

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

TÁBATA MINELLA LANER

**ANÁLISE COMPARATIVA DE UM PROJETO HIDROSSANITÁRIO POR MEIO DE
INSTALAÇÃO CONVENCIONAL E CERTIFICAÇÃO GBC BRASIL CASA**

CAXIAS DO SUL

2023

TÁBATA MINELLA LANER

**ANÁLISE COMPARATIVA DE UM PROJETO HIDROSSANITÁRIO POR MEIO DE
INSTALAÇÃO CONVENCIONAL E CERTIFICAÇÃO GBC BRASIL CASA**

Trabalho de Conclusão de Curso II desenvolvido no curso de Engenharia Civil da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Tiago Panizzon

CAXIAS DO SUL

2023

TÁBATA MINELLA LANER

**ANÁLISE COMPARATIVA DE UM PROJETO HIDROSSANITÁRIO POR MEIO DE
INSTALAÇÃO CONVENCIONAL E CERTIFICAÇÃO GBC BRASIL CASA**

Trabalho de Conclusão de Curso II desenvolvido no curso de Engenharia Civil da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 03/07/2023

Banca Examinadora

Prof. Me. Tiago Panizzon
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof. Me. Givanildo Garlet
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Juliano Rodrigues Gimenez
Universidade de Caxias do Sul – UCS

RESUMO

A construção civil está entre as principais atividades responsáveis pelo crescimento econômico e social dos países, em contrapartida, se destaca por impactar diretamente no meio ambiente, seja consumindo recursos naturais, alterando paisagens ou até mesmo pela geração de resíduos. É neste cenário que são inseridas as certificações de avaliação de desempenho ambiental, visando incorporar métodos mais sustentáveis de concepção e execução das edificações. A certificação GBC Brasil Casa visa enfrentar os desafios ambientais, reduzindo os custos operacionais da edificação e contribuindo para o conforto, saúde e bem-estar do usuário. Desta forma, o presente trabalho busca avaliar a aplicação da certificação GBC Brasil Casa em uma instalação hidrossanitária convencional, visto a disseminação dos selos sustentáveis no ramo da construção civil. Assim, foram desenvolvidos o projeto convencional e o projeto certificado de água e esgoto da edificação em questão, uma residência unifamiliar localizada na cidade de Caxias do Sul - RS, por meio do *software* AltoQi Builder, com a finalidade de analisar e identificar de forma quantitativa os pontos necessários para adequação ao selo, avaliar os impactos no quantitativo de materiais gerados pela necessidade de adequação dos sistemas de abastecimento, identificar a natureza e frequência das ocorrências de alterações do projeto e avaliar os impactos financeiros dos projetos hidrossanitários bem como o tempo de retorno para este investimento. Ao avaliar os projetos convencional e certificado, pode-se observar que a rede que mais teve novos elementos adicionados ao projeto foi a rede de alimentação e os materiais que menos sofreram alterações são provenientes da rede de esgoto. Percebe-se que de todas as alterações analisadas, a maior parte delas se concentra na natureza de água não potável, sendo elas vinculadas ao item “Crédito 3 – Uso de fontes alternativas não potáveis” da certificação, sendo responsável por 45,16% das alterações do projeto. Com relação aos impactos orçamentários do projeto hidrossanitário, pode-se concluir que o atendimento à certificação GBC Brasil Casa resultou em um aumento de 100,13% do valor do projeto convencional. O sistema de reaproveitamento de água da chuva apresenta um retorno de investimento em um período de sete anos e meio, já o sistema de aquecimento de água por placa solar apresenta um retorno do valor investido inicialmente em um ano e meio.

Palavras-chave: Hidrossanitário. Desempenho ambiental. Certificação ambiental.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Render do empreendimento utilizado como objeto de estudo	58
Figura 2 – Percentual de alterações (pavimento cobertura).....	87
Figura 3 - Quantidade de alterações por tipo de rede (pavimento cobertura)	88
Figura 4 - Percentual de alterações (pavimento superior).....	93
Figura 5 - Quantidade de alterações por tipo de rede (pavimento superior)	94
Figura 6 - Percentual de alterações (pavimento térreo)	101
Figura 7 - Quantidade de alterações por tipo de rede (pavimento térreo)	102
Figura 8 - Percentual de alterações (projeto completo).....	103
Figura 9 - Quantidade de alterações por tipo de rede (projeto completo)	104
Figura 10 - Quantidade de acréscimos dos materiais	105
Figura 11 - Quantidade de decréscimos dos materiais	106
Figura 12 - Relação natureza x frequência das alterações	110
Figura 13 - Relação frequência x item da certificação.....	111
Figura 14 - Percentual de contribuição dos custos por rede (projeto convencional)	112
Figura 15 - Percentual de contribuição dos custos por rede (projeto certificado)....	113
Figura 16 - Percentual de aumento de custos por rede	114

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de contribuintes residencial	14
Tabela 2 – Contribuição diária do empreendimento	14
Tabela 3 – Diâmetros comerciais tubo liso soldável.....	15
Tabela 4 – Altura dos pontos de utilização hidráulicos e sanitários	17
Tabela 5 – Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização	18
Tabela 6 – Comprimento equivalente para tubo liso (tubo de plástico, cobre ou liga de cobre)	20
Tabela 7 – Comprimento equivalente para registros	21
Tabela 8 – Principais usos de água quente	22
Tabela 9 – Contribuição diária de água quente	22
Tabela 10 – Vazão por peça de utilização: aquecedor de passagem	23
Tabela 11 – Vazão por peça de utilização: aquecedor de acumulação	24
Tabela 12 – Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga	26
Tabela 13 – Unidades de Hunter de contribuição para aparelhos não relacionados na Tabela 12	26
Tabela 14 – Dimensionamento de ramais de esgoto	27
Tabela 15 – Dimensionamento de tubos de queda	28
Tabela 16 – Dimensionamento de subcoletores e coletor predial	29
Tabela 17 – Dimensionamento dos desconectores sanitários	31
Tabela 18 – Distância máxima de um desconector ao tubo ventilador	32
Tabela 19 – Dimensionamento de ramais de ventilação	32
Tabela 20 – Dimensionamento de colunas e barriletes de ventilação.....	33
Tabela 21 – Intensidade pluviométrica na região de Caxias do Sul – RS	34
Tabela 22 – Dimensões da calha em função do comprimento do telhado	36
Tabela 23 – Área máxima de cobertura para condutores verticais de seção circular	37
Tabela 24 – Coeficiente de deflúvio	40
Tabela 25 – Categorias analisadas e pontuação.....	42
Tabela 26 – Requisitos básicos para pontos de consumo.....	46
Tabela 27 – Requisitos otimizados para pontos de consumo.....	47

Tabela 28 – Aparelhos e pontos por cômodo.....	59
Tabela 29 – Custo pelo fornecimento de água excedente a 5 m ³	69
Tabela 30 – Custos de manutenção dos sistemas implantados.....	70
Tabela 31 – Pontos necessários de alteração no projeto hidráulico.....	75
Tabela 32 – Elementos adicionados no projeto hidráulico.....	77
Tabela 33 – Pontos necessários de alteração no projeto sanitário.....	80
Tabela 34 – Elementos adicionados no projeto sanitário.....	81
Tabela 35 – Comparativo de materiais (pavimento cobertura).....	83
Tabela 36 – Comparativo de materiais (pavimento superior).....	89
Tabela 37 – Comparativos de materiais (pavimento térreo).....	94
Tabela 38 – Frequência e natureza das alterações de projeto.....	107
Tabela 39 – Valor presente líquido para o sistema de reaproveitamento de água da chuva.....	115
Tabela 40 – Valor presente líquido para o sistema de aquecimento de água por placa solar.....	116

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	OBJETIVOS	9
1.1.1	Objetivo Geral	9
1.1.2	Objetivos Específicos	9
1.2	DELIMITAÇÃO	10
1.3	ESCOLHA DO TEMA	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1	INSTALAÇÕES PREDIAIS HIDROSSANITÁRIAS	11
2.1.1	Projeto hidráulico	12
2.1.1.1	Instalações de água fria	12
2.1.1.1.1	<i>Dimensionamento do sistema de abastecimento</i>	13
2.1.1.1.2	<i>Dimensionamento do sistema de reservação</i>	15
2.1.1.1.3	<i>Dimensionamento do sistema de distribuição</i>	16
2.1.1.2	Instalações de água quente	21
2.1.1.2.1	<i>Dimensionamento do aquecedor de passagem</i>	23
2.1.1.2.2	<i>Dimensionamento do aquecedor solar</i>	24
2.1.2	Projeto sanitário	25
2.1.2.1	Dimensionamento dos ramais de descarga e esgoto	25
2.1.2.2	Dimensionamento dos tubos de queda e de gordura	27
2.1.2.3	Dimensionamento do subcoletor e do coletor predial	28
2.1.2.4	Dimensionamento da caixa de inspeção e gordura	29
2.1.2.5	Dimensionamento dos desconectores	30
2.1.2.6	Dimensionamento do sistema de ventilação	31
2.1.3	Projeto de águas pluviais	33
2.1.3.1	Áreas de contribuição de vazão	35
2.1.3.2	Dimensionamento das calhas	35
2.1.3.3	Dimensionamento dos condutores verticais	36
2.1.3.4	Dimensionamento de caixas coletoras	37
2.1.3.5	Utilização de água pluvial em edificações	37
2.1.3.5.1	<i>Método de Azevedo Neto</i>	39

2.1.3.5.2	<i>Método racional</i>	39
2.2	CERTIFICAÇÃO GBC BRASIL CASA.....	40
2.2.1	Categoria de Implantação	42
2.2.1.1	Crédito 10 - Controle e gerenciamento de águas pluviais.....	43
2.2.2	Categoria de Uso eficiente da água	44
2.2.2.1	Pré-Requisito 1 - Uso eficiente da água – básico.....	45
2.2.2.2	Pré-Requisito 2 - Medição única do consumo de água.....	46
2.2.2.3	Crédito 1 - Uso eficiente da água – otimizado.....	47
2.2.2.4	Crédito 2 - Medição setorizada do consumo de água.....	47
2.2.2.5	Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis.....	48
2.2.2.6	Crédito 4 - Sistemas de irrigação eficiente.....	48
2.2.3	Energia e atmosfera	49
2.2.3.1	Pré-Requisito 2 - Fontes de aquecimento de água eficientes.....	49
2.2.3.2	Crédito 4 - Fontes Eficientes de Aquecimento Solar.....	50
2.3	PADRÕES CONSTRUTIVOS.....	51
2.4	ORÇAMENTAÇÃO DE OBRAS.....	51
2.4.1	Custos diretos	52
2.4.2	Método analítico	52
2.5	METODOLOGIA BIM.....	53
2.5.1	Modelo 3D	54
2.5.2	Compatibilização de projetos	55
3	METODOLOGIA	57
3.1	DEFINIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.....	57
3.2	LEVANTAMENTO DE SUBSÍDIOS.....	59
3.3	MÉTODOS DE CÁLCULO.....	60
3.3.1	Projeto hidráulico	60
3.3.2	Projeto sanitário	63
3.3.3	Projeto GBC Brasil Casa	65
3.4	ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS.....	67
3.5	ANÁLISE ORÇAMENTÁRIA E TEMPO DE RETORNO DE INVESTIMENTO.....	68

4	RESULTADOS E ANÁLISES	72
4.1	ANÁLISE DOS PONTOS NECESSÁRIOS DE ALTERAÇÃO	72
4.1.1	Projeto hidráulico	72
4.1.1.1	Projeto convencional	72
4.1.1.2	Projeto certificado.....	73
4.1.1.3	Projeto convencional x Projeto certificado.....	75
4.1.2	Projeto sanitário	79
4.1.2.1	Projeto convencional	79
4.1.2.2	Projeto certificado.....	80
4.1.2.3	Projeto convencional x Projeto certificado.....	80
4.2	ANÁLISE DOS IMPACTOS NO QUANTITATIVO DE MATERIAIS	82
4.2.1	Pavimento Cobertura	82
4.2.2	Pavimento Superior	88
4.2.3	Pavimento Térreo	94
4.2.3	Projeto Convencional x Projeto Certificado	102
4.3	ANÁLISE DA NATUREZA E FREQUÊNCIA DAS OCORRÊNCIAS	106
4.3.1	Projeto Convencional x Projeto Certificado	106
4.4	CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO PROJETO CONVENCIONAL X PROJETO CERTIFICADO.....	111
4.4.1	Projeto Convencional	111
4.4.2	Projeto Certificado	112
4.4.3	Projeto Convencional x Projeto Certificado	113
4.5	ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA O INVESTIMENTO	115
4.5.1	Tempo de retorno do investimento do sistema de reaproveitamento de água da chuva	115
4.5.2	Tempo de retorno do investimento do sistema de aquecimento de água por placa solar	116
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
	REFERÊNCIAS	120
	APÊNDICE A	124
	APÊNDICE B	127
	APÊNDICE C	131

APÊNDICE D.....	135
APÊNDICE E.....	148
APÊNDICE F.....	163
APÊNDICE G.....	172
APÊNDICE H.....	183

1 INTRODUÇÃO

O Brasil enfrenta dificuldades na preservação do meio ambiente devido aos grandes desafios que o setor da construção enfrenta diariamente: *déficit* habitacional e de infraestrutura, transporte, saneamento e distribuição de energia. É de comum conhecimento que a construção civil é uma das grandes responsáveis pela destruição de áreas verdes, pela poluição atmosférica, em sua grande parte devido a demanda de produção de cimento, pela geração de resíduos, consumo de recursos naturais e pela redução de reservas hídricas. Estas dificuldades e impactos são agravados por filosofias de projeto conservadoras e técnicas construtivas ultrapassadas, fazendo com que ocorra o aumento da geração de resíduos sólidos e poluentes, por meio do consumo excessivo de matéria-prima natural (BOMFATI; SILVA, 2004).

Os impactos que o setor da construção civil deixa ao planeta são imensos. Em um panorama mundial, no decorrer das suas atividades, o setor é responsável por consumir cerca de 21% de toda água tratada e 42% da energia gerada, além de ser responsável por até 40% das emissões de gás carbônico diretas ou indiretas em todo o mundo e gerar cerca de 70% dos resíduos (CASADO, 2012). Dentro deste contexto, a certificação ambiental das edificações consiste em um importante instrumento na implementação de práticas sustentáveis no setor.

O *Green Building Council Brasil* (GBC Brasil) é uma organização independente e sem fins lucrativos, possuindo no Brasil atividades e projetos em todo país, sendo destaque no movimento internacional de *green building*. Dentre todas as certificações promovidas pelo GBC Brasil, a GBC Brasil Casa é de grande destaque. Esta certificação visa promover a transformação do setor da construção, com enfoque nas residências unifamiliares, por meio de estratégias desenvolvidas para alcançar seis objetivos: redução das mudanças climáticas, saúde e bem-estar, benefícios econômicos, recursos hídricos, biodiversidade e educação e comunicação (GBC Brasil, 2022). Conforme dados do *GBC Brasil*, um empreendimento sustentável pode reduzir em 30% o consumo de energia, 40% o consumo de água, 35% das emissões de gás carbônico e até 65% o descarte de resíduos (CASADO, 2012).

A construção civil traz diversos benefícios à sociedade, em contrapartida também gera inúmeros resíduos e consome recursos naturais em excesso. Desta forma, se faz necessário que seja incorporado, nos métodos de concepção e execução das edificações, técnicas que visem a redução do ônus causado pelas obras

de engenharia. É neste cenário que são inseridas as certificações de avaliação de desempenho ambiental, podendo ser um parâmetro a ser seguido, bem como um incentivo para a busca de um nível aceitável de sustentabilidade (BUENO; ROSSIGNOLO, 2013).

Com base nisso, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma análise comparativa de um projeto hidrossanitário elaborado por meio de instalação convencional e atendendo a certificação GBC Brasil Casa, avaliando de forma econômica as duas soluções. Neste, foram avaliados quantitativamente os pontos de interferência e as ocorrências para que a adequação ao selo seja realizada no projeto de uma residência unifamiliar de padrão construtivo médio, localizada no município de Caxias do Sul - RS.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos do trabalho proposto foram divididos em dois itens: o objetivo geral, em que a visão macro é apresentada, e os objetivos específicos, permitindo um maior detalhamento do que se pretende alcançar com este trabalho.

1.1.1 Objetivo Geral

Identificar e quantificar a ocorrência de impactos econômicos gerados por meio do desenvolvimento de projetos de instalações hidrossanitárias de uma residência unifamiliar, decorrentes da adequação do projeto convencional às exigências e parâmetros estabelecidos pela certificação GBC Brasil Casa.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa estão divididos da seguinte forma:

- a) Identificar os pontos necessários de alteração no projeto hidrossanitário de instalação convencional para a adequação exigida pela certificação GBC Brasil Casa;
- b) Avaliar os impactos no quantitativo de materiais gerados pela necessidade de adequação dos sistemas das instalações de abastecimento em uma residência unifamiliar localizada na cidade de Caxias do Sul - RS;

- c) Identificar a natureza e frequência das ocorrências das alterações do projeto;
- d) Avaliar o impacto orçamentário do projeto hidrossanitário por meio da instalação convencional e certificação GBC Brasil Casa;
- e) Avaliar a viabilidade econômica para o investimento no projeto hidrossanitário correspondente a adequação da certificação GBC Brasil Casa.

1.2 DELIMITAÇÃO

A pesquisa abrangeu o estudo de duas diferentes concepções para um projeto hidrossanitário, sendo uma instalação convencional e outra certificação GBC Brasil Casa (sendo analisados apenas os pontos pertinentes para o projeto hidrossanitário, não abrangendo outros pontos da certificação). Para análise comparativa, o projeto analisado foi de padrão construtivo médio, sendo uma edificação unifamiliar. O projeto será fornecido por escritório de engenharia e a elaboração do mesmo e análise dos dados dependem de *software* especializado em metodologia BIM.

1.3 ESCOLHA DO TEMA

A escolha do tema partiu do comum conhecimento de que existe, no setor da construção civil, cada vez mais aflorada, uma preocupação com o desenvolvimento sustentável, principalmente na sua dimensão ambiental. A construção civil traz diversos benefícios à sociedade, em contrapartida também gera inúmeros resíduos e consome recursos naturais em excesso. Desta forma, se faz necessário que seja incorporado, nos métodos de concepção e execução das edificações, técnicas que visem a redução do ônus causado pelas obras de engenharia. É neste cenário que são inseridas as certificações de avaliação de desempenho ambiental, podendo ser um parâmetro a ser seguido, bem como um incentivo para a busca de um nível aceitável de sustentabilidade (BUENO; ROSSIGNOLO, 2013).

Desta forma, se justifica o intuito da pesquisa de analisar quantitativamente os pontos de interferência e as ocorrências para que a adequação ao selo GBC Brasil Casa seja realizada, a fim de exemplificar que é possível elaborar um empreendimento sustentável nas questões hidráulicas e sanitárias apenas com ajustes e decisões tomadas ainda na etapa de concepção do projeto. Além de avaliar economicamente as alterações pertinentes à adequação ao selo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo estão discutidos uma revisão dos assuntos associados aos métodos de cálculo de dimensionamento para os projetos hidrossanitários, certificação GBC Brasil Casa, definição dos padrões construtivos, e conceitos de aplicação da metodologia BIM para o desenvolvimento de projetos.

2.1 INSTALAÇÕES PREDIAIS HIDROSSANITÁRIAS

De acordo com Miranda (2016), os projetos básicos, mais conhecidos como projetos complementares, são aqueles que acompanham o projeto arquitetônico e garantem o bom funcionamento e desempenho da edificação. Dentre os projetos complementares, pode-se destacar o projeto hidrossanitário, que se refere ao projeto hidráulico e sanitário. Segundo a NBR 15575-6 (ABNT, 2021), “as instalações hidrossanitárias são responsáveis diretas pelas condições de saúde e higiene requeridas para a habitação, além de apoiarem todas as funções humanas nela desenvolvidas”.

Segundo Júnior (2020), as instalações prediais hidrossanitárias têm por finalidade fazer a distribuição de água potável, em quantidade suficiente e sob pressão adequada, conforme orientações normativas, a todas as peças de utilização e aparelhos sanitários da edificação. Além da distribuição, estas instalações também são responsáveis por fazer a coleta, afastamento e em alguns casos, tratamento primário das águas pluviais e águas servidas da edificação. O autor afirma que estas instalações devem garantir condições favoráveis ao conforto e segurança do usuário, impedindo o retorno de águas pluviais nas canalizações, bem como a entrada de gases de esgotos, roedores ou insetos.

Na parte hidráulica, a partir do cálculo de distribuição de água potável, delimitam as redes de água fria e água quente. Em projeto, são representadas a locação da entrada de água, colunas de distribuição, ramais de distribuição, localização de peças de abastecimento e reservatórios. Na parte sanitária, de acordo com as exigências de higiene e normativas, são representadas as redes de coleta, tubos de queda, a locação de ralos, caixas de passagem, caixas de gordura e possíveis unidades de tratamento. É importante destacar que dentro do projeto sanitário, existe a coleta e disposição da água da chuva, ou seja, o projeto de águas

pluviais. Este sistema é constituído por calhas, ralos, condutores verticais e horizontais, caixa de areia e caixa coletora de águas pluviais (MIRANDA, 2016).

2.1.1 Projeto hidráulico

O projeto hidráulico compreende o fornecimento de água fria e água quente, bem como o seu abastecimento. Para a elaboração destes projetos, devem ser seguidas instruções normativas contidas na NBR 5626 – Sistemas prediais de água fria e água quente — projeto, execução, operação e manutenção (ABNT, 2020), somadas a ponderações e boas práticas definidas pelos projetistas, a fim de validar o bom funcionamento de todo o sistema, bem como ter a certeza que a pressão necessária para o abastecimento e a utilização dos equipamentos seja adequado.

Para Borges (1987), a instalação de distribuição de água é composta por tubulações, equipamentos, reservatórios e dispositivos, destinados ao abastecimento da edificação, em quantidade suficiente, mantendo a qualidade da água fornecida. O autor afirma que, a elaboração do projeto hidráulico deve ser conduzida concomitantemente com os outros projetos pertinentes da edificação, de modo que a compatibilização entre estes projetos atenda todos os requisitos técnicos e econômicos envolvidos.

De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 2020), os sistemas de abastecimento de água fria e água quente devem ser projetados de modo que, durante a vida útil de projeto desses sistemas do edifício, atendam aos seguintes requisitos: preservar a potabilidade da água; assegurar o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e vazões compatíveis com o funcionamento previsto dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes e em temperaturas adequadas ao uso; considerar acesso para verificação e manutenção; prover setorização adequada do sistema de distribuição; evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente; proporcionar aos usuários peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação; minimizar a ocorrência de patologia.

2.1.1.1 Instalações de água fria

Segundo Júnior (2020), as instalações de água fria podem ser divididas em três sistemas: sistema de abastecimento, sistema de reservação e sistema de distribuição.

De acordo com o autor, o sistema de abastecimento corresponde ao ramal predial, cavalete e alimentador predial, o sistema de reservação corresponde aos reservatórios e conjuntos elevatórios, quando necessários, já o sistema de distribuição corresponde ao barrilete, colunas e ramais de distribuição.

2.1.1.1.1 Dimensionamento do sistema de abastecimento

A instalação de água fria pode ser alimentada de duas formas: pela rede pública de abastecimento da região ou por um sistema privado. Quando o abastecimento é feito pela rede pública, a entrada de água na edificação será pelo ramal predial, que interliga a rede pública de distribuição de água à instalação predial. Após o ramal predial, encontra-se a instalação denominada cavalete, nela estará instalado o hidrômetro da edificação (JÚNIOR, 2020). De acordo com Macintyre (2010), o hidrômetro é o aparelho medidor do consumo de água, ele é importante para uma cobrança de valor justo para a água consumida, além de indicar possíveis vazamentos. Após o hidrômetro, encontra-se o alimentador predial, este, por sua vez, tem a função de abastecer a edificação. Vale ressaltar que no município de Caxias do Sul - RS existe uma caixa padrão obrigatória para ligação de água, sendo esta fornecida gratuitamente pela Autarquia SAMAE.

Segundo Macintyre (2010), para o dimensionamento destes elementos, se faz necessário determinar o valor do consumo diário de água da edificação. De acordo com o autor, o consumo diário de água fria depende da finalidade da edificação, ou seja, do seu uso. Júnior (2020) argumenta que, o consumo diário de água fria pode ser calculado por meio da Equação 1. Os valores para o número de contribuintes e contribuição diária, podem ser obtidos por meio das Orientações para elaboração de projetos hidrossanitários prediais (SAMAE, 2020) e podem ser observados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

$$C_d = P \times q \tag{1}$$

Onde:

C_d = Consumo diário, em l/dia;

P = Número de contribuintes;

q = Consumo per capita, em l/dia

Tabela 1 – Número de contribuintes residencial

NÚMERO DE CONTRIBUINTES (N)	
Residencial	2 pessoas por dormitório
Comercial e Industrial	
Até 1000 m ²	Área / 15
1000m ² - 2000 m ²	Área / 20
2001 m ² - 3000 m ²	Área / 25
Maior que 3000m ²	Área / 30

Fonte: SAMAE (2020).

Tabela 2 – Contribuição diária do empreendimento

Empreendimento	Unidade	Consumo (l/dia/hab)
Residencial Alto	Per capita	200
Residencial Médio	Per capita	160
Residencial Baixo	Per capita	150
Comercial	Per capita	50
Industrial	Per capita	70

Fonte: SAMAE (2020).

Conforme Silva (2019), com o consumo diário é possível realizar o dimensionamento do diâmetro mínimo do ramal predial, que geralmente é de 20 mm para residências e pequenos edifícios, no entanto cada concessionária estabelece a faixa de vazão. Ainda, segundo o autor, tanto o ramal predial, quanto o cavalete e hidrômetro terão o mesmo diâmetro. Vale ressaltar que para o município de Caxias do Sul - RS, este dimensionamento é de responsabilidade da autarquia SAMAE.

Para finalizar o dimensionamento do sistema de abastecimento, é necessário calcular o diâmetro do alimentador predial. Silva (2019) afirma que o alimentador predial é o conduto que liga o hidrômetro ao reservatório. O diâmetro para o alimentador predial, ou seja, a rede de abastecimento, depende da vazão requerida e pode ser calculada por meio da Equação 2.

$$Q = \frac{C_d}{T} \quad (2)$$

Onde:

Q = Vazão do conduto, em l/s;

C_d = Consumo diário, em l/dia;

T = Tempo de reposição, em s.

A NBR 5626 (ABNT, 2020), indica que a vazão a considerar no abastecimento do reservatório deve ser suficiente para a reposição total do volume destinado ao consumo diário de água em até 6 h. No caso de residências unifamiliares, contudo, o tempo de reposição deve ser de até 3 h. Com a vazão calculada, pode-se encontrar o diâmetro equivalente, por meio dos valores obtidos pela Tabela 3.

Tabela 3 – Diâmetros comerciais tubo liso soldável

Diâmetro nominal	Diâmetro interno (mm)	Vazão máxima (l/s)	Velocidade máxima (m/s)
15	12,7	0,2	1,58
20	19,05	0,55	1,93
25	25,4	1,13	2,25
32	31,75	1,98	2,49
40	38,1	2,85	2,73
50	50,8	5,07	3,16
60	63,5	7,92	3,53
75	76,2	11,4	3,86
100	101,6	20,27	4,46

Fonte: Catálogo técnico Tigre (2022).

2.1.1.1.2 Dimensionamento do sistema de reservação

Saber o tamanho ideal do reservatório é muito importante para que o abastecimento seja adequado ao número de pessoas, para que supra a necessidade de uso e da mesma forma não seja superdimensionado, para não armazenar muita água, de forma que sobrecarregue a estrutura, ou que a água fique parada por um período grande de tempo sem uso (JÚNIOR, 2020). Ainda segundo o autor, o reservatório pode ser calculado por meio da Equação 3.

$$V = C_d \times R \quad (3)$$

Onde:

V = Volume do reservatório, em l;

C_d = Consumo diário, em l/dia;

R = Dias de reserva.

A NBR 5626 (ABNT, 2020), indica que o volume total de água reservado deve atender no mínimo um dia de consumo normal no edifício. Macintyre (2010) afirma que o volume máximo de reservação não pode ser superior a três vezes o consumo diário, justamente para evitar a ocorrência de água parada por um longo período de tempo.

De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 2020), os reservatórios devem garantir a preservação do padrão de potabilidade, não permitindo que seja transmitido para a água cor, gosto, odor ou toxicidade e não promover o crescimento de microrganismos. O reservatório deve ser um recipiente estanque com tampa de modo a evitar a entrada de insetos, animais, poeiras e líquidos e deve ser de um material resistente a corrosão ou anticorrosivo.

Conforme Júnior (2020), além da tubulação de abastecimento e da tubulação de distribuição de água fria, existem duas tubulações que devem se conectar com o reservatório: a tubulação de limpeza e a tubulação do extravasor. De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 2020), os reservatórios devem ser dotados de tubulação de limpeza para permitir o seu completo esvaziamento. Na tubulação de limpeza, deve haver um registro de fechamento em posição de fácil acesso e operação, situado próximo à saída do reservatório. Júnior (2020) complementa que se deve evitar diâmetros menores que 32 mm, pois o lodo acumulado no fundo do reservatório pode, eventualmente, entupir a tubulação. Define a NBR 5626 (ABNT, 2020) que, os reservatórios devem ser dotados de tubulação de extravasor, para evitar o transbordamento de água no mesmo. Júnior (2020) afirma que o diâmetro do extravasor é determinado adotando-se uma bitola comercial imediatamente superior à bitola do alimentador predial.

2.1.1.1.3 Dimensionamento do sistema de distribuição

De acordo com Macintyre (2010), o sistema de distribuição de água fria é constituído pelo conjunto de canalizações que interligam os pontos de consumo ao reservatório da edificação. Para possibilitar a manutenção de qualquer parte do sistema de distribuição deve ser prevista setorização, mediante a previsão de registros de fechamento. A NBR 5626 (ABNT, 2020) explica que devem ser previstos registros

de fechamento, particularmente: no barrilete, posicionado no trecho que alimenta o próprio barrilete; na coluna de distribuição, posicionado a montante do primeiro ramal; no ramal, posicionado a montante do primeiro sub-ramal em ao menos um dos ambientes sanitários da unidade autônoma; havendo medição individualizada, a montante do hidrômetro.

Para dimensionar as redes de distribuição de água fria e quente todos os pontos de utilização e aparelhos devem ser definidos, a fim de se obter os valores de altura, vazão e pressão mínimas e máximas para abastecimento dos mesmos. Na Tabela 4, pode-se observar as alturas usuais para os pontos de utilização.

Tabela 4 – Altura dos pontos de utilização hidráulicos e sanitários

Referência	Ponto de utilização	Altura (cm)
BS	Bacia sanitária c/ válvula	33
BCA	Bacia sanitária c/ caixa acoplada	20
DC	Ducha higiênica	50
BI	Bidê	20
BH	Banheira de hidromassagem	30
CH	Chuveiro ou ducha	220
LV	Lavatório	60
MIC	Mictório	105
MLR	Máquina de lavar roupa	90
MLL	Máquina de lavar louça	60
PIA	Pia	110
TQ	Tanque	115
TL	Torneira de limpeza	60
TJ	Torneira de jardim	60
RP	Registro de pressão	110
RG	Registro de gaveta	180
VD	Válvula de descarga	110

Fonte: Júnior (2020).

O dimensionamento do sistema pelo método dos pesos, consiste em traçar a tubulação do reservatório até os seus pontos de abastecimento, fazendo a soma dos pesos dos mesmos, assim encontrando a vazão máxima e o diâmetro interno correspondente, de acordo com a Tabela 3. A Equação 4, levando em conta a NBR 5626 (ABNT, 1998) pode ser utilizada para estimar a vazão na tubulação. Porém, vale ressaltar que a NBR 5626 (ABNT, 1998) foi atualizada em 2020, sendo a NBR 5626

(ABNT, 2020). Nesta atualização, a norma não traz mais o roteiro de cálculo, tabelas com pesos relativos de aparelhos sanitários nem diâmetros sugeridos ou parâmetros fixos, ela apenas recomenda que os cálculos para desenvolvimento do projeto sejam elaborados por método reconhecido ou devidamente fundamentado, dando mais liberdade para o projetista. Desta forma, um dos métodos adequados para edificações residenciais é o método dos pesos, visto que o uso simultâneo das peças sanitárias não é esperado.

$$Q = 0,3 \times \sqrt{\sum P} \quad (4)$$

Onde:

Q = Vazão estimada da seção considerada, em l/s;

P = Soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada.

A NBR 5626 (ABNT, 1998), indica os valores de peso a serem considerados para cada peça hidráulica, os quais podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5 – Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo
Bacia sanitária	Caixa de descarga	0,15	0,3
	Válvula de descarga	1,70	32
Chuveiro ou ducha	Misturador	0,20	0,4
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas	Registro de pressão	0,30	1,00
Lavatório	Torneira ou misturador	0,15	0,3
Pia	Torneira ou misturador	0,25	0,7
	Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque	Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	0,20	0,4

Fonte: Adaptado da NBR 5626 (ABNT, 1998).

Para dimensionar o diâmetro da tubulação compara-se a vazão estimada na Equação 4 e busca-se um diâmetro que suporte a vazão na Tabela 3. Com o valor de vazão, pode-se encontrar a velocidade da água dentro da tubulação em análise, esta, segundo a NBR 5626 (ABNT, 2020), deve ser menor que 3 m/s. A velocidade da água dentro da tubulação pode ser calculada por meio da Equação 5.

$$V = \frac{Q}{\frac{(\pi \times D_i^2)}{4}} \times 1000 \quad (5)$$

Onde:

V = Velocidade, em m/s;

Q = Vazão estimada, em l/s;

D_i = Diâmetro interno da tubulação, em mm.

Para a verificação da pressão disponível no ponto de utilização, deve-se calcular a diferença entre a pressão manométrica existente (devido à diferença de altura do ponto de abastecimento até o ponto de utilização) e a perda de carga do sistema. A perda de carga do sistema, por sua vez, corresponde à perda de carga do tubo e de suas conexões. As perdas de carga poderão ser: distribuídas (ocasionadas pelo movimento da água na tubulação) ou localizadas (ocasionadas por conexões, válvulas, registros etc.); portanto, maior comprimento de tubos, maior número de conexões, tubos mais rugosos e menores diâmetros geram maiores atritos e choques e, conseqüentemente, maiores perdas de carga e menor pressão nas peças de utilização (JÚNIOR, 2020).

Para o cálculo da perda de carga total no sistema, pode-se calcular uma perda de carga unitária para o material da tubulação, obter os comprimentos totais das tubulações e os comprimentos equivalentes das conexões. Deve-se somar o comprimento total da tubulação com o comprimento equivalente (referente as conexões) e multiplicar pelo valor de carga unitária. A perda de carga unitária para tubulações lisas, de acordo com Júnior (2020), pode ser calculada por meio da fórmula de *Fair-Whipple e Hsiao*, de acordo com a Equação 6.

$$J = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times D^{-4,75} \quad (6)$$

Onde:

J = Perda de carga unitária, em kPa/m (1 kPa/m é aproximadamente equivalente a 0,1 m.c.a.);

Q = Vazão estimada, em l/s;

D = Diâmetro interno, em mm.

A perda de carga nas conexões também pode ser calculada pelo método dos comprimentos equivalentes, que compara a perda de carga produzida por uma peça especial ou conexão com a mesma perda de carga produzida por um comprimento equivalente de um tubo de mesmo material e diâmetro. Os comprimentos equivalentes para o cálculo da perda de carga total podem ser observados nas Tabelas 6 e 7. Estes comprimentos equivalentes também podem, preferencialmente, ser retirados dos catálogos dos fabricantes das peças.

Tabela 6 – Comprimento equivalente para tubo liso (tubo de plástico, cobre ou liga de cobre)

Diâmetro nominal (DN)	Tipo de conexão					
	Joelho 90° (m)	Joelho 45° (m)	Curva 90° (m)	Curva 45° (m)	Tê de passagem direta (m)	Tê passagem lateral (m)
15	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3
20	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4
25	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1
32	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6
40	3,2	1,0	1,2	0,6	2,2	7,3
50	3,4	1,3	1,3	0,7	2,3	7,6
65	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8

Fonte: Adaptado da NBR 5626, ABNT (1998).

Tabela 7 – Comprimento equivalente para registros

Diâmetro nominal (DN)	Tipo de conexão		
	Registro globo (m)	Registro gaveta (m)	Registro ângulo (m)
20	11,1	0,1	5,9
25	11,4	0,2	6,1
32	15,0	0,3	8,4
40	22,0	0,4	10,5
50	35,8	0,7	17,0
60	37,9	0,8	18,5

Fonte: Júnior (2020).

Com a perda de carga unitária e o comprimento total (comprimento da tubulação somando os comprimentos equivalentes), pode-se obter o valor da perda de carga total, bastando multiplicar estes valores. Com o valor de perda de carga e a pressão manométrica inicial existente no ponto, consegue-se calcular a pressão final no ponto, basta diminuir a perda de carga do valor de pressão manométrica inicial. De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 2020) a pressão estática máxima é limitada em 40 m.c.a., a pressão mínima em qualquer ponto da rede não deve ser inferior a 0,5 m.c.a. e para o bom funcionamento das peças de utilização a pressão deve ser de no mínimo 1 m.c.a. (a não ser que o aparelho instalado requeira uma pressão maior) e deve atender as vazões de projeto.

2.1.1.2 Instalações de água quente

O sistema predial de água quente é formado por alguns componentes básicos, dentre eles: a tubulação de água fria que alimenta o sistema de água quente; aquecedores; dispositivos de segurança; tubulação de distribuição de água quente; peças de utilização (ducha, chuveiro, torneiras de pia, lavatório, etc), (MACINTYRE, 2010). Este sistema não é de uso obrigatório, podem ser instalados equipamentos aquecidos de forma elétrica, como chuveiros e torneiras com resistência elétrica, sendo a rede de água quente opcional. De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 2020), a temperatura da água no sistema de armazenamento e distribuição de água quente deve atender às necessidades dos usuários e aos usos pretendidos. Devem ser adotados materiais e componentes adequados ao valor máximo da temperatura que atenda à situação de operação normal.

Júnior (2020) afirma que existem temperaturas ideais para cada uso e ambiente. Os principais usos de água quente nas instalações prediais e as temperaturas convenientes, nos pontos de utilização, podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8 – Principais usos de água quente

Ambiente	Temperatura
Uso pessoal em banhos ou higiene	35 °C a 50 °C
Em cozinhas	60 °C a 70 °C
Em lavanderias	75 °C a 85 °C
Em finalidades médicas	100 °C

Fonte: Júnior (2020).

Todos os dimensionamentos das redes de distribuição de água quente são realizados da mesma forma que para as redes de distribuição de água fria. Um parâmetro que diverge entre as duas redes é o consumo diário da edificação, visto que o consumo diário de água quente é menor que o consumo diário de água fria (MACINTYRE, 2010). Os valores para estimativa de consumo de água quente podem ser observados na Tabela 9.

Tabela 9 – Contribuição diária de água quente

Prédio	Unidade	Consumo (l/dia/hab)
Apartamento	Per capita	60
Aquecedor elétrico	Per capita	45
Residências Aquecedor a gás	Per capita	40
Aquecedor solar	Per capita	50
Escritórios	Per capita	50
Restaurantes	Refeição	12
Sala e hotéis	Per capita	36

Fonte: Adaptado de Creder (2006).

De acordo com Creder (2006), todos os sistemas de aquecimento de água devem conter dispositivos automáticos de segurança, como válvulas, para limitar a máxima temperatura da água, evitando superaquecimentos que danificam a instalação e podem ferir o usuário. Além disso, o aquecimento da água pode acontecer por aquecedores de passagem, sem reservação de água quente ou por placas solares, com sistema próprio para reserva de água quente.

2.1.1.2.1 Dimensionamento do aquecedor de passagem

O aquecedor de passagem, a gás ou elétrico, realiza a distribuição de água de forma contínua. Isso significa que o aquecimento acontece sempre que alguém utiliza um ponto de água quente e não há acumulação. Neste modelo, basta abrir o ponto de utilização para que o modelo passe a funcionar e a água corra aquecida. Todo aquecedor de passagem precisa de uma pressão mínima para funcionar, visto que seu mecanismo é ativado com a passagem de água pelo mesmo. Todo fabricante deve informar a pressão recomendada para o bom funcionamento do aparelho (JÚNIOR, 2020).

Os aquecedores instantâneos a gás devem estar em conformidade com a NBR 5899 – Aquecedor de água a gás tipo instantâneo – terminologia (ABNT, 1995) e a NBR 8130 – Aquecedores de água a gás tipo instantâneo – especificação (ABNT, 2004).

De acordo com Macintyre (2010), para dimensionar o aquecedor de passagem é necessário saber o número de pontos de consumo que serão atendidos (duchas, torneiras de lavatórios etc.), bem como a vazão (l/min) das peças de utilização. A NBR 5626 (ABNT, 2020), exige que o aquecedor tenha vazão suficiente para atender no mínimo um ponto de água quente da edificação, a norma não exige que todos os pontos sejam atendidos simultaneamente. Na Tabela 10 é possível observar os valores recomendados para a vazão, por peça de utilização.

Tabela 10 – Vazão por peça de utilização: aquecedor de passagem

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Vazão (l/min)
Chuveiro ducha	Misturador	12
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	8
Lavatório	Torneira ou misturador	6
Pia	Torneira ou misturador	8

Fonte: Júnior (2020).

Para o dimensionamento, pode-se somar as vazões que o aquecedor atende simultaneamente. Com o valor de vazão total dos aparelhos, pode-se dividir esta vazão por 2, pois a água fria está sendo misturada com a água quente. Desta forma, pode-se selecionar um aquecedor que atenda esta vazão (JÚNIOR, 2020).

2.1.1.2.2 Dimensionamento do aquecedor solar

A placa solar é um dos principais equipamentos do sistema de energia solar, sendo responsável por realizar a conversão da luz do sol em energia térmica por meio da captação dos raios ultravioleta. No sistema de placas solares, se faz necessário o uso de um reservatório térmico, com a finalidade de armazenar a água aquecida e conservá-la para posterior utilização, já que, nas horas em que há radiação solar, existe pouca demanda por água quente. Além disto, o reservatório térmico ou, *boiler*, possui resistência elétrica, que aquece a água em dias em que não há luz solar suficiente (JÚNIOR, 2020).

A norma que estabelece os requisitos de projeto e instalação para o sistema de aquecimento solar, considerando aspectos de concepção, dimensionamento, arranjo hidráulico, instalação e manutenção, é a NBR 15569 – Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto: requisitos de projeto e instalação (ABNT, 2020).

O dimensionamento de um sistema de aquecimento solar está relacionado diretamente ao número de usuários e à destinação da água quente (pontos de consumo). Para calcular o volume do boiler, adota-se os valores de consumo conforme Tabela 9. As torneiras da pia da cozinha, do tanque, da máquina de lavar louças, da máquina de lavar roupa e das banheiras de hidromassagem deverão ser consideradas à parte, conforme Tabela 11, (JÚNIOR, 2020).

Tabela 11 – Vazão por peça de utilização: aquecedor de acumulação

Peça de utilização	Volume (l)
Banheira	12
Pia de cozinha	50
Máquina de lavar roupa	150

Fonte: Júnior (2020).

Desta forma, para o dimensionamento do boiler, basta somar todos os volumes, de acordo com a quantidade de habitantes e com as peças de utilização. Com relação aos coletores, deve ser avaliada a eficiência da absorção solar da placa coletora de acordo com as informações do fabricante. Para o seu dimensionamento, basta dividir o valor do volume encontrado para o boiler, pelo volume de atendimento das placas solares, encontrando assim a área coletora (JÚNIOR, 2020).

2.1.2 Projeto sanitário

O projeto sanitário compreende a coleta de todo o esgoto e água poluída da edificação, bem como o seu correto tratamento e descarte em casos de municípios onde sejam inexistentes as estações de tratamento. Para a elaboração destes projetos, devem ser seguidas instruções normativas contidas na NBR 8160 – Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução (ABNT, 1999).

De acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999), o sistema de esgoto sanitário deve ser projetado de modo que: evite a contaminação da água, garantindo sua qualidade de consumo nos ambientes receptores; permita o rápido escoamento da água e despejos, evitando vazamentos e formação de acúmulos na tubulação; impeça que os gases provenientes do esgoto e corpos estranhos invadam áreas de utilização; permita que toda a rede seja de fácil inspeção e manutenção e não interligue as redes do sistema de esgoto com outras redes da edificação.

O sistema de esgoto sanitário trabalha sempre que possível com escoamento livre, e o seu dimensionamento é usualmente desenvolvido pelo método das Unidades de Hunter de Contribuição (UHC). A Unidade Hunter de Contribuição é um valor que correlaciona a probabilidade de simultaneidade de uso da vazão dos aparelhos sanitários em hora de contribuição máxima, assim foram criadas várias tabelas para facilitar o dimensionamento do sistema esgoto sanitário (BAPTISTA, 2010).

Segundo Júnior (2020), os principais componentes de um sistema predial de esgoto são: aparelhos sanitários, desconectores ou sifões, ralos, caixas sifonadas, ramal de descarga, ramal de esgoto, tubo de queda, coluna de ventilação, subcoletor, dispositivos de inspeção (caixa de inspeção e caixa de gordura), coletor predial e válvula de retenção.

2.1.2.1 Dimensionamento dos ramais de descarga e esgoto

Para Júnior (2020), o ramal de descarga é a tubulação que recebe diretamente os efluentes dos aparelhos sanitários. O ramal de descarga da bacia sanitária deve ser conectado diretamente à caixa de inspeção ou tubo de queda, já os ramais de descarga dos lavatórios, banheiras, bidês, ralos e tanques devem ser conectados a caixa sifonada. Os ramais de descarga podem ser dimensionados de acordo com os valores apresentados na Tabela 12, caso algum aparelho sanitário não esteja

presente na Tabela 12, o mesmo é dimensionado pelos valores apresentados na Tabela 13.

Tabela 12 – Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga
Bacia sanitária		6	100
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	Coletivo	2	40
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50
Máquina de lavar roupas		3	50

Fonte: Adaptado da NBR 8160, ABNT (1999).

Tabela 13 – Unidades de Hunter de contribuição para aparelhos não relacionados na Tabela 12

Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga DN	Número de unidade de Hunter de contribuição UHC
40	2
50	3
75	5
100	6

Fonte: Adaptado da NBR 8160, ABNT (1999).

O ramal de esgoto, por sua vez, recebe os efluentes dos ramais de descarga, de forma direta ou a partir de uma caixa sifonada e conduz a um subcoletor, ou até mesmo a um tubo de queda (JÚNIOR, 2020). Os ramais de esgoto podem ser dimensionados de acordo com os valores apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Dimensionamento de ramais de esgoto

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

Fonte: Adaptado da NBR 8160, ABNT (1999).

O dimensionamento do sistema de esgoto sanitário pelo método de Hunter consiste em traçar a tubulação dos pontos de coleta até seu tratamento adequado, fazendo a soma dos pesos dos mesmos, assim encontrando o peso total e o diâmetro correspondente (NETTO, 2015). De acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999), em geral, adota-se declividade mínima de 2% para tubulações com diâmetro nominal igual ou inferior 75 mm; 1% para tubulações com diâmetro nominal igual ou superior a 100 mm.

2.1.2.2 Dimensionamento dos tubos de queda e de gordura

Os tubos de queda são tubulações verticais, existentes em edificações de dois ou mais pavimentos. Estas tubulações recebem efluentes dos ramais de esgoto e dos ramais de descarga. O dimensionamento do tubo de queda é realizado para o total de UHC que o mesmo deverá receber e não por trechos, pois o mesmo deve ter diâmetro uniforme em toda sua extensão (BAPTISTA, 2010). O diâmetro do tubo de queda deve ser maior ou igual ao da tubulação à ele ligada. O diâmetro mínimo recomendado para tubo de queda que recebe efluentes fecais é de 100 mm, já para efluentes de pias de cozinha é de no mínimo 75 mm, salvo em edificações de até dois andares que recebem até 6 UHC, neste caso o diâmetro mínimo do tubo de queda é de 50 mm (BAPTISTA, 2010). O diâmetro do tubo de queda pode ser calculado por meio dos valores obtidos da Tabela 15.

Tabela 15 – Dimensionamento de tubos de queda

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

Fonte: Adaptado da NBR 8160, ABNT (1999).

2.1.2.3 Dimensionamento do subcoletor e do coletor predial

Subcoletor é a tubulação horizontal que recebe os efluentes de um ou mais tubos de queda ou de ramais de esgoto. Os subcoletores deverão possuir um diâmetro mínimo de 100 mm para uma declividade de 1%, também mínima. No dimensionamento dos subcoletores em prédios residenciais, deve ser considerado apenas o aparelho de maior descarga de cada banheiro para a somatória do número de Unidades Hunter de Contribuição. Nos demais casos, devem ser considerados todos os aparelhos contribuintes para o cálculo do número de UHC (BAPTISTA, 2010).

De acordo com Júnior (2020), o coletor predial é o trecho de tubulação compreendido entre o último subcoletor, ramal de esgoto ou de descarga ou caixa de inspeção, e o coletor público. O coletor predial deve ter diâmetro nominal mínimo de 100 mm. Pode-se dimensionar os subcoletores e coletores perdias por meio dos valores obtidos na Tabela 16.

Tabela 16 – Dimensionamento de subcoletores e coletor predial

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

Fonte: Adaptado da NBR 8160, ABNT (1999).

2.1.2.4 Dimensionamento da caixa de inspeção e gordura

Silva (2019) afirma que a caixa de inspeção tem função de permitir a inspeção, limpeza e desobstrução das tubulações de esgoto. É instalada em mudanças de direção e de declividade ou quando o comprimento da tubulação de esgoto (subcoletor ou coletor predial) ultrapassa 12 m. As caixas de inspeção também são padronizadas de acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999), devem ter no máximo um metro de profundidade, com formato prismático de lado interno de pelo menos 60 centímetros ou cilíndrico com diâmetro mínimo de 60 centímetros, possuir tampa de fecho hermético e com fundo propício para escoamento rápido a fim de evitar depósitos.

A NBR 8160 (ABNT, 1999), também indica as distâncias entre as caixas e outros elementos a fim de garantir a longevidade da rede. A distância de 25 metros é a máxima permitida entre duas caixas de inspeção. Os comprimentos dos trechos dos ramais de descarga e esgoto de bacias sanitárias, caixas de gordura e caixas sifonadas, medidos entre os mesmos e os dispositivos de inspeção, não deve ser superior a 10 metros.

Os ramais com efluentes de gordura, provenientes das pias de cozinha, devem ser ligados diretamente às caixas de gordura. Quando a edificação possuir mais de um pavimento, devem existir tubos de queda de gordura, para separar esses efluentes do restante (JÚNIOR, 2020). De acordo com Silva (2019), a caixa de gordura é responsável por reter em sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando,

dessa maneira, que esses componentes escoem livremente pela rede de esgoto e gerem obstrução.

A NBR 8160 (ABNT, 1999), prescreve alguns tipos de caixas de gordura em função do número de cozinhas que a mesma deve atender. Elas são divididas em quatro modelos: caixa de gordura pequena para coleta de uma cozinha com capacidade de reter 18 L; caixa de gordura simples para coleta de duas cozinhas com capacidade de reter 31 L; caixa de gordura dupla para coleta de até doze cozinhas com capacidade de reter 120L; caixa de gordura especial para coleta acima de doze cozinhas cujo volume de retenção de gordura deve ser calculado, esta caixa de gordura especial é utilizada em edifícios com pavimentos sobrepostos, onde não é permitido o uso de caixas individuais em cada pavimento, desta forma, a coleta de esgoto deve ser feita por tubos de queda de gordura e conectados a caixa.

2.1.2.5 Dimensionamento dos desconectores

Desconector é um dispositivo que possui fecho hídrico, com o objetivo de vedar a passagem de gases pelas tubulações com sentido oposto ao de escoamento do esgoto. Existem dois tipos usuais de desconectores: o sifão, que atende exclusivamente um aparelho e a caixa sifonada, que pode atender mais de um aparelho simultaneamente (MACINTYRE, 2010).

A NBR 8160 (ABNT, 1999) exige que todos os aparelhos sanitários tenham proteção por desconector. Todo desconector deve ter fecho hídrico, com altura mínima de 50 mm, e apresentar orifício de saída, com diâmetro igual ou superior ao do ramal de descarga a ele conectado.

A caixa sifonada é uma caixa cilíndrica provida de desconector, seu objetivo é receber efluentes de conjuntos de aparelhos sanitários. Netto (2015) relaciona o diâmetro da caixa sifonada com o número de Unidades Hunter de Contribuição apresentado na Tabela 17. O valor máximo de UHC por caixa sifonada é de 15 UHC, caso ultrapasse este valor, se faz necessário a implementação de uma segunda caixa sifonada.

Tabela 17 – Dimensionamento dos desconectores sanitários

Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro
Até 6 UHC	DN 100 mm
De 6 a 10 UHC	DN 125 mm
De 10 a 15 UHC	DN 150 mm
Acima de 15 UHC	Acrescentar outra caixa

Fonte: Netto (2015).

2.1.2.6 Dimensionamento do sistema de ventilação

De acordo com Baptista (2010) é de extrema importância a presença de subsistema de ventilação em instalações prediais de esgoto. Este sistema tem função de direcionar para a atmosfera os gases liberados pelo esgoto sanitário, além de não permitir que estes gases entrem para o interior da edificação, causando mau cheiro, ou ocasione a ruptura do fecho hídrico nos desconectores por compressão ou aspiração.

O subsistema de ventilação pode ser realizado por meio de duas formas: ventilação primária e ventilação primária acrescida de ventilação secundária. A ventilação primária corresponde a um prolongamento da própria coluna de esgoto sanitário até a saída da edificação pela cobertura, já a ventilação secundária, compreende um subsistema que consiste em ramais e colunas de ventilação que se interligam aos ramais de descarga ou esgoto à ventilação primária. Para definir o modelo de ventilação, é necessário realizar uma verificação na suficiência da mesma, observando se apenas a ventilação primária é suficiente. Caso esta solução não atenda a demanda da edificação, deve-se prever mudanças no projeto, com o objetivo de melhorar a suficiência da ventilação, ou incluir ventilação secundária (BAPTISTA, 2010).

De acordo com Júnior (2020), o ramal de ventilação é o trecho da instalação que interliga o desconector, ou ramal de descarga, ou ramal de esgoto, de um ou mais aparelhos sanitários a uma coluna de ventilação ou a um tubo ventilador primário. A NBR 8160 (ABNT, 1999) informa que o projeto deste subsistema não deverá permitir a entrada de esgoto sanitário na tubulação de ventilação, sendo necessário que as canalizações tenham um aclave mínimo de 1%, pois se porventura qualquer líquido

venha entrar na tubulação, ele irá escoar por gravidade retornando para o ramal de esgoto ou descarga, no qual originou-se.

As distâncias máximas entre os desconectores e o ramal de ventilação, bem como o dimensionamento dos ramais de ventilação e das colunas de ventilação, podem ser realizados por meio dos valores apresentados nas Tabelas 18, 19 e 20, respectivamente.

Tabela 18 – Distância máxima de um desconector ao tubo ventilador

Diâmetro nominal do ramal de descarga DN	Distância máxima
40	1,00
50	1,20
75	1,80
100	2,40

Fonte: Adaptado da NBR 8160, ABNT (1999).

Tabela 19 – Dimensionamento de ramais de ventilação

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

Fonte: Adaptado da NBR 8160, ABNT (1999).

Tabela 20 – Dimensionamento de colunas e barriletes de ventilação

Diâmetro nominal do tubo de queda ou do ramal de esgoto DN	Número de unidades Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do tubo de ventilação							
		40	50	75	100	150	200	250	300
		Comprimento permitido m							
40	8	46	-	-	-	-	-	-	-
40	10	30	-	-	-	-	-	-	-
50	12	23	61	-	-	-	-	-	-
50	20	15	46	-	-	-	-	-	-
75	10	13	46	317	-	-	-	-	-
75	21	10	33	247	-	-	-	-	-
75	53	8	29	207	-	-	-	-	-
75	102	8	26	189	-	-	-	-	-
100	43	-	11	76	299	-	-	-	-
100	140	-	8	61	229	-	-	-	-
100	320	-	7	52	195	-	-	-	-
100	530	-	6	46	177	-	-	-	-
150	500	-	-	10	40	305	-	-	-
150	1100	-	-	8	31	238	-	-	-
150	200	-	-	7	26	201	-	-	-
150	2900	-	-	6	23	183	-	-	-
200	1800	-	-	-	10	73	286	-	-
200	3400	-	-	-	7	57	219	-	-
200	5600	-	-	-	6	49	186	-	-
200	7600	-	-	-	5	43	171	-	-
250	4000	-	-	-	-	24	94	293	-
250	7200	-	-	-	-	18	73	225	-
250	11000	-	-	-	-	16	60	192	-
250	15000	-	-	-	-	14	55	174	-
300	7300	-	-	-	-	9	37	116	287
300	13000	-	-	-	-	7	29	90	219
300	20000	-	-	-	-	6	24	76	186
300	26000	-	-	-	-	5	22	10	152

Fonte: Adaptado da NBR 8160, ABNT (1999).

2.1.3 Projeto de águas pluviais

O projeto de águas pluviais compreende a coleta de água da chuva, com a finalidade de permitir melhor escoamento, evitando alagamento, erosão do solo e outros problemas. Para a elaboração destes projetos, devem ser seguidas instruções

normativas contidas na NBR 10844 – Sistemas prediais de águas pluviais (ABNT, 1989).

De acordo com a NBR 10844 (ABNT, 1989), os sistemas de coleta de águas pluviais devem ser projetados de modo que, durante a vida útil de projeto desses sistemas do edifício, atendam aos seguintes requisitos: recolher e conduzir a vazão de projeto até locais permitidos pelos dispositivos legais; ser estanques; permitir a limpeza e desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação; não provocar ruídos excessivos e resistir às pressões a que podem estar sujeitas.

Para o bom dimensionamento de todas as partes constituintes do sistema de coleta de águas pluviais, é necessário considerar a intensidade pluviométrica do local da edificação. De acordo com Júnior (2020), a chuva é um fenômeno natural que apresenta grande variabilidade temporal e espacial, sendo necessária sua caracterização em termos de duração e frequência. O período de retorno corresponde a probabilidade em que a chuva é igualada ou superada. Na Tabela 21 são apresentados os valores que o Atlas pluviométrico do Brasil (2017) recomenda para a intensidade pluviométrica na região de Caxias do Sul – RS.

Tabela 21 – Intensidade pluviométrica na região de Caxias do Sul – RS

Duração da chuva	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	Período de retorno (anos)		
5 Minutos	5	15	25
		133,5	164,0

Fonte: Adaptado do Atlas pluviométrico do Brasil (2017).

Com a intensidade pluviométrica da região, é possível definir a vazão de projeto para o sistema de coleta de águas pluviais. De acordo com Júnior (2020), a vazão de projeto pode ser calculada por meio da Equação 7.

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (7)$$

Onde:

Q = Vazão, em l/min;

I = Intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = Área de contribuição de vazão, em m.

2.1.3.1 Áreas de contribuição de vazão

De acordo com Borges (1987), a área de contribuição das coberturas depende da sua geometria, estas, devem ser bem caracterizadas nos projetos arquitetônicos, de modo que as vazões que escoam pelas calhas e condutores verticais sejam resultantes das divisões de áreas. Esse procedimento conduzirá à instalação mais econômica possível para a drenagem das águas pluviais.

De acordo com a NBR 10844 (ABNT, 1989) as chuvas não caem horizontalmente, desta forma, critérios devem ser estabelecidos para determinar a área de contribuição. De acordo com a norma, para o cálculo da área de contribuição, devem-se considerar os incrementos devidos à inclinação da cobertura e às paredes que interceptam água de chuva que também deva ser drenada pela cobertura. Além disto, o cálculo depende da superfície a ser analisada, seja ela plana ou inclinada.

2.1.3.2 Dimensionamento das calhas

Para Borges (1987), as calhas têm função de coletar as águas de chuva que caem sobre o telhado e conduzi-las aos condutores verticais. De acordo com a NBR 10844 (ABNT, 1989), as calhas devem ter capacidade para escoar a água da chuva correspondente a cinco anos de período de retorno sobre a área de contribuição de um plano de telhado.

De acordo Netto (2015), como as calhas não são responsáveis por transportar água de um ponto ao outro, mas sim de receber água de uma superfície dos telhados e conduzir imediatamente aos tubos de queda. Existe um método de dimensionamento simplificado para calhas retangulares confeccionadas em chapa galvanizada. O qual depende da largura de contribuição dos telhados, estes valores podem ser observados na Tabela 22.

Tabela 22 – Dimensões da calha em função do comprimento do telhado

Comprimento do telhado (m)	Largura da calha (m)
Até 5	0,15
5 a 10	0,20
10 a 15	0,30
15 a 20	0,40
20 a 25	0,50
25 a 30	0,60

Fonte: Netto (2015).

A seção retangular mais favorável ao escoamento, de acordo com Júnior (2020), ocorre quando a base é o dobro da altura d'água no canal. Logo, a altura d'água pode ser obtida pela metade da largura, já a borda livre, deve ser 2/3 da altura d'água.

Segundo Junior (2020), alternativamente a este método simplificado, pode-se calcular a vazão das calhas pelo método de Manning-Strickler. Este método pode ser calculado através da Equação 8.

$$Q = K \times \frac{S}{n} \times R_H^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

Onde:

Q = Vazão de projeto da calha, em l/min;

K = 60.000 (coeficiente para transformar a vazão em m³/s para L/min);

S = Área da seção molhada, em m²;

n = Coeficiente de rugosidade do material;

R_H = S/P raio hidráulico, em m;

P = Perímetro molhado, em m;

i = Declividade da calha, em m/m.

2.1.3.3 Dimensionamento dos condutores verticais

Para o dimensionamento de condutores verticais, a NBR 10844 (ABNT, 1989) apresenta ábacos específicos. Dada a complexidade dos ábacos apresentados pela norma, e na ausência de um critério rigoroso para o dimensionamento dos condutores

verticais, o autor Júnior (2020), apresenta um método prático para o dimensionamento dos condutores verticais. Na Tabela 23 pode-se observar o dimensionamento dos condutores verticais de acordo com a vazão e a área máxima de cobertura. Adotam-se, na prática, diâmetros maiores ou iguais a 75 mm em razão da possibilidade de entupimento dos condutores. Para o dimensionamento, fixa-se o diâmetro e determina-se o número de condutores em função da área máxima de telhado que cada diâmetro pode escoar

Tabela 23 – Área máxima de cobertura para condutores verticais de seção circular

Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Área máxima de cobertura (m²)
50	0,57	14
75	1,76	42
100	3,78	90
125	7,00	167
150	11,53	275
200	25,18	600

Fonte: Júnior (2020).

2.1.3.4 Dimensionamento de caixas coletoras

De acordo com Netto (2015), as caixas coletoras permitem a interligação de coletores e a limpeza e desobstrução das canalizações. Também devem ser executadas sempre que houver mudança de direção, de diâmetro e de declividade nas redes coletoras. Segundo a NBR 10844 (ABNT, 1989) a caixa de areia é utilizada quando ocorre a possibilidade de arrastamento de lama e de areia para a tubulação; caso contrário, utiliza-se a caixa de inspeção. As caixas deverão ter: seção circular de 0,60 m de diâmetro ou quadrada de 0,60 m de lado, no mínimo, e profundidade máxima de 1 m.

2.1.3.5 Utilização de água pluvial em edificações

O aproveitamento da água pluvial em atividades que não necessitem de água potável pode reduzir significativamente o consumo da edificação, contribuindo para o combate a escassez de água. Algumas pesquisas indicam que o sistema de

aproveitamento de água pluvial pode gerar impacto de redução de cerca de 30% do consumo total de água potável (JÚNIOR, 2020).

O sistema de aproveitamento de água pluvial pode ser utilizado em pontos domésticos não potáveis, ou seja, em pontos de utilização onde não sejam requeridas características de qualidade da água tão exigentes, entre eles: a descarga de bacias sanitárias e mictórios, a limpeza de pisos e paredes, a rega de jardins, a lavagem de veículos e a água de reserva para combate a incêndio. O funcionamento deste sistema ocorre em diferentes etapas: as águas pluviais são captadas por meio de calhas, passam por um filtro, que separa as impurezas da água da chuva, e seguem para uma cisterna. Após a desinfecção, são bombeadas para um reservatório independente. Importante ressaltar que a água da chuva deve ser armazenada em um reservatório separado da água potável da edificação, pois a mesma não é indicada para o consumo (JÚNIOR, 2020).

Para a elaboração destes projetos, devem ser seguidas instruções normativas contidas na NBR 15527 – Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos (ABNT, 2019). Normas como NBR 12213 – Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público (ABNT, 1992 e NBR 12217 – Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público (ABNT, 1994), também devem ser observadas para a elaboração do sistema de reaproveitamento de águas pluviais.

Um dos métodos indicados pela NBR 15527 (ABNT, 2007) para o dimensionamento do reservatório de águas pluviais é o método de Azevedo Neto, onde relaciona a capacidade de armazenamento do reservatório com a quantidade de meses com seca ou pouca chuva. Vale ressaltar que esta norma foi atualizada em 2019, sendo a NBR 15527 (ABNT, 2019). Já o Método Racional é utilizado para calcular a vazão das águas pluviais antes e posterior ao desenvolvimento da edificação no terreno, com o objetivo de verificar se será necessário dimensionar dispositivo de retenção (poços de infiltração) das águas pluviais, de modo que a água precipitada não seja lançada diretamente para ruas. A água contida pelo reservatório deverá preferencialmente infiltrar-se no solo, podendo ser despejada na rede pública de drenagem, ou ser conduzida para outro reservatório para ser utilizada para finalidades não potáveis.

2.1.3.5.1 Método de Azevedo Neto

De acordo com Júnior (2020), no dimensionamento dos reservatórios busca-se determinar a capacidade volumétrica que atenda ao máximo possível à demanda exercida com um menor custo de implantação. Obtém-se o volume do reservatório de água pluvial por meio da Equação 9.

$$V_{an} = 0,0042 \times P_a \times A \times T \quad (9)$$

Onde:

V_{an} = Volume do reservatório, em l;

P_a = Precipitação pluviométrica anual média, em mm/ano;

A = Área de captação, em m²;

T = Número de meses de pouca chuva ou seca, adimensional.

2.1.3.5.2 Método racional

De acordo com Tomaz (2002), o método racional é utilizado para determinar a vazão máxima de uma determinada área, relacionando a intensidade da chuva com o escoamento superficial da água. Obtém-se a vazão máxima por meio da Equação 10.

$$Q = \frac{C \times I \times A}{60} \quad (10)$$

Onde:

Q = Vazão de pico, em l/min;

C = Coeficiente de escoamento superficial, variando de 0 a 1;

I = Intensidade média da chuva, em mm/h;

A = Área de contribuição, em m².

Conforme Tomaz (2002), o coeficiente “C” é também conhecido como coeficiente de deflúvio, sendo a razão entre o volume total de escoamento superficial no evento e o volume total precipitado. A Tabela 24 apresenta alguns valores adotados para o uso do método.

Tabela 24 – Coeficiente de deflúvio

Tipo de superfície	Valor usual de projeto
Impermeável (pavimento, telhados)	0,95
Gramados	0,30
Cobertura natural (florestas, arbustos)	0,20

Fonte: Adaptado de Gribbin (2014).

2.2 CERTIFICAÇÃO GBC BRASIL CASA

A certificação ambiental é um atestado para um melhor desempenho da edificação, a qual pode-se destacar duas grandes vantagens: a certificação impulsiona o desenvolvimento do setor da construção civil aliado a práticas mais sustentáveis, melhorando a gestão da obra e dos resíduos da construção; a certificação é um importante fator de comunicação com o usuário final da edificação, visto que esta atesta o melhor desempenho ambiental (GRUNBERG *et. al.*, 2014).

Neste contexto, em 2012 o GBC Brasil lançou o referencial para Casas Sustentáveis, com o intuito de abordar e avaliar diferentes questões de sustentabilidade em projetos de residências unifamiliares. Este referencial foi elaborado por comitês técnicos, por meio de grupos de discussões e projetos pilotos, que abordavam as distintas práticas e sistemas de uma edificação distribuídas nas seguintes categorias: implantação, uso racional da água, eficiência energética, materiais, qualidade do ambiente interno e responsabilidade social. Utilizando outros selos de certificação já consolidados no mundo, foram definidos os parâmetros de sustentabilidade avaliados na Certificação GBC Brasil Casa (GBC BRASIL, 2017).

A Certificação GBC Brasil Casa visa promover a transformação do setor da construção atendendo alguns objetivos principais, tais como: a mitigação dos impactos da mudança climática; o desenvolvimento da economia verde; a proteção e restauração da biodiversidade e os serviços ecossistêmicos; a proteção e restauração de recursos hídricos; a melhoria da saúde humana e bem-estar do ocupante; o aumento da comunicação e educação, contribuindo para o aumento da equidade social, justiça ambiental, saúde comunitária e qualidade de vida (GBC BRASIL, 2017).

Os principais objetivos da Certificação GBC Brasil Casa são a base para os pré-requisitos e créditos da certificação, que podem ser divididos em 8 categorias: Implantação (IMP), Uso eficiente da água (UEA), Energia e atmosfera (EA), Materiais

e recursos (MR), Qualidade ambiental interna (QAI), Requisitos sociais (RS), Inovação e projeto (IP) e Créditos regionais (CR).

Os pré-requisitos são ações obrigatórias em qualquer empreendimento que busca a certificação. Não cumprindo um dos diversos pré-requisitos, é negada a possibilidade do empreendimento buscar a certificação. Já os créditos são ações sugeridas, à medida que o empreendimento aplica as sugestões, recebe uma pontuação. Para que uma residência conquiste a certificação, é necessário atender todos os Pré-requisitos, os quais são obrigatórios, e uma quantidade mínima de pontos através do atendimento dos Créditos, demonstrando um desempenho acima do convencional.

A certificação é concedida em quatro níveis: verde (40 - 49 pontos); prata (50 - 59 pontos); ouro (60 - 79 pontos) e platina (acima de 80 pontos). Desta forma, é incentivada a busca por maiores resultados e um progresso mais eficiente em direção aos objetivos principais (GBC BRASIL, 2017). Todos os créditos referentes ao projeto hidrossanitário também podem contribuir com o Crédito 3 - Rotulagem Ambiental Tipo I - Materiais Certificados, da Categoria Materiais e Recursos, utilizando materiais certificados por organismos que sejam membros do Global Ecolabelling Network (GEN) de acordo com a norma ISO 14024 – Rotulagem Ambiental do Tipo I. Além disso, podem contribuir com o Crédito 3 – Desempenho acústico, da Categoria de Qualidade Ambiental Interna, atendendo os limites de ruídos e desempenho estabelecidos pela NBR 15575-6 Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários (ABNT, 2020).

Os pontos relacionados a elaboração do projeto hidrossanitários, que cumprem completamente com seus requisitos, podem ser observados na Tabela 25, contribuindo em um total de 15 pontos da certificação. Os itens nos quais o projeto hidrossanitário auxilia, mas não pontua efetivamente, não são considerados. Para todas as categorias, são abordados apenas os itens relevantes para o projeto hidrossanitário.

Tabela 25 – Categorias analisadas e pontuação

Categoria	Pré-Requisito (P)/Crédito (C)	Nome	Pontos
IMP	C	Controle e Gerenciamento de Águas pluviais	2
UEA	P	Uso Eficiente da Água - Básico	OBR
UEA	P	Medição Única do Consumo de Água	OBR
UEA	C	Uso Eficiente da Água - Otimizado	3
UEA	C	Medição Setorizada do Consumo de Água	2
UEA	C	Uso de Fontes Alternativas Não Potáveis	3
UEA	C	Sistemas de Irrigação Eficiente	3
EA	P	Fontes de Aquecimento de Água Eficientes	OBR
EA	C	Fontes Eficientes de Aquecimento Solar	2
TOTAL			15

Fonte: Adaptado de GBC Brasil Casa (2017).

Na sequência, todas as categorias pertinentes ao projeto hidrossanitário serão abordadas em detalhes.

2.2.1 Categoria de Implantação

De acordo com GBC Brasil (2017), a categoria de Implantação é de suma importância para as práticas da construção sustentável. Ao compreender as dificuldades e os impactos causados pela construção civil é possível elaborar medidas que transformem a construção de forma mais consciente e assertiva. As questões abordadas nesta categoria estão presentes em todas as fases da edificação, desde a concepção do projeto até os acabamentos finais, levando em conta as preocupações ambientais.

A categoria de Implantação possui algumas medidas importantes, tais como: seleção e desenvolvimento do terreno, optando por locais previamente desenvolvidos, evitando maiores modificações no entorno; paisagismo sustentável, priorizando espécies nativas e adaptadas, minimizando o uso de fertilizantes químicos, colaborando, assim, para a prevenção da erosão e sedimentação do solo; gerenciamento de águas pluviais, com a adoção de estratégias eficazes para controlar, reduzir e tratar a água não escoada, provocada pela impermeabilização do terreno; redução do efeito de ilha de calor, ao ser instaladas superfícies reflexivas e vegetação, contribuindo também para a redução de consumo energético para resfriamento; saúde e bem estar, optando pela construção em locais conectados com o seu entorno, evitando o uso de automóveis, contribuindo assim para a saúde dos habitantes, bem como para redução da poluição atmosférica (GBC BRASIL, 2017).

2.2.1.1 Crédito 10 - Controle e gerenciamento de águas pluviais

De acordo com Righetto (1998), com o avanço da urbanização, ocorre uma diminuição nas áreas consideradas permeáveis. Estas áreas permitem com que as águas pluviais infiltrem e sigam seu ciclo hidrológico natural. Quando estas águas são impedidas de infiltrar no solo, por regiões de áreas urbanizadas (impermeáveis), elas escoam superficialmente, podendo carregar consigo petróleo, combustíveis, lubrificantes e materiais descartados, chegando até os cursos dos rios, o contaminando. O autor afirma também que, além disso, podem acarretar no acúmulo de água nas redes pluviais da região, gerando inundações e erosão do solo em áreas edificadas. Sendo assim, se faz necessário adotar técnicas para reduzir e controlar este escoamento e as vazões de pico no terreno da edificação.

O objetivo da medida de Controle e gerenciamento de águas pluviais é justamente restaurar o ciclo hidrológico natural, por meio da redução de áreas impermeáveis, aumentando a infiltração de águas pluviais no solo, diminuindo assim o volume de água escoada superficialmente. Por ser um crédito, este item não é obrigatório (GBC BRASIL, 2017).

Visando o atendimento desta medida de controle, primeiramente deve-se avaliar o índice de áreas permeáveis no empreendimento a ser desenvolvido, pelo cálculo da extensão total do terreno, reduzindo a área sob projeção dos telhados e dos locais pavimentados. Quando a área permeável do terreno for inferior ou igual a

50% deve-se implantar um plano que gerencie as águas pluviais, onde a vazão após a ocupação, não seja superior a vazão anterior a ocupação, considerando um tempo de retorno de dois anos e um tempo de retenção de 24 horas, ou uma estratégia que controle o volume escoado e proteja os corpos hídricos. Calcula-se a vazão das águas pluviais antes e posterior ao desenvolvimento da construção. Com os dados de vazões obtidas, projeta-se um reservatório para a retenção da água da chuva que comporte a diferença destes dois cenários calculados durante 24 horas. Caso a área permeável da construção seja superior a 50% da área total do terreno, calcula-se a vazão e volume de escoamento antes e depois da construção, e projeta-se uma estrutura que retenha e reduza em 25% da situação original. O controle das águas pluviais, poderá ser realizado tanto a montante do terreno, por infiltração ou armazenamento, ou a jusante através de bacias de detenção (GBC BRASIL, 2017).

Este crédito, além de gerar pontos em sua própria categoria, também contribui para os pontos extra regionais. Com o objetivo de incentivar o desenvolvimento e criação de cadeias produtivas referentes à construção civil, em diferentes regiões do país, o Crédito 3 – Prioridades regionais – Sul, concede créditos regionais extras para créditos já atendidos durante a certificação.

2.2.2 Categoria de Uso eficiente da água

De acordo com GBC Brasil (2017), os investimentos em métodos alternativos de abastecimento, como os processos de dessalinização com reaproveitamento de rejeitos, são tratados como prioritários na promoção do desenvolvimento social e ambiental do semiárido brasileiro. Com o aumento da população, a demanda por água potável cresce na mesma proporção, causando um aumento de custos ao fornecedor municipal e às centrais de tratamento. Residências que usam a água racionalmente possuem menor custo de operação e reduzem o volume de esgoto gerado.

A categoria de Uso eficiente da água possui algumas medidas importantes, tais como: redução do consumo interno de água, visando o uso de alternativas de águas não potáveis e instalação de equipamentos eficientes que restrinjam a vazão para consumo; monitoramento do consumo, com o objetivo de entender o consumo de água de cada edificação e a partir deste, promover linhas de melhorias; saúde e bem-estar, com a finalidade de garantir a potabilidade da água, podendo minimizar sérios riscos relacionados a saúde dos habitantes (GBC BRASIL, 2017).

2.2.2.1 Pré-Requisito 1 - Uso eficiente da água – básico

De acordo com SABESP (s.d), a água potável para consumo humano foi tratada por muito tempo como um recurso inesgotável. Entretanto, este cenário mudou e tornou-se uma preocupação, visto que muitos locais no Brasil sofrem com a falta de água em suas nascentes. Neste contexto, tornou-se indispensável as discussões a respeito da eficiência das edificações. Esta eficiência é dada por um conjunto de soluções, que tem por objetivo aperfeiçoar o espaço da edificação, resultado do uso de tecnologias e da conscientização do usuário.

O objetivo da medida de Uso eficiente da água – básico, é reduzir a demanda por água, através da utilização de produtos hidrossanitários eficientes. Por ser um pré-requisito, este item é obrigatório. O controle na utilização de água potável pode trazer diversos benefícios, tais como: redução nos custos de infraestrutura e instalação, visto que os diâmetros e conexões serão menores; redução da carga ambiental, visto que menos água será retirada da nascente; redução do consumo de energia (GBC BRASIL, 2017).

Uma forma eficaz de redução do consumo de água nas unidades é utilizando aparelhos de baixo consumo, eficientes e que se equipare com os aparelhos convencionais. Desta forma, deve-se limitar a vazão dos pontos de consumo através de equipamentos com vazão limitada, dispositivos redutores ou reguladores de vazão, ou limitando a pressão por meio de válvulas redutoras de pressão, adotando uma das seguintes estratégias: dispositivos de vazão constante, limitação da pressão dinâmica nos pontos, registros reguladores de vazão ou placas de orifício (GBC BRASIL, 2017).

Visando o atendimento desta medida, deve-se contemplar, em pelo menos 90% dos pontos de utilização da edificação, aparelhos hidrossanitários que atendam às exigências demonstradas na Tabela 26. Porém, todos os pontos de utilização da edificação devem ser menores do que o valor máximo apresentando na Tabela 26 (GBC BRASIL, 2017).

Tabela 26 – Requisitos básicos para pontos de consumo

Ponto de consumo	Requisito
Bacias sanitárias e Sistemas de descarga	Utilização de mecanismos de descarga seletiva
Torneiras e Misturadores para lavatório	A vazão máxima deve ser igual ou inferior a 9 l/min ($Q_{\text{máx}} \leq 15 \text{ l/s}$)
Torneiras e Misturadores para cozinha	A vazão máxima deve estar compreendida na faixa de 6 l/min (0,10 l/s) a 9 l/min (0,15 l/s) ($6,0 \leq Q_{\text{máx}} \leq 9,0 \text{ l/min}$)
Chuveiros	A vazão máxima deve ser igual ou inferior a 12 l/min ($Q_{\text{máx}} \leq 0,20 \text{ l/s}$)
Torneiras de Uso geral	As torneiras de uso geral situadas em áreas comuns devem possuir acionamento restrito

Fonte: Adaptado de GBC Brasil Casa (2017).

2.2.2.2 Pré-Requisito 2 - Medição única do consumo de água

O objetivo da medida de Medição única do consumo de água, é prover as residências de medidores do consumo de água, de tal forma a possibilitar o gerenciamento do uso da água. Por ser um pré-requisito, este item é obrigatório. A medição de consumo de água em residências é primordial para o desenvolvimento da gestão deste bem, visto que ela permite identificar os pontos de maior consumo e possíveis vazamentos na rede (GBC BRASIL, 2017).

A unidade habitacional deve dispor de medidor de água (hidrômetros), estes hidrômetros devem atender, no mínimo, a classe B de precisão. Sua relojoaria deve possuir ao menos preparação para acoplamento de equipamento de sinal digital, com proteção antifraude, que permita a interligação à equipamentos ou sistemas de leitura automática e remota do consumo (GBC BRASIL, 2017).

Este crédito, além de gerar pontos em sua própria categoria, também contribui para os pontos extra regionais (Crédito 3 – Prioridades regionais – Sul).

2.2.2.3 Crédito 1 - Uso eficiente da água – otimizado

O objetivo da medida de Uso eficiente da água – otimizado, é o mesmo objetivo da medida de uso eficiente de água – básico: reduzir a demanda por água, através da utilização de produtos hidrossanitários eficientes. Por ser um crédito, este item não é obrigatório. Visando o atendimento desta medida, deve-se contemplar, em pelo menos 90% dos pontos de utilização da edificação, aparelhos hidrossanitários que atendam às exigências demonstradas na Tabela 27. Porém, todos os pontos de utilização da edificação devem ser menores do que o valor máximo ($Q_{m\acute{a}x}$) apresentando na Tabela 27 (GBC BRASIL, 2017).

Tabela 27 – Requisitos otimizados para pontos de consumo

Ponto de consumo	Requisito	Pontos
Torneiras e Misturadores para lavatório (não temporizados)	A vazão máxima deve ser igual ou inferior a 6 l/min ($Q_{m\acute{a}x} \leq 0,10$ l/s)	1
	A vazão máxima deve ser igual ou inferior a 8 l/min ($Q_{m\acute{a}x} \leq 0,13$ l/s)	1
Chuveiros	A vazão máxima deve ser igual ou inferior a 6 l/min ($Q_{m\acute{a}x} \leq 0,10$ l/s)	2

Fonte: Adaptado de GBC Brasil Casa (2017).

2.2.2.4 Crédito 2 - Medição setorizada do consumo de água

O objetivo da medida de Medição setorizada do consumo de água, é monitorar o consumo deste insumo nas áreas complementares e externas à residência, bem como o consumo de água não potável, a fim de gerar dados mais precisos para o desenvolvimento de ações para o gerenciamento de uso das águas não potáveis. Por ser um crédito, este item não é obrigatório (GBC BRASIL, 2017).

Visando o atendimento desta medida, deve-se prever, de maneira independente ao hidrômetro utilizado para medir o consumo de água geral, hidrômetros para as áreas complementares às residências que possuam consumo expressivo de água potável, como piscinas, churrasqueiras, etc. Além disto, no caso de utilização de água não potável, se faz necessário prever medidores de água de

forma a possibilitar: a medição do consumo de água não potável; a medição do consumo de água potável utilizada para abastecer ou complementar o sistema de água não potável, a fim de que não falte água no sistema. Os hidrômetros devem atender a classe C de precisão (GBC BRASIL, 2017).

2.2.2.5 Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis

O objetivo da medida de Uso de fontes alternativas não potáveis, é reduzir o consumo de água potável, minimizando a carga imposta sobre o sistema público de distribuição de água potável. Por ser um crédito, este item não é obrigatório. Visando o atendimento desta medida, deve-se utilizar fontes alternativas não potáveis para a alimentação de bacias sanitárias das residências, atentando para prever também um ponto de água potável próximo a esta bacia, para eventual instalação de aparelhos que necessitem de água potável para seu atendimento. Além das bacias sanitárias, deve-se utilizar fontes não potáveis para irrigação e manutenção geral. Todas as tubulações de água não potável, assim como torneiras e outras peças instaladas, devem ter cor púrpura e possuir identificação específica a cada 3,0 m, para informar os usuários sobre eventuais riscos relacionados ao uso inadequado (GBC BRASIL, 2017).

2.2.2.6 Crédito 4 - Sistemas de irrigação eficiente

O objetivo da medida de Sistemas de irrigação eficiente é minimizar a demanda de água potável para aplicações externas por meio do uso de sistemas de irrigação com alta eficiência. Por ser um crédito, este item não é obrigatório. Visando o atendimento desta medida, deve-se implantar um sistema automatizado de irrigação com dispositivos capazes de suspender a irrigação em dias chuvosos ou em condições de umidade elevada. Também devem ser instaladas válvulas de retenção nos sistemas, com o objetivo de evitar que a tubulação seja esvaziada por gravidade, em desníveis maiores que 0,5m, mantendo a rede sempre pressurizada e evitando o desperdício de água. Programações de rega durante períodos diários menos quentes e de menor atuação de vento, a fim de minimizar as perdas por evaporação e deriva (GBC BRASIL, 2017).

2.2.3 Energia e atmosfera

De acordo com GBC Brasil (2017), a categoria de Energia e atmosfera surgiu em consequência da preocupação com o aumento da demanda no setor elétrico. Além disso, a geração de eletricidade a partir de combustíveis fósseis, como o petróleo, gás natural e carvão, impacta negativamente no meio ambiente, se fazendo necessário o uso de fontes alternativas de energia.

A categoria de Energia e atmosfera possui algumas medidas importantes, tais como: desempenho energético, visando otimizar a eficiência energética das residências, por meio da implementação de medidas sustentáveis; utilização de energias renováveis, a fim de evitar a poluição do ar, da água e do solo, entre outras consequências ambientais, por meio da utilização de energia por fontes renováveis; saúde e bem-estar, com o objetivo de aplicar medidas que impactem diretamente no conforto térmico, acústico e luminoso, melhorando assim a qualidade de vida dos ocupantes da edificação (GBC BRASIL, 2017).

2.2.3.1 Pré-Requisito 2 - Fontes de aquecimento de água eficientes

O objetivo da medida de Fontes de aquecimento de água eficientes, é reduzir o consumo de energia necessária para o aquecimento de água da edificação, atentando também para a redução das perdas térmicas relativas à distribuição de água quente. Por ser um pré-requisito, este item é obrigatório. A utilização de fontes de aquecimento eficientes não só reduz a conta de energia das residências, mas também reduz a demanda nas redes de distribuição, consequentemente a não necessidade de construção de novas fontes energéticas causando menores impactos ambientais, além de ter um menor custo de utilização do sistema (GBC BRASIL, 2017).

De acordo com GBC Brasil (2017), visando o atendimento desta medida, deve-se prever a utilização de fontes de aquecimento de água eficientes conforme a metodologia descrita na etiquetagem do PBE Edifica - Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) e apresentar o Equivalente Numérico referente. Para Silva e Ghisi (2014, p. 216), o requisito técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações residenciais “foi elaborado tendo em vista a criação de um referencial brasileiro para

promover eficiência energética nesse tipo de edificações, por meio de um consenso entre o Procel Edifica, da Eletrobrás, e o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), do Inmetro.”

O desempenho do sistema está diretamente ligado à estimativa da demanda de água quente na edificação, onde os volumes, vazão e temperatura devem ser entregues às unidades conforme exigências. As fontes de aquecimento deverão ser dimensionadas atendendo às normas técnicas, podendo atender de forma individual cada unidade ou coletivamente (GBC BRASIL, 2017).

2.2.3.2 Crédito 4 - Fontes Eficientes de Aquecimento Solar

Segundo Comgás (2011, p. 07) “a radiação solar recebida na superfície da Terra pode ser convertida em calor e contribuir para atender às necessidades energéticas destinadas ao aquecimento de água no setor residencial”. Esta radiação pode ser absorvida pelos coletores solares, que são trocadores de calor, ou seja, estes elementos transformam a energia solar em calor.

O objetivo da medida de Fontes de aquecimento solar, é incentivar a adoção de fontes de energia renovável, reduzindo, assim, o consumo de energia utilizada para o aquecimento de água da edificação. Por ser um crédito, este item não é obrigatório. O aquecimento de água representa o maior gasto de energia na maioria das edificações residenciais, desta forma, o uso adequado da energia solar, reduz de forma significativa as despesas com energia elétrica, sem minimizar o conforto do usuário (GBC BRASIL, 2017).

De acordo com GBC Brasil (2017), visando o atendimento desta medida, “o sistema de aquecimento solar deve ser dimensionado para atender, no mínimo, 40% (obtendo 1 ponto de crédito) ou 70% (obtendo 2 pontos de crédito), da demanda anual por água quente da residência”. Sendo o sistema de aquecimento solar composto por dois elementos: os coletores solares, que são as placas em contato com a radiação solar; boiler solar, para fazer a reserva de água.

Este crédito, além de gerar pontos em sua própria categoria, também contribui para os pontos extra regionais (Crédito 3 – Prioridades regionais – Sul).

2.3 PADRÕES CONSTRUTIVOS

De acordo com a NBR 12721 (ABNT, 2006) os padrões construtivos visam garantir uma uniformidade para as residências, com o objetivo de manter um custo unitário por padrão. Estes padrões pretendem definir detalhes técnicos e ambientais, como a área do terreno e a área real da edificação a ser construída.

A NBR 12721 (ABNT, 2006) define área real como a “medida da superfície de quaisquer dependências, ou conjunto de dependências, cobertas ou descobertas, nela incluídas as superfícies das projeções de paredes, de pilares e demais elementos construtivos”.

As residências unifamiliares podem ser divididas em três padrões: baixo, médio e alto. Para se enquadrar no padrão construtivo baixo, a residência deve ser composta de dois dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque, tendo como área real 58,64 m². O padrão construtivo médio, deve ser uma residência composta de três dormitórios, sendo um suíte com banheiro, banheiro social, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda (abrigo para automóvel), tendo como área real 106,44 m². Já o padrão construtivo alto, deve ser uma residência composta de quatro dormitórios, sendo um suíte com banheiro e closet, outro com banheiro, banheiro social, sala de estar, sala de jantar e sala íntima, circulação, cozinha, área de serviço completa e varanda (abrigo para automóvel), tendo como área real 224,82 m² (NBR 12721, ABNT 2006).

2.4 ORÇAMENTAÇÃO DE OBRAS

A elaboração de um bom orçamento é indispensável para um planejamento eficaz da obra, pois é com base nele que advém o sucesso de qualquer empreendimento de construção. Somente por meio deste orçamento concluído, pode-se prosseguir na execução da viabilidade técnico-econômica, cronograma físico-financeiro, cronograma detalhado do empreendimento e relatórios de acompanhamentos físico-financeiro (COÊLHO, 2001).

A NBR 12721 (ABNT, 2006) define orçamento como um “documento onde se registram as operações de cálculo de custo da construção, somando todas as despesas correspondentes à execução dos serviços previstos nas especificações técnicas e constantes da discriminação orçamentária”. Para SIENGE (2017) o

principal ponto para começar a elaboração de um orçamento depende dos itens e serviços necessários para a implantação do projeto. Levando em conta todos os itens, não só os mais importantes, e suas respectivas quantidades.

2.4.1 Custos diretos

Os custos diretos, são todos os custos envolvidos na produção da obra, que são os insumos constituídos por materiais, mão-de-obra e equipamentos auxiliares, somando toda a infraestrutura de apoio necessária para a sua execução no ambiente da obra. Para o cálculo de mão-de-obra deve-se acrescentar aos salários todos os encargos sociais, básicos, incidentes e reincidentes e complementares (alimentação, transportes, equipamento de proteção individual (EPI) e ferramentas), que são encargos obrigatórios que incidem sobre os trabalhadores e determinados pela legislação trabalhista específica (TISAKA, 2006).

Conforme o SIENGE (2017), os custos diretos são relacionados com os serviços no canteiro de obras. Essa composição pode ser unitária ou indicada como verba nos casos onde os serviços não podem ser medidos. Ainda destaca que em uma planilha de custos, podemos representar os custos diretos por: quantitativos de todos os serviços e respectivos custos obtidos através da composição de custos unitários; custo de preparação do canteiro de obras, sua mobilização e desmobilização; custos da administração local com previsão de gastos com o pessoal técnico administrativo e de apoio.

2.4.2 Método analítico

O método analítico possibilita orçamentos com valores mais precisos, prevendo com mais assertividade o valor real da obra. Sua composição leva em conta todos os custos unitários de cada serviço da obra, desde mão de obra, material e equipamentos gastos na execução. São computados todos os custos, assim chegando em um valor preciso e coerente (MATTOS, 2010).

Para a elaboração de um orçamento analítico adequado, é necessário ter os projetos executivos, complementares, especificações técnicas, composições de preços e planejamento da obra. Este método demanda a interpretação do projeto a fim de calcular as áreas, volumes e outros itens para a quantificação de todos insumos

e serviços para a execução da obra (SIENGE, 2017). A forma mais adequada para apresentar um orçamento analítico é por meio de uma planilha orçamentária, onde serão relacionados todos os serviços com as respectivas unidades de medida, quantidades e preços unitários de cada serviço (CORDEIRO, 2007).

2.5 METODOLOGIA BIM

Segundo Crotty (2012), os projetos de engenharia civil envolvem um conjunto de complexo conhecimento na área, além de um bom relacionamento entre as partes de diferentes formações profissionais, com um único objetivo final, o projeto completo e sua execução. Por trás de um projeto de qualidade e uma execução fidedigna do mesmo, existe uma rede de informações que deve ser do mais alto padrão possível. O autor ainda afirma que a qualidade destas informações é a fonte de algumas deficiências importantes na indústria de projetos e que o *Building Information Modelling* (BIM) pode transformar a construção de forma completa. De acordo com Pereira (2017), o conceito do BIM surgiu justamente a partir desta necessidade de gerar representativos das edificações de forma mais real, com uma compatibilização precisa, evitando assim erros de projeto e como consequência a geração excessiva de resíduos sólidos e poluentes.

De forma geral, Marinho (2017) propõe que o BIM pode ser compreendido como um conjunto de processos e diferentes tecnologias que, quando combinados, são capazes de gerenciar e planejar o processo de projeto de uma edificação ou instalação, além de ser capaz de realizar ensaios prévios de desempenho e armazenar informações e dados, durante todo o ciclo de vida da obra, desde a concepção, desenvolvimento do projeto, a construção, e também após a obra concluída, na sua fase de utilização. Portanto, trata-se de uma plataforma de trabalho, que é baseada em modelos, ou seja, uma representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação.

Para Miranda (2016) a metodologia BIM não é apenas um *software* específico ou um conjunto de *softwares* com a mesma finalidade. O BIM deve ser entendido como um processo ou método de trabalho, que quando aliado a tecnologia correta, constrói a ideia de um objeto inteligente. Segundo Eastman et al. (2014) quanto esta tecnologia é aplicada corretamente, a metodologia BIM consegue traduzir um modelo virtual preciso de uma edificação, com a geometria e informações exatas para uma

completa compreensão do projeto e realização da construção, facilitando um processo de projeto e construção mais integrados que resulta em construções de melhor qualidade com custo, prazo de execução e impactos ambientais reduzidos.

Segundo Eastman et al. (2014), para um modelo seguir de fato a metodologia BIM, existem seis características essenciais: deve ser digital; deve ser espacial (3D); deve ser mensurável (quantificável, dimensionável e consultável); deve ser abrangente (incorporando e comunicando a intenção de projeto, o desempenho da construção, a construtibilidade, e incluir aspectos sequenciais e financeiros de meios e métodos); deve ser acessível (a toda a equipe do empreendimento e ao proprietário); deve ser durável (utilizável ao longo de todas as fases da vida de uma edificação). Modelos que se baseiam apenas em modelagem 3D, sem informações e atributos aos objetos ou modelos que permitem modificações de dimensões em uma vista que não são automaticamente refletidas em outras vistas, não podem ser considerados característicos da metodologia BIM.

Para Silva e Comparim (2016), o modelo BIM possibilita que todos os profissionais trabalhem concomitantemente em um mesmo projeto e compartilhem de um modelo virtual único, onde as informações são processadas no momento de lançamento, desta forma, a compatibilização e alterações entre as disciplinas de projeto acontecem de forma natural e única, não deixando informações soltas ao longo do projeto. Afirma Crotty (2012) que o BIM possibilita a criação de um modelo virtual de referência, através de sistemas de modelagem 3D, baseados em componentes que existem na realidade. Esses sistemas de modelagem trocam informações entre si, entre diferentes profissionais, em diferentes pontos do ciclo de vida do projeto.

Um exemplo de *software* que utiliza a metodologia BIM é o AltoQi Builder, desenvolvido pela AltoQi (2022). A AltoQi é a líder nacional em soluções tecnológicas para projetos de edificações e a única com metodologia BIM de acordo com todas as normas brasileiras (AltoQi, 2022).

2.5.1 Modelo 3D

De acordo com Pereira (2017), o modelo 3D acrescenta a dimensão espacial ao plano, onde pode-se visualizar completamente os objetos de forma mais dinâmica, com um nível de detalhamento muito maior que o fornecido através da visão 2D. Na metodologia BIM, a visão 3D se torna ainda mais importante, visto que, cada

componente em 3D possui características e informações parametrizadas, que fazem com que o modelo 3D se torne uma construção virtual de fato e não apenas um modelo visualmente representativo.

Para Eastman et al. (2014), o modelo 3D, aliado a metodologia BIM, é o que cria os objetos inteligentes. A visão 3D, apenas como uma representação visual dos objetos, reproduziria informações de forma fragmentada. Quando os objetos são inteligentes, ou seja, possuem forma realista e características virtuais, baseadas em componentes reais, a informação é apresentada de forma parametrizada. Para o autor, na visão 3D tradicional cada aspecto da geometria funciona de forma independente, já em um modelo 3D parametrizado, a geometria do objeto e suas características funcionam de forma conjunta e automática, ou seja, todas as dimensões, detalhamentos e informações presentes em um objeto virtual, tem um correspondente na realidade.

Segundo Silva e Comparim (2016), o modelo 3D facilita o processo de concepção e execução de um empreendimento para todos os envolvidos: desde o contratante até o executor. Para o contratante, muitas vezes sem grande conhecimento técnico, o modelo 3D pode facilitar a compreensão dos projetos, trazendo uma visão mais realista do proposto a ser executado. Além de reduzir os custos e desperdícios de materiais por retrabalho, pois a visão 3D permite um detalhamento e compatibilização mais coerente entre os projetos, fazendo com que muitas situações de erro sejam previstas e evitadas ainda na fase de projeto. Para o projetista, o modelo 3D reduz o número de modificações nos projetos, devido à facilidade de visualização de possíveis problemas conflitantes entre os mesmos. Para o executor, o modelo 3D permite uma compreensão mais abrangente e de forma rápida sobre o processo de execução e logística da obra.

2.5.2 Compatibilização de projetos

Mesmo com os avanços apresentados no processo de construção civil e tecnológico, ainda é muito comum a falta de integração entre os projetos e os responsáveis técnicos. Ainda é uma prática comum a elaboração de projetos de forma separada, sem a devida compatibilização das disciplinas, gerando como consequência inúmeros malefícios para a execução da obra, tais como: prolongamento do tempo de obra, aumento dos custos, maior quantidade de

retrabalho, utilização de recursos em excesso e má qualidade da edificação e desempenho (Ávila, 2011).

De acordo com Ávila (2011), ao longo do processo de elaboração de um projeto, diferentes responsáveis técnicos são mobilizados para contribuir no projeto. Cada um destes agentes participa de forma diferente, trazendo seus conhecimentos e interesses para desenvolver o projeto de forma conjunta e auxiliar na tomada de decisões. Durante este processo, diferentes compatibilizações são necessárias para manter a coerência e organização das informações dentro de um projeto.

Para Miranda (2016), a compatibilização de projetos compreende a atividade de sobrepor diferentes projetos de engenharia, elaborados por diversos especialistas, com o intuito de verificar possíveis interferências, bem como auxiliar na tomada de decisões para solucionar estas interferências ainda na fase de projeto. A compatibilização necessita de uma visão sistêmica do projeto, onde cada projetista tem papel fundamental no desenvolvimento do projeto, bem como no aprimoramento deste processo contínuo, apontando e propondo adequações necessárias ao mesmo.

Ávila (2011) afirma que a compatibilização traz uma redução de incertezas construtivas. Muitas interferências são diagnosticadas apenas no momento da execução, isso faz com que a tomada de decisão para a solução do problema seja tardia, onde, em muitos casos, gera um retrabalho e por consequência, um aumento no orçamento de execução. Para o autor, o adiamento ou até mesmo a falta de decisões, especialmente nas fases iniciais do projeto, potencializa a quantidade de erros e aumenta efeitos negativos no produto final. Com a verificação física e dimensional dos projetos, formando de todas as disciplinas que o compõe, apenas um, as falhas são consideravelmente reduzidas, as decisões são tomadas ainda na etapa de projeto, aumentando a qualidade do mesmo e gerando uma execução sem improvisações, interrupções e atrasos.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentadas as estratégias metodológicas utilizadas para a coleta e análise de dados, e a forma a ser realizada a discussão dos resultados. Na classificação da pesquisa considerou-se os aspectos empregados na elaboração do trabalho, assim como o seu desenvolvimento.

Para Fachim (2005), toda pesquisa científica se inicia com o método observacional. O método em questão consiste em processos de natureza sensorial, como objeto do processo no qual o pesquisador se dedica no mundo dos fenômenos empíricos.

A presente pesquisa é apresentada de forma quantitativa, sendo classificada, quanto à sua natureza, como “aplicada”. Com relação aos seus objetivos, define-se como “descritiva”, assim sendo “[..] primordial a descrição das características determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis.” (GIL, 1991, p. 42).

3.1 DEFINIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O projeto da edificação utilizada para o estudo em questão trata-se de uma residência unifamiliar de padrão construtivo médio, localizada no município de Caxias do Sul - RS. A residência ainda não foi construída, sendo este um projeto futuro. Um render da fachada do empreendimento pode ser observado Figura 1.

Figura 1 – Render do empreendimento utilizado como objeto de estudo



Fonte: Sogalio Construtora LTDA (2021).

A edificação possui estrutura em concreto armado e área construída total de 92 m², divididos entre pavimento térreo e pavimento superior, contando com sacadas e varandas. O projeto arquitetônico com as plantas baixas e cortes esquemáticos estão apresentados no Apêndice A. Vale ressaltar que o projeto arquitetônico foi elaborado e fornecido pela Sogalio Construtora LTDA (2021) e apenas a organização das pranchas foi elaborado pela autora.

A alimentação de água fria da residência, feita pela Autarquia municipal (SAMAE), se dará por meio da parede de medição, alocada no canto superior esquerdo do terreno. Para o dimensionamento das redes hidráulicas e sanitárias considerou-se os aparelhos conforme Tabela 28.

Tabela 28 – Aparelhos e pontos por cômodo

Pavimento	Cômodo	Aparelhos	Pontos
Térreo	Lavabo	Bacia sanitária	Água fria e sanitário
		Lavatório	Água fria/quente e sanitário
	Á. Serv.	Máquina de lavar roupas	Água fria/quente e sanitário
		Tanque de lavar roupas	Água fria/quente e sanitário
	Cozinha	Pia de cozinha	Água fria/quente e sanitário
Jardim	Torneira de jardim	Água fria	
Superior	Banheiro	Bacia sanitária	Água fria e sanitário
		Lavatório	Água fria/quente e sanitário
		Chuveiro	Água fria/quente e sanitário

Fonte: Próprio da autora, (2022).

3.2 LEVANTAMENTO DE SUBSÍDIOS

Para se chegar a resultados conclusivos referente aos objetivos propostos nesta pesquisa, foram executados alguns passos de desenvolvimento. Primeiramente, antes do desenvolvimento do projeto hidrossanitário através do *software* AltoQi Builder foi realizado um estudo da arquitetura do projeto, com a finalidade de melhor posicionar os elementos hidráulicos e sanitários e definir a melhor localização para os tubos, sem interferência no projeto arquitetônico. Com a concepção do projeto hidrossanitário finalizada, foi iniciado o desenvolvimento e dimensionamento do projeto convencional.

Com base no projeto hidrossanitário convencional, foram realizados os ajustes nos pontos necessários para atender a certificação GBC Brasil Casa. Ao final, com os projetos detalhados e dimensionados, todos os dados pertinentes à pesquisa foram exportados (plantas baixas, listas de materiais e planilhas de dimensionamento), desta forma, foi realizada uma análise comparativa dos dados coletados, por meio do levantamento de todos os pontos necessários de alteração, bem como foi elaborado orçamento em ambas as concepções e também comparados. Com os dados orçamentários, também foi realizada uma análise de viabilidade financeira para os novos sistemas adicionados (reaproveitamento de água da chuva e aquecimento de água por placa solar).

3.3 MÉTODOS DE CÁLCULO

Para resultados mais precisos, foi inicialmente utilizada a mesma concepção hidrossanitária do projeto em estudo para desenvolvimento em ambas as soluções aplicadas. Ou seja, em sua grande maioria, os pontos atendidos e caminho da tubulação são os mesmos em ambas as soluções, se diferenciando apenas nos elementos novos projetados para o atendimento da certificação. Além disto, para esta pesquisa, de forma geral, foram utilizados o método dos pesos para o dimensionamento hidráulico, seguindo as instruções normativas contidas na NBR 5626 – Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção (ABNT, 2020), e o método das unidades de Hunter para o dimensionamento sanitário, seguindo as instruções normativas contidas na NBR 8160 – Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução (ABNT, 1999).

3.3.1 Projeto hidráulico

Para o projeto hidráulico, primeiramente foi calculada a contribuição diária da edificação, por meio da Equação 11, com o objetivo de dimensionar os elementos de abastecimento da residência.

$$C_d = P \times q \quad (11)$$

Onde:

C_d = Consumo diário, em l/dia;

P = Número de contribuintes;

q = Consumo per capita, em l/dia.

O número de contribuintes foi calculado de acordo com as informações contidas na Tabela 1, sendo considerado, para uso residencial, duas pessoas por dormitório e o projeto contendo três dormitórios, o número total de contribuintes é de 6 pessoas. O consumo per capita pode ser obtido por meio da Tabela 2, sendo o projeto de padrão médio, sendo então adotada uma vazão de 160 l/hab/dia.

Com a contribuição diária definida, foram calculadas a vazão requerida e o volume de reservação, por meio das Equações 12 e 13, respectivamente, com a

finalidade de dimensionar a tubulação de abastecimento, bem como o tamanho do reservatório para atender a população da edificação.

$$Q = \frac{C_d}{T} \quad (12)$$

Onde:

Q = Vazão do conduto, em l/s;

C_d = Consumo diário, em l/dia;

T = Tempo de reposição, em s.

O consumo diário utilizado foi obtido por meio da Equação 11. Adotou-se um tempo de reposição de 3 h, conforme NBR 5626 (ABNT, 2020). Com a vazão calculada, foi encontrado o diâmetro equivalente, por meio dos valores obtidos pela Tabela 3.

$$V = C_d \times R \quad (13)$$

Onde:

V = Volume do reservatório, em l;

C_d = Consumo diário, em l/dia;

R = Dias de reserva.

O consumo diário utilizado foi obtido por meio da Equação 11. Para os dias de reserva, a NBR 5626 (ABNT, 2020) indica que o volume total de água reservado deve atender no mínimo 1 dia de consumo normal no edifício. Para o projeto em questão, foi considerada uma reserva de 1,5 dias.

Com o sistema de abastecimento dimensionado, foram previstos os sistemas de distribuição de água fria e quente. A vazão, velocidade e perda de carga das tubulações foram dimensionadas por meio da Equação 14, 15 e 16, respectivamente.

$$Q = 0,3 \times \sqrt{\sum P} \quad (14)$$

Onde:

Q = Vazão estimada da seção considerada, em l/s;

P = Soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada.

A NBR 5626 (ABNT, 1998) indica os valores dos pesos a serem considerados para cada peça hidráulica, os quais podem ser observados na Tabela 5. Com a vazão de cada trecho calculada, foi encontrado o diâmetro equivalente, por meio dos valores apresentados na Tabela 3. A seguir, é apresentada a Equação 15, para o cálculo da velocidade nas tubulações.

$$V = \frac{Q}{\frac{(\pi \times D_i^2)}{4}} \times 1000 \quad (15)$$

Onde:

V = Velocidade, em m/s;

Q = Vazão estimada, em l/s;

D_i = Diâmetro interno da tubulação, em mm.

A vazão estimada utilizada foi obtida por meio da Equação 14. O diâmetro interno da tubulação é retirado dos valores informados na Tabela 3. A seguir, é apresentada a Equação 16, a fórmula de *Fair-Whipple e Hsiao*, adotada para o cálculo da perda de carga unitária das tubulações.

$$J = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times D^{-4,75} \quad (16)$$

Onde:

J = Perda de carga unitária, em kPa/m (1 kPa é aproximadamente equivalente a 0,1 m.c.a.);

Q = Vazão estimada, em l/s;

D = Diâmetro interno, em mm.

A vazão estimada utilizada foi obtida por meio da Equação 14. O diâmetro interno da tubulação foi retirado dos valores informados na Tabela 3. Por meio da Equação 16, foi calculada a perda de carga unitária da tubulação. Para a perda de carga nas conexões, foram somados os comprimentos equivalentes das conexões por meio das Tabelas 6 e 7. Para o cálculo da perda de carga total, basta multiplicar o valor da perda de carga unitária pelo somatório dos comprimentos equivalentes. Com o valor de perda de carga e a pressão manométrica inicial existente no ponto, consegue-se calcular a pressão final no ponto, bastando subtrair a perda de carga do valor de pressão manométrica inicial.

Além das tubulações, foi dimensionado aquecedor de passagem para a concepção convencional, conforme método descrito em “2.1.1.2.1 *Dimensionamento do aquecedor de passagem*”. Enquanto para a concepção atendendo a certificação GBC Brasil Casa, foi dimensionado aquecedor solar, conforme item “2.1.1.2.2 *Dimensionamento do aquecedor solar*”.

3.3.2 Projeto sanitário

Para o projeto sanitário foram dimensionados os ramais, tubos de queda, subcoletores, coletor predial, caixas de gordura e inspeção, desconectores e sistema de ventilação, conforme itens “2.1.2.1 *Dimensionamento dos ramais de descarga e esgoto*”, “2.1.2.2 *Dimensionamento dos tubos de queda e de gordura*”, “2.1.2.3 *Dimensionamento do subcoletor e do coletor predial*”, “2.1.2.4 *Dimensionamento da caixa de gordura e inspeção*”, “2.1.2.5 *Dimensionamento dos desconectores*” e “2.1.2.6 *Dimensionamento do sistema de ventilação*”, respectivamente.

Para o sistema de águas pluviais, primeiramente foram definidas a vazão de projeto, de acordo com a Equação 17.

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (17)$$

Onde:

Q = Vazão, em l/min;

I = Intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = Área de contribuição de vazão, em m².

De acordo com a NBR 10844 (ABNT, 1989), a duração da chuva para o cálculo da vazão deve ser de 5 minutos e o período de retorno, para coberturas ou terraços deve ser de 5 anos, além disto, para edificações de até 100 m² a intensidade pluviométrica pode ser considerada de 150 mm/h. Com base no Atlas pluviométrico do Brasil (2017), a intensidade pluviométrica para atender estes parâmetros deve ser de 133,5 mm/h. Desta forma, adotou-se uma intensidade pluviométrica de 150 mm/h, sendo o maior valor comparado. A área de contribuição de vazão foi dada de acordo com a geometria do telhado da edificação. A superfície do telhado em questão pode ser classificada como superfície inclinada, tendo duas águas e pode ser calculada de acordo com a Equação 18. Para o projeto em questão, foi utilizada uma altura de 2,72 m, largura de uma água do telhado de 5,05 m e comprimento do telhado de 5,15 m.

$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) \times B \quad (18)$$

Onde:

A = Área de contribuição de vazão, em m²;

a = Largura de uma água do telhado, em m;

h = Altura do telhado, em m;

B = Comprimento do telhado, em m.

Com o valor de vazão, foram calculadas as calhas de coleta de água da chuva, por meio da Equação 19, pelo método de Manning-Strickler.

$$Q = K \times \frac{S}{n} \times R_H^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \quad (19)$$

Onde:

Q = Vazão de projeto da calha, em l/min;

$K = 60.000$ (coeficiente para transformar a vazão em m³/s para L/min);

S = Área da seção molhada, em m²;

n = Coeficiente de rugosidade do material;

R_H = Raio hidráulico (S/P), em m;

P = Perímetro molhado, em m;

i = Declividade da calha, em m/m.

Além das calhas, foram dimensionados os condutores verticais e as caixas coletoras, por meio dos itens “2.1.3.3 *Dimensionamento dos condutores verticais*” e “2.1.3.4 *Dimensionamento de caixas coletoras*”, respectivamente.

3.3.3 Projeto GBC Brasil Casa

Após a elaboração do projeto convencional, foi elaborado novo projeto para atendimento da certificação GBC Brasil Casa, seguindo as instruções normativas contidas na NBR 15527 – Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos (ABNT, 2019) e NBR 12213 – Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público (ABNT, 1992). O sistema para aproveitamento de água da chuva basicamente consiste em reservatório, filtro e bombeamento.

Para o dimensionamento do reservatório de águas pluviais, foi utilizado o Método de Azevedo Neto, conforme Equação 20. De acordo com Bezerra *et. al.* (2010), não existe um método ideal para o dimensionamento do reservatório de águas pluviais, devendo ser observado as condições da região, o projeto em questão e custo da construção. Os resultados obtidos por meio do Método de Azevedo Neto, para este caso, se enquadram nos menores volumes entre os métodos apresentados na antiga NBR 15527 (ABNT, 2007), representando assim menor custo do reservatório. Além disso, este método relaciona o volume do reservatório com o número de meses de pouca chuva ou seca e como na região Sul do Brasil as chuvas são bem distribuídas durante o ano, não são necessários reservatórios que acumulem água por um grande período de meses para atender a demanda da edificação, justificando assim a escolha do método.

$$V_{an} = 0,0042 \times P_a \times A \times T \quad (20)$$

Onde:

V_{an} = Volume do reservatório, em l;

P_a = Precipitação pluviométrica anual média, em mm/ano;

A = Área de captação, em m²;

T = Número de meses de pouca chuva ou seca, adimensional.

A área de captação utilizada foi obtida por meio da Equação 18, com base na geometria do telhado. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (2023) o índice de precipitação pluviométrica, para a cidade Caxias do Sul – RS, é de 1833 mm/ano. Para se obter o número de meses de pouca ou nenhuma chuva, de acordo com o método apresentado por Bezerra *et. al.* (2010), foram considerados os meses com precipitação menor que 122,2 mm, ou seja, os que não alcançam 80% da precipitação média mensal. Desta forma, o valor utilizado para o número de meses de pouca chuva foi de 1 mês.

Para a verificação de necessidade de instalação de poço de infiltração, foi utilizada a Equação 21. Levando em consideração a área restante do terreno, bem como o tipo de superfície para o coeficiente de escoamento superficial de acordo com a Tabela 24.

$$Q = \frac{C \times I \times A}{60} \quad (21)$$

Onde:

Q = Vazão de pico, em l/min;

C = Coeficiente de escoamento superficial, variando de 0 a 1;

I = Intensidade média da chuva, em mm/h;

A = Área de contribuição, em m².

Os demais itens da certificação foram atendidos conforme itens “2.2.1 Implantação”, “2.2.2 Uso eficiente da água” e “2.2.3 Energia e atmosfera”.

Para atendimento do “2.2.1.1 Crédito 10 - Controle e gerenciamento de águas pluviais”, de acordo com a Lei Complementar nº 589 (2019), para zonas de uso misto, a qual se enquadra o objeto de estudo, a taxa de permeabilidade do solo deve ser, no mínimo, 20%. Desta forma, como o objeto de estudo possui 26% de área permeável, os requisitos que já são cumpridos pela legislação municipal foram considerados atendidos.

Quanto aos mecanismos de armazenagem de águas pluviais para retenção, a Lei Complementar nº 636 (2020) define parâmetros apenas para edificações com área

equivalente impermeabilizada superior a 800 m², ou seja, apenas edificações com área igual ou maior de 800 m² devem prever mecanismos de retenção, com o objetivo de não sobrecarregar os sistemas públicos. Como o objeto de estudo não se enquadra nestes padrões, este requisito foi atendido de acordo com o estipulado pela certificação GBC Brasil Casa.

A limitação de vazão deverá ser realizada através da utilização de equipamentos com vazão constante, de valor igual ou inferior aos apresentados pela certificação, portanto as tubulações foram dimensionadas de maneira convencional conforme critérios estabelecidos pela NBR 5626 (ABNT, 1998). Desta forma, os requisitos de “2.2.2.3 Crédito 1 - Uso eficiente da água – otimizado” e “2.2.2.1 Pré-Requisito 1 - Uso eficiente da água – básico”, não resultam em alterações no projeto, visto que os pontos foram atendidos pelas vazões mínimas estabelecidas na normativa e a redução de vazão para atendimento ao selo será realizada pelo metal utilizado.

O item “2.2.2.6 Crédito 4 - Sistemas de irrigação eficiente” não foi considerado para o projeto em questão. Após análise, foi observado que não há necessidade de instalação de um sistema de irrigação na residência, visto que a mesma contará apenas com um gramado. Além disto, a edificação será executada na região Sul do Brasil, onde as chuvas são bem distribuídas durante o ano, não possuindo longos períodos de seca e necessidade de irrigação.

3.4 ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS

A análise de dados aplicada na pesquisa foi desenvolvida através de tabelas e gráficos, ambos tratados e gerados no *software* Excel. As informações levantadas de cada projeto foram classificadas e agrupadas, para posterior avaliação e comparação entre si. Os dados analisados são ser divididos em três categorias:

1. **Natureza das alterações:** onde estão identificados o projeto ou particularidade da edificação que gerou a necessidade de uma alteração;
2. **Itens da certificação relacionados à frequência das alterações:** os dados obtidos nesta etapa ilustram qual item da certificação gerou a necessidade de uma alteração;

3. **Frequência de alterações por pavimento:** indica o número de ocorrências de alterações no projeto, peças, tubulações e novos sistemas, todos dados por pavimentos da edificação.

Foram avaliados os diferentes materiais utilizados no projeto convencional e projeto certificado das redes de abastecimento de água e esgoto, avaliando quais deles sofreram um acréscimo, decréscimo ou não sofreram alterações nas quantidades de peças. Os itens que sofreram acréscimo e decréscimo também foram classificados com relação à quantidade de itens avaliados. Ao final, se procedeu com a análise de frequência das alterações, natureza e o item da certificação que a alteração está relacionada, bem como uma avaliação orçamentária entre os projetos e o tempo de retorno deste investimento, discutida a seguir.

3.5 ANÁLISE ORÇAMENTÁRIA E TEMPO DE RETORNO DE INVESTIMENTO

Para a elaboração das planilhas orçamentárias e posterior comparação, foi utilizado o método analítico. Este método é realizado com base em levantamentos mais precisos dos serviços da construção, cada um apresentado por meio de uma composição que considera consumos de materiais e mão de obra. Os orçamentos foram realizados por meio da base de preços SINAPI RS FEV (2023), para os casos de componentes não encontrados nesta base, foi cotado em fornecedores regionais.

O tempo de retorno de investimento foi calculado com base no método do valor presente líquido. De acordo com SIENGE (2017), o valor presente líquido busca trazer para o presente o valor dos fluxos de caixa futuros, isto é, os lucros que esse investimento pode dar nos próximos anos. Isso é feito com base em uma taxa de retorno que, então, será comparada com o custo necessário para fazer o investimento inicial. Para este método foi utilizada a Equação 22.

$$VPL = FC_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1 + TMA)^i} \quad (22)$$

Onde:

VPL = Valor presente líquido;

FC_0 = Fluxo de caixa no início da operação (período zero);

FC_i = Fluxos de caixa que acontecerão nos próximos períodos;

TMA = Taxa mínima de atratividade, em porcentagem (%);

i = Períodos analisados, em anos;

n = Quantidade de períodos analisados, em anos.

Para o cálculo do tempo de retorno do investimento da obra de reaproveitamento de água da chuva, foi considerado como fluxo de caixa no início da operação o valor corresponde a todo excedente devido à adequação da certificação para as redes de alimentação, água fria e esgoto. Já o fluxo de caixa no início da operação do investimento da obra de aquecimento de água por placa solar, foi considerado o valor corresponde a todo excedente devido à adequação da certificação para a rede de água quente.

Para determinar os custos e despesas do projeto, foram utilizados os dados das tarifas de água, gás e energia elétrica, para consumidores residenciais, da região de Caxias do Sul – RS. De acordo com o SAMAE (2023), existe a tarifa básica de consumo para até 5 m³ de água no valor de R\$33,50, e para todo metro cúbico excedente, é cobrado um valor por faixas, conforme Tabela 29. Além da água, é cobrado um valor para afastamento e tratamento de esgoto, num percentual de 80% do consumo de água. Para o objeto de estudo, foram estimados a utilização de 28,8 m³/mês (R\$484,76/mês) para o projeto sem reutilização de água da chuva e 22,48 m³/mês (R\$343,84/mês) no projeto que considera a reutilização de água da chuva. O desconto se deve ao uso de água da chuva na torneira do jardim e descargas, sendo consideradas 4 descargas (consumo de 6 L por descarga) por pessoa por dia. Todo o consumo da edificação foi calculado com base na Equação 11 apresentada anteriormente, para um período de 30 dias.

Tabela 29 - Custo pelo fornecimento de água excedente a 5 m³

Consumo	Custo (m³)
De 06 m ³ até 10 m ³	R\$ 7,67
De 11 m ³ até 15 m ³	R\$ 9,24
De 16 m ³ até 20 m ³	R\$ 14,48
De 21 m ³ até 30 m ³	R\$ 19,02

Fonte: Próprio da autora, (2023).

Nos custos relativos ao sistema de reaproveitamento de água da chuva, foi acrescentado um valor de energia elétrica para o funcionamento das duas bombas hidráulicas. De acordo com a RGE (2023), a tarifa cobrada no município é de R\$437,54 a cada 1000 kWh utilizados. Para as bombas hidráulicas, as quais funcionam alternadamente entre si, foi considerado um consumo de 2,77 kWh/mês (R\$1,21/mês), de acordo com o rendimento das mesmas, para um período de 30 dias.

De acordo com a SULGÁS (2023), a tarifa cobrada no município é de R\$8,12 ao metro cúbico de gás utilizado. Segundo Junior (2020), uma residência com 6 pessoas utiliza, em média, 0,9 m³/dia de gás para aquecimento de água, desta forma, para o objeto de estudo, considerando um período de 30 dias, foram estimados a utilização de 27 m³/mês (R\$219,32/mês) no projeto que considera aquecimento de água por aquecedor de passagem.

Além dos custos relativos ao pagamento das tarifas de água, gás e energia elétrica, foi estimado um custo adicional de R\$230,00 ao ano no sistema de reaproveitamento de água da chuva e R\$430,00 ao ano no sistema de aquecimento de água por placa solar, decorrentes de eventuais manutenções, limpezas e regulagens, conforme Tabela 30. Vale ressaltar que estes valores somados aos custos relativos ao pagamento das tarifas sofrem um reajuste anual, tendo sido adotada uma taxa de inflação de 5% ao ano. A inflação foi baseada no Boletim Focus (BCB, 2023) que leva em consideração as estatísticas calculadas considerando as expectativas de mercado.

Tabela 30 - Custos de manutenção dos sistemas implantados

Sistema de reaproveitamento de água da chuva		
Fornecedor	Descrição	Custo total
MultiTech	Manutenções gerais	R\$ 140,00
MultiTech	Verificações de bombas hidráulicas	R\$ 90,00
TOTAL		R\$ 230,00
Sistema de aquecimento por placa solar		
Fornecedor	Descrição	Custo total
HubSolar	Limpeza boiler do aquecedor solar	R\$ 350,00
HubSolar	Regulagem de termostato do aquecedor solar	R\$ 80,00
TOTAL		R\$ 430,00

Fonte: Próprio da autora, (2023).

A análise de viabilidade econômica foi elaborada para um período de 10 anos. Este valor foi definido tendo como base a taxa de depreciação e o prazo de vida útil dos equipamentos. De acordo com a Instrução normativa RFB Nº 1700 (2017), para bombas hidráulicas, reservatórios e instalações em um geral, estima-se um prazo de vida útil de 10 anos.

De acordo com SIENGE (2017), a taxa mínima de atratividade representa o mínimo que o investidor se propõe a ganhar quando aplica seus recursos, ou seja, ela aponta o rendimento mínimo esperado com a aplicação. A taxa mínima de atratividade utilizada foi de 8,5%. Este valor foi baseado no Guia Geral de Análise Socioeconômica de Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura (2021), onde atualmente, o valor recomendado para a TMA para investimentos em infraestrutura no Brasil é de 8,5%. Vale ressaltar que foi adotado um valor de TMA para investimentos em infraestrutura pois não foram identificados TMAs para projetos hidrossanitários.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo serão apresentados os resultados alcançados na pesquisa, conforme a proposta do trabalho. Primeiramente, foram identificados os pontos que sofreram adequações, avaliando seus impactos e identificando a natureza e frequência das alterações do projeto. Em seguida, foram levantados e analisados o quantitativo de materiais dos diferentes cenários em estudo e elaboradas planilhas orçamentárias referentes aos mesmos.

4.1 ANÁLISE DOS PONTOS NECESSÁRIOS DE ALTERAÇÃO

Neste tópico está descrita a análise dos pontos necessários de alteração em cada concepção de projeto. Os resultados são apresentados de acordo com a disciplina do projeto, separando cada elemento hidrossanitário e se foi necessária alguma alteração ou inclusão de elementos.

4.1.1 Projeto Hidráulico

Neste tópico são descritos os projetos convencional e certificado, apontando seu funcionamento. Ao final, são apresentados os pontos com necessidade de alteração ou inclusão de elementos para a disciplina hidráulica.

4.1.1.1 Projeto convencional

As plantas baixas e detalhes do projeto convencional podem ser observadas no Apêndice B. Os relatórios de dimensionamento do reservatório cilíndrico e aquecedor de passagem podem ser observados no Apêndice D. Além destes relatórios, no Apêndice D é possível observar o relatório de dimensionamento de dois pontos de utilização da edificação: chuveiro (mais próximo do reservatório) e torneira de jardim (mais distante do reservatório). Desta forma, como estes dois pontos foram atendidos, com pressões suficientes, isso significa que todos os outros pontos da edificação também foram atendidos.

No projeto convencional, o abastecimento de água do empreendimento é realizado por meio da rede pública, na parte superior esquerda do terreno, passa por

cavalete de hidrômetro classe C de precisão, e chega até o reservatório de 2000 L na cobertura da edificação. Do reservatório saem três tubulações de água fria: tubulação do extravasor, tubulação de limpeza e tubulação de abastecimento. As tubulações de extravasor e limpeza deságuam nas calhas.

A tubulação de abastecimento é pressurizada e atende a coluna de água fria que comporta toda demanda de água da edificação. No pavimento superior existe uma derivação desta coluna, atendendo todos os pontos de utilização de água do pavimento: lavatório, vaso sanitário e chuveiro. Além disso, esta coluna desce até o pavimento térreo, abastecendo também todos os pontos de utilização de água: lavatório, vaso sanitário, máquina de lavar roupas, tanque de lavar roupas, pia de cozinha, torneira de jardim e aquecedor de passagem, localizado na varanda do pavimento térreo.

A partir do aquecedor de passagem, se desenvolve a rede de água quente, que atende todos os pontos necessários de água quente da edificação. Ainda no pavimento térreo, esta rede atende todos os pontos de utilização: lavatório, máquina de lavar roupas, tanque de lavar roupas e pia de cozinha. Esta rede atende também a coluna de água quente, que sobe até o pavimento superior para atender os pontos de utilização: lavatório e chuveiro.

4.1.1.2 Projeto certificado

As plantas baixas e detalhes do projeto certificado podem ser observadas no Apêndice C. Os relatórios de dimensionamento do reservatório cilíndrico de água potável, reservatório cilíndrico de água de reúso, aquecedor de acumulação (boiler), placas solares e cisterna podem ser observados no Apêndice E. Além destes relatórios, no Apêndice E é possível observar o relatório de dimensionamento de dois pontos de utilização da edificação: chuveiro (mais próximo do reservatório) e pia de cozinha (mais distante do reservatório). Desta forma, como estes dois pontos foram atendidos, com pressões suficientes, isso significa que todos os outros pontos da edificação também foram atendidos.

No projeto certificado, o abastecimento de água potável do empreendimento também é realizado por meio da rede pública, na parte superior esquerda do terreno, passa por cavalete de hidrômetro classe C de precisão, e chega até o reservatório de 2000 L na cobertura da edificação. Do reservatório saem cinco tubulações de água

fria: tubulação do extravasor, tubulação de limpeza, tubulação de abastecimento da edificação, tubulação de abastecimento do boiler e tubulação de abastecimento do reservatório de água da chuva, em caso de seca. As tubulações de extravasor e limpeza deságuam nas calhas.

Além do abastecimento de água potável, o empreendimento também conta com abastecimento por água de reutilização, proveniente da chuva. A partir de uma cisterna enterrada no pavimento térreo, a água de reutilização é bombeada por meio de duas bombas, funcionando alternadamente entre si, até o reservatório de 500 L presente no pavimento cobertura da edificação. Esta tubulação conta com um hidrômetro classe C, para controle de quanta água de reúso está sendo utilizada e consequentemente possibilitando o monitoramento do consumo e gastos efetivos com água potável. Vale ressaltar que da cisterna também saem duas tubulações: uma tubulação de extravasor e outra tubulação de limpeza e vão até a caixa de passagem com infiltração.

Do reservatório de água de reutilização saem três tubulações de água fria: tubulação do extravasor, tubulação de limpeza e tubulação de abastecimento de alguns pontos da edificação. Além destas, existe mais uma tubulação também entrando no reservatório, proveniente do reservatório de água potável. Nesta tubulação que liga os reservatórios de água potável e água de reúso existe uma válvula solenoide, esta válvula permite a entrada de água potável no reservatório de água da chuva sempre que seu volume chegar em 30% do total, impossibilitando que os pontos abastecidos pelo reservatório de água da chuva fiquem em algum momento sem atendimento.

A tubulação de abastecimento de água potável é pressurizada e atende a coluna de água fria que comporta toda demanda de água da edificação, exceto os vasos sanitários e torneira do jardim, estes pontos específicos são atendidos pela coluna de água de reúso. No pavimento superior existe uma derivação da coluna de água fria potável, atendendo os seguintes pontos de utilização de água do pavimento: lavatório, chuveiro e ducha higiênica. Além disso, esta coluna desce até o pavimento térreo, abastecendo também os seguintes pontos de utilização de água: lavatório, ducha higiênica, máquina de lavar roupas, tanque de lavar roupas e pia de cozinha. No pavimento superior existe uma derivação da coluna de água fria de reúso, atendendo o vaso sanitário. Além disso, esta coluna desce até o pavimento térreo, abastecendo o outro vaso sanitário da edificação e a torneira de jardim.

No projeto certificado, a água não é mais aquecida por aquecedor de passagem, mas sim por placas solares. Uma tubulação sai do reservatório de água potável e vai até o boiler, presente no pavimento cobertura da edificação. Do boiler, existe uma saída que vai até as placas solares. Das placas, a água retorna aquecida até o boiler e assim, de forma pressurizada, alimenta a coluna de água quente que comporta toda a demanda de água quente da edificação. No pavimento superior existe uma derivação da coluna de água quente, atendendo os pontos de lavatório e chuveiro. Além disso, esta coluna desce até o pavimento térreo, abastecendo também lavatório, máquina de lavar roupas, tanque de lavar roupas e pia da cozinha.

4.1.1.3 Projeto convencional x Projeto certificado

Para adaptar o projeto convencional à certificação GBC Brasil Casa, foram necessários diversos pontos de alteração, assim como o acréscimo de diferentes elementos ao projeto. As Tabelas 31 e 32 apresentam um resumo com os pontos necessários de alteração e todos os elementos que foram acrescentados ao projeto, respectivamente. As tabelas são apresentadas por rede do projeto hidráulico (alimentação, água fria e água quente).

Tabela 31 - Pontos necessários de alteração no projeto hidráulico

(continua)

Alimentação		
Pavimento	Elemento	Situação
Cobertura	Tubulação	Alterado
	Coluna	Não alterado
	Reservatório	Alterado
Superior	Coluna	Não alterado
Térreo	Abastecimento	Não alterado
	Tubulação	Não alterado
	Coluna	Não alterado

(continuação)

Água fria		
Pavimento	Elemento	Situação
Cobertura	Rede extravasor	Alterado
	Rede limpeza	Alterado
	Tubulação	Alterado
	Coluna	Não alterado
Superior	Tubulação	Alterado
	Coluna	Não alterado
	Lavatório	Não alterado
	Vaso sanitário	Alterado
	Chuveiro	Não alterado
Térreo	Tubulação	Alterado
	Coluna	Não alterado
	Lavatório	Não alterado
	Vaso sanitário	Alterado
	Máquina de lavar roupas	Não alterado
	Tanque de lavar roupas	Não alterado
	Pia de cozinha	Não alterado
	Torneira de jardim	Alterado
	Alimentação aquecedor	Alterado
Água quente		
Pavimento	Elemento	Situação
Cobertura	Inexistente	-
Superior	Tubulação	Não alterado
	Coluna	Não alterado
	Lavatório	Não alterado
	Chuveiro	Não alterado

(conclusão)

Água quente		
Pavimento	Elemento	Situação
Térreo	Tubulação	Alterado
	Coluna	Não alterado
	Lavatório	Não alterado
	Máquina de lavar roupas	Não alterado
	Tanque de lavar roupas	Não alterado
	Pia de cozinha	Não alterado
	Aquecedor	Alterado

Fonte: Próprio da autora, (2023).

Tabela 32 - Elementos adicionados no projeto hidráulico

(continua)

Alimentação	
Pavimento	Elemento adicionado
Cobertura	Tubulação
	Coluna
	Reservatório
	Hidrômetro
Superior	Inexistente
Térreo	Cisterna
	Tubulação
	Coluna
	Bombas
Água fria	
Pavimento	Elemento adicionado
Cobertura	Tubulação
	Coluna
	Rede extravasor
	Rede limpeza
	Alimentação boiler

(conclusão)

Água fria	
Pavimento	Elemento adicionado
Superior	Tubulação Coluna Ducha higiênica
Térreo	Tubulação Coluna Ducha higiênica
Água quente	
Pavimento	Elemento adicionado
Cobertura	Tubulação Coluna Boiler Placa solar
Superior	Inexistente
Térreo	Inexistente

Fonte: Próprio da autora, (2023).

A partir do levantamento dos pontos necessários de alteração pode-se observar que as principais mudanças aconteceram na rede de água fria, em termos unitários. A rede de água fria é responsável por 62,9% das mudanças necessárias no projeto convencional para atender a certificação GBC Brasil Casa na disciplina hidráulica, enquanto que as redes de água quente e alimentação correspondem apenas a 15,4% cada uma nos pontos de alterações. Com base na Tabela 32, pode-se observar que a rede que mais necessitou de novos elementos foi também a rede de água fria, contribuindo com 42,3% dos novos elementos adicionados, enquanto a rede de alimentação contribuiu com 34,6% e a rede de água quente com apenas 23,1%.

4.1.2 Projeto Sanitário

Neste tópico são descritos os projetos convencional e certificado, apontando seu funcionamento. Ao final, são apresentados os pontos com necessidade de alteração ou inclusão de elementos para a disciplina sanitária.

4.1.2.1 Projeto convencional

As plantas baixas e detalhes do projeto convencional podem ser observadas no Apêndice B. Os relatórios de dimensionamento das calhas, área de cobertura, conduto final de esgoto, conduto final do pluvial e caixa de gordura podem ser observados no Apêndice D.

No projeto convencional, o esgoto proveniente do vaso sanitário, chuveiro e lavatório, presentes no pavimento superior são conduzidos até o tubo de queda. Este tubo de queda vai até o pavimento térreo, onde se encontra com o esgoto proveniente dos outros pontos do pavimento. O efluente da pia de cozinha passa primeiramente por caixa de gordura e depois se conecta as outras tubulações. Nas áreas de serviço, as redes que recebem as águas cinzas de máquinas de lavar roupas e tanques, passam por caixa sifonada do ambiente, se conectando as tubulações provenientes do vaso sanitário e lavatório também deste mesmo pavimento. Todas estas tubulações se unem em um único ponto e o efluente é conduzido até a rede pública na rua, não sendo necessárias unidades de tratamento.

A edificação conta com ventilação primária, sendo o tubo de queda de esgoto estendido até a cobertura do empreendimento, e com ventilação secundária, nos banheiros ocorre a ventilação do ramal de esgoto entre a caixa sifonada e o ramal de descarga, esta tubulação é interligada a coluna de ventilação, as quais seguem até a cobertura da edificação.

Além da coleta do efluente sanitário, a edificação conta com coleta e descarte das águas pluviais. A coleta da água da chuva é realizada por calhas nos telhados que são conduzidas até os tubos de queda. Estes tubos se encontram no pavimento térreo da edificação e são conduzidos até a rede pública.

4.1.2.2 Projeto certificado

As plantas baixas e detalhes do projeto convencional podem ser observadas no Apêndice C. Os relatórios de dimensionamento das calhas, área de cobertura, conduto final de esgoto, conduto final do pluvial e caixa de gordura podem ser observados no Apêndice D.

No projeto certificado, a coleta e descarte dos efluentes sanitários, bem como toda a ventilação da edificação ocorrem da mesma forma que no projeto convencional. As principais alterações se encontram na rede pluvial. Para atender a certificação, a água da chuva agora é armazenada e reutilizada na edificação.

A coleta da água da chuva é realizada por calhas nos telhados que são conduzidas até os tubos de queda. Estes tubos se encontram no pavimento térreo da edificação e são conduzidos até o filtro de água da chuva. Do filtro, saem duas tubulações: uma tubulação de abastecimento da cisterna e outro tubo para descarte de água e sujeira. Esta tubulação de descarte vai até a caixa de passagem com infiltração, fazendo com que as sobras de água sejam distribuídas no solo, não sobrecarregando o sistema de rede pública. Da caixa de passagem, sai uma tubulação que é conduzida até a rede pública, para descarte.

4.1.2.3 Projeto convencional x Projeto certificado

Para adaptar o projeto convencional à certificação GBC Brasil Casa, foram necessários alguns pontos de alteração, assim como o acréscimo de diferentes elementos ao projeto. Nas Tabelas 33 e 34 está apresentado um resumo com os pontos necessários de alteração e todos os elementos que foram acrescentados ao projeto, respectivamente.

Tabela 33 - Pontos necessários de alteração no projeto sanitário

(continua)

Pavimento	Elemento	Situação
Cobertura	Calhas	Não alterado
	Coluna	Não alterado

(conclusão)

Pavimento	Elemento	Situação
Superior	Tubulação sanitário	Não alterado
	Coluna	Não alterado
	Ventilação	Não alterado
	Lavatório	Não alterado
	Vaso sanitário	Não alterado
	Chuveiro	Não alterado
Térreo	Tubulação sanitário	Não alterado
	Tubulação pluvial	Alterado
	Coluna	Não alterado
	Ventilação	Não alterado
	Lavatório	Não alterado
	Vaso sanitário	Não alterado
	Pia de cozinha	Não alterado
	Caixa de gordura	Não alterado

Fonte: Próprio da autora, (2023).

Tabela 34 - Elementos adicionados no projeto sanitário

Pavimento	Elemento adicionado
Cobertura	Inexistente
Superior	Inexistente
Térreo	Tubulação
	Filtro de água da chuva
	Caixa de passagem
	Poço de infiltração

Fonte: Próprio da autora, (2023).

A partir do levantamento dos pontos necessários de alteração e dos elementos adicionados ao projeto sanitário, pode-se observar que as principais mudanças aconteceram na rede pluvial. A rede pluvial é responsável por 100% das mudanças necessárias no projeto convencional para atender a certificação GBC Brasil Casa na disciplina sanitária, assim como responsável também por todos elementos

acrescentados ao projeto. Com base na Tabela 33, pode-se observar que nenhum ponto da rede de esgoto necessitou de alteração para atendimento da certificação. Este resultado já era esperando, visto as soluções e exigências da certificação, onde a rede de esgoto possui alterações apenas no uso de bacias sanitárias eficientes e na seleção de terreno em local onde exista coleta para o sistema de tratamento público, não sendo aplicáveis ao projeto.

4.2 ANÁLISE DOS IMPACTOS NO QUANTITATIVO DE MATERIAIS

Neste tópico estão apresentados os impactos no quantitativo de materiais de acordo com o atendimento da certificação no objeto de estudo. Foram levantados os quantitativos de materiais para todas as redes do projeto hidrossanitário de ambas as concepções, por pavimento da edificação e posteriormente feito a comparação entre os sistemas.

4.2.1 Pavimento Cobertura

As listas de materiais do projeto convencional, divididas em pavimento cobertura, pavimento superior e pavimento térreo, podem ser observadas no Apêndice F. Já as listas de materiais do projeto certificado, também igualmente divididas por pavimentos, podem ser observadas no Apêndice G.

Na Tabela 35 está apresentado um resumo do quantitativo de materiais do pavimento cobertura, provenientes dos dois projetos, convencional e certificado, assim como a diferença de materiais entre as duas concepções hidrossanitárias. Vale ressaltar que todos os elementos que não possuem percentual de diferença são elementos que foram acrescentados no projeto certificado e não existiam no projeto convencional. Importante destacar também que a rede de esgoto compreende: esgoto sanitário, esgoto pluvial e ventilação.

Tabela 35 - Comparativo de materiais (pavimento cobertura)

(continua)

Lista de Materiais (Cobertura)					
Alimentação					
Metais					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Registro de gaveta bruto 3/4"	un	1,0	1,0	0,0	0%
PPR					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Joelho 45° F/F 25 mm	un	0,0	1,0	1,0	-
Joelho 90° F/F 25 mm	un	0,0	1,0	1,0	-
Tubo PPR PN25 25 mm	m	0,0	6,1	6,1	-
PVC rígido soldável					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Adapt sold c/ flange fixo p cx. d'água 40 mm - 1.1/4"	un	1,0	1,0	0,0	0%
Adapt sold c/ flange fixo p cx. d'água 50 mm - 1.1/2"	un	2,0	2,0	0,0	0%
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro 25 mm - 3/4"	un	2,0	2,0	0,0	0%
Joelho 45 soldável 25 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Joelho 90° soldável 25 mm	un	1,0	2,0	1,0	100%
Torneira de bóia 1/2"	un	1,0	2,0	1,0	100%
Tubos 25 mm	m	2,7	3,4	0,8	29%
Reservatório cilíndrico					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Polietileno 2000 L	un	1,0	1,0	0,0	0%
Polietileno 500 L	un	0,0	1,0	1,0	-

(continuação)

Esgoto					
PVC Esgoto					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Tubo rígido c/ ponta lisa 100 mm - 4"	m	5,0	5,0	0,0	0%
Pluvial					
Calha metálica					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Adaptador para bocal semi-circular 100 mm x 100 mm	un	2,0	2,0	0,0	0%
Cabeceira retangular 100 mm x 100 mm	un	2,0	2,0	0,0	0%
Calha retangular 100 mm x 100 mm	m	10,3	10,3	0,0	0%
PVC Esgoto					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Tubo rígido c/ ponta lisa 100 mm - 4"	m	4,9	4,9	0,0	0%
Ventilação					
PVC Esgoto					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Tubo rígido c/ ponta lisa 50 mm - 2"	m	4,9	4,9	0,0	0%
Água fria					
Metals					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Hidrômetro individual	un	0,0	1,0	1,0	-
Pressurizador 20 mca	un	1,0	1,0	0,0	0%
Registro de gaveta bruto 1"	un	4,0	4,0	0,0	0%
Registro de gaveta bruto 1.1/4"	un	1,0	2,0	1,0	100%

(continuação)

PPR					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Joelho 45° F/F 25 mm	un	0,0	1,0	1,0	-
Tubo PPR PN25 25 mm	m	0,0	0,5	0,5	-
PVC rígido soldável					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro 32 mm - 1"	un	8,0	8,0	0,0	0%
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro 40 mm - 1.1/4"	un	2,0	4,0	2,0	100%
Joelho 45° soldável 25 mm	un	0,0	1,0	1,0	-
Joelho 45° soldável 32 mm	un	1,0	0,0	-1,0	-100%
Joelho 90° soldável 25 mm	un	0,0	4,0	4,0	-
Joelho 90° soldável 32 mm	un	4,0	4,0	0,0	0%
Joelho 90° soldável 40 mm	un	2,0	5,0	3,0	150%
Tubos 25 mm	m	0,0	3,6	3,6	-
Tubos 32 mm	m	5,0	4,2	-0,8	-15%
Tubos 40 mm	m	6,9	9,4	2,5	36%
Tê 90° soldável 32 mm	un	2,0	2,0	0,0	0%
Tê 90° soldável 40 mm	un	1,0	2,0	1,0	100%

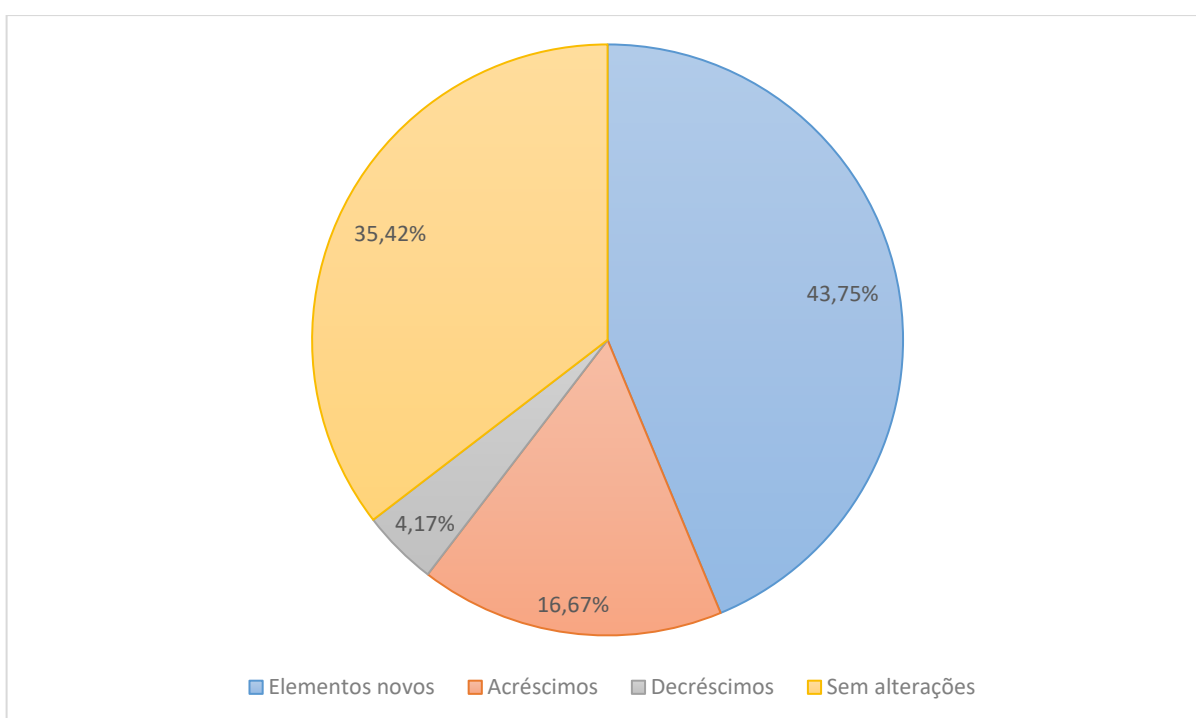
(conclusão)

Água quente					
Cobre					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Luva bolsa - bolsa 22 mm	un	0,0	1,0	1,0	-
Luva bolsa - bolsa 28 mm	un	0,0	2,0	2,0	-
Metais					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"	un	0,0	4,0	4,0	-
Pressurizador 15 mca	un	0,0	1,0	1,0	-
PPR					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Adaptador de Transição F/M 25 mm x 3/4"	un	0,0	8,0	8,0	-
Joelho 45° F/F 25 mm	un	0,0	3,0	3,0	-
Joelho 90° F/F 25 mm	un	0,0	10,0	10,0	-
Tubo PPR PN20 25 mm	m	0,0	18,5	18,5	-
Tê F/F/F 25 mm	un	0,0	1,0	1,0	-
Placa Solar					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Placa solar	un	0,0	1,0	1,0	-
Reservatório térmico solar					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Reservatório térmico solar 300 L	un	0,0	1,0	1,0	-

Fonte: Próprio da autora, (2023).

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 35, pode-se observar que dos 48 tipos de materiais presentes no pavimento cobertura, 43,75% são novos elementos acrescentados ao projeto para atender a certificação, ou seja, são materiais que não existiam no projeto convencional e precisaram ser inseridos para o projeto certificado, 35,42% não sofreram alterações, 16,67% tiveram acréscimos em suas quantidades e apenas 4,17% obtiveram um decréscimo nas quantidades de materiais. Estes resultados podem ser observados por meio do gráfico apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Percentual de alterações (pavimento cobertura)

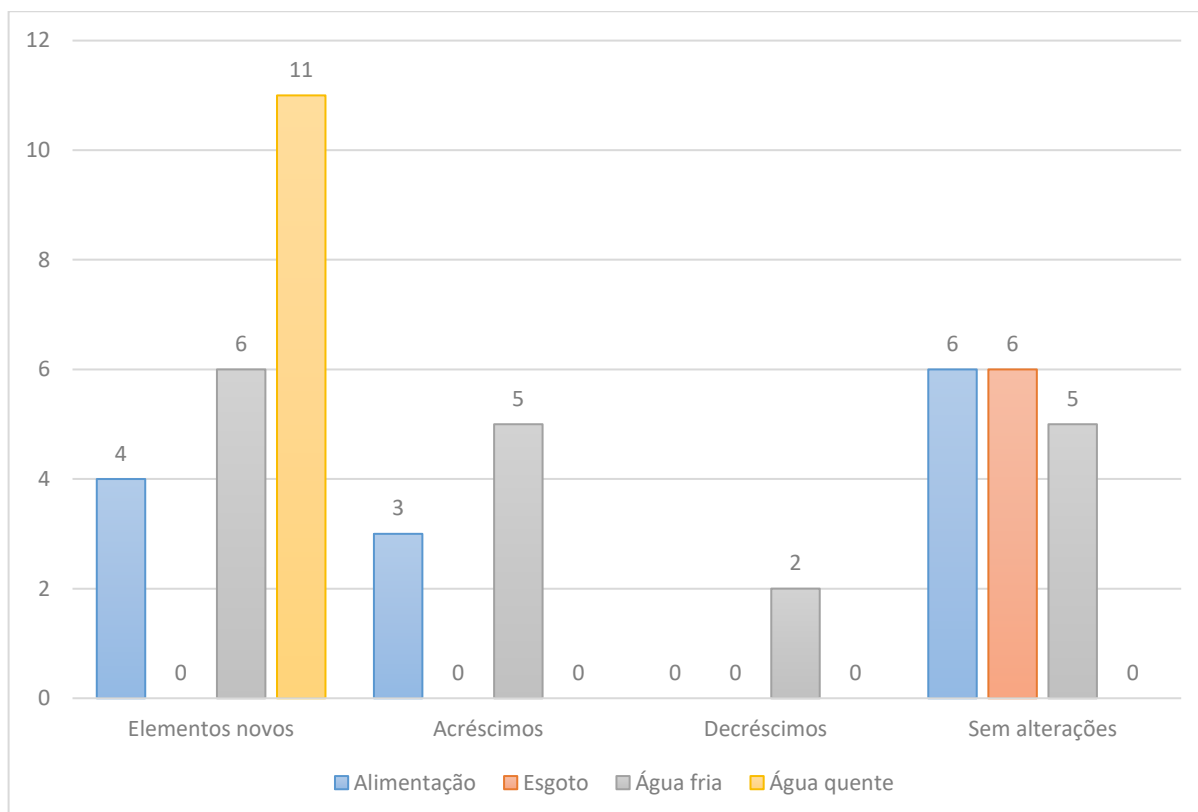


Fonte: Próprio da autora, (2023).

Dos 48 tipos de materiais presentes no pavimento cobertura, 21 deles são novos elementos adicionados, 17 não sofreram alterações, 8 deles tiveram acréscimos em suas quantidades e apenas 2 sofreram decréscimos, totalizando 31 materiais com alterações. Destes 21 novos elementos adicionados, 11 são provenientes da rede de água quente, 6 são da rede de água fria, 4 são da rede de alimentação e nenhum deles pertence a rede de esgoto. Dos 17 materiais que não sofreram alterações, 6 são da rede de alimentação, 6 são da rede de esgoto, 5 pertencem a rede de água fria e nenhum deles pertence a rede de água quente. Dos 8 tipos de materiais que sofreram acréscimos, 5 são da rede de água fria, 3 são da rede de alimentação, as redes de água quente e esgoto não sofreram acréscimo em

nenhum item. Os 2 materiais que sofreram decréscimos pertencem a rede de água fria, o restante das redes não foram alteradas nesta categoria. Estes resultados podem ser observados por meio do gráfico de barras apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Quantidade de alterações por tipo de rede (pavimento cobertura)



Fonte: Próprio da autora, (2023).

4.2.2 Pavimento Superior

Na Tabela 36 está apresentado um resumo do quantitativo de materiais do pavimento superior, provenientes dos dois projetos, convencional e certificado, assim como a diferença de materiais entre as duas concepções hidrossanitárias.

Tabela 36 - Comparativo de materiais (pavimento superior)

(continua)

Lista de Materiais (Superior)					
Alimentação					
PVC rígido soldável					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Tubos 25 mm	m	2,8	2,8	0,0	0%
União soldável 25 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Esgoto					
PVC Acessórios					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Caixa sifonada 150x150x50	un	1,0	1,0	0,0	0%
Sifão de copo p/ pia e lavatório 1" - 1.1/2"	un	1,0	1,0	0,0	0%
Válvula p/ lavatório e tanque 1"	un	1,0	1,0	0,0	0%
PVC Esgoto					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Curva 90° curta 100 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Curva 90° curta 40 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Joelho 45° 100 mm	un	3,0	3,0	0,0	0%
Joelho 45° 40 mm	un	2,0	2,0	0,0	0%
Joelho 45° 50 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Joelho 90° c/anel p/ esgoto secundário 40 mm - 1.1/2"	un	1,0	1,0	0,0	0%
Junção simples 100 mm- 100 mm	un	2,0	2,0	0,0	0%
Luva simples 100 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Redução excêntrica 100 mm - 50 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Tubo rígido c/ ponta lisa 100 mm - 4"	m	5,4	5,4	0,0	0%

(continuação)

PVC Esgoto					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Tubo rígido c/ ponta lisa 40 mm	m	2,7	2,7	0,0	0%
Tubo rígido c/ ponta lisa 50 mm - 2"	m	1,3	1,3	0,0	0%
Vedação p/ saída de vaso sanitário 100 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Pluvial					
PVC Esgoto					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Luva simples 100 mm	un	2,0	2,0	0,0	0%
Tubo rígido c/ ponta lisa 100 mm - 4"	m	6,2	6,2	0,0	0%
Ventilação					
PVC Esgoto					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Joelho 45° 50 mm	un	2,0	2,0	0,0	0%
Joelho 90° 50 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Junção simples 50 mm - 50 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Tubo rígido c/ ponta lisa 50 mm - 2"	m	3,7	3,7	0,0	0%
Tê sanitário 100 mm - 50 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Água fria					
Metais					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"	un	2,0	2,0	0,0	0%
Registro de pressão c/ canopla cromada 3/4"	un	1,0	1,0	0,0	0%

(continuação)

PVC misto soldável

Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Luva soldável c/ rosca 25 mm -3/4"	un	1,0	1,0	0,0	0%

PVC rígido soldável

Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro 25 mm - 3/4"	un	5,0	5,0	0,0	0%
Joelho 90° soldável 25 mm	un	7,0	13,0	6,0	86%
Luva de correr p/ tubo 32 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Luva soldável 25 mm	un	0,0	3,0	3,0	-
Luva de correr p/ tubo 32 mm	un	1,0	0,0	-1,0	-100%
Tubos 25 mm	m	10,2	18,4	8,3	81%
Tubos 32 mm	m	2,8	2,8	0,0	0%
Tê 90° soldável 25 mm	un	2,0	3,0	1,0	50%
Tê de redução 90° soldável 32 mm - 25 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%

PVC soldável azul c/ bucha latão

Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Joelho de redução 90° soldável com bucha de latão 25 mm- 1/2"	un	2,0	3,0	1,0	50%

Água quente**Metais**

Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"	un	1,0	1,0	0,0	0%
Registro de pressão c/ adapt. PPR 3/4"	un	1,0	1,0	0,0	0%

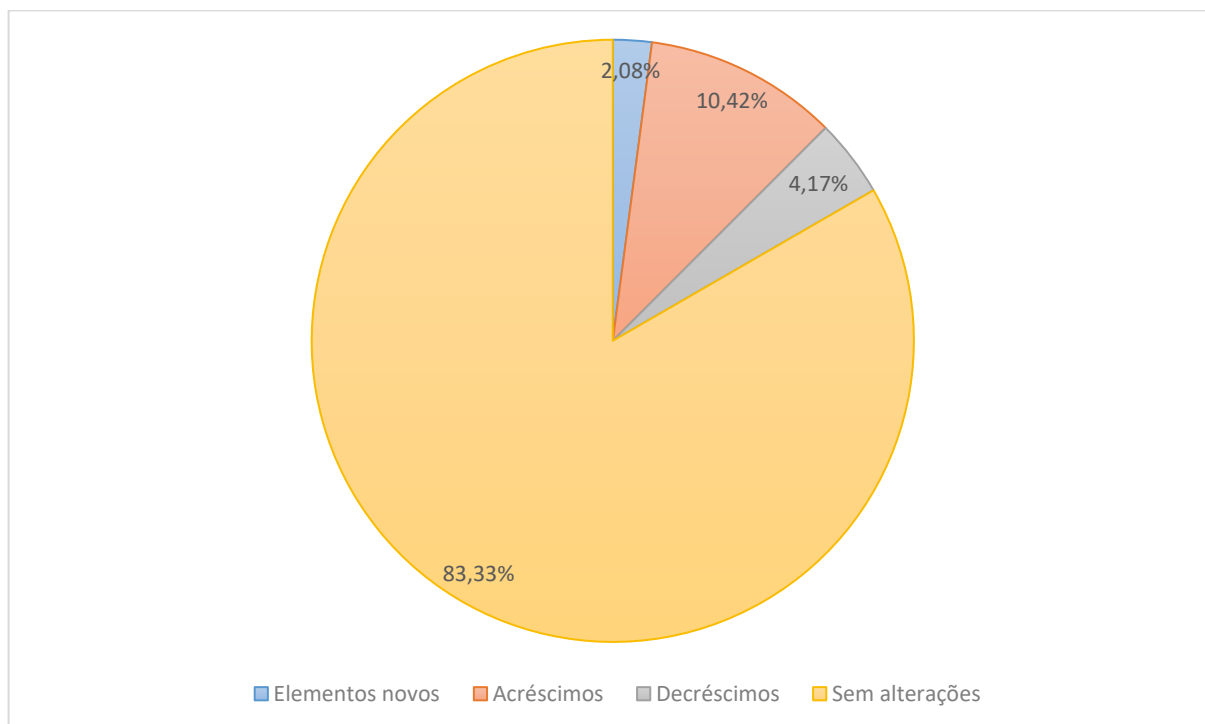
(conclusão)

PPR					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Adaptador de Transição F/M 25 mm x 3/4"	un	3,0	3,0	0,0	0%
Joelho 90° F/F 25 mm	un	8,0	7,0	-1,0	-13%
Joelho 90° F/F com inserto metálico 25 mm x 1/2"	un	1,0	1,0	0,0	0%
Joelho 90° F/F com inserto metálico 25 mm x 3/4"	un	1,0	1,0	0,0	0%
Misturador F/M/M 25 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Tubo PPR PN20 25 mm	m	11,6	11,6	0,0	0%
Tê F/F/F 25 mm	un	1,0	2,0	1,0	100%
PVC rígido soldável					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro 25 mm - 3/4"	un	1,0	1,0	0,0	0%

Fonte: Próprio da autora, (2023).

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 36, pode-se observar que dos 48 tipos de materiais presentes no pavimento superior, 83,33% deles não sofreram nenhum tipo de alteração, 10,42% sofreram acréscimos em suas quantidades, 4,17% sofreram decréscimos em duas quantidades e apenas 2,08% correspondem a elementos novos adicionados no projeto para atendimento da certificação. Estes resultados podem ser observados por meio do gráfico apresentado na Figura 4.

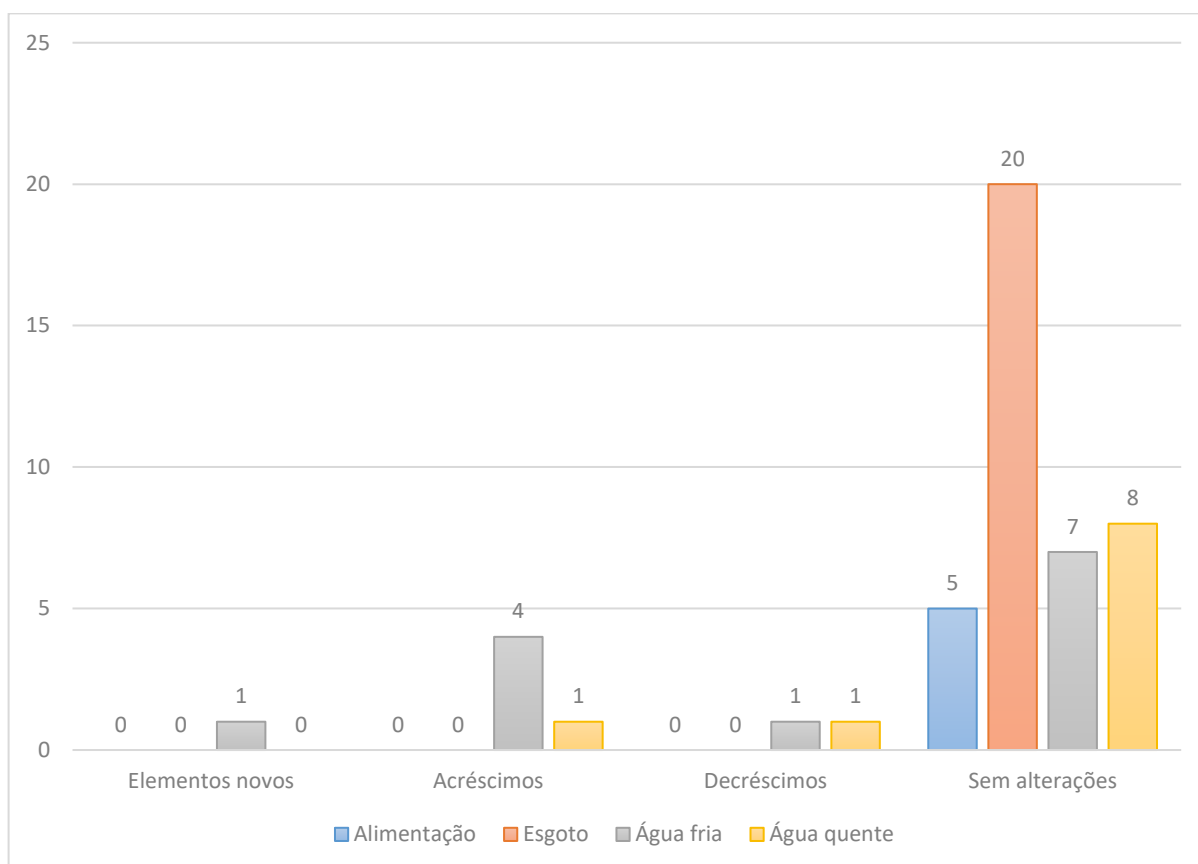
Figura 4 - Percentual de alterações (pavimento superior)



Fonte: Próprio da autora, (2023).

Dos 48 tipos de materiais presentes no pavimento cobertura, 40 não sofreram alterações, 5 tiveram um acréscimo, 2 tiveram um decréscimo e apenas 1 novo elemento foi adicionado ao projeto, totalizando 8 materiais com alterações. Destes 40 materiais sem alteração, 20 são provenientes da rede de esgoto, 8 são da rede de água quente, 7 são da rede de água fria e 5 são da rede de alimentação. Dos 5 materiais que tiveram um acréscimo, 4 são da rede de água fria e 1 é da rede de água quente, as outras redes não sofreram acréscimos em seus materiais. Dos 2 tipos de materiais que sofreram decréscimos, 1 é da rede de água fria e 1 da rede de água quente, as outras redes não sofreram decréscimo em seus materiais. O elemento novo adicionado pertence a rede de água fria, todas as outras redes não receberam novos elementos. Estes resultados podem ser observados por meio do gráfico de barras apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Quantidade de alterações por tipo de rede (pavimento superior)



Fonte: Próprio da autora, (2023).

4.2.3 Pavimento Térreo

Na Tabela 37 está apresentado um resumo do quantitativo de materiais do pavimento térreo, provenientes dos dois projetos, convencional e certificado, assim como a diferença de materiais entre as duas concepções hidrossanitárias.

Tabela 37 - Comparativos de materiais (pavimento térreo)

(continua)

Lista de Materiais (Térreo)					
Alimentação					
Bomba Hidráulica - Recalque					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Schneider - Recalque - BC-92 S/T 1C 3/4CV R119	un	0,0	2,0	2,0	-

(continuação)

Metais					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Registro de gaveta bruto 3/4"	un	4,0	5,0	1,0	25%
Registro de gaveta bruto 1"	un	0,0	1,0	1,0	-
PPR					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Joelho 45° F/F 25 mm	un	0,0	2,0	2,0	-
Joelho 90° F/F 25 mm	un	0,0	5,0	5,0	-
Joelho 90° F/F 32 mm	un	0,0	2,0	2,0	-
Tê F/F/F 25 mm	un	0,0	1,0	1,0	-
Tê F/F/F 32 mm	un	0,0	1,0	1,0	-
Tubo PPR PN25 25 mm	m	0,0	10,3	10,3	-
Tubo PPR PN25 32 mm	m	0,0	1,3	1,3	-
PVC misto soldável					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Colar de tomada em PVC 3/4"	un	1,0	1,0	0,0	0%
Joelho 90° soldável c/ rosca 25 mm - 3/4"	un	4,0	4,0	0,0	0%
PVC rígido soldável					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro 25 mm - 3/4"	un	6,0	6,0	0,0	0%
Joelho 45° soldável 25 mm	un	3,0	3,0	0,0	0%
Joelho 90° soldável 25 mm	un	2,0	2,0	0,0	0%
Tubos 25 mm	m	24,8	24,8	0,0	0%
União soldável 25 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%

(continuação)

Cisterna					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Cisterna 5000 L	un	0,0	1,0	1,0	-
Esgoto					
Caixas de Passagem					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Caixa de passagem PVC 30 cm	un	2,0	2,0	0,0	0%
PVC Acessórios					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Caixa sifonada 150x150x50	un	2,0	2,0	0,0	0%
Sifão de copo p/ pia e lavatório 1" - 1.1/2"	un	1,0	1,0	0,0	0%
Sifão de copo p/ pia e lavatório 1" - 2"	un	1,0	1,0	0,0	0%
Sifão flexível c/ Adaptador 1.1/2" - 1.1/2"	un	1,0	1,0	0,0	0%
Válvula p/ lavatório e tanque 1"	un	1,0	1,0	0,0	0%
Válvula p/ pia 1"	un	1,0	1,0	0,0	0%
Válvula p/ tanque 1 1/2"	un	1,0	1,0	0,0	0%
PVC Esgoto					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Curva 90° curta 100 mm	un	2,0	2,0	0,0	0%
Curva 90° curta 40 mm	un	2,0	2,0	0,0	0%
Joelho 45° 100 mm	un	3,0	3,0	0,0	0%
Joelho 45° 40 mm	un	4,0	4,0	0,0	0%
Joelho 45° 50 mm	un	6,0	6,0	0,0	0%
Joelho 90° 50 mm	un	4,0	4,0	0,0	0%
Joelho 90° c/anel p/ esgoto secundário 40 mm - 1.1/2"	un	2,0	2,0	0,0	0%

(continuação)

PVC Esgoto					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Junção simples 100 mm - 100 mm	un	4,0	4,0	0,0	0%
Luva simples 100 mm	un	2,0	2,0	0,0	0%
Luva simples 50 mm	un	2,0	2,0	0,0	0%
Redução excêntrica 100 mm - 50 mm	un	2,0	2,0	0,0	0%
Tubo rígido c/ ponta lisa 100 mm - 4"	m	24,2	24,2	0,0	0%
Tubo rígido c/ ponta lisa 40 mm	m	2,2	2,2	0,0	0%
Tubo rígido c/ ponta lisa 50 mm - 2"	m	6,6	6,6	0,0	0%
Vedação p/ saída de vaso sanitário 100 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%

Pluvial

Caixas de Passagem					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Caixa de areia pluvial CA PVC - 30 cm	un	1,0	3,0	2,0	200%

Filtro de água da chuva

Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Residencial (Até 200m ²)	un	0,0	1,0	1,0	-

PVC Esgoto

Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Curva 90° curta 100 mm	un	0,0	1,0	1,0	-
Joelho 90° 100 mm	un	1,0	3,0	2,0	200%
Tubo rígido c/ ponta lisa 100 mm - 4"	m	23,5	42,0	18,6	79%
Tê sanitário 100 mm - 100 mm	un	0,0	1,0	1,0	-

(continuação)

Ventilação					
PVC Esgoto					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Curva 90° curta 50 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Joelho 45° 50 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Joelho 90° 50 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Tubo rígido c/ ponta lisa 50 mm - 2"	m	1,1	1,1	0,0	0%
Tê sanitário 100 mm - 50 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Água fria					
Metais					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Registro bruto de gaveta industrial 2.1/2"	un	0,0	1,0	1,0	-
Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"	un	4,0	4,0	0,0	0%
PPR					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Curva 90° F/F 32 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Joelho 90° F/F 25 mm	un	7,0	3,0	-4,0	-57%
Tubo PPR PN25 25 mm	m	16,6	4,6	-12,0	-72%
Tubo PPR PN25 32 mm	m	3,8	3,8	0,0	0%
Tê F/F/F 25 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Tê F/F/F de Redução Central 32mm x 25mm x 32mm	un	1,0	0,0	-1,0	-100%
Tê F/F/F de Redução Extrema 25mm x 25mm x 32mm	un	1,0	0,0	-1,0	-100%

(continuação)

PVC rígido soldável

Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro 25 mm - 3/4"	un	8,0	8,0	0,0	0%
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro 75 mm - 2.1/2"	un	0,0	2,0	2,0	-
Bucha de redução sold. Curta 32 mm - 25 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Joelho 90° soldável 25 mm	un	6,0	13,0	7,0	117%
Joelho 90° soldável 32 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Joelho 90° soldável 75 mm	un	0,0	1,0	1,0	-
Luva de correr p/ tubo 32 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Luva soldável 25 mm	un	0,0	1,0	1,0	-
Tubos 25 mm	m	10,4	14,1	3,7	36%
Tubos 32 mm	m	2,8	2,8	0,0	0%
Tubos 75 mm	m	0,0	3,5	3,5	-
Tê 90° soldável 25 mm	un	2,0	2,0	0,0	0%
Tê 90° soldável 32 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%

PVC soldável azul c/ bucha latão

Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Joelho 90° soldável com bucha de latão 25 mm - 3/4"	un	4,0	4,0	0,0	0%
Joelho de redução 90° soldável com bucha de latão 25 mm - 1/2"	un	2,0	3,0	1,0	50%

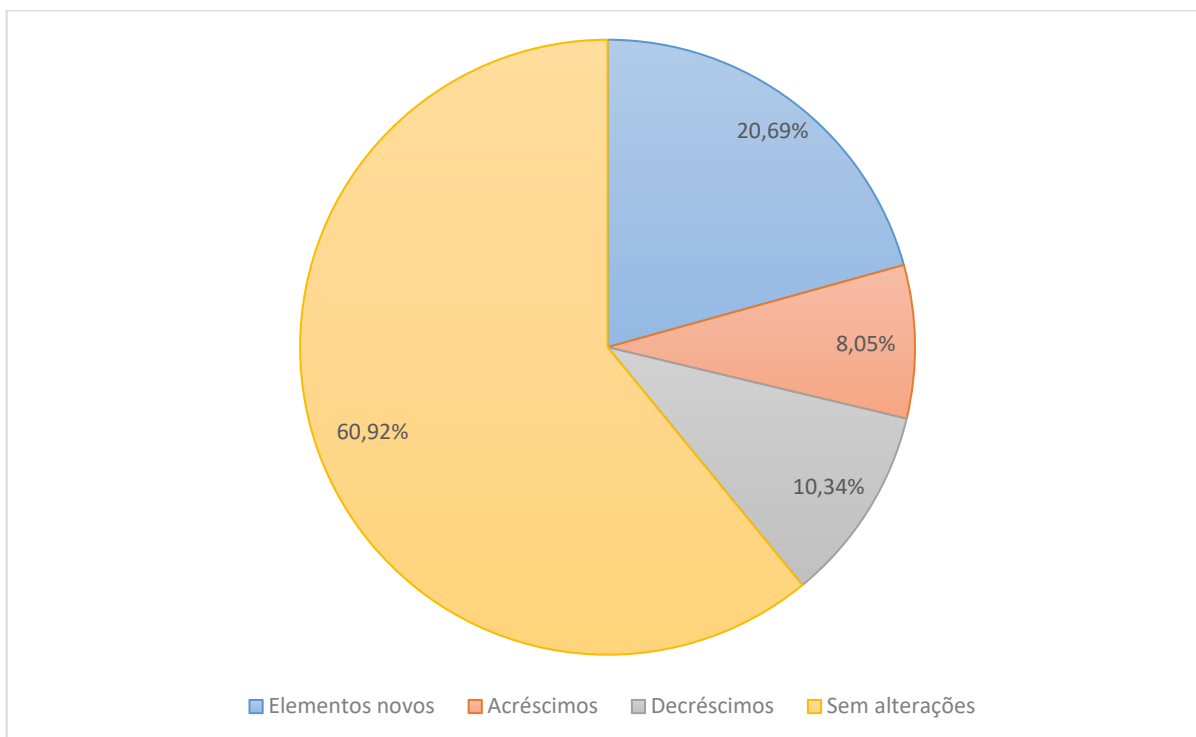
(conclusão)

Água quente					
Aquecedor de passagem à gás					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Komeco Digital GLP KO 25 D	un	1,0	0,0	-1,0	-100%
Metais					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"	un	2,0	1,0	-1,0	-50%
PPR					
Descrição	Unidade	Convencional	Certificado	Diferença (un)	Diferença (%)
Adaptador de Transição F/M 25 mm x 3/4"	un	4,0	2,0	-2,0	-50%
Curva 90° F/F 25 mm	un	5,0	3,0	-2,0	-40%
Joelho 90° F/F 25 mm	un	4,0	4,0	0,0	0%
Joelho 90° F/F com inserto metálico 25 mm x 1/2"	un	1,0	1,0	0,0	0%
Joelho 90° F/F com inserto metálico 25 mm x 3/4"	un	3,0	3,0	0,0	0%
Joelho 90° F/M 25 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%
Tubo PPR PN25 25 mm	m	18,3	15,9	-2,3	-13%
Tê F/F/F 25 mm	un	4,0	4,0	0,0	0%
União 25 mm	un	1,0	1,0	0,0	0%

Fonte: Próprio da autora, (2023).

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 37, pode-se observar que dos 87 tipos de materiais presentes no pavimento térreo, 60,92% deles não sofreram nenhum tipo de alteração, 20,69% correspondem a elementos novos adicionados no projeto para atendimento da certificação, 10,34% sofreram decréscimos em duas quantidades e apenas 8,05% sofreram acréscimos em suas quantidades. Estes resultados podem ser observados por meio do gráfico apresentado na Figura 6.

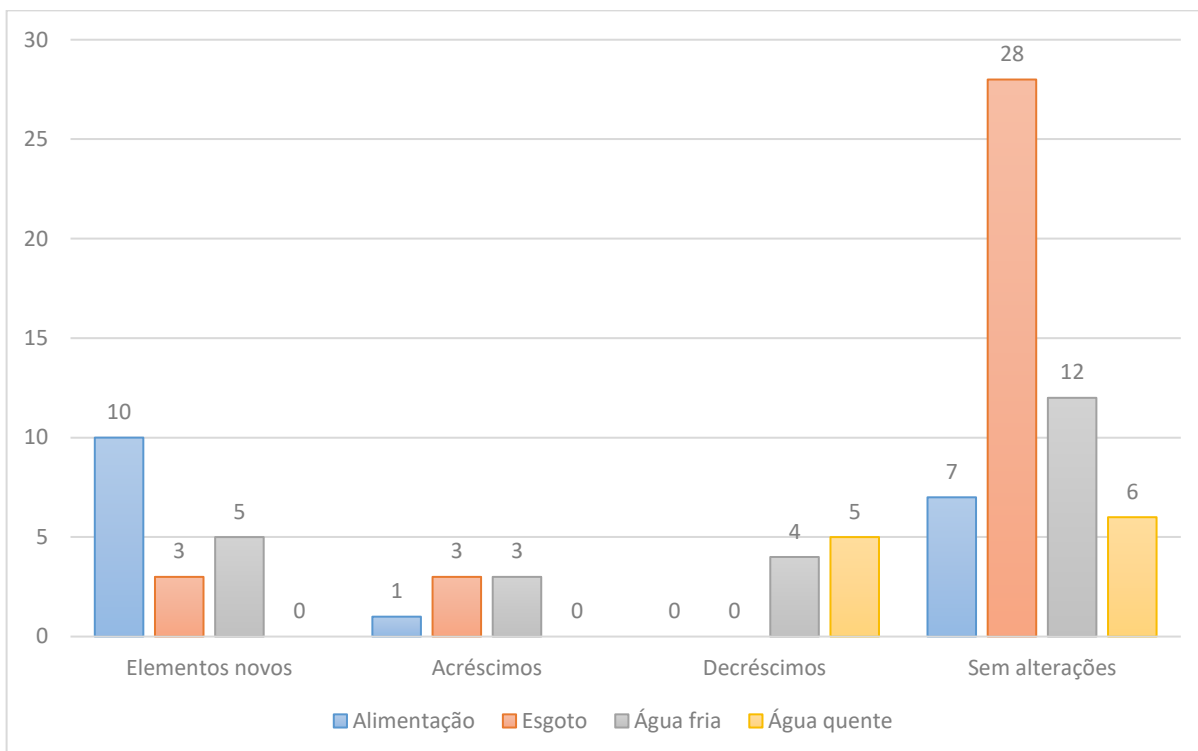
Figura 6 - Percentual de alterações (pavimento térreo)



Fonte: Próprio da autora, (2023).

Dos 87 tipos de materiais presentes no pavimento cobertura, 53 não sofreram alterações, 18 novos elementos foram adicionados ao projeto, 9 tiveram um decréscimo e apenas 7 tiveram um acréscimo de materiais. Destes 53 materiais sem alteração, 28 são provenientes da rede de esgoto, 12 são da rede de água fria, 7 são da rede de alimentação e 6 são da rede de água quente. Dos 18 novos materiais adicionados ao projeto para atendimento da certificação, 10 são da rede de alimentação, 5 são provenientes da rede de água fria, 3 pertencem a rede de esgoto e nenhum novo elemento foi adicionado na rede de água quente. Dos 9 materiais que sofreram decréscimos, 5 deles pertencem a rede de água quente e 4 a rede de água fria, nenhum material da rede de alimentação ou esgoto tiveram decréscimos em suas quantidades de materiais. Dos 7 tipos de materiais que sofreram acréscimos, 3 deles são da rede de esgoto, 3 são da água fria e 1 deles pertence a rede de alimentação, nenhum elemento da rede de água quente sofreu acréscimos em suas quantidades de materiais. Estes resultados podem ser observados por meio do gráfico de barras apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Quantidade de alterações por tipo de rede (pavimento térreo)

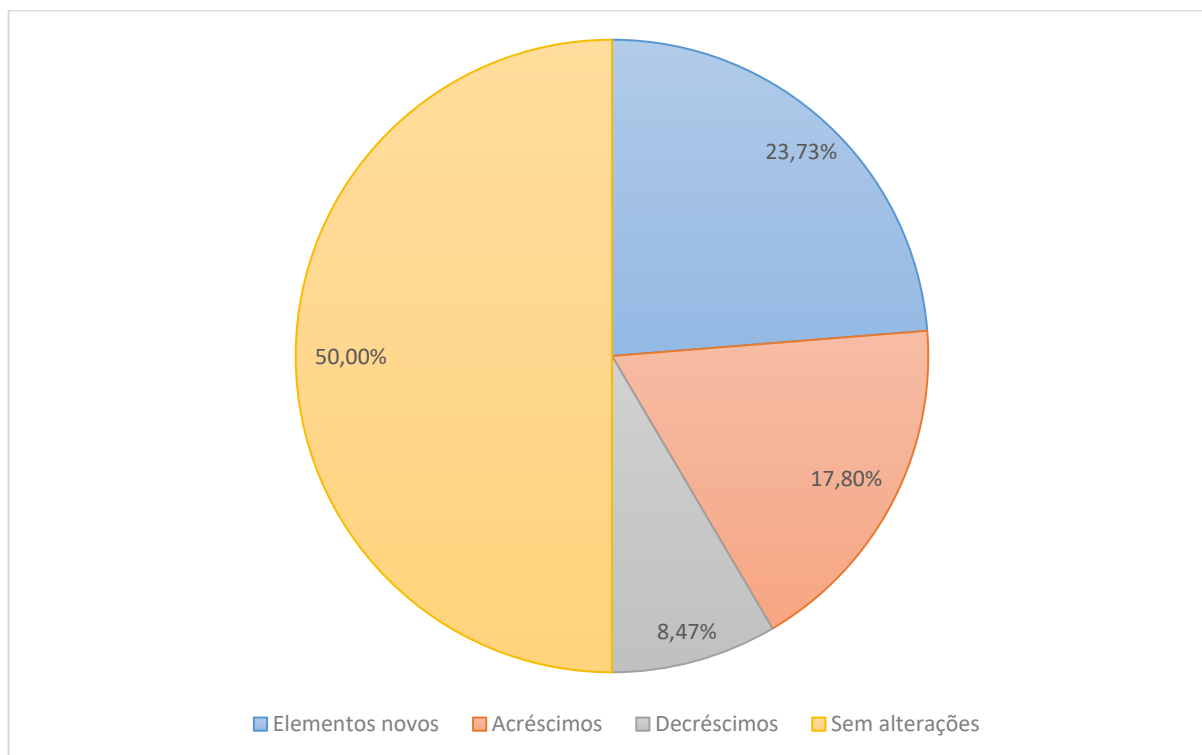


Fonte: Próprio da autora, (2023).

4.2.4 Projeto Convencional x Projeto Certificado

De acordo com os resultados obtidos nos três pavimentos da edificação, pode-se observar que dos 118 tipos de materiais presentes nos projetos completos, 50% deles não sofreram nenhum tipo de alteração, 23,73% correspondem a elementos novos adicionados no projeto para atendimento da certificação, 17,80% sofreram acréscimos em suas quantidades e 8,47% sofreram decréscimos em suas quantidades. Estes resultados podem ser observados por meio do gráfico apresentado na Figura 8.

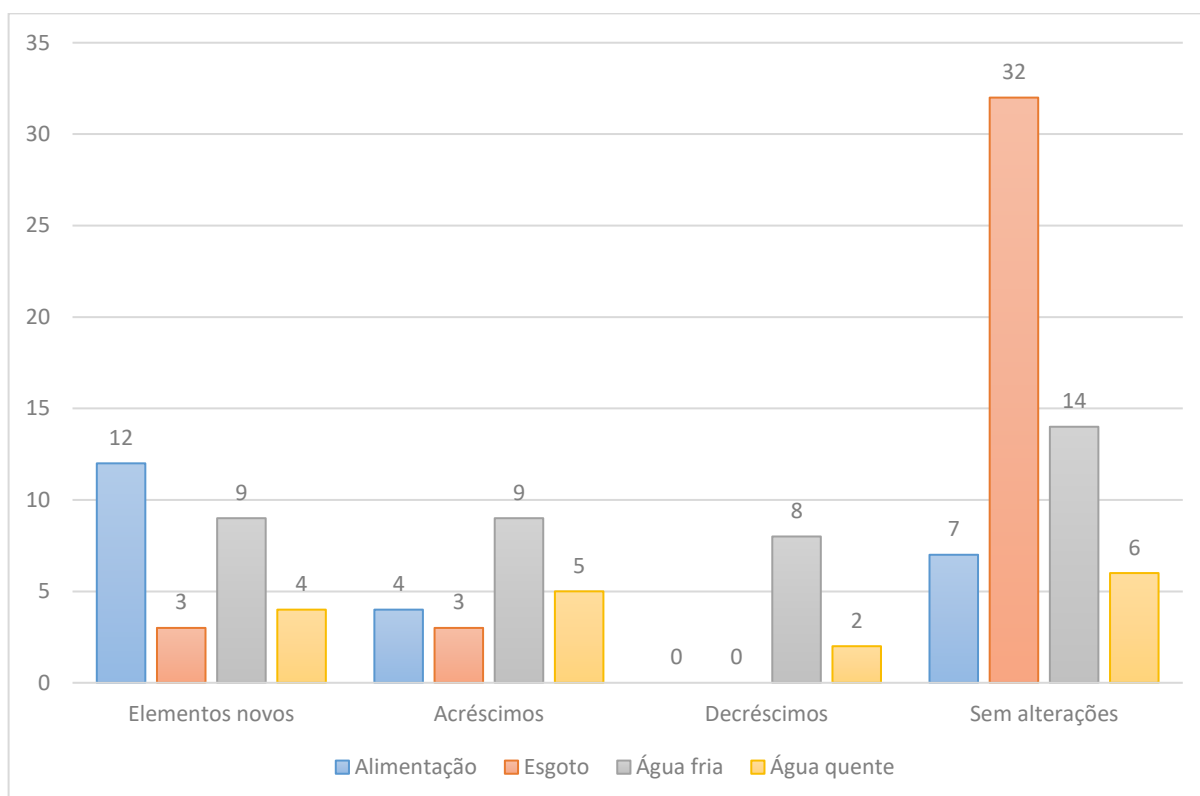
Figura 8 - Percentual de alterações (projeto completo)



Fonte: Próprio da autora, (2023).

Dos 118 tipos de materiais presentes nos projetos completos, 59 não sofreram alterações, 28 novos elementos foram adicionados ao projeto, 21 tiveram um acréscimo e apenas 10 tiveram um decréscimo de materiais. Destes 59 materiais sem alteração, 32 são provenientes da rede de esgoto, 14 são da rede de água fria, 7 são da rede de alimentação e 6 são da rede de água quente. Dos 28 novos materiais adicionados ao projeto para atendimento da certificação, 12 são da rede de alimentação, 9 são provenientes da rede de água fria, 4 pertencem a rede de água quente e 3 deles são da rede de esgoto. Dos 21 materiais que sofreram acréscimos, 9 deles pertencem a rede de água fria, 5 são da rede de água quente, 4 são da rede de alimentação e 3 são da rede de esgoto. Dos 10 tipos de materiais que sofreram decréscimos, 8 deles são da rede de água fria e 2 são da água quente, nenhum elemento da rede de alimentação e esgoto sofreram decréscimos em suas quantidades de materiais. Estes resultados podem ser observados por meio do gráfico de barras apresentado na Figura 9.

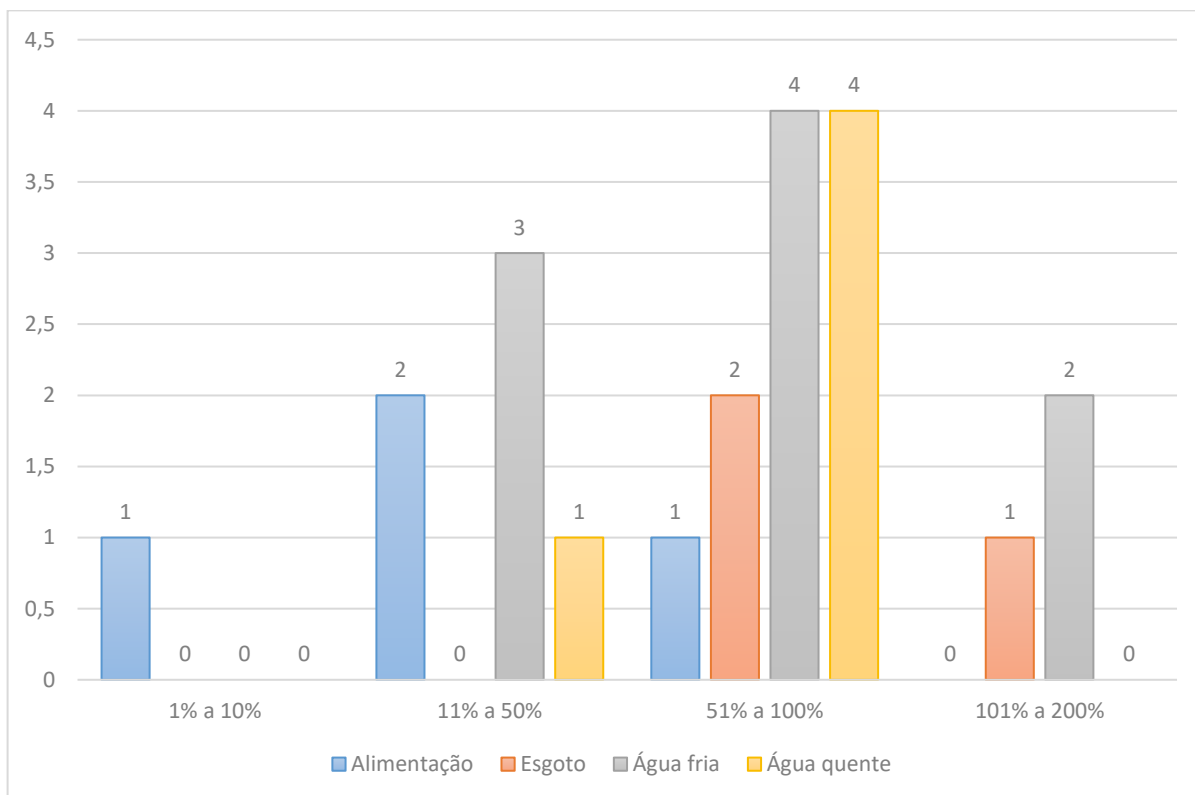
Figura 9 - Quantidade de alterações por tipo de rede (projeto completo)



Fonte: Próprio da autora, (2023).

Com relação aos tipos de materiais que tiveram um acréscimo em suas quantidades, pela Figura 10 pode-se observar que dos 21 itens totais, 1 item cresceu de 1% a 10%, 6 itens cresceram de 11% a 50%, 11 itens cresceram de 51% a 100% e 3 cresceram de 101% a 200%.

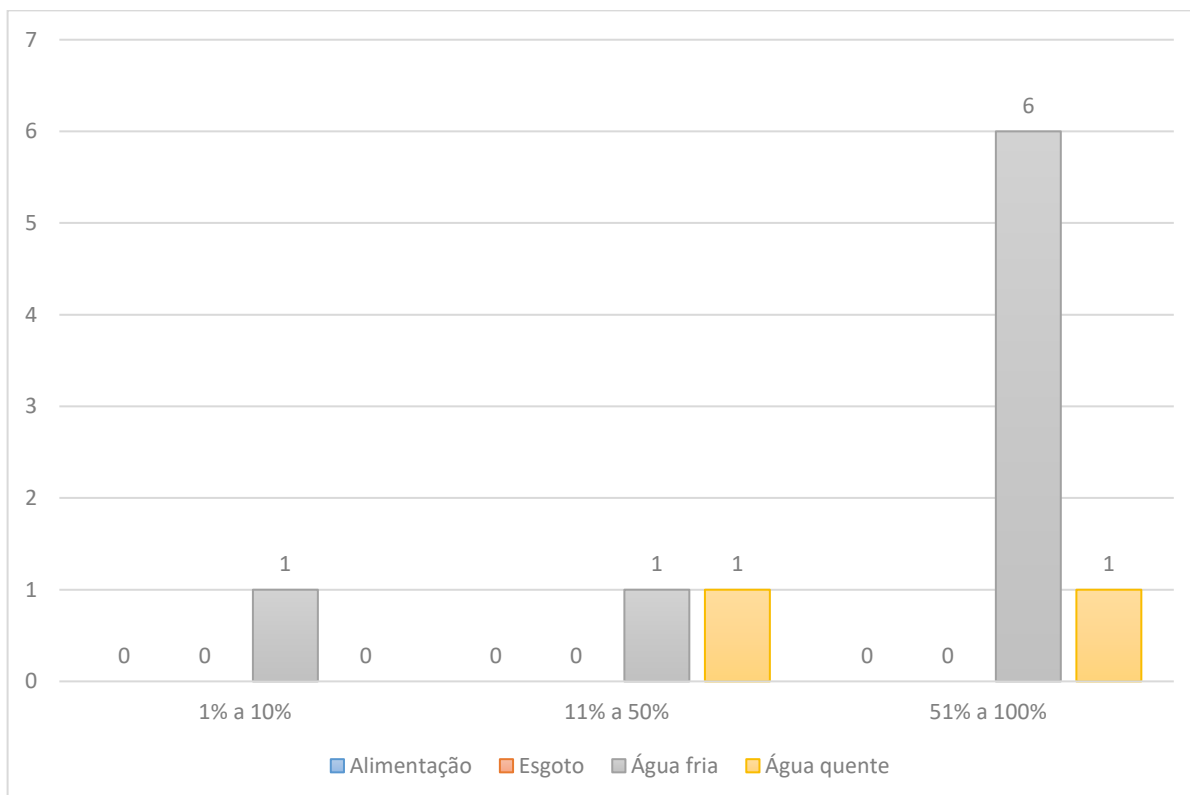
Figura 10 - Quantidade de acréscimos dos materiais



Fonte: Próprio da autora, (2023).

Com relação aos tipos de materiais que tiveram um decréscimo em suas quantidades, pela Figura 11 pode-se observar que dos 10 itens totais, 1 item reduziu de 1% a 10%, 2 itens reduziram de 11% a 50% e 7 itens reduziram de 51% a 100%.

Figura 11 - Quantidade de decréscimos dos materiais



Fonte: Próprio da autora, (2023).

4.3 ANÁLISE DA NATUREZA E FREQUÊNCIA DAS OCORRÊNCIAS

Neste tópico está apresentada a análise da natureza e frequência das ocorrências necessárias de alteração em cada concepção de projeto. Os resultados são apresentados de acordo com o pavimento da edificação, informando a alteração realizada, a natureza da alteração, a frequência e qual item da certificação esta alteração atendeu.

4.3.1 Projeto Convencional x Projeto Certificado

Posterior a adequação do projeto convencional para atendimento a certificação GBC Brasil Casa, análise dos pontos de alteração e dos quantitativos de materiais, se procede com a análise de frequência das alterações, natureza e o item da certificação que a alteração está relacionada. Os resultados podem ser observados na Tabela 38. Vale destacar que nesta tabela são apresentados os resultados de forma mais

compacta, não discriminando todos os materiais, mas sim tratando as alterações por rede e dividindo sua natureza em: água fria (potável), água quente e água não potável.

Tabela 38 - Frequência e natureza das alterações de projeto

(continua)

Pavimento	Descrição	Frequência	Natureza	Item da certificação
Cobertura	Reservatório de 500 L	1	Água não potável	Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis
	Coluna de distribuição	1	Água não potável	Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis
	Coluna de abastecimento	1	Água não potável	Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis
	Reservatório de 300 L	1	Água quente	Pré-Requisito 2 - Fontes de aquecimento de água eficientes e Crédito 4 - Fontes Eficientes de Aquecimento Solar
	Placa solar	1	Água quente	Pré-Requisito 2 - Fontes de aquecimento de água eficientes e Crédito 4 - Fontes Eficientes de Aquecimento Solar
	Pressurizador	1	Água quente	Pré-Requisito 2 - Fontes de aquecimento de água eficientes e Crédito 4 - Fontes Eficientes de Aquecimento Solar
	Coluna de distribuição	1	Água quente	Pré-Requisito 2 - Fontes de aquecimento de água eficientes e Crédito 4 - Fontes Eficientes de Aquecimento Solar
	Rede de abastecimento	1	Água fria	Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis

(continuação)

Pavimento	Descrição	Frequência	Natureza	Item da certificação
Cobertura	Rede de distribuição	1	Água fria	Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis
	Rede de distribuição	1	Água quente	Pré-Requisito 2 - Fontes de aquecimento de água eficientes e Crédito 4 - Fontes Eficientes de Aquecimento Solar
	Hidrômetro	1	Água não potável	Crédito 2 - Medição setorizada do consumo de água
Superior	Coluna de distribuição	1	Água não potável	Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis
	Rede de distribuição	1	Água não potável	Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis
	Ponto de abastecimento	1	Água fria	Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis
Térreo	Cisterna de 5000 L	1	Água não potável	Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis
	Bomba hidráulica	2	Água não potável	Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis
	Filtro de água da chuva	1	Água não potável	Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis
	Caixa de passagem	2	Água não potável	Crédito 10 - Controle e gerenciamento de águas pluviais
	Coluna de abastecimento	1	Água não potável	Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis
	Coluna de distribuição	1	Água não potável	Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis

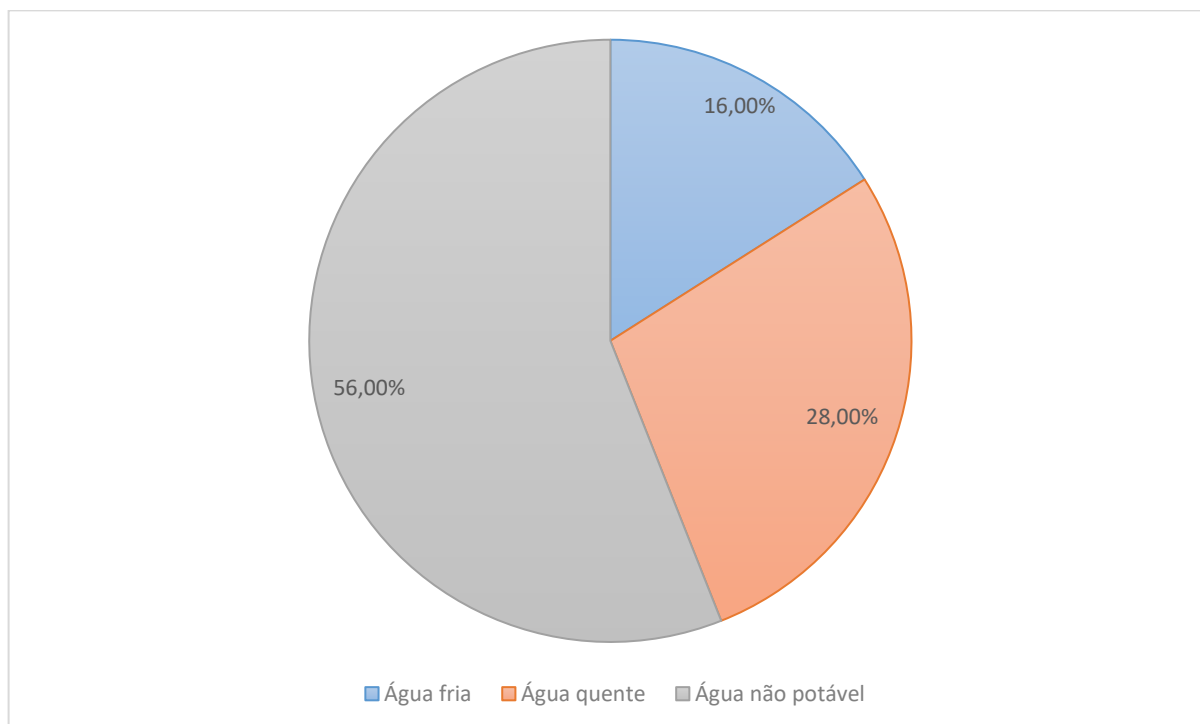
(conclusão)

Pavimento	Descrição	Frequência	Natureza	Item da certificação
Térreo	Aquecedor de passagem	-1	Água quente	Pré-Requisito 2 - Fontes de aquecimento de água eficientes e Crédito 4 - Fontes Eficientes de Aquecimento Solar
	Rede de distribuição	1	Água fria	Crédito 3 - Uso de fontes alternativas não potáveis
	Rede de distribuição	1	Água quente	Pré-Requisito 2 - Fontes de aquecimento de água eficientes e Crédito 4 - Fontes Eficientes de Aquecimento Solar
	Hidrômetro	1	Água fria	Pré-Requisito 2 - Medição única do consumo de água

Fonte: Próprio da autora, (2023).

Com base na Tabela 38, pode-se analisar a relação entre a natureza e a frequência das alterações. No gráfico apresentado na Figura 12 está demonstrada esta análise, onde pode-se observar que 56% (14 alterações) das alterações estão relacionadas as redes de água não potável, 28% (7 alterações) as redes de água quente e 16% (4 alterações) as redes de água fria potável. Vale ressaltar que as redes de água não potável englobam todas alterações de reaproveitamento de água da chuva e destinação final das águas pluviais.

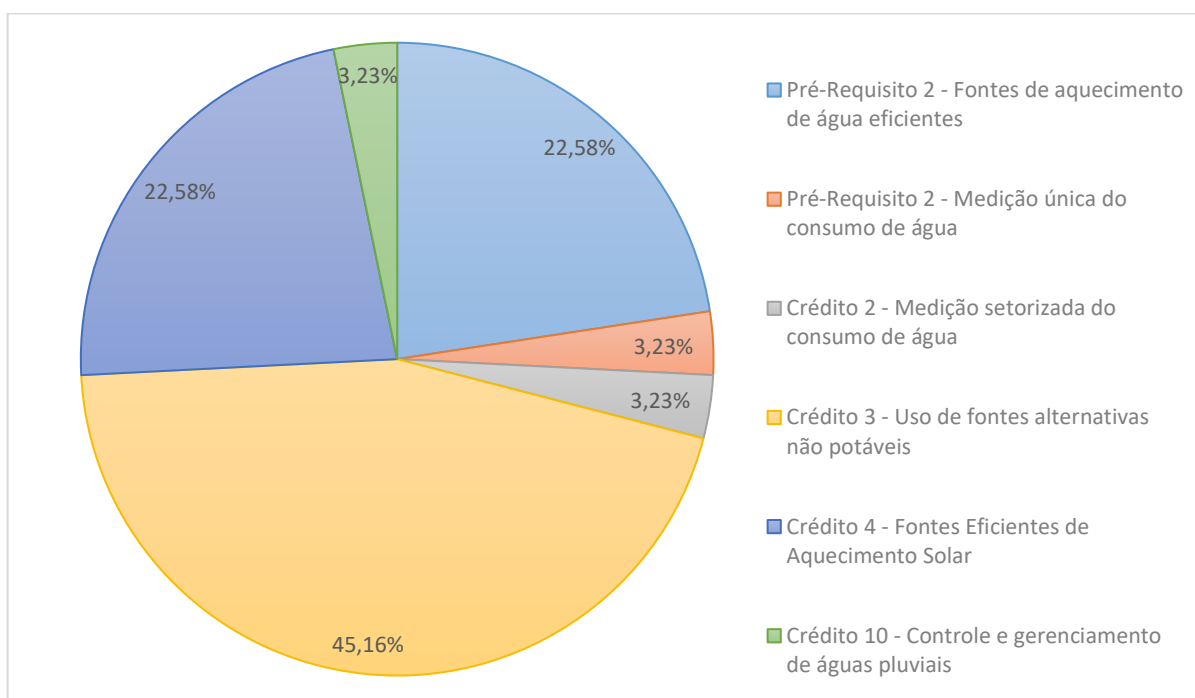
Figura 12 - Relação natureza x frequência das alterações



Fonte: Próprio da autora, (2023).

Com base na Tabela 38, podemos analisar também a relação entre a frequência das alterações e o item da certificação ao qual ela se refere. O gráfico apresentado na Figura 13 demonstra esta análise, onde pode-se observar que a maior quantidade de ocorrências está vinculada ao item “Crédito 3 – Uso de fontes alternativas não potáveis”. Com base na Figura 13, também pode-se observar que 45,16% das alterações estão relacionadas ao item “Crédito 3 – Uso de fontes alternativas não potáveis”, 22,58% estão relacionadas ao item “Crédito 4 – Fontes eficientes de aquecimento solar”, assim como o item “Pré-requisito 2 – Fontes de aquecimento de água eficientes”, já os itens “Crédito 10 – Controle e gerenciamento de águas pluviais”, “Crédito 2 – Medição setorizada do consumo de água” e “Pré-requisito 2 – Medição única do consumo de água” são responsáveis por 3,23% de alterações, cada um.

Figura 13 - Relação frequência x item da certificação



Fonte: Próprio da autora, (2023).

4.4 CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO PROJETO CONVENCIONAL X PROJETO CERTIFICADO

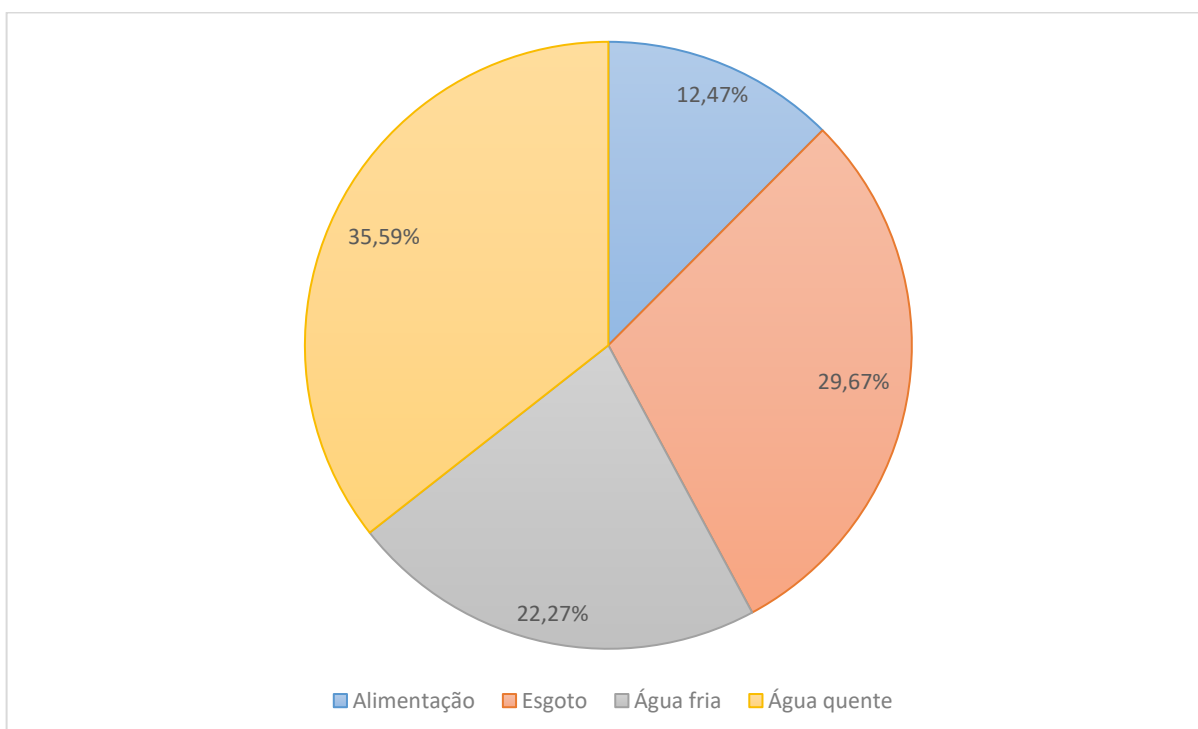
Neste tópico estão apresentados os impactos financeiros do atendimento da certificação no objeto de estudo. Foram previstos os gastos de implantação para todas as redes do projeto hidrossanitário de ambas as concepções, e posteriormente feito a comparação de custos entre os sistemas.

4.4.1 Projeto Convencional

A planilha orçamentária do projeto convencional, dividida em rede de alimentação, rede de esgoto (esgoto, pluvial e ventilação), rede de água fria e rede de água quente, pode ser observada no Apêndice F. Com base na planilha, pode-se observar que o valor total para implementação da rede de alimentação corresponde a R\$1.658,91, a rede de esgoto corresponde a R\$3.946,11, a rede de água fria corresponde a R\$2.961,52 e a rede de água quente corresponde a R\$4.733,70. O valor total para implementação do projeto hidrossanitário convencional é de R\$13.300,24, sendo R\$144,60/m².

Com base na Figura 14 pode-se observar que a rede de água quente corresponde a 35,59% do valor total de implementação do projeto hidrossanitário, a rede de esgoto corresponde a 29,67%, a rede de água fria corresponde a 22,27% e a rede de alimentação corresponde a 12,47% dos custos totais da obra.

Figura 14 - Percentual de contribuição dos custos por rede (projeto convencional)



Fonte: Próprio da autora, (2023).

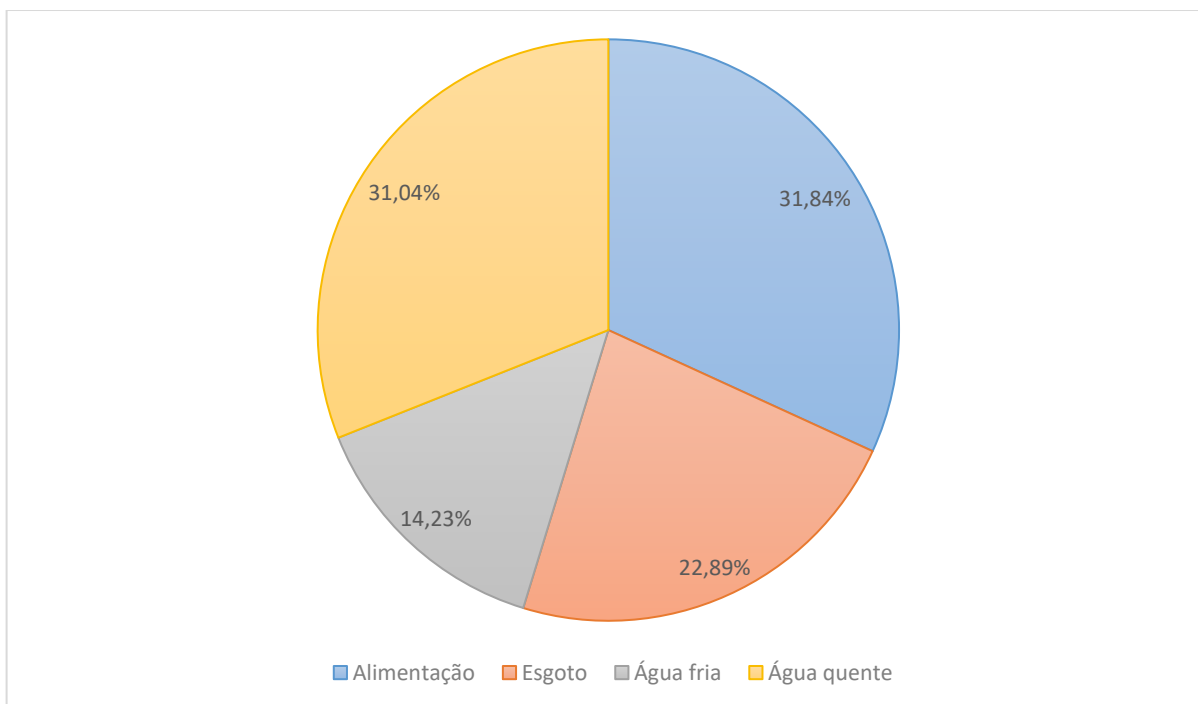
4.4.2 Projeto Certificado

A planilha orçamentária do projeto certificado, igualmente dividida em rede de alimentação, rede de esgoto (esgoto, pluvial e ventilação), rede de água fria e rede de água quente, pode ser observada no Apêndice G. Com base na planilha, pode-se observar que o valor total para implementação da rede de alimentação corresponde a R\$8.474,76, a rede de esgoto corresponde a R\$6.093,80, a rede de água fria corresponde a R\$3.787,47 e a rede de água quente corresponde a R\$8.261,61. O valor total para implementação do projeto hidrossanitário certificado é de R\$26.617,66, sendo R\$289,30/m².

Com base na Figura 15 pode-se observar que a rede de alimentação corresponde a 31,84% do valor total de implementação do projeto hidrossanitário, a

rede de água quente corresponde a 31,04%, a rede de esgoto corresponde a 22,89% e a rede de água fria corresponde a 14,23% dos custos totais da obra.

Figura 15 - Percentual de contribuição dos custos por rede (projeto certificado)

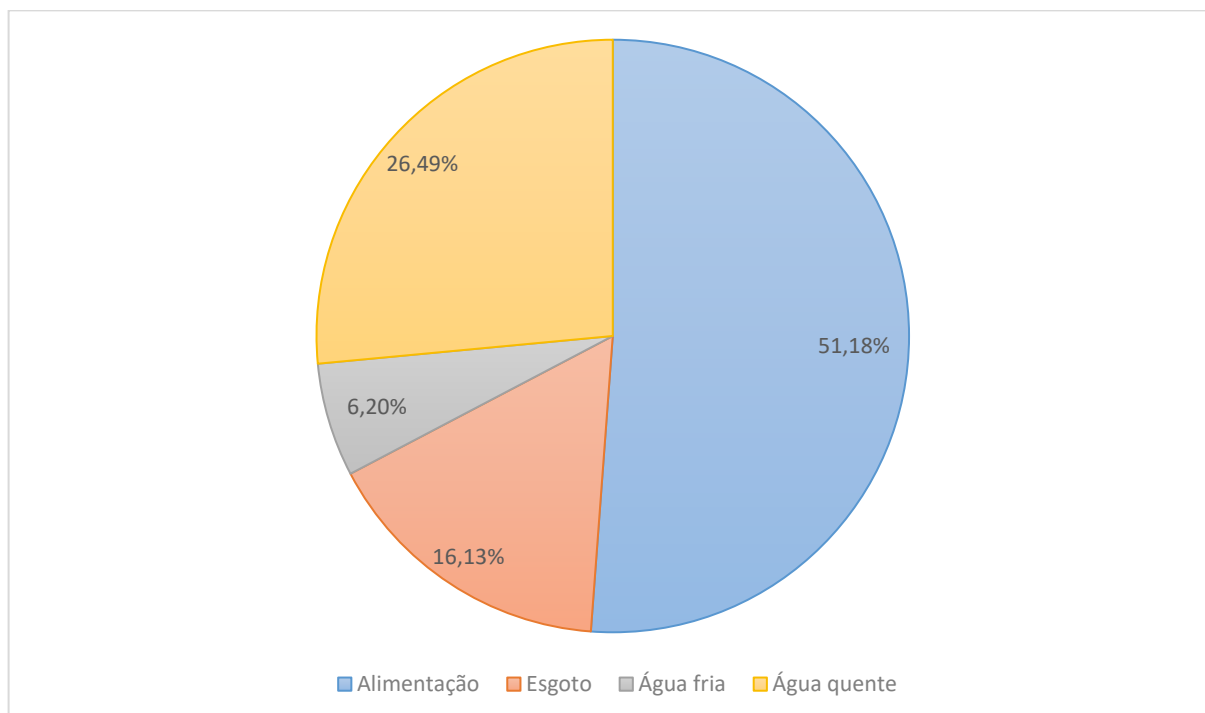


Fonte: Próprio da autora, (2023).

4.4.3 Projeto Convencional x Projeto Certificado

Com base nos dados apresentados, pode-se observar que o atendimento a certificação no projeto hidrossanitário ocasionou em um aumento de 100,13% do valor inicial. Destes R\$13.317,40 acrescentados no projeto certificado, 51,18% (R\$6.815,85) correspondem a rede de alimentação, 26,49% (R\$3.527,91) correspondem a rede de água quente, 16,13% (R\$2.147,69) correspondem a rede de esgoto e apenas 6,20% (R\$825,95) correspondem a rede de água fria. Estes resultados podem ser observados por meio do gráfico apresentado na Figura 16.

Figura 16 - Percentual de aumento de custos por rede



Fonte: Próprio da autora, (2023).

Com base no gráfico da Figura 16, pode-se observar que a rede que mais contribuiu com o aumento dos custos para implementação do projeto certificado foi a rede de alimentação. Grande parte deste resultado se deve ao fato de nesta rede estarem presentes diversos novos elementos adicionados de grande custo, dentre eles: cisterna para reserva de água da chuva, bombas hidráulicas e reservatório de distribuição da água da chuva.

A rede de água quente se classificou como a segunda rede que mais contribuiu para o aumento dos custos de implementação, os itens que mais contribuíram para este aumento também foram novos elementos adicionados, dentre eles: pressurizador, reservatório para armazenamento de água quente e placas solares.

A rede de esgoto, como terceira rede a mais contribuir para o aumento dos custos, também teve alguns elementos novos adicionados que contribuíram para estes resultados, dentre eles podemos destacar o filtro de água da chuva. Já a rede de água fria foi a que menos contribuiu para o aumento dos custos, este resultado se deve ao fato de que nenhum novo elemento de grande valor foi acrescentado ao projeto, sendo suas alterações necessárias apenas em peças comuns e tubulações.

4.5 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA O INVESTIMENTO

Neste tópico estão apresentadas a análise de viabilidade econômica para os sistemas de reaproveitamento de água da chuva e aquecimento de água por placa solar, decorrentes do atendimento da certificação no objeto de estudo. Foi realizado o estudo para o retorno do investimento aplicado, com base nos custos de implantação para todas as redes do projeto hidrossanitário de ambas as concepções.

4.5.1 Tempo de retorno do investimento do sistema de reaproveitamento de água da chuva

Por meio da análise econômica, pode ser observado que o retorno do investimento do sistema de reaproveitamento da água da chuva será de aproximadamente sete anos e meio. De acordo com a Tabela 39, pode-se observar que o valor presente líquido ao final de 10 anos foi de R\$2.464,12. Pode-se constatar também que ao final do sétimo ano do investimento se obtém um saldo de caixa positivo dos investimentos aplicados inicialmente. A tabela completa de VPL pode ser observada no Apêndice H.

Tabela 39 – Valor presente líquido para o sistema de reaproveitamento de água da chuva

Ano	FVP	VPL			
		Custos (R\$)	Receitas (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)	Saldo de caixa (R\$)
0	1,00	9.789,49	0,00	-9.789,49	-9.789,49
1	0,92	4.215,56	5.629,47	1.413,91	-8.375,58
2	0,85	4.079,58	5.447,88	1.368,30	-7.007,28
3	0,78	3.947,98	5.272,14	1.324,16	-5.683,12
4	0,72	3.820,62	5.102,07	1.281,45	-4.401,67
5	0,67	3.697,38	4.937,49	1.240,11	-3.161,56
6	0,61	3.578,11	4.778,21	1.200,11	-1.961,46
7	0,56	3.462,68	4.624,08	1.161,39	-800,07
8	0,52	3.350,98	4.474,91	1.123,93	323,86
9	0,48	3.242,89	4.330,56	1.087,67	1.411,53
10	0,44	3.138,28	4.190,86	1.052,59	2.464,12

Fonte: Próprio da autora, (2023).

O resultado do valor presente líquido positivo se deve ao fato da grande economia de água potável por meio do sistema de reaproveitamento de água da chuva.

4.5.2 Tempo de retorno do investimento do sistema de aquecimento de água por placa solar

Por meio da análise econômica, pode ser observado que o retorno do investimento do sistema de aquecimento de água por placa solar será de aproximadamente um ano e meio. De acordo com a Tabela 40, pode-se observar que o valor presente líquido ao final de 10 anos foi de R\$14.938,56. Pode-se constatar também que ao final do segundo ano do investimento já se obtém um saldo de caixa positivo dos investimentos aplicados inicialmente. A tabela completa de VPL pode ser observada no Apêndice H.

Tabela 40 - Valor presente líquido para o sistema de aquecimento de água por placa solar

Ano	FVP	VPL			
		Custos (R\$)	Receitas (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)	Saldo de caixa (R\$)
0	1,00	3.527,91	0,00	-3.527,91	-3.527,91
1	0,92	416,13	2.546,92	2.130,79	-1.397,12
2	0,85	402,71	2.464,76	2.062,06	664,94
3	0,78	389,72	2.385,26	1.995,54	2.660,48
4	0,72	377,14	2.308,31	1.931,17	4.591,65
5	0,67	364,98	2.233,85	1.868,87	6.460,52
6	0,61	353,20	2.161,79	1.808,59	8.269,11
7	0,56	341,81	2.092,06	1.750,24	10.019,35
8	0,52	330,78	2.024,57	1.693,79	11.713,14
9	0,48	320,11	1.959,26	1.639,15	13.352,28
10	0,44	309,79	1.896,06	1.586,27	14.938,56

Fonte: Próprio da autora, (2023).

O resultado do valor presente líquido positivo se deve ao fato de todo o consumo de gás para o aquecimento de água não ser mais necessário com a implementação do sistema de aquecimento de água por placa solar, tornando este um investimento rentável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo avaliar a aplicação da certificação GBC Brasil Casa em uma instalação hidrossanitária convencional, com a finalidade de analisar e identificar de forma quantitativa os pontos necessários para adequação ao selo, avaliar os impactos no quantitativo de materiais gerados pela necessidade de adequação dos sistemas de abastecimento, identificar a natureza e frequência das ocorrências de alterações do projeto e avaliar os impactos financeiros dos projetos hidrossanitários, bem como o tempo de retorno para este investimento.

Referente aos pontos necessários de alteração para adequação ao selo, percebe-se que na disciplina hidráulica, as principais mudanças aconteceram na rede de água fria, em termos unitários. Dos 16 pontos necessários de alteração, a rede de água fria é responsável por 62,9% das mudanças necessárias no projeto convencional para atender a certificação GBC Brasil Casa, enquanto que as redes de água quente e alimentação correspondem apenas a 15,4% cada uma nos pontos de alterações. Na disciplina sanitária, a rede pluvial é responsável por 100% das mudanças necessárias no projeto convencional para atender a certificação GBC Brasil Casa. Este resultado já era esperando, visto as soluções e exigências da certificação, onde a rede de esgoto possui alterações apenas no uso de bacias sanitárias eficientes e na seleção de terreno em local onde exista coleta para o sistema de tratamento público, não sendo aplicáveis ao projeto.

Com relação aos impactos no quantitativo de materiais gerados pela necessidade de adequação dos sistemas de abastecimento, foram 118 tipos de materiais analisados nos projetos completos. Desta forma, pode-se concluir que dentre estes materiais, 59 não sofreram alterações, 28 novos elementos foram adicionados ao projeto, 21 tiveram um acréscimo e apenas 10 tiveram um decréscimo de materiais. Os materiais que menos sofreram alterações são provenientes da rede de esgoto. A rede que mais teve novos elementos adicionados ao projeto para atendimento da certificação foi a rede de alimentação. A rede que mais sofreu acréscimos e decréscimos em suas quantidades de materiais foi a rede de água fria.

Referente a natureza e frequência das ocorrências de alterações do projeto, percebe-se que de todas as alterações analisadas, a maior parte delas se concentra na natureza de água não potável, com 14 alterações. A natureza de água quente contribuí com 7 alterações, já a natureza de água fria potável contribuí com apenas 4

alterações. A maior quantidade de ocorrências (alterações) está vinculada ao item “Crédito 3 – Uso de fontes alternativas não potáveis”, sendo responsável por 45,16% das alterações. Além destas, 22,58% estão relacionadas ao item “Crédito 4 – Fontes eficientes de aquecimento solar”, assim como o item “Pré-requisito 2 – Fontes de aquecimento de água eficientes”, já os itens “Crédito 10 – Controle e gerenciamento de águas pluviais”, “Crédito 2 – Medição setorizada do consumo de água” e “Pré-requisito 2 – Medição única do consumo de água” são responsáveis por 3,23% de alterações, cada um.

Com relação aos impactos orçamentários do projeto hidrossanitário, pode-se concluir que o atendimento à certificação GBC Brasil Casa resultou em um aumento de 100,13% do valor do projeto convencional. A rede que mais contribuiu com o aumento dos custos para implementação do projeto certificado foi a rede de alimentação, a rede de água quente foi identificada como a segunda rede que mais contribuiu para o aumento dos custos, a rede de esgoto, como terceira rede a mais contribuir para o aumento dos custos e a rede de água fria foi a que menos contribuiu para o aumento dos custos. Este resultado se deve ao fato de que nenhum novo elemento de grande valor foi acrescentado ao projeto na rede de água fria, sendo suas alterações necessárias apenas em peças comuns e tubulações. Já nas outras redes, diversos novos elementos de grande custo foram adicionados, tais como: cisterna, boiler, placas solares, bombas hidráulicas, filtro de água da chuva, etc.

Referente à avaliação de viabilidade econômica dos sistemas de reaproveitamento de água da chuva e aquecimento de água por placa solar, foi definido um período de dez anos. Verificou-se que o sistema de reaproveitamento de água da chuva mostrou-se financeiramente viável, com retorno do investimento em sete anos e meio. Ressalta-se que este consiste em um sistema de grande importância para o meio ambiente, visto que reduz o consumo de água, e de outros recursos necessários para seu tratamento e transporte até a residência, evitando assim impactos ambientais e sociais. O sistema de aquecimento de água por placa solar, além de ser um importante recurso para a edificação sustentável, também mostrou-se financeiramente viável, com retorno do investimento em um ano e meio.

Apesar destes resultados positivos, cabe ressaltar que a norma utilizada GBC Brasil Casa (2017) não apresenta constantes atualizações, o que impacta diretamente nas concepções e resultados dos projetos. A utilização de placas solares poderia ser substituída por placas fotovoltaicas, por exemplo, onde a energia solar seria

transformada em energia elétrica e não em energia térmica. Podendo atender a demanda de energia elétrica dos boilers para aquecimento da água e também demais demandas de pontos elétricos da residência. Outro ponto importante é a ausência de diferencial para a utilização de medidor ultrassônico de água. Estes tipos de dispositivos além de mais modernos, permitem a obtenção de uma curva de consumo precisa, podendo estar integrados a uma plataforma de análise de dados, em formato de aplicativo, que traz indicadores detalhados sobre o consumo hora a hora, a necessidade de manutenção, o indício de vazamentos ou de falta de água, a previsão de consumo, entre tantas outras informações de monitoramento de toda a rede operacional. Estas informações podem ajudar na redução do consumo, visto que o usuário consegue entender melhor quais são as atividades que resultam em um consumo de água maior e passar a gerenciá-las.

Por fim, realizadas as considerações da aplicação da certificação GBC Brasil Casa em uma instalação hidrossanitária convencional, é possível observar que são diversas as alterações realizadas na etapa de projeto. Além disso, a aplicação da certificação gera um acréscimo considerável no orçamento inicial do projeto hidrossanitário, porém, a busca por edificações sustentáveis consiste em uma tendência de mercado, com a GBC Brasil Casa sendo uma importante opção disponível no mercado. Sendo assim, torna-se importante que engenheiros levem em consideração as problemáticas (alterações de projeto e maiores custos de implantação) e os benefícios (reduções de impactos ambientais e economias operacionais) ocasionadas por estas modificações, em futuros projetos.

REFERÊNCIAS

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

_____. **NBR 5626**: Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro, 2020.

_____. **NBR 5899**: Aquecedor de água a gás tipo instantâneo: terminologia. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 8130**: Aquecedores de água a gás tipo instantâneo: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

_____. **NBR 10844**: Sistemas prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

_____. **NBR 12721**: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios - Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR 15513**: Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 15527**: Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 15527**: Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2019.

_____. **NBR 15569**: Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto: requisitos de projeto e instalação. Rio de Janeiro, 2020.

_____. **NBR 15575-6**: Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2021.

ALTOQI. **Transformação digital na construção civil**. Florianópolis - SC. 2022. Disponível em: <https://www.altoqi.com.br/institucional>. Acesso em: 21 nov. 2022.

ÁVILA, V. M. **Compatibilização de Projetos na Construção Civil – Estudo de Caso em um Edifício Residencial Multifamiliar**. 2011. 84f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011.

BAPTISTA, M. B. **Fundamentos de engenharia hidráulica**. 3. Ed. UFMG, 2010.

BOMFATI, E.; SILVA, M. C. (2004). **Os impactos sociais e ambientais do crescimento econômico no território urbano: interesses locais entre agentes do setor privado na cidade de Ponta Grossa – PR**. Revista Educação & Tecnologia. Curitiba, Editora do CEFET-PR, v.8, p.185–208.

BORGES, R. S.; BORGES, W. L. **Manual de instalações prediais, hidráulico-sanitárias e de gás**. 4. ed. São Paulo: Pini, 1987.

BUENO, C.; ROSSIGNOLO, J. A. **Análise dos sistemas de certificação ambiental de edifícios residenciais no contexto brasileiro**. Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo (Online), São Carlos, v. 17, p. 6-22, 2013.

CASADO, M. **Green Buildings, antes tarde do que nunca**. IETEC – Instituto de Educação Tecnológica. Belo Horizonte. Fev. 2012. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/595. Acesso em: 06 set. 2022.

COELHO, Ronaldo Sérgio de Araújo. **Orçamento de obras prediais**. São Luiz, MA: UEMA, 2001.

COMGÁS. **Manual Técnico para Projeto e Construção de Sistemas de Aquecimento de Água para Edifícios Através da Associação Energia Solar & Gás Natural**. São Paulo, 2011.

CORDEIRO, Flávia Regina Ferreira de Sá. **Orçamento e Controle de Custos na Construção Civil**. Belo Horizonte: UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

CREDER, H. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 6. ed. Rio de Janeiro. LTC, 2006.

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

CPRM. **Atlas pluviométrico do Brasil - Equações intensidade-duração-frequência**. Porto Alegre, 2017.

EASTMAN, C., Teicholz, P., Sacks, R. e Liston, K. (2014). **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Bookman Editora.

FACHIM, O. **Fundamentos de Metodologia**. 4. ed. São Paulo, SP: Saraiva, 2005.

GBC BRASIL. **Guia de certificação GBC Brasil Casa**. 2 ed. São Paulo: GBC Brasil, 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo, SP: Atlas, 1991.

GRIBBIN, J. E. **Introdução a hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais**. 4ª edição. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

GRUNBERG, P. R. M.; MEDEIROS, M. H. F.; TAVARES, S. F. **Certificação ambiental de habitações: Comparação entre Leed For Homes, Processo Aqua e Selo Casa Azul**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil. Universidade Federal do Paraná (UFPR). Ambiente & Sociedade. vol. XVII. n.2. São Paulo. 2014.

JÚNIOR, R. C. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias**: princípios básicos para elaboração de projetos. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2020. 359 p. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555060270/pageid/4>. Acesso em: 26 ago. 2022.

MACINTYRE, A. J. **Instalações hidráulicas prediais e industriais**. 4. Ed. LTC, 2010.

SABESP. **Manual de Gerenciamento para Controladores de Consumo de Água**. Disponível em: http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/Manual%20do%20controlador.pdf. Acesso em: 08 set. 2022.

MARINHO, R. (2017). **Análise comparativa do levantamento de quantitativos entre o método manual e a plataforma BIM (Graduação)**. Universidade Federal do Ceará.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo, SP: Editora Pini, 2010.

MIRANDA, C. D. (2016). **Projeto de Instalações Hidrossanitárias em BIM**. Monografia de Projeto Final II em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 52 p. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/25173/1/2019_CarolinaDavidMiranda_tcc.pdf. Acesso em: 26 ago. 2022.

NETTO, J. M. A. **Manual de hidráulica**. 9. Ed. Edgard Blücher Ltda, 2015.

PEREIRA, N. J. (2017). **Utilização da tecnologia BIM no desenho arquitetônico: um estudo de caso (Graduado)**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

RIGHETTO, A. M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos - EESC – Universidade de São Paulo - USP, 1998.

SAMAE (2020). **Orientações para elaboração de projetos hidrossanitários prediais**. Caxias do Sul – RS. Disponível em: <https://www.samaecaxias.com.br/Upload/Paginas/Pagina/beba8d22-0a4b-439f-922c-b7059584f10e.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2022.

SIENGE. **O guia definitivo do orçamento de obras**. [S. l., s. n.], 2017. E-book.

SILVA, A. S.; GHISI, E. **Análise comparativa dos resultados do desempenho térmico da envoltória de uma edificação residencial pelos métodos de simulação do RTQ-R e da NBR 15575-1.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 213-230, jan./mar. 2014.

SILVA, J. L., COMPARIM, L. L. (2016) **Estudo de caso: análise comparativa do orçamento e planejamento de uma residência unifamiliar utilizando as ferramentas AutoCAD e Revit (Graduado).** Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SILVA, R. A. **Dimensionamento das instalações hidráulicas de água fria e esgoto de uma edificação.** 2019. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em:<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24164/1/DimensionamentoInstalacaoHidraulicas.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2022.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução.** São Paulo, SP: Editora Pini, 2006.

TOMAZ, P. **Cálculos Hidrológicos e hidráulicos para obras municipais.** São Paulo: Navegar Editora, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Projeto arquitetônico - Plantas baixas e Cortes esquemáticos

APÊNDICE B - Projeto hidrossanitário Convencional - Plantas baixas e detalhes

APÊNDICE C - Projeto hidrossanitário Certificado - Plantas baixas e detalhes

APÊNDICE D - Projeto hidrossanitário Convencional - Relatórios de dimensionamento

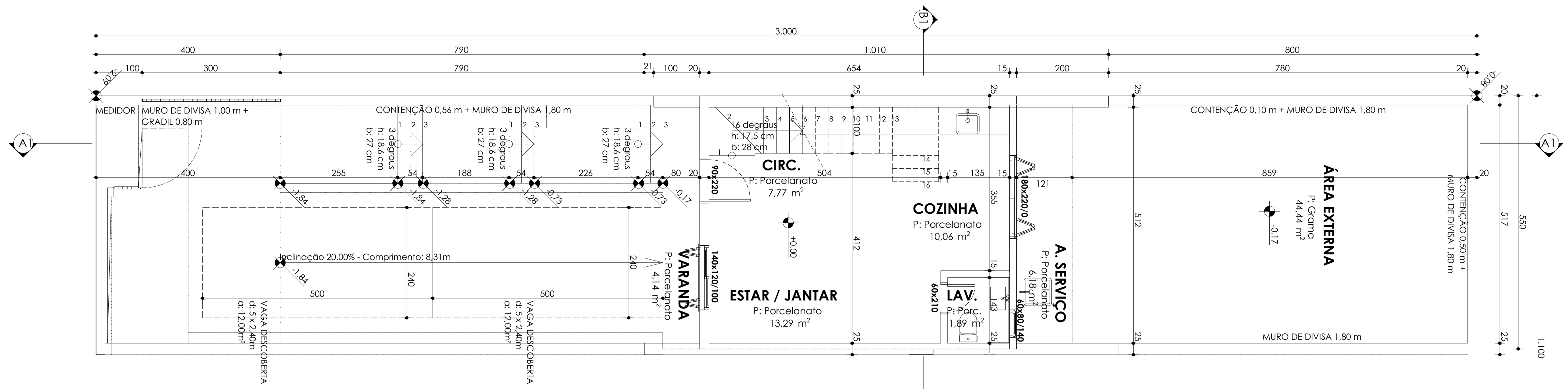
APÊNDICE E - Projeto hidrossanitário Certificado - Relatórios de dimensionamento

APÊNDICE F - Projeto hidrossanitário Convencional - Listas de materiais e Planilha orçamentária

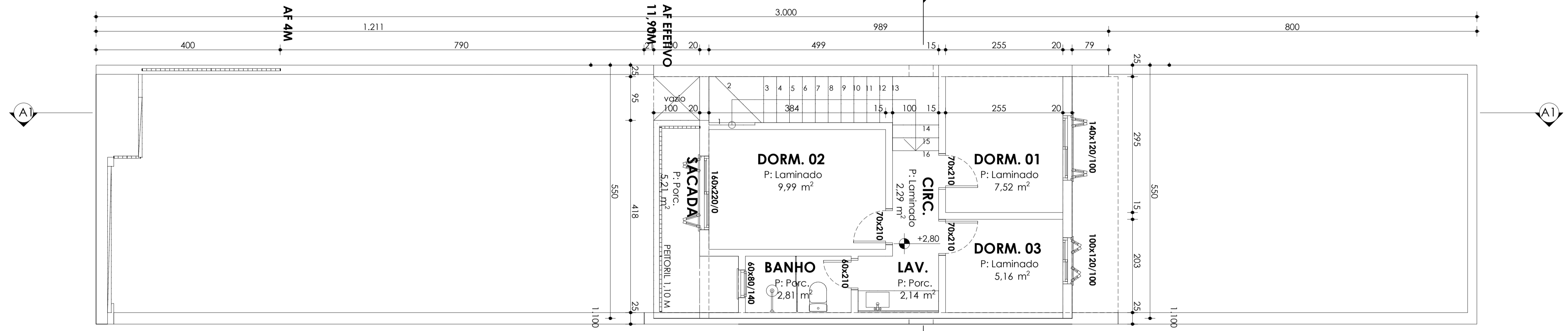
APÊNDICE G - Projeto hidrossanitário Certificado - Listas de materiais e Planilha orçamentária

APÊNDICE H - Tabelas de valor presente líquido - Sistema de reaproveitamento de água da chuva e Sistema de aquecimento de água por placa solar

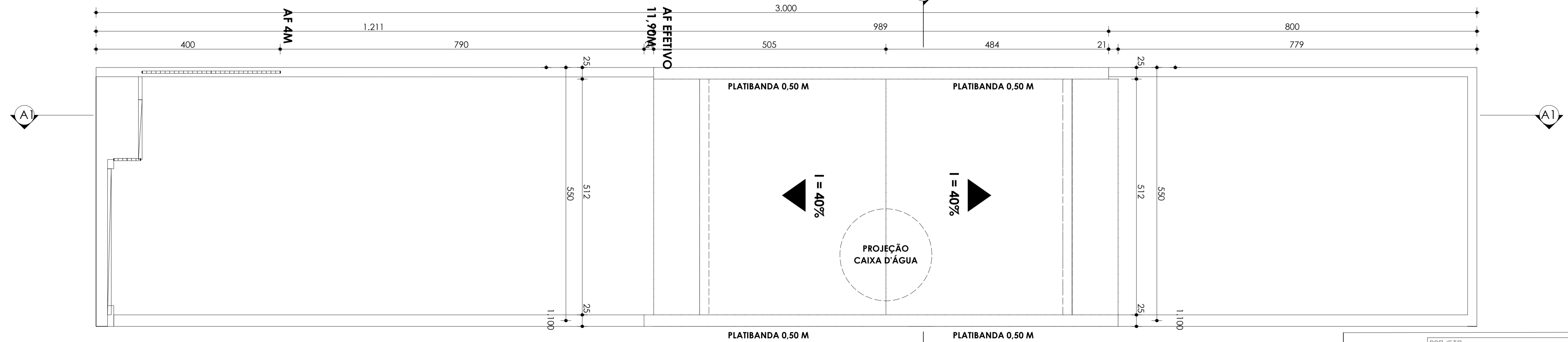
APÊNDICE A
PROJETO ARQUITETÔNICO – PLANTAS BAIXAS E CORTES ESQUEMÁTICOS



PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO
esc. 1:50

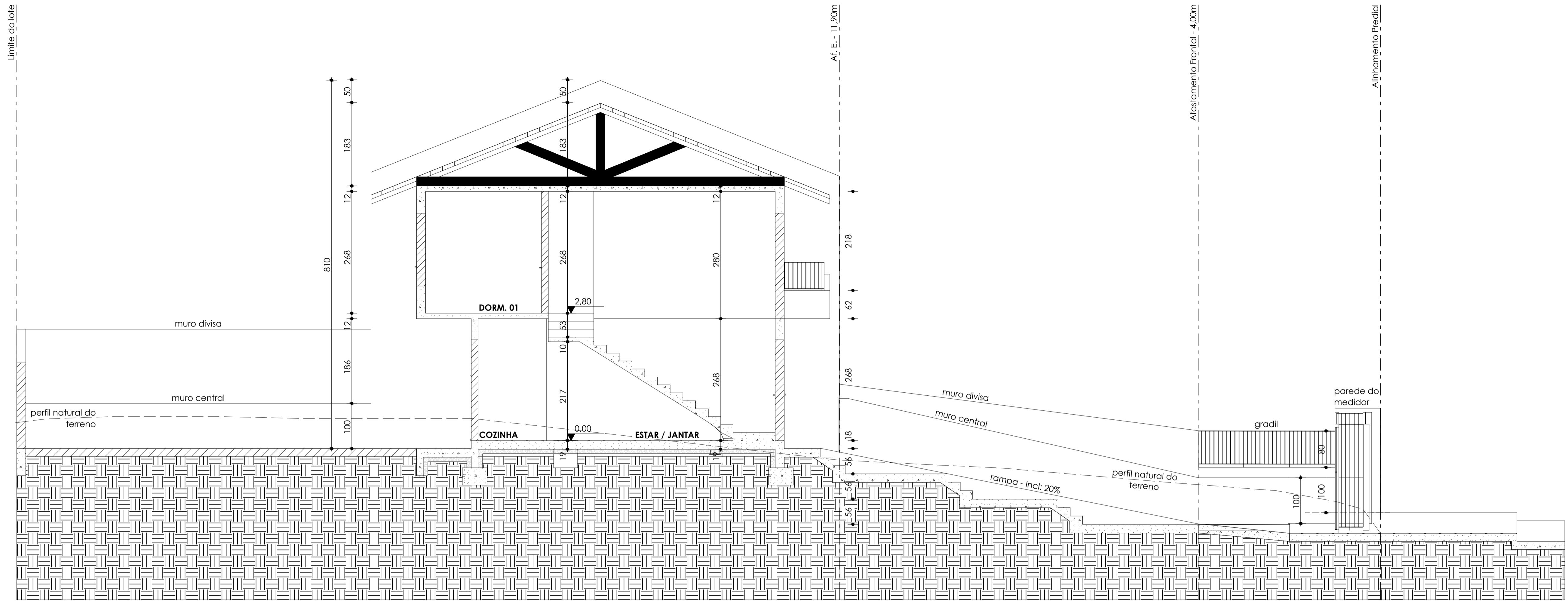


PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR
esc. 1:50

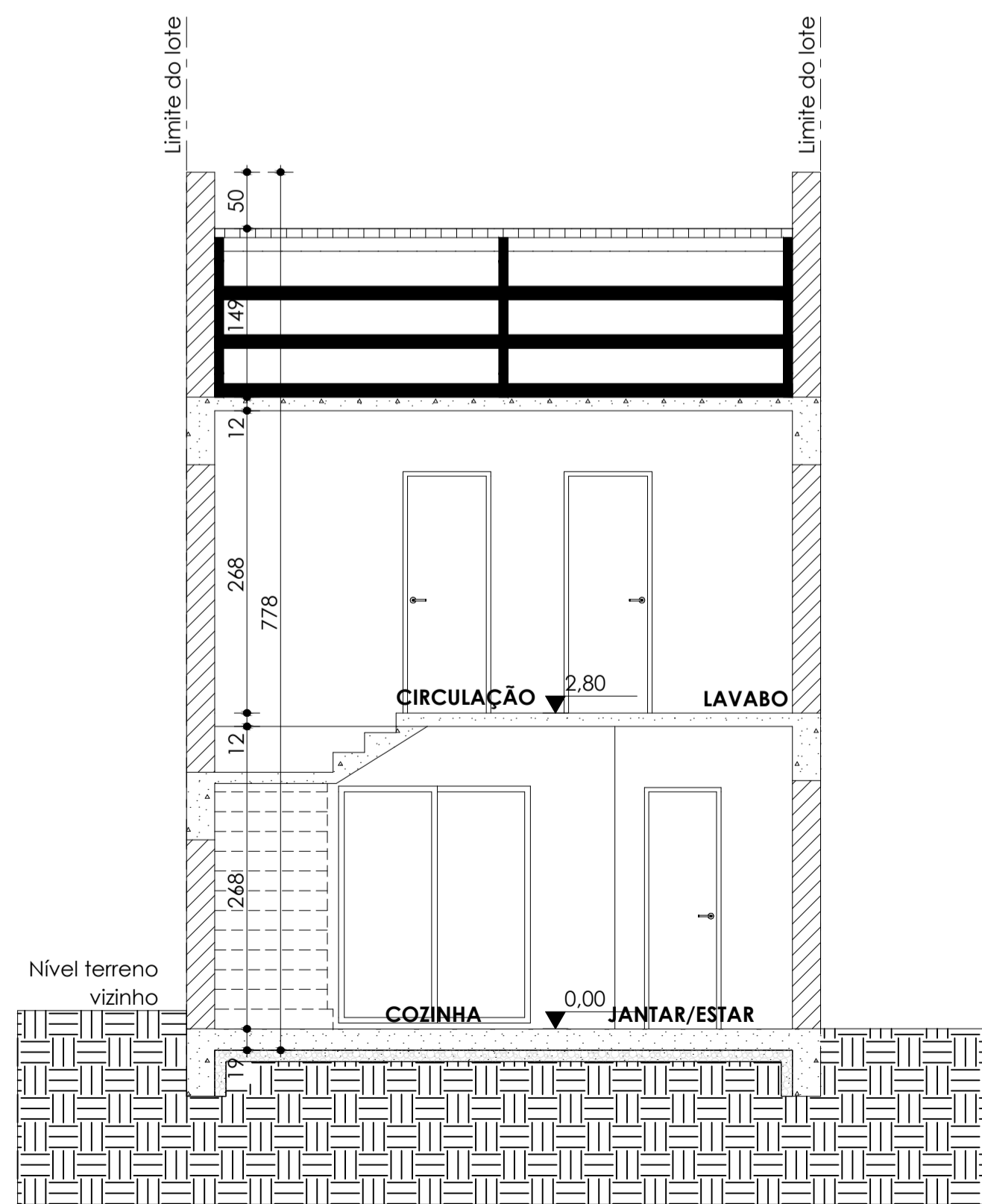


PLANTA BAIXA PAVIMENTO COBERTURA
esc. 1:50

<p>UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II ORIENTADOR: TIAGO PANIZZON</p>	<p>PROJETO: PROJETO ARQUITETÔNICO - RESIDENCIAL</p>
	<p>ASSUNTO: PLANTA BAIXA - TÉRREO/SUPERIOR/COBERTURA</p> <p>LOCAL DA OBRA: Rua Eduardo Antonio Kuhn, São Caetano - Caxias do Sul, Lote 013 - Quadra 6785.</p>
<p>DESENHEDOR: SOGALID CONSTRUTORA LTDA</p>	<p>DATA: JUN/2023</p> <p>ESCALA: 1/50</p> <p>PRANCHAS: 01/02</p>



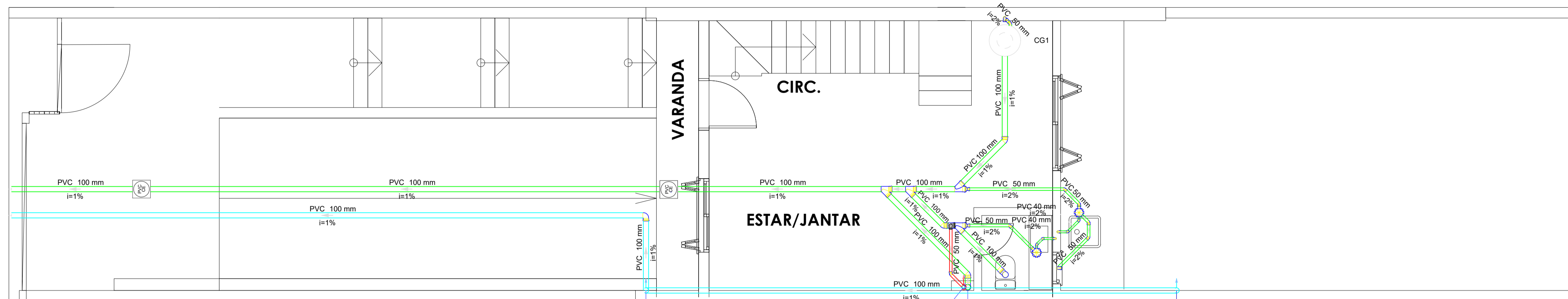
CORTE ESQUEMÁTICO A-A
esc 1:50



CORTE ESQUEMÁTICO B-B
esc 1:50

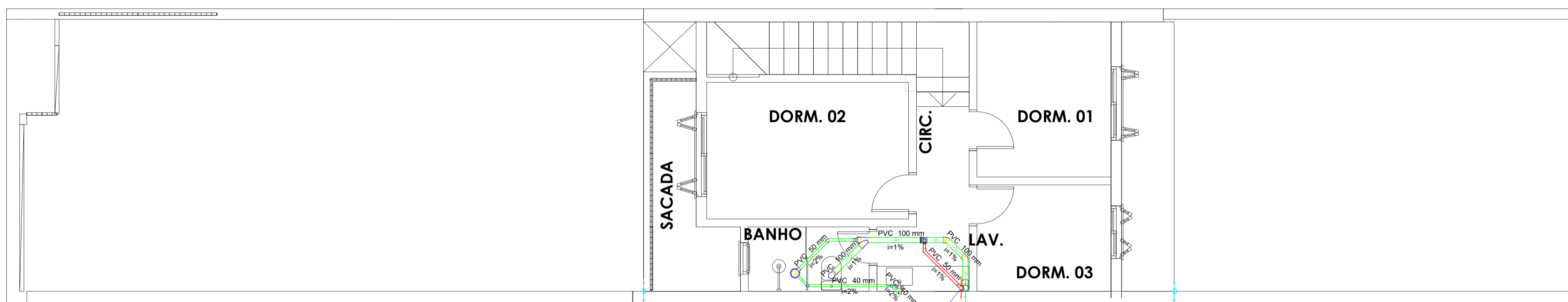
 UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II ORIENTADOR: TIAGO PANIZZON	PROJETO: PROJETO ARQUITETÔNICO - RESIDENCIAL
	ASSUNTO: CORTES ESQUEMÁTICOS
LOCAL DA OBRA: Rua Eduardo Antonio Kuhn, São Caetano - Caxias do Sul, Lote 013 - Quadra 6785.	DATA: JUN/2023
ESCALA: 1/50	PRANCHAS: 02/02

APÊNDICE B
PROJETO HIDROSSANITÁRIO CONVENCIONAL – PLANTAS BAIXAS E
DETALHES



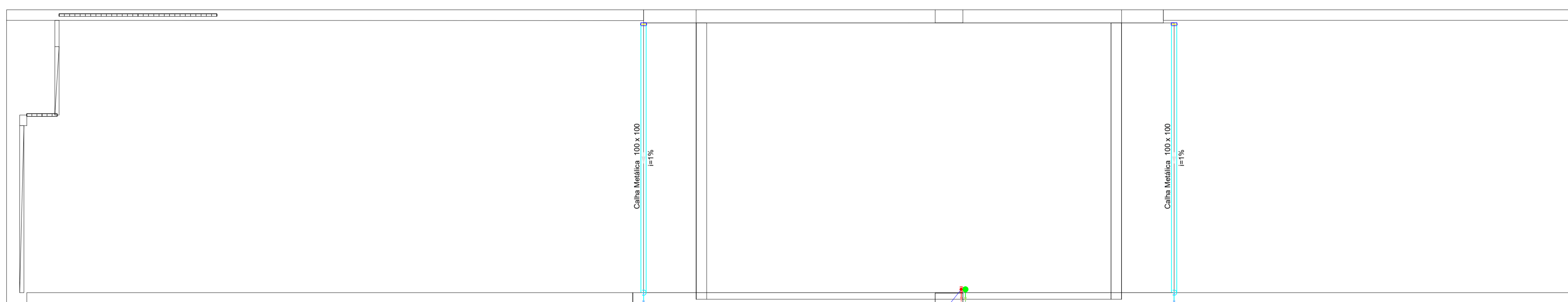
PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO - INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

esc 1:50



PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR - INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

esc 1:50



PLANTA BAIXA PAVIMENTO COBERTURA - INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

esc 1:50

LEGENDA DE PEÇAS

	Caixa Sifonada
	Caixas de passagem
	Curva 90 curta- coluna
	Joelho 45
	Joelho 90
	Junção simples
	Junção simples c/ redução
	Lavatório Residencial com sifão
	Luva simples
	Máquina de Lavar Roupas DN 50mm
	Pia de Cozinha Residencial com Sifão 50mm
	Ramais de Ventilação
	Tanque de Lavar Roupas DN 40mm
	Vaso Sanitário c/ curva 90°
	Junção simples- coluna

LEGENDA DE CONDUTOS

Esgoto	
Pluvial	
Ventilação	

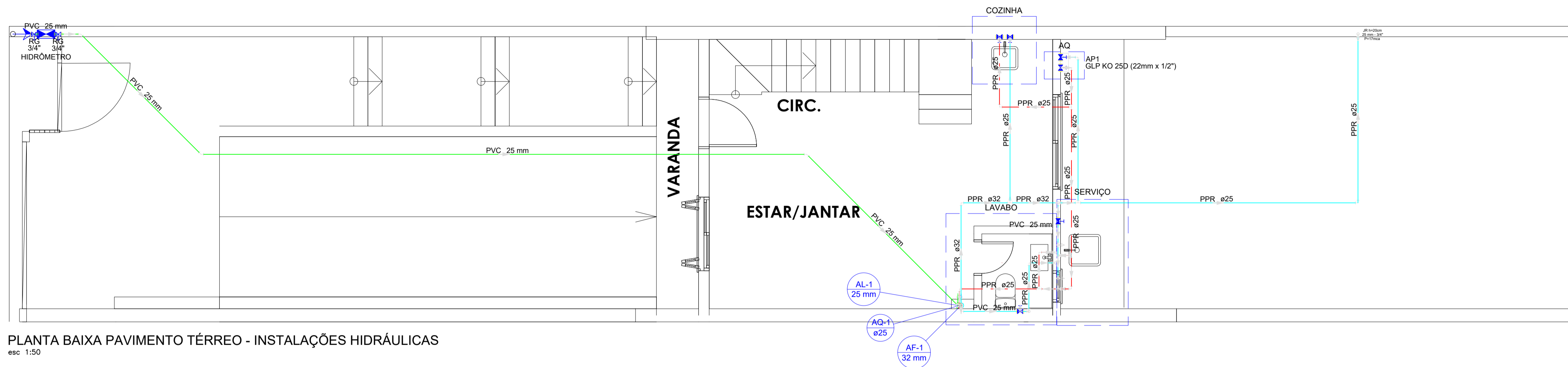
UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
 DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II
 ORIENTADOR: TIAGO PANIZZON

PROJETO: PROJETO HIDROSSANITÁRIO - RESIDENCIAL

ASSUNTO: PLANTA BAIXA - PROJETO SANITÁRIO

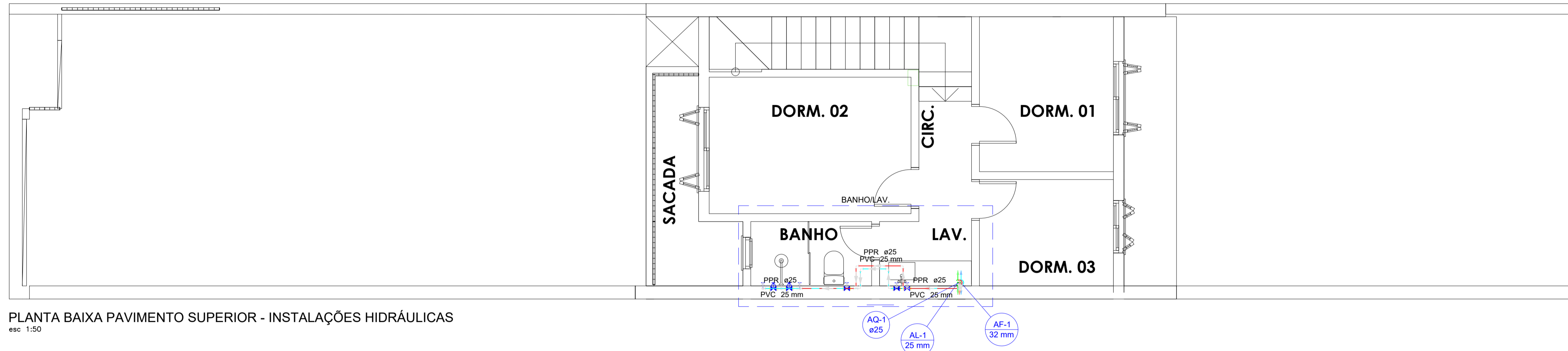
LOCAL DA OBRA: Rua Eduardo Antonio Kuhn, São Caetano - Caxias do Sul, Lote 013 - Quadra 6785.

DESENHEIRO: TABATA MINELLA LANER
 DATA: JUN/2023
 ESCALA: 1/50
 PRANCHETA: 01/03



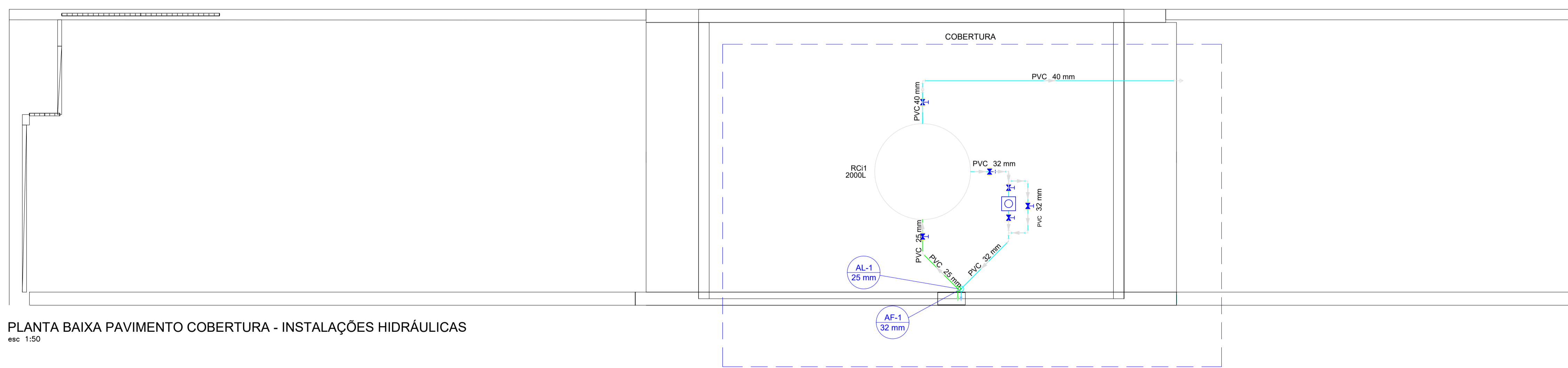
PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
esc 1:50

LEGENDA DE PEÇAS	
	Alimentador Predial
	Hidrômetros
	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável
	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ PPR
	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável
	Registro de Pressão com PVC soldável
	Registro de pressão c/ adapt. PPR
	Pressurizador



PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
esc 1:50

LEGENDA DE CONDUTOS	
	Água fria
	Água quente
	Alimentação



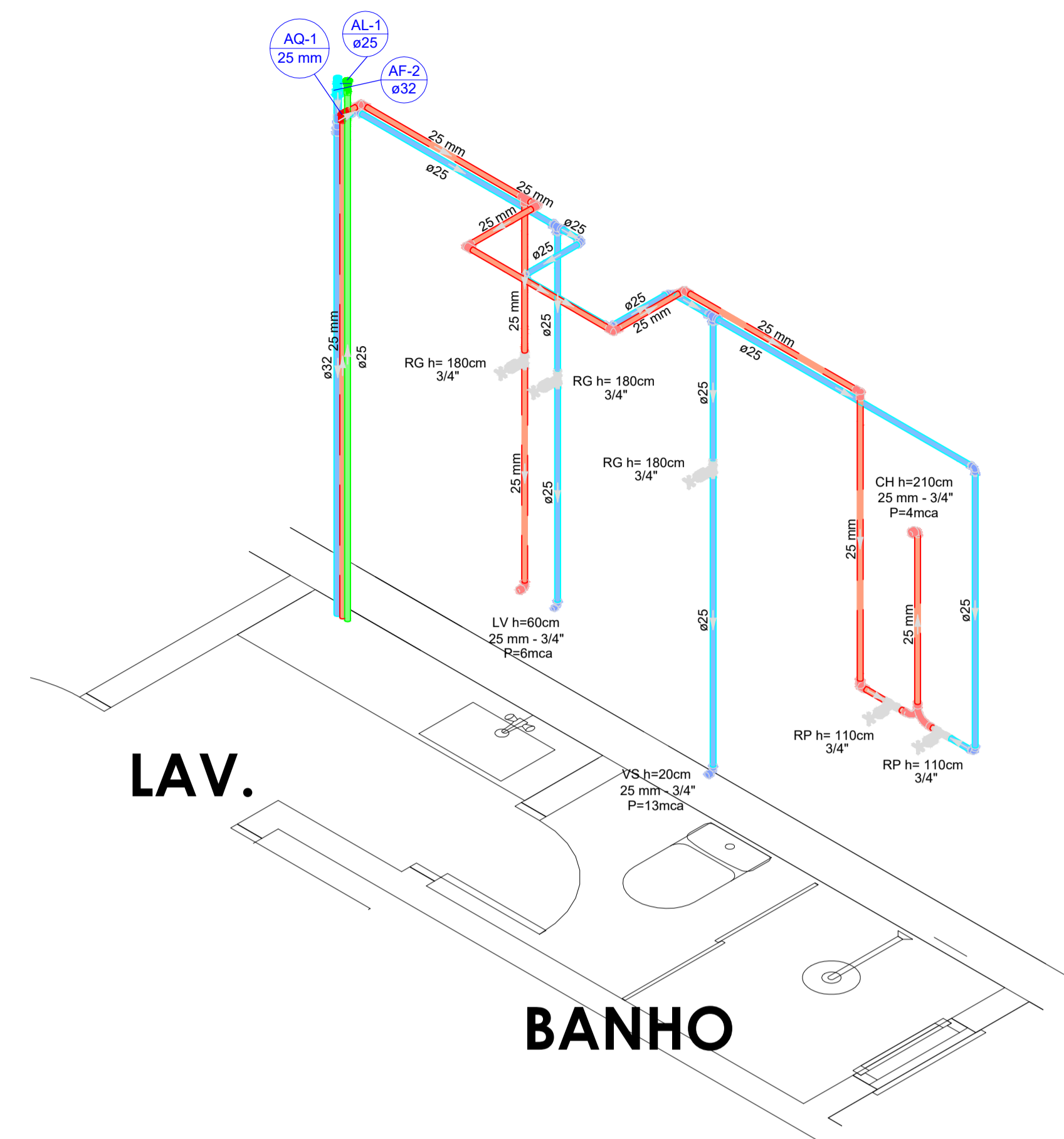
PLANTA BAIXA PAVIMENTO COBERTURA - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
esc 1:50

NOTA 1: Todas as tubulações no piso são de PPR.
NOTA 2: Todas as tubulações de água quente são de PPR.

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II ORIENTADOR: TIAGO PANIZZON	PROJETO: PROJETO HIDROSSANITÁRIO - RESIDENCIAL
	ASSUNTO: PLANTA BAIXA - PROJETO HIDRÁULICO
LOCAL DA OBRA: Rua Eduardo Antonio Kuhn, São Caetano - Caxias do Sul, Lote 013 - Quadra 6785.	DATA: JUN/2023 ESCALA: 1/50 PRANCHAS: 02/03
DESENHADO: TABATA MINELLA LANER	



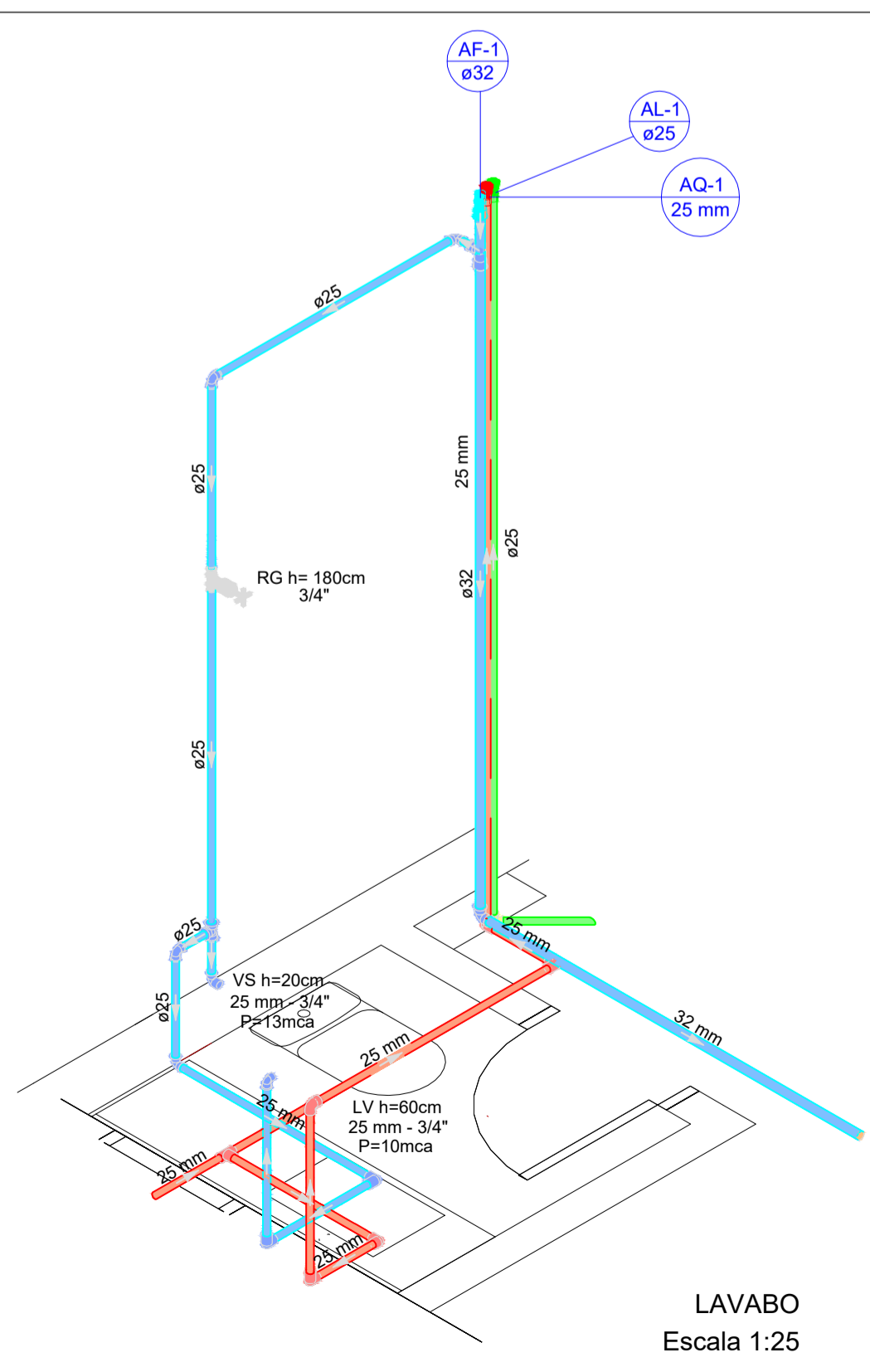
COBERTURA
Escala 1:25



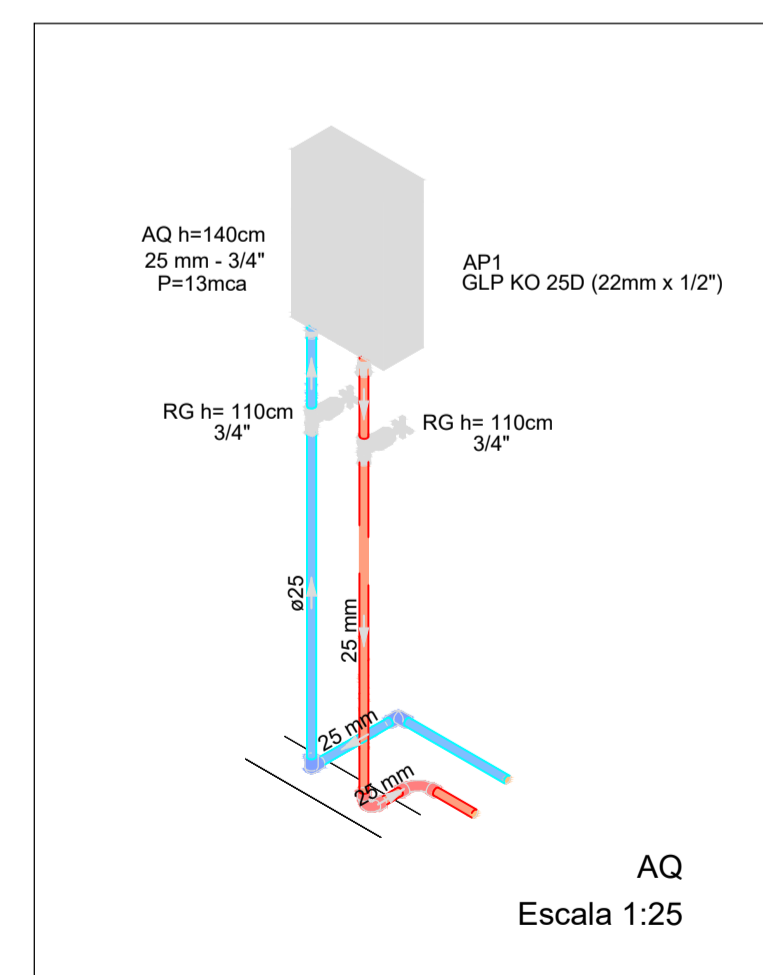
LAV.

BANHO

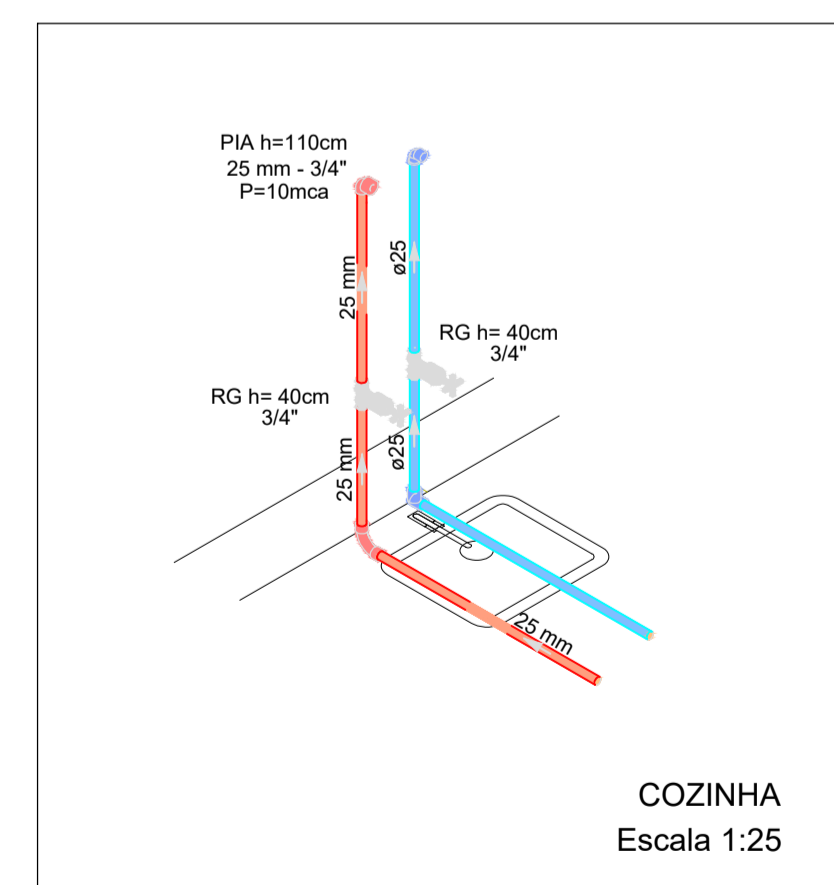
BANHO/LAV
Escala 1:25



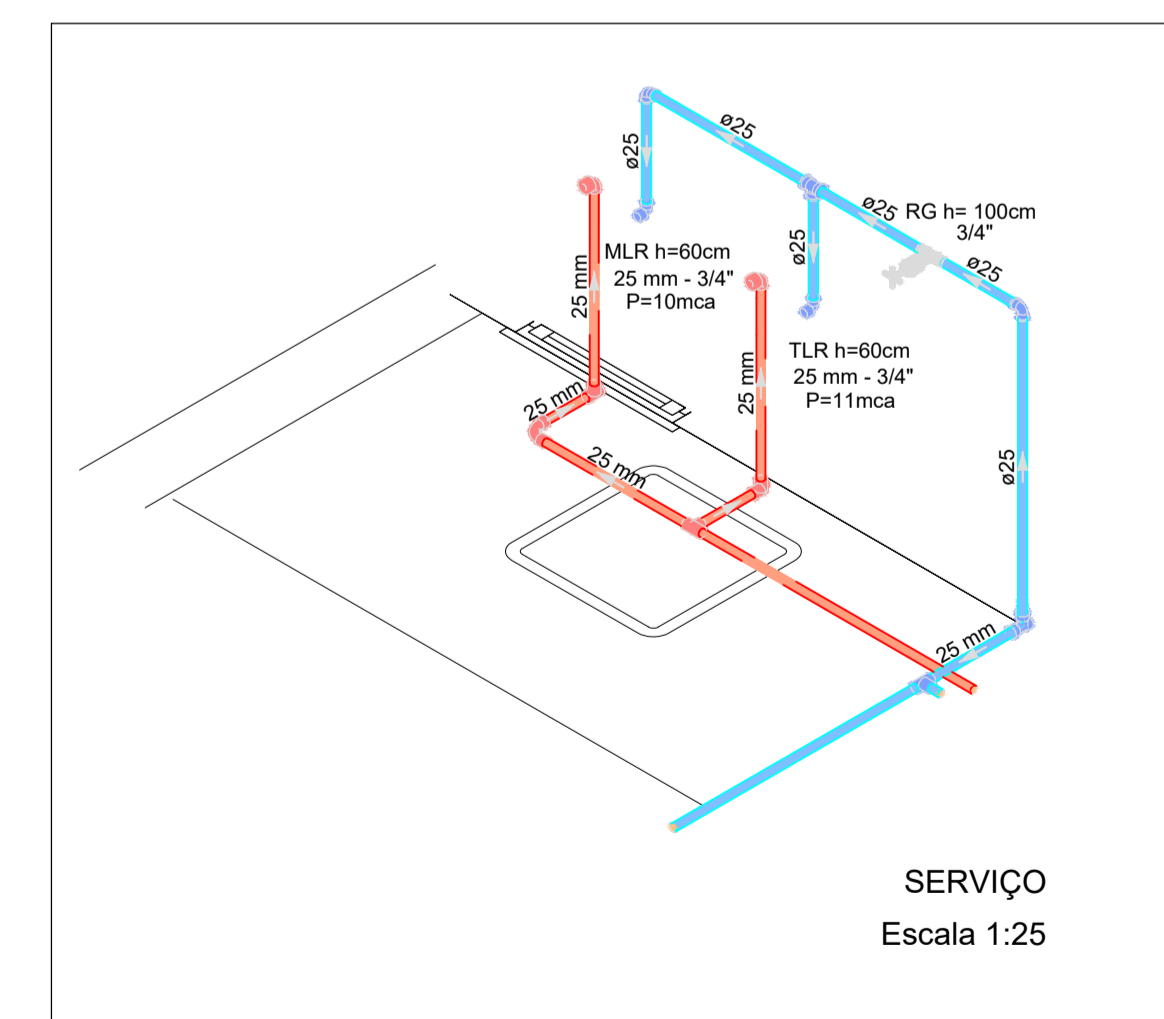
LAVABO
Escala 1:25



AQ
Escala 1:25



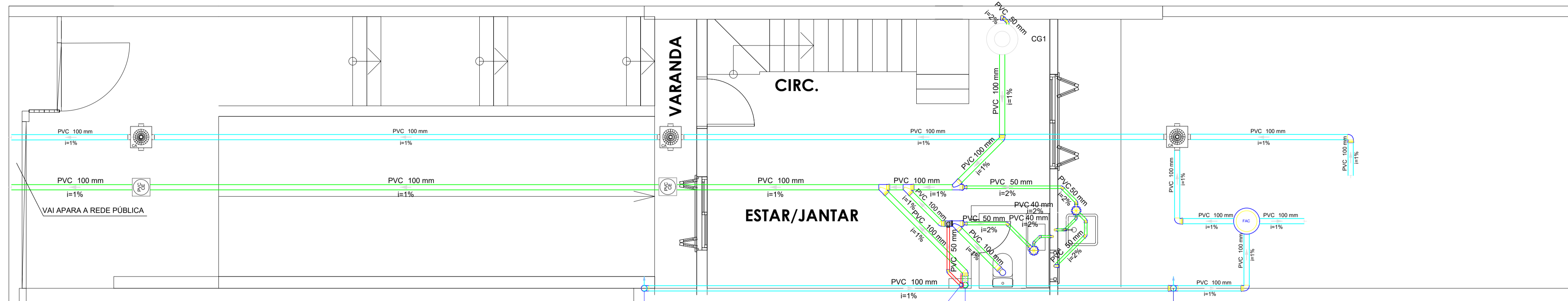
COZINHA
Escala 1:25



SERVIÇO
Escala 1:25

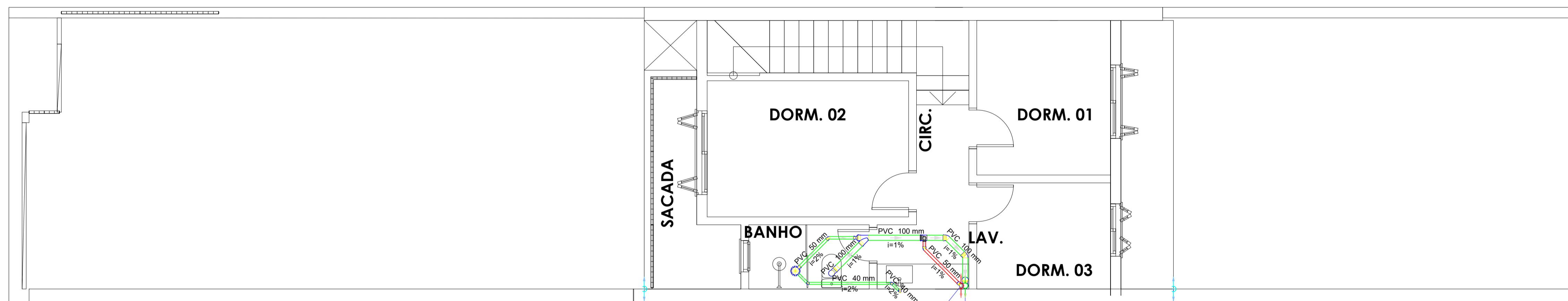
<p>UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL</p>	<p>PROJETO: PROJETO HIDROSSANITÁRIO - RESIDENCIAL</p>
	<p>ASSUNTO: DETALHES ISOMÉTRICOS - PROJETO HIDRÁULICO</p>
<p>UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II ORIENTADOR: TIAGO PANIZZON</p>	<p>LOCAL DA OBRA: Rua Eduardo Antonio Kuhn, São Caetano - Caxias do Sul, Lote 013 - Quadra 6785.</p>
<p>DESENHEIRO: TABATA MINELLA LANER</p>	<p>DATA: JUN/2023 ESCALA: 1:25 PRANCHAS: 03/03</p>

APÊNDICE C
PROJETO HIDROSSANITÁRIO CERTIFICADO – PLANTAS BAIXAS E
DETALHES



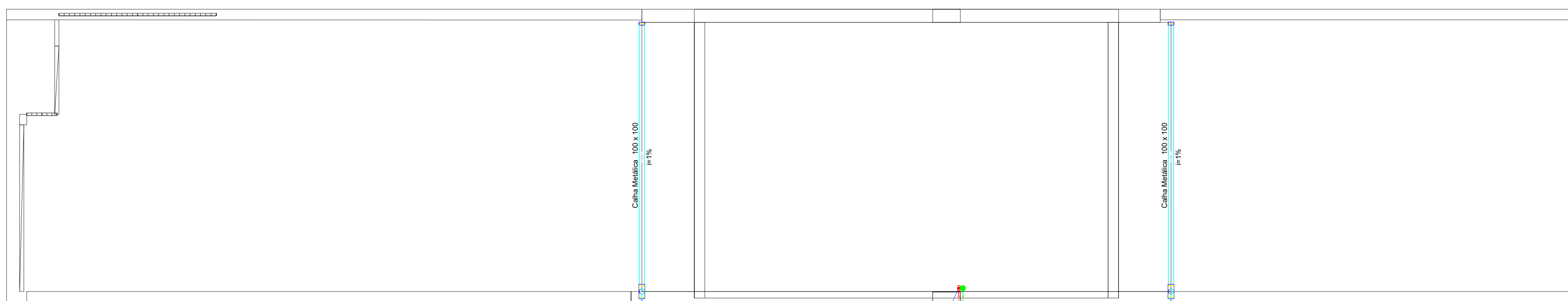
PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO - INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

esc 1:50



PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR - INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

esc 1:50



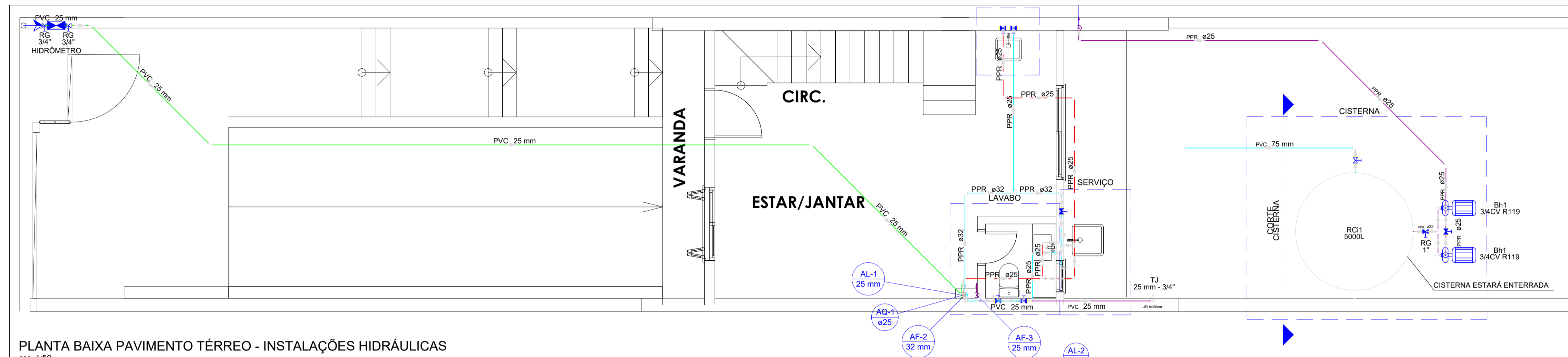
PLANTA BAIXA PAVIMENTO COBERTURA - INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

esc 1:50

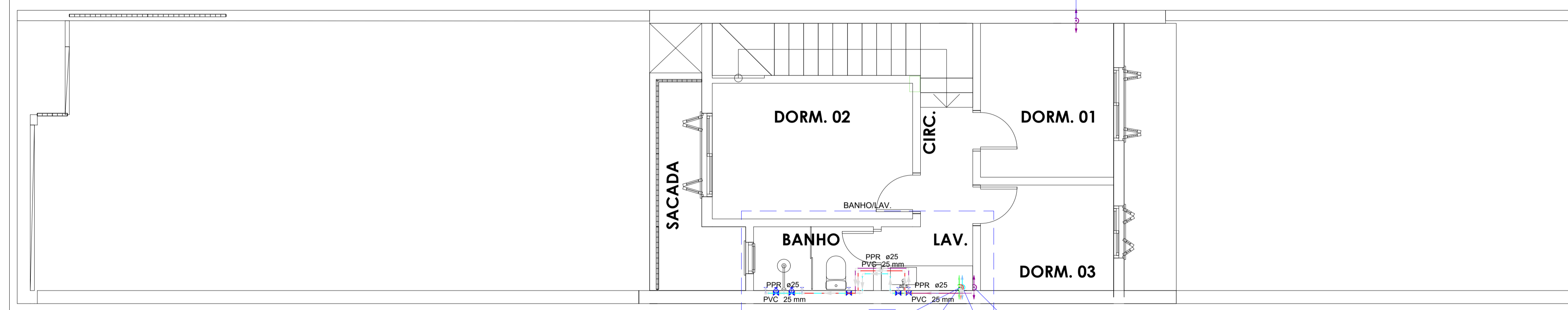
LEGENDA DE PEÇAS	
	Caixa Sifonada
	Caixas de passagem
	Caixas coletoras pluvial
	Filtro de água da chuva
	Curva 90 curta- coluna
	Joelho 45
	Joelho 90
	Junção simples
	Junção simples c/ redução
	Lavatório Residencial com sifão
	Luva simples
	Máquina de Lavar Roupas DN 50mm
	Pia de Cozinha Residencial com Sifão 50mm
	Ramais de Ventilação
	Tanque de Lavar Roupas DN 40mm
	Vaso Sanitário c/ curva 90°
	Junção simples- coluna
	Adaptador para bocal semi-circular c/ terminação
	Cabeceira retangular

LEGENDA DE CONDUTOS	
	Esgoto
	Pluvial
	Ventilação

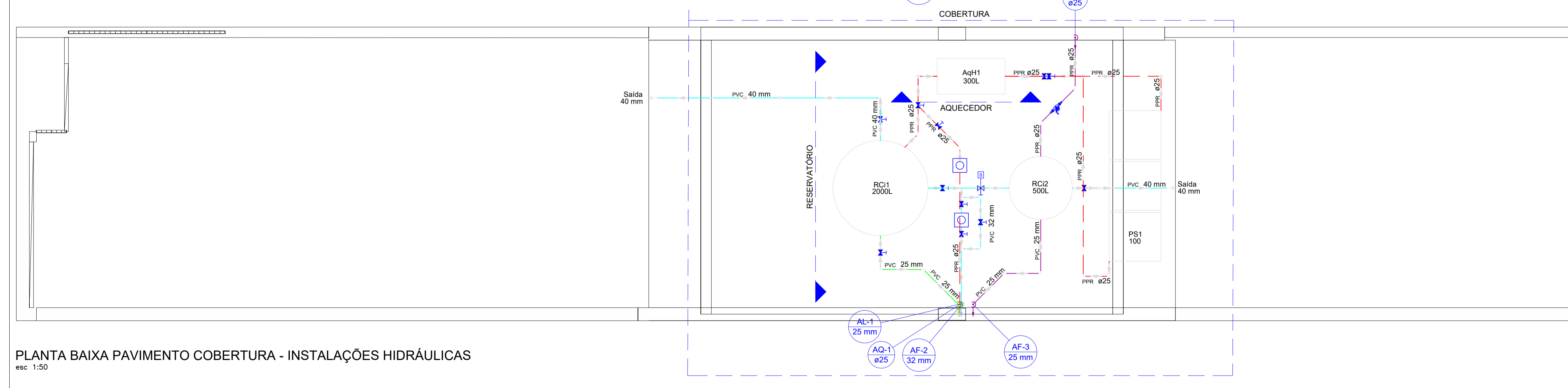
<p>UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II ORIENTADOR: TIAGO PANIZZON</p>	<p>PROJETO: PROJETO HIDROSSANITÁRIO - RESIDENCIAL</p>
	<p>ASSUNTO: PLANTA BAIXA - PROJETO SANITÁRIO</p> <p>LOCAL DA OBRA: Rua Eduardo Antonio Kuhn, São Caetano - Caxias do Sul, Lote 013 - Quadra 6785.</p>
<p>DESENHADO: TABATA MINELLA LANER</p>	<p>DATA: JUN/2023</p> <p>ESCALA: 1/50</p> <p>PRANCHAS: 01/03</p>



PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
esc 1:50



PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
esc 1:50

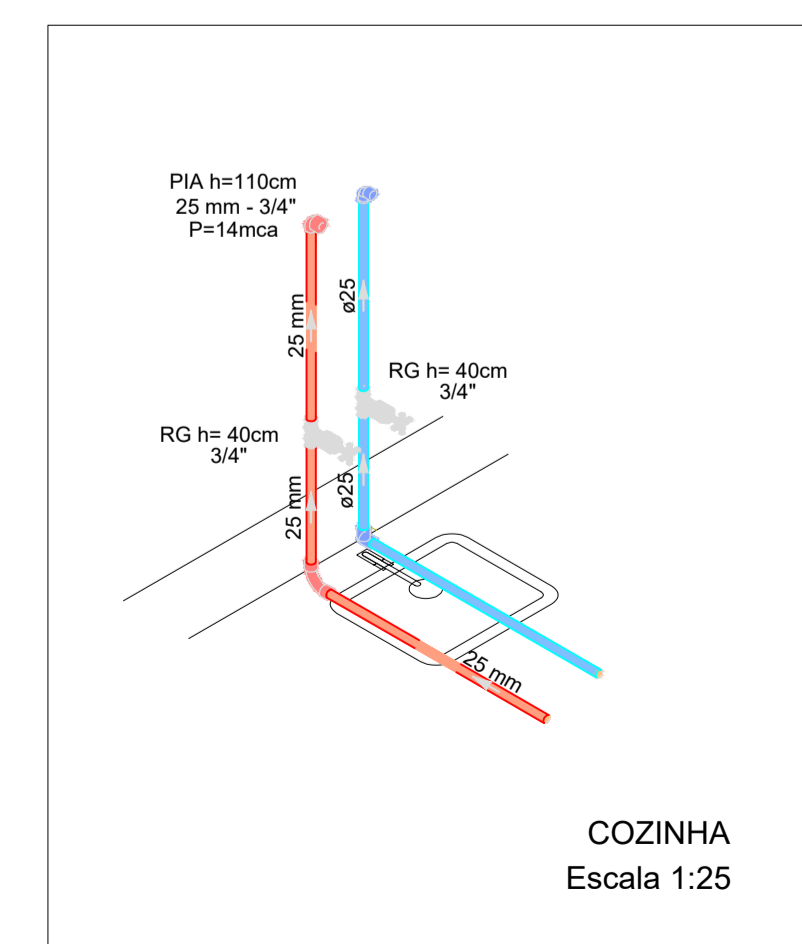
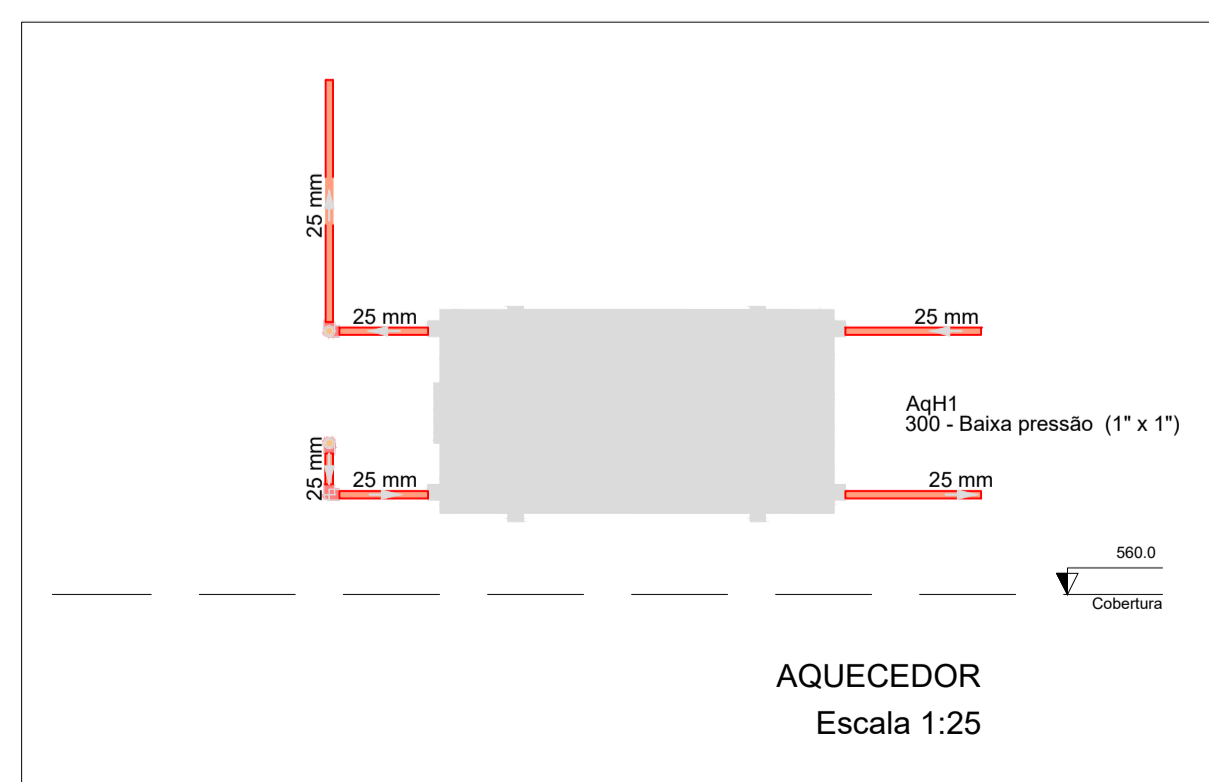
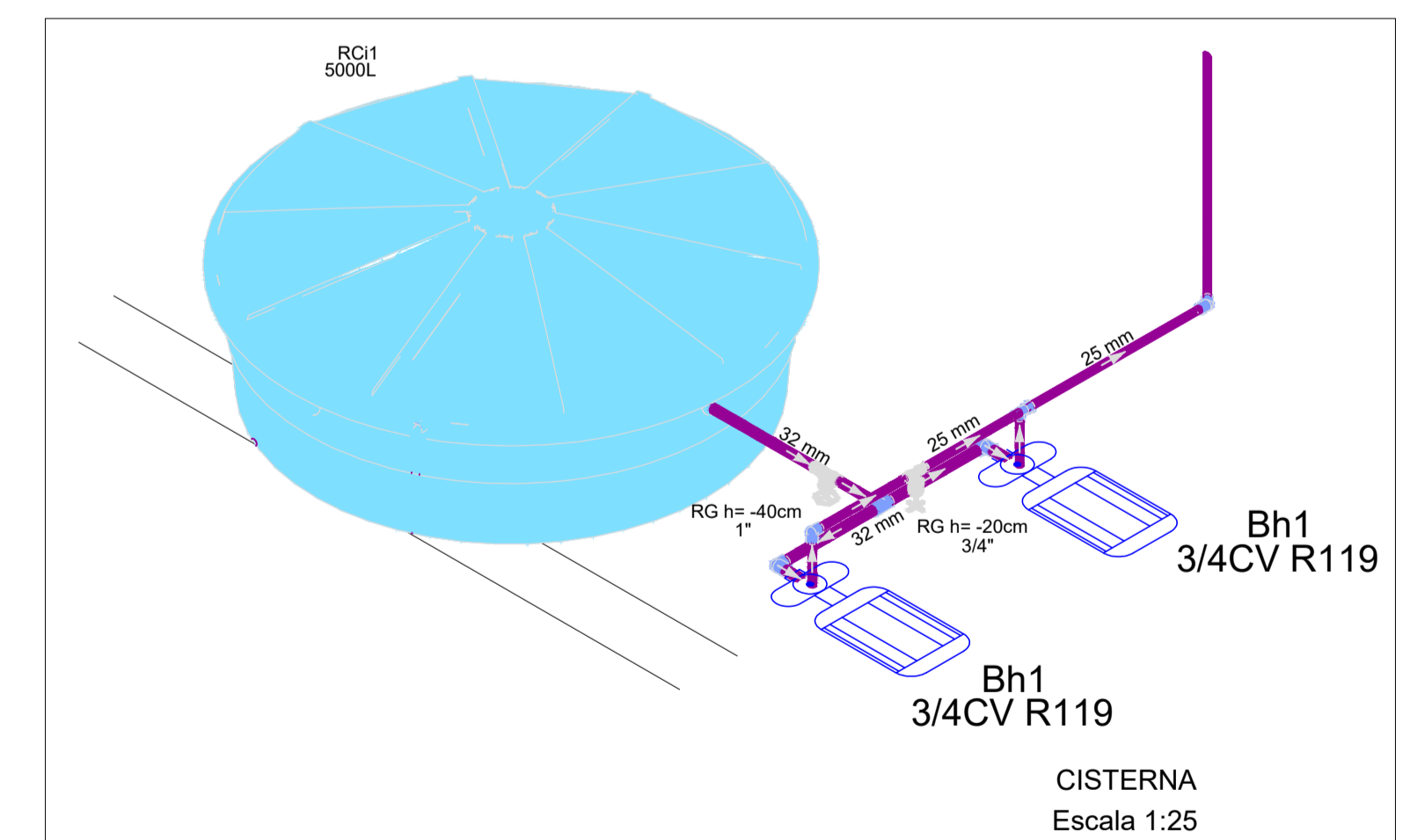
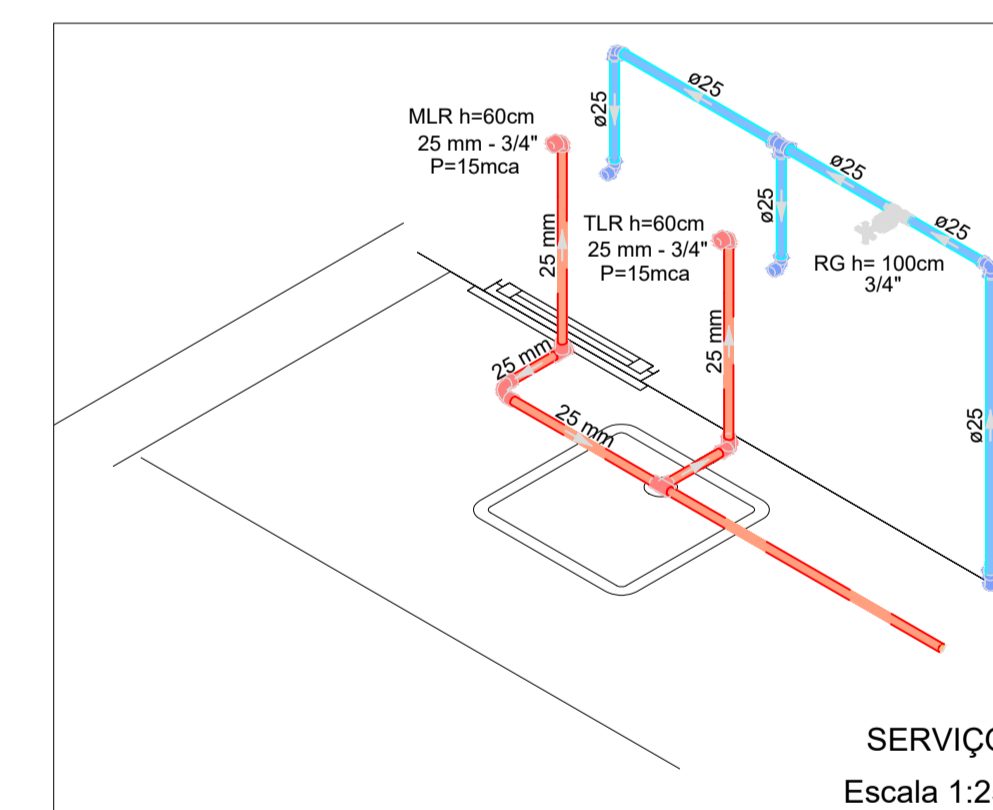
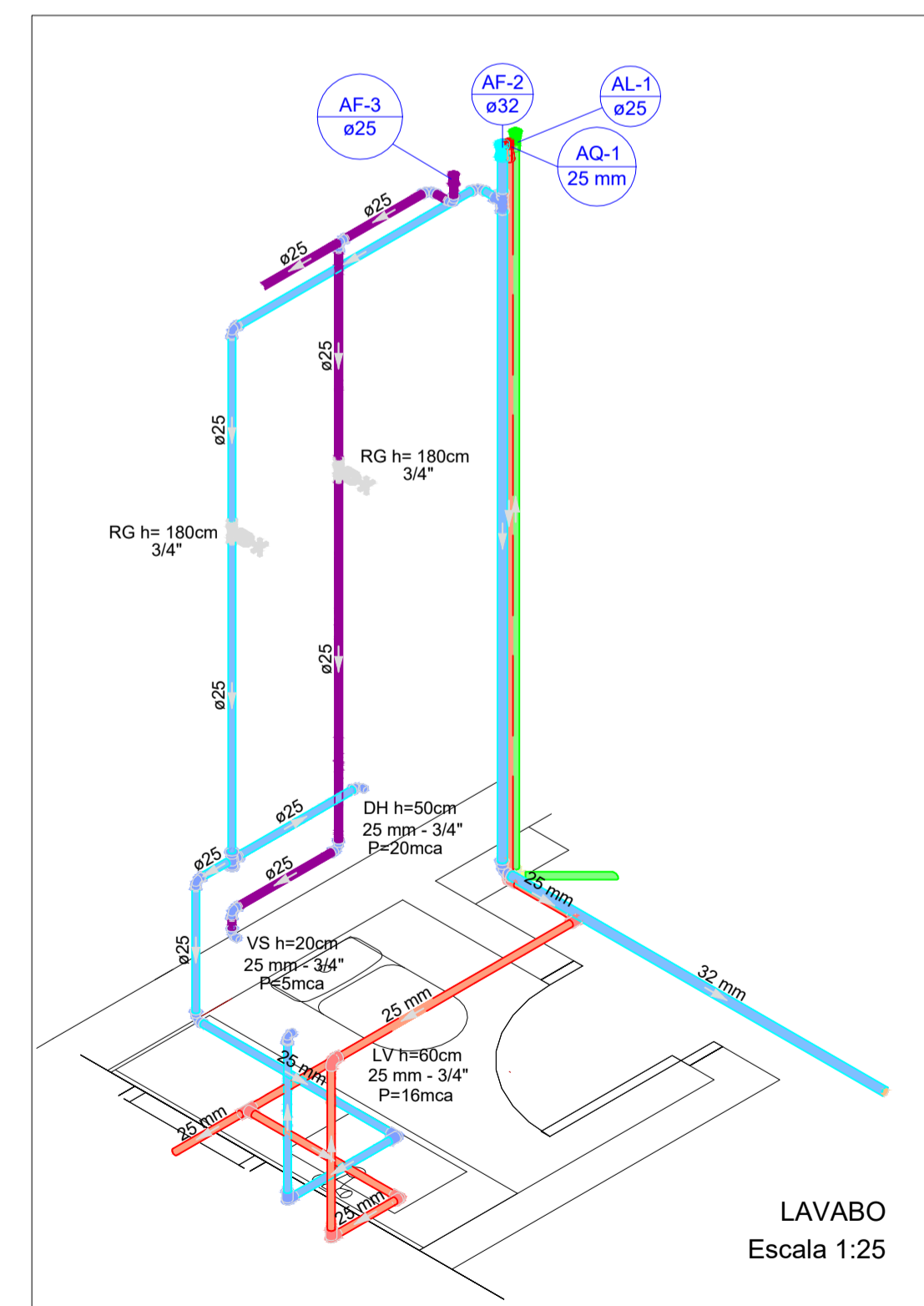
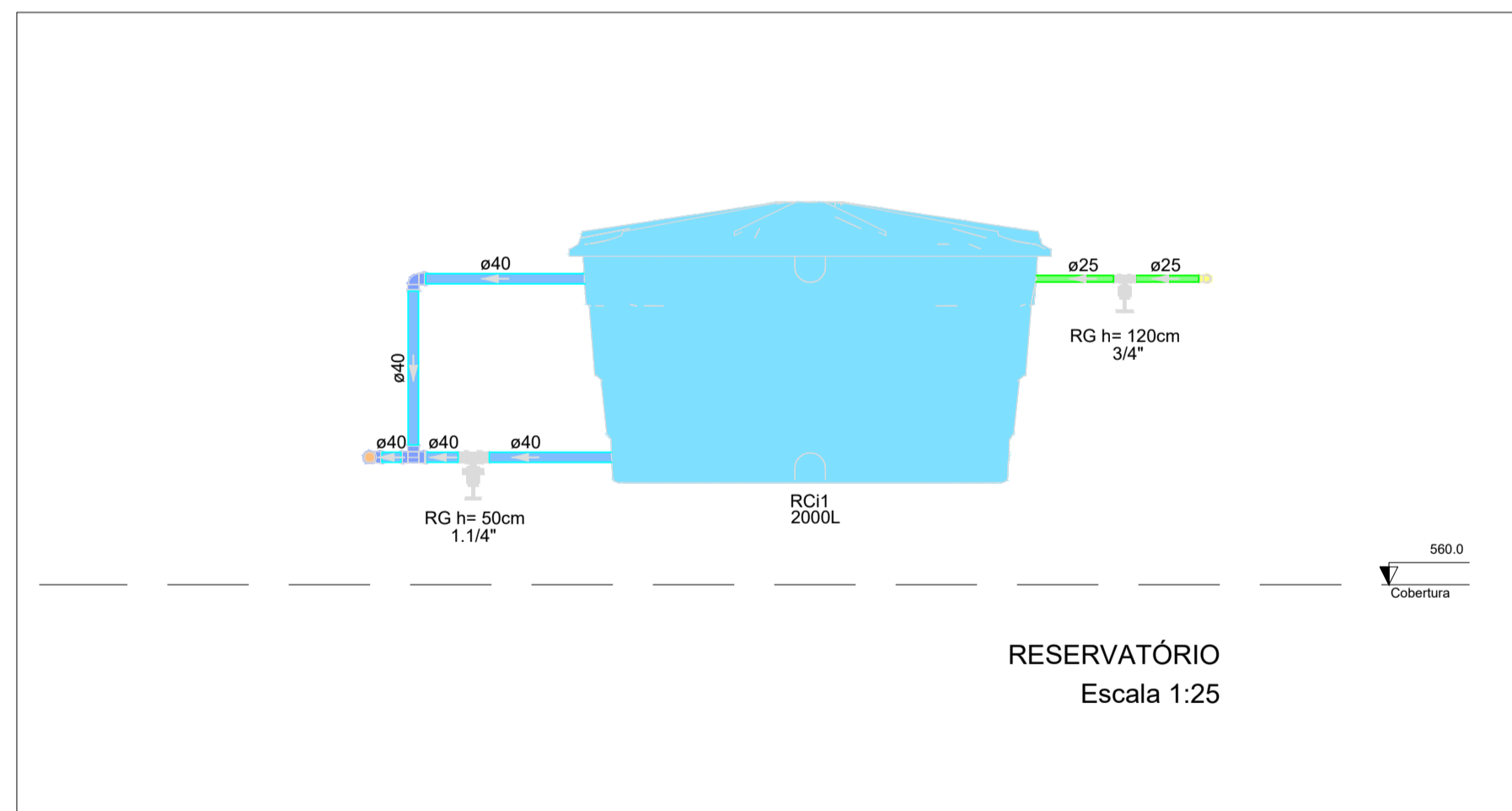
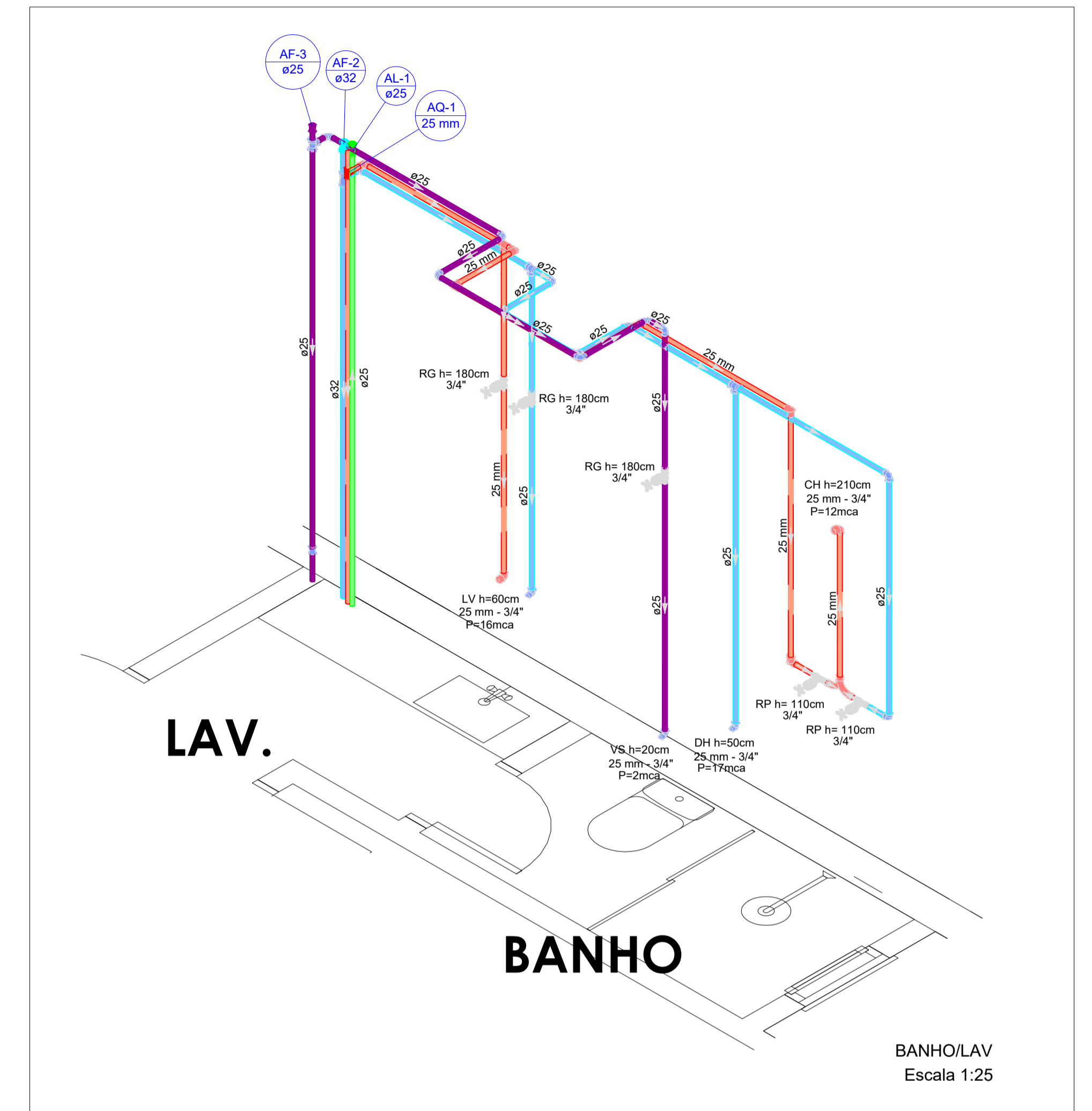
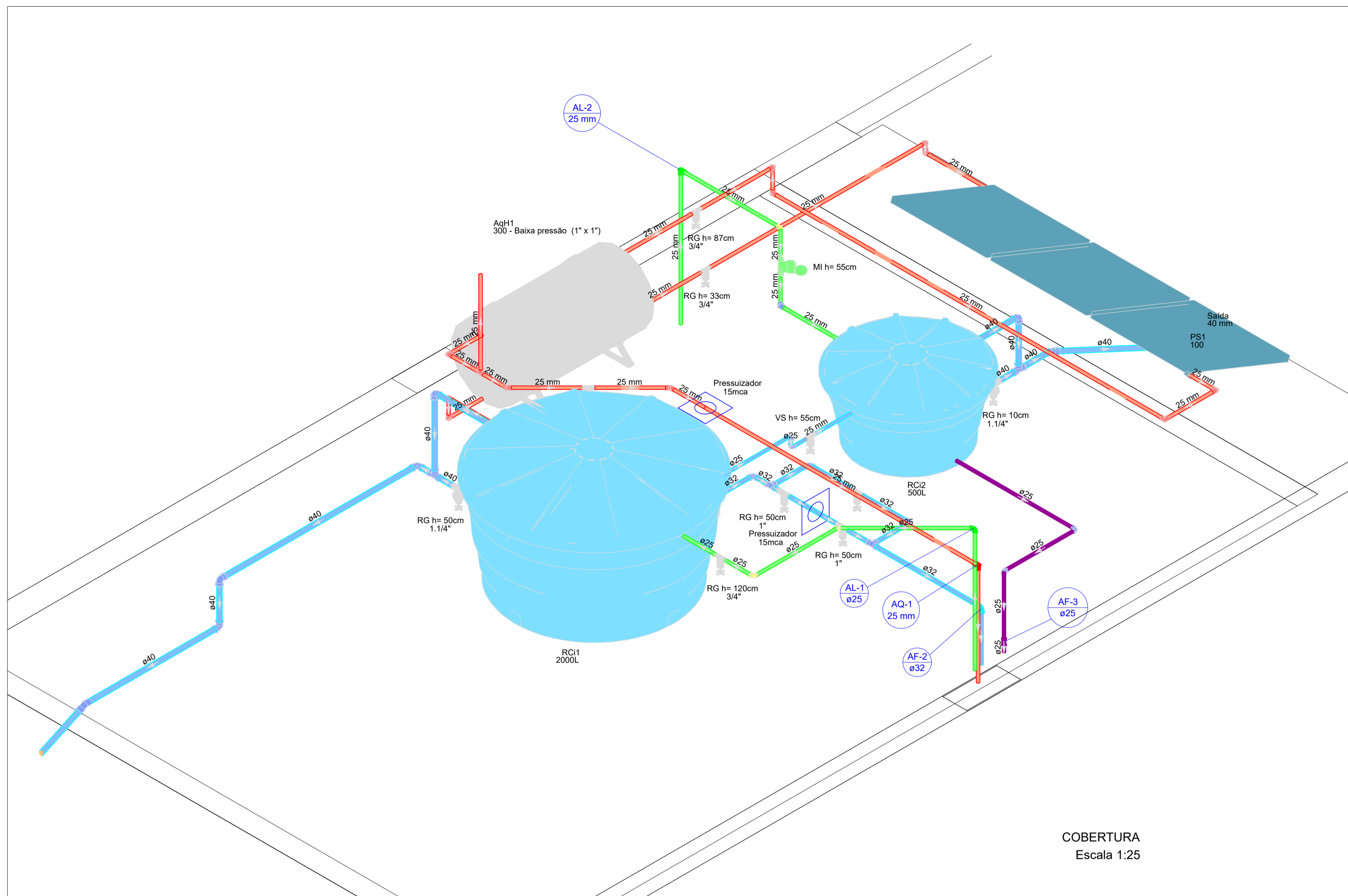


PLANTA BAIXA PAVIMENTO COBERTURA - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
esc 1:50

LEGENDA DE PEÇAS	
	Alimentador Predial
	Hidrômetros
	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável
	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ PPR
	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável
	Registro de Pressão com PVC soldável
	Registro de pressão c/ adapt. PPR
	Bomba hidráulica
	Hidrômetro individual
	Pressurizador
	Válvula solenóide

LEGENDA DE CONDUTOS	
	Água fria
	Água quente
	Alimentação
	Reutilização

NOTA 1: Todas as tubulações no piso são de PPR.
NOTA 2: Todas as tubulações de água quente são de PPR.



		PROJETO:	
UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II ORIENTADOR: TIAGO PANIZZON		PROJETO HIDROSSANITÁRIO - RESIDENCIAL	
LOCAL DA OBRA: Rua Eduardo Antonio Kuhn, São Caetano - Caxias do Sul, Lote 013 - Quadra 6785.		ASSUNTO: DETALHES ISOMÉTRICOS E CORTES - PROJETO HIDRÁULICO	
DESENHADO: TABATA MINELLA LANER	DATA: JUN/2023	ESCALA: 1:25	PRIMEIRA: 03/03

APÊNDICE D
PROJETO HIDROSSANITÁRIO CONVENCIONAL – RELATÓRIOS DE
DIMENSIONAMENTO

Calha (Cobertura)

Tubo analisado:

Calha metálica - 100 mm x 100 mm
Pavimento Cobertura
Rede Pluvial

Dimensionamento:

Tipo de calha: Retangular
Área de cobertura da calha: 32.88 m²
Área de cobertura total: 32.88 m²
Intensidade de precipitação: 150.00 mm/h
Coeficiente de rugosidade: 0.013
Declividade da calha: 1.00 %
Vazão de projeto: 1.37 l/s
Coeficiente multiplicativo de vazão: 1.00
Vazão de projeto com coeficiente multiplicativo: 1.37 l/s

Vazão máxima da calha: 3.29 l/s
Dimensões obtidas: 100 X 50mm

Peça sugerida:

Calha metálica - 50 mm x 100 mm
Seção: 100 x 50 mm

Superfície inclinada

+ -

Dimensões

A: m B: m

C: m D: m

Resultado

Área 32.88 m²

Superfície inclinada

OK Cancelar Ajuda

Conduto final (Térreo)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Pavimento Térreo
Rede Esgoto

Dimensionamento:

Tipo de edificação: Residencial
Situação: Coletor predial
Contribuição total: 25.00 UHC
Contribuição usando as maiores descargas: 12.00 UHC
Número de pontos de contribuição: 10
Diâmetro mínimo: $\varnothing 4''$
Diâmetro calculado: $\varnothing 4''$

Diâmetro necessário: $\varnothing 4''$

Peça sugerida:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Diâmetro: $\varnothing 4''$
Diâmetro interno: 100 mm

Conduto total (Térreo)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Pavimento Térreo
Rede Pluvial

Dimensionamento:

Área de cobertura: 66.02 m²
Intensidade de precipitação: 150.00 mm/h
Coeficiente de rugosidade: 0.010
Vazão de projeto: 2.75 l/s
Fator de seção: 75%

Diâmetro calculado: 74.08 mm
Número de pontos de contribuição: 0
Diâmetro obtido: 75 mm
Raio hidráulico: 22.63 mm
Velocidade: 0.80 m/s
Vazão máxima: 2.84 l/s

Peça sugerida:

PVC Esgoto - 75 mm - 3"
Diâmetro: ø3"
Diâmetro interno: 75 mm

Caixa de gordura CG1 (Térreo)

Dados:

Número de cozinhas: Uma cozinha

Tipo de caixa: Pequena (CGP)

Altura sobressalente: 25 cm

Volume estimado:

$V = 18 \text{ l}$

Dimensões:

Profundidade total: 51 cm

Profundidade útil: 26 cm

Diâmetro: 30 cm

Volume de retenção: 18.4 l

Reservatório cilíndrico RCi1 (Cobertura)

Dados

Tabela de consumo:

Tipo de edificação	Consumo AF (l/dia)	Unidade	Número
Residência	200	Por pessoa	6

Consumo diário: 1.2 m³/dia

Localização: Superior

% do volume do reservatório (edificação): 100 %

% do volume do reservatório (localização): 100 %

Volume da RTI: 0 m³

Volume estimado

$V = \text{Volume da RTI (m}^3\text{)} + \text{Consumo diário (m}^3\text{/dia)} * (\text{Número de dias de reserva}) *$

$V = 1.8 \text{ m}^3$

$(\% \text{ do volume da edificação})/100 * (\% \text{ do volume no reservatório superior})/100$

Peça adotada

Peça: Caixa d'água - 2000L

Altura: 110.6 cm

Diâmetro: 182.15 cm

Volume efetivo: 2 m³

Conexão Chuveiro (Tipo)

Conexão analisada

Chuveiro Ducha - 25 mm x 3/4" (PPR)

Pavimento Tipo

Nível geométrico: 4.90 m

Processo de cálculo: Fair-Whipple-Hsiao

Tomada d'água:

Pressurizador - 1.1/2" (Pressurizador e redutor de pressão)

Nível geométrico: 6.10 m

Pressão inicial: 15.00 m.c.a.

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0.82	28	1.34	0.27	0.00	0.27	0.0847	0.02	6.10	0.00	15.00	14.98
2-3	0.82	28	1.34	0.29	0.30	0.59	0.0847	0.05	6.10	0.00	14.98	14.93
3-4	0.82	28	1.34	0.16	0.90	1.06	0.0847	0.09	6.10	0.00	14.93	14.84
4-5	0.82	28	1.34	1.28	0.70	1.98	0.0847	0.17	6.10	0.00	14.84	14.67
5-6	0.82	28	1.34	0.50	1.50	2.00	0.0847	0.17	6.10	0.50	15.17	15.00
6-7	0.82	28	1.34	0.20	0.01	0.21	0.0847	0.02	5.60	0.20	15.20	15.18
7-8	0.78	28	1.29	2.60	0.90	3.50	0.0787	0.28	5.40	2.60	17.78	17.51
8-9	0.78	28	1.29	0.20	0.01	0.21	0.0787	0.02	2.80	0.20	17.71	17.69
9-10	0.75	28	1.23	2.65	0.90	3.55	0.0725	0.26	2.60	2.65	20.34	20.08
10-11	0.75	23	1.77	1.95	1.50	3.45	0.1713	0.44	-0.05	0.00	20.08	19.64
11-12	0.75	23	1.77	0.93	0.60	1.53	0.1713	0.26	-0.05	0.00	19.64	19.38
12-13	0.70	23	1.66	0.91	0.90	1.81	0.1542	0.28	-0.05	0.00	19.38	19.10
13-14	0.58	18	2.30	0.38	0.90	1.28	0.3726	0.24	-0.05	0.00	19.10	18.86
14-15	0.55	18	2.17	2.77	2.40	5.17	0.3380	1.75	-0.05	0.00	18.86	17.11
15-16	0.55	18	2.17	0.33	1.20	1.53	0.3380	0.52	-0.05	0.00	17.11	16.59
16-17	0.55	22	1.51	1.15	1.20	2.35	0.1422	0.57	-0.05	-1.15	15.44	14.87
17-18	0.55	22	1.51	0.30	0.20	0.50	0.1422	0.07	1.10	-0.30	14.57	14.50
18-19	0.55	18	2.17	0.30	3.00	3.30	0.3380	0.53	1.40	0.30	14.80	14.27
19-20	0.55	18	2.17	1.20	0.20	1.40	0.3380	0.47	1.10	1.20	15.47	15.00
20-21	0.55	18	2.17	0.21	0.50	0.71	0.3380	0.24	-0.10	0.00	15.00	14.76
21-22	0.55	18	2.17	0.75	0.50	1.25	0.3380	0.42	-0.10	0.00	14.76	14.34
22-23	0.49	18	1.94	2.82	0.80	3.62	0.2763	1.00	-0.10	0.00	14.34	13.34
23-24	0.42	18	1.67	0.64	0.80	1.44	0.2125	0.31	-0.10	0.00	13.34	13.03
24-25	0.42	18	1.67	0.26	0.50	0.76	0.2125	0.16	-0.10	0.00	13.03	12.87
25-26	0.30	18	1.18	0.36	0.80	1.16	0.1159	0.13	-0.10	0.00	12.87	12.74
26-27	0.25	18	0.99	1.51	0.80	2.31	0.0848	0.20	-0.10	0.00	12.74	12.54
27-28	0.25	18	0.99	0.31	1.20	1.51	0.0848	0.13	-0.10	0.00	12.54	12.41
28-29	0.25	18	0.99	2.90	1.20	4.10	0.0848	0.35	-0.10	-2.90	9.51	9.16
29-30	0.25	18	0.99	2.65	0.01	2.66	0.0848	0.23	2.80	-2.65	6.51	6.29
30-31	0.25	18	0.99	0.11	1.20	1.31	0.0848	0.11	5.45	0.00	6.29	6.18

31-32	0.25	18	0.99	1.00	1.20	2.20	0.0848	0.19	5.45	0.00	6.18	5.99
32-33	0.20	18	0.79	0.08	0.80	0.88	0.0570	0.05	5.45	0.00	5.99	5.94
33-34	0.20	18	0.79	0.43	1.20	1.63	0.0570	0.09	5.45	0.00	5.94	5.85
34-35	0.20	18	0.79	0.89	1.20	2.09	0.0570	0.12	5.45	0.00	5.85	5.73
35-36	0.20	18	0.79	0.43	1.20	1.63	0.0570	0.09	5.45	0.00	5.73	5.64
36-37	0.20	18	0.79	1.07	1.20	2.27	0.0570	0.13	5.45	0.00	5.64	5.51
37-38	0.20	18	0.79	1.55	1.20	2.75	0.0570	0.16	5.45	1.55	7.06	6.90
38-39	0.20	18	0.79	0.20	1.20	1.40	0.0570	0.08	3.90	0.00	6.90	6.82
39-40	0.20	18	0.79	0.15	11.40	11.55	0.0570	0.66	3.90	0.00	6.82	6.16
40-41	0.20	18	0.79	1.00	2.40	3.40	0.0570	0.19	3.90	-1.00	5.16	4.97
41-42	0.20	18	0.79	0.00	1.20	1.20	0.0570	0.07	4.90	0.00	4.97	4.90

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
16.20	11.30	4.90	1.00

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
	Pressurizador	1.1/2"	1	0.00	0.00
PVC	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável	1"	1	0.30	0.30
PVC	Te 90 soldável	32 mm	1	0.90	0.90
PVC	Joelho 45 soldável	32 mm	1	0.70	0.70
PVC	Joelho 90 soldável	32 mm	2	1.50	3.00
PVC	Luva de correr p/ tubo	32 mm	2	0.01	0.02
PVC	Te de redução 90 soldável	32 mm - 25 mm	1	0.90	0.90
PVC	Te 90 soldável c/ redução lateral	32 mm- 25mm	1	0.90	0.90
PPR	Curva 90° F/F	32 mm	1	0.60	0.60
PPR	Tê F/F/F de Redução Central	32mm x 25mm x 32mm	1	0.90	0.90
PPR	Tê F/F/F de Redução Extrema	25mm x 25mm x 32mm	1	0.90	0.90
PPR	Tê F/F/F	25 mm	1	2.40	2.40
PPR	Tê F/F/F	25 mm	5	0.80	4.00
PPR	Joelho 90° F/F	25 mm	12	1.20	14.40
PVC	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
AP	Komeco Digital	GLP KO 25D (22mm x 1/2")	1	3.00	3.00
PPR	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ PPR	3/4"	1	0.20	0.20
PPR	Curva 90° F/F	25 mm	3	0.50	1.50
PPR	União	25 mm	1	0.01	0.01
PPR	Registro de pressão c/ adapt. PPR	3/4"	1	11.40	11.40
PPR	Misturador F/M/M	25 mm	1	2.40	2.40
PPR	Chuveiro Ducha	25 mm x 3/4"	1	1.20	1.20

Aquecedor de passagem AP1 (Térreo)

Conexão analisada

Komeco Digital - GLP KO 25D (22mm x 1/2") (Aquecedor de passagem à gás)
 Pavimento Térreo
 Nível geométrico: 1.40 m
 Processo de cálculo: Fair-Whipple-Hsiao

Tomada d'água:

Pressurizador - 1.1/2" (Pressurizador e redutor de pressão)
 Nível geométrico: 6.10 m
 Pressão inicial: 15.00 m.c.a.

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0.82	28	1.34	0.27	0.00	0.27	0.0847	0.02	6.10	0.00	15.00	14.98
2-3	0.82	28	1.34	0.29	0.30	0.59	0.0847	0.05	6.10	0.00	14.98	14.93
3-4	0.82	28	1.34	0.16	0.90	1.06	0.0847	0.09	6.10	0.00	14.93	14.84
4-5	0.82	28	1.34	1.28	0.70	1.98	0.0847	0.17	6.10	0.00	14.84	14.67
5-6	0.82	28	1.34	0.50	1.50	2.00	0.0847	0.17	6.10	0.50	15.17	15.00
6-7	0.82	28	1.34	0.20	0.01	0.21	0.0847	0.02	5.60	0.20	15.20	15.18
7-8	0.78	28	1.29	2.60	0.90	3.50	0.0787	0.28	5.40	2.60	17.78	17.51
8-9	0.78	28	1.29	0.20	0.01	0.21	0.0787	0.02	2.80	0.20	17.71	17.69
9-10	0.75	28	1.23	2.65	0.90	3.55	0.0725	0.26	2.60	2.65	20.34	20.08
10-11	0.75	23	1.77	1.95	1.50	3.45	0.1713	0.44	-0.05	0.00	20.08	19.64
11-12	0.75	23	1.77	0.93	0.60	1.53	0.1713	0.26	-0.05	0.00	19.64	19.38
12-13	0.70	23	1.66	0.91	0.90	1.81	0.1542	0.28	-0.05	0.00	19.38	19.10
13-14	0.58	18	2.30	0.38	0.90	1.28	0.3726	0.24	-0.05	0.00	19.10	18.86
14-15	0.55	18	2.17	2.77	2.40	5.17	0.3380	1.75	-0.05	0.00	18.86	17.11
15-16	0.55	18	2.17	0.33	1.20	1.53	0.3380	0.52	-0.05	0.00	17.11	16.59
16-17	0.55	22	1.51	1.15	1.20	2.35	0.1422	0.57	-0.05	-1.15	15.44	14.87
17-18	0.55	22	1.51	0.30	0.20	0.50	0.1422	0.07	1.10	-0.30	14.57	14.50
18-19	0.55	22	1.51	0.00	3.00	3.00	0.1422	0.43	1.40	0.00	14.50	14.07

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
19.70	5.63	14.07	1.50

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
	Pressurizador	1.1/2"	1	0.00	0.00
PVC	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável	1"	1	0.30	0.30
PVC	Te 90 soldável	32 mm	1	0.90	0.90

PVC	Joelho 45 soldável	32 mm	1	0.70	0.70
PVC	Joelho 90 soldável	32 mm	2	1.50	3.00
PVC	Luva de correr p/ tubo	32 mm	2	0.01	0.02
PVC	Te de redução 90 soldável	32 mm - 25 mm	1	0.90	0.90
PVC	Te 90 soldável c/ redução lateral	32 mm- 25mm	1	0.90	0.90
PPR	Curva 90° F/F	32 mm	1	0.60	0.60
PPR	Tê F/F/F de Redução Central	32mm x 25mm x 32mm	1	0.90	0.90
PPR	Tê F/F/F de Redução Extrema	25mm x 25mm x 32mm	1	0.90	0.90
PPR	Tê F/F/F	25 mm	1	2.40	2.40
PPR	Joelho 90° F/F	25 mm	2	1.20	2.40
PVC	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
AP	Komeco Digital	GLP KO 25D (22mm x 1/2")	1	3.00	3.00

Conexão Torneira jardim (Térreo)

Conexão analisada

Torneira de Jardim com joelho 90° - 25 mm x 3/4" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Térreo, Detalhe H3
 Nível geométrico: 0.20 m
 Processo de cálculo: Fair-Whipple-Hsiao

Tomada d'água:

Pressurizador - 1.1/2" (Pressurizador e redutor de pressão)
 Nível geométrico: 6.10 m
 Pressão inicial: 15.00 m.c.a.

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0.82	28	1.34	0.27	0.00	0.27	0.0847	0.02	6.10	0.00	15.00	14.98
2-3	0.82	28	1.34	0.29	0.30	0.59	0.0847	0.05	6.10	0.00	14.98	14.93
3-4	0.82	28	1.34	0.16	0.90	1.06	0.0847	0.09	6.10	0.00	14.93	14.84
4-5	0.82	28	1.34	1.28	0.70	1.98	0.0847	0.17	6.10	0.00	14.84	14.67
5-6	0.82	28	1.34	0.50	1.50	2.00	0.0847	0.17	6.10	0.50	15.17	15.00
6-7	0.82	28	1.34	0.20	0.01	0.21	0.0847	0.02	5.60	0.20	15.20	15.18
7-8	0.78	28	1.29	2.60	0.90	3.50	0.0787	0.28	5.40	2.60	17.78	17.51
8-9	0.78	28	1.29	0.20	0.01	0.21	0.0787	0.02	2.80	0.20	17.71	17.69
9-10	0.75	28	1.23	2.65	0.90	3.55	0.0725	0.26	2.60	2.65	20.34	20.08
10-11	0.75	23	1.77	1.95	1.50	3.45	0.1713	0.44	-0.05	0.00	20.08	19.64
11-12	0.75	23	1.77	0.93	0.60	1.53	0.1713	0.26	-0.05	0.00	19.64	19.38
12-13	0.70	23	1.66	0.91	0.90	1.81	0.1542	0.28	-0.05	0.00	19.38	19.10
13-14	0.58	18	2.30	0.38	0.90	1.28	0.3726	0.24	-0.05	0.00	19.10	18.86
14-15	0.20	18	0.79	5.33	0.80	6.13	0.0570	0.35	-0.05	0.00	18.86	18.51
15-16	0.20	18	0.79	3.21	1.20	4.41	0.0570	0.25	-0.05	0.00	18.51	18.26
16-17	0.20	22	0.55	0.25	1.20	1.45	0.0240	0.07	-0.05	-0.25	18.01	17.93
17-18	0.20	22	0.55	0.00	1.20	1.20	0.0240	0.03	0.20	0.00	17.93	17.90

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
20.90	3.00	17.90	0.50

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
	Pressurizador	1.1/2"	1	0.00	0.00
PVC	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável	1"	1	0.30	0.30
PVC	Te 90 soldável	32 mm	1	0.90	0.90
PVC	Joelho 45 soldável	32 mm	1	0.70	0.70

PVC	Joelho 90 soldável	32 mm	2	1.50	3.00
PVC	Luva de correr p/ tubo	32 mm	2	0.01	0.02
PVC	Te de redução 90 soldável	32 mm - 25 mm	1	0.90	0.90
PVC	Te 90 soldável c/ redução lateral	32 mm- 25mm	1	0.90	0.90
PPR	Curva 90° F/F	32 mm	1	0.60	0.60
PPR	Tê F/F/F de Redução Central	32mm x 25mm x 32mm	1	0.90	0.90
PPR	Tê F/F/F de Redução Extrema	25mm x 25mm x 32mm	1	0.90	0.90
PPR	Tê F/F/F	25 mm	1	0.80	0.80
PPR	Joelho 90° F/F	25 mm	2	1.20	2.40
PVC	Torneira de Jardim com joelho 90°	25 mm x 3/4"	1	1.20	1.20

APÊNDICE E
PROJETO HIDROSSANITÁRIO CERTIFICADO – RELATÓRIOS DE
DIMENSIONAMENTO

Calhas (Cobertura)

Tubo analisado:

Calha metálica - 100 mm x 100 mm
Pavimento Cobertura
Rede Pluvial

Dimensionamento:

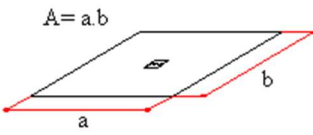
Tipo de calha: Retangular
Área de cobertura da calha: 33.01 m²
Área de cobertura total: 33.01 m²
Intensidade de precipitação: 150.00 mm/h
Coeficiente de rugosidade: 0.013
Declividade da calha: 1.00 %
Vazão de projeto: 1.38 l/s
Coeficiente multiplicativo de vazão: 1.00
Vazão de projeto com coeficiente multiplicativo: 1.38 l/s

Vazão máxima da calha: 3.29 l/s
Dimensões obtidas: 100 X 50mm

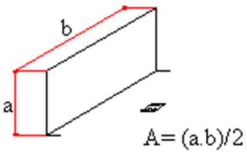
Peça sugerida:

Calha metálica - 50 mm x 100 mm
Seção: 100 x 50 mm

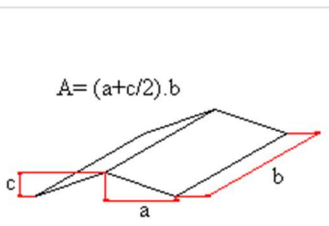
Superfície inclinada



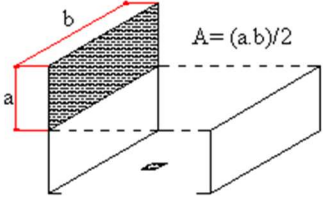
$A = a.b$



$A = (a.b)/2$



$A = (a+c)/2 . b$



$A = (a.b)/2$

+ -

Dimensões

A: m B: m

C: m D: m

Resultado

Área 32.88 m²

Superfície inclinada

OK
Cancelar
Ajuda

Conduto final (Térreo)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Pavimento Térreo
Rede Esgoto

Dimensionamento:

Tipo de edificação: Residencial
Situação: Coletor predial
Contribuição total: 25.00 UHC
Contribuição usando as maiores descargas: 12.00 UHC
Número de pontos de contribuição: 10
Diâmetro mínimo: $\varnothing 4''$
Diâmetro calculado: $\varnothing 4''$

Diâmetro necessário: $\varnothing 4''$

Peça sugerida:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Diâmetro: $\varnothing 4''$
Diâmetro interno: 100 mm

Conduto total (Térreo)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Pavimento Térreo
Rede Pluvial

Dimensionamento:

Área de cobertura: 66.02 m²
Intensidade de precipitação: 150.00 mm/h
Coeficiente de rugosidade: 0.010
Vazão de projeto: 2.75 l/s
Fator de seção: 75%

Diâmetro calculado: 74.08 mm
Número de pontos de contribuição: 0
Diâmetro obtido: 75 mm
Raio hidráulico: 22.63 mm
Velocidade: 0.80 m/s
Vazão máxima: 2.84 l/s

Peça sugerida:

PVC Esgoto - 75 mm - 3"
Diâmetro: ø3"
Diâmetro interno: 75 mm

Reservatório cilíndrico RCi1 (Cobertura)

Dados

Tabela de consumo:

Tipo de edificação	Consumo AF (l/dia)	Unidade	Número
Residência	200	Por pessoa	6

Consumo diário: 1.2 m³/dia

Localização: Superior

% do volume do reservatório (edificação): 100 %

% do volume do reservatório (localização): 100 %

Volume da RTI: 0 m³

Volume estimado

$V = \text{Volume da RTI (m}^3\text{)} + \text{Consumo diário (m}^3\text{/dia)} * (\text{Número de dias de reserva}) *$

$V = 1.8 \text{ m}^3$

$(\% \text{ do volume da edificação})/100 * (\% \text{ do volume no reservatório superior})/100$

Peça adotada

Peça: Caixa d'água - 2000L

Altura: 110.6 cm

Diâmetro: 182.15 cm

Volume efetivo: 2 m³

Reservatório cilíndrico RCi2 (Cobertura)

Dados

Tabela de consumo:

Tipo de edificação	Consumo AF (l/dia)	Unidade	Número
Residência	200	Por pessoa	6

Consumo diário: 1.2 m³/dia

Localização: Superior reúso

% do volume do reservatório (edificação): 100 %

% do volume do reservatório (localização): 25 %

Volume da RTI: 0 m³

Volume estimado

$V = \text{Volume da RTI (m}^3\text{)} + \text{Consumo diário (m}^3\text{/dia)} * (\text{Número de dias de reserva}) *$

$V = 0.45 \text{ m}^3$

$(\% \text{ do volume da edificação})/100 * (\% \text{ do volume no reservatório superior reúso})/100$

Peça adotada

Peça: Caixa d'água - 500L

Altura: 71.9 cm

Diâmetro: 121.2 cm

Volume efetivo: 0.5 m³

Aquecedor de acumulação AqH1 (Cobertura)

Dados

Tipo de aquecedor: Aquecedor de acumulação (horizontal)

Tabela de consumo:

Tipo de edificação	Consumo de água quente (l/dia)	Unidade	Número
Residência	50	Por pessoa	6

Consumo diário: 0.3 m³/dia

Temperatura de recuperação: 20 °C

Tempo de recuperação: 2 h

Fórmula aplicada para o cálculo da potência

$$P = 0,00116389 \cdot (V \cdot Ch / 100) \cdot (Tr/\text{tempo})$$

Onde:

P = Potência (kW)

V = Volume diário (l/dia)

Ch = Consumo horário (%)

Tr = Temperatura de recuperação (°C)

tempo = Tempo de recuperação (h)

Dimensionamento do aquecedor de acumulação

Volume calculado: 300 l

Potência calculada: 3.49167 kW

Peça adotada

Peça: Reservatório térmico Solar - Reservatório Térmico solar vitrex horizontal - 300 - Baixa pressão (1" x 1")

Volume: 300 l

Potência nominal: 2 kW

Diâmetro: 68 cm

Comprimento: 130 cm

Placa solar PS1 (Cobertura)

Dados:

Tabela de consumo:

Tipo de edificação	Consumo de água quente (l/dia)	Unidade	Número
Residência	50	Por pessoa	6

Consumo diário: 0.3 m³/dia

Temperatura de recuperação: 20 °C

Intensidade de radiação solar: 5 kWh/m².dia

Fórmula aplicada para o cálculo da quantidade de calor necessária por dia e área total das placas

$$Q = V.(Tr) / 860$$

Onde:

Q = Quantidade de calor (kWh)

V = Volume (l)

Tr = Temperatura de recuperação (°C)

$$S = Q / I$$

Onde:

S = Área total (m²)

Q = Valor calculado na propriedade do elemento Calor dia (kWh)

I = Intensidade de radiação solar (kWh/m².dia)

Dimensionamento das placas solares

Número de placas: 3

Área total de placas: 1.872 m²

Peça adotada

Peça: Placa Solar - CSC - Premium - 100

Área coletora real: 0.624 m²

Comprimento: 107.2 cm

Largura: 93.6 cm

Conexão Chuveiro (Tipo)

Conexão analisada

Chuveiro Ducha - 25 mm x 3/4" (PPR)
 Pavimento Tipo, Detalhe H1
 Nível geométrico: 4.90 m
 Processo de cálculo: Fair-Whipple-Hsiao

Tomada d'água:

Válvula redutora de pressão - 3/4" (Pressurizador e redutor de pressão)
 Nível geométrico: 6.47 m
 Pressão inicial: 15.00 m.c.a.

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0.55	18	2.17	2.66	0.00	2.66	0.3380	0.90	6.47	0.00	15.00	14.10
2-3	0.55	18	2.17	1.02	1.20	2.22	0.3380	0.75	6.47	1.02	15.12	14.37
3-4	0.25	18	0.99	0.11	2.40	2.51	0.0848	0.21	5.45	0.00	14.37	14.16
4-5	0.25	18	0.99	1.00	1.20	2.20	0.0848	0.19	5.45	0.00	14.16	13.97
5-6	0.20	18	0.79	0.08	0.80	0.88	0.0570	0.05	5.45	0.00	13.97	13.92
6-7	0.20	18	0.79	0.43	1.20	1.63	0.0570	0.09	5.45	0.00	13.92	13.83
7-8	0.20	18	0.79	0.89	1.20	2.09	0.0570	0.12	5.45	0.00	13.83	13.71
8-9	0.20	18	0.79	0.43	1.20	1.63	0.0570	0.09	5.45	0.00	13.71	13.62
9-10	0.20	18	0.79	1.07	1.20	2.27	0.0570	0.13	5.45	0.00	13.62	13.49
10-11	0.20	18	0.79	1.55	1.20	2.75	0.0570	0.16	5.45	1.55	15.04	14.88
11-12	0.20	18	0.79	0.20	1.20	1.40	0.0570	0.08	3.90	0.00	14.88	14.80
12-13	0.20	18	0.79	0.15	11.40	11.55	0.0570	0.66	3.90	0.00	14.80	14.14
13-14	0.20	18	0.79	1.00	2.40	3.40	0.0570	0.19	3.90	-1.00	13.14	12.95
14-15	0.20	18	0.79	0.00	1.20	1.20	0.0570	0.07	4.90	0.00	12.95	12.88

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
16.57	3.69	12.88	1.00

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
	Válvula redutora de pressão	3/4"	1	0.00	0.00
PPR	Joelho 90° F/F	25 mm	8	1.20	9.60
PPR	Tê F/F/F	25 mm	1	2.40	2.40
PPR	Tê F/F/F	25 mm	1	0.80	0.80
PPR	Registro de pressão c/ adapt. PPR	3/4"	1	11.40	11.40
PPR	Misturador F/M/M	25 mm	1	2.40	2.40
PPR	Chuveiro Ducha	25 mm x 3/4"	1	1.20	1.20



Reservatório cilíndrico RCi1 (Térreo)

Dados

Método de dimensionamento: Método Azevedo Neto

Área de captação m²: 66.02

Legenda

P = Valor numérico da precipitação anual (mm)

T = Valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca

A = Valor numérico da área de coleta em projeção (m²)

V = Valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório (L)

Dimensionamento

Volume do reservatório (L) = $V = 0,042.P.A.T$

Dimensionamento do reservatório de água da chuva

Volume (m³): 5.08

Peça adotada

Peça: Caixa d'água - 5000L

Altura: 151 cm

Diâmetro: 225 cm

Volume efetivo: 5.09 m³

Chuva média mensal



Meses	Chuva média mensal (mm)
Janeiro	168.20
Fevereiro	152.70
Marco	121.40
Abril	133.60
Maio	131.40
Junho	146.70
Julho	184.30
Agosto	140.00
Setembro	163.10
Outubro	192.30
Novembro	144.50
Dezembro	154.60

OK

Cancelar

Ajuda

Conexão Pia cozinha (Térreo)

Conexão analisada

Pia de cozinha com joelho de 90° - 25 mm x 3/4" (PPR)
 Pavimento Térreo, Detalhe H2
 Nível geométrico: 1.10 m
 Processo de cálculo: Fair-Whipple-Hsiao

Tomada d'água:

Válvula redutora de pressão - 3/4" (Pressurizador e redutor de pressão)
 Nível geométrico: 6.47 m
 Pressão inicial: 15.00 m.c.a.

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0.55	18	2.17	2.66	0.00	2.66	0.3380	0.90	6.47	0.00	15.00	14.10
2-3	0.55	18	2.17	1.02	1.20	2.22	0.3380	0.75	6.47	1.02	15.12	14.37
3-4	0.49	18	1.94	2.65	0.80	3.45	0.2763	0.95	5.45	2.65	17.02	16.07
4-5	0.49	18	1.94	2.90	0.01	2.91	0.2763	0.80	2.80	2.90	18.97	18.16
5-6	0.49	18	1.94	0.31	1.20	1.51	0.2763	0.42	-0.10	0.00	18.16	17.74
6-7	0.49	18	1.94	1.51	1.20	2.71	0.2763	0.75	-0.10	0.00	17.74	16.99
7-8	0.46	18	1.83	0.36	0.80	1.16	0.2492	0.29	-0.10	0.00	16.99	16.71
8-9	0.35	18	1.39	0.26	0.80	1.06	0.1555	0.16	-0.10	0.00	16.71	16.54
9-10	0.35	18	1.39	0.64	0.50	1.14	0.1555	0.18	-0.10	0.00	16.54	16.36
10-11	0.25	18	0.99	2.82	0.80	3.62	0.0848	0.31	-0.10	0.00	16.36	16.06
11-12	0.25	18	0.99	1.37	2.40	3.77	0.0848	0.32	-0.10	0.00	16.06	15.74
12-13	0.25	18	0.99	1.34	0.50	1.84	0.0848	0.16	-0.10	0.00	15.74	15.58
13-14	0.25	18	0.99	0.50	0.50	1.00	0.0848	0.08	-0.10	-0.50	15.08	15.00
14-15	0.25	18	0.99	0.70	0.20	0.90	0.0848	0.08	0.40	-0.70	14.30	14.22
15-16	0.25	18	0.99	0.00	1.20	1.20	0.0848	0.10	1.10	0.00	14.22	14.12

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
20.37	6.25	14.12	1.00

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
	Válvula redutora de pressão	3/4"	1	0.00	0.00
PPR	Joelho 90° F/F	25 mm	3	1.20	3.60
PPR	Tê F/F/F	25 mm	4	0.80	3.20
PPR	Tê F/F/F	25 mm	1	2.40	2.40
PPR	União	25 mm	1	0.01	0.01
PPR	Curva 90° F/F	25 mm	3	0.50	1.50

PPR	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ PPR	3/4"	1	0.20	0.20
PPR	Pia de cozinha com joelho de 90°	25 mm x 3/4"	1	1.20	1.20

APÊNDICE F
PROJETO HIDROSSANITÁRIO CONVENCIONAL – LISTAS DE MATERIAS E
PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

Lista de Materiais (Cobertura)**Alimentação****Metais**

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Registro de gaveta bruto	3/4"	1,0	pç

PVC rígido soldável

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adapt sold c/ flange fixo p cx. d'água	40 mm - 1.1/4"	1,0	pç
Adapt sold c/ flange fixo p cx. d'água	50 mm - 1.1/2"	2,0	pç
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	25 mm - 3/4"	2,0	pç
Joelho 45 soldável	25 mm	1,0	pç
Joelho 90º soldável	25 mm	1,0	pç
Torneira de bóia	1/2"	1,0	pç
Tubos	25 mm	2,7	m

Reservatório cilíndrico

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Polietileno	2000 L	1,0	pç

Esgoto**PVC Esgoto**

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Tubo rígido c/ ponta lisa	100 mm - 4"	5,0	m

Pluvial**Calha metálica**

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adaptador para bocal semi-circular	100 mm x 100 mm	2,0	pç
Cabeceira retangular	100 mm x 100 mm	2,0	pç
Calha retangular	100 mm x 100 mm	10,3	m

PVC Esgoto

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Tubo rígido c/ ponta lisa	100 mm - 4"	4,9	m

Ventilação**PVC Esgoto**

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Tubo rígido c/ ponta lisa	50 mm - 2"	4,9	m

Água fria**Metais**

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Pressurizador	20 mca	1,0	pç
Registro de gaveta bruto	1"	4,0	pç
Registro de gaveta bruto	1.1/4"	1,0	pç

PVC rígido soldável

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	32 mm - 1"	8,0	pç
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	40 mm - 1.1/4"	2,0	pç
Joelho 45 soldável	32 mm	1,0	pç
Joelho 90º soldável	32 mm	4,0	pç
Joelho 90º soldável	40 mm	2,0	pç
Tubos	32 mm	5,0	m
Tubos	40 mm	6,9	m
Tê 90 soldável	32 mm	2,0	pç
Tê 90 soldável	40 mm	1,0	pç

Lista de Materiais (Superior)			
Alimentação			
PVC rígido soldável			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Tubos	25 mm	2,8	m
União soldável	25 mm	1,0	pç
Esgoto			
PVC Acessórios			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Caixa sifonada	150x150x50	1,0	pç
Sifão de copo p/ pia e lavatório	1" - 1.1/2"	1,0	pç
Válvula p/ lavatório e tanque	1"	1,0	pç
PVC Esgoto			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Curva 90 curta	100 mm	1,0	pç
Curva 90 curta	40 mm	1,0	pç
Joelho 45	100 mm	3,0	pç
Joelho 45	40 mm	2,0	pç
Joelho 45	50 mm	1,0	pç
Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário	40 mm - 1.1/2"	1,0	pç
Junção simples	100 mm- 100 mm	2,0	pç
Luva simples	100 mm	1,0	pç
Redução excêntrica	100 mm - 50 mm	1,0	pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	100 mm - 4"	5,4	m
Tubo rígido c/ ponta lisa	40 mm	2,7	m
Tubo rígido c/ ponta lisa	50 mm - 2"	1,3	m
Vedação p/ saída de vaso sanitário	100 mm	1,0	pç
Pluvial			
PVC Esgoto			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Luva simples	100 mm	2,0	pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	100 mm - 4"	6,2	m
Ventilação			
PVC Esgoto			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Joelho 45	50 mm	2,0	pç
Joelho 90	50 mm	1,0	pç
Junção simples	50 mm - 50 mm	1,0	pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	50 mm - 2"	3,7	m
Tê sanitário	100 mm - 50 mm	1,0	pç
Água fria			
Metais			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Registro de gaveta c/ canopla cromada	3/4"	2,0	pç
Registro de pressão c/ canopla cromada	3/4"	1,0	pç
PVC misto soldável			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Luva soldável c/ rosca	25 mm -3/4"	1,0	pç
PVC rígido soldável			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	25 mm - 3/4"	5,0	pç
Joelho 90º soldável	25 mm	7,0	pç
Luva de correr p/ tubo	32 mm	1,0	pç
Tubos	25 mm	10,2	m
Tubos	32 mm	2,8	m

Tê 90 soldável	25 mm	2,0	pç
Tê de redução 90 soldável	32 mm - 25 mm	1,0	pç
PVC soldável azul c/ bucha latão			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Joelho de redução 90º soldável com bucha de latão	25 mm- 1/2"	2,0	pç
Água quente			
Metais			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Registro de gaveta c/ canopla cromada	3/4"	1,0	pç
Registro de pressão c/ adapt. PPR	3/4"	1,0	pç
PPR			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adaptador de Transição F/M	25 mm x 3/4"	3,0	pç
Joelho 90° F/F	25 mm	8,0	pç
Joelho 90° F/F com inserto metálico	25 mm x 1/2"	1,0	pç
Joelho 90° F/F com inserto metálico	25 mm x 3/4"	1,0	pç
Misturador F/M/M	25 mm	1,0	pç
Tubo PPR PN20	25 mm	11,6	m
Tê F/F/F	25 mm	1,0	pç
PVC rígido soldável			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	25 mm - 3/4"	1,0	pç

Lista de Materiais (Térreo)**Alimentação****Metais**

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Registro de gaveta bruto ABNT	3/4"	4,0	pç

PVC misto soldável

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Colar de tomada em PVC	3/4"	1,0	pç
Joelho 90 soldável c/ rosca	25 mm - 3/4"	4,0	pç

PVC rígido soldável

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	25 mm - 3/4"	6,0	pç
Joelho 45 soldável	25 mm	3,0	pç
Joelho 90º soldável	25 mm	2,0	pç
Tubos	25 mm	24,8	m
União soldável	25 mm	1,0	pç

Esgoto**Caixas de Passagem**

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Caixa de passagem PVC	30 cm	2,0	pç

PVC Acessórios

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Caixa sifonada	150x150x50	2,0	pç
Sifão de copo p/ pia e lavatório	1" - 1.1/2"	1,0	pç
Sifão de copo p/ pia e lavatório	1" - 2"	1,0	pç
Sifão flexível c/ Adaptador	1.1/2" - 1.1/2"	1,0	pç
Válvula p/ lavatório e tanque	1"	1,0	pç
Válvula p/ pia	1"	1,0	pç
Válvula p/ tanque	1 1/2"	1,0	pç

PVC Esgoto

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Curva 90 curta	100 mm	2,0	pç
Curva 90 curta	40 mm	2,0	pç
Joelho 45	100 mm	3,0	pç
Joelho 45	40 mm	4,0	pç
Joelho 45	50 mm	6,0	pç
Joelho 90	50 mm	4,0	pç
Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário	40 mm - 1.1/2"	2,0	pç
Junção simples	100 mm- 100 mm	4,0	pç
Luva simples	100 mm	2,0	pç
Luva simples	50 mm	2,0	pç
Redução excêntrica	100 mm - 50 mm	2,0	pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	100 mm - 4"	24,2	m
Tubo rígido c/ ponta lisa	40 mm	2,2	m
Tubo rígido c/ ponta lisa	50 mm - 2"	6,6	m
Vedação p/ saída de vaso sanitário	100 mm	1,0	pç

Pluvial**Caixas de Passagem**

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Caixa de passagem PVC	30 cm	1,0	pç

PVC Esgoto

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Joelho 90	100 mm	1,0	pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	100 mm - 4"	23,5	m

Ventilação

PVC Esgoto			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Curva 90 curta	50 mm	1,0	pç
Joelho 45	50 mm	1,0	pç
Joelho 90	50 mm	1,0	pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	50 mm - 2"	1,1	m
Tê sanitário	100 mm - 50 mm	1,0	pç
Água fria			
Metais			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Registro de gaveta c/ canopla cromada	3/4"	4,0	pç
PPR			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Curva 90° F/F	32 mm	1,0	pç
Joelho 90° F/F	25 mm	7,0	pç
Tubo PPR PN20	25 mm	16,6	m
Tubo PPR PN20	32 mm	3,8	m
Tê F/F/F	25 mm	1,0	pç
Tê F/F/F de Redução Central	32mm x 25mm x 32mm	1,0	pç
Tê F/F/F de Redução Extrema	25mm x 25mm x 32mm	1,0	pç
PVC rígido soldável			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	25 mm - 3/4"	8,0	pç
Bucha de redução sold. curta	32 mm - 25 mm	1,0	pç
Joelho 90º soldável	25 mm	6,0	pç
Joelho 90º soldável	32 mm	1,0	pç
Luva de correr p/ tubo	32 mm	1,0	pç
Tubos	25 mm	10,4	m
Tubos	32 mm	2,8	m
Tê 90 soldável	25 mm	2,0	pç
Tê 90 soldável	32 mm	1,0	pç
PVC soldável azul c/ bucha latão			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Joelho 90º soldável com bucha de latão	25 mm - 3/4"	4,0	pç
Joelho de redução 90º soldável com bucha de latão	25 mm- 1/2"	2,0	pç
Água quente			
Aquecedor de passagem à gás			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Komeco Digital	GLP KO 25 D	1,0	pç
Metais			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Registro de gaveta c/ canopla cromada	3/4"	2,0	pç
PPR			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adaptador de Transição F/M	25 mm x 3/4"	4,0	pç
Curva 90° F/F	25 mm	5,0	pç
Joelho 90° F/F	25 mm	4,0	pç
Joelho 90° F/F com inserto metálico	25 mm x 1/2"	1,0	pç
Joelho 90° F/F com inserto metálico	25 mm x 3/4"	3,0	pç
Joelho 90º F/M	25 mm	1,0	pç
Tubo PPR PN20	25 mm	18,3	m
Tê F/F/F	25 mm	4,0	pç
União	25 mm	1,0	pç

Planilha Orçamentária									
Alimentação									
Metais									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
1.1	SINAPI	fev/23	6016	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO	3/4"	5,0	UN	R\$ 39,80	R\$ 199,00
PVC misto soldável									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
1.2	SINAPI	fev/23	1402	COLAR TOMADA PVC, COM TRAVAS, SAÍDA COM	3/4"	1,0	UN	R\$ 7,39	R\$ 7,39
PVC rígido soldável									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
1.3	SINAPI	fev/23	98	ADAPTADOR PVC SOLDÁVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, PARA CAIXA D'AGUA	40 mm - 1.1/4"	1,0	UN	R\$ 32,34	R\$ 32,34
1.4	SINAPI	fev/23	99	ADAPTADOR PVC SOLDÁVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, PARA CAIXA D'AGUA	50 mm - 1.1/2"	2,0	UN	R\$ 40,56	R\$ 81,12
1.5	SINAPI	fev/23	65	ADAPTADOR PVC SOLDÁVEL CURTO COM BOLSA E	25 mm - 3/4"	8,0	UN	R\$ 1,04	R\$ 8,32
1.6	SINAPI	fev/23	3500	JOELHO, PVC SOLDÁVEL, 45 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	25 mm	4,0	UN	R\$ 1,75	R\$ 7,00
1.7	SINAPI	fev/23	3529	JOELHO PVC, SOLDÁVEL, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	25 mm	7,0	UN	R\$ 0,85	R\$ 5,95
1.8	SINAPI	fev/23	11829	TORNEIRA DE BOIA CONVENCIONAL PARA CAIXA D'AGUA, AGUA FRIA, COM HASTE E TORNEIRA METALICOS E BALAO PLASTICO	1/2"	1,0	UN	R\$ 63,67	R\$ 63,67
1.9	SINAPI	fev/23	9868	TUBO PVC, SOLDÁVEL, AGUA FRIA (NBR-5648)	25 mm	30,2	M	R\$ 4,84	R\$ 146,17
1.10	SINAPI	fev/23	9906	UNIAO PVC, SOLDÁVEL, PARA AGUA FRIA PREDIAL	25 mm	2,0	UN	R\$ 9,31	R\$ 18,62
Reservatório cilíndrico									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
1.11	SINAPI	fev/23	34640	CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO, COM TAMPA	2000 L	1,0	UN	R\$ 1.089,33	R\$ 1.089,33
VALOR PARCIAL									R\$ 1.658,91
Esgoto									
Caixas de Passagem									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
2.1	SINAPI	fev/23	41474	CAIXA DE INSPECAO PARA ATERRAMENTO OU OUTRO USO, EM PVC	30 cm	2,0	UN	R\$ 86,00	R\$ 172,00
PVC Acessórios									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
2.2	SINAPI	fev/23	11712	CAIXA SIFONADA, PVC, COM GRELHA QUADRADA, BRANCA (NBR 5688)	150x150x50	3,0	UN	R\$ 47,76	R\$ 143,28
2.3	SINAPI	fev/23	6149	SIFAO PLASTICO TIPO COPO PARA PIA OU LAVATORIO	1" - 1.1/2"	2,0	UN	R\$ 16,38	R\$ 32,76
2.4	SINAPI	fev/23	6145	SIFAO PLASTICO TIPO COPO PARA PIA OU LAVATORIO	1" - 2"	1,0	UN	R\$ 24,78	R\$ 24,78
2.5	SINAPI	fev/23	20262	SIFAO PLASTICO EXTENSIVEL UNIVERSAL, TIPO COPO	1.1/2" - 1.1/2"	1,0	UN	R\$ 22,44	R\$ 22,44
2.6	SINAPI	fev/23	6153	VALVULA EM PLASTICO BRANCO PARA TANQUE OU LAVATORIO	1"	2,0	UN	R\$ 7,20	R\$ 14,40
2.7	SINAPI	fev/23	6158	VALVULA EM PLASTICO BRANCO PARA PIA	1"	1,0	UN	R\$ 10,46	R\$ 10,46
2.8	SINAPI	fev/23	6156	VALVULA EM PLASTICO BRANCO PARA TANQUE	1 1/2"	1,0	UN	R\$ 8,98	R\$ 8,98
PVC Esgoto									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
2.9	SINAPI	fev/23	1966	CURVA PVC CURTA 90 GRAUS, PARA ESGOTO PREDIAL	100 mm	3,0	UN	R\$ 28,01	R\$ 84,03
2.10	SINAPI	fev/23	1933	CURVA PVC CURTA 90 GRAUS, PARA ESGOTO PREDIAL	40 mm	3,0	UN	R\$ 6,03	R\$ 18,09
2.11	SINAPI	fev/23	3528	JOELHO PVC, SOLDÁVEL, PB, 45 GRAUS, PARA ESGOTO PREDIAL	100 mm	6,0	UN	R\$ 10,98	R\$ 65,88
2.12	SINAPI	fev/23	37951	JOELHO PVC, SOLDÁVEL, PB, 45 GRAUS, PARA ESGOTO PREDIAL	40 mm	6,0	UN	R\$ 2,96	R\$ 17,76
2.13	SINAPI	fev/23	3518	JOELHO PVC, SOLDÁVEL, PB, 45 GRAUS, PARA ESGOTO PREDIAL	50 mm	7,0	UN	R\$ 4,55	R\$ 31,85
2.14	SINAPI	fev/23	3526	JOELHO PVC, SOLDÁVEL, PB, 90 GRAUS, PARA ESGOTO PREDIAL	50 mm	4,0	UN	R\$ 3,68	R\$ 14,72
2.15	SINAPI	fev/23	10835	JOELHO PVC, COM BOLSA E ANEL, 90 GRAUS, PARA ESGOTO PREDIAL	40 mm - 1.1/2"	3,0	UN	R\$ 6,81	R\$ 20,43
2.16	SINAPI	fev/23	3670	JUNCAO SIMPLES, PVC, 45 GRAUS, SERIE NORMAL PARA ESGOTO PREDIAL	100 mm - 100 mm	6,0	UN	R\$ 28,85	R\$ 173,10
2.17	SINAPI	fev/23	3899	LUVA SIMPLES, PVC, SOLDÁVEL, SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL	100 mm	3,0	UN	R\$ 7,87	R\$ 23,61
2.18	SINAPI	fev/23	3875	LUVA SIMPLES, PVC, SOLDÁVEL, SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL	50 mm	2,0	UN	R\$ 3,97	R\$ 7,94
2.19	SINAPI	fev/23	20043	REDUCAO EXCENTRICA PVC, PARA ESGOTO PREDIAL	100 mm - 50 mm	3,0	UN	R\$ 10,78	R\$ 32,34
2.20	SINAPI	fev/23	9836	TUBO PVC SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	100 mm - 4"	34,6	M	R\$ 17,90	R\$ 618,80

2.21	SINAPI	fev/23	9835	TUBO PVC SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	40 mm	4,8	M	R\$ 7,82	R\$ 37,85
2.22	SINAPI	fev/23	9838	TUBO PVC SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	50 mm - 2"	7,9	M	R\$ 12,91	R\$ 101,47
2.23	SINAPI	fev/23	6138	ANEL DE VEDACAO, PVC FLEXIVEL, PARA SAIDA DE BACIA / VASO SANITARIO	100 mm	2,0	UN	R\$ 12,28	R\$ 24,56
VALOR PARCIAL									R\$ 1.701,53
Pluvial									
Caixas de Passagem									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
3.1	SINAPI	fev/23	41474	CAIXA DE INSPECAO PARA ATERRAMENTO OU OUTRO USO, EM PVC	CA PVC - 30 cm	1,0	UN	R\$ 86,00	R\$ 86,00
Calha metálica									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
3.2	SINAPI	fev/23	12614	BOCAL PVC, PARA CALHA PLUVIAL, PARA DRENAGEM PLUVIAL PREDIAL	100 mm x 100 mm	2,0	UN	R\$ 64,80	R\$ 129,60
3.3	SINAPI	fev/23	12616	CABECEIRA DIREITA OU ESQUERDA, PVC, PARA CALHA PLUVIAL	100 mm x 100 mm	2,0	UN	R\$ 19,65	R\$ 39,30
3.4	SINAPI	fev/23	40784	CALHA QUADRADA DE CHAPA DE ACO GALVANIZADA NUM 24	100 mm x 100 mm	10,3	M	R\$ 111,10	R\$ 1.138,78
PVC Esgoto									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
3.5	SINAPI	fev/23	3520	JOELHO PVC, SOLDAVEL, PB, 90 GRAUS, PARA ESGOTO PREDIAL	100 mm	2,0	UN	R\$ 9,98	R\$ 19,96
3.6	SINAPI	fev/23	9836	TUBO PVC SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	100 mm - 4"	34,5	M	R\$ 17,90	R\$ 617,55
VALOR PARCIAL									R\$ 2.031,19
Ventilação									
PVC Esgoto									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
4.1	SINAPI	fev/23	1932	CURVA PVC CURTA 90 GRAUS, PARA ESGOTO PREDIAL	50 mm	1,0	UN	R\$ 13,81	R\$ 13,81
4.2	SINAPI	fev/23	3518	JOELHO PVC, SOLDAVEL, PB, 45 GRAUS, PARA ESGOTO PREDIAL	50 mm	3,0	UN	R\$ 4,55	R\$ 13,65
4.3	SINAPI	fev/23	3526	JOELHO PVC, SOLDAVEL, PB, 90 GRAUS, PARA ESGOTO PREDIAL	50 mm	2,0	UN	R\$ 3,68	R\$ 7,36
4.4	SINAPI	fev/23	3662	JUNCAO SIMPLES, PVC, 45 GRAUS, SERIE NORMAL PARA ESGOTO PREDIAL	50 mm - 50 mm	1,0	UN	R\$ 11,84	R\$ 11,84
4.5	SINAPI	fev/23	9838	TUBO PVC SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	50 mm - 2"	9,8	M	R\$ 12,91	R\$ 125,87
4.6	SINAPI	fev/23	11655	TE SANITARIO DE REDUCAO, PVC, SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL	100 mm - 50 mm	2,0	UN	R\$ 20,43	R\$ 40,86
VALOR PARCIAL									R\$ 213,39
Água fria									
Metais									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
5.1	LORENZETTI	-	-	PRESSURIZADOR	PL - 20 mca	1,0	UN	R\$ 978,00	R\$ 978,00
5.2	SINAPI	fev/23	6019	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO	1"	4,0	UN	R\$ 62,82	R\$ 251,28
5.3	SINAPI	fev/23	6017	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO	1.1/4"	1,0	UN	R\$ 85,62	R\$ 85,62
5.4	SINAPI	fev/23	6005	REGISTRO GAVETA COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS, SIMPLES	3/4"	7,0	UN	R\$ 97,10	R\$ 679,70
5.5	SINAPI	fev/23	6024	REGISTRO PRESSAO COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADA, SIMPLES	3/4"	1,0	UN	R\$ 91,58	R\$ 91,58
PPR									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
5.6	SINAPI	fev/23	38434	JOELHO PPR, 90 GRAUS, SOLDAVEL, F/F, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	32 mm	1,0	UN	R\$ 3,64	R\$ 3,64
5.7	SINAPI	fev/23	36360	JOELHO PPR, 90 GRAUS, SOLDAVEL, F/F, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	25 mm	7,0	UN	R\$ 2,39	R\$ 16,73
5.8	SINAPI	fev/23	38979	TUBO PPR, CLASSE PN 25, PARA AGUA QUENTE E FRIA PREDIAL	25 mm	16,6	M	R\$ 13,89	R\$ 230,44
5.9	SINAPI	fev/23	38980	TUBO PPR, CLASSE PN 25, PARA AGUA QUENTE E FRIA PREDIAL	32 mm	3,8	M	R\$ 18,59	R\$ 70,27
5.10	SINAPI	fev/23	36298	TE NORMAL, PPR, F/F/F, SOLDAVEL, 90 GRAUS, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	25 mm	1,0	UN	R\$ 2,93	R\$ 2,93
5.11	AMANCO	-	-	TÊ F/F/F DE REDUÇÃO CENTRAL	32mm x 25mm x 32mm	1,0	UN	R\$ 7,81	R\$ 7,81
5.12	AMANCO	-	-	TÊ F/F/F DE REDUÇÃO EXTREMA	25mm x 25mm x 32mm	1,0	UN	R\$ 7,96	R\$ 7,96
PVC rígido soldável									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total

5.13	SINAPI	fev/23	65	ADAPTADOR PVC SOLDABEL CURTO COM BOLSA E ROSCA, PARA AGUA FRIA	25 mm - 3/4"	13,0	UN	R\$ 1,04	R\$ 13,52
5.14	SINAPI	fev/23	108	ADAPTADOR PVC SOLDABEL CURTO COM BOLSA E ROSCA, PARA AGUA FRIA	32 mm - 1"	8,0	UN	R\$ 2,09	R\$ 16,72
5.15	SINAPI	fev/23	109	ADAPTADOR PVC SOLDABEL CURTO COM BOLSA E ROSCA, PARA AGUA FRIA	40 mm - 1.1/4"	2,0	UN	R\$ 4,32	R\$ 8,64
5.16	SINAPI	fev/23	829	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDABEL, CURTA, PARA AGUA FRIA PREDIAL	32 mm - 25 mm	1,0	UN	R\$ 1,11	R\$ 1,11
5.17	SINAPI	fev/23	3501	JOELHO, PVC SOLDABEL, 45 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	32 mm	1,0	UN	R\$ 4,83	R\$ 4,83
5.18	SINAPI	fev/23	3529	JOELHO, PVC SOLDABEL, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	25 mm	13,0	UN	R\$ 0,85	R\$ 11,05
5.19	SINAPI	fev/23	3536	JOELHO, PVC SOLDABEL, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	32 mm	5,0	UN	R\$ 2,82	R\$ 14,10
5.20	SINAPI	fev/23	3535	JOELHO, PVC SOLDABEL, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	40 mm	2,0	UN	R\$ 6,88	R\$ 13,76
5.21	SINAPI	fev/23	3873	LUVA DE CORRER PARA TUBO SOLDABEL, PVC, PARA AGUA FRIA PREDIAL	25 mm	2,0	UN	R\$ 14,38	R\$ 28,76
5.22	SINAPI	fev/23	38021	LUVA DE CORRER PARA TUBO SOLDABEL, PVC, PARA AGUA FRIA PREDIAL	32 mm	2,0	UN	R\$ 25,54	R\$ 51,08
5.23	SINAPI	fev/23	9868	TUBO PVC, SOLDABEL, AGUA FRIA (NBR-5648)	25 mm	20,6	M	R\$ 4,84	R\$ 99,61
5.24	SINAPI	fev/23	9869	TUBO PVC, SOLDABEL, AGUA FRIA (NBR-5648)	32 mm	10,5	M	R\$ 10,44	R\$ 109,62
5.25	SINAPI	fev/23	9874	TUBO PVC, SOLDABEL, AGUA FRIA (NBR-5648)	40 mm	6,9	M	R\$ 16,40	R\$ 112,67
5.26	SINAPI	fev/23	7139	TE SOLDABEL, PVC, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	25 mm	4,0	UN	R\$ 1,40	R\$ 5,60
5.27	SINAPI	fev/23	7140	TE SOLDABEL, PVC, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	32 mm	3,0	UN	R\$ 4,40	R\$ 13,20
5.28	SINAPI	fev/23	7141	TE SOLDABEL, PVC, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	40 mm	1,0	UN	R\$ 10,75	R\$ 10,75
5.29	SINAPI	fev/23	7136	TE DE REDUCAO, PVC, SOLDABEL, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	32 mm - 25 mm	1,0	UN	R\$ 7,79	R\$ 7,79

PVC soldável azul c/ bucha latão

Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
5.30	SINAPI	fev/23	20147	JOELHO PVC, SOLDABEL, COM BUCHA DE LATAO, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	25 mm - 3/4"	4,0	UN	R\$ 6,24	R\$ 24,96
5.31	SINAPI	fev/23	3533	JOELHO DE REDUCAO, PVC SOLDABEL, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	25 mm - 1/2"	4,0	UN	R\$ 3,19	R\$ 12,76

VALOR PARCIAL

R\$ 2.961,52

Água quente

Aquecedor de passagem à gás

Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
6.1	KOMEKO	-	-	AQUECEDOR DE PASSAGEM	GLP KO 25 D	1,0	UN	3.563,00	R\$ 3.563,00

Metais

Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
6.2	SINAPI	fev/23	6005	REGISTRO GAVETA COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS, SIMPLES	3/4"	3,0	UN	R\$ 97,10	R\$ 291,30
6.3	SINAPI	fev/23	6024	REGISTRO PRESSAO COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADA, SIMPLES	3/4"	1,0	UN	R\$ 91,58	R\$ 91,58

PPR

Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
6.4	AMANCO	-	-	ADAPTADOR DE TRANSIÇÃO F/M	25 mm x 3/4"	7,0	UN	R\$ 19,46	R\$ 136,22
6.5	SINAPI	fev/23	36356	Curva 90° F/F	25 mm	5,0	UN	R\$ 15,56	R\$ 77,80
6.6	SINAPI	fev/23	36360	JOELHO PPR, 90 GRAUS, SOLDABEL, F/F, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	25 mm	12,0	UN	R\$ 2,39	R\$ 28,68
6.7	AMANCO	-	-	JOELHO 90° F/F COM INSERTO METÁLICO	25 mm x 1/2"	2,0	UN	R\$ 10,12	R\$ 20,24
6.8	AMANCO	-	-	JOELHO 90° F/F COM INSERTO METÁLICO	25 mm x 3/4"	4,0	UN	R\$ 10,96	R\$ 43,84
6.9	AMANCO	-	-	JOELHO 90° F/M	25 mm	1,0	UN	R\$ 11,90	R\$ 11,90
6.10	AMANCO	-	-	MISTURADOR F/M/M	25 mm	1,0	UN	R\$ 17,96	R\$ 17,96
6.11	SINAPI	fev/23	38979	TUBO PPR, CLASSE PN 25, PARA AGUA QUENTE E FRIA PREDIAL	25 mm	29,8	M	R\$ 13,89	R\$ 414,48
6.12	SINAPI	fev/23	36298	TE NORMAL, PPR, F/F/F, SOLDABEL, 90 GRAUS, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	25 mm	5,0	UN	R\$ 2,93	R\$ 14,65
6.13	SINAPI	fev/23	36316	UNIAO DUPLA PPR, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	25 mm	1,0	UN	R\$ 22,05	R\$ 22,05

VALOR PARCIAL

R\$ 4.733,70

VALOR TOTAL

R\$ 13.300,24

APÊNDICE G
PROJETO HIDROSSANITÁRIO CERTIFICADO – LISTAS DE MATERIAS E
PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

Lista de Materiais (Cobertura)			
Alimentação			
Metais			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Registro de gaveta bruto	3/4"	1,0	pç
PPR			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Joelho 45° F/F	25 mm	1,0	pç
Joelho 90° F/F	25 mm	1,0	pç
Tubo PPR PN25	25 mm	6,1	m
PVC rígido soldável			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adapt sold c/ flange fixo p cx. d'água	40 mm - 1.1/4"	1,0	pç
Adapt sold c/ flange fixo p cx. d'água	50 mm - 1.1/2"	2,0	pç
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	25 mm - 3/4"	2,0	pç
Joelho 45 soldável	25 mm	1,0	pç
Joelho 90º soldável	25 mm	2,0	pç
Torneira de bóia	1/2"	2,0	pç
Tubos	25 mm	3,4	m
Reservatório cilíndrico			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Polietileno	2000 L	1,0	pç
Polietileno	500 L	1,0	pç
Esgoto			
PVC Esgoto			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Tubo rígido c/ ponta lisa	100 mm - 4"	5,0	m
Pluvial			
Calha metálica			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adaptador para bocal semi-circular	100 mm x 100 mm	2,0	pç
Cabeceira retangular	100 mm x 100 mm	2,0	pç
Calha retangular	100 mm x 100 mm	10,3	m
PVC Esgoto			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Tubo rígido c/ ponta lisa	100 mm - 4"	4,9	m
Ventilação			
PVC Esgoto			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Tubo rígido c/ ponta lisa	50 mm - 2"	4,9	m
Água fria			
Metais			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Hidrômetro individual	1,5 m ³ /h - 3/4"	1,0	pç
Pressurizador	20 mca	1,0	pç
Registro de gaveta bruto	1"	4,0	pç
Registro de gaveta bruto	1.1/4"	2,0	pç
PPR			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Joelho 45° F/F	25 mm	1,0	pç
Tubo PPR PN25	25 mm	0,5	m
PVC rígido soldável			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade

Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	32 mm - 1"	8,0	pç
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	40 mm - 1.1/4"	4,0	pç
Joelho 45 soldável	25 mm	1,0	pç
Joelho 90º soldável	25 mm	4,0	pç
Joelho 90º soldável	32 mm	4,0	pç
Joelho 90º soldável	40 mm	5,0	pç
Tubos	25 mm	3,6	m
Tubos	32 mm	4,2	m
Tubos	40 mm	9,4	m
Tê 90 soldável	32 mm	2,0	pç
Tê 90 soldável	40 mm	2,0	pç

Água quente

Cobre

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Luva bolsa - bolsa	22 mm	1,0	pç
Luva bolsa - bolsa	28 mm	2,0	pç

Metais

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Registro de gaveta c/ canopla cromada	3/4"	4,0	pç
Pressurizador	15 mca	1,0	pç

PPR

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adaptador de Transição F/M	25 mm x 3/4"	8,0	pç
Joelho 45° F/F	25 mm	3,0	pç
Joelho 90° F/F	25 mm	10,0	pç
Tubo PPR PN20	25 mm	18,5	m
Tê F/F/F	25 mm	1,0	pç

Placa Solar

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Placa solar	2 m ²	1,0	pç

Reservatório térmico solar

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Reservatório Solar - Horizontal	300 L	1,0	pç

Lista de Materiais (Superior)			
Alimentação			
PVC rígido soldável			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Tubos	25 mm	2,8	m
União soldável	25 mm	1,0	pç
Esgoto			
PVC Acessórios			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Caixa sifonada	150x150x50	1,0	pç
Sifão de copo p/ pia e lavatório	1" - 1.1/2"	1,0	pç
Válvula p/ lavatório e tanque	1"	1,0	pç
PVC Esgoto			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Curva 90 curta	100 mm	1,0	pç
Curva 90 curta	40 mm	1,0	pç
Joelho 45	100 mm	3,0	pç
Joelho 45	40 mm	2,0	pç
Joelho 45	50 mm	1,0	pç
Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário	40 mm - 1.1/2"	1,0	pç
Junção simples	100 mm- 100 mm	2,0	pç
Luva simples	100 mm	1,0	pç
Redução excêntrica	100 mm - 50 mm	1,0	pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	100 mm - 4"	5,4	m
Tubo rígido c/ ponta lisa	40 mm	2,7	m
Tubo rígido c/ ponta lisa	50 mm - 2"	1,3	m
Vedação p/ saída de vaso sanitário	100 mm	1,0	pç
Pluvial			
PVC Esgoto			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Luva simples	100 mm	2,0	pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	100 mm - 4"	6,2	m
Ventilação			
PVC Esgoto			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Joelho 45	50 mm	2,0	pç
Joelho 90	50 mm	1,0	pç
Junção simples	50 mm - 50 mm	1,0	pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	50 mm - 2"	3,7	m
Tê sanitário	100 mm - 50 mm	1,0	pç
Água fria			
Metals			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Registro de gaveta c/ canopla cromada	3/4"	2,0	pç
Registro de pressão c/ canopla cromada	3/4"	1,0	pç
PVC misto soldável			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Luva soldável c/ rosca	25 mm -3/4"	1,0	pç
PVC rígido soldável			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	25 mm - 3/4"	5,0	pç
Joelho 90º soldável	25 mm	13,0	pç
Luva de correr p/ tubo	32 mm	1,0	pç
Luva soldável	25 mm	3,0	pç
Tubos	25 mm	18,4	m

Tubos	32 mm	2,8	m
Tê 90 soldável	25 mm	3,0	pç
Tê de redução 90 soldável	32 mm - 25 mm	1,0	pç
PVC soldável azul c/ bucha latão			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Joelho de redução 90º soldável com bucha de latão	25 mm- 1/2"	3,0	pç
Água quente			
Metais			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Registro de gaveta c/ canopla cromada	3/4"	1,0	pç
Registro de pressão c/ adapt. PPR	3/4"	1,0	pç
PPR			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adaptador de Transição F/M	25 mm x 3/4"	3,0	pç
Joelho 90° F/F	25 mm	7,0	pç
Joelho 90° F/F com inserto metálico	25 mm x 1/2"	1,0	pç
Joelho 90° F/F com inserto metálico	25 mm x 3/4"	1,0	pç
Misturador F/M/M	25 mm	1,0	pç
Tubo PPR PN20	25 mm	11,6	m
Tê F/F/F	25 mm	2,0	pç
PVC rígido soldável			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	25 mm - 3/4"	1,0	pç

Lista de Materiais (Térreo)**Alimentação****Bomba Hidráulica - Recalque**

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Schneider	Recalque - BC-92 S/T 1C 3/4CV R119	2,0	pç

Metais

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Registro de gaveta bruto ABNT	3/4"	5,0	pç
Registro de gaveta bruto ABNT	1"	1,0	pç

PPR

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Joelho 45° F/F	25 mm	2,0	pç
Joelho 90° F/F	25 mm	5,0	pç
Joelho 90° F/F	32 mm	2,0	pç
Tê F/F/F	25 mm	1,0	pç
Tê F/F/F	32 mm	1,0	pç
Tubo PPR PN25	25 mm	10,3	m
Tubo PPR PN25	32 mm	1,3	m

PVC misto soldável

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Colar de tomada em PVC	3/4"	1,0	pç
Joelho 90 soldável c/ rosca	25 mm - 3/4"	4,0	pç

PVC rígido soldável

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	25 mm - 3/4"	6,0	pç
Joelho 45 soldável	25 mm	3,0	pç
Joelho 90º soldável	25 mm	2,0	pç
Tubos	25 mm	24,8	m
União soldável	25 mm	1,0	pç

Cisterna

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Polietileno	5000 L	1,0	pç

Esgoto**Caixas de Passagem**

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Caixa de passagem PVC	30 cm	2,0	pç

PVC Acessórios

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Caixa sifonada	150x150x50	2,0	pç
Sifão de copo p/ pia e lavatório	1" - 1.1/2"	1,0	pç
Sifão de copo p/ pia e lavatório	1" - 2"	1,0	pç
Sifão flexível c/ Adaptador	1.1/2" - 1.1/2"	1,0	pç
Válvula p/ lavatório e tanque	1"	1,0	pç
Válvula p/ pia	1"	1,0	pç
Válvula p/ tanque	1 1/2"	1,0	pç

PVC Esgoto

Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Curva 90 curta	100 mm	2,0	pç
Curva 90 curta	40 mm	2,0	pç
Joelho 45	100 mm	3,0	pç
Joelho 45	40 mm	4,0	pç
Joelho 45	50 mm	6,0	pç
Joelho 90	50 mm	4,0	pç
Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário	40 mm - 1.1/2"	2,0	pç
Junção simples	100 mm- 100 mm	4,0	pç
Luva simples	100 mm	2,0	pç

Luva simples	50 mm	2,0	pç
Redução excêntrica	100 mm - 50 mm	2,0	pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	100 mm - 4"	24,2	m
Tubo rígido c/ ponta lisa	40 mm	2,2	m
Tubo rígido c/ ponta lisa	50 mm - 2"	6,6	m
Vedação p/ saída de vaso sanitário	100 mm	1,0	pç
Pluvial			
Caixas de Passagem			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Caixa de areia pluvial PVC	CA PVC - 30 cm	3,0	pç
Filtro de água da chuva			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Residencial	Até 200m ²	1,0	pç
PVC Esgoto			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Curva 90 curta	100 mm	1,0	pç
Joelho 90	100 mm	3,0	pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	100 mm - 4"	42,0	m
Tê sanitário	100 mm - 100 mm	1,0	pç
Ventilação			
PVC Esgoto			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Curva 90 curta	50 mm	1,0	pç
Joelho 45	50 mm	1,0	pç
Joelho 90	50 mm	1,0	pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	50 mm - 2"	1,1	m
Tê sanitário	100 mm - 50 mm	1,0	pç
Água fria			
Metais			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Registro bruto de gaveta industrial	2.1/2"	1,0	pç
Registro de gaveta c/ canopla cromada	3/4"	4,0	pç
PPR			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Curva 90° F/F	32 mm	1,0	pç
Joelho 90° F/F	25 mm	3,0	pç
Tubo PPR PN20	25 mm	4,6	m
Tubo PPR PN20	32 mm	3,8	m
Tê F/F/F de Redução Central	32mm x 25mm x 32mm	1,0	pç
PVC rígido soldável			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	25 mm - 3/4"	8,0	pç
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	75 mm - 2.1/2"	2,0	pç
Bucha de redução sold. curta	32 mm - 25 mm	1,0	pç
Joelho 90º soldável	25 mm	13,0	pç
Joelho 90º soldável	32 mm	1,0	pç
Joelho 90º soldável	75 mm	1,0	pç
Luva de correr p/ tubo	32 mm	1,0	pç
Luva soldável	25 mm	1,0	pç
Tubos	25 mm	14,1	m
Tubos	32 mm	2,8	m
Tubos	75 mm	3,5	m
Tê 90 soldável	25 mm	2,0	pç
Tê 90 soldável	32 mm	1,0	pç
PVC soldável azul c/ bucha latão			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade

Joelho 90º soldável com bucha de latão	25 mm - 3/4"	4,0	pç
Joelho de redução 90º soldável com bucha de latão	25 mm- 1/2"	3,0	pç
Água quente			
Metais			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Registro de gaveta c/ canopla cromada	3/4"	1,0	pç
PPR			
Descrição	Item	Quantidade	Unidade
Adaptador de Transição F/M	25 mm x 3/4"	2,0	pç
Curva 90° F/F	25 mm	3,0	pç
Joelho 90° F/F	25 mm	4,0	pç
Joelho 90° F/F com inserto metálico	25 mm x 1/2"	1,0	pç
Joelho 90° F/F com inserto metálico	25 mm x 3/4"	3,0	pç
Joelho 90º F/M	25 mm	1,0	pç
Tubo PPR PN20	25 mm	15,9	m
Tê F/F/F	25 mm	4,0	pç
União	25 mm	1,0	pç

Planilha Orçamentária									
Alimentação									
Bomba Hidráulica - Recalque									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
1.1	SCHNEIDER	-	-	BOMBA DE RECALQUE	Recalque - BC-92 S/T 1C 3/4CV	2,0	UN	R\$ 1.704,50	R\$ 3.409,00
Metais									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
1.2	SINAPI	fev/23	6016	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO	3/4"	6,0	UN	R\$ 39,80	R\$ 238,80
1.3	SINAPI	fev/23	6019	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO	1"	1,0	UN	R\$ 62,82	R\$ 62,82
PPR									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
1.4	SINAPI	fev/23	36349	JOELHO PPR, 45 GRAUS, SOLDAVEL, F/F	25 mm	3,0	UN	R\$ 2,76	R\$ 8,28
1.5	SINAPI	fev/23	36360	JOELHO PPR, 90 GRAUS, SOLDAVEL, F/F	25 mm	4,0	UN	R\$ 2,39	R\$ 9,56
1.6	SINAPI	fev/23	38434	JOELHO PPR, 90 GRAUS, SOLDAVEL, F/F	32 mm	2,0	UN	R\$ 3,64	R\$ 7,28
1.7	SINAPI	fev/23	36298	TE NORMAL, PPR, F/F/F, SOLDAVEL, 90 GRAUS, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	25 mm	1,0	UN	R\$ 2,93	R\$ 2,93
1.8	SINAPI	fev/23	38456	TE NORMAL, PPR, F/F/F, SOLDAVEL, 90 GRAUS, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	32 mm	1,0	UN	R\$ 7,29	R\$ 7,29
1.9	SINAPI	fev/23	36324	LUVA SIMPLES PPR, F/F, SOLDAVEL	25 mm	1,0	UN	R\$ 2,05	R\$ 2,05
1.10	SINAPI	fev/23	38979	TUBO PPR, CLASSE PN 25, PARA AGUA QUENTE E FRIA	25 mm	19,2	M	R\$ 13,89	R\$ 266,69
1.11	SINAPI	SINAPI	38980	TUBO PPR, CLASSE PN 25, PARA AGUA QUENTE E FRIA	32 mm	1,3	M	R\$ 18,59	R\$ 24,17
PVC misto soldável									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
1.12	SINAPI	fev/23	1402	COLAR TOMADA PVC, COM TRAVAS, SAIDA COM ROSCA	3/4"	1,0	UN	R\$ 7,39	R\$ 7,39
PVC rígido soldável									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
1.13	SINAPI	fev/23	98	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, PARA CAIXA D'AGUA	40 mm - 1.1/4"	1,0	UN	R\$ 32,34	R\$ 32,34
1.14	SINAPI	fev/23	99	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, PARA CAIXA D'AGUA	50 mm - 1.1/2"	2,0	UN	R\$ 40,56	R\$ 81,12
1.15	SINAPI	fev/23	65	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL CURTO COM BOLSA E ROSCA	25 mm - 3/4"	8,0	UN	R\$ 1,04	R\$ 8,32
1.16	SINAPI	fev/23	3500	JOELHO, PVC SOLDAVEL, 45 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	25 mm	4,0	UN	R\$ 1,75	R\$ 7,00
1.17	SINAPI	fev/23	3529	JOELHO PVC, SOLDAVEL, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	25 mm	8,0	UN	R\$ 0,85	R\$ 6,80
1.18	SINAPI	fev/23	11829	TORNEIRA DE BOIA CONVENCIONAL PARA CAIXA D'AGUA, AGUA FRIA, COM HASTE E TORNEIRA METALICOS E BALAO	1/2"	2,0	UN	R\$ 63,67	R\$ 127,34
1.19	SINAPI	fev/23	9868	TUBO PVC, SOLDAVEL, AGUA FRIA (NBR-5648)	25 mm	30,7	M	R\$ 4,84	R\$ 148,64
1.20	SINAPI	fev/23	9906	UNIAO PVC, SOLDAVEL, PARA AGUA FRIA PREDIAL	25 mm	2,0	UN	R\$ 9,31	R\$ 18,62
Reservatório cilíndrico e Cisterna									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
1.21	FORTLEV	-	-	CISTERNA	5000 L	1,0	UN	R\$ 2.519,00	R\$ 2.519,00
1.22	SINAPI	fev/23	34640	CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO, COM TAMPA	2000 L	1,0	UN	R\$ 1.089,33	R\$ 1.089,33
1.23	SINAPI	fev/23	34637	CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO, COM TAMPA	500 L	1,0	UN	R\$ 390,00	R\$ 390,00
VALOR PARCIAL									R\$ 8.474,76
Esgoto									
Caixas de Passagem									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
2.1	SINAPI	fev/23	41474	CAIXA DE INSPECAO PARA ATERRAMENTO OU OUTRO USO, EM PVC	30 cm	2,0	UN	R\$ 86,00	R\$ 172,00
PVC Acessórios									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
2.2	SINAPI	fev/23	11712	CAIXA SIFONADA, PVC, COM GRELHA QUADRADA, BRANCA (NBR 5688)	150x150x50	3,0	UN	R\$ 47,76	R\$ 143,28
2.3	SINAPI	fev/23	6149	SIFAO PLASTICO TIPO COPO PARA PIA OU LAVATORIO	1" - 1.1/2"	2,0	UN	R\$ 16,38	R\$ 32,76
2.4	SINAPI	fev/23	6145	SIFAO PLASTICO TIPO COPO PARA PIA OU LAVATORIO	1" - 2"	1,0	UN	R\$ 24,78	R\$ 24,78
2.5	SINAPI	fev/23	20262	SIFAO PLASTICO EXTENSIVEL UNIVERSAL, TIPO COPO	1.1/2" - 1.1/2"	1,0	UN	R\$ 22,44	R\$ 22,44
2.6	SINAPI	fev/23	6153	VALVULA EM PLASTICO BRANCO PARA TANQUE OU	1"	2,0	UN	R\$ 7,20	R\$ 14,40
2.7	SINAPI	fev/23	6158	VALVULA EM PLASTICO BRANCO PARA PIA	1"	1,0	UN	R\$ 10,46	R\$ 10,46
2.8	SINAPI	fev/23	6156	VALVULA EM PLASTICO BRANCO PARA TANQUE	1 1/2"	1,0	UN	R\$ 8,98	R\$ 8,98
PVC Esgoto									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
2.9	SINAPI	fev/23	1966	CURVA PVC CURTA 90 GRAUS, PARA ESGOTO PREDIAL	100 mm	3,0	UN	R\$ 28,01	R\$ 84,03
2.10	SINAPI	fev/23	1933	CURVA PVC CURTA 90 GRAUS, PARA ESGOTO PREDIAL	40 mm	3,0	UN	R\$ 6,03	R\$ 18,09
2.11	SINAPI	fev/23	3528	JOELHO PVC, SOLDAVEL, PB, 45 GRAUS, PARA ESGOTO	100 mm	6,0	UN	R\$ 10,98	R\$ 65,88
2.12	SINAPI	fev/23	37951	JOELHO PVC, SOLDAVEL, PB, 45 GRAUS, PARA ESGOTO	40 mm	6,0	UN	R\$ 2,96	R\$ 17,76
2.13	SINAPI	fev/23	3518	JOELHO PVC, SOLDAVEL, PB, 45 GRAUS, PARA ESGOTO	50 mm	7,0	UN	R\$ 4,55	R\$ 31,85
2.14	SINAPI	fev/23	3526	JOELHO PVC, SOLDAVEL, PB, 90 GRAUS, PARA ESGOTO	50 mm	4,0	UN	R\$ 3,68	R\$ 14,72
2.15	SINAPI	fev/23	10835	JOELHO PVC, COM BOLSA E ANEL, 90 GRAUS, PARA ESGOTO PREDIAL	40 mm - 1.1/2"	3,0	UN	R\$ 6,81	R\$ 20,43
2.16	SINAPI	fev/23	3670	JUNCAO SIMPLES, PVC, 45 GRAUS, SERIE NORMAL PARA ESGOTO PREDIAL	100 mm - 100 mm	6,0	UN	R\$ 28,85	R\$ 173,10
2.17	SINAPI	fev/23	3899	LUVA SIMPLES, PVC, SOLDAVEL, SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL	100 mm	3,0	UN	R\$ 7,87	R\$ 23,61

2.18	SINAPI	fev/23	3875	LUVA SIMPLES, PVC, SOLDABEL, SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL	50 mm	2,0	UN	R\$ 3,97	R\$ 7,94
2.19	SINAPI	fev/23	20043	REDUCAO EXCENTRICA PVC, PARA ESGOTO PREDIAL	100 mm - 50 mm	3,0	UN	R\$ 10,78	R\$ 32,34
2.20	SINAPI	fev/23	9836	TUBO PVC SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	100 mm - 4"	34,6	M	R\$ 17,90	R\$ 618,80
2.21	SINAPI	fev/23	9835	TUBO PVC SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	40 mm	4,8	M	R\$ 7,82	R\$ 37,85
2.22	SINAPI	fev/23	9838	TUBO PVC SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	50 mm - 2"	7,9	M	R\$ 12,91	R\$ 101,47
2.23	SINAPI	fev/23	6138	ANEL DE VEDACAO, PVC FLEXIVEL, PARA SAIDA DE BACIA / VASO SANITARIO	100 mm	2,0	UN	R\$ 12,28	R\$ 24,56
VALOR PARCIAL									R\$ 1.701,53
Pluvial									
Caixas de Passagem									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
3.1	SINAPI	fev/23	41474	CAIXA DE INSPECAO PARA ATERRAMENTO OU OUTRO USO, EM PVC	CA PVC - 30 cm	3,0	UN	R\$ 86,00	R\$ 258,00
Calha metálica									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
3.2	SINAPI	fev/23	12614	BOCAL PVC, PARA CALHA PLUVIAL, PARA DRENAGEM PLUVIAL PREDIAL	100 mm x 100 mm	2,0	UN	R\$ 64,80	R\$ 129,60
3.3	SINAPI	fev/23	12616	CABECEIRA DIREITA OU ESQUERDA, PVC, PARA CALHA	100 mm x 100 mm	2,0	UN	R\$ 19,65	R\$ 39,30
3.4	SINAPI	fev/23	40784	CALHA QUADRADA DE CHAPA DE ACO GALVANIZADA NUM 24	100 mm x 100 mm	10,3	M	R\$ 111,10	R\$ 1.138,78
Filtro de água da chuva									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
3.5	TECHNIK	-	-	FILTRO DE ÁGUA DA CHUVA RESIDENCIAL	VF1 - Até 200m²	1,0	UN	R\$ 1.590,00	R\$ 1.590,00
PVC Esgoto									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
3.6	SINAPI	fev/23	3520	JOELHO PVC, SOLDABEL, PB, 90 GRAUS, PARA ESGOTO	100 mm	4,0	UN	R\$ 9,98	R\$ 39,92
3.7	SINAPI	fev/23	3899	LUVA SIMPLES, PVC, SOLDABEL, SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL	100 mm	2,0	UN	R\$ 7,87	R\$ 15,74
3.8	SINAPI	fev/23	9836	TUBO PVC SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	100 mm - 4"	53,0	M	R\$ 17,90	R\$ 948,34
3.9	SINAPI	fev/23	7091	TE SANITARIO, PVC, SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL	100 mm - 100 mm	1,0	UN	R\$ 19,21	R\$ 19,21
VALOR PARCIAL									R\$ 4.178,89
Ventilação									
PVC Esgoto									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
4.1	SINAPI	fev/23	1932	CURVA PVC CURTA 90 GRAUS, PARA ESGOTO PREDIAL	50 mm	1,0	UN	R\$ 13,81	R\$ 13,81
4.2	SINAPI	fev/23	3518	JOELHO PVC, SOLDABEL, PB, 45 GRAUS, PARA ESGOTO	50 mm	3,0	UN	R\$ 4,55	R\$ 13,65
4.3	SINAPI	fev/23	3526	JOELHO PVC, SOLDABEL, PB, 90 GRAUS, PARA ESGOTO	50 mm	2,0	UN	R\$ 3,68	R\$ 7,36
4.4	SINAPI	fev/23	3662	JUNCAO SIMPLES, PVC, 45 GRAUS, SERIE NORMAL PARA ESGOTO PREDIAL	50 mm - 50 mm	1,0	UN	R\$ 11,84	R\$ 11,84
4.5	SINAPI	fev/23	9838	TUBO PVC SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	50 mm - 2"	9,8	M	R\$ 12,91	R\$ 125,87
4.6	SINAPI	fev/23	11655	TE SANITARIO DE REDUCAO, PVC, SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL	100 mm - 50 mm	2,0	UN	R\$ 20,43	R\$ 40,86
VALOR PARCIAL									R\$ 213,39
Água fria									
Metals									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
5.1	SINAPI	fev/23	12774	HIDROMETRO UNIJATO / MEDIDOR DE AGUA, CLASSE C.	1,5 m³/h - 3/4"	1,0	UN	R\$ 219,00	R\$ 219,00
5.2	LORENZETTI	-	-	PRESSURIZADOR	PL - 20 mca	1,0	UN	R\$ 978,00	R\$ 978,00
5.3	SINAPI	fev/23	6011	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO	2.1/2"	1,0	UN	R\$ 312,26	R\$ 312,26
5.4	SINAPI	fev/23	6019	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO	1"	4,0	UN	R\$ 62,82	R\$ 251,28
5.5	SINAPI	fev/23	6017	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO	1.1/4"	2,0	UN	R\$ 85,62	R\$ 171,24
5.6	SINAPI	fev/23	6005	REGISTRO GAVETA COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS, SIMPLES	3/4"	6,0	UN	R\$ 97,10	R\$ 582,60
5.7	SINAPI	fev/23	6024	REGISTRO PRESSAO COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADA, SIMPLES	3/4"	1,0	UN	R\$ 91,58	R\$ 91,58
PPR									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
5.8	SINAPI	fev/23	38434	JOELHO PPR, 90 GRAUS, SOLDABEL, F/F, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	32 mm	1,0	UN	R\$ 3,64	R\$ 3,64
5.9	SINAPI	fev/23	36349	JOELHO PPR 45 GRAUS, SOLDABEL, F/F	25 mm	1,0	UN	R\$ 2,76	R\$ 2,76
5.10	SINAPI	fev/23	36360	JOELHO PPR, 90 GRAUS, SOLDABEL, F/F, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	25 mm	4,0	UN	R\$ 2,39	R\$ 9,56
5.11	SINAPI	fev/23	38979	TUBO PPR, CLASSE PN 25, PARA AGUA QUENTE E FRIA	25 mm	5,1	M	R\$ 13,89	R\$ 70,84
5.12	SINAPI	fev/23	38980	TUBO PPR, CLASSE PN 25, PARA AGUA QUENTE E FRIA	32 mm	3,8	M	R\$ 18,59	R\$ 70,27
5.13	AMANCO	-	-	TÊ F/F/F DE REDUÇÃO CENTRAL	32mm x 25mm x 32mm	1,0	UN	R\$ 7,81	R\$ 7,81
PVC rígido roscável									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
5.14	SINAPI	fev/23	3906	LUVA SOLDABEL COM ROSCA, PVC, PARA AGUA FRIA PREDIAL	3/4"	2,0	UN	R\$ 1,77	R\$ 3,54
5.15	SINAPI	fev/23	10781	EXTREMIDADE/TUBETE PARA HIDROMETRO PVC, COM ROSCA, CURTA, COM BUCHA LATAO	3/4"	2,0	UN	R\$ 15,69	R\$ 31,38
PVC rígido soldável									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total

5.16	SINAPI	fev/23	65	ADAPTADOR PVC SOLDABEL CURTO COM BOLSA E ROSCA, PARA AGUA FRIA	25 mm - 3/4"	13,0	UN	R\$ 1,04	R\$ 13,52
5.17	SINAPI	fev/23	108	ADAPTADOR PVC SOLDABEL CURTO COM BOLSA E ROSCA, PARA AGUA FRIA	32 mm - 1"	8,0	UN	R\$ 2,09	R\$ 16,72
5.18	SINAPI	fev/23	109	ADAPTADOR PVC SOLDABEL CURTO COM BOLSA E ROSCA, PARA AGUA FRIA	40 mm - 1.1/4"	4,0	UN	R\$ 4,32	R\$ 17,28
5.19	SINAPI	fev/23	104	ADAPTADOR PVC SOLDABEL CURTO COM BOLSA E ROSCA, PARA AGUA FRIA	75 mm - 2.1/2"	2,0	UN	R\$ 22,66	R\$ 45,32
5.20	SINAPI	fev/23	829	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDABEL, CURTA, PARA AGUA FRIA PREDIAL	32 mm - 25 mm	1,0	UN	R\$ 1,11	R\$ 1,11
5.21	SINAPI	fev/23	3500	JOELHO, PVC SOLDABEL, 45 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	25 mm	1,0	UN	R\$ 1,75	R\$ 1,75
5.22	SINAPI	fev/23	3529	JOELHO, PVC SOLDABEL, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	25 mm	30,0	UN	R\$ 0,85	R\$ 25,50
5.23	SINAPI	fev/23	3536	JOELHO, PVC SOLDABEL, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	32 mm	5,0	UN	R\$ 2,82	R\$ 14,10
5.24	SINAPI	fev/23	3535	JOELHO, PVC SOLDABEL, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	40 mm	5,0	UN	R\$ 6,88	R\$ 34,40
5.25	SINAPI	fev/23	3509	JOELHO PVC, SOLDABEL, 90 GRAUS, DN 75 MM	75 mm	1,0	UN	R\$ 8,35	R\$ 8,35
5.26	SINAPI	fev/23	38021	LUVA DE CORRER PARA TUBO SOLDABEL, PVC, PARA AGUA FRIA PREDIAL	32 mm	2,0	UN	R\$ 25,54	R\$ 51,08
5.27	SINAPI	fev/23	3873	LUVA DE CORRER PARA TUBO SOLDABEL, PVC, PARA AGUA FRIA PREDIAL	25 mm	4,0	UN	R\$ 14,38	R\$ 57,52
5.28	SINAPI	fev/23	9868	TUBO PVC, SOLDABEL, AGUA FRIA (NBR-5648)	25 mm	36,1	M	R\$ 4,84	R\$ 174,82
5.29	SINAPI	fev/23	9869	TUBO PVC, SOLDABEL, AGUA FRIA (NBR-5648)	32 mm	9,8	M	R\$ 10,44	R\$ 102,00
5.30	SINAPI	fev/23	9874	TUBO PVC, SOLDABEL, AGUA FRIA (NBR-5648)	40 mm	9,4	M	R\$ 16,40	R\$ 153,50
5.31	SINAPI	fev/23	9871	TUBO PVC, SOLDABEL, AGUA FRIA (NBR-5648)	75 mm	3,5	M	R\$ 49,04	R\$ 171,15
5.32	SINAPI	fev/23	7139	TE SOLDABEL, PVC, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	25 mm	5,0	UN	R\$ 1,40	R\$ 7,00
5.33	SINAPI	fev/23	7140	TE SOLDABEL, PVC, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	32 mm	3,0	UN	R\$ 4,40	R\$ 13,20
5.34	SINAPI	fev/23	7141	TE SOLDABEL, PVC, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	40 mm	2,0	UN	R\$ 10,75	R\$ 21,50
5.35	SINAPI	fev/23	7136	TE DE REDUCAO, PVC, SOLDABEL, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	32 mm - 25 mm	1,0	UN	R\$ 7,79	R\$ 7,79
PVC soldável azul c/ bucha latão									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
5.36	SINAPI	fev/23	20147	JOELHO PVC, SOLDABEL, COM BUCHA DE LATAO, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	25 mm - 3/4"	4,0	UN	R\$ 6,24	R\$ 24,96
5.37	SINAPI	fev/23	3533	JOELHO DE REDUCAO, PVC SOLDABEL, 90 GRAUS, PARA AGUA FRIA PREDIAL	25 mm- 1/2"	6,0	UN	R\$ 3,19	R\$ 19,14
VALOR PARCIAL									R\$ 3.787,47
Água quente									
Metals									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
6.1	SINAPI	fev/23	6005	REGISTRO GAVETA COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS, SIMPLES	3/4"	6,0	UN	R\$ 97,10	R\$ 582,60
6.2	SINAPI	fev/23	6024	REGISTRO PRESSAO COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADA, SIMPLES	3/4"	1,0	UN	R\$ 91,58	R\$ 91,58
6.3	HOMECCO	-	-	PRESSURIZADOR DUPLO ÁGUA FRIA E QUENTE PÓS BOILER	15 mca	1,0	UN	R\$ 2.700,00	R\$ 2.700,00
PPR									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
6.4	AMANCO	-	-	ADAPTADOR DE TRANSIÇÃO F/M	25 mm x 3/4"	13,0	UN	R\$ 19,46	R\$ 252,98
6.5	SINAPI	fev/23	36356	Curva 90° F/F	25 mm	3,0	UN	R\$ 15,56	R\$ 46,68
6.6	SINAPI	44958	36349	JOELHO PPR 45 GRAUS, SOLDABEL, F/F, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	25 mm	3,0	UN	R\$ 2,76	R\$ 8,28
6.7	SINAPI	fev/23	36360	JOELHO PPR, 90 GRAUS, SOLDABEL, F/F, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	25 mm	21,0	UN	R\$ 2,39	R\$ 50,19
6.8	AMANCO	-	-	JOELHO 90° F/F COM INSERTO METÁLICO	25 mm x 1/2"	2,0	UN	R\$ 10,12	R\$ 20,24
6.9	AMANCO	-	-	JOELHO 90° F/F COM INSERTO METÁLICO	25 mm x 3/4"	4,0	UN	R\$ 10,96	R\$ 43,84
6.10	AMANCO	-	-	JOELHO 90° F/M	25 mm	1,0	UN	R\$ 11,90	R\$ 11,90
6.11	AMANCO	-	-	MISTURADOR F/M/M	25 mm	1,0	UN	R\$ 17,96	R\$ 17,96
6.12	SINAPI	44958	38979	TUBO PPR, CLASSE PN 25, PARA AGUA QUENTE E FRIA	25 mm	46,0	M	R\$ 13,89	R\$ 638,80
6.13	SINAPI	fev/23	36298	TE NORMAL, PPR, F/F/F, SOLDABEL, 90 GRAUS, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	25 mm	7,0	UN	R\$ 2,93	R\$ 20,51
6.14	SINAPI	fev/23	36316	UNIAO DUPLA PPR, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	25 mm	1,0	UN	R\$ 22,05	R\$ 22,05
Placa Solar									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
6.15	SUNOVA	-	-	PLACA SOLAR	2 m²	1,0	UN	R\$ 1.155,00	R\$ 1.155,00
Reservatório térmico solar									
Item	Fornecedor	Tabela de Referência	Código	Descrição	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
6.16	HELIOTECK	-	-	RESERVATÓRIO SOLAR HORIZONTAL - BAIXA PRESSÃO	300 L	1,0	UN	R\$ 2.599,00	R\$ 2.599,00
VALOR PARCIAL									R\$ 8.261,61
VALOR TOTAL									R\$ 26.617,66

APÊNDICE H

**TABELAS DE VALOR PRESENTE LÍQUIDO - SISTEMA DE
REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA E SISTEMA DE
AQUECIMENTO DE ÁGUA POR PLACA SOLAR**

SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE AGUA DA CHUVA										
Ano	Fluxo de Caixa		Fluxo de Caixa inflacionado			FVP	VPL			
	Custos (R\$)	Receitas (R\$)	Custos (R\$)	Receitas (R\$)	Fluxo de Caixa (R\$)		Custos (R\$)	Receitas (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)	Saldo de caixa (R\$)
0	9.789,49	0,00	9.789,49	0,00	-9.789,49	1,00	9.789,49	0,00	-9.789,49	-9.789,49
1	4.356,08	5.817,12	4.573,88	6.107,98	1.534,09	0,92	4.215,56	5.629,47	1.413,91	-8.375,58
2	4.356,08	5.817,12	4.802,58	6.413,37	1.610,80	0,85	4.079,58	5.447,88	1.368,30	-7.007,28
3	4.356,08	5.817,12	5.042,71	6.734,04	1.691,34	0,78	3.947,98	5.272,14	1.324,16	-5.683,12
4	4.356,08	5.817,12	5.294,84	7.070,75	1.775,90	0,72	3.820,62	5.102,07	1.281,45	-4.401,67
5	4.356,08	5.817,12	5.559,58	7.424,28	1.864,70	0,67	3.697,38	4.937,49	1.240,11	-3.161,56
6	4.356,08	5.817,12	5.837,56	7.795,50	1.957,93	0,61	3.578,11	4.778,21	1.200,11	-1.961,46
7	4.356,08	5.817,12	6.129,44	8.185,27	2.055,83	0,56	3.462,68	4.624,08	1.161,39	-800,07
8	4.356,08	5.817,12	6.435,91	8.594,54	2.158,62	0,52	3.350,98	4.474,91	1.123,93	323,86
9	4.356,08	5.817,12	6.757,71	9.024,26	2.266,55	0,48	3.242,89	4.330,56	1.087,67	1.411,53
10	4.356,08	5.817,12	7.095,60	9.475,48	2.379,88	0,44	3.138,28	4.190,86	1.052,59	2.464,12

VPL	R\$ 2.464,12	
Payback Descontado	7,29	anos
TMA	8,50%	a.a.
Inflação	5,00%	a.a.

SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA POR PLACA SOLAR										
Ano	Fluxo de Caixa		Fluxo de Caixa inflacionado			FVP	VPL			
	Custos (R\$)	Receitas (R\$)	Custos (R\$)	Receitas (R\$)	Fluxo de Caixa (R\$)		Custos (R\$)	Receitas (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)	Saldo de caixa (R\$)
0	3.527,91	0,00	3.527,91	0,00	-3.527,91	1,00	3.527,91	0,00	-3.527,91	-3.527,91
1	430,00	2.631,82	451,50	2.763,41	2.311,91	0,92	416,13	2.546,92	2.130,79	-1.397,12
2	430,00	2.631,82	474,08	2.901,58	2.427,51	0,85	402,71	2.464,76	2.062,06	664,94
3	430,00	2.631,82	497,78	3.046,66	2.548,88	0,78	389,72	2.385,26	1.995,54	2.660,48
4	430,00	2.631,82	522,67	3.198,99	2.676,33	0,72	377,14	2.308,31	1.931,17	4.591,65
5	430,00	2.631,82	548,80	3.358,94	2.810,14	0,67	364,98	2.233,85	1.868,87	6.460,52
6	430,00	2.631,82	576,24	3.526,89	2.950,65	0,61	353,20	2.161,79	1.808,59	8.269,11
7	430,00	2.631,82	605,05	3.703,24	3.098,18	0,56	341,81	2.092,06	1.750,24	10.019,35
8	430,00	2.631,82	635,31	3.888,40	3.253,09	0,52	330,78	2.024,57	1.693,79	11.713,14
9	430,00	2.631,82	667,07	4.082,82	3.415,75	0,48	320,11	1.959,26	1.639,15	13.352,28
10	430,00	2.631,82	700,42	4.286,96	3.586,53	0,44	309,79	1.896,06	1.586,27	14.938,56

VPL	R\$ 14.938,56	
Payback Descontado	1,32	anos
TMA	8,50%	a.a.
Inflação	5,00%	a.a.