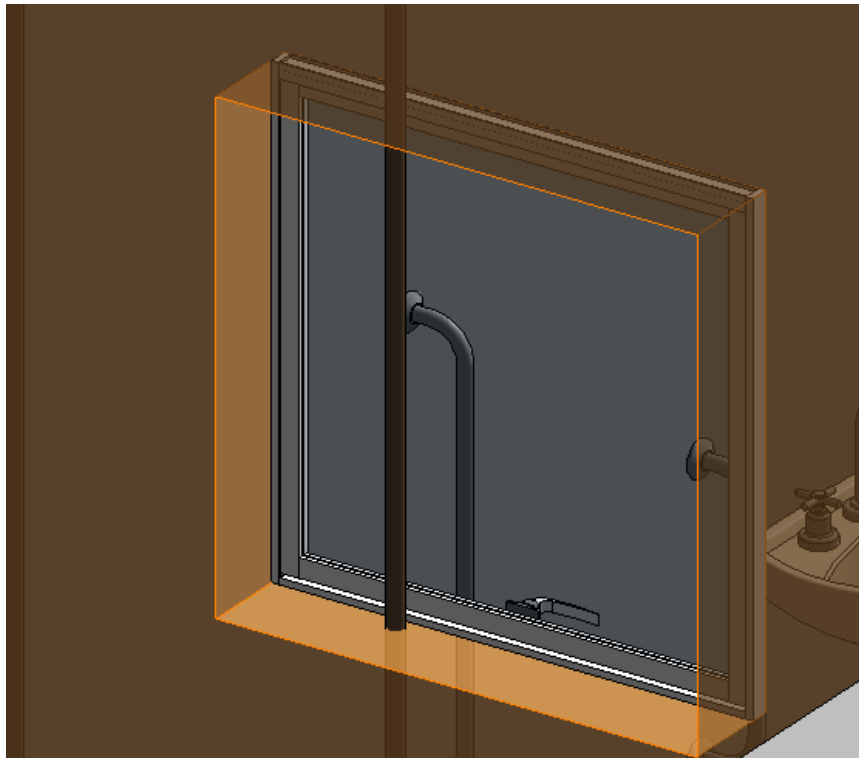
FONTE: O autor (2024).

FIGURA 40 - INCOMPATIBILIDADE JOELHO E VIGA



FONTE: O autor (2024).

FIGURA 41 – PASSAGEM DE TUBULAÇÃO VERTICAL PELO VÃO DE UMA JANELA



FONTE: O autor (2024).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão ao presente trabalho, pode-se afirmar que o mesmo alcançou os objetivos para ele estipulado, uma vez que foi dimensionado e modelado aos projetos complementares à edificação em modelo BIM, bem como realizada a transposição da planta CAD para um modelo virtual. A modelagem apresentou-se complexa devido ao elevado número de parâmetros a serem editados e criados para identificação e solução de associações nos templates. Isso evidenciou que a simples obtenção de licenças do software e a aquisição de computadores de última geração não são suficientes para o pleno uso da metodologia BIM.

O investimento no aprendizado da metodologia BIM é essencial para viabilizar a execução de projetos cada vez mais detalhados e precisos. Tal aprendizado permite a integração mais eficiente entre disciplinas, evitando conflitos e otimizando os processos de coordenação. A utilização de templates em projetos elétricos e hidrossanitários revelou-se crucial, onde a parametrização correta dos componentes é fundamental para garantir consistência e evitar erros de modelagem. A aplicação de templates bem estruturados não apenas organiza os elementos do modelo, mas também facilita ajustes e atualizações futuras, promovendo maior agilidade e precisão na execução dos projetos.

Tratando-se de uma primeira análise mais elaborada sobre o uso do software Revit® para explorar melhor os parâmetros e vínculos necessários ao desenvolvimento de projetos, observou-se que a implementação da informação foi essencial para a elaboração de projetos bem estruturados. A modelagem BIM permitiu que os projetos complementares apresentassem modelos mais aprimorados, facilitando a extração de quantitativos com maior exatidão em comparação às tecnologias convencionais.

Apesar de não ter sido realizada uma compatibilização completa da edificação, foi possível identificar e compreender os desafios envolvidos na coordenação de projetos multidisciplinares. A valorização do trabalho colaborativo fornecida pelo uso da metodologia BIM mostrou-se essencial para alcançar resultados mais refinados e alinhados as demandas do setor de construção.

4.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como alternativa para trabalhos futuros, sugere-se explorar mais os recursos das outras disciplinas, demonstrando terreno, relevo, análise solar, térmico, e sustentabilidade, entre outros recursos disponíveis no Revit®. Explorar melhor também o uso da modelagem BIM e suas ferramentas dentro das entidades de ensino do país, para proporcionar aos estudantes uma experiência prática e multidisciplinar no desenvolvimento de projetos.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, R. D. C.; FILHO, A. C. P. A evolução do CAD e sua aplicação em projetos de Engenharia. SIMPÓSIO DE MECÂNICA COMPUTACIONAL, 9., 2010, São João Del-Rei. Anais em formato digital. São João Del-Rei: Universidade Federal de São João Del-Rei, Associação Brasileira de Métodos Computacionais em engenharia, 2010.
- ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, p. 76-111, 2 nov. 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: instalações prediais de água fria**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- AUTODESK. Projete e construa com BIM modelagem de informação da construção. O que é a BIM modelagem de informação da construção. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.autodesk.com/br/solutions/bim>. Acesso em: 13 ago. 2024.
- AYRES F., Cervantes; SCHEER, S. Diferentes abordagens do uso do CAD no processo de projeto arquitetônico. In: VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios, 7., 2007, Curitiba. Anais em formato digital. Curitiba: [s. n.], 2007.
- BEZERRA, S.; CONSTRUÇÃO, C.-C. B. DA I. DA. **Pesquisa sobre BIM indica que 79% das empresas já utilizam a ferramenta**. Disponível em: <<https://cbic.org.br/pesquisa-sobre-bim-indica-que-79-das-empresas-ja-utilizam-a-ferramenta/>>. Acesso em: 16 nov. 2024.
- BARROS, V. A. **Como Utilizar o Revit® MEP. AUTODESK**, 4 jun. 2021. Disponível em: <https://blogs.autodesk.com/mundoaec/como-utilizar-o-Revit®-mep/>. Acesso em: 21 nov. 2024.
- BELLUOMINI, N. **Por Dentro da Autodesk Brasil- A evolução do CAD. AUTODESK**, 2 jan. 2017. Disponível em: <https://blogs.autodesk.com/por-dentro-da-autodesk-brasil/>. Acesso em: 29 set. 2024.
- BRANCO, H. **Qual é o melhor software BIM? Blog OrçaFascio**, 14 mar. 2022. Disponível em: <https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/qual-o-melhor-software-bim#:~:text=O%20Revit%20%C3%A9%20um%20dos,detalhadas%2C%20al%C3%A9m%20de%20ferramentas%20multidisciplinares>. Acesso em: 21 nov. 2024.
- BRASIL. **Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019**. Institui a Estratégia Nacional de Divulgação do Building Information Modeling - Estratégia BIM BR. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 5, 23 atrás. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020**. Dispõe sobre a utilização do Building Information Modeling - BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizados pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 3 de abril. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 11.888, de 22 de março de 2024**. Estabelece diretrizes para a ampliação e consolidação do uso do Building Information Modeling - BIM no Brasil e dá outras exceções. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1º, 24 mar. 2024.

CALLEGARI, S. **Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares**. 2007. 145 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Centro Técnico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2007. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/89863>. Acesso em: 24 out. 2024.

CARTILHA compara consumo de água por atividades e estabelecimentos. Disponível em: <https://www.fecomercio.com.br/noticia/cartilha-compara-consumo-de-agua-por-atividades-e-estabelecimentos>. Acesso em: 18 nov. 2024.

CASTELO, A. M.; BEZERRA, I. **A construção digital**. Blog do Ibre, 19 abr. 2018. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-digital>. Acesso em: 21 nov. 2024.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA-COPEL. **NTC-901100. Fornecimento em Tensão Secundária de Distribuição**. Curitiba. 2021. Disponível em: <https://www.copel.com/site/fornecedores-e-parceiros/pesquisa-de-normas-tecnicas/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

COPEL - Companhia Paranaense de Energia. **NTC 901100/2020: Fornecimento em tensão secundária de distribuição**. Curitiba: COPEL, 2020.

COSTA, E. N. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto (MG), 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufop.br/server/api/core/bitstreams/e7fdae50-efd4-49d2-87ce-0a0ca64071f7/content>. Acesso em: 21 nov. 2024.

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**. ABENGE, v. 34, n. 2, p. 11-18, dez. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.15552/2236-0158/abenge.v34n2p11-18>. Acesso em: 16 out. 2024.

DEGASPERI, Anderson BORGES *et al.* Estudo da tecnologia BIM e os desafios para sua implantação. **Revista Espaço Acadêmico**. Serra, v. 7, n. 2, p. 81-93. Disponível em: revista-espaco-academico-v07-n02-artigo-05.pdf (multivix.edu.br). Acesso em: 18 out. 2024.

EASTMAN, C. *et al* **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. Formação projetual em arquitetura e coordenação de projetos multidisciplinares de edifícios. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL PROJETAR, 2., 2005, Rio de Janeiro. Anais em formato digital. Rio de Janeiro: [s. n.], 2005. p. 1-6.

GASPAR, J.; LORENZZO, N. T. Revit® passo a passo volume I. São Paulo: ProBooks, 2015.

GLEMA, A. Normas BIM para serviços de edifícios públicos como procedimentos obrigatórios para arquitetos e engenheiros. **Método Computacionais em Mecânica**. Poznan, Polônia, p. 27-31, ago. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/308674800_Public_buildings_service_BIM_standards_as_mandatory_procedures_for_architects_and_engineers. Acesso em: 8 out. 2024.

GODOY, V. H.; CARDOSO, C. F.; BORGES, M. M. BIM: desafios para um conceito em construção no ensino de arquitetura e engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 41., 2013, Gramado. Anais em formato digital. Gramado: [s. n.], 2013.

GUIMARÃES, I. B.; AMORIM, S. R. L. Gestão da informação e competência em processo de projeto. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 1, n. 1, p. 58, 1 nov. 2006. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50892/54974>. Acesso em: 16 nov. 2024.

MANJUNATHA, R. **Modelagem de informações de construção (BIM). Definição de perfis de usuários para acesso ao sistema de gestão BIM para reformas eficientes em edifícios**. 2019. 212 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção e Arquitetura) – Politécnico de Milão, Milão, 2019. Disponível em: <https://www.politesi.polimi.it/handle/10589/151163?mode=complete>. Acesso em: 28 set. 2024.

MENEZES, G. L. B. B. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. **Caderno de Arquitetura e Urbanismo**, Belo Horizonte, v. 18, n. 22, p. 153-171, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.5752/P.2316-1752.2011v18n22p152>. Acesso em: 28 set. 2024.

NUNES, G. H.; LEÃO, M. Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre CAD tradicional e a modelagem BIM. In: Revista de Engenharia Civil, 2018, Mato Grosso, Anais em formato digital. Mato Grosso: UNEMAT, 2018. p.47-61.

ROCHA, W. S. O. **Plataformas BIM e suas vantagens na compatibilização de projetos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário AGES, Bahia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/20592/1/TCC%20-%20Wivian%20Rocha%20.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2024.

SANTOS, R. F.; ANTUNES, F. M.; BALBINOT, A. L. C. **Levantamento de quantitativos de obras civis comparando métodos tradicionais e BIM.** Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/66337527/b41206f995565e901b7db69835ea96d11f5e-libre.pdf?1619297886=&response-content-disposition=inline%3B+filena me%3DLevantamento de Quantitativos de Obras C.pdf&Expires=1733877795&Signature=UTzTLMGzz9EsQccNIzIlnELzjCxU1g3dTGXx45SfUDJUp5U73slZ4WAXBH G9WoDKftLvwE-tN fCh6ghLnpKqCgta6uUFftASDhrc1GHSomfYO8Fbkf26hNbKdPsfzg6Eq4z7i2ljok8C0k KZ49XJRhzomtCKB1CzWx2I3d0qwzq2z0dEWpwCuQM4i9S6kB0jealoM1iOdViWXX qVfnT7lxy9XTdMaojrl VCB7Ya2GerBhnEj3afW-LOs-QHhPq69KoTV08nGs5eri4Mbxifilm2C8TWp5bKCxoJYuQ7LxSIVO IDEhc0UCnyf3bk~beBiEWpYo4eD~bilaPenKlyvNA &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA>. Acesso em: 10 nov. 2024.

SENA, T.S. de. **A aplicação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos.** 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Bahia, 2012. Disponível em: <http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/BIM%20Compatibiliza%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2024.

SOUSA, F. J. **Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares: estudo de caso.** 2010. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Pernambuco, Recife (PE), 2010. Disponível em: <http://tede2.unicap.br:8080/handle/tede/48>. Acesso em: 24 out. 2024.

TAKII, C. R. B.J. T. **Modelagem de projetos elétricos usando a tecnologia BIM.** 2015. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/10111>. Acesso em: 24 out. 2024.

TASSARA, G.; ARANTES, E. **A importância da integração para a automação do bim nas etapas de modelagem e orçamentação.** In: **encontro nacional de tecnologia do ambiente construído**, 17., 2018. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2018. p. 3108–3115. DOI: 10.46421/entac.v17i1.1731. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/1731>. Acesso em: 21 nov. 2024.

TEIXEIRA, A. C. J. **Compatibilização de projetos e seu impacto na qualidade das construções.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/268065/001188881.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2024.

TIGRE. *Tigre BIM: biblioteca de arquivos para projetos em BIM.* Disponível em: <https://www.tigre.com.br/tigre-bim>. Acesso em: 10 nov. 2024.

VANNI, C. M. K. **Análise de falhas aplicada à compatibilidade de projetos na construção de edifícios.** 1999. 212 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo

Horizonte (MG), 1999. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/AMCN-8A8HRU>. Acesso em: 24 out. 2024.

ANEXO 1 – PLANTAS BAIXA

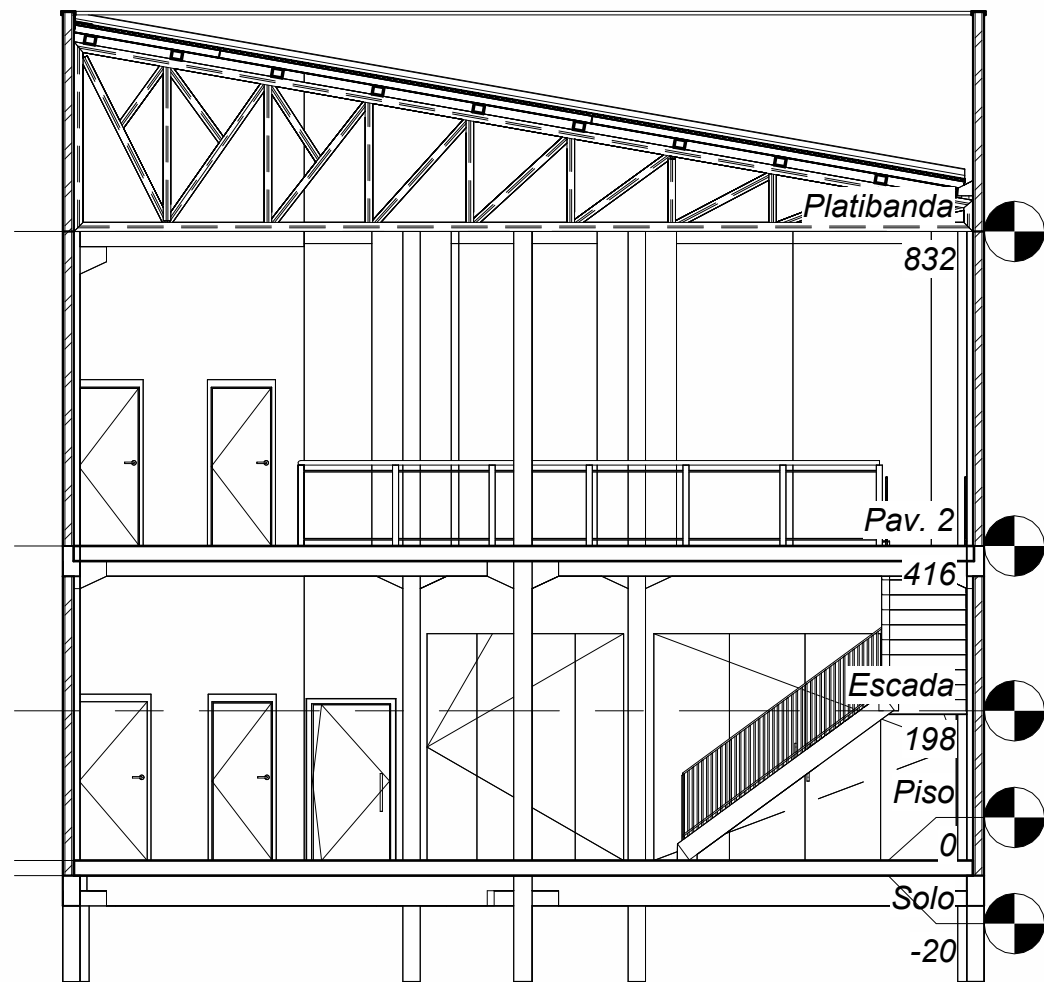
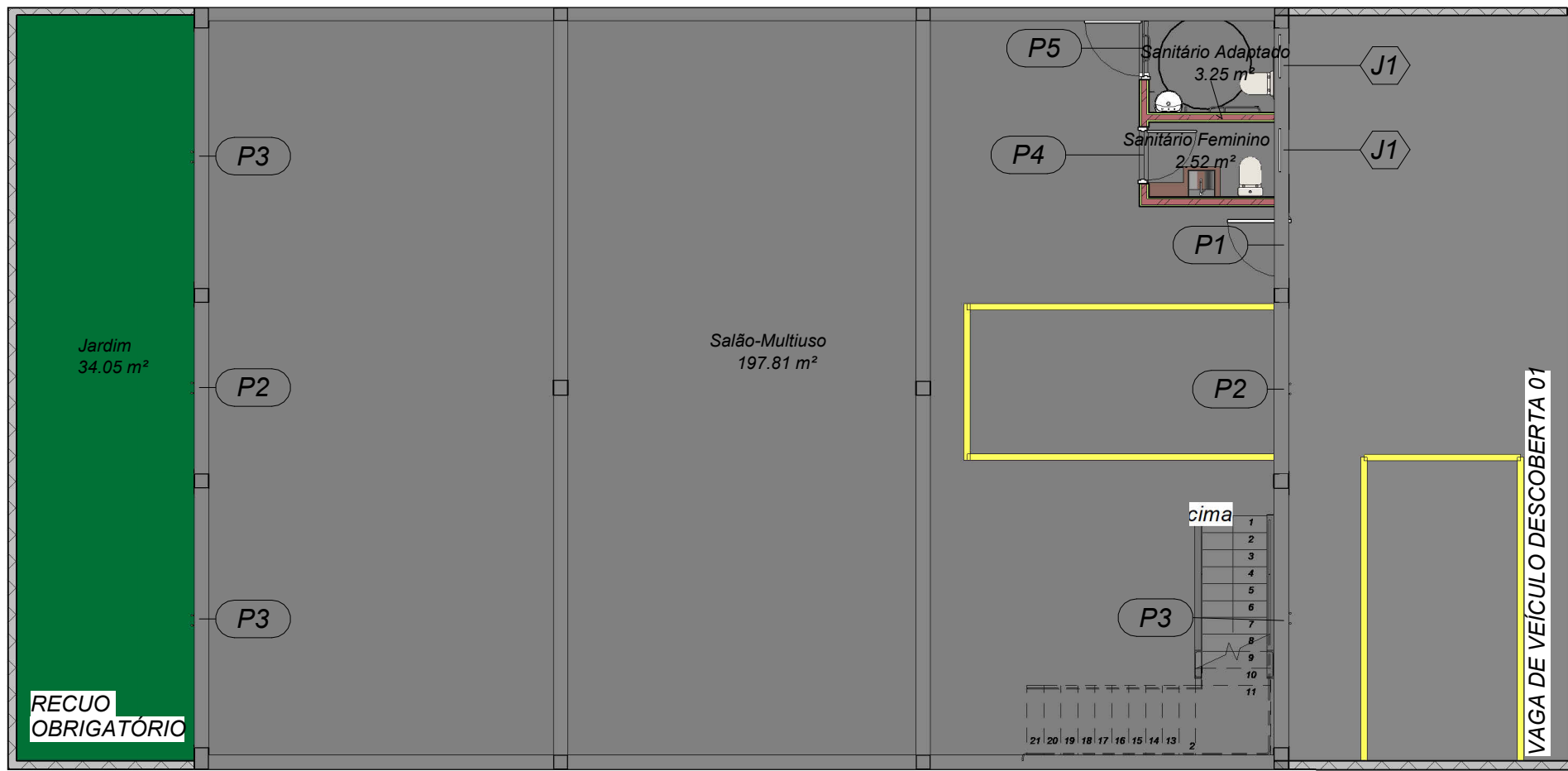
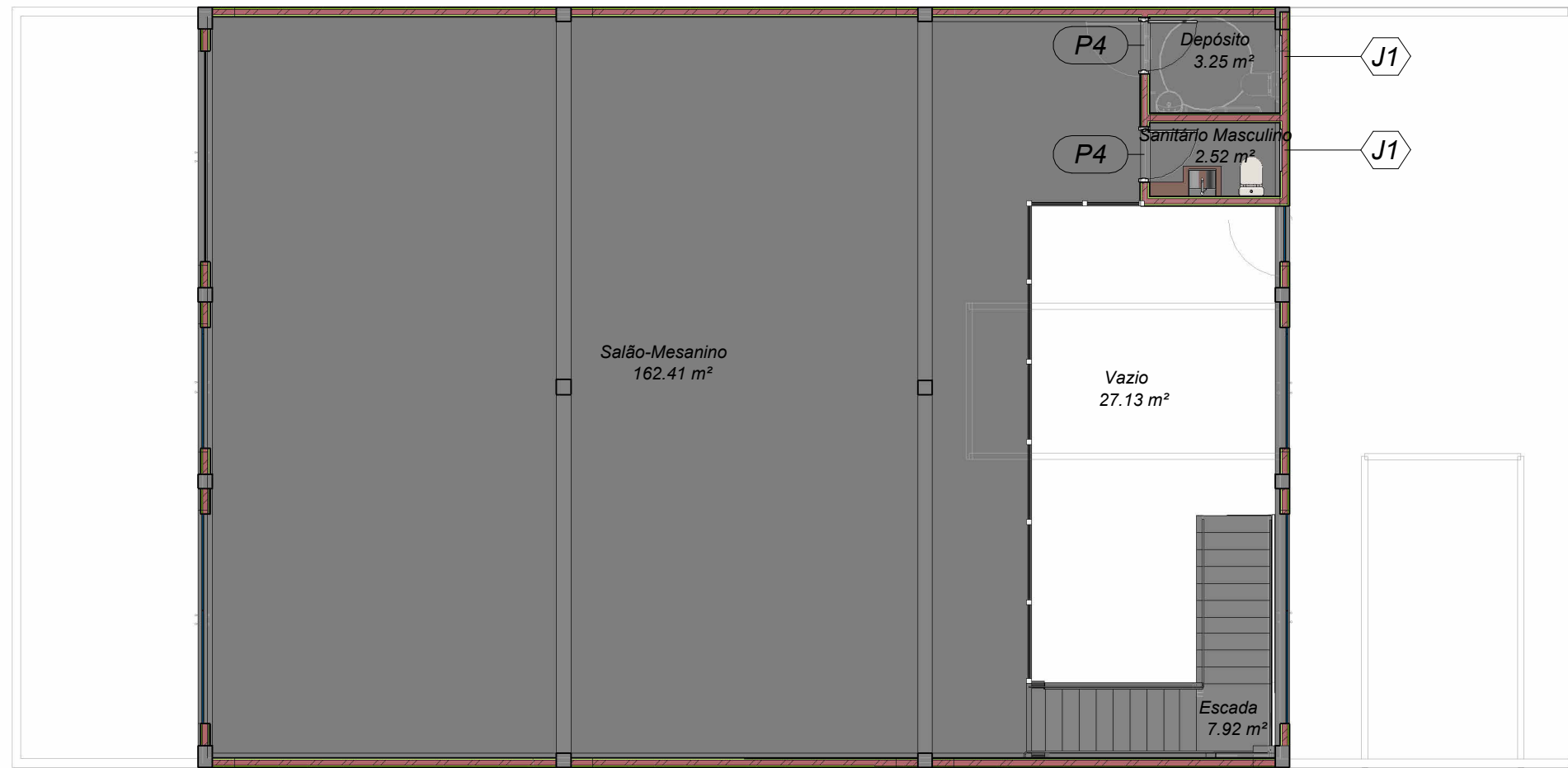


Tabela de porta						
Tipo	Largura	Altura	Contagem	Descrição	Material da moldura	Nível
P1	110	210	1	Porta de Vidro	Alumínio	Piso
P2	260	300	2	Porta de Vidro	Alumínio	Piso
P3	400	300	3	Porta de Vidro	Alumínio	Piso
P4	80	210	1	Porta de Madeira- Interna	Madeira	Piso
P4	80	210	2	Porta de Madeira- Interna	Madeira	Pav. 2
P5	90	210	1	Porta de Madeira- Interna	Madeira	Piso

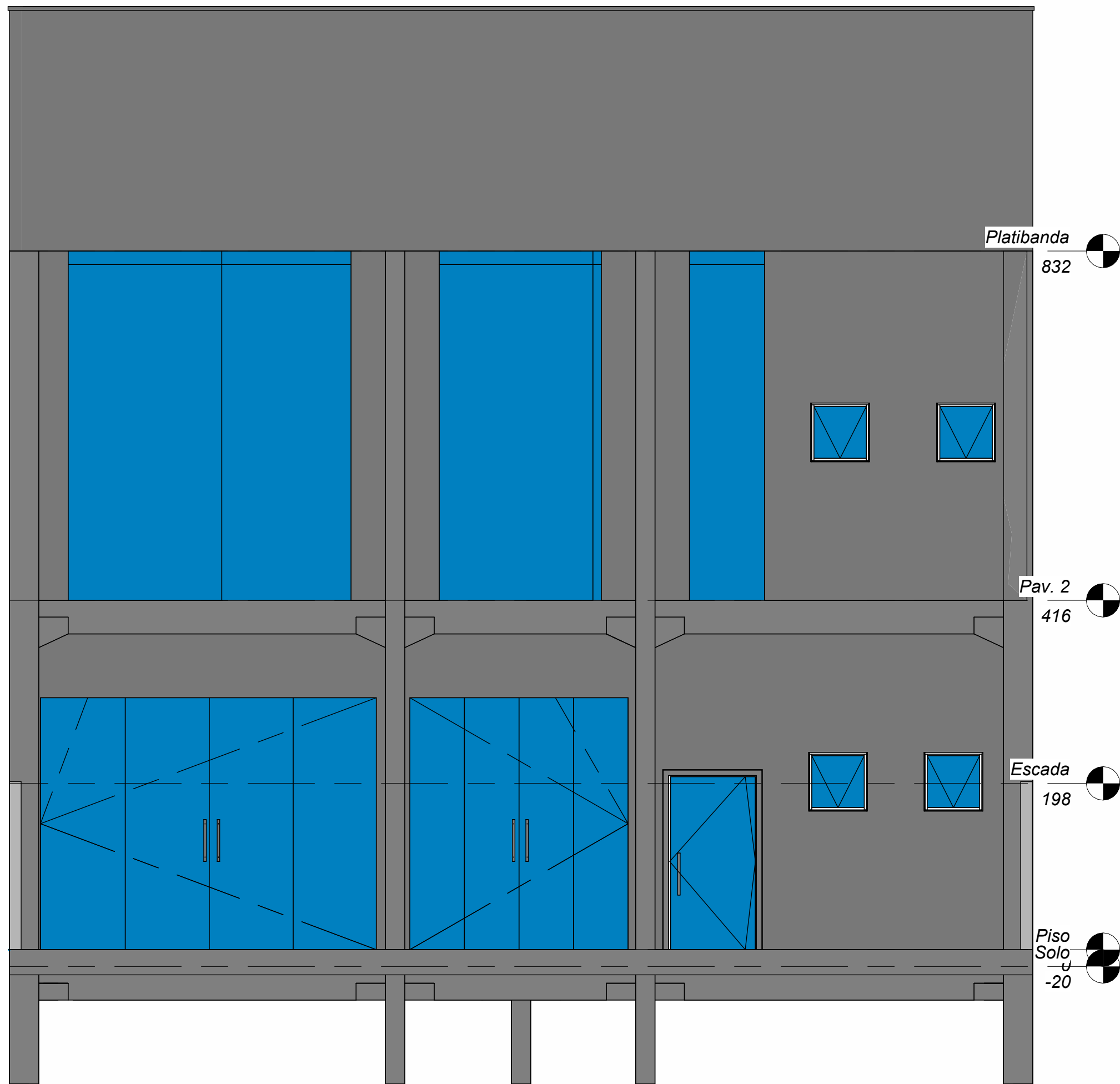
Tabela de janela					
Tipo	Largura	Altura	Altura do peitoril	Contagem	Descrição
J1	70	70	165	2	Janela de Alumínio- Basculante
J1	70	70	165	2	Janela de Alumínio- Basculante

Tabela de ambiente			
Nome	Área	Perímetro	Nível
Sanitário Feminino	2.52 m²	6.61	Piso
Sanitário Adaptado	3.25 m²	7.29	Piso
Salão-Mesaino	162.41 m²	54.04	Pav. 2
Sanitário Masculino	2.52 m²	6.61	Pav. 2
Depósito	3.25 m²	7.30	Pav. 2
Jardim	34.05 m²	30.07	Piso
Salão-Multiuso	197.81 m²	59.88	Piso
Vazio	27.13 m²	23.76	Pav. 2
Escada	7.92 m²	15.58	Pav. 2

1 Térreo - Arquitetônico
1 : 100



3 Corte Sul
1 : 100



2 Pavimento 2
1 : 100

4 Elevação Frontal
1 : 50

Painel : MED

Localização: Alimentação: 127/220V Trifásico (3F+N+T)
Fornecimento de: MED
Montagem:

Circuito	Descrição do circuito	Número de pólos	Tensão	Esquema	Potência total(VA)	Ib (projeto) (A).	In (disjuntor) (A)	Tipo de fiação	Iz (capacidade condutor)
1,2,3	QDC-Galpão	3	220 V	FFNT	52684.969...	138 A	125 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-D-3Cc	3-#70,0(151A), 1-#70,0(171A), 1-#35,0

Legenda: Ib (projeto): Corrente de Projeto Corrigida

In (disjuntor): Corrente Nominal do Disjuntor

Classificação de carga	Carga conectada	Fator de demanda	Demanda estimada	Totais do painel	
TUG (Residencial)	22100 VA	70.00%	15470 VA		
TUE (Residencial)	29337 VA	80.00%	23470 VA	Carga total conectada: 52685 VA	
Iluminação	2800 VA	100.00%	2800 VA	Total de demanda estimada: 40561 VA	
				Total de conexões de corrente: 138 A	
				Total de demanda de corrente...: 106 A	

Painel : QDC-Galpão

Localização: Alimentação: 127/220V Trifásico (3F+N+T)
Fornecimento de: MED
Montagem: Recessed

Circuito	Descrição do circuito	Número de pólos	Tensão	Esquema	Potência total(VA)	Fator de potência	Potência total(W)	Corrente aparente	FCA	FCT	Ib (projeto) (A).	In (disjuntor) (A)	Tipo de fiação	Iz (capacidade condutor)	SCQT	Seção do Condutor Adotado(m...	Comprimento	L Considerado	Queda de Tensão em (%)	A	B	C
1	TUE-Geladeira	1	127 V	FNT	800	0.8	640 W	6.30 A	0.77	1.00	8 A	10 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	1-#1,5(17,5), 1-#1,5(17,5), 1-#2,5	1.19 mm	2.50 mm	29.047	28	0.460858	800 VA		
2	TUGs-Mesanino	1	127 V	FNT	1800	0.8	1440 W	14.17 A	0.77	1.00	18 A	20 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	1-#2,5(31A), 1-#2,5(31A), 1-#2,5	2.59 mm	2.50 mm	29.845	27	0.999896		1800...	
3	Iluminação Mesanino-Banheiro-Deposito Pav.2	1	127 V	FNT	1400	1	1400 W	11.02 A	0.77	1.00	14 A	16 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	1-#1,5(17,5), 1-#1,5(17,5), 1-#2,5	2.16 mm	1.50 mm	30.174	29	1.392174			1400...
4	Iluminação Multiuso-Banheiros Pav. 1	1	127 V	FNT	1400	1	1400 W	11.02 A	0.77	1.00	14 A	16 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	1-#1,5(17,5), 1-#1,5(17,5), 1-#2,5	1.79 mm	1.50 mm	24.754	24	1.152144	1400 VA		
5	TUGs- Banheiros- Deposito	1	127 V	FNT	2400	0.8	1920 W	18.90 A	0.77	1.00	25 A	25 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	1-#2,5(31A), 1-#2,5(31A), 1-#2,5	2.81 mm	2.50 mm	22.885	22	1.086307		2400...	
6	TUGs-Multiuso	1	127 V	FNT	2400	0.8	1920 W	18.90 A	0.77	1.00	25 A	25 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	1-#2,5(31A), 1-#2,5(31A), 1-#2,5	3.20 mm	2.50 mm	26.568	25	1.23444			2400...
7	TUE- Micro	1	127 V	FNT	1500	0.8	1200 W	11.81 A	0.77	1.00	15 A	16 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	1-#1,5(17,5), 1-#1,5(17,5), 1-#2,5	2.16 mm	2.50 mm	28.408	27	0.833247	1500 VA		
8,9	TUE-Cortinas	2	220 V	FFT	1200	0.8	960 W	5.45 A	0.77	1.00	7 A	10 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	2-#1,5(17,5), 1-#2,5	0.30 mm	2.50 mm	15.253	14	0.19953		600 VA	600 VA
10	TUGs-Mesanino	1	127 V	FNT	1800	0.8	1440 W	14.17 A	0.77	1.00	18 A	20 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	1-#2,5(31A), 1-#2,5(31A), 1-#2,5	2.49 mm	2.50 mm	26.761	26	0.962863	1800 VA		
11,12	TUE- Forno	2	220 V	FFT	2000	0.8	1600 W	9.09 A	0.77	1.00	12 A	16 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	2-#1,5(17,5), 1-#2,5	0.96 mm	2.50 mm	28.436	27	0.641348		1000...	1000...
13	TUGs-Multiuso	1	127 V	FNT	2400	0.8	1920 W	18.90 A	0.77	1.00	25 A	25 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	1-#2,5(31A), 1-#2,5(31A), 1-#2,5	1.66 mm	2.50 mm	14.427	13	0.641909	2400 VA		
14,15	TUGs-Mesanino	2	220 V	FFT	2400	0.8	1920 W	10.91 A	0.77	1.00	14 A	16 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	2-#1,5(17,5), 1-#2,5	1.11 mm	2.50 mm	27.421	26	0.741113		1200...	1200...
16	TUGs-Mesanino	1	127 V	FNT	2400	0.8	1920 W	18.90 A	0.77	1.00	25 A	25 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	1-#2,5(31A), 1-#2,5(31A), 1-#2,5	3.58 mm	2.50 mm	28.759	28	1.382573	2400 VA		
17,18	TUGs-Multiuso	2	220 V	FFT	2400	0.8	1920 W	10.91 A	0.77	1.00	14 A	25 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	2-#2,5(31A), 1-#2,5	1.07 mm	2.50 mm	26.596	25	0.712609		1200...	1200...
19	Reserva	1	--	FNT	0	--	--	--	--	--		20 A	--	--	--	--	--	--		0 VA		
20	TUGs-Multiuso	1	127 V	FNT	2400	0.8	1920 W	18.90 A	0.77	1.00	25 A	25 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	1-#2,5(31A), 1-#2,5(31A), 1-#2,5	2.69 mm	2.50 mm	22.093	21	1.03693		2400...	
21,22	TUE-Ar-Condicionado- Multiuso	2	220 V	FFT	5500	1	5500 W	25.00 A	0.77	1.00	32 A	40 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	2-#4,0(41A), 1-#4,0	2.64 mm	4.00 mm	28.050	27	1.102316	2750 VA		2750...
23	TUGs-Mesanino	1	127 V	FNT	2400	0.8	1920 W	18.90 A	0.77	1.00	25 A	25 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	1-#2,5(31A), 1-#2,5(31A), 1-#2,5	3.45 mm	2.50 mm	28.336	27	1.333195		2400...	
24	TUGs-Multiuso	1	127 V	FNT	2400	0.8	1920 W	18.90 A	0.77	1.00	25 A	25 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	1-#2,5(31A), 1-#2,5(31A), 1-#2,5	2.94 mm	2.50 mm	24.318	23	1.135685			2400...
25,26	TUE-Ar-Condicionado- Multiuso	2	220 V	FFT	5500	1	5500 W	25.00 A	0.77	1.00	32 A	40 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	2-#4,0(41A), 1-#4,0	1.66 mm	4.00 mm	19.910	17	0.694051	2750 VA	2750...	
27,28	TUE-Ar-Condicionado-Mesanino	2	220 V	FFT	5500	1	5500 W	25.00 A	0.77	1.00	32 A	40 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	2-#4,0(41A), 1-#4,0	2.25 mm	4.00 mm	24.276	23	0.93901	2750 VA		2750...
29,30	TUE-Ar-Condicionado-Mesanino	2	220 V	FFT	5500	1	5500 W	25.00 A	0.77	1.00	32 A	40 A	[Cu/PVC/750V/70"]-Un-F-2Cc	2-#4,0(41A), 1-#4,0	3.03 mm	4.00 mm	32.317	31	1.265623		2750...	2750...
31	Reserva	1	--	FNT	0	--	--	--	--	--		20 A	--	--	--	--	--	--		0 VA		
32	Reserva	1	--	FNT	0	--	--	--	--	--		20 A	--	--	--	--	--	--			0 VA	
33	Reserva	1	--	FNT	0	--	--	--	--	--		20 A	--	--	--	--	--	--				0 VA
34	Reserva	1	--	FNT	0	--	--	--	--	--		20 A	--	--	--	--	--	--		0 VA		
35	Reserva	1	--	FNT	0	--	--	--	--	--		20 A	--	--	--	--	--	--			0 VA	
36	Reserva	1	--	FNT	0	--	--	--	--	--		20 A	--	--	--	--	--	--				0 VA

Carga total: 17600 VA 17710... 17505...
Total de amperes: 139 A 140 A 138 A
Porcentagem: 0.334055 0.336... 0.332...

Legenda: FCA: Fator de Correção por Agrupamento FCT: Fator de Correção por Temperatura Ib (projeto): Corrente de Projeto Corrigida In (disjuntor): Corrente Nominal do Disjuntor Iz (capacidade condutor): Capacidade de condução de corrente do condutor

Classificação de carga	Carga conectada	Fator de demanda	Demanda estimada	Totais do painel	
TUG (Residencial)	22100 VA	70.00%	15470 VA		
TUE (Residencial)	29337 VA	80.00%	23470 VA		
Iluminação	2800 VA	100.00%	2800 VA		

Tabela Fiação Eletrocalha Fase A		
1,5mm²-Fa se A	2,5mm²-Fa se A	4,0mm²-Fa se A

51.926	184.335	68.986
--------	---------	--------

Tabela Fiação Eletrocalha Fase B		
1,5mm²-Fa se B	2,5mm²-Fa se B	4,0mm²-Fa se B

0.000	280.502	43.298
-------	---------	--------

Tabela Fiação Eletrocalha Fase C		
1,5mm²-Fa se C	2,5mm²-Fa se C	4,0mm²-Fa se C

24.271	213.884	95.012
--------	---------	--------

Tabela Fiação Eletrocalha N, R,T				
1,5mm²-Ne utro	2,5mm²-Ne utro	1,5mm²-Ret orno	2,5mm²-Ter ra	4,0mm²-Ter ra

107.188	418.107	88.300	548.414	103.648
---------	---------	--------	---------	---------

Tabela Fiação Eletroduto Fase A			
1,5mm²-Fa seA	2,5mm²-Fa seA	4,0mm²-Fa seA	70,0mm²-F aseA

12.26	21.5	6.42	14.63
-------	------	------	-------

Tabela Fiação Eletroduto Fase B			
1,5mm²-Fa seB	2,5mm²-Fa seB	4,0mm²-Fa seB	70,0mm²-F aseB

0.00	51.62	2.99	14.63
------	-------	------	-------

Tabela Fiação Eletroduto Fase C			
1,5mm²-Fa seC	2,5mm²-Fa seC	4,0mm²-Fa seC	70,0mm²-F aseC

7.59	38.04	6.18	14.63
------	-------	------	-------

Tabela Fiação Eletroduto N, R e T						
1,5mm²-Ne utro	2,5mm²-Ne utro	70,0mm²-N eutro	1,5mm²-Ret orno	2,5mm²-Ter ra	4,0mm²-Ter ra	35,0mm²-T erra

67.07	69.36	14.626387	46.99	90.27	7.80	14.626387
-------	-------	-----------	-------	-------	------	-----------



Tabelas

Galpão Comercial

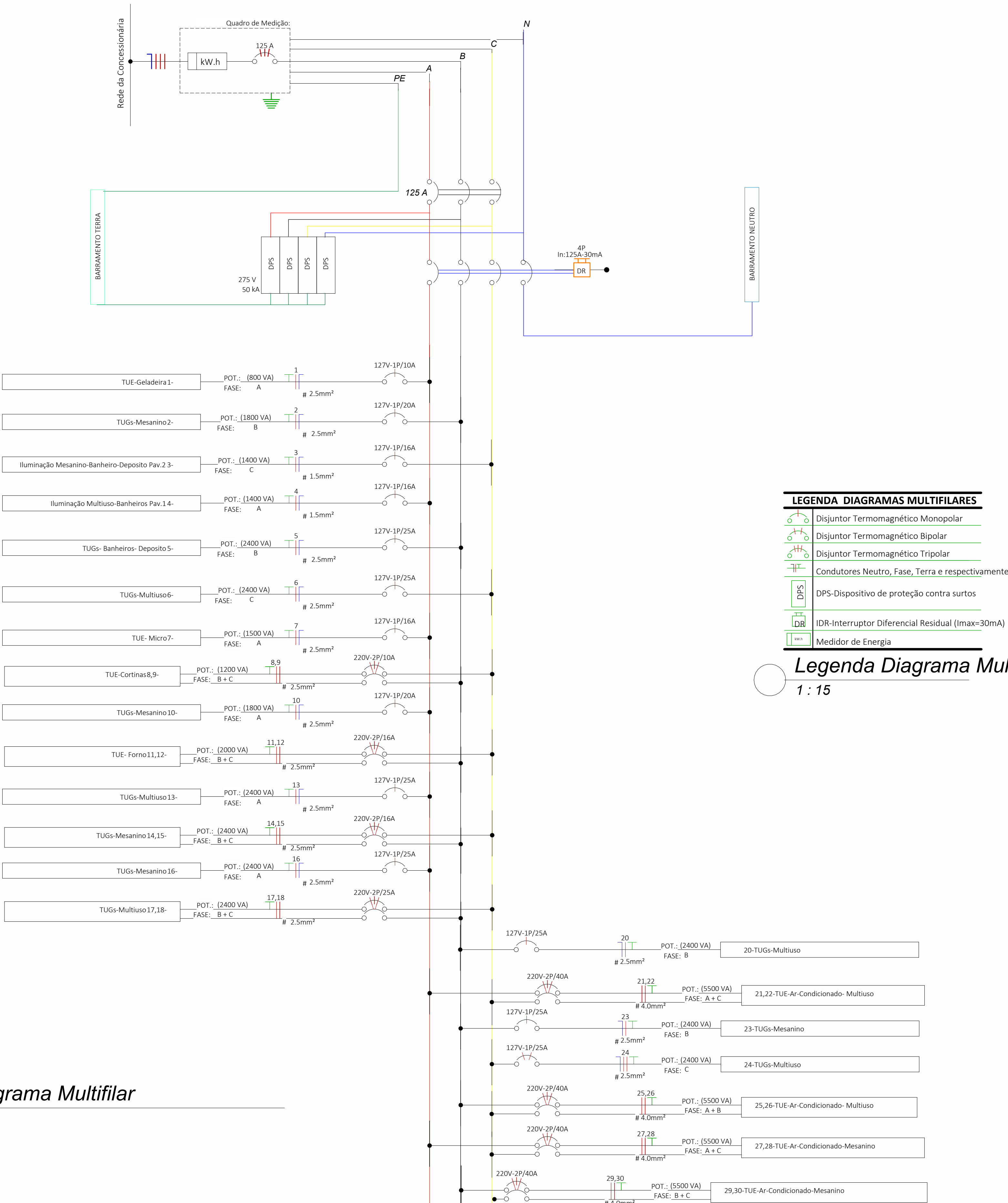
ELE.001

Data: Dezembro de 2024

Autor: Mateus Pimentel Mendes da Silva

Escala: Indicado

Painel: QDC
Potência Instalada (VA): 52685 VA
Potência Demanda (VA): 40561 VA
Corrente Instalada (A): 138A
Corrente Demandada (A): 106A



LEGENDA DIAGRAMAS MULTIFILARES

- Disjuntor Termomagnético Monopolar
- Disjuntor Termomagnético Bipolar
- Disjuntor Termomagnético Tripolar
- Condutores Neutro, Fase, Terra e respectivamente
- DPS-Dispositivo de proteção contra surtos
- IDR-Interruptor Diferencial Residual (Imax=30mA)
- Medidor de Energia

Legenda Diagrama Multifilar

1 : 15

Tabela Quantidade Eletrocalha		
Descrição	Comprimento	Tamanho
Eletrocalha Perfurada para cabos, de chapa de aço carbono galvanizada	139.363	50 mmx50 mm

Tabela Componentes		
Contagem	Descrição/Tipo/	Dimensões
33		
4	1 Interruptor Simples e 1 Tomada 20A/	1S+1Tom.20A, 4"x2"
71	Eletrocalha Perfurada para cabos, de chapa de aço carbono galvanizada/Eletrocalha Perfurada- Calculado em metros em outra tabela/	
25	Eletrocalha Perfurada- Curva 90°/	
5	Eletrocalha Perfurada- Té/	
18	Eletrocalha Perfurada- Junção/	
7	Eletrocalha Perfurada- Curvada para dentro/	
7	Eletrocalha Perfurada- Curvada para fora/	
170	Eletroduto de PVC Rígido, anti chama, na cor cinza/PVC Condulete Top-Calculado em metros em outra tabela/	
3	Eletroduto de PVC Rígido Roscável, anti chama, na cor preta/PVC Rígido Roscável- Calculado em metros em outra tabela/	
52	Eletroduto flexível corrugado, em PVC na cor amarelo antichama/Conduíte Flexível Corrugado de PVC amarelo_Tigreflex/	
46	Condulete Top - Adaptador para Condulete de PVC/	Ø1"x3/4"
8	Abraçadeira para eletroduto de PVC/Condulete Top - Abraçadeira para Eletroduto de PVC/	Ø1"
120	Abraçadeira para eletroduto de PVC/Condulete Top - Abraçadeira para Eletroduto de PVC/	Ø3/4"
40	Condulete Top - Condulete de PVC 5 entradas 1pol/	Ø1"
1	Condulete Top - Curva 90 Eletroduto PVC/	Ø 3/4"
2	Tampa Cega para Condulete Top de PVC antichama na cor cinz/Tampa cega/	Ø1"
13	Tampa para 2 Tomadas Horizontais para Condulete Top de PVC antichama na cor cinza/Tampa para 2 tomadas Horizontais/	Ø1"
2	Tampa para 3 Interruptores para Condulete Top de PVC antichama na cor cinza/Tampa para 3 Interruptores/	Ø1"
19	Tampa para Tomada Hexagonal Horizontal para Condulete de PVC antichama na cor cinza/Tampa para Tomada Hexagonal Horizontal/	Ø1"
4	Tampa para Tomada Hexagonal Vertical para Condulete de PVC antichama na cor cinza/Tampa para Tomada Hexagonal Vertical/	Ø1"
10	1 Tomada 2P+T 10A, sem placa, para montagem em Condulete de PVC/Tomada 2P T 10A Horizontal/	10A (para condulete)
4	1 Tomada 2P+T 10A, sem placa, para montagem em Condulete de PVC/Tomada 2P T 10A Vertical/	10A (para condulete)
9	1 Tomada 2P+T 20A, sem placa, para montagem em Condulete de PVC/Tomada 2P T 20A Horizontal/	20A (para condulete)
2	Interruptor com 2 teclas simples e 1 tecla paralelo, sem placa, para m/2 Teclas Simples e 1 Paralelo/	2S+1P (para condulete)
13	2 Tomadas 2P+T 10A, sem placa, para montagem em Condulete de PVC/2 Tomadas 2P T 10A/	2x10A (para condulete)
2	Cotovelo Roscavel Curvas: Cotovelo Roscavel Curvas/Cotovelo Roscavel Curvas/	
4	DPS - 275V - 50kA/	VCL 275V 50kA Slim
1	IDR Interruptor Diferencial Residual Tetrapolar In=125A, 30mA/IDR Tetrapolar 125A 30mA/	In=125 A, 30mA
4	Luminaria de Forro 60W/60W - 127V/	
11	Luminaria Industrial de LED 100W/100W - 127V/	
1	Mini Disjuntor Bipolar 10A Curva B/	B 10A
2	Mini Disjuntor Bipolar 16A Curva C/	C 16A
1	Mini Disjuntor Bipolar 25A Curva B/	B 25A
4	Mini Disjuntor Bipolar 40A Curva C/	C 40A
1	Mini Disjuntor Monopolar 10A Curva B/	B 10A
2	Mini Disjuntor Monopolar 16A Curva B/	B 16A
1	Mini Disjuntor Monopolar 16A Curva C/	C 16A
2	Mini Disjuntor Monopolar 20A Curva B/	B 20A
7	Mini Disjuntor Monopolar 25A Curva B/	B 25A
1	Mini Disjuntor Tripolar 125A Curva C/	C 125A
56	Mão Francesa/20cm/	
13	Módulo de Tomada 2 Condulete de PVC/	
1	Poste de Medição - Panelboard/	
4	PVC Corrugado Amarelo - Caixa de Luz 4x2/	4"x2"
15	PVC Corrugado Amarelo - Caixa de Octogonal 4x4/	4"x4"
1	QD Espinha de Peixe/	27/36 Disjuntores
53	Suporte Eletrocalha/	

Tabela Quantidade Elérodutos		
Descrição	Comprimento	Tamanho
Eletroduto de PVC Rígido, anti chama, na cor cinza	90.696	Ø25 mm
Eletroduto de PVC Rígido, anti chama, na cor cinza	4.907	Ø32 mm
Eletroduto de PVC Rígido Roscável, anti chama, na cor preta	13.297	Ø32 mm
Eletroduto flexível corrugado, em PVC na cor amarelo antichama	54.684	Ø25 mm



Diagrama Multifilar, Legendas e Padrão de entrada

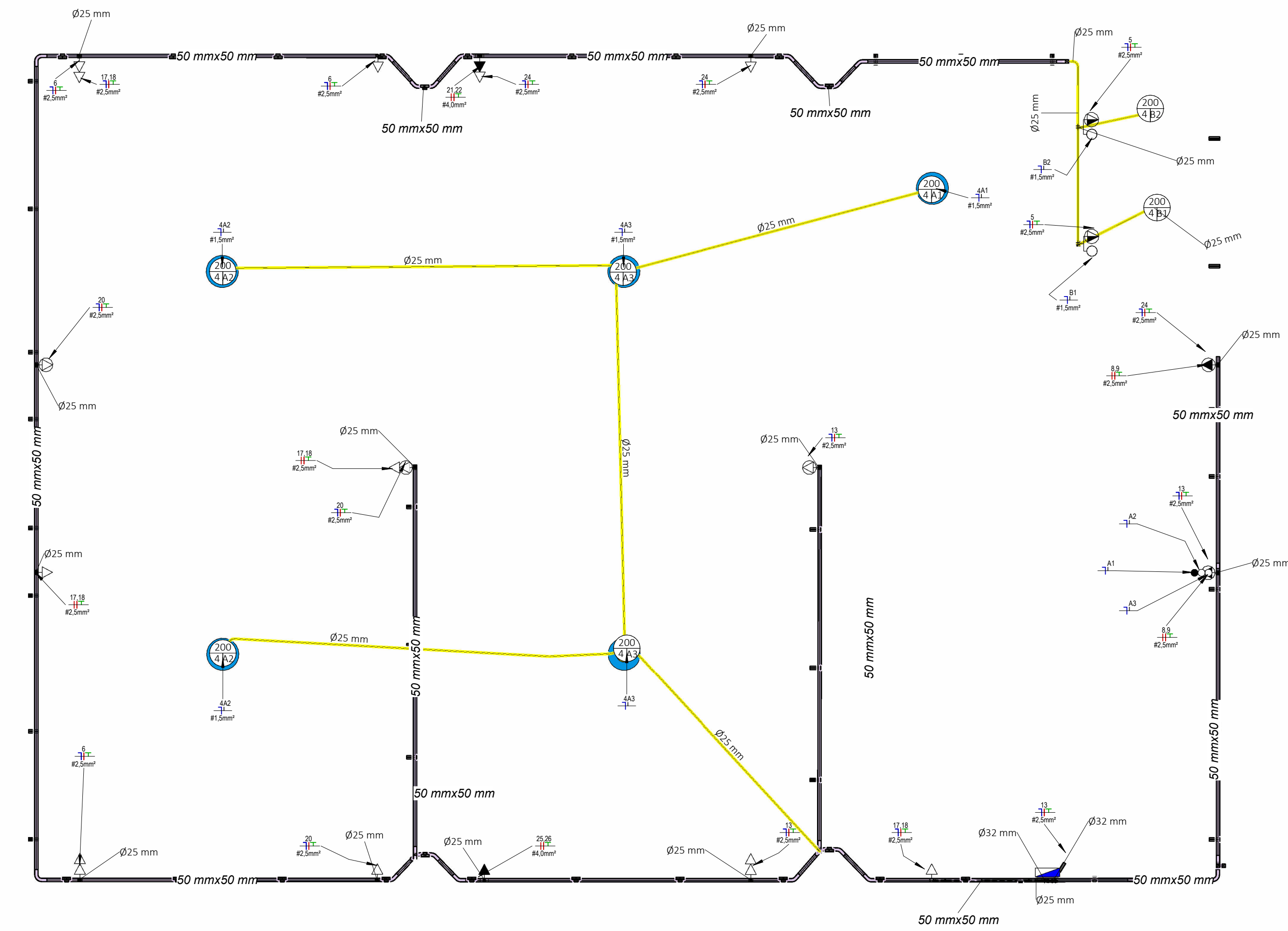
Galpão Comercial

ELE.002

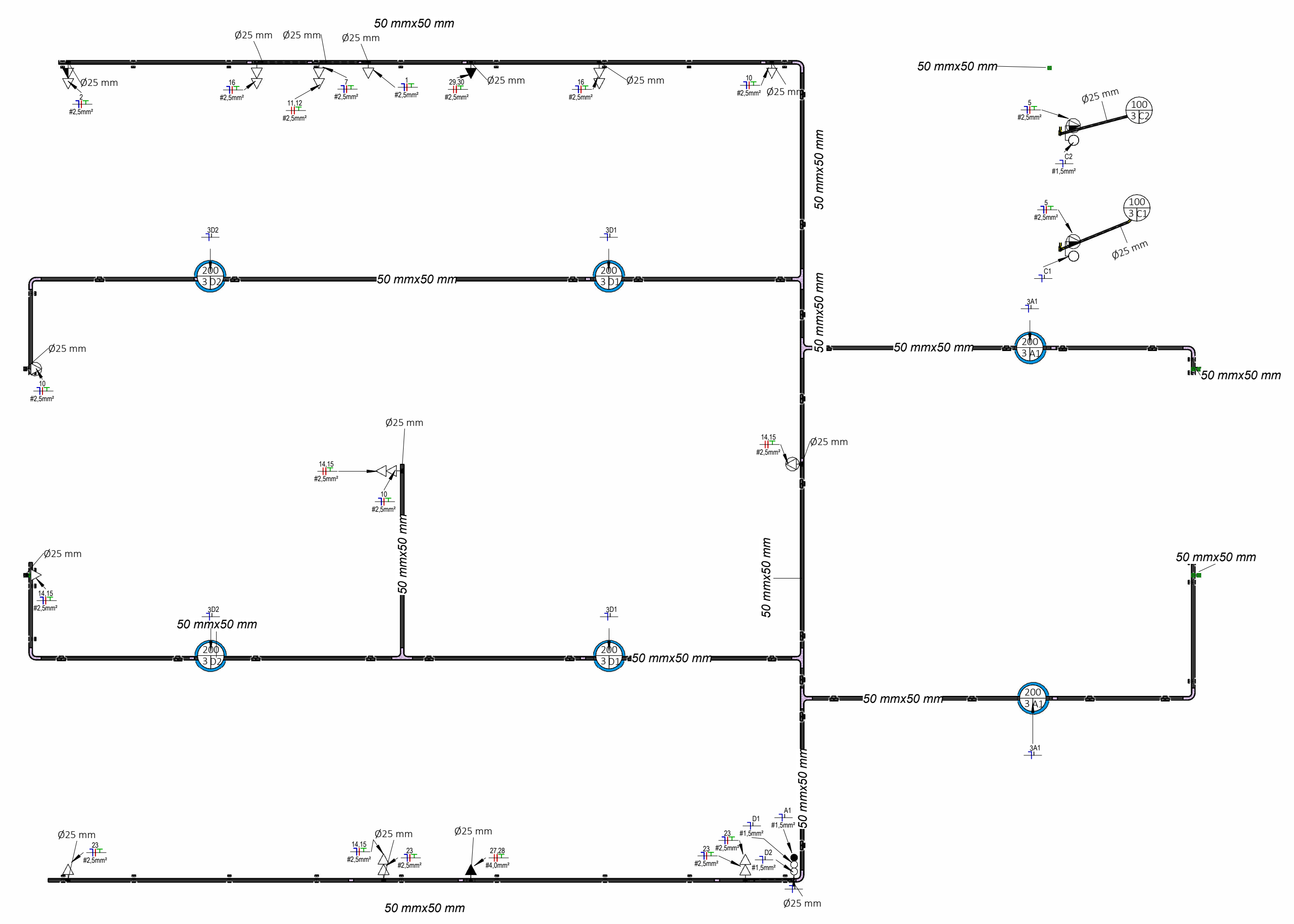
Data: Dezembro de 2024

Autor: Mateus Pimentel Mendes da Silva

Escala: Indicado



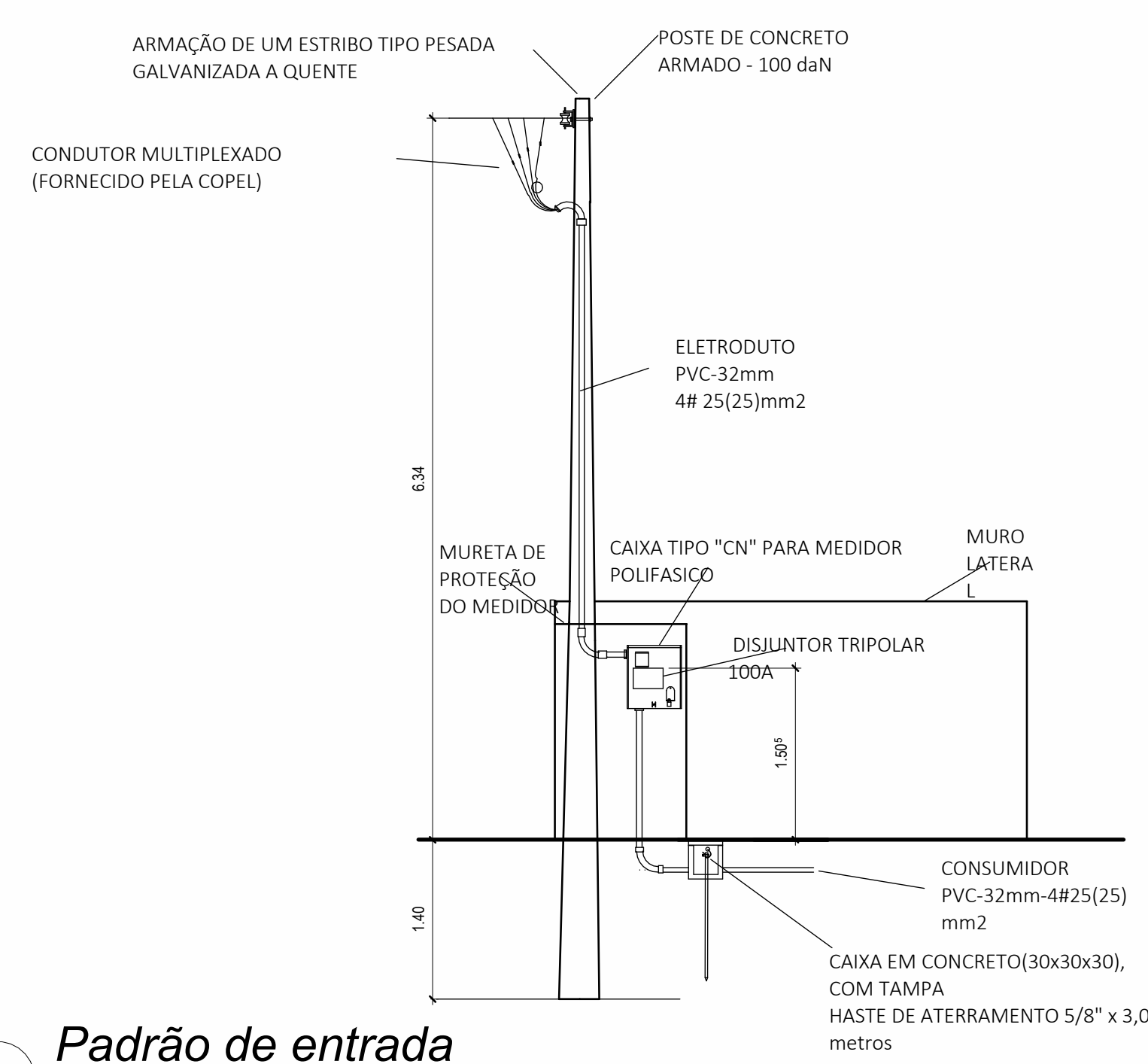
1 Pav. 1
1 : 50



2 Pav. 2
1 : 50

DETALHE DO PADRÃO DE ENTRADA

TODAS AS CAIXAS DEVERÃO SER DE ALUMÍNIO, OU PVC



Padrão de entrada
1 : 50

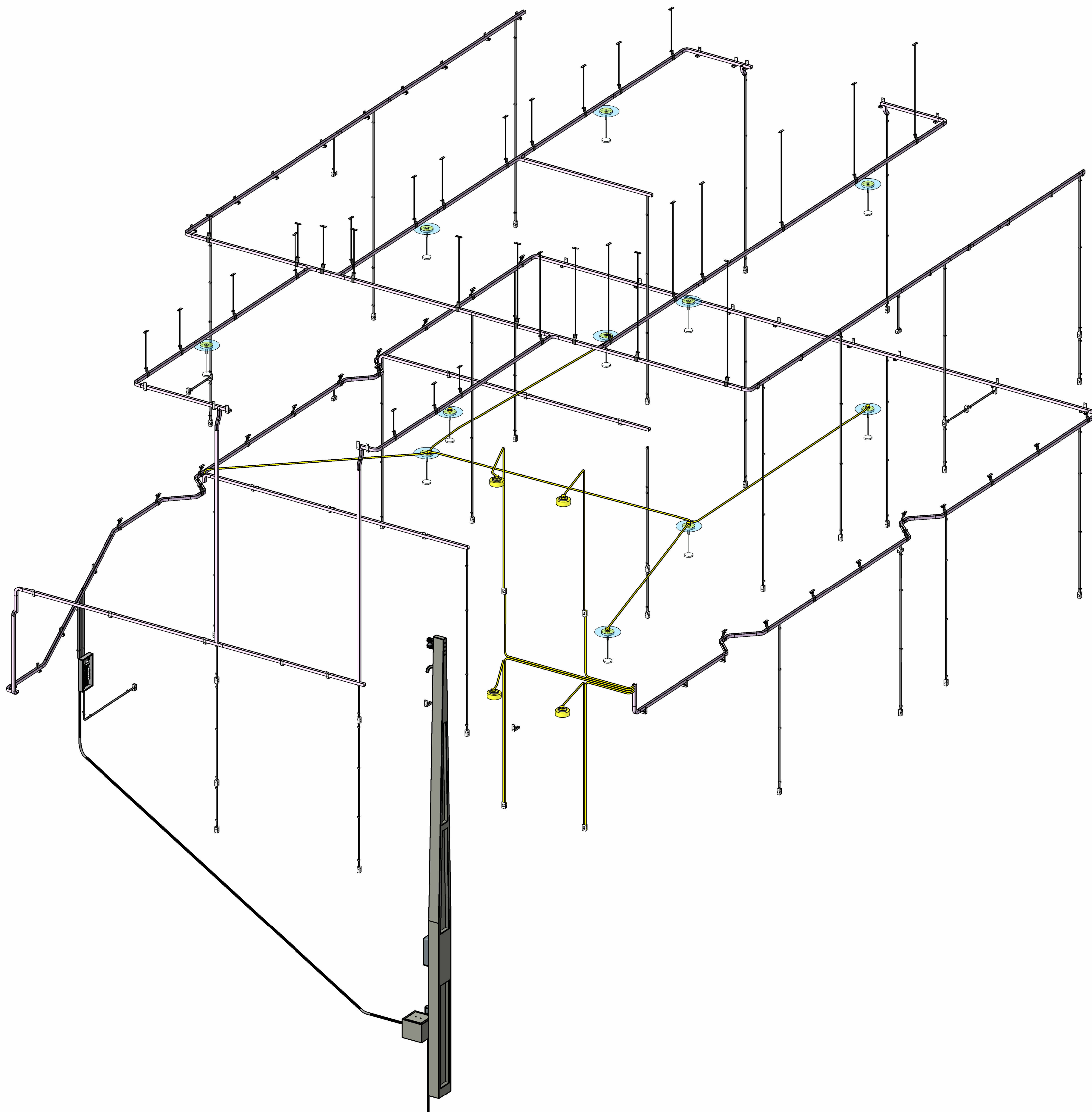
LEGENDA DE SIMBOLOGIAS	
	Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 30cm do piso, embutido em caixa 4x2
	Tomada Média 2P+T, 10A, a 120cm do piso, embutido em caixa 4x2
	Tomada Alta 2P+T, 10A, a 210cm do piso, embutido em caixa 4x2
	Interruptor simples de uma seção, embutido em caixa 4x2
	Conjunto de 2 Interruptores simples, embutido em caixa 4x2
	Conjunto de 3 Interruptores simples, embutido em caixa 4x2
	Interruptor paralelo (three-way), embutido em caixa 4x2
	Condutores Neutro, Fase, Terra e Retorno, respectivamente
	Ponto de luz embutido no teto
	Quadro geral de luz e força embutido a 1,50 do piso acabado
	Caixa para medidor

Legenda Planta Baixa
1 : 50

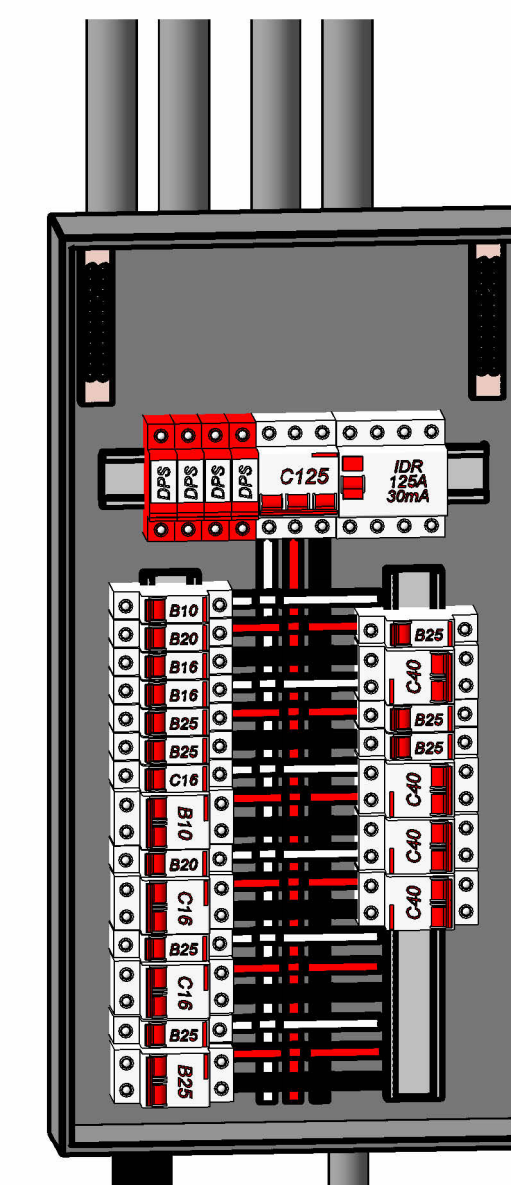


Fiação, entrada e legenda

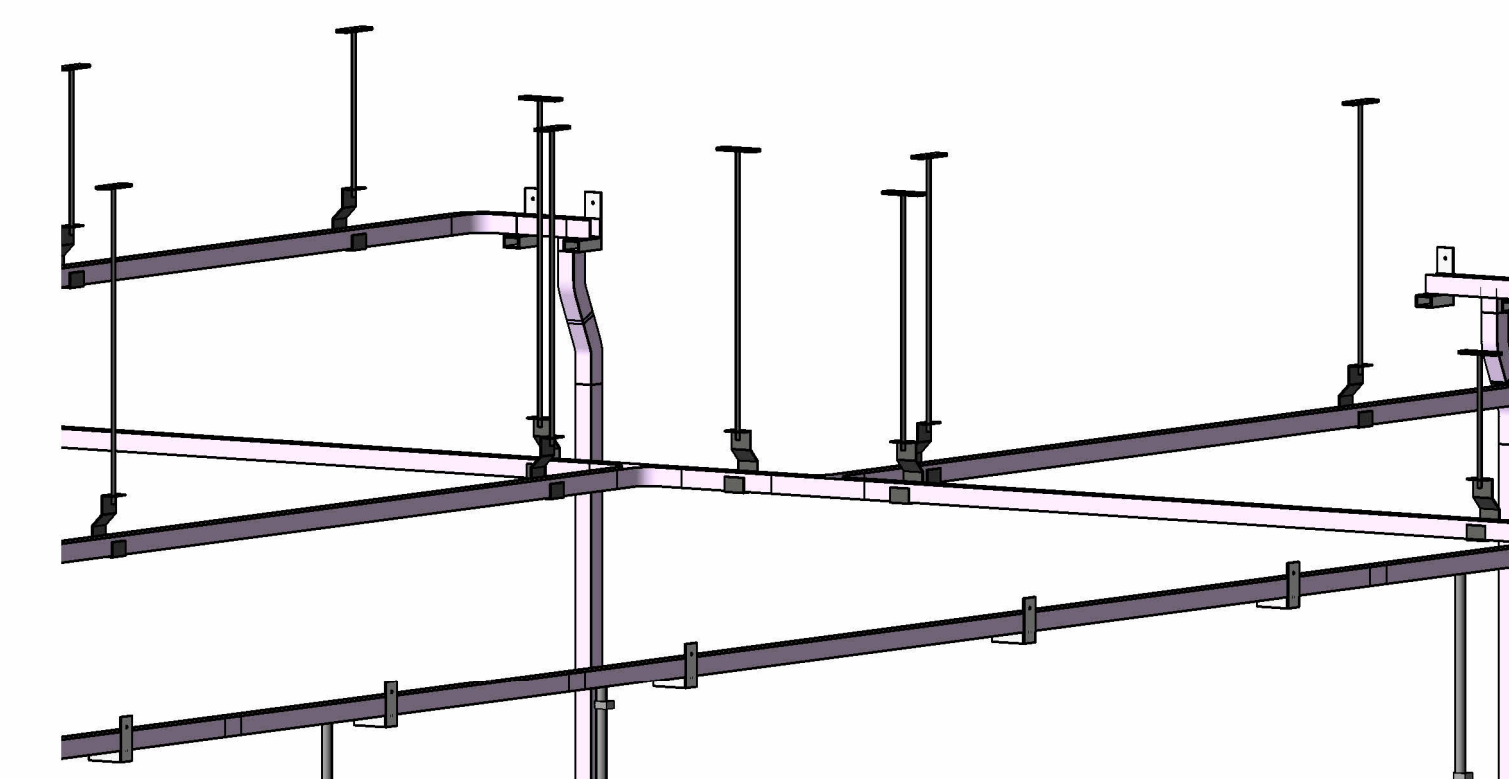
Galpão Comercial		ELE.003
Data:	Dezembro de 2024	
Autor:	Mateus Pimentel Mendes da Silva	Escala: Indicado



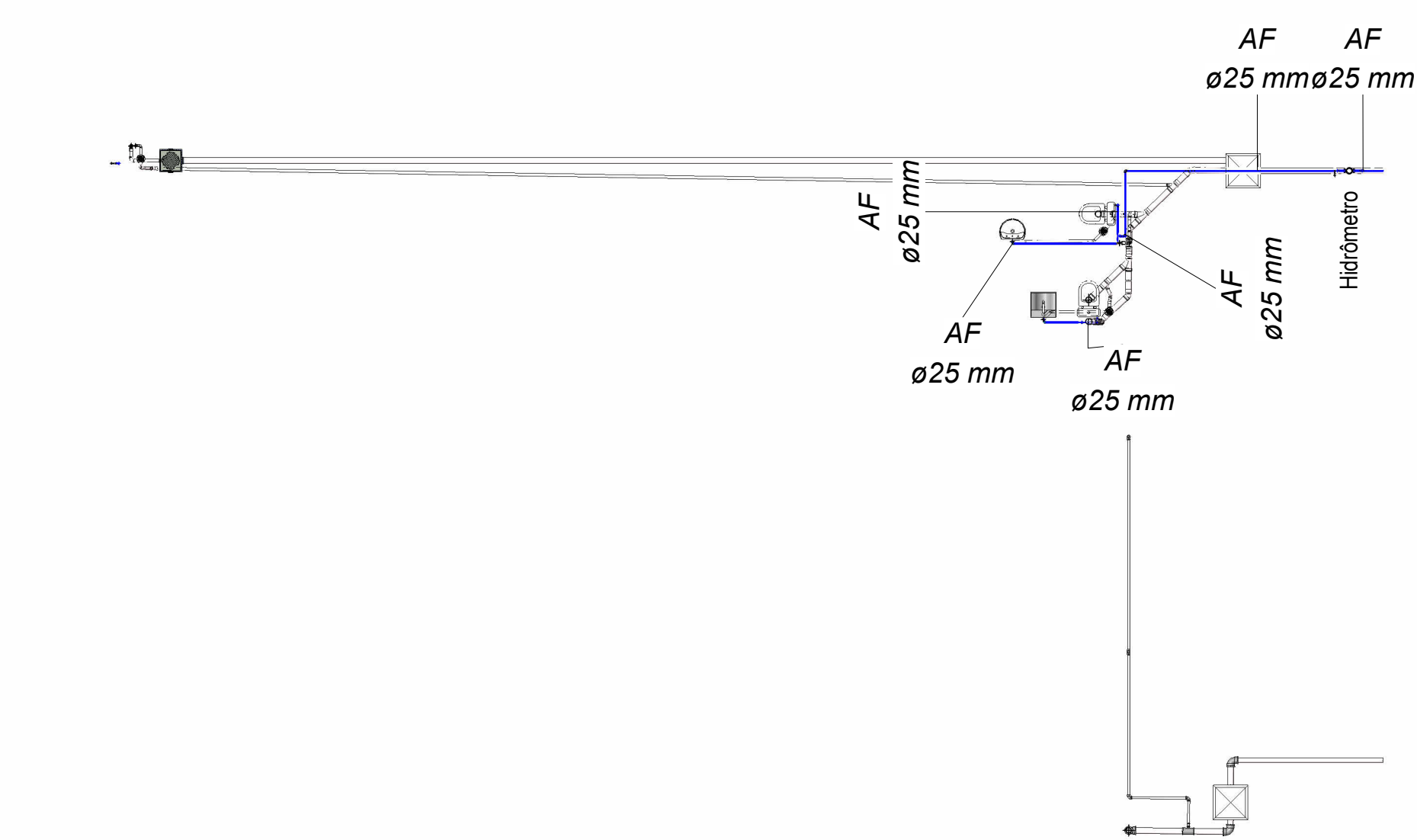
1 3D GERAL



2 3D ISO QDC



3 3D ISO SUPORTES

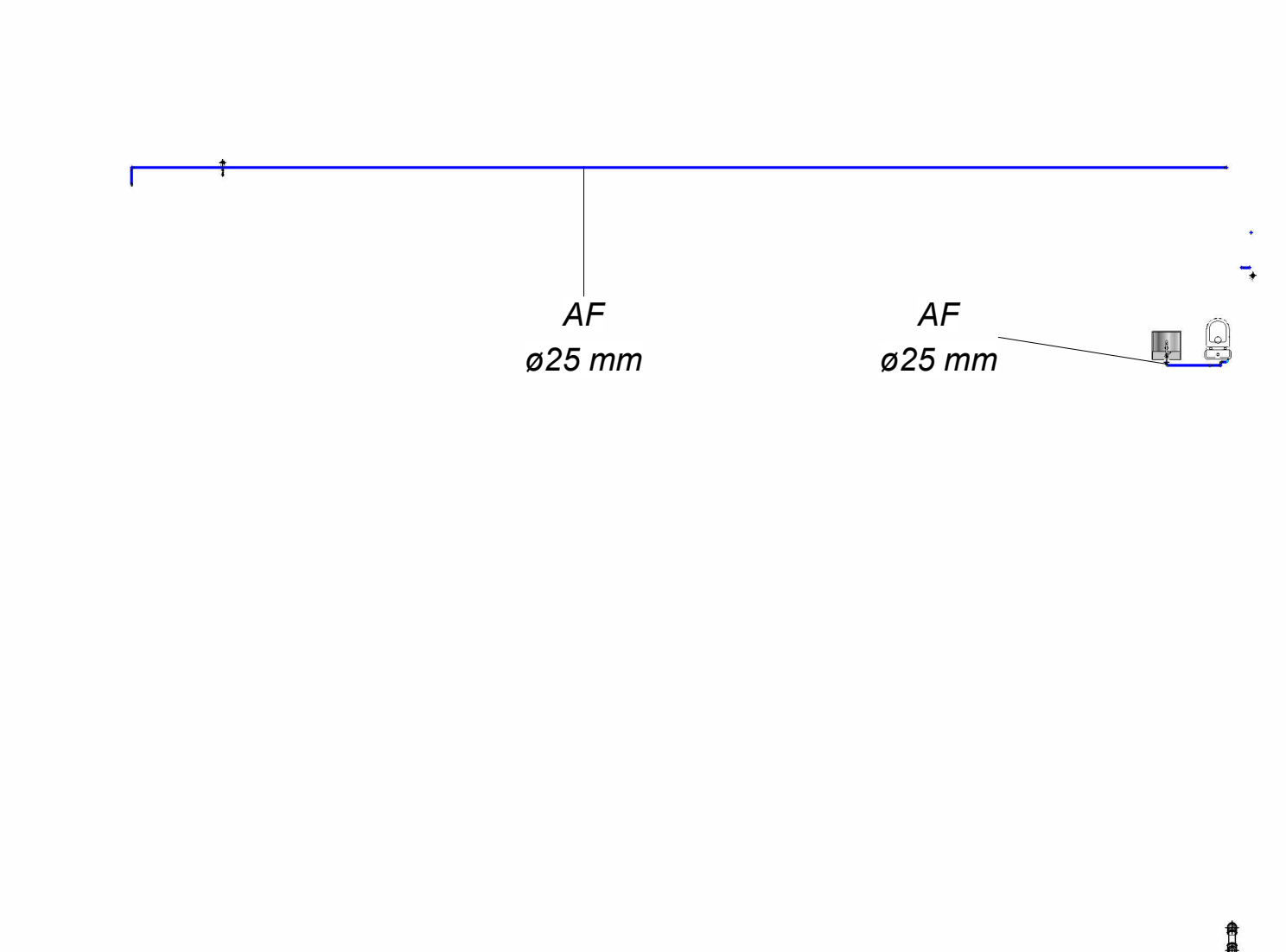


1 AF-Pav. 1
1 : 100

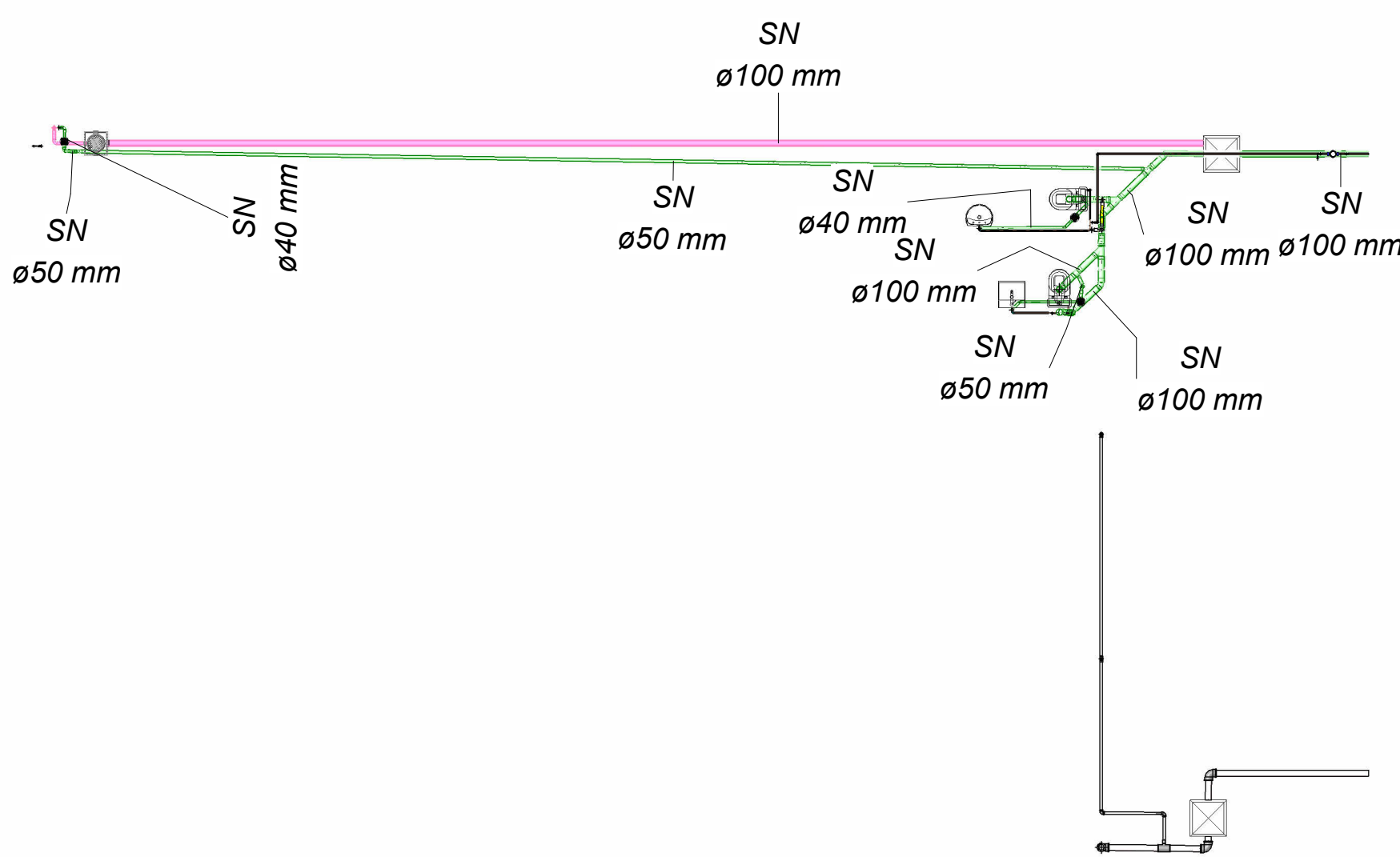


3 PL-Pav. 1
1 : 100

Quantitativo de Peças		
Tipo de sistema	Descrição	Contagem
	Antiespuma 100 mm, Esgoto - TIGRE	4
	Assento para bacia sanitária cor pergamon (98981), linha Life - Louças Celite	3
	Caixa para acoplar Ecoflush - 3 e 6 litros cor pergamon (98570), linha Life - Louças Celite	3
	Pia de parede	1
	Pia quadrada	3
	Prolongamento p/ Caixa Sifonada 100 x 100mm, Esgoto - TIGRE	4
Esgoto de Gordura	Caixa de Gordura com Tampa - DN 100, Esgoto - TIGRE	1
Não definido	Bacia com caixa acoplada Ecoflush - 3 e 6 litros cor pergamon (98351), linha Life - Louças Celite	2
Não definido	Bacia com caixa acoplada Ecoflush - 3 e 6 litros cor pergamon (98351), linha Life - Louças Celite	1
Não definido	Caixa de concreto com tampa e fundo, 60x50cm	1
Não definido	Pia quadrada	1
Não definido	Pia quadrada	1
Não definido	Prolongador sem entrada DN300, Esgoto - TIGRE	1
Não definido	Torneira Angular Jardim Cromado 1122 - 3/4" - Docol	1
Pluvial	Calha retangular	1
Sanitário	Corpo Caixa Sifonada Girafácil (5 Entradas), 100 x 140 x 50mm, Esgoto - TIGRE	3
Sanitário	Corpo Caixa Sifonada Girafácil (5 Entradas), 100 x 140 x 50mm, Esgoto - TIGRE	1
Sanitário	Corpo Ralo com Caixa Articulada - Branco 100 x 40mm, Esgoto - TIGRE	2
Água Fria	Caixa de concreto com tampa e fundo, 60x50cm	1
Água Fria	Caixa d'água de fibra de vidro, 6000L - FortLev	1
Água Fria	Torneira Angular Jardim Cromado 1122 - 3/4" - Docol	1
Água Fria	Torneira Angular Jardim Cromado 1122 - 3/4" - Docol	2
Água Fria	Torneira bóia 1/2", Fortlev	1



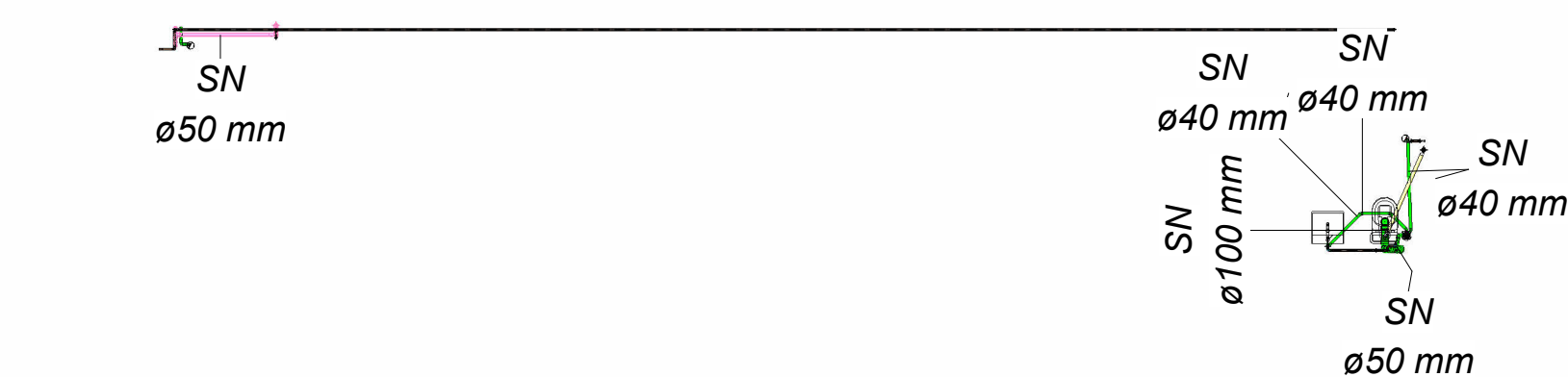
2 AF-Pav. 2
1 : 100



4 SN-Pav. 1
1 : 100

Quantitativo de Tubos				
Tipo de sistema	Tipo	Diâmetro interno	Diâmetro externo	Comprimento
Esgoto de Gordura				
Esgoto de Gordura	Tubo - Esgoto - Série Normal	47 mm	50 mm	7.01
Esgoto de Gordura	Tubo - Esgoto - Série Normal	96 mm	100 mm	18.13
Pluvial				
Pluvial	Tubo - Esgoto - Série Normal	38 mm	40 mm	7.50
Pluvial	Tubo - Esgoto - Série Normal	96 mm	100 mm	12.37
Sanitário				
Sanitário	Tubo - Esgoto - Série Normal	38 mm	40 mm	11.87
Sanitário	Tubo - Esgoto - Série Normal	47 mm	50 mm	19.25
Sanitário	Tubo - Esgoto - Série Normal	96 mm	100 mm	12.00
Ventilação				
Ventilação	Tubo - Esgoto - Série Normal	47 mm	50 mm	13.57
Água Fria				
Água Fria	Tubo Marrom - Água Fria - Soldável	22 mm	25 mm	69.21
Água Fria	Tubo Marrom - Água Fria - Soldável	28 mm	32 mm	5.23

Quantitativo Conexões				
Tipo de sistema	Tipo	Contagem	Tamanho	Nível
Esgoto de Gordura	Joelho 45_90 - Serie Normal - Esgoto	3	ø50 mm-ø50 mm	Pav. 1
Esgoto de Gordura	Joelho 45_90 - Serie Normal - Esgoto	7	ø50 mm-ø50 mm	Pav. 2
Esgoto de Gordura: 10		10		
Não definido	Adaptador Soldavel com Anel p Caixa Dagua	4		Pav. 1
Não definido: 4		4		
Pluvial	Padrão	1	ø40 mm-ø40 mm	Pav. 1
Pluvial	Padrão	1	ø100 mm-ø100 mm	Pav. 1
Pluvial	Padrão	3	ø40 mm-ø40 mm	Pav. 1
Pluvial	Padrão	10	ø100 mm-ø100 mm	Pav. 1
Pluvial	Padrão	1	ø40 mm-ø40 mm-ø40 mm	Pav. 1
Pluvial	Padrão	1	ø100 mm-ø100 mm-ø40 mm	Pav. 1
Pluvial: 17		17		
Sanitário	Joelho 45_90 - Serie Normal - Esgoto	8	ø40 mm-ø40 mm	Pav. 1
Sanitário	Joelho 45_90 - Serie Normal - Esgoto	9	ø40 mm-ø40 mm	Pav. 2
Sanitário	Joelho 45_90 - Serie Normal - Esgoto	4	ø50 mm-ø50 mm	Pav. 1
Sanitário	Joelho 45_90 - Serie Normal - Esgoto	1	ø50 mm-ø50 mm	Escada
Sanitário	Joelho 45_90 - Serie Normal - Esgoto	2	ø50 mm-ø50 mm	Pav. 2
Sanitário	Joelho 45_90 - Serie Normal - Esgoto	7	ø100 mm-ø100 mm	Pav. 1
Sanitário	Joelho 45_90 - Serie Normal - Esgoto	3	ø100 mm-ø100 mm	Pav. 2
Sanitário	Joelho 45_90 - Serie Normal - Esgoto UHC	2	ø40 mm-ø40 mm	Pav. 1
Sanitário	Joelho 45_90 - Serie Normal - Esgoto UHC	1	ø40 mm-ø40 mm	Pav. 2
Sanitário	Juncao - Serie Normal - Esgoto	1	ø100 mm-ø100 mm-ø50 mm	Pav. 1
Sanitário	Te_Juncao - Serie Normal - Esgoto	3	ø100 mm-ø100 mm-ø50 mm	Pav. 1
Sanitário	Te_Juncao - Serie Normal - Esgoto	2	ø100 mm-ø100 mm-ø50 mm	Pav. 2
Sanitário	Te_Juncao - Serie Normal - Esgoto	2	ø100 mm-ø100 mm-ø100 mm	Pav. 1
Sanitário: 45		45		
Ventilação	Joelho 45_90 - Serie Normal - Esgoto	1	ø50 mm-ø50 mm	Pav. 1
Ventilação	Joelho 45_90 - Serie Normal - Esgoto	5	ø50 mm-ø50 mm	Pav. 2
Ventilação	Juncao - Serie Normal - Esgoto	1	ø50 mm-ø50 mm-ø50 mm	Pav. 1
Ventilação	Te_Juncao - Serie Normal - Esgoto	1	ø50 mm-ø50 mm-ø50 mm	Pav. 2
Ventilação	Terminal de ventilação	1	ø50 mm	Pav. 2
Ventilação: 9		9		
Água Fria	Bucha de Reducao Curta - Agua Fria_Soldavel	4	ø25 mm-ø20 mm	Pav. 1
Água Fria	Bucha de Reducao Curta - Agua Fria_Soldavel	1	ø25 mm-ø20 mm	Pav. 2
Água Fria	Bucha de Reducao Curta - Agua Fria_Soldavel	1	ø32 mm-ø25 mm	Pav. 2
Água Fria	Joelho 45_90 - Agua Fria_Soldavel	19	ø25 mm-ø25 mm	Pav. 1
Água Fria	Joelho 45_90 - Agua Fria_Soldavel	12	ø25 mm-ø25 mm	Pav. 2
Água Fria	Joelho 45_90 - Agua Fria_Soldavel	3	ø32 mm-ø32 mm	Pav. 2
Água Fria	Joelho 90 com Bucha de Latao - Agua Fria_Roscavel	4	ø25 mm-ø25 mm	Pav. 1
Água Fria	Joelho 90 com Bucha de Latao - Agua Fria_Roscavel	4	ø25 mm-ø25 mm	Pav. 2
Água Fria	Te_Reducao - Agua Fria_Soldavel	5	ø25 mm-ø25 mm-ø25 mm	Pav. 1
Água Fria	Te_Reducao - Agua Fria_Soldavel	2	ø25 mm-ø25 mm-ø25 mm	Pav. 2
Água Fria	Te_Reducao - Agua Fria_Soldavel	2	ø32 mm-ø32 mm-ø25 mm	Pav. 2
Água Fria	Te_Reducao - Agua Fria_Soldavel	1	ø32 mm-ø32 mm-ø32 mm	Pav. 2
Água Fria: 58		58		



5 SN-Pav. 2
1 : 100



Plantas Baixa e Tabelas

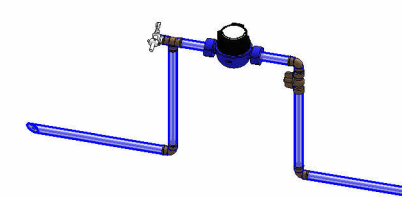
Galpão Comercial

HID.001

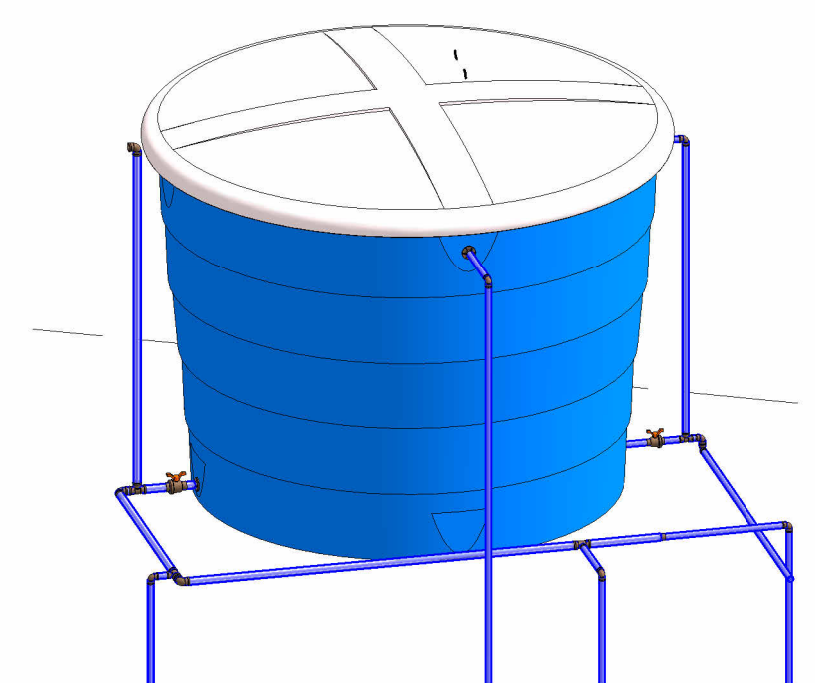
Data: Dezembro de 2024

Autor: Mateus Pimentel Mendes da Silva

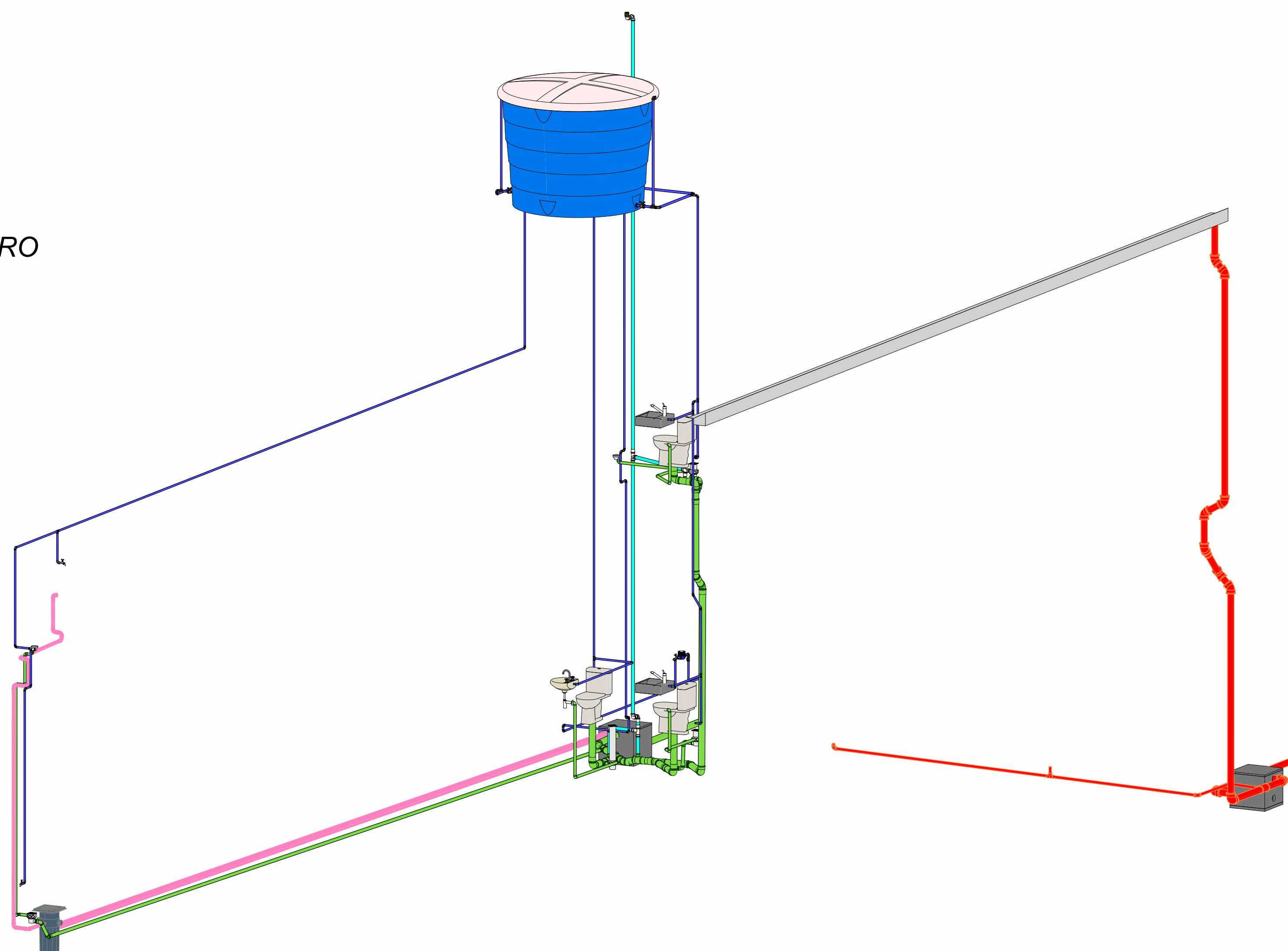
Escala: Indicado



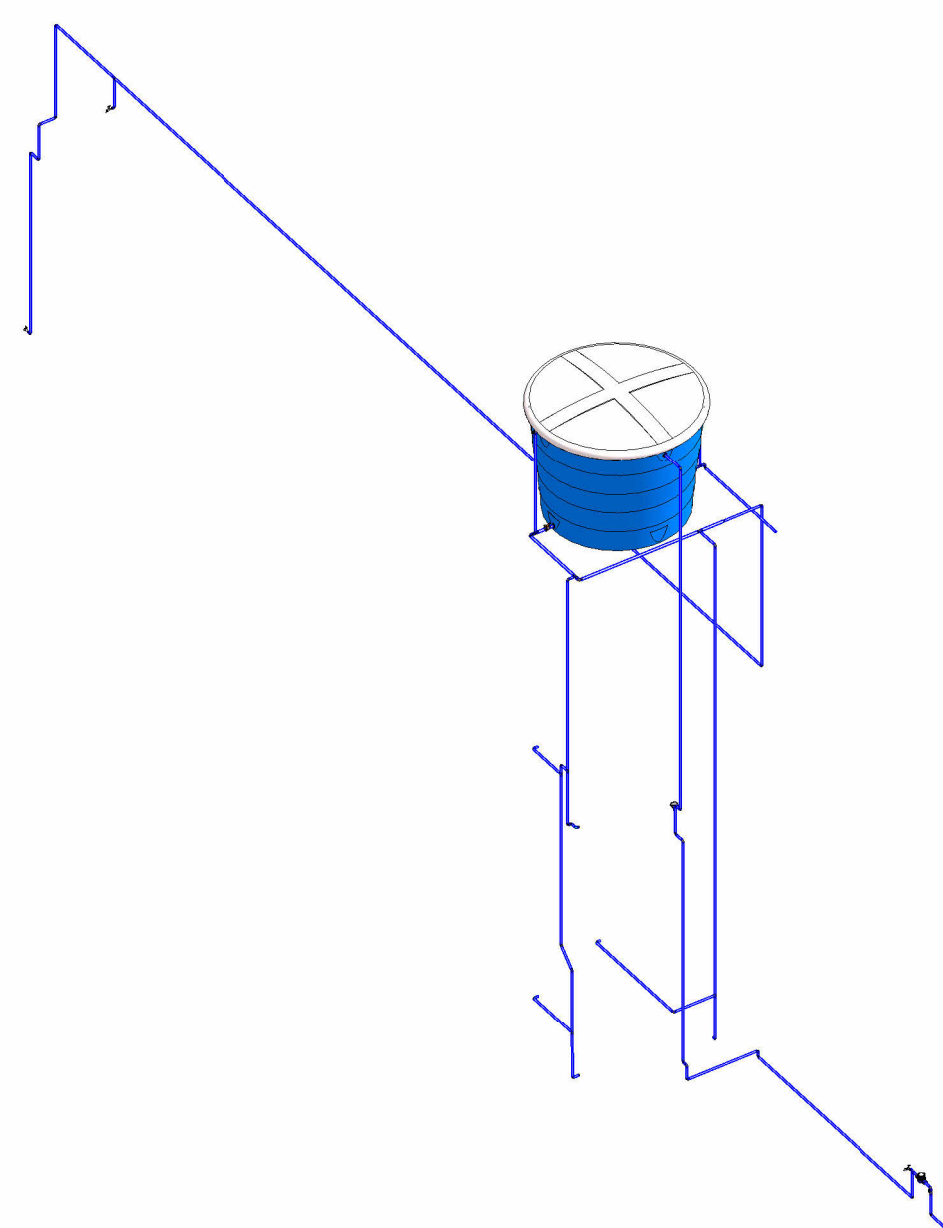
7 ISO HIDRÔMETRO



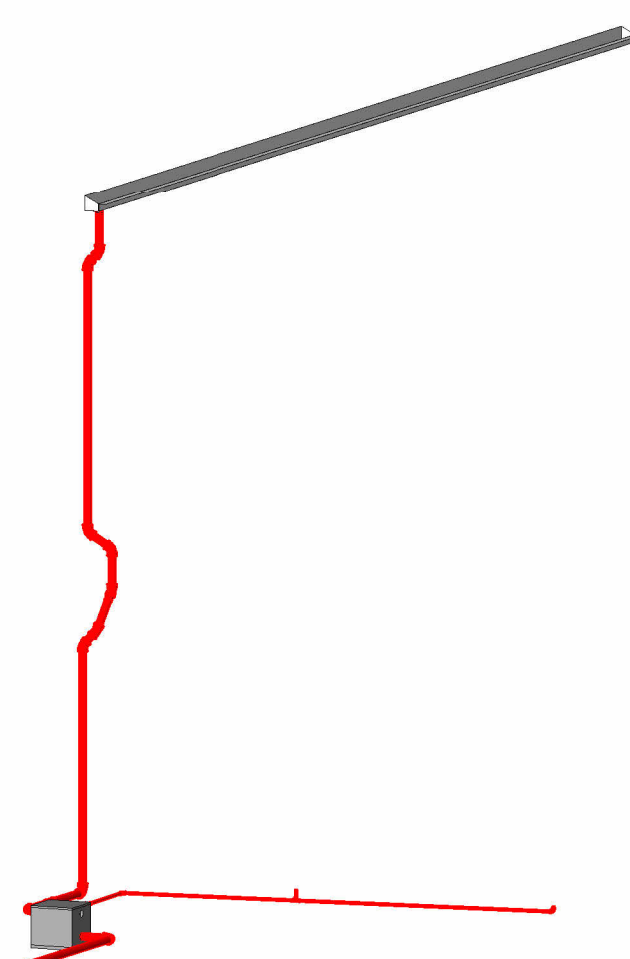
1 ISO CX D'ÁGUA



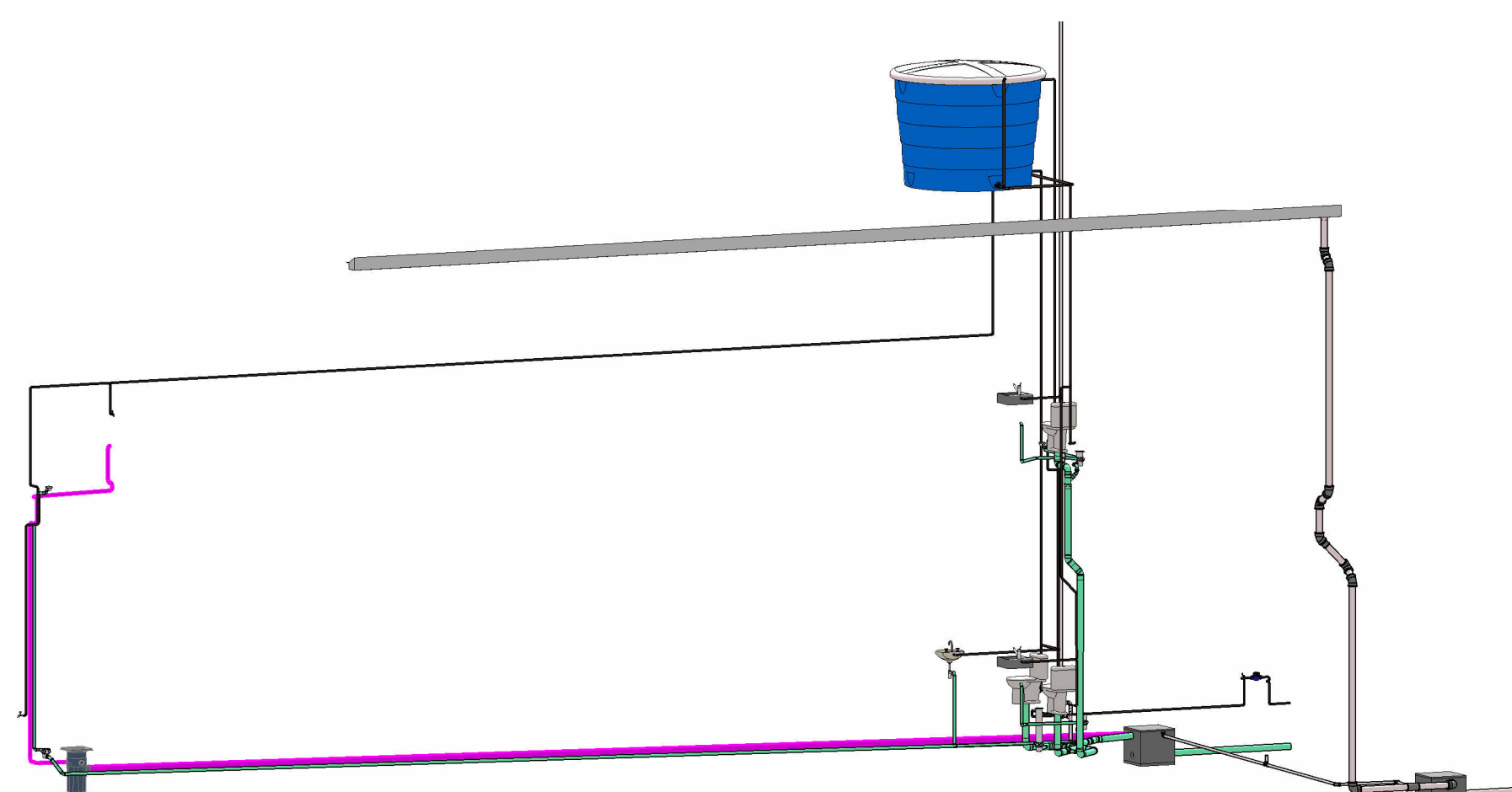
6 {3D}



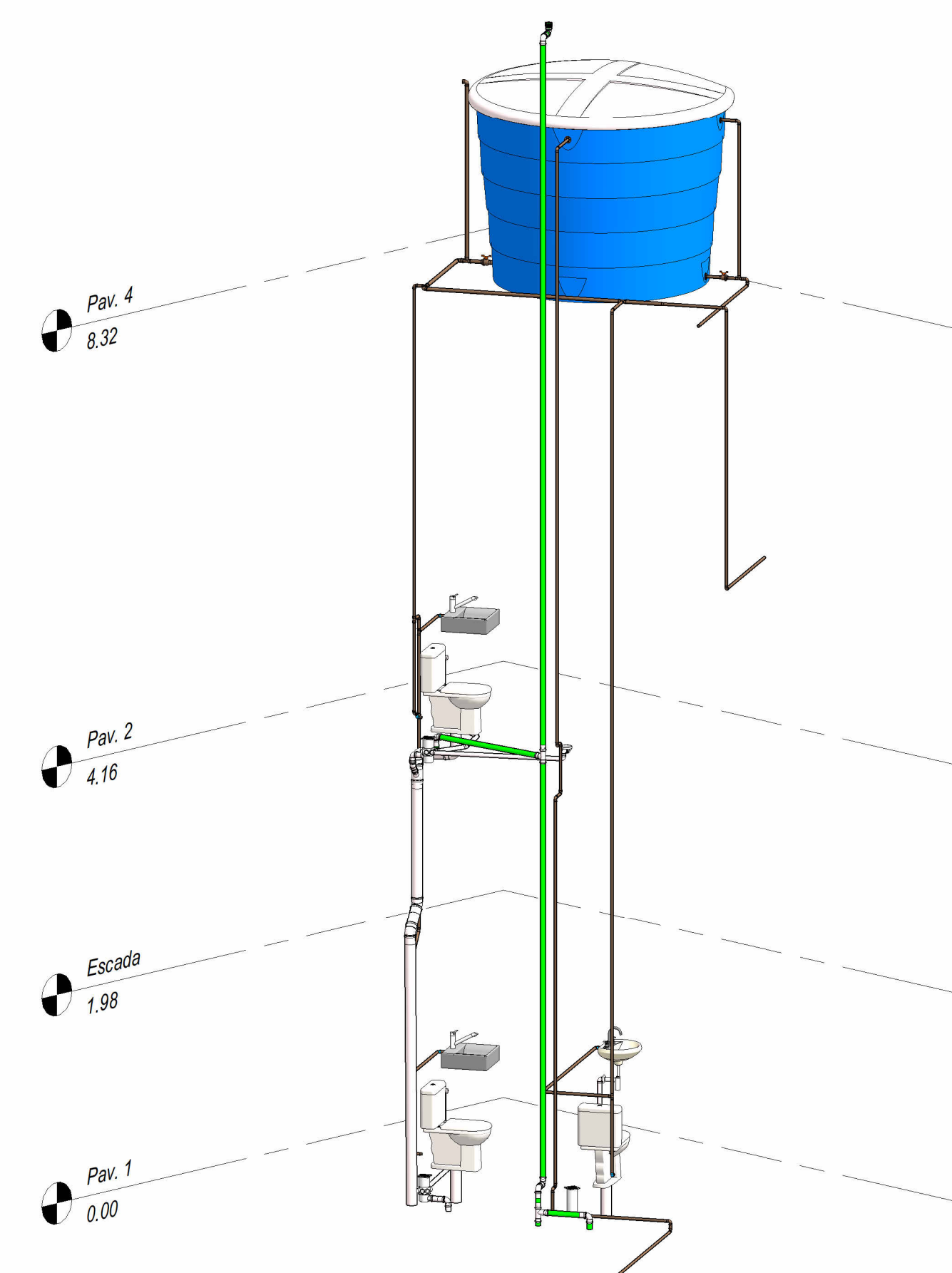
2 3D AF



3 3D PL



4 3D SN



5 ISO VENTILAÇÃO



Vistas 3D e Isométricas

Galpão Comercial

HID.002

Data: Dezembro de 2024

Autor: Mateus Pimentel Mendes da Silva

Escala: Indicado