

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Thiago Silva dos Santos

PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO
LOGÍSTICO

Porto Alegre
novembro, 2020

THIAGO SILVA DOS SANTOS

**PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO
LOGÍSTICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Prof. Juan Martín Bravo

Porto Alegre
novembro, 2020

THIAGO SILVA DOS SANTOS

**PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO
LOGÍSTICO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado pela banca examinadora e, em sua forma final, pelo Professor Orientador.

Porto Alegre, novembro de 2020.

Prof. Juan Martín Bravo
Dr. em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFRGS
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Gino Roberto Gehling
Dr. em Ingeniería Ambiental pela Universitat Politècnica de Catalunya

Prof. Daniela Guzzon Sanagiotto
Dra. em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFRGS

Prof. Juan Martín Bravo
Dr. em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFRGS

Dedico este trabalho a meus pais, Fernando Amarelho dos Santos e Eva Cristina Silva dos Santos, e a meu irmão, Lucas Silva dos Santos, que sempre me apoiaram ao longo dessa trajetória no curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Juan Martín Bravo, pelo auxílio, atenção e boa vontade demonstrada no processo de elaboração do presente trabalho.

Agradeço a todos que contribuíram para que fosse possível a elaboração deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho consiste na elaboração dos projetos hidrossanitários de um complexo logístico e industrial localizado na zona norte da cidade de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul. O empreendimento teve seu projeto arquitetônico elaborado no ano de 2011 e é composto de trinta e um pavilhões, um prédio comercial, contendo lojas, auditórios e restaurante, e edificações destinadas ao uso de serviço condominial, tais como depósito de lixo, banheiros de serviço e guarita. Dentro do escopo dos projetos desenvolvidos, foram concebidos os sistemas de abastecimento de água, de coleta de esgoto sanitário e de drenagem pluvial de acordo com as normas brasileiras, bem como de legislações e normativas locais.

O sistema de abastecimento de água foi concebido adotando-se reservatórios localizados em cada uma das edificações através de uma rede comum abastecida pela rede pública. Dessa forma, cada unidade do complexo possui o seu sistema de distribuição interno de água.

Na concepção do sistema de esgoto sanitário, foi considerada a presença de coletor público no local. Dessa forma, o sistema foi projetado de forma a atender toda a demanda do complexo, buscando garantir, da melhor maneira possível, o rápido escoamento dos despejos coletados pela rede interna de condução até o coletor público.

O sistema de condução de águas pluviais foi projetado de modo a recolher e conduzir as vazões contribuintes geradas pela precipitação. Para tal, foi considerada a descarga no condutor público realizada por gravidade, supondo-se que a rede pública poderia ser estendida até o local. O empreendimento em questão foi dispensado da exigência de adoção de medidas de controle de escoamento em acordo com a Prefeitura Municipal de Porto Alegre, representada na figura do antigo Departamento de Esgotos Pluviais – DEP. Em função da topografia, que apresenta uma pequena declividade, houve a necessidade da adoção de pequenas declividades e de grandes diâmetros de tubulação para o atendimento das vazões de projeto.

Trabalhando em conjunto com as instalações prediais de águas pluviais e em conformidade com o Decreto 16.305/2009 da Prefeitura Municipal de Porto Alegre, foram concebidos sistemas de reaproveitamento de águas de chuva nos pavilhões, dimensionados de forma a atender a demanda necessária de água para lavagem de piso.

Palavras-chave: complexo logístico, sistemas prediais, projeto hidrossanitário, abastecimento de água, esgoto sanitário, drenagem pluvial, aproveitamento de águas pluviais.

ABSTRACT

The present work consists in the elaboration of the hydro-sanitary project of a logistics and industrial complex located in the northern zone of the city of Porto Alegre, in the state of Rio Grande do Sul. The location had its architectural project elaborated in 2011 and consists of thirty-one pavilions, a commercial building, which contains stores, auditoriums and a restaurant, and buildings for the use of condominium services, such as garbage disposal, service lavatories and security cabin. Within the scope of the developed projects, were design systems for water supply, sanitary sewage and rain drainage based on Brazilian standards norm, as well as local laws and regulations.

The water supply system was designed by adopting reservoirs located in each of the buildings, through a network which is supplied by the public network. Therefore, each unit of the complex has its own internal water distribution system.

In the conceiving of the sanitary sewage system, the existence of a public sewage collector on the site was considered. Thus, the system was designed in order to meet all the demand of the complex, seeking to ensure, in the best possible way, the fast flow of the waste collected by the internal collector network, to the public collector.

The rainwater drainage system was designed in order to collect and conduct the flows generated by precipitation. For this purpose, it was considered the discharge in the public conductor as being carried out by gravity, assuming that the public network could be extended to the location. The enterprise in question was exempted from the requirement of adopting drainage control measures in agreement with the Porto Alegre City Hall, represented in the form of the former Rain Sewer Department – DEP. Due to the topography, presenting a small slope, there was the need to adopt small slope and large pipe diameters to meet project flows.

Working with the building's rainwater installations and in accordance with Decree 16.305/2009 of Porto Alegre's City Hall, systems for rainwater harvesting were designed in the pavilions, sized in order to meet the water demand needed for washing floors.

Keywords: logistics complex, building systems, hydro-sanitary design, water supply, sanitary sewage, rainwater drainage, rainwater harvesting.

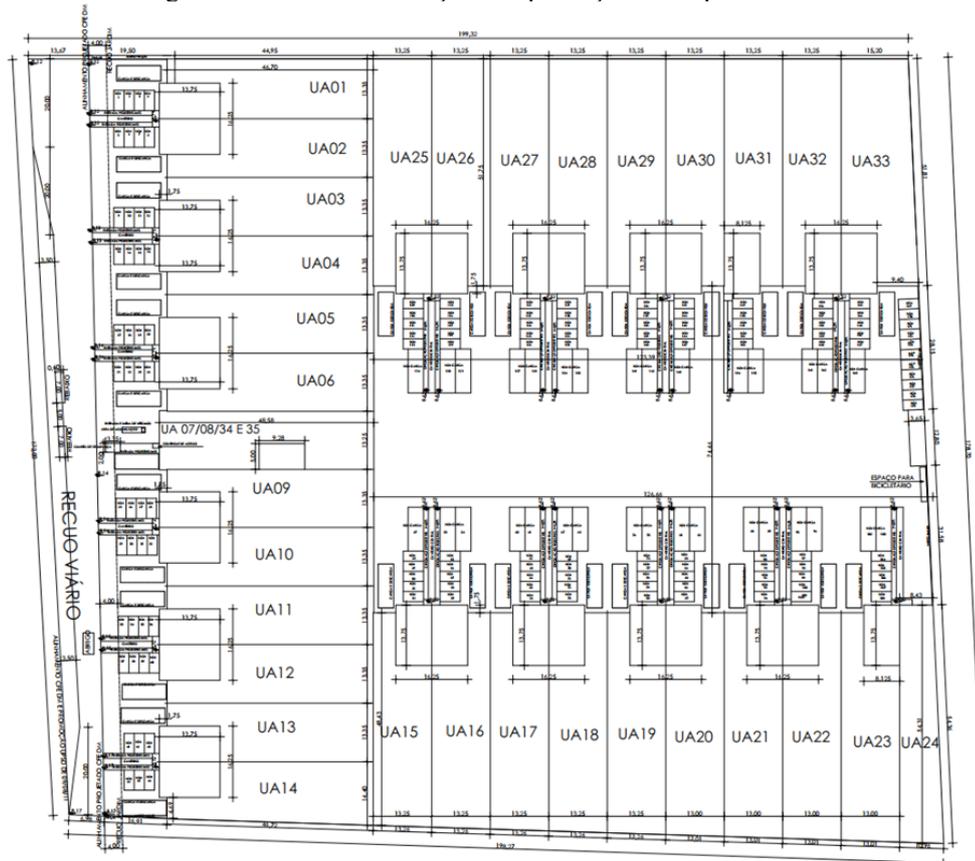
SUMÁRIO

1	DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	15
2	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA FRIA.....	19
2.1	Determinação das populações.....	19
2.2	Determinação do consumo diário e dimensionamento dos reservatórios.....	20
2.3	Dimensionamento do ramal predial.....	21
2.4	Dimensionamento dos alimentadores prediais.....	23
2.5	Dimensionamento do sistema de recalque do prédio comercial.....	30
2.6	Dimensionamento da rede de distribuição.....	33
2.7	Dimensionamento do sistema de pressurização do prédio comercial.....	42
2.8	Dimensionamento dos hidrômetros.....	47
3	SISTEMA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO.....	49
3.1	Dimensionamento dos ramais de descarga e de esgoto.....	49
3.2	Dimensionamento dos tubos de queda.....	67
3.3	Dimensionamento dos tubos de ventilação.....	67
3.4	Dimensionamento dos subcoletores e coletor predial.....	70
3.5	Dimensionamento dos desconectores.....	74
3.6	Dimensionamento das caixas retentoras de gordura.....	74
4	SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL.....	75
4.1	Dimensionamento das calhas e condutores verticais.....	76
4.2	Dimensionamento dos condutores horizontais.....	78
4.3	Caixa separadora de água, óleo e lama.....	87
4.4	Dimensionamento do sistema de reaproveitamento de águas pluviais.....	88
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93

1 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

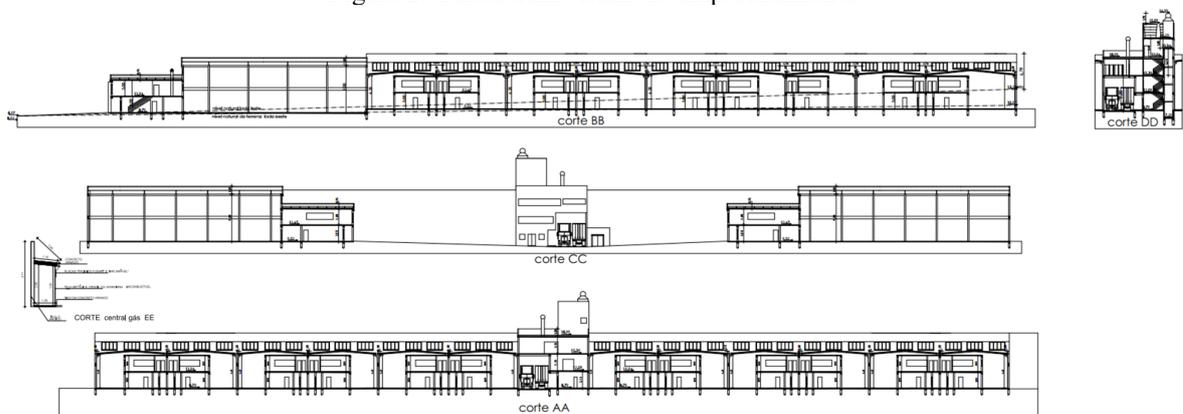
Este projeto hidrossanitário foi inteiramente desenvolvido tendo como base o projeto arquitetônico de um complexo logístico e industrial (figuras 01 e 02) localizado na zona norte da cidade de Porto Alegre. O lote apresenta uma área de aproximadamente 35.000 metros quadrados e possui pouca declividade entre os fundos e a frente do terreno.

Figura 1: Planta de localização e implantação do empreendimento



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 2: Cortes transversais do empreendimento

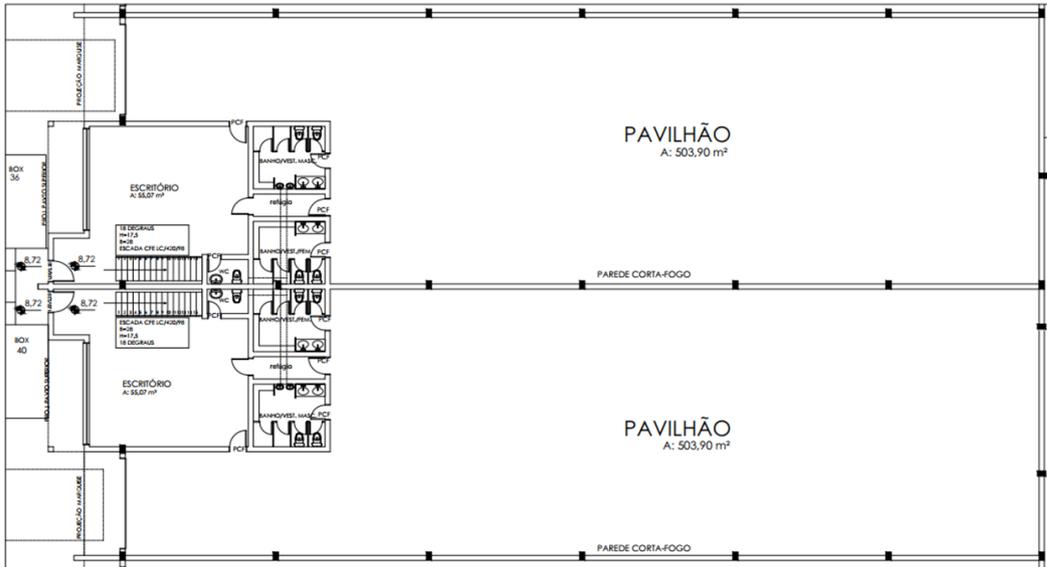


(fonte: elaborado pelo autor)

O empreendimento é dividido nas seguintes instalações:

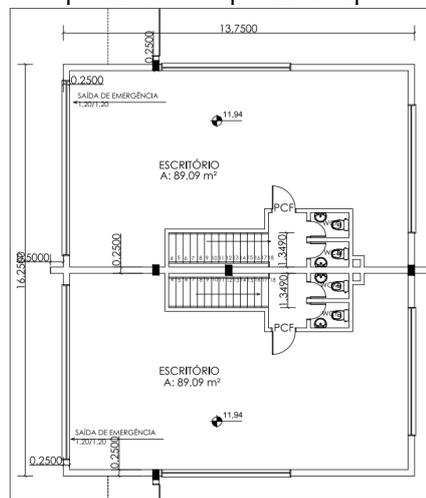
- a) Pavilhões: O empreendimento contém 31 pavilhões, sendo 30 deles pavilhões tipo.

Figura 3: Planta baixa do pavimento térreo dos pavilhões tipo



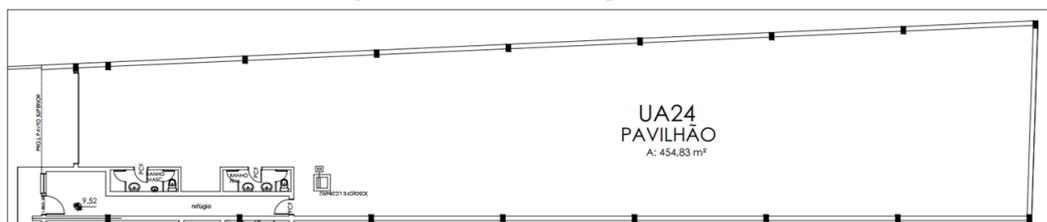
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 4: Planta baixa do segundo pavimento dos pavilhões tipo



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 5: Planta baixa do pavilhão 24



(fonte: elaborado pelo autor)

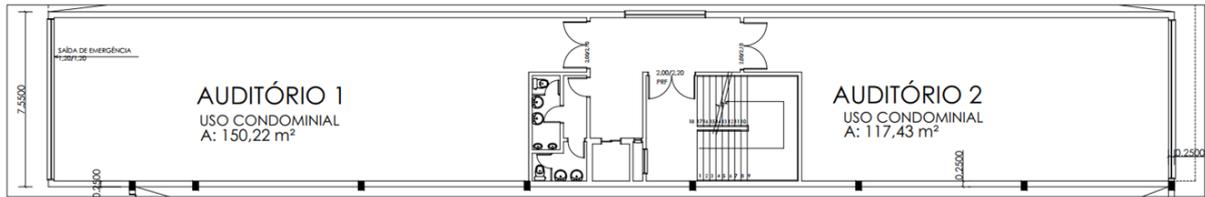
- b) Prédio comercial: Composto por 3 pavimentos e contendo salão de eventos, lojas, auditórios e restaurante.

Figura 6: Planta baixa do pavimento térreo do prédio comercial



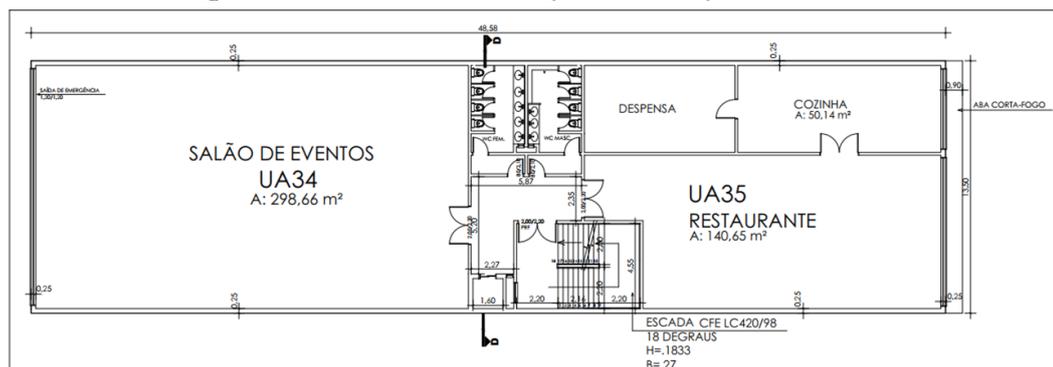
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 7: Planta baixa do segundo pavimento do prédio comercial



(fonte: elaborado pelo autor)

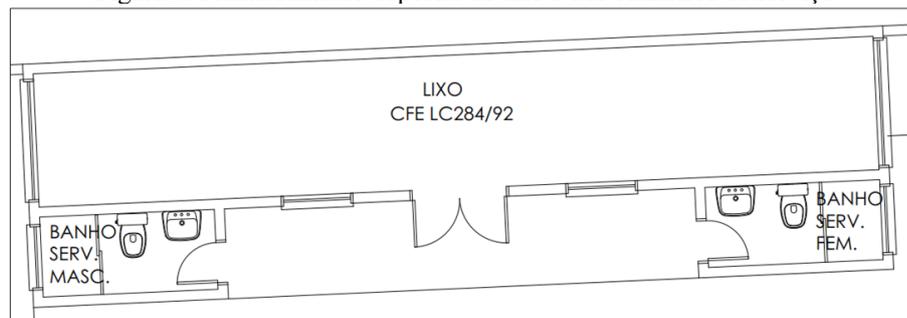
Figura 8: Planta baixa do terceiro pavimento do prédio comercial



(fonte: elaborado pelo autor)

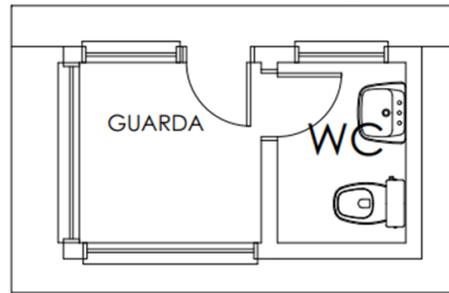
- c) Instalações de serviço: Composto pelos banheiros de serviço localizados junto ao depósito de lixo e pela guarita.

Figura 9: Planta baixa do depósito de lixo e dos banheiros de serviço



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 10: Planta baixa da guarita



(fonte: elaborado pelo autor)

A partir das condicionantes apresentadas pelo projeto arquitetônico, foram concebidos os sistemas prediais de abastecimento de água, de coleta de esgoto sanitário, de drenagem pluvial e de reaproveitamento de águas de chuva. Em conjunto com o presente memorial e contendo detalhamentos dos sistemas mencionados anteriormente, foram elaboradas as seguintes pranchas:

- a) H01: Localização e implantação.
- b) H02: Sistemas de esgoto dos pavilhões tipo 01.
- c) H03: Sistema de abastecimento de água dos pavilhões tipo 01 (térreo).
- d) H04: Sistema de abastecimento de água dos pavilhões tipo 01 (2º pavimento).
- e) H05: Sistemas de esgoto dos pavilhões tipo 02.
- f) H06: Sistema de abastecimento de água dos pavilhões tipo 02 (térreo).
- g) H07: Sistema de abastecimento de água dos pavilhões tipo 02 (2º pavimento).
- h) H08: Sistemas de esgoto do pavilhão 24.
- i) H09: Sistema de abastecimento de água do pavilhão 24.
- j) H10: Sistemas de esgoto das instalações de serviço.
- k) H11: Sistema de abastecimento de água das instalações de serviço.
- l) H12: Sistemas de esgoto do prédio comercial (térreo).
- m) H13: Sistema de abastecimento de água do prédio comercial (térreo).
- n) H14: Sistemas de esgoto do prédio comercial (2º e 3º pavimentos).
- o) H15: Sistema de abastecimento de água do prédio comercial (2º e 3º pavimentos).
- p) H16: Cobertura do prédio comercial.

2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA FRIA

2.1 Determinação das populações

Para a determinação do consumo diário a ser atendido no empreendimento, determinação dos volumes de reservação e dimensionamento dos alimentadores prediais, inicialmente, foi calculada a população a ser atendida em cada uma das unidades que compõem o complexo logístico e industrial, adotando-se valores mínimos estabelecidos no Decreto 9369/1988 da Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Nos casos em que não existiam valores indicados correspondentes às atividades executadas em cada unidade, foram adotados critérios conforme os cálculos que seguem.

a) Prédio Comercial

Restaurante:

$$NP = \frac{1 \text{ pessoa}}{1,5 \text{ m}^2} \times 140,65 \text{ m}^2 = 93,77 = \text{Adotado } 94 \text{ pessoas}$$

Auditórios:

$$NP = \frac{1 \text{ pessoa}}{0,7 \text{ m}^2} \times 566,61 \text{ m}^2 = 809,01 = \text{Adotado } 810 \text{ pessoas}$$

Lojas:

$$NP = \frac{1 \text{ pessoa}}{7,0 \text{ m}^2} \times 47,95 \text{ m}^2 = 6,85 = \text{Adotado } 7 \text{ pessoas por loja}$$

Para os banheiros de uso coletivo localizados no térreo do prédio comercial, foi adotado o número de 25 pessoas a serem atendidas diariamente em cada uma das unidades.

Para os pavilhões, adotou-se o valor mínimo de uma pessoa a cada 30 metros quadrados de área de depósito, com o cálculo referente aos pavilhões tipo sendo feito considerando a unidade com maior área.

b) Pavilhões Tipo

$$NP = \frac{1 \text{ pessoa}}{30 \text{ m}^2} \times 708,85 \text{ m}^2 = 23,63 = \text{Adotado } 30 \text{ pessoas}$$

c) Pavilhão 24

$$NP = \frac{1 \text{ pessoa}}{30 \text{ m}^2} \times 454,83 \text{ m}^2 = 15,16 = \text{Adotado } 20 \text{ pessoas}$$

d) Instalações de Serviço

Adotou-se uma população de 02 pessoas para a guarita, além de 10 pessoas para serem atendidas em cada um dos banheiros de serviço localizados junto a área de depósito de lixo.

2.2 Determinação do consumo diário e dimensionamento dos reservatórios

O consumo diário foi determinado levando-se em consideração a população de cada unidade e estimativas de consumo diário mínimo per capita estipulados no Decreto 9369/1988 da Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Desse modo, o volume de reservação de água potável foi adotado de modo a atender, no mínimo, o consumo calculado.

$$CD = C \cdot NP \quad (\text{fórmula 1})$$

Onde:

CD = consumo diário, em l/dia;

C = consumo diário médio per capita, em L/dia;

NP = número de pessoas a serem atendidas.

a) Prédio Comercial

Restaurante

$$CD = 94 \text{ pessoas} \times \frac{25 L}{\text{pessoa} \cdot \text{dia}} = 2350 L/dia$$

Auditórios

$$CD = 810 \text{ pessoas} \times \frac{2 L}{\text{pessoa} \cdot \text{dia}} = 1620 L/dia$$

Lojas

$$CD = 14 \text{ pessoas} \times \frac{50 L}{\text{pessoa} \cdot \text{dia}} = 700 L/dia$$

Vestiários

$$CD = 50 \text{ pessoas} \times \frac{50 L}{\text{pessoa} \cdot \text{dia}} = 2500 L/dia$$

Foram adotados um reservatório inferior de 5000 litros e um superior de 3000 litros, totalizando 8000 litros disponíveis para consumo no prédio comercial.

b) Pavilhões Tipo

$$CD = 30 \text{ pessoas} \times \frac{50 L}{\text{pessoa} \cdot \text{dia}} = 1500 L/dia$$

Foram adotados dois reservatórios superiores de 750 litros, totalizando 1500 litros para consumo.

c) Pavilhão 24

$$CD = 20 \text{ pessoas} \times \frac{50 L}{\text{pessoa} \cdot \text{dia}} = 1000 L/\text{dia}$$

Foi adotado um reservatório superior de 1000 litros para consumo.

d) Instalações de Serviço

Guarita

$$CD = 2 \text{ pessoas} \times \frac{50 L}{\text{pessoa} \cdot \text{dia}} = 100 L/\text{dia}$$

Foi adotado um reservatório superior de 310 litros para consumo.

Banheiros de serviço

$$CD = 20 \text{ pessoas} \times \frac{50 L}{\text{pessoa} \cdot \text{dia}} = 1000 L/\text{dia}$$

Foi adotado um reservatório superior de 500 litros para consumo em cada banheiro.

2.3 Dimensionamento do ramal predial

O ramal predial do empreendimento, ou seja, a tubulação compreendida entre a rede pública de abastecimento e o hidrômetro, foi dimensionado levando-se em consideração o consumo diário de todas as unidades integrantes do complexo.

$$Q = \sum CD / 86400 \quad (\text{fórmula 2})$$

Onde

Q = vazão total do empreendimento, em L/s;

ΣCD = consumo diário total, em L/dia, conforme tabela 1.

Tabela 1: Consumo diário total do empreendimento

Unidade	Vazão (L/dia)
Comercial	7170
Banheiros Serviço	1000
Pavilhão 24	1000
Pavilhões Tipo (30 UA)	30x1500
TOTAL	54170

(fonte: elaborado pelo autor)

$$Q = 54270 / 86400 = 0,628 \text{ L/s}$$

A partir da determinação da vazão necessária para a alimentação do complexo, foi calculado o diâmetro mínimo necessário para a tubulação que compõe o ramal de abastecimento predial buscando atender o limite máximo de velocidade de escoamento de um metro por segundo.

$$d = 1000 \times \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \quad (\text{fórmula 3})$$

Onde:

Q = vazão no trecho considerado, em m³/s;

V = velocidade de escoamento no trecho, em m/s;

d = diâmetro interno da tubulação, em m.

$$d = 1000 \times \sqrt{\frac{4 \times 0,000628}{\pi \times 1,0}} = 28,28 \text{ mm}$$

Adotou-se um ramal predial com diâmetro nominal de 50 milímetros (diâmetro interno de 44 milímetros), valor este que foi definido levando-se em consideração o dimensionamento da rede de alimentação predial, no Item 2.4, onde foram verificadas as pressões dinâmicas do sistema necessárias para o atendimento do sistema de alimentação indireta proposto.

Tendo definido o consumo diário do empreendimento, foi possível determinar o hidrômetro necessário no ramal predial calculando o consumo mensal de água potável do local.

$$CM = \sum CD \times 30 \quad (\text{fórmula 4})$$

Onde:

CM = consumo mensal, em m³;

ΣCD = consumo diário total, em m³.

$$CM = 54,17 \times 30 = 1625,10 \text{ m}^3$$

Com auxílio da tabela 2 foi definida a bitola necessária do hidrômetro em função do consumo mensal calculado, resultando em um medidor com o diâmetro nominal de 50 milímetros.

Tabela 2: Dimensionamento do hidrômetro em função do consumo mensal

Q _{máx} (m ³ /h)	Bitola (mm)	Faixa de Consumo (m ³)
3	20	0-300
7	25	301-525
10	25	526-750
20	38	751-1500
30	50	1501-2250

(fonte: elaborado pelo autor)

2.4 Dimensionamento dos alimentadores prediais

Inicialmente, foram estimados os diâmetros mínimos necessários para os alimentadores prediais referentes a cada parte do complexo logístico adotando-se uma velocidade de escoamento de um metro por segundo (fórmula 3). A partir dessas estimativas, adotou-se o diâmetro nominal de 20 milímetros para o abastecimento do sistema de reservatórios de cada unidade, conforme indicado na tabela 3.

Tabela 3: Dimensionamento dos alimentadores das unidades

Unidade	Vazão (L/dia)	Diâmetro (1,0m/s) (mm)	Diâmetro Adotado (mm)
Comercial	7170	10,28	20
Banheiros Serviço	1000	3,84	20
Pavilhão 24	1000	3,84	20
Pavilhões Tipo	1500	4,70	20

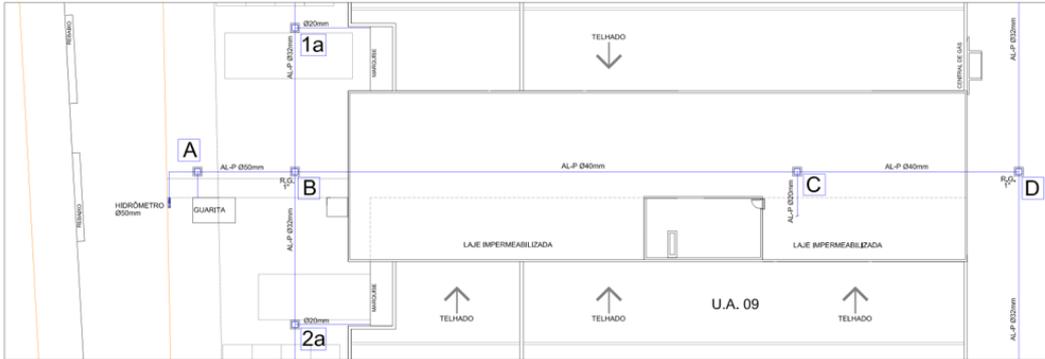
(fonte: elaborado pelo autor)

As tubulações da rede de abastecimento foram dimensionadas com o objetivo de garantir o abastecimento de todas as unidades integrantes do empreendimento, das quais os pavilhões, guarita e banheiros de serviço possuem apenas reservatório superior, enquanto o prédio comercial possui um sistema composto por um reservatório superior e um reservatório inferior. Para tal, realizou-se a verificação das pressões na rede de alimentação predial, partindo-se de uma pressão disponível de 10 metros de coluna de água na ligação do ramal predial com a rede pública de abastecimento.

Para fins de dimensionamento, a rede de abastecimento de água do complexo foi dividida nos seguintes ramais, dispostos conforme a prancha de localização e implantação do lote:

- a) Ramal principal: alimenta os demais ramos, além da guarita e do prédio comercial.

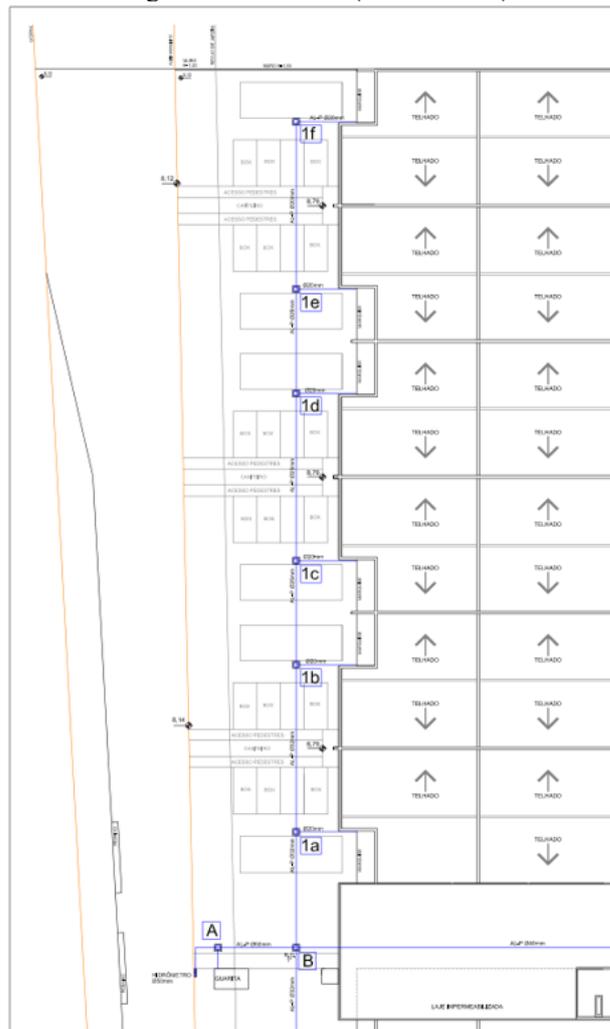
Figura 11: Ramal Principal (Prancha H01)



(fonte: elaborado pelo autor)

- b) Ramal 01: alimenta as unidades autônomas 01, 02, 03, 04, 05 e 06.

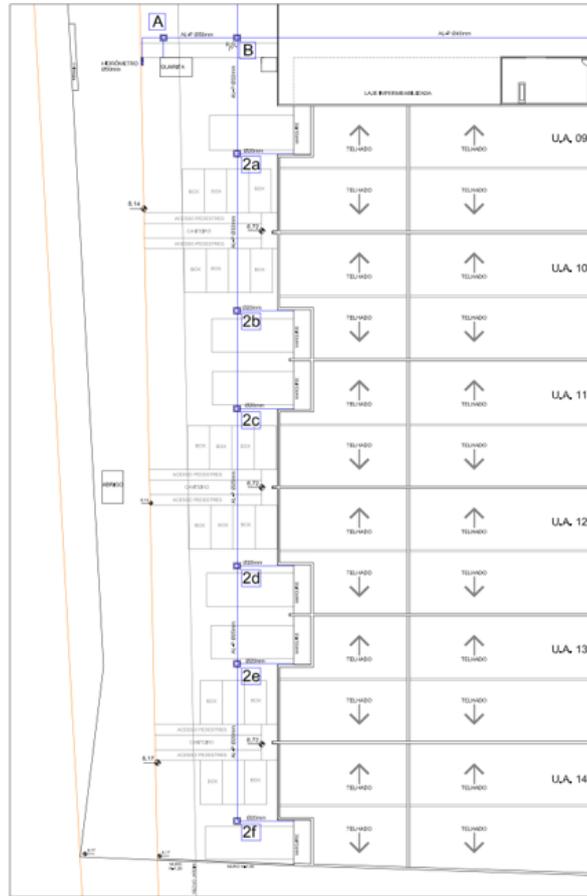
Figura 12: Ramal 01 (Prancha H01)



(fonte: elaborado pelo autor)

c) Ramal 02: alimenta as unidades autônomas 09, 10, 11, 12, 13 e 14.

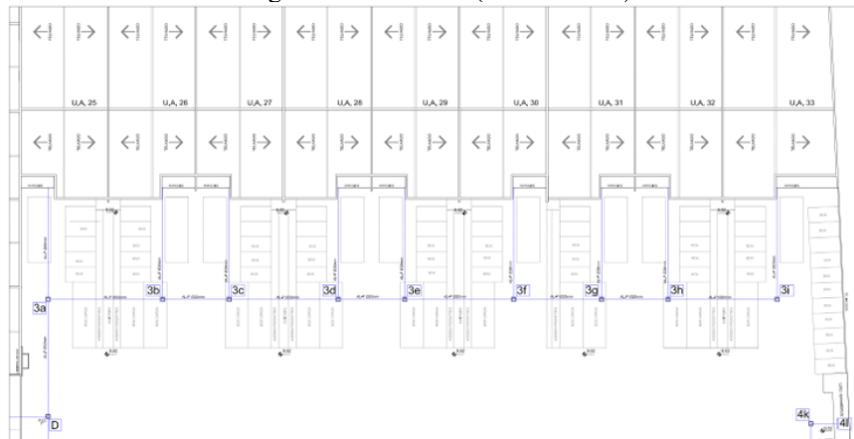
Figura 13: Ramal 02 (Prancha H01)



(fonte: elaborado pelo autor)

d) Ramal 03: alimenta as unidades autônomas 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 e 33.

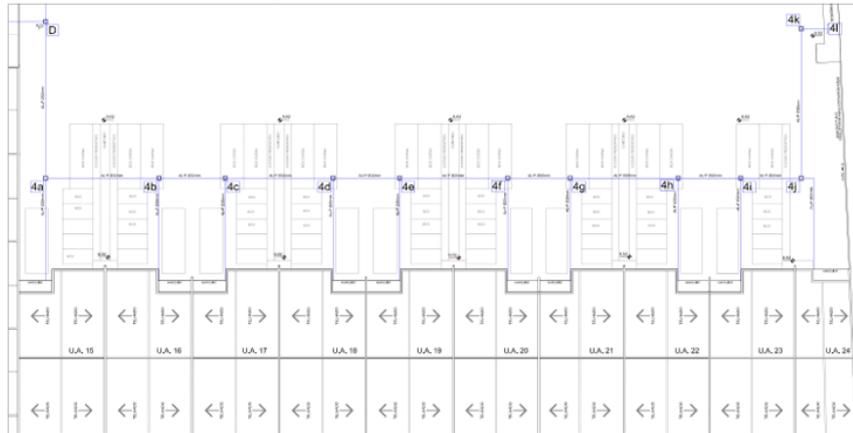
Figura 14: Ramal 03 (Prancha H01)



(fonte: elaborado pelo autor)

- e) Ramal 04: alimenta as unidades autônomas 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 e 24, além dos banheiros de serviço.

Figura 15: Ramal 04 (Prancha H01)



(fonte: elaborado pelo autor)

As vazões em cada trecho considerado foram calculadas através da fórmula 5.

$$Q = \sum CD_{trecho} / 86400 \quad (\text{fórmula 5})$$

Onde:

Q = vazão no trecho considerado, em L/s;

$\sum CD_{trecho}$ = consumo diário atendido pelo trecho de tubulação considerado, em L/dia.

Inicialmente, foi feita uma estimativa de diâmetro interno mínimo para cada trecho através da fórmula 3, buscando uma velocidade de escoamento de um metro por segundo. Dessa forma, foram adotados diâmetros iguais ou superiores aos mínimos calculados, de modo a garantir as pressões dinâmicas mínimas necessárias para o abastecimento dos reservatórios distribuídos ao longo de toda a extensão do terreno.

A determinação das perdas de carga unitárias nas tubulações a serem consideradas foi feita através da utilização a expressão empírica de Fair-Whipple-Hsiao para tubos lisos (plástico, cobre ou liga de cobre).

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

Onde:

J = perda de carga unitária, em kPa/m;

Q = vazão estimada na seção considerada, em L/s;

d = diâmetro interno do tubo, em mm.

Com as perdas unitárias calculadas, determinou-se a perda de carga total de cada trecho levando-se em consideração as perdas de carga contínuas, referentes ao comprimento real de tubulação e as perdas de carga localizadas, referentes aos registros e conexões.

$$H = J \cdot (l_r + l_e) \quad (\text{fórmula 7})$$

Onde:

H = perda de carga, em kPa;

J = perda de carga unitária, em kPa/m;

l_r = comprimento real de tubulação (perdas distribuídas), em metros;

l_e = comprimento equivalente de registros e conexões (perdas localizadas) conforme a figura 16, em metros.

Figura 16: Comprimentos equivalentes de registros e conexões

DE (mm)	D. ref. (pol.)	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° Passagem Direita	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída Bilateral	Entrada Normal	Entrada de Borda	Saída de Canalização	Válvula de Pé e Crivo	Válvula de Retenção Tipo Leve	Válvula de Retenção Tipo Pesado	Registro de Globo Aberto	Registro de Gaveta Aberto	Registro de Ângulo Aberto
20	½"	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
25	¾"	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
32	1"	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
40	1¼"	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
50	1½"	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
60	2"	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
75	2½"	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
85	3"	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
110	4"	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1

(fonte: TIGRE)

Para os trechos nos quais haverá medidores individuais, foram estimadas as suas respectivas perdas de carga através da expressão proposta pelo item A.2.4 da versão de 1998 da NBR 5626, a qual foi atualizada no ano de 2020. Os resultados foram incluídos nos cálculos de pressão residual na tabela 5.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\text{máx}})^{-2} \quad (\text{fórmula 8})$$

Δh = perda de carga no hidrômetro, em kPa;

Q = vazão estimada na seção considerada, em L/s;

$Q_{\text{máx}}$ = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h, estipulada pela tabela 4.

Tabela 4: Vazão máxima em função do diâmetro nominal do hidrômetro

$Q_{\text{máx.}}$ M ³ /h	Diâmetro nominal DN
1,5	15 e 20
3	15 e 20
5	20
7	25
10	25
20	40
30	50

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p.31)

A pressão disponível em cada trecho foi determinada levando-se em consideração a pressão residual do trecho a montante e o desnível geométrico dos pontos de início e fim do trecho.

$$P_{\text{disp}} = P_{\text{resid}} + 10 \times \Delta C \quad (\text{fórmula 9})$$

Onde:

P_{disp} = pressão disponível no trecho considerado, em kPa;

P_{resid} = pressão residual no trecho à montante, em kPa;

ΔC = diferença de cotas entre os pontos de início e fim do trecho considerado, em metros.

Com a pressão disponível e as perdas de carga conhecidas, determinou-se a pressão residual no final de cada trecho.

$$P_{\text{disp}} = P_{\text{resid}} - H \quad (\text{fórmula 10})$$

Onde:

Presid. = pressão residual no trecho considerado, em kPa;

Pdisp. = pressão disponível no trecho considerado, em kPa;

H = perda de carga total, em kPa.

Os cálculos foram realizados partindo do ponto de ligação da rede de abastecimento interna do complexo com a rede pública e, para a determinação das pressões de chegada nos reservatórios, foram consideradas as unidades localizadas nos pontos mais desfavoráveis, ou seja, aquelas que se encontram nos trechos finais de cada ramal. Os resultados do dimensionamento da rede de alimentação predial do empreendimento se encontram na tabela 5.

Tabela 5: Dimensionamento da rede de abastecimento de água do lote

Ramal	Trecho	Vazão	Vazão	Diâm. (1,0	Diâm.	Diâm.	Perda de carga unitária	Diferença de cotas	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual		
		(L/dia)	(L/s)	(mm)	interno	nominal				(kPa/m)	(m)	Real	Equiv.	Total	Tubos		Conexões e Registros	Total
		(mm)	(mm)	(mm)	(kPa)	(m)				(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)				
PRINCIPAL	DMAE-A	54270	0,628	28,28	44	50	0,0601	-0,38	100,00	5,40	24,00	29,40	0,325	1,443	2,336	93,30		
	A-B	54170	0,627	28,25	44	50	0,0600	0,00	93,30	7,65	14,60	22,25	0,459	0,875	1,334	91,96		
	B-C	36170	0,419	23,09	35,2	40	0,0853	0,00	91,96	39,40	4,60	44,00	3,362	0,393	3,755	88,21		
	C-D	29000	0,336	20,67	35,2	40	0,0580	0,00	88,21	17,38	4,60	21,98	1,008	0,267	1,274	86,93		
RAMAL 1	B-1a	9000	0,104	11,52	27,8	32	0,0230	0,00	91,96	11,40	3,40	14,80	0,262	0,078	0,340	91,62		
	1a-1b	7500	0,087	10,51	27,8	32	0,0167	0,00	91,62	16,45	3,10	19,55	0,274	0,052	0,326	91,30		
	1b-1c	6000	0,069	9,40	21,6	25	0,0374	0,00	91,30	10,25	2,40	12,65	0,384	0,090	0,474	90,82		
	1c-1d	4500	0,052	8,14	21,6	25	0,0226	0,00	90,82	16,45	2,40	18,85	0,372	0,054	0,426	90,40		
	1d-1e	3000	0,035	6,65	21,6	25	0,0111	0,00	90,40	10,25	2,40	12,65	0,114	0,027	0,141	90,25		
	1e-1f	1500	0,017	4,70	17	20	0,0103	0,00	90,25	16,45	1,10	17,55	0,170	0,011	0,181	90,07		
	2a-2b	7500	0,087	10,51	27,8	32	0,0167	0,00	91,61	16,45	3,10	19,55	0,274	0,052	0,326	91,28		
RAMAL 2	2b-2c	6000	0,069	9,40	21,6	25	0,0374	0,00	91,28	10,25	2,40	12,65	0,384	0,090	0,474	90,81		
	2c-2d	4500	0,052	8,14	21,6	25	0,0226	0,00	90,81	16,45	2,40	18,85	0,372	0,054	0,426	90,38		
	2d-2e	3000	0,035	6,65	21,6	25	0,0111	0,00	90,38	10,25	2,40	12,65	0,114	0,027	0,141	90,24		
	2e-2f	1500	0,017	4,70	17	20	0,0103	0,00	90,24	16,45	1,10	17,55	0,170	0,011	0,181	90,06		
	D-3a	13500	0,156	14,10	27,8	32	0,0467	0,00	86,93	17,80	3,40	21,20	0,831	0,159	0,989	85,94		
	3a-3b	12000	0,139	13,30	27,8	32	0,0380	0,00	85,94	17,30	3,10	20,40	0,657	0,118	0,775	85,17		
RAMAL 3	3b-3c	10500	0,122	12,44	27,8	32	0,0301	0,00	85,17	10,05	3,10	13,15	0,302	0,093	0,395	84,77		
	3c-3d	9000	0,104	11,52	27,8	32	0,0230	0,00	84,77	16,45	3,10	19,55	0,378	0,071	0,449	84,32		
	3d-3e	7500	0,087	10,51	21,6	25	0,0553	0,00	84,32	10,05	2,40	12,45	0,556	0,133	0,689	83,64		
	3e-3f	6000	0,069	9,40	21,6	25	0,0374	0,00	83,64	16,45	2,40	18,85	0,616	0,090	0,706	82,93		
	3f-3g	4500	0,052	8,14	21,6	25	0,0226	0,00	82,93	13,25	2,40	15,65	0,300	0,054	0,354	82,58		
	3g-3h	3000	0,035	6,65	21,6	25	0,0111	0,00	82,58	10,05	2,40	12,45	0,112	0,027	0,139	82,44		
	3h-3i	1500	0,017	4,70	17,0	20	0,0103	1,00	82,44	16,45	1,20	17,65	0,170	0,012	0,182	82,26		
	D-4a	15500	0,179	15,11	27,80	32	0,0594	0,00	86,93	24,00	3,40	27,40	1,426	0,202	1,628	85,30		
	4a-4b	14000	0,162	14,36	27,8	32	0,0497	0,00	85,30	17,30	3,10	20,40	0,860	0,154	1,015	84,29		
	4b-4c	12500	0,145	13,57	27,8	32	0,0408	0,00	84,29	10,05	3,10	13,15	0,410	0,126	0,536	83,75		
RAMAL 4	4c-4d	11000	0,127	12,73	27,8	32	0,0326	0,00	83,75	16,45	3,10	19,55	0,536	0,101	0,638	83,12		
	4d-4e	9500	0,110	11,83	27,8	32	0,0252	0,00	83,12	10,15	3,10	13,25	0,256	0,078	0,334	82,78		
	4e-4f	8000	0,093	10,86	21,6	25	0,0619	0,00	82,78	16,45	2,40	18,85	1,019	0,149	1,167	81,61		
	4f-4g	6500	0,075	9,79	21,6	25	0,0431	0,00	81,61	9,55	2,40	11,95	0,411	0,103	0,515	81,10		
	4g-4h	5000	0,058	8,58	21,6	25	0,0272	0,00	81,10	16,45	2,40	18,85	0,448	0,065	0,513	80,59		
	4h-4i	3500	0,041	7,18	21,6	25	0,0146	0,00	80,59	9,55	2,40	11,95	0,139	0,035	0,174	80,41		
	4i-4j	2000	0,023	5,43	17	20	0,0171	0,00	80,41	9,20	2,30	11,50	0,157	0,039	0,196	80,22		
	4j-4k	1000	0,012	3,84	17	20	0,0051	0,00	80,22	22,92	1,10	24,02	0,116	0,006	0,122	80,09		
Alimentação Unidades	1f-RS UA01	1500	0,017	4,70	17	20	0,0103	-6,62	23,87	23,19	13,70	36,89	0,239	0,141	0,381	23,32		
	2f-RS UA14	1500	0,017	4,70	17	20	0,0103	-6,55	26,11	23,12	13,70	36,82	0,239	0,141	0,380	25,55		
	3i-RS UA33	1500	0,017	4,70	17	20	0,0103	-7,35	8,76	34,97	13,70	48,67	0,361	0,141	0,502	8,08		
	4i-RS UA23	1500	0,017	4,70	17	20	0,0103	-7,35	6,91	34,97	13,70	48,67	0,361	0,141	0,502	6,24		
	4j-RS UA24	1000	0,012	3,84	17	20	0,0051	-5,10	29,22	28,81	13,70	42,51	0,146	0,070	0,216	28,92		
	4k-4l	1000	0,012	3,84	17	20	0,0051	-4,05	39,59	8,39	6,70	15,09	0,043	0,034	0,077	39,52		
4l-RS SERV.	1001	0,012	3,84	17	20	0,0051	-1,15	28,02	7,95	4,50	12,45	0,040	0,023	0,063	27,95			

(fonte: elaborado pelo autor)

2.5 Dimensionamento do sistema de recalque do prédio comercial

No prédio comercial, composto por lojas, auditórios e restaurante, foi previsto um sistema dotado de um reservatório inferior e um reservatório superior. Dessa forma, foi necessário o dimensionamento das instalações de recalque de água potável, apresentadas nas pranchas referentes ao sistema de abastecimento de água do prédio comercial.

Inicialmente, foi estimada a vazão necessária para o recalque, adotando-se um tempo de funcionamento diário da bomba de 6 horas por dia.

$$Q_r = \frac{CD}{T_{fun} \times 3600} \quad (\text{fórmula 11})$$

Onde:

CD = consumo diário, em m³/dia;

Q_r = vazão de recalque, em m³/s;

T_{fun} = tempo de funcionamento, em horas/dia.

$$Q_r = \frac{7,17}{6 \times 3600} = 0,000332 \text{ m}^3/\text{s}$$

Com a vazão a ser recalcada determinada, determinou-se o diâmetro interno mínimo da tubulação de recalque através das fórmulas 12 e 13.

$$F_{fun} = T_{fun} / 24h \quad (\text{fórmula 12})$$

Onde:

F_{fun} = fator de funcionamento diário, adimensional;

T_{fun} = tempo de funcionamento, em horas/dia.

$$F_{fun} = 6 \text{ h} / 24 \text{ h} = 0,25$$

$$D_r = 1,3 \times \sqrt{Q_r} \times \sqrt[4]{F_{fun}} \quad (\text{fórmula 13})$$

Onde:

D_r = diâmetro interno da tubulação de recalque, em m;

Q_r = vazão de recalque, em m³/s;

F_{fun} = fator de funcionamento diário, adimensional, calculado através da fórmula 12.

$$D_r = 1,3 \times \sqrt{0,000332} \times \sqrt[4]{0,25} = 16,75 \text{ mm}$$

Foi adotado um diâmetro nominal de 25 milímetros (diâmetro interno de 21,6 milímetros) para a tubulação de recalque. Para a tubulação de sucção, adotou-se a bitola imediatamente superior, ou seja, 32 milímetros (diâmetro interno de 27,8 milímetros).

Para escolha do conjunto motor-bomba, foi calculada a curva do sistema (tabela 6), determinando a altura manométrica em função do desnível geométrico e das perdas de cargas nos trechos de sucção e recalque para diversos valores de vazão.

$$H_m = H_g + \Delta h_s + \Delta h_r \quad (\text{fórmula 14})$$

Onde:

H_m = altura manométrica, em m.c.a.;

H_g = desnível geométrico entre o nível mínimo no reservatório inferior e a entrada de água no reservatório superior, em m.c.a.;

Δh_s = perda de carga no trecho de sucção, em m.c.a., calculada através da metodologia apresentada no item 2.4;

Δh_r = perda de carga no trecho de recalque, em m.c.a., calculada através da metodologia apresentada no item 2.4.

Tabela 6: Determinação da curva do sistema de recalque

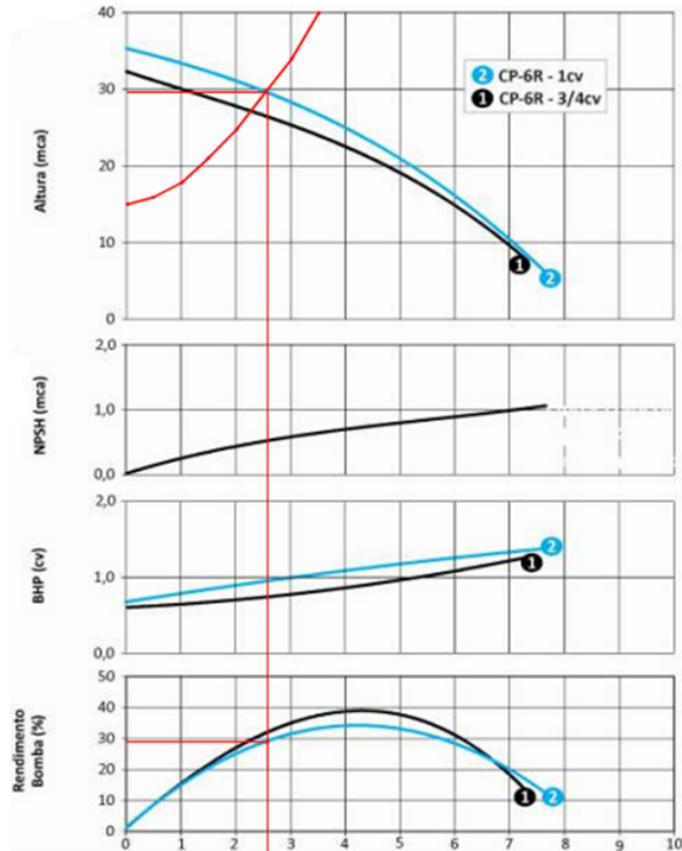
Vazão	Vazão	Sistema									Hs+Hr	hg	Hm	
		Perda de carga unitária	Perda de carga unitária	Comprimentos			Perda de carga unitária	Perda de carga unitária	Comprimentos					
				Real	Equivalente	Total			Real	Equivalente				Total
(m³/h)	(L/s)	(kPa/m)	(mca/m)	(m)	(m)	(m)	(kPa/m)	(mca/m)	(m)	(m)	(m)	(mca)	(mca)	(mca)
0	0,000	0,000	0,0000	1,92	21,50	23,42	0,000	0,0000	37,07	21,10	58,17	0	15,52	15,52
0,5	0,139	0,038	0,0038	1,92	21,50	23,42	0,126	0,0126	37,07	21,10	58,17	0,82	15,52	16,34
1	0,278	0,128	0,0128	1,92	21,50	23,42	0,423	0,0423	37,07	21,10	58,17	2,76	15,52	18,28
1,5	0,417	0,260	0,0260	1,92	21,50	23,42	0,861	0,0861	37,07	21,10	58,17	5,62	15,52	21,14
2	0,556	0,430	0,0430	1,92	21,50	23,42	1,424	0,1424	37,07	21,10	58,17	9,29	15,52	24,81
2,5	0,694	0,635	0,0635	1,92	21,50	23,42	2,105	0,2105	37,07	21,10	58,17	13,73	15,52	29,25
3	0,833	0,873	0,0873	1,92	21,50	23,42	2,896	0,2896	37,07	21,10	58,17	18,89	15,52	34,41
3,5	0,972	1,144	0,1144	1,92	21,50	23,42	3,793	0,3793	37,07	21,10	58,17	24,74	15,52	40,26
4	1,111	1,445	0,1445	1,92	21,50	23,42	4,791	0,4791	37,07	21,10	58,17	31,25	15,52	46,77
4,5	1,250	1,776	0,1776	1,92	21,50	23,42	5,888	0,5888	37,07	21,10	58,17	38,41	15,52	53,93
5	1,389	2,135	0,2135	1,92	21,50	23,42	7,080	0,7080	37,07	21,10	58,17	46,19	15,52	61,71

(fonte: elaborado pelo autor)

Posteriormente, comparou-se a curva obtida com as curvas fornecidas pelo fabricante Dancor, referente ao modelo CP-6R, a fim de obter o ponto de operação do sistema (tabela 7)

e o rendimento da bomba, buscando valores de velocidade de escoamento entre 0,6 e 3,0 metros por segundo (tabela 8).

Figura 17: Comparação da curva do sistema com a curva da bomba



(Fonte: ROWA)

Tabela 7: Ponto de operação do sistema

PONTO DE OPERAÇÃO		
Qr (m³/h)	Hm (m.c.a.)	ηB (%)
2,56	29,69	29,30

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 8: Vazões limites para a operação do sistema

Velocidade	Vazão
(m/s)	(m³/h)
0,6	0,792
3,0	3,958

(fonte: elaborado pelo autor)

Com o ponto de funcionamento e o rendimento da bomba determinados, calculou-se a potência mínima necessária da bomba para o funcionamento do sistema de recalque.

$$N_B = \frac{\gamma \times Q_r \times H_m}{75 \times \eta_B} \quad (\text{fórmula 15})$$

Onde:

N_B = potência da bomba, em CV;

γ = peso específico da água, adotado 1.000 kgf/m³;

Q_r = vazão de recalque, em m³/s;

H_m = altura manométrica, em m.c.a.;

η_B = rendimento da bomba.

$$N_B = \frac{1000 \times 0,000711 \times 29,69}{75 \times 0,2930} = 0,96 \text{ CV}$$

Para o modelo de bomba adotado, é sugerida pelo fabricante a utilização de um motor de dois polos, com eixo em aço-carbono de diâmetro 5/8 polegadas e trabalhando a uma frequência de 3500 rotações por minuto.

2.6 Dimensionamento da rede de distribuição

Para o dimensionamento das redes de distribuição de água fria das unidades que compõem o complexo logístico, foi utilizada a metodologia de estimativa das vazões proposta pela versão de 1998 da NBR 5626, a qual foi atualizada no ano de 2020. Desse modo, a vazão em cada trecho de tubulação foi estimada em função do somatório relativo dos pesos unitários (tabela 9) referentes as peças de utilização, com base na fórmula 16, sendo ela a determinação da demanda simultânea total do grupo de aparelhos atendidos. Foram consideradas instalações de uso não intensivo, ou seja, com reduzida probabilidade de uso simultâneo de todos os aparelhos e com peças de utilização usuais, dessa forma sendo adotado um coeficiente de descarga de 0,30 litro por segundo.

$$Q = 0,3 \times \sqrt{\sum \text{Peso}} \quad (\text{fórmula 16})$$

Onde:

Q = vazão estimada na seção considerada, em L/s;

Σ Peso = somatório dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada.

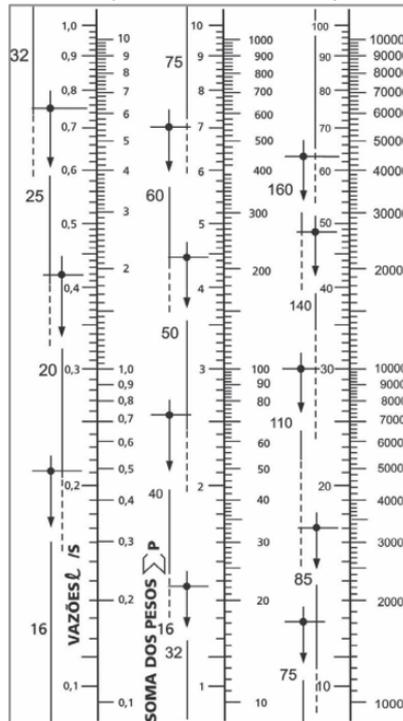
Tabela 9: Pesos relativos dos aparelhos sanitários

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

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p.28)

Cada trecho foi pré-dimensionado através da utilização do ábaco da figura 18, o qual relaciona o somatório dos pesos acumulados com o diâmetro nominal mínimo necessário para a tubulação. Dessa forma, para o cálculo das perdas de carga e das pressões dinâmicas do sistema, foram adotadas tubulações com o diâmetro nominal maior ou igual aos valores pré-determinados.

Figura 18: Diâmetro nominal mínimo em função do somatório de pesos



(Fonte: TIGRE)

Com as vazões de cada trecho determinadas, calculou-se a velocidade do escoamento para verificação do limite de 3 metros por segundo, conforme estipulado na versão de 1998 da NBR 5626. Apesar de a versão vigente da norma não estabelecer esse limite, esse valor foi considerado com o objetivo de minimizar o efeito de golpe de aríete no interior das tubulações.

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times d^2} \quad (\text{fórmula 17})$$

Onde:

V = velocidade do escoamento na seção considerada, em m/s;

Q = vazão estimada na seção considerada, em m³/s;

d = diâmetro interno do tubo adotado, em metros.

A pressão disponível em cada trecho foi determinada levando-se em consideração a pressão residual do trecho a montante e o desnível geométrico dos pontos de início e fim do trecho.

$$P_{disp} = P_{resid} + 10 \times \Delta C \quad (\text{fórmula 18})$$

Onde:

P_{disp} . = pressão disponível no trecho considerado, em kPa;

P_{resid} . = pressão residual no trecho à montante, em kPa;

ΔC = diferença de cotas entre os pontos de início e fim do trecho considerado, em metros.

As perdas de carga referentes a cada trecho de tubulação foram calculadas através da metodologia apresentada no item 2.4 e com isso, foram determinadas as pressões residuais na saída de cada trecho, de modo a compará-la com a pressão requerida em cada ponto de utilização, adotando-se limites mínimos de 5 kPa em qualquer ponto da rede de distribuição e 10 kPa em qualquer peça de utilização, conforme recomendado pela NBR 5626.

$$P_{resid} = P_{disp} - H \quad (\text{fórmula 19})$$

Onde:

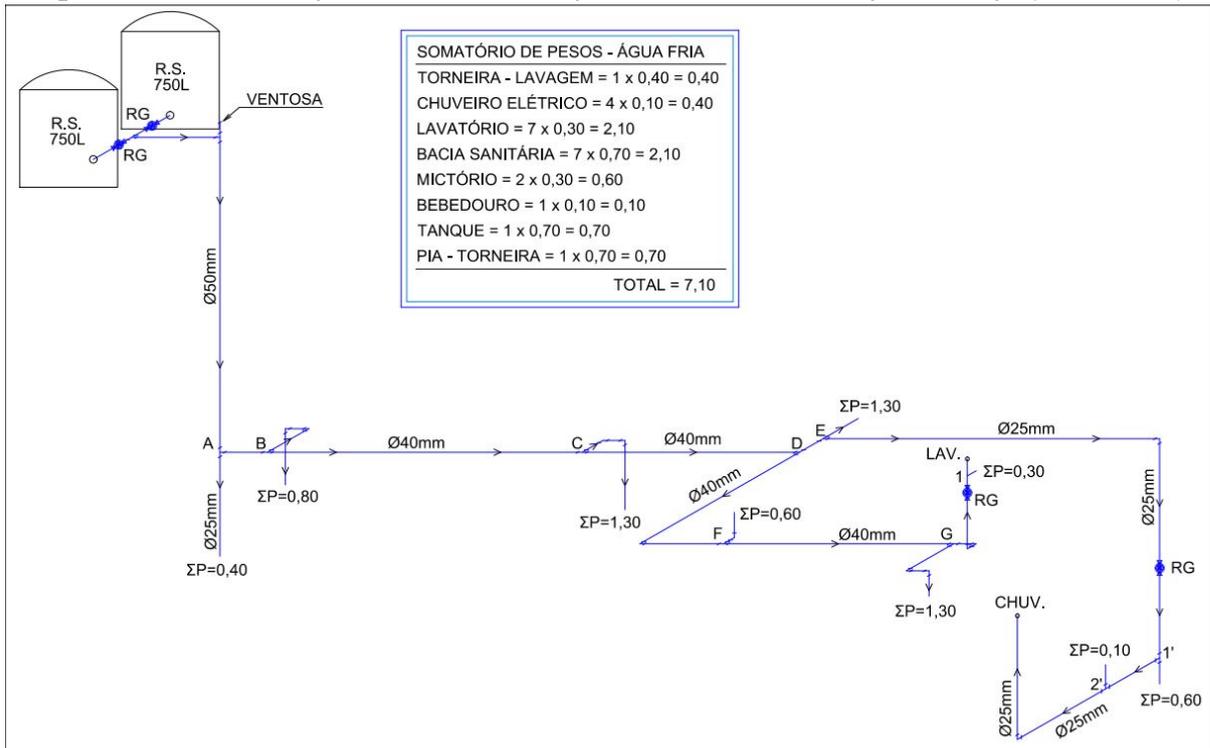
P_{resid} . = pressão residual no trecho considerado, em kPa;

P_{disp} . = pressão disponível no trecho considerado, em kPa;

H = perda de carga total, em kPa.

Os cálculos a seguir foram feitos para cada unidade que compõe o complexo logístico adotando-se o caminho crítico, ou seja, aquele que se encontra em situação mais desfavorável em relação às pressões dinâmicas do sistema, além de ser considerada situação de reservatório em seu nível mínimo. Para tubulações que não compõem o caminho crítico, os diâmetros foram adotados conforme indicado nas pranchas de água fria de cada local, tendo sido adotados valores usuais que respeitassem os critérios mencionados anteriormente.

Figura 19: Somatório dos pesos e caminho crítico para dimensionamento nos pavilhões tipo (Prancha H04)



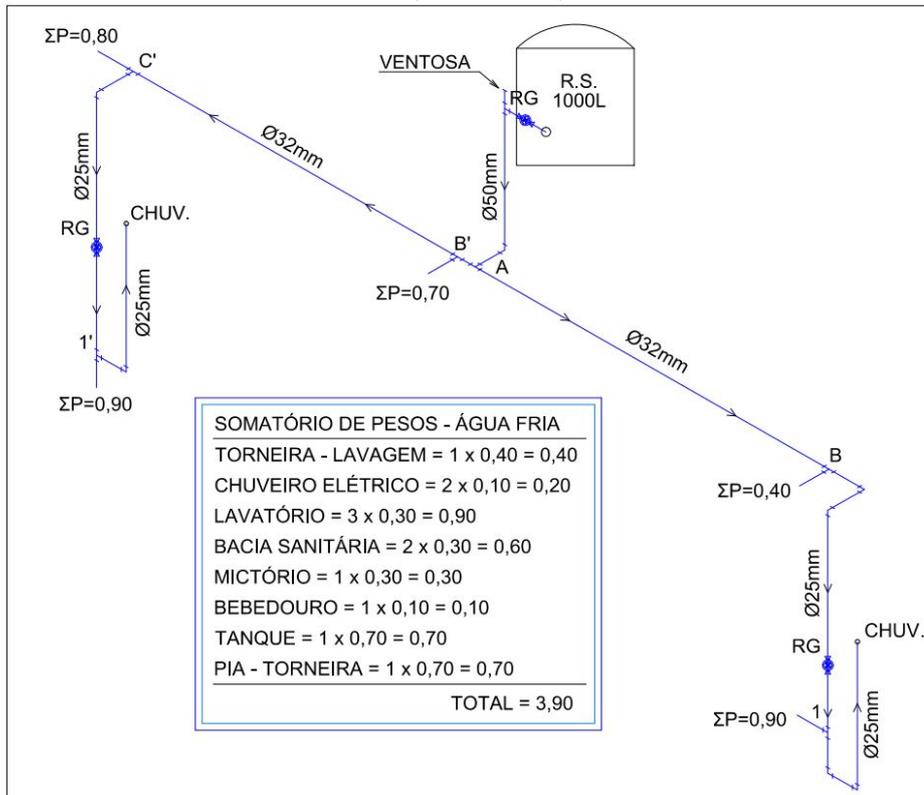
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 10: Dimensionamento da rede de distribuição dos pavilhões tipo

Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Pesos	Vazão (L/s)	Diâmetro interno mínimo (ábaco) (mm)	Diâm. interno (mm)	Diâm. nominal (mm)	Veloc. (m/s)	Perda de carga unitária (kPa/m)	Diferença de cotas Sobre (-) Desce(+)	Pressão disponível (kPa)	Comprimentos			Perda de carga		Pressão disponível residual (kPa)	Pressão requerida no ponto da rede de distribuição (kPa)	
											Real (m)	Equiv. (m)	Total (m)	Tubos (kPa)	Conexões e Registros (kPa)			Total (kPa)
BARRILETE	RES-A	7,1	0,80	32	44	50	0,53	0,0917	2,80	0,00	3,88	20,80	24,68	0,356	1,908	2,263	25,74	5,0
	AB	6,7	0,78	32	35,2	40	0,80	0,2516	0,00	25,74	0,42	4,60	5,02	0,106	1,157	1,263	24,47	5,0
	BC	5,9	0,73	25	35,2	40	0,75	0,2251	0,00	22,81	1,92	4,60	6,52	0,348	0,833	1,180	21,63	5,0
	CD	4,6	0,64	25	35,2	40	0,66	0,1811	0,00	21,63	0,24	4,60	4,84	0,022	0,419	0,441	21,19	5,0
	DE	2,1	0,43	25	35,2	40	0,45	0,0912	0,00	21,63	0,24	4,60	4,84	0,022	0,419	0,441	21,19	5,0
	DF	2,5	0,47	25	35,2	40	0,49	0,1062	0,00	21,63	2,37	4,60	6,97	0,252	0,488	0,740	20,89	5,0
WCM	FG	1,9	0,41	20	35,2	40	0,42	0,0835	0,00	20,89	2,03	4,60	6,63	0,170	0,384	0,554	20,34	5,0
	G-1	0,6	0,23	20	21,6	25	0,63	0,3099	-0,65	13,84	0,85	2,00	2,85	0,263	0,620	0,883	12,95	5,0
BANHO FEM.	1-LAV	0,3	0,16	20	21,6	25	0,45	0,1690	-0,15	11,45	0,15	1,20	1,35	0,025	0,203	0,228	11,23	10,0
	E-1'	0,8	0,27	20	21,6	25	0,73	0,3986	1,95	40,69	4,91	3,80	8,71	1,957	1,515	3,472	37,22	5,0
	1',2'	0,8	0,27	20	21,6	25	0,73	0,3986	0,00	37,22	0,55	2,40	2,95	0,219	0,957	1,176	36,04	5,0
	2'-CHUV.	0,1	0,09	20	21,6	25	0,26	0,0646	-1,10	25,04	2,00	13,80	15,80	0,129	0,892	1,021	24,02	10,0

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 20: Somatório dos pesos e caminho crítico para dimensionamento no pavilhão 24 (Prancha H09)



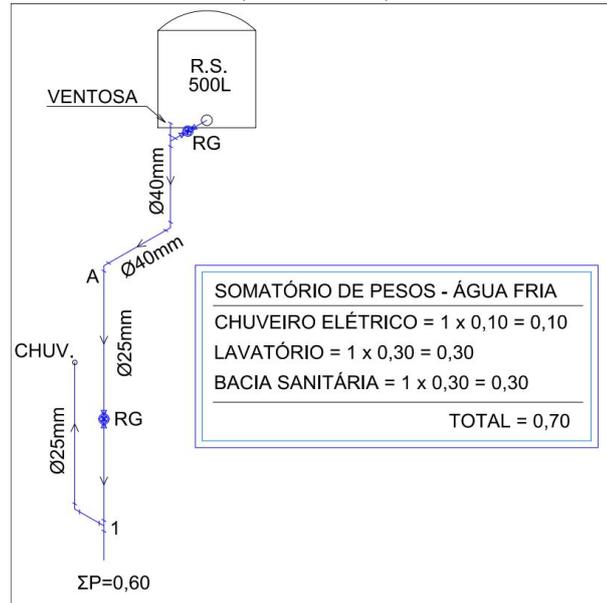
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 11: Dimensionamento da rede de distribuição do pavilhão 24

Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Pesos	Vazão (L/s)	Diâmetro interno mínimo (ábaco) (mm)	Diâm. interno (mm)	Diâm. nominal (mm)	Veloc. (m/s)	Perda de carga unitária (kPa/m)	Diferença de cotas Sob (+) Desce (-) (m)	Pressão disponível (kPa)	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual (kPa)	Pressão requerida no ponto da rede de distribuição (kPa)
											Real (m)	Equiv. (m)	Total (m)	Perda de carga Tubos (kPa)	Perda de carga Conexões e Registros (kPa)	Total (kPa)		
BARRILETE	RES-A	3,9	0,59	25	44	50	0,39	0,0543	1,05	0,00	1,65	16,70	18,35	0,090	0,907	0,996	9,50	5,0
	AB	1,4	0,35	20	27,8	32	0,58	0,1962	0,00	9,50	3,00	3,10	6,10	0,589	0,608	1,197	8,31	5,0
	AB'	2,5	0,47	25	27,8	32	0,78	0,3258	0,00	9,50	0,15	3,10	3,25	0,049	1,010	1,059	8,44	5,0
	B'C'	1,8	0,40	20	27,8	32	0,66	0,2444	0,00	8,44	2,75	3,10	5,85	0,672	0,758	1,430	7,01	5,0
BANHO MASC.	B-1	1	0,30	20	21,6	25	0,82	0,4845	1,95	27,81	2,55	5,00	7,55	1,236	2,423	3,658	24,15	5,0
	2'-CHUV	0,1	0,09	20	21,6	25	0,26	0,0646	-1,10	13,15	1,35	13,80	15,15	0,087	0,892	0,979	12,17	10,0
BANHO FEM.	C'-1'	1	0,30	20	21,6	25	0,82	0,4845	1,95	27,94	2,25	2,60	4,85	1,090	1,260	2,350	25,59	5,0
	1'-CHUV	0,1	0,09	20	21,6	25	0,26	0,0646	-1,10	14,59	1,35	13,80	15,15	0,087	0,892	0,979	13,62	10,0

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 21: Somatório dos pesos e caminho crítico para dimensionamento no banheiro de serviço masculino (Prancha H11)



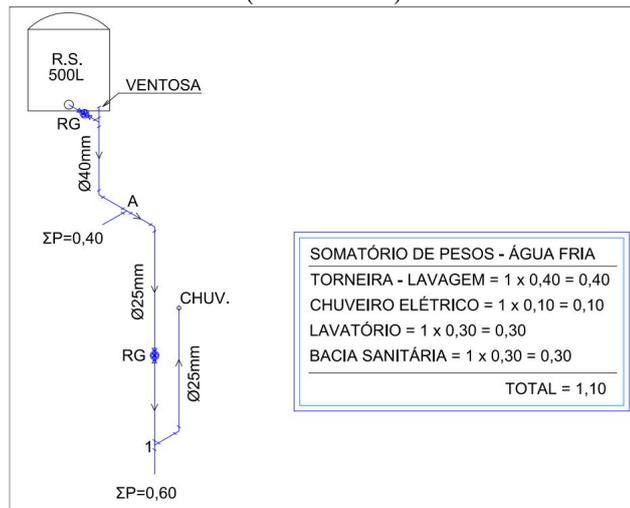
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 12: Dimensionamento da rede de distribuição do banheiro de serviço masculino

Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Pesos		Vazão		Diâmetro interno mínimo (ábaco) (mm)	Diâm. interno (mm)	Diâm. nominal (mm)	Veloc. (m/s)	Perda de carga unitária (kPa/m)	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+) (m)	Pressão disponível (kPa)	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual (kPa)	Pressão requerida no ponto da rede de distribuição (kPa)
		L/s	L/s	Real (m)	Equiv. (m)								Total (m)	Tubos (kPa)	Conexões e Registros (kPa)	Total (kPa)				
																	(L/s)	(mm)		
BARRILETE /CAF	RES-A	0,7	0,25	20	35,2	40	0,26	0,0349	0,65	0,00	2,32	8,20	10,52	0,081	0,286	0,367	6,13	5,0		
	A-1	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	0,3546	1,95	25,63	1,95	2,60	4,55	0,692	0,922	1,614	24,02	5,0		
	1-CHUV	0,1	0,09	20	21,6	25	0,26	0,0646	-1,10	13,02	1,35	13,80	15,15	0,087	0,892	0,979	12,04	10,0		

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 22: Somatório dos pesos e caminho crítico para dimensionamento no banheiro de serviço feminino (Prancha H11)



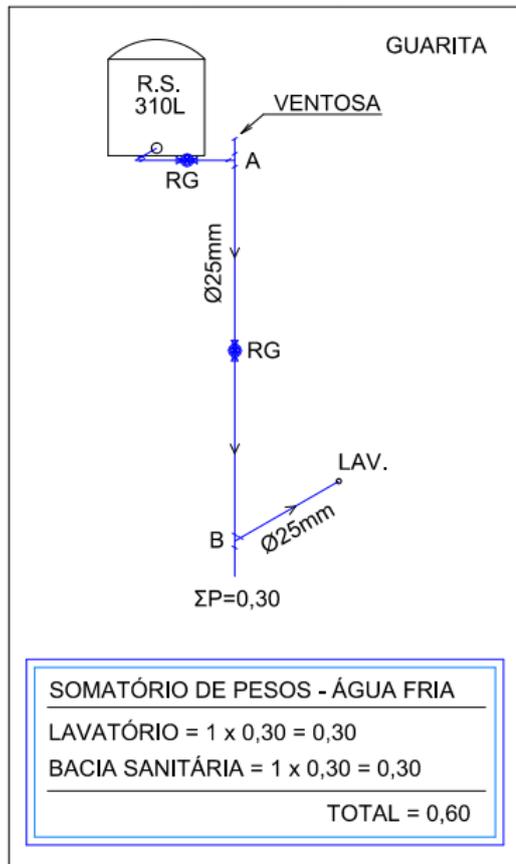
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 13: Dimensionamento da rede de distribuição do banheiro de serviço feminino

Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Pesos	Vazão	Diâmetro interno mínimo (ábaco)	Diâm. interno	Diâm. nominal	Veloc.	Perda de carga unitária	Diferença de cotas		Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga		Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto da rede de distribuição
									Sobe (-)	Desce(+)		Real	Equiv.	Total	Conexões e Registros	Total		
			(L/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(kPa/m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
BARRILETE /CAF	RES-A	1,1	0,31	20	35,2	40	0,32	0,0518	0,65	0,00	1,75	10,80	12,55	0,091	0,559	0,650	5,85	5,0
	A-1	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	0,3546	1,95	25,35	2,19	2,60	4,79	0,777	0,922	1,699	23,65	5,0
	I-CHUV	0,1	0,09	20	21,6	25	0,26	0,0646	-1,10	12,65	1,35	13,80	15,15	0,087	0,892	0,979	11,67	10,0

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 23: Somatório dos pesos e caminho crítico para dimensionamento na guarita (Prancha H11)



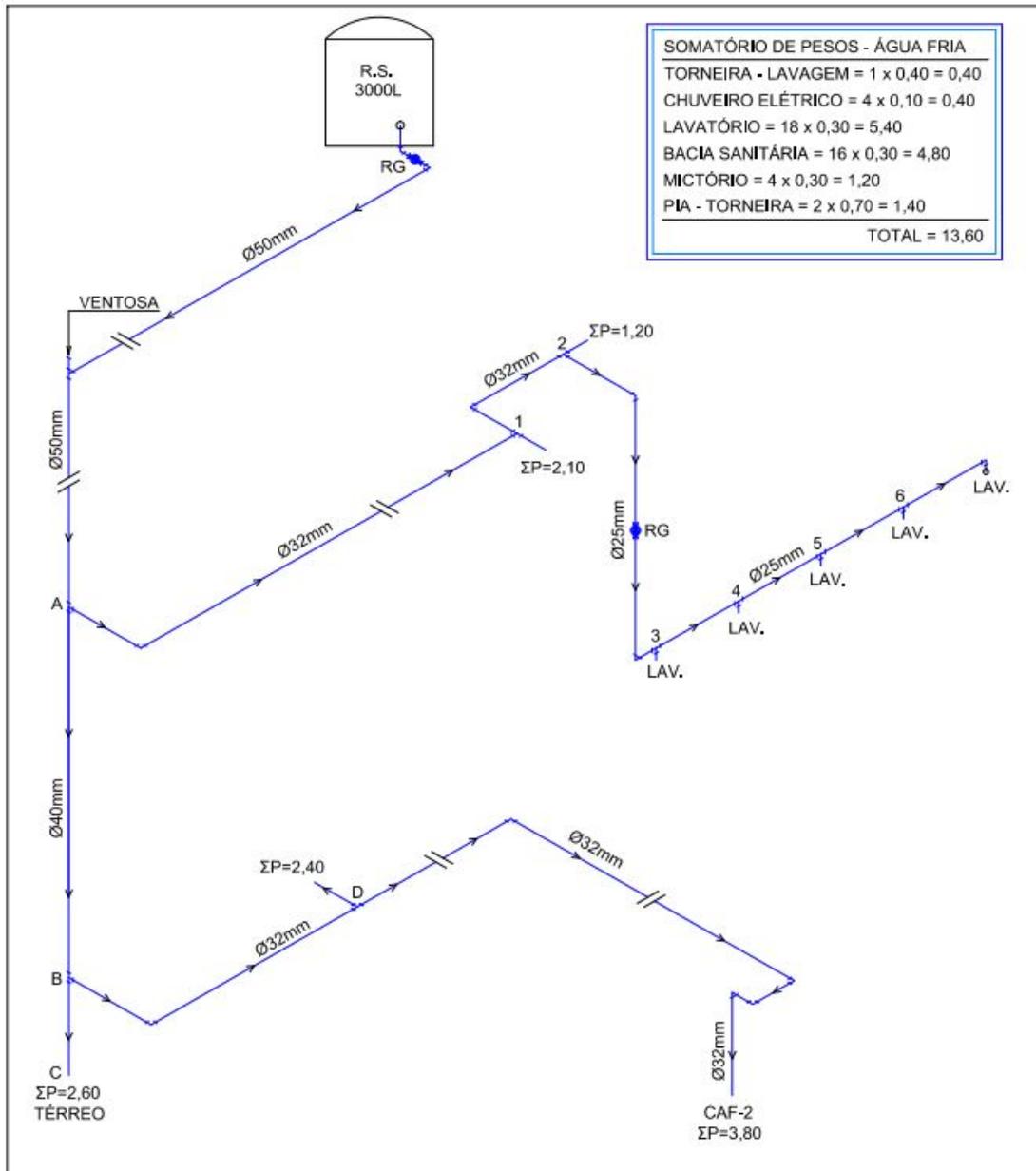
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 14: Dimensionamento da rede de distribuição da guarita

Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Pesos	Vazão	Diâmetro interno mínimo (ábaco)	Diâm. interno	Diâm. nominal	Veloc.	Perda de carga unitária	Diferença de cotas		Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga		Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto da rede de distribuição
									Sobe (-)	Desce(+)		Real	Equiv.	Total	Conexões e Registros	Total		
			(L/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(kPa/m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
CAF	AB	0,6	0,23	20	21,6	25	0,63	0,3099	2,40	0,00	2,40	2,60	5,00	0,744	0,806	1,549	22,45	5,0
	B-LAV	0,3	0,16	20	21,6	25	0,45	0,1690	0,00	22,45	0,75	1,20	1,95	0,127	0,203	0,329	22,12	10,0

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 24: Somatório dos pesos e caminho crítico para dimensionamento no prédio comercial (Prancha H16)



(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 15: Dimensionamento da rede de distribuição por gravidade do prédio comercial

Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Pesos	Vazão (L/s)	Diâmetro interno mínimo (ábaco) (mm)	Diâm. interno (mm)	Diâm. nominal (mm)	Veloc. (m/s)	Perda de carga unitária (kPa/m)	Diferença de cotas Sobre (-) Desce(+)	Pressão disponível (kPa)	Comprimentos			Perda de carga		Pressão disponível residual (kPa)	Pressão requerida no ponto da rede de (kPa)	
											Real (m)	Equiv. (m)	Total (m)	Tubos (kPa)	Conexões e Registros (kPa)			Total (kPa)
BARRILETE	RES-A	13,6	1,11	32	44	50	0,73	0,1620	4,45	0,00	10,18	18,00	28,18	1,649	2,915	4,564	39,94	5,0
	AB	8,8	0,89	32	35,2	40	0,91	0,3194	3,15	71,44	3,15	4,60	7,75	1,006	1,469	2,475	68,96	5,0
	BC	2,6	0,48	25	27,8	32	0,80	0,3372	3,15	100,46	3,15	1,50	4,65	1,062	0,506	1,568	98,89	5,0
3º PAVTO.	A-1	4,8	0,66	25	27,8	32	1,08	0,5766	0,00	39,94	8,63	4,60	13,23	4,976	2,652	7,628	32,31	5,0
	1.2	2,7	0,49	25	27,8	32	0,81	0,3485	0,00	32,31	1,35	3,10	4,45	0,470	1,080	1,551	30,76	5,0
	2.3	1,5	0,37	25	21,6	25	1,00	0,6909	2,25	53,26	3,00	5,00	8,00	2,073	3,454	5,527	47,73	5,0
	3.4	1,2	0,33	25	21,6	25	0,90	0,5683	0,00	47,73	0,80	2,40	3,20	0,455	1,364	1,819	45,91	5,0
	4.5	0,9	0,28	20	21,6	25	0,78	0,4419	0,00	45,91	0,80	2,40	3,20	0,353	1,060	1,414	44,50	5,0
	5.6	0,6	0,23	20	21,6	25	0,63	0,3099	0,00	44,50	0,80	2,40	3,20	0,248	0,744	0,992	43,51	5,0
	6-LAV	0,3	0,16	20	21,6	25	0,45	0,1690	0,00	43,51	0,90	2,40	3,30	0,152	0,406	0,558	42,95	10,0
2º PAVTO.	B-D	6,2	0,75	32	27,8	32	1,23	0,7213	0,00	68,96	2,81	4,60	7,41	2,027	3,318	5,345	63,62	5,0
	D-CAF2	3,8	0,58	25	27,8	32	0,96	0,4700	0,00	63,62	10,84	6,00	16,84	5,095	2,820	7,914	55,70	5,0
CAF2	CAF2	3,8	0,58	25	27,8	32	0,96	0,4700	3,15	87,20	3,15	1,50	4,65	1,480	0,705	2,185	85,02	5,0

(fonte: elaborado pelo autor)

2.7 Dimensionamento do sistema de pressurização do prédio comercial

Para garantir o atendimento da demanda de água fria do restaurante localizado no terceiro pavimento do prédio comercial e em função de perdas de carga existentes no sistema e da impossibilidade de elevação do reservatório superior, a rede de distribuição foi concebida a partir da adoção de um sistema de pressurização. Foram previstas duas bombas pressurizadas trabalhando alternadamente, bem como a presença de uma tubulação de *by-pass*, provida de válvula de retenção para evitar o retorno da água bombeada para o reservatório superior.

As tubulações de água fria do sistema foram pré-dimensionadas com a utilização da figura 18, sendo adotados diâmetros comerciais maiores ou iguais aos fornecidos pelo ábaco. Para escolha da bomba de pressurização, inicialmente, determinou-se a curva do sistema, calculando a altura manométrica em função do desnível geométrico adicionado as perdas de cargas nos trechos de sucção e recalque para diversos valores de vazão, bem como considerar a pressão requerida no ponto de utilização (um metro de coluna de água) e uma folga adicional de um metro de coluna de água.

$$H_m = \Delta h_s + \Delta h_r + P_{req} - H_g + 1 \text{ m.c.a.} \quad (\text{fórmula 20})$$

Onde:

H_m = altura manométrica, em m.c.a.;

Δh_s = perda de carga no trecho de sucção, em m.c.a., calculada através da metodologia apresentada no item 2.4.

Δh_r = perda de carga no trecho de recalque, em m.c.a., calculada através da metodologia apresentada no item 2.4.

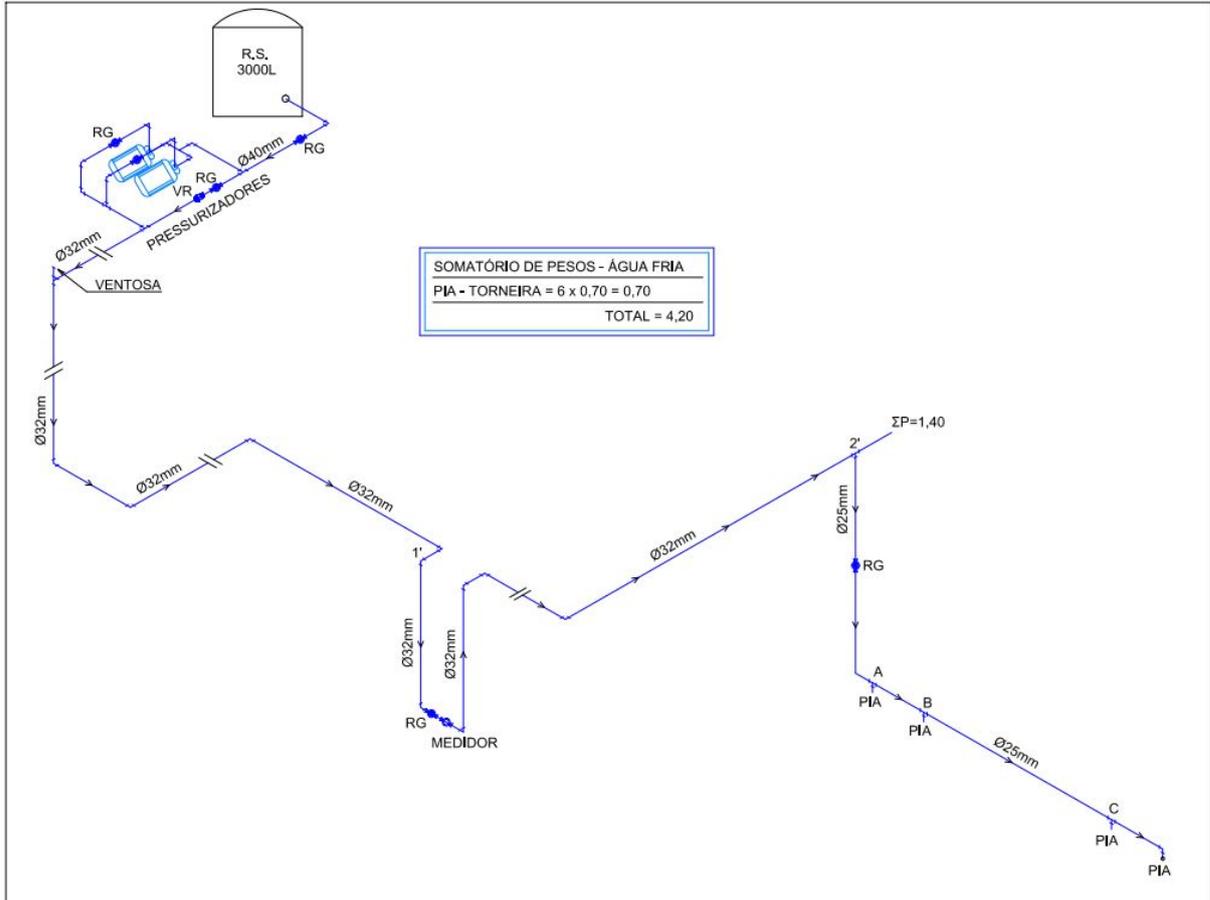
P_{req} = pressão requerida no ponto de utilização, adotado 1 m.c.a.;

H_g = desnível geométrico entre o nível mínimo no reservatório inferior e a entrada de água no reservatório superior, em m.c.a..

Para os cálculos das perdas de carga, a tubulação foi dividida em diversos trechos, conforme apresentado na prancha de cobertura do prédio comercial, e os seus resultados se encontram nas tabelas a seguir. No trecho em que há a presença de medidor individualizado, foi contabilizada a perda de carga através da fórmula 8 adotando-se valores de vazão máxima

correspondentes aos valores determinados de vazão para a construção da curva do sistema. Os resultados encontram-se a seguir.

Figura 25: Somatório dos pesos e caminho crítico para dimensionamento da rede de distribuição pressurizada (Prancha H16)



(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 16: Determinação das perdas de carga no trecho entre o reservatório superior e a bomba

Vazão	Trecho RS - Pressurizador							
	Diâm. Interno	Diâm. Nominal	Vazão	Perda de carga unitária	Comprimentos			Perda de carga total
					Real	Equivalente	Total	
(m³/h)	(mm)	(mm)	(L/s)	(kPa/m)	(m)	(m)	(m)	(kPa)
0	35,2	40	0	0,0000	2,80	31,50	34,30	0,00
0,5	35,2	40	0,14	0,0124	2,80	31,50	34,30	0,42
1	35,2	40	0,28	0,0416	2,80	31,50	34,30	1,43
1,5	35,2	40	0,42	0,0846	2,80	31,50	34,30	2,90
2	35,2	40	0,56	0,1400	2,80	31,50	34,30	4,80
2,5	35,2	40	0,69	0,2069	2,80	31,50	34,30	7,10
3	35,2	40	0,83	0,2847	2,80	31,50	34,30	9,76
3,5	35,2	40	0,97	0,3728	2,80	31,50	34,30	12,79
4	35,2	40	1,11	0,4710	2,80	31,50	34,30	16,16
4,5	35,2	40	1,25	0,5788	2,80	31,50	34,30	19,85
5	35,2	40	1,39	0,6960	2,80	31,50	34,30	23,87
5,5	35,2	40	1,53	0,8223	2,80	31,50	34,30	28,21

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 17: Determinação das perdas de carga no trecho Pressurizador-1'

Vazão	Trecho Pressurizador - 1'							
	Diâm. Interno	Diâm. Nominal	Vazão	Perda de carga unitária	Comprimentos			Perda de carga total
					Real	Equivalente	Total	
(m³/h)	(mm)	(mm)	(L/s)	(kPa/m)	(m)	(m)	(m)	(kPa)
0	27,8	32	0	0,0000	17,87	17,80	35,67	0,00
0,5	27,8	32	0,14	0,0380	17,87	17,80	35,67	1,35
1	27,8	32	0,28	0,1277	17,87	17,80	35,67	4,56
1,5	27,8	32	0,42	0,2597	17,87	17,80	35,67	9,26
2	27,8	32	0,56	0,4296	17,87	17,80	35,67	15,32
2,5	27,8	32	0,69	0,6349	17,87	17,80	35,67	22,65
3	27,8	32	0,83	0,8735	17,87	17,80	35,67	31,16
3,5	27,8	32	0,97	1,1439	17,87	17,80	35,67	40,80
4	27,8	32	1,11	1,4450	17,87	17,80	35,67	51,54
4,5	27,8	32	1,25	1,7758	17,87	17,80	35,67	63,34
5	27,8	32	1,39	2,1354	17,87	17,80	35,67	76,17
5,5	27,8	32	1,53	2,5230	17,87	17,80	35,67	89,99

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 18: Determinação das perdas de carga no trecho 1'-2'

Vazão	Trecho 1'- 2'								
	Diâm. Interno	Diâm. Nominal	Vazão	Perda de carga unitária	Comprimentos			Hidrômetro	Perda de carga total
					Real	Equivalente	Total		
(m³/h)	(mm)	(mm)	(L/s)	(kPa/m)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)
0	27,8	32	0	0,0000	14,20	10,90	25,10	0,00	0,00
0,5	27,8	32	0,14	0,0380	14,20	10,90	25,10	2,78	3,73
1	27,8	32	0,28	0,1277	14,20	10,90	25,10	11,11	14,32
1,5	27,8	32	0,42	0,2597	14,20	10,90	25,10	25,00	31,52
2	27,8	32	0,56	0,4296	14,20	10,90	25,10	16,00	26,78
2,5	27,8	32	0,69	0,6349	14,20	10,90	25,10	25,00	40,93
3	27,8	32	0,83	0,8735	14,20	10,90	25,10	36,00	57,92
3,5	27,8	32	0,97	1,1439	14,20	10,90	25,10	49,00	77,71
4	27,8	32	1,11	1,4450	14,20	10,90	25,10	64,00	100,27
4,5	27,8	32	1,25	1,7758	14,20	10,90	25,10	41,33	85,90
5	27,8	32	1,39	2,1354	14,20	10,90	25,10	51,02	104,62
5,5	27,8	32	1,53	2,5230	14,20	10,90	25,10	61,73	125,06

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 19: Determinação das perdas de carga no trecho 2'-A

Vazão	Trecho 2'- A							
	Diâm. Interno	Diâm. Nominal	Vazão	Perda de carga unitária	Comprimentos			Perda de carga total
					Real	Equivalente	Total	
(m³/h)	(mm)	(mm)	(L/s)	(kPa/m)	(m)	(m)	(m)	(kPa)
0	21,6	25	0	0,0000	2,60	3,80	6,40	0,00
0,5	21,6	25	0,09	0,0619	2,60	3,80	6,40	0,40
1	21,6	25	0,19	0,2083	2,60	3,80	6,40	1,33
1,5	21,6	25	0,28	0,4235	2,60	3,80	6,40	2,71
2	21,6	25	0,37	0,7006	2,60	3,80	6,40	4,48
2,5	21,6	25	0,46	1,0353	2,60	3,80	6,40	6,63
3	21,6	25	0,56	1,4244	2,60	3,80	6,40	9,12
3,5	21,6	25	0,65	1,8655	2,60	3,80	6,40	11,94
4	21,6	25	0,74	2,3566	2,60	3,80	6,40	15,08
4,5	21,6	25	0,83	2,8960	2,60	3,80	6,40	18,53
5	21,6	25	0,93	3,4824	2,60	3,80	6,40	22,29
5,5	21,6	25	1,02	4,1144	2,60	3,80	6,40	26,33

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 20: Determinação das perdas de carga no trecho A-B

Vazão	Trecho A-B							Perda de carga total
	Diâm. Interno	Diâm. Nominal	Vazão	Perda de carga unitária	Comprimentos			
					Real	Equivalente	Total	
(m³/h)	(mm)	(mm)	(L/s)	(kPa/m)	(m)	(m)	(m)	(kPa)
0	21,6	25	0	0,0000	0,60	2,40	3,00	0,00
0,5	21,6	25	0,07	0,0374	0,60	2,40	3,00	0,11
1	21,6	25	0,14	0,1259	0,60	2,40	3,00	0,38
1,5	21,6	25	0,21	0,2560	0,60	2,40	3,00	0,77
2	21,6	25	0,28	0,4235	0,60	2,40	3,00	1,27
2,5	21,6	25	0,35	0,6258	0,60	2,40	3,00	1,88
3	21,6	25	0,42	0,8610	0,60	2,40	3,00	2,58
3,5	21,6	25	0,49	1,1276	0,60	2,40	3,00	3,38
4	21,6	25	0,56	1,4244	0,60	2,40	3,00	4,27
4,5	21,6	25	0,63	1,7505	0,60	2,40	3,00	5,25
5	21,6	25	0,69	2,1049	0,60	2,40	3,00	6,31
5,5	21,6	25	0,76	2,4870	0,60	2,40	3,00	7,46

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 21: Determinação das perdas de carga no trecho B-C

Vazão	Trecho B-C							Perda de carga total
	Diâm. Interno	Diâm. Nominal	Vazão	Perda de carga unitária	Comprimentos			
					Real	Equivalente	Total	
(m³/h)	(mm)	(mm)	(L/s)	(kPa/m)	(m)	(m)	(m)	(kPa)
0	21,6	25	0	0,0000	2,20	2,40	4,60	0,00
0,5	21,6	25	0,05	0,0184	2,20	2,40	4,60	0,08
1	21,6	25	0,09	0,0619	2,20	2,40	4,60	0,28
1,5	21,6	25	0,14	0,1259	2,20	2,40	4,60	0,58
2	21,6	25	0,19	0,2083	2,20	2,40	4,60	0,96
2,5	21,6	25	0,23	0,3078	2,20	2,40	4,60	1,42
3	21,6	25	0,28	0,4235	2,20	2,40	4,60	1,95
3,5	21,6	25	0,32	0,5546	2,20	2,40	4,60	2,55
4	21,6	25	0,37	0,7006	2,20	2,40	4,60	3,22
4,5	21,6	25	0,42	0,8610	2,20	2,40	4,60	3,96
5	21,6	25	0,46	1,0353	2,20	2,40	4,60	4,76
5,5	21,6	25	0,51	1,2232	2,20	2,40	4,60	5,63

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 22: Determinação das perdas de carga no trecho C-Pia

Vazão	Trecho C-PIA							Perda de carga total
	Diâm. Interno	Diâm. Nominal	Vazão	Perda de carga unitária	Comprimentos			
					Real	Equivalente	Total	
(m³/h)	(mm)	(mm)	(L/s)	(kPa/m)	(m)	(m)	(m)	(kPa)
0	21,6	25	0	0,0000	0,70	2,40	3,10	0,00
0,5	21,6	25	0,02	0,0055	0,70	2,40	3,10	0,02
1	21,6	25	0,05	0,0184	0,70	2,40	3,10	0,06
1,5	21,6	25	0,07	0,0374	0,70	2,40	3,10	0,12
2	21,6	25	0,09	0,0619	0,70	2,40	3,10	0,19
2,5	21,6	25	0,12	0,0915	0,70	2,40	3,10	0,28
3	21,6	25	0,14	0,1259	0,70	2,40	3,10	0,39
3,5	21,6	25	0,16	0,1649	0,70	2,40	3,10	0,51
4	21,6	25	0,19	0,2083	0,70	2,40	3,10	0,65
4,5	21,6	25	0,21	0,2560	0,70	2,40	3,10	0,79
5	21,6	25	0,23	0,3078	0,70	2,40	3,10	0,95
5,5	21,6	25	0,25	0,3637	0,70	2,40	3,10	1,13

(fonte: elaborado pelo autor)

Com as perdas de carga calculadas para os diversos valores de vazão, foi possível construir a curva do sistema (tabela 23).

Tabela 23: Curva do sistema de pressurização

Vazão (m ³ /h)	Hm (m.c.a.)
0	-5,30
0,5	-4,69
1	-3,06
1,5	-0,51
2	0,08
2,5	2,79
3	5,99
3,50	9,67
4,00	13,82
4,5	14,46
5	18,60
5,5	23,08

(fonte: elaborado pelo autor)

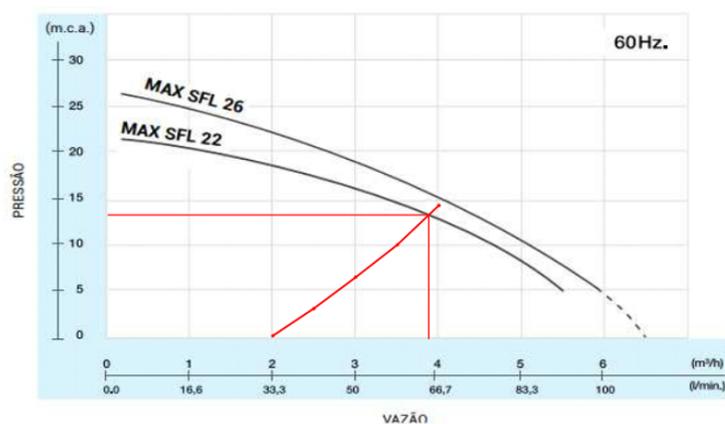
Posteriormente, comparou-se a curva obtida com as curvas fornecidas pelo fabricante Rowa (figura 26), referente ao modelo MAX SFL 22, a fim de obter o ponto de operação do sistema, buscando vazões contidas no intervalo entre a vazão estabelecida pela norma (fórmula 16) e a vazão máxima de operação do sistema, determinada pelo somatório das vazões necessárias para cada aparelho, individualmente.

Tabela 24: Vazões limites para a operação do sistema

Vazão	L/s	m ³ /h
Qnorma	0,61	2,21
Qmáx	1,50	5,40

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 26: Comparação da curva do sistema com a curva da bomba



(fonte: adaptado de DANCOR)

O ponto de operação foi determinado com os valores de 12,79 metros de coluna de água e de 3,88 metros cúbicos por hora para altura manométrica e vazão, respectivamente. Conforme informado pelo fabricante, o pressurizador trabalha com uma potência nominal de 0,65 cavalo-vapor.

2.8 Dimensionamento dos hidrômetros

Para as unidades autônomas, incluindo lojas e restaurante foram previstos medidores individualizados de consumo de água fria, tendo sido adotada a linha de hidrômetros unijato magnéticos do fabricante LAO Indústria, indicada na figura 27. A determinação do modelo a ser utilizado foi feito levando-se em consideração a vazão a ser atendida em cada medidor. Foram escolhidos o modelo UJBX com diâmetro nominal de 20 milímetros e vazão nominal de 0,6 metro cúbico por hora para a medição no ramal de alimentação dos pavilhões e o modelo UJB2 com diâmetro nominal de 20mm e vazão nominal de 2,5 metros cúbicos por hora para medição individualizada das lojas e do restaurante.

Figura 27: Modelos de hidrômetros conforme catálogo do fabricante

Modelo		UJBX		UJB0		UJB1		UJB2
Diâmetro Nominal (DN)	in	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"	3/4"
	mm	15	20	15	20	15	20	20
Classe metrológica		B		B		B		B
Vazão máxima (Qmax)	m³/h	1,2	1,2	1,5	1,5	3	3	5
Vazão nominal (Qn)	m³/h	0,6	0,6	0,75	0,75	1,5	1,5	2,5
Vazão transição (Qt)	m³/h	0,048	0,048	0,06	0,06	0,12	0,12	0,2
Vazão mínima (Qmin)	m³/h	0,012	0,012	0,015	0,015	0,03	0,03	0,05
Vazão de partida	l/h	6	6	6	6	15	15	25
Máxima perda de carga em CNO	MPa	0,1		0,1		0,1		0,1
Erro máximo admissível	campo sup.	± 2		± 2		± 2		± 2
	campo inf.	± 5		± 5		± 5		± 5
Leitura do mostrador	máx. m³	9.999		9.999		9.999		9.999
	min. m³	0.0001		0.0001		0.0001		0.0001
Pressão operacional	bar	10		10		10		10
Temperatura operacional	°C	40		40		40		40
Resolução do sensor REED	pulso/litro	1 pulso / 100 litros						
Resolução do sensor Optoeletrônico	pulso/litro	1 pulso / 0,1 litro = 10 pulsos / litro						

(fonte: LAO INDÚSTRIA)

3 SISTEMA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO

As tubulações do sistema de coleta e transporte de esgoto sanitário foram dimensionadas através do método das unidades de Hunter de contribuição (UHC), conforme apresentado na NBR 8160/1999.

3.1 Dimensionamento dos ramais de descarga e de esgoto

Os ramais de descarga e de esgoto foram dimensionados levando-se em conta o somatório de UHC atendido por cada um deles. A tabela 25 indica o número de unidades referente a cada um dos aparelhos sanitários, bem como o diâmetro nominal mínimo a ser adotado para o ramal de descarga. Já as tabelas 26 e 27 apresentam os diâmetros nominais mínimos em função do somatório de UHC em cada trecho de tubulação considerado.

Tabela 25: Número de UHC em função do aparelho sanitário

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga <i>DN</i>
Bacia sanitária		6	100 ¹⁾
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2 ²⁾	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de painéis	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50 ³⁾
Máquina de lavar roupas		3	50 ³⁾

¹⁾ O diâmetro nominal *DN* mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para *DN* 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de *DN* 75, sem necessidade de peça especial de adaptação.

²⁾ Por metro de calha - considerar como ramal de esgoto (ver tabela 5).

³⁾ Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p.16)

Tabela 26: Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga em função do número de UHC

Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga <i>DN</i>	Número de unidades de Hunter de contribuição UHC
40	2
50	3
75	5
100	6

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p.17)

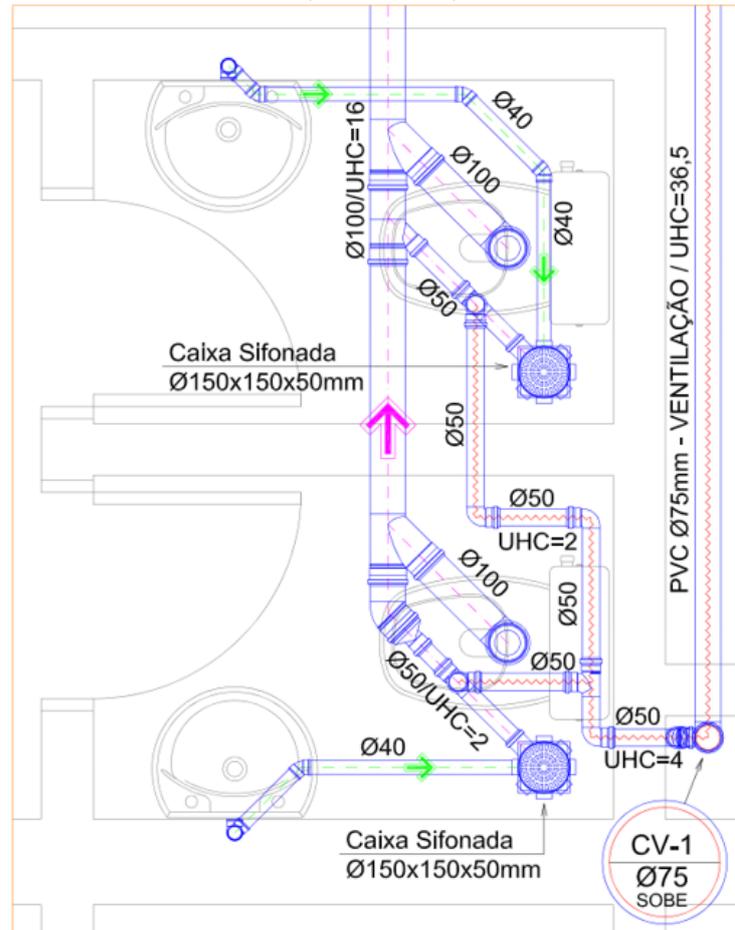
Tabela 27: Diâmetro nominal mínimo do ramal de esgoto em função do número de UHC

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

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p.17)

A seguir são apresentados os aparelhos sanitários considerados no projeto de acordo com a sua localização, conforme indicado nas pranchas referentes à coleta de esgoto de cada unidade, bem como o dimensionamento dos ramais de esgoto.

Figura 28: Detalhe de esgoto do 2º pavimento nos pavilhões tipo (Prancha H02)



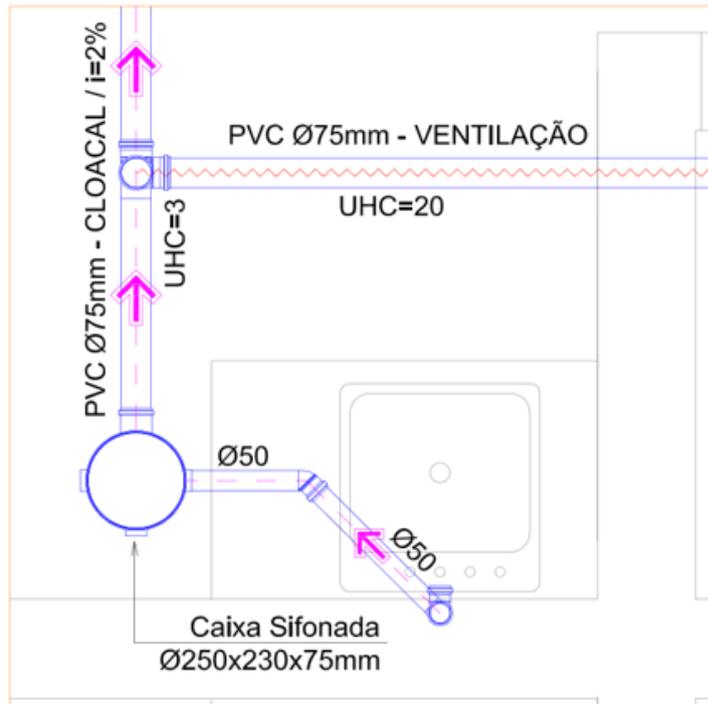
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 28: Aparelhos sanitários do 2º pavimento nos pavilhões tipo

Pavilhão tipo - 2º pavimento			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Bacia Sanitária	2	6	12
Lavatório de uso geral	2	2	4
TOTAL			16

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 29: Detalhe de esgoto da copa nos pavilhões tipo (Prancha H02)



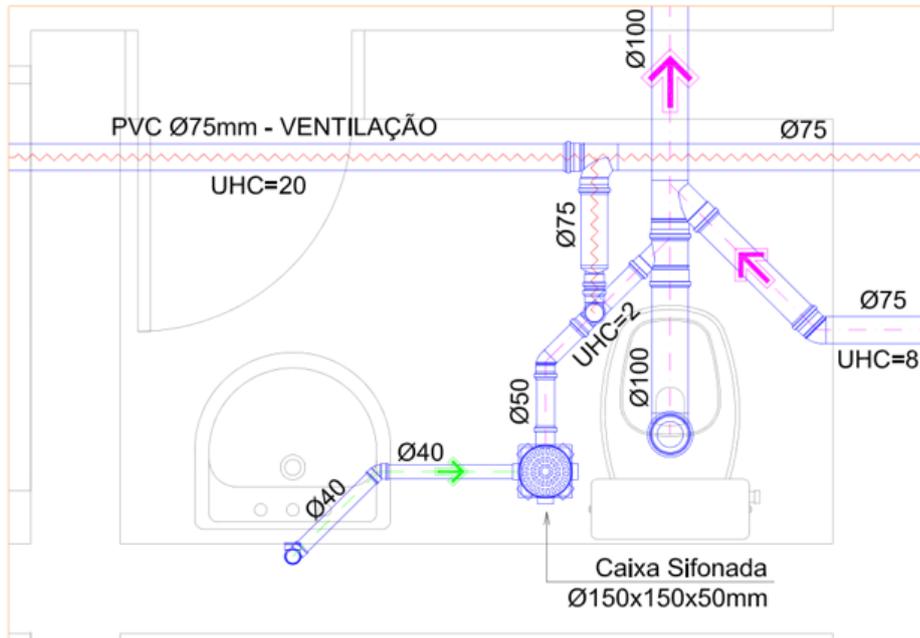
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 29: Aparelhos sanitários da copa nos pavilhões tipo

Pavilhão tipo - Copa			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Pia de cozinha	1	3	3
TOTAL			3

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 30: Detalhe de esgoto do lavabo nos pavilhões tipo (Prancha H02)



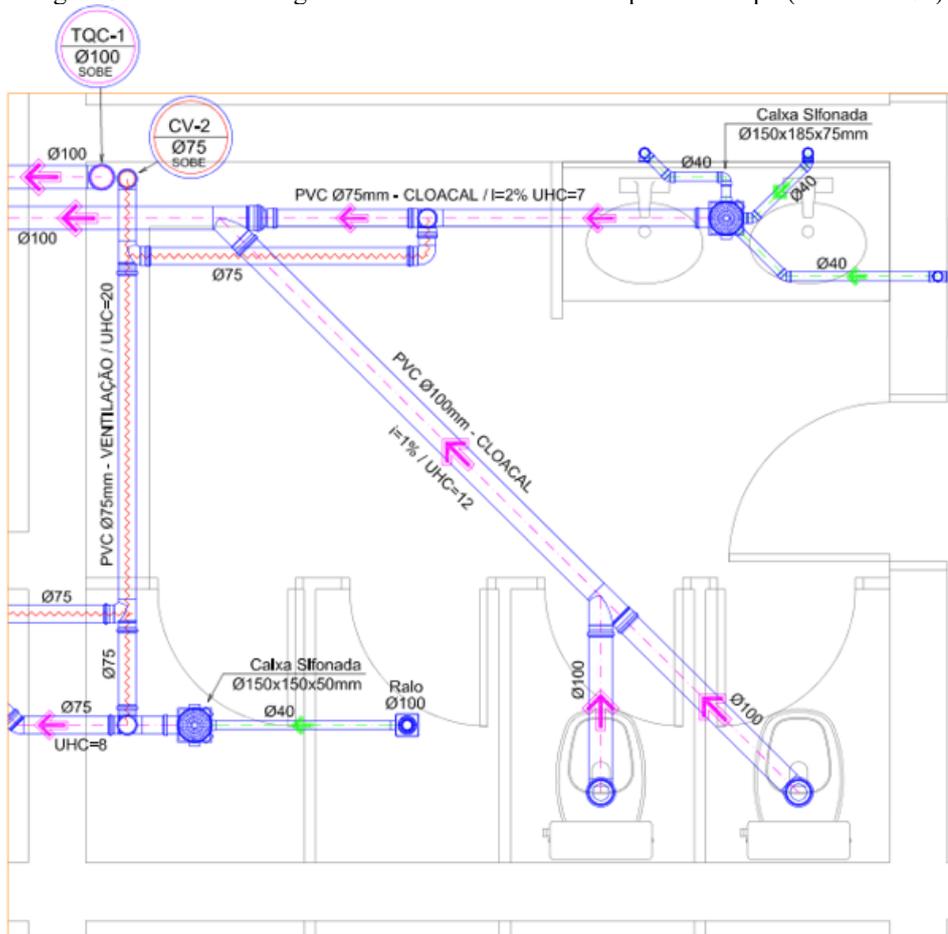
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 30: Aparelhos sanitários do lavabo nos pavilhões tipo

Pavilhão tipo - WC Térreo			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Bacia Sanitária	1	6	6
Lavatório de uso geral	1	2	2
TOTAL			8

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 31: Detalhe de esgoto do vestiário feminino nos pavilhões tipo (Prancha H02)



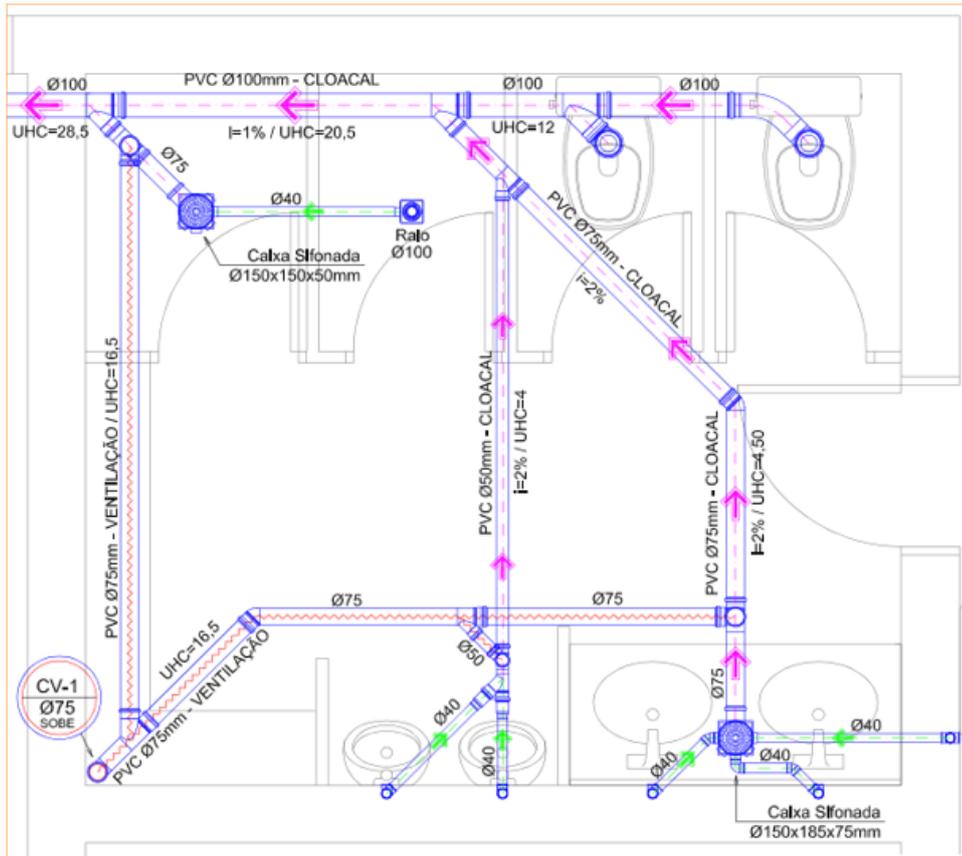
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 31: Aparelhos sanitários do vestiário feminino nos pavilhões tipo

Pavilhão tipo - Vestiário Feminino			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Bacia Sanitária	2	6	12
Chuveiro coletivo	2	4	8
Lavatório de uso geral	2	2	4
Tanque de lavagem	1	3	3
TOTAL			27

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 32: Detalhe de esgoto do vestiário masculino nos pavilhões tipo (Prancha H02)



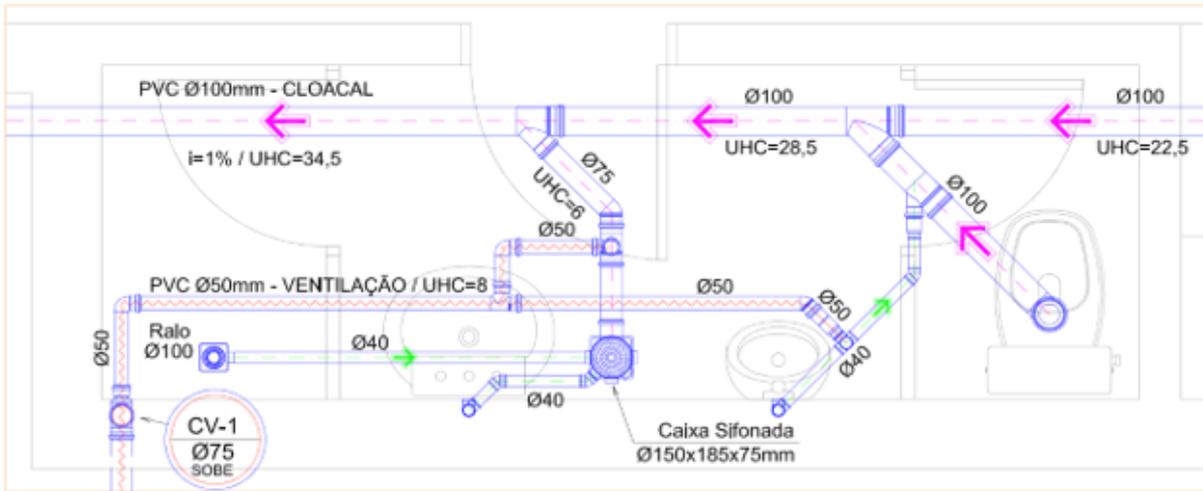
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 32: Aparelhos sanitários do vestiário masculino nos pavilhões tipo

Pavilhão tipo - Vestiário Masculino			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Bacia Sanitária	2	6	12
Bebedouro	1	0,5	0,5
Chuveiro coletivo	2	4	8
Lavatório de uso geral	2	2	4
Mictório	2	2	4
TOTAL			28,5

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 33: Detalhe de esgoto do banheiro masculino no pavilhão 24 (Prancha H08)



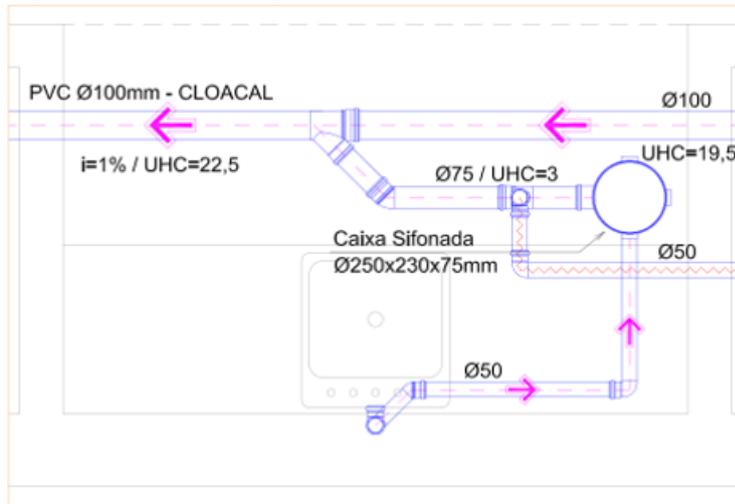
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 33: Aparelhos sanitários do banheiro masculino no pavilhão 24

Pavilhão 24 - Banheiro Masculino			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Bacia Sanitária	1	6	6
Chuveiro coletivo	1	4	4
Lavatório de uso geral	1	2	2
Mictório	1	2	2
TOTAL			14

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 34: Detalhe de esgoto da copa no pavilhão 24 (Prancha H08)



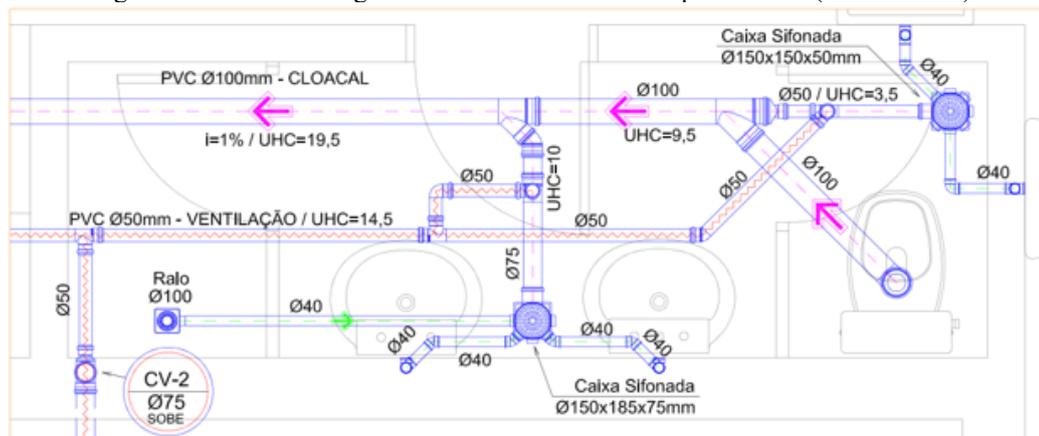
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 34: Detalhe de esgoto da copa no pavilhão 24 (Prancha H08)

Pavilhão 24 - Copa			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Pia de cozinha	1	3	3
TOTAL			3

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 35: Detalhe de esgoto do banheiro feminino no pavilhão 24 (Prancha H08)



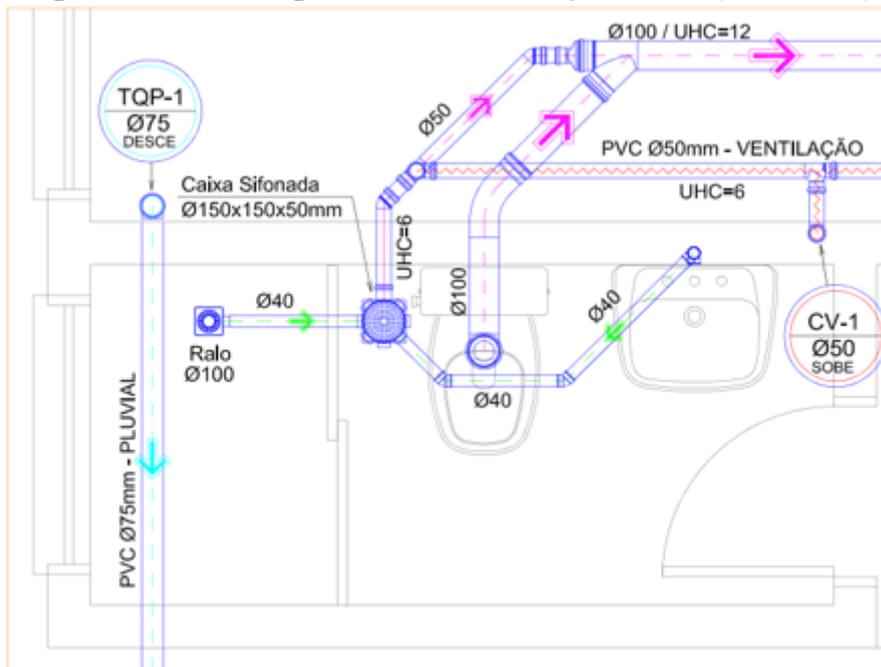
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 35: Aparelhos sanitários do banheiro feminino no pavilhão 24

Pavilhão 24 -Banheiro Feminino			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Bacia Sanitária	1	6	6
Bebedouro	1	0,5	0,5
Chuveiro coletivo	1	4	4
Lavatório de uso geral	2	2	4
Tanque de lava gem	1	3	3
TOTAL			17,5

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 36: Detalhe de esgoto do banheiro de serviço masculino (Prancha H10)



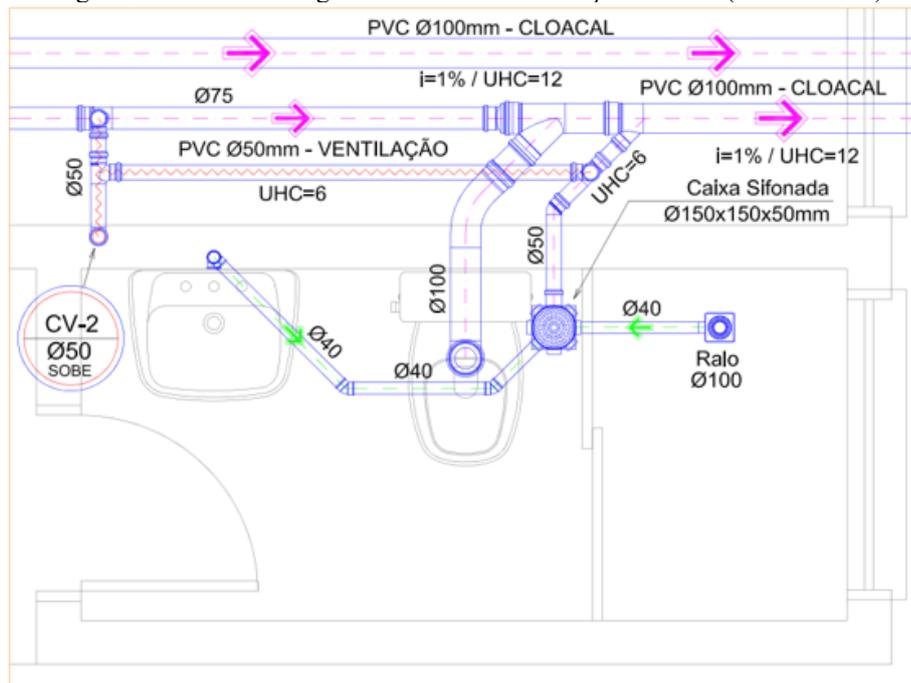
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 36: Aparelhos sanitários do banheiro de serviço masculino

Banheiros Serviço - Masc. e Fem.			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Bacia Sanitária	1	6	6
Chuveiro coletivo	1	4	4
Lavatório de uso geral	1	2	2
TOTAL			12

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 37: Detalhe de esgoto do banheiro de serviço feminino (Prancha H10)



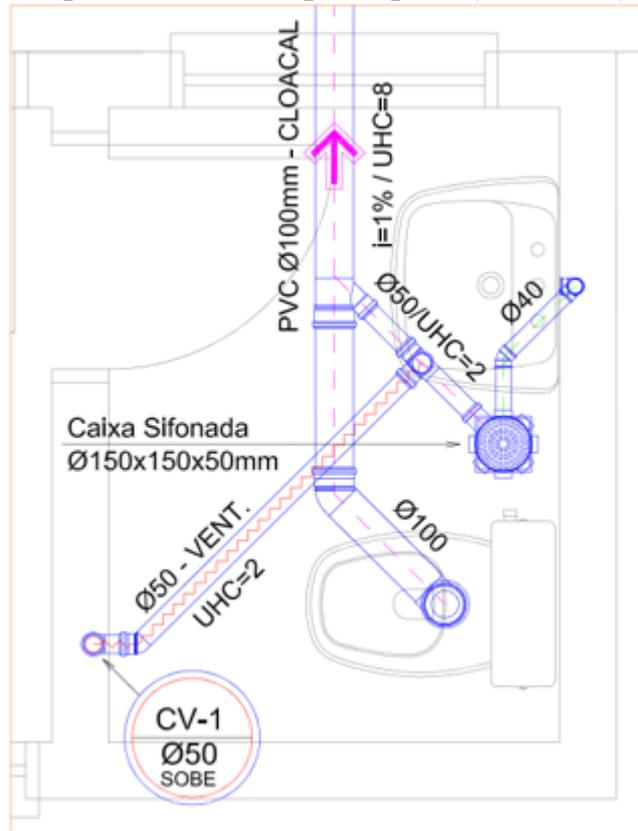
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 37: Aparelhos sanitários do banheiro de serviço feminino

Banheiros Serviço - Masc. e Fem.			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Bacia Sanitária	1	6	6
Chuveiro coletivo	1	4	4
Lavatório de uso geral	1	2	2
TOTAL			12

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 38: Detalhe de esgoto da guarita (Prancha H10)



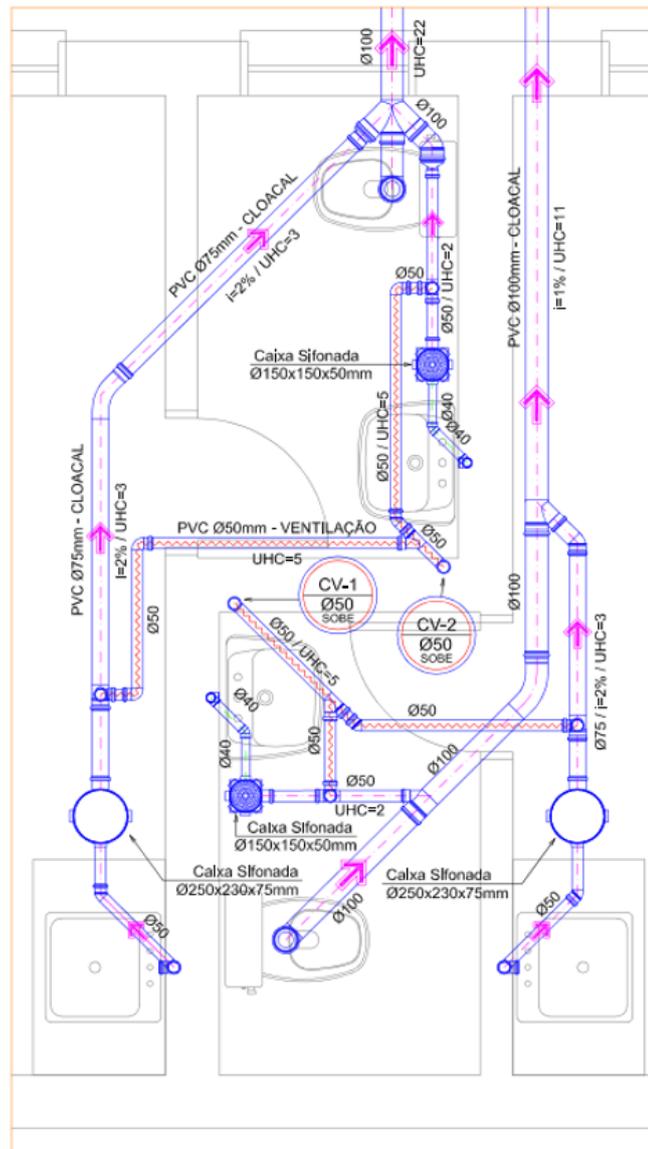
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 38: Aparelhos sanitários da guarita

Guarita			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Bacia Sanitária	1	6	6
Lavatório de uso geral	1	2	2
TOTAL			8

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 39: Detalhe de esgoto das lojas do prédio comercial (Prancha H12)



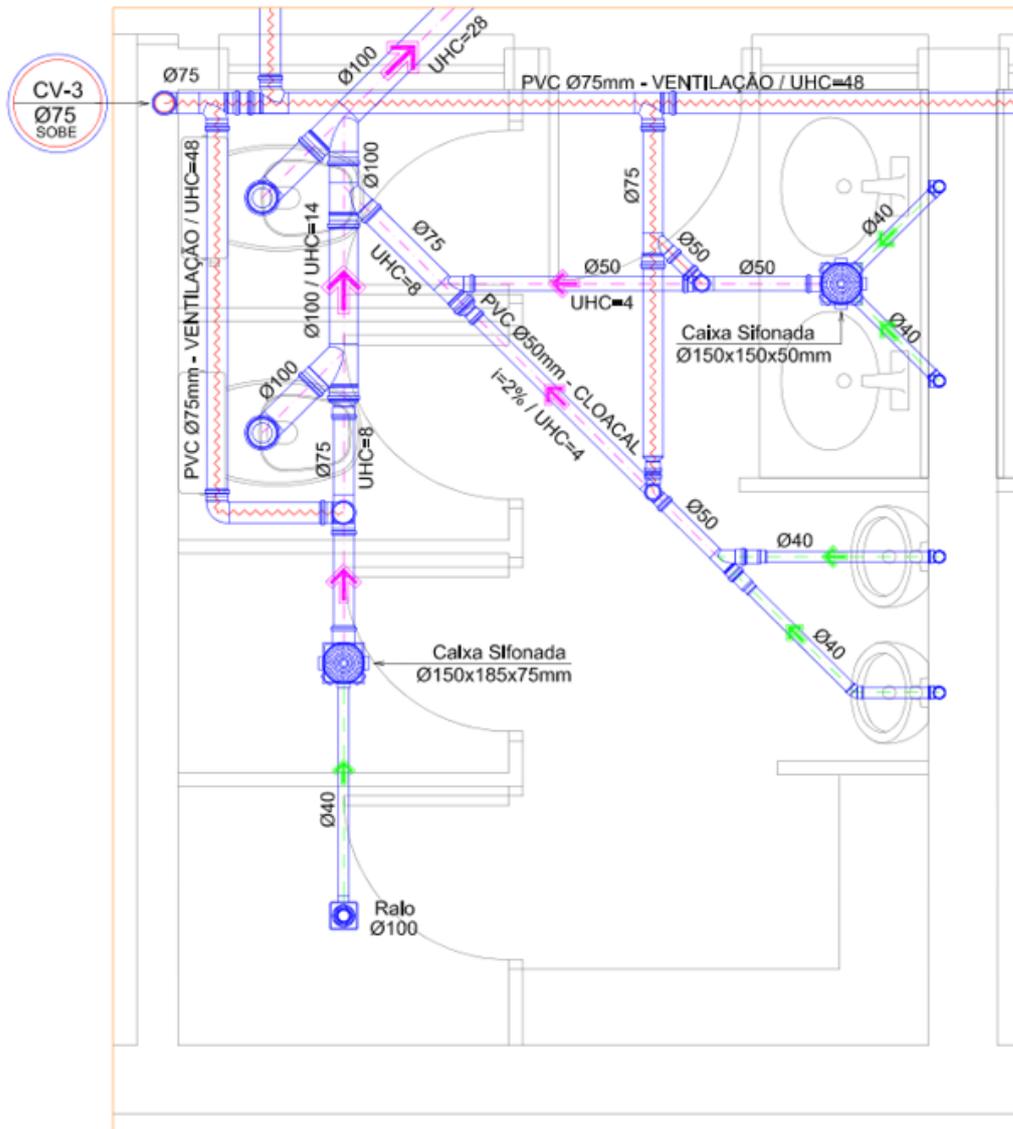
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 39: Aparelhos sanitários das lojas do prédio comercial

Prédio Comercial - Lojas 01 e 02			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Bacia Sanitária	1	6	6
Lavatório de uso geral	1	2	2
Pia de cozinha	1	3	3
TOTAL			11

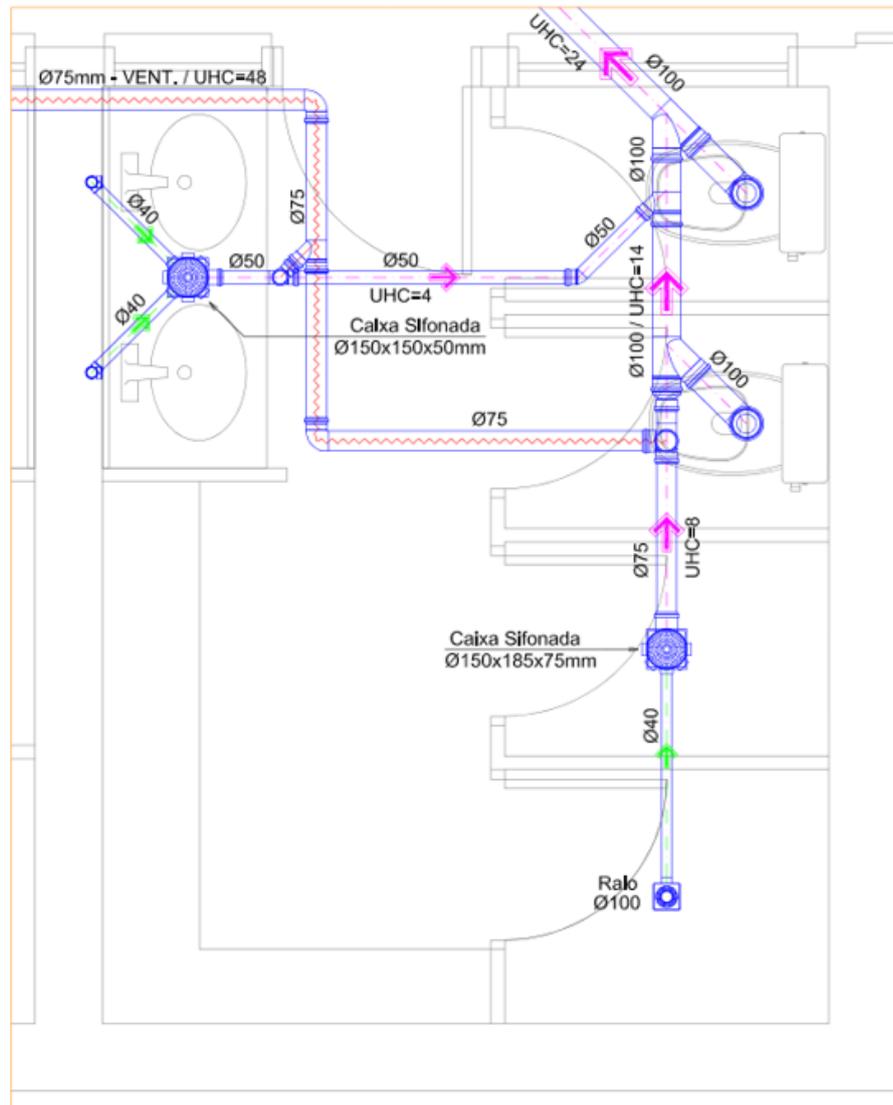
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 40: Detalhe de esgoto do vestiário masculino do prédio comercial (Prancha H12)



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 41: Detalhe de esgoto do vestiário feminino do prédio comercial (Prancha H12)



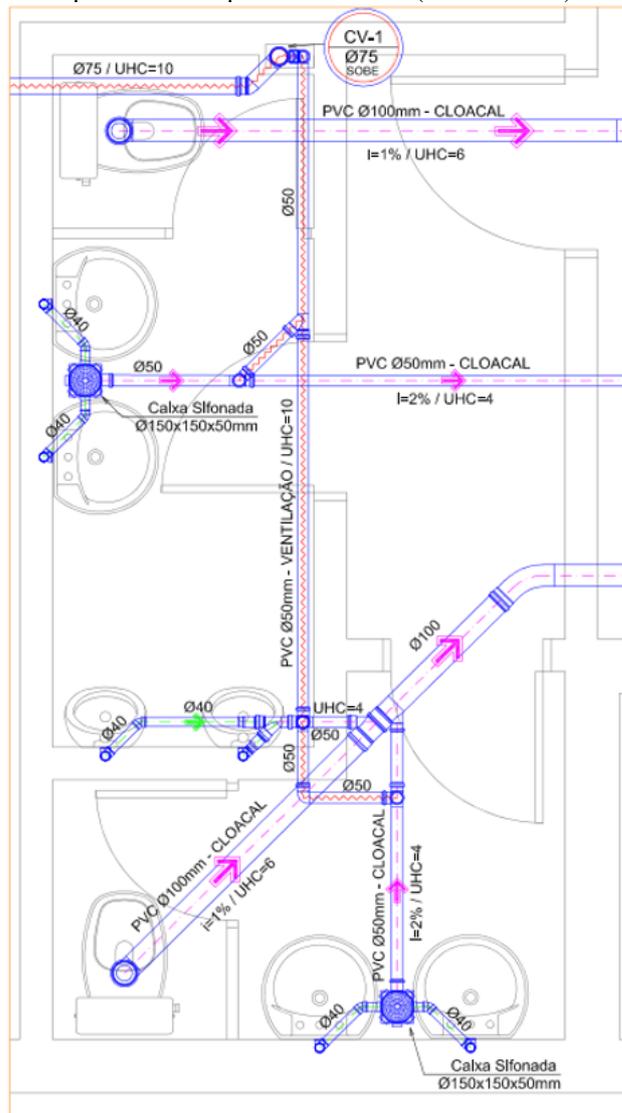
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 40: Aparelhos sanitários dos vestiários do prédio comercial

Prédio Comercial - Vestiários			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Bacia Sanitária	4	6	24
Lavatório de uso geral	4	2	8
Chuveiro coletivo	4	4	16
Mictório	2	2	4
TOTAL			52

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 42: Detalhe de esgoto dos banheiros do 2º pavimento no prédio comercial (Prancha H14)



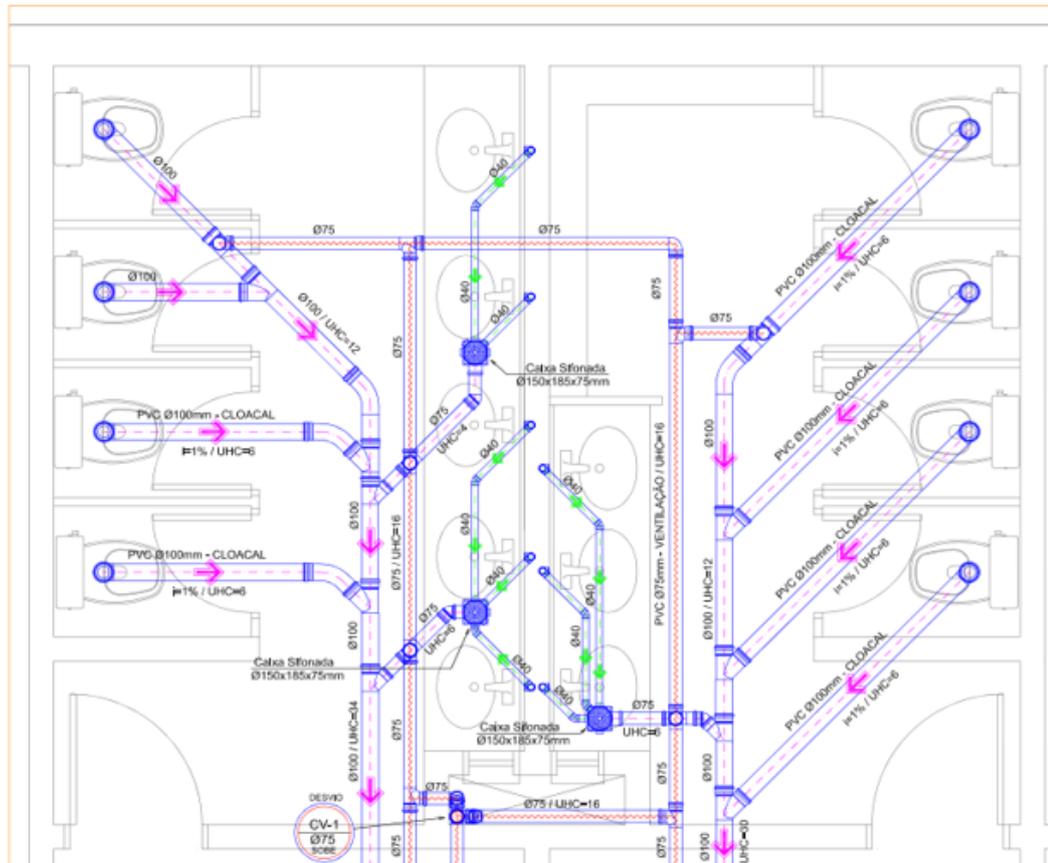
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 41: Aparelhos sanitários dos banheiros do 2º pavimento no prédio comercial

Prédio Comercial - Banheiros 2º pavimento			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Bacia Sanitária	2	6	12
Lavatório de uso geral	4	2	8
Mictório	2	2	4
TOTAL			24

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 43: Detalhe de esgoto dos banheiros do 3º pavimento no prédio comercial (Prancha H14)



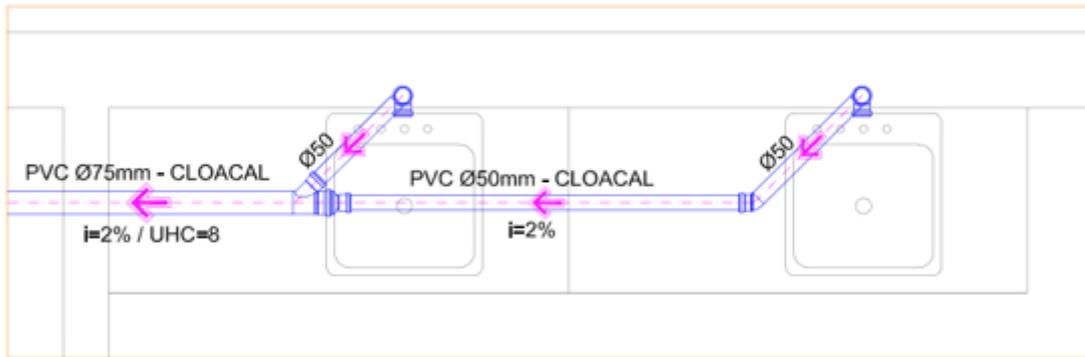
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 42: Aparelhos sanitários dos banheiros do 3º pavimento no prédio comercial

Prédio Comercial - Banheiros 3º pavimento			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Bacia Sanitária	8	6	48
Lavatório de uso geral	8	2	16
TOTAL			64

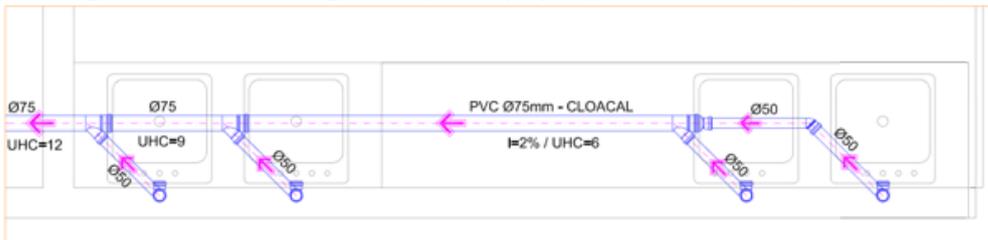
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 44: Detalhe de esgoto das pias de lavagem do restaurante (Prancha H14)



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 45: Detalhe de esgoto das pias de preparação do restaurante (Prancha H14)



(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 43: Aparelhos sanitários do restaurante

Prédio Comercial - Restaurante			
Aparelho	Nº de Aparelhos	UHC	Total
Pia - Lavagem	2	4	8
Pia - Preparação	4	3	12
TOTAL			20

(fonte: elaborado pelo autor)

3.2 Dimensionamento dos tubos de queda

Os tubos de queda foram dimensionados levando-se em conta o somatório de UHC atendido por cada um deles, levando-se em consideração que eles devem possuir o diâmetro nominal igual ou superior aos diâmetros dos ramais de esgoto que ele atende. As tabelas 44 e 45 apresentam os diâmetros mínimos para cada tubo em função do seu somatório de UHC e os diâmetros adotados em cada tubo de queda existente no empreendimento, respectivamente.

Tabela 44: Diâmetro nominal mínimo do tubo de queda em função do número de UHC

Diâmetro nominal do tubo <i>DN</i>	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	1 900
200	2 200	3 600
250	3 800	5 600
300	6 000	8 400

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p.18)

Tabela 45: Dimensionamento dos tubos de queda

Tubos de queda		
Tubo	Nº UHC	Diâmetro Nominal (mm)
TQC - Pavilhão tipo	16	100
TQC - Prédio Comercial	88	100
TQG - Restaurante	20	100

(fonte: elaborado pelo autor)

3.3 Dimensionamento dos tubos de ventilação

A tabela 46, informa o diâmetro nominal mínimo necessário para os ramais de ventilação em função do somatório de UHC em cada ramal de esgoto. Para cada diâmetro de ramal de descarga é estipulada uma distância máxima (tabela 47) entre o desconector e a ligação com o ramal de ventilação.

Tabela 46: Diâmetro nominal mínimo do ramal de ventilação em função do número de UHC

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: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p.21)

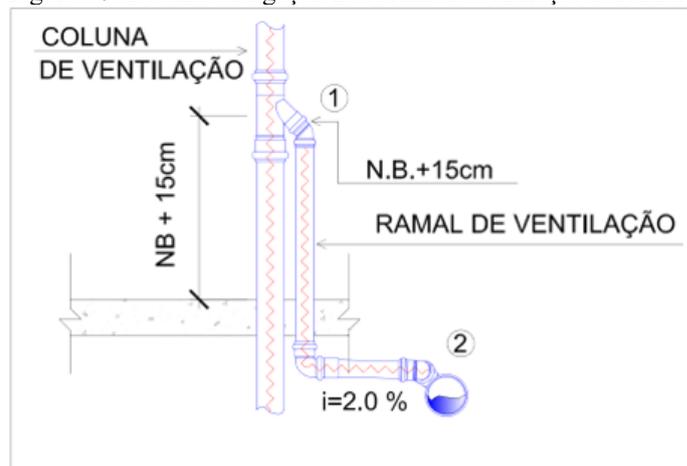
Tabela 47: Distância máxima de um desconector ao tubo ventilador

Diâmetro nominal do ramal de descarga <i>DN</i>	Distância máxima m
40	1,00
50	1,20
75	1,80
100	2,40

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p.11)

A ligação do ramal de ventilação na coluna de ventilação deve ser executada em uma altura igual ou superior a 15 centímetros em relação o nível máximo de transbordamento do aparelho sanitário mais elevado por ele servido, conforme indicado na figura 46.

Figura 46: Detalhe da ligação na coluna de ventilação secundária



(fonte: elaborado pelo autor)

O dimensionamento dos ramais de ventilação em cada ambiente do empreendimento se encontra nas figuras apresentadas no item 3.1, sendo importante ressaltar, que foram realizadas todas as verificações de distâncias máximas para a disposição da ligação dos ramais de esgoto com os tubos ventiladores.

As colunas e os barriletes de ventilação foram dimensionados conforme a tabela 48, em função do somatório de unidades de Hunter de contribuição, do comprimento das tubulações e do diâmetro dos ramais de esgoto atendidos. A tabela 49 apresenta os valores adotados em projeto.

Tabela 48: Diâmetro nominal mínimo do tubo ventilador em função do somatório de UHC e do comprimento

Diâmetro nominal do tubo de queda ou do ramal de esgoto <i>DN</i>	Número de unidades de 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	1 100	-	-	8	31	238	-	-	-
150	2 000	-	-	7	26	201	-	-	-
150	2 900	-	-	6	23	183	-	-	-
200	1 800	-	-	-	10	73	286	-	-
200	3 400	-	-	-	7	57	219	-	-
200	5 600	-	-	-	6	49	186	-	-
200	7 600	-	-	-	5	43	171	-	-
250	4 000	-	-	-	-	24	94	293	-
250	7 200	-	-	-	-	18	73	225	-
250	11 000	-	-	-	-	16	60	192	-
250	15 000	-	-	-	-	14	55	174	-
300	7 300	-	-	-	-	9	37	116	287
300	13 000	-	-	-	-	7	29	90	219
300	20 000	-	-	-	-	6	24	76	186
300	26 000	-	-	-	-	5	22	70	152

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p.12)

Tabela 49: Dimensionamento dos tubos ventiladores

Colunas / Barriletes de Ventilação			
Coluna / Barrilete	Nº UHC	Diâmetro Nominal (mm)	L (m)
CV - Pavilhão tipo	40,5	75	13,10
CV 1 - Pavilhão 24	8	75	8,00
CV 2- Pavilhão 24	14,5	75	8,00
CV - Banhos Serviço	6	50	3,30
CV - Guarita	2	50	3,30
CV 1/2 - Prédio Comercial	36	75	33,60
CV 3 / TQG - Prédio Comercial	48	75	18,50
Barrilete - Prédio Comercial	84	75	39,50

(fonte: elaborado pelo autor)

3.4 Dimensionamento dos subcoletores e coletor predial

Os subcoletores de esgoto sanitário e o coletor predial foram dimensionados através da tabela 50, a qual determina o número máximo de unidades de Hunter de contribuição em função dos diâmetros e das declividades adotadas.

Tabela 50: Diâmetros nominais mínimos dos subcoletores em função do somatório de unidades de Hunter de contribuição e das declividades

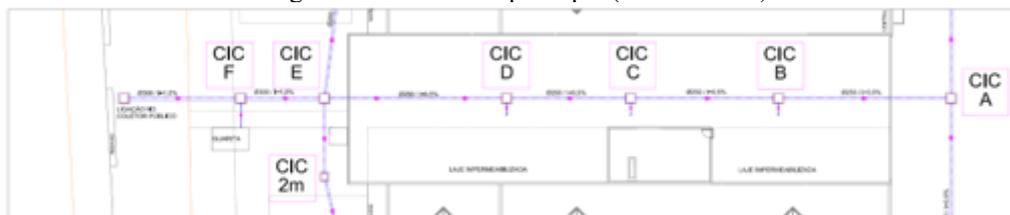
Diâmetro nominal do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição em função das declividades mínimas %			
	0,5	1	2	4
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1 000
200	1 400	1 600	1 920	2 300
250	2 500	2 900	3 500	4 200
300	3 900	4 600	5 600	6 700
400	7 000	8 300	10 000	12 000

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p.18)

Para fins de dimensionamento, a rede de coleta de esgoto sanitário do complexo foi dividida nos seguintes ramais, conforme indicado na planta de localização e implantação do lote:

- a) Subcoletor principal: recebe os efluentes do prédio comercial, guarita e demais ramais, incluindo o coletor predial.

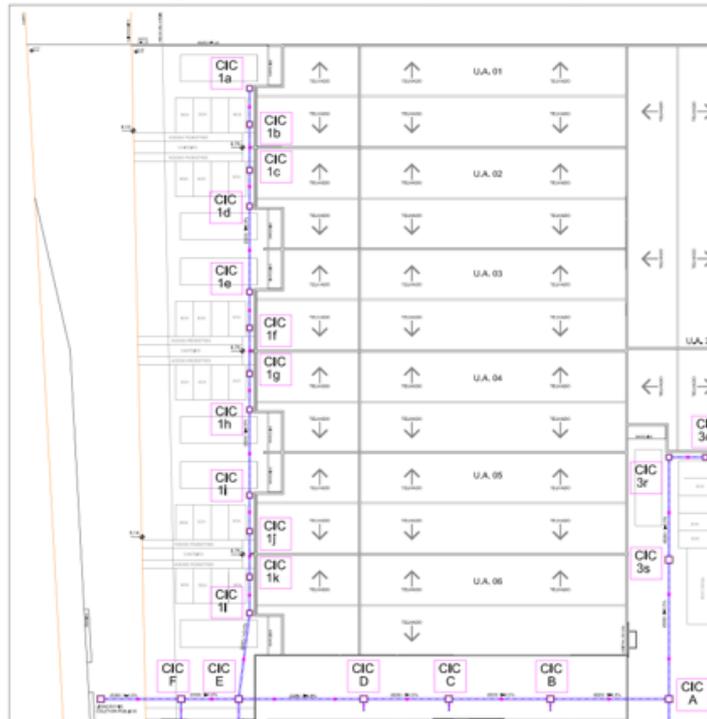
Figura 47: Subcoletor principal (Prancha H01)



(fonte: elaborado pelo autor)

- b) Subcoletor 01: recebe os efluentes das unidades autônomas 01, 02, 03, 04, 05 e 06.

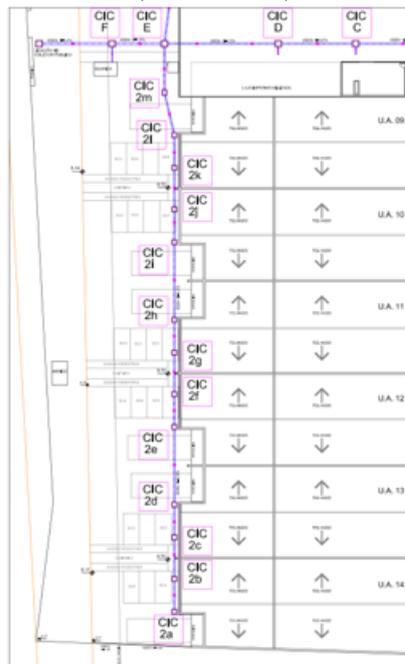
Figura 48: Subcoletor 01 (Prancha H01)



(fonte: elaborado pelo autor)

- c) Subcoletor 02: recebe os efluentes das unidades autônomas 09, 10, 11, 12, 13 e 14.

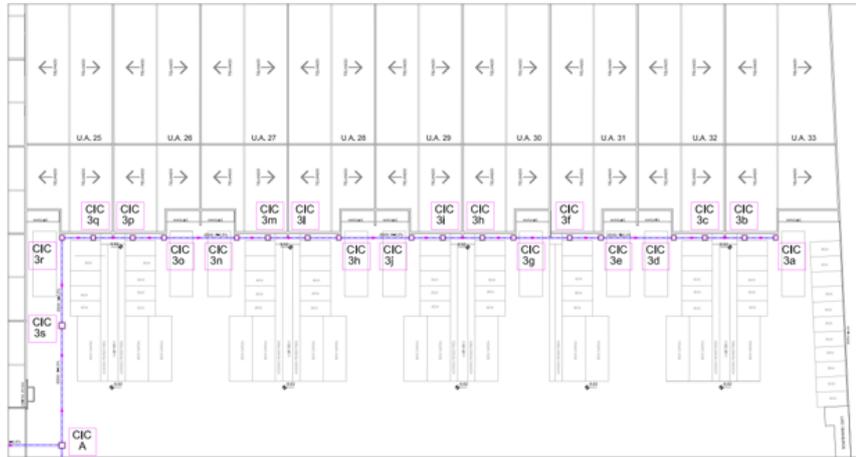
Figura 49: Subcoletor 02
(Prancha H01)



(fonte: elaborado pelo autor)

- d) Subcoletor 03: recebe os efluentes das unidades autônomas 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 e 33.

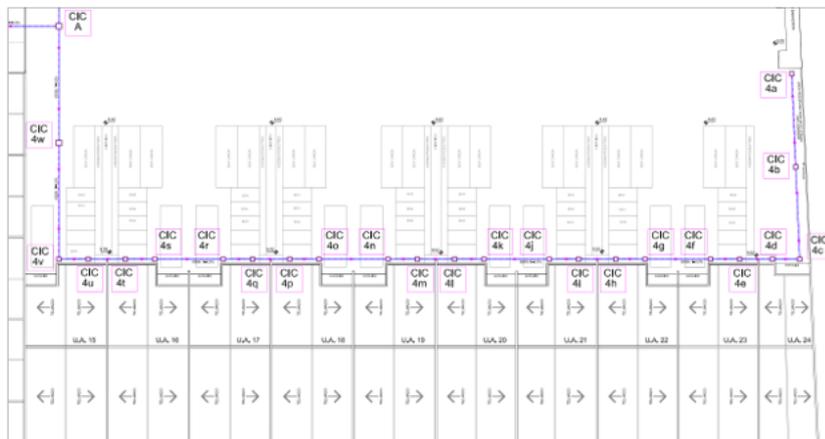
Figura 50: Subcoletor 03 (Prancha H01)



(fonte: elaborado pelo autor)

- e) Subcoletor 04: recebe os efluentes das unidades autônomas 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 e 24, além dos banheiros de serviço.

Figura 51: Subcoletor 04 (Prancha H01)



(fonte: elaborado pelo autor)

Os resultados do dimensionamento dos subcoletores e coletor predial, bem como as cotas de tampa e de fundo das caixas de inspeção que compõem as redes de coleta se encontram na tabela 51. No processo de dimensionamento, foram adotadas declividades de modo a buscar a mínima profundidade em caixas de inspeção, bem como prever a ligação do coletor predial com a rede pública no passeio a uma profundidade máxima de um metro. Objetivando garantir a acessibilidade aos elementos do sistema, os dispositivos de inspeção foram posicio-

nados em todas as mudanças de declividade, de diâmetro e em junção de tubulações. Sua disposição foi realizada de forma a respeitar a distância máxima estabelecida de 25 metros, sendo ela reduzida para 15 metros no trecho correspondente ao coletor predial.

Tabela 51: Dimensionamento dos subcoletores

Ramal	Montante	Jusante	UHC trecho	UHC acum.	Diâmetro Nominal (mm)	Decliv. (%)	Comprimento (m)	Cota Montante (m)	Cota Jusante (m)	Cota Terreno Montante (m)	Cota Terreno Jusante (m)	
SUBCOLETOR PRINCIPAL	CIC-A	CIC-B	0,0	1543,5	250	0,5%	15,45	8,01	7,93	8,62	8,62	
	CIC-B	CIC-C	52,0	1595,5	250	0,5%	13,22	7,93	7,87	8,62	8,62	
	CIC-C	CIC-D	88,0	1683,5	250	0,5%	11,05	7,87	7,81	8,62	8,62	
	CIC-D	CIC-E	22,0	1705,5	250	0,5%	16,33	7,81	7,73	8,62	8,62	
	CIC-E	CIC-F	2695,5	4401,0	300	1,0%	7,50	7,73	7,65	8,62	8,62	
	CIC-F	DMAE	8,0	4409,0	300	1,0%	10,45	7,65	7,55	8,36	8,14	
SUBCOLETOR 1	CIC-1a	CIC-1b	28,5	28,5	200	0,5%	4,78	8,29	8,27	8,79	8,79	
	CIC-1b	CIC-1c	54,0	82,5	200	0,5%	6,01	8,27	8,24	8,79	8,79	
	CIC-1c	CIC-1d	54,0	136,5	200	0,5%	4,78	8,24	8,21	8,79	8,79	
	CIC-1d	CIC-1e	28,5	165,0	200	0,5%	11,12	8,21	8,16	8,79	8,79	
	CIC-1e	CIC-1f	28,5	193,5	200	0,5%	4,78	8,16	8,13	8,79	8,79	
	CIC-1f	CIC-1g	54,0	247,5	200	0,5%	6,01	8,13	8,10	8,79	8,79	
	CIC-1g	CIC-1h	54,0	301,5	200	0,5%	4,78	8,10	8,08	8,79	8,79	
	CIC-1h	CIC-1i	28,5	330,0	200	0,5%	11,12	8,08	8,02	8,79	8,79	
	CIC-1i	CIC-1j	28,5	358,5	200	0,5%	4,78	8,02	8,00	8,79	8,79	
	CIC-1j	CIC-1k	54,0	412,5	200	0,5%	6,01	8,00	7,97	8,79	8,79	
	CIC-1k	CIC-1l	54,0	466,5	200	0,5%	4,78	7,97	7,95	8,79	8,79	
	CIC-1l	CIC-E	28,5	495,0	200	0,5%	11,32	7,95	7,89	8,79	8,62	
	SUBCOLETOR 2	CIC-2a	CIC-2b	28,5	28,5	200	0,5%	4,78	8,22	8,20	8,72	8,72
		CIC-2b	CIC-2c	54,0	82,5	200	0,5%	6,01	8,20	8,17	8,72	8,72
CIC-2c		CIC-2d	54,0	136,5	200	0,5%	4,78	8,17	8,14	8,72	8,72	
CIC-2d		CIC-2e	28,5	165,0	200	0,5%	11,12	8,14	8,09	8,72	8,72	
CIC-2e		CIC-2f	28,5	193,5	200	0,5%	4,78	8,09	8,06	8,72	8,72	
CIC-2f		CIC-2g	54,0	247,5	200	0,5%	6,01	8,06	8,03	8,72	8,72	
CIC-2g		CIC-2h	54,0	301,5	200	0,5%	4,78	8,03	8,01	8,72	8,72	
CIC-2h		CIC-2i	28,5	330,0	200	0,5%	11,12	8,01	7,95	8,72	8,72	
CIC-2i		CIC-2j	28,5	358,5	200	0,5%	4,78	7,95	7,93	8,72	8,72	
CIC-2j		CIC-2k	54,0	412,5	200	0,5%	6,01	7,93	7,90	8,72	8,72	
CIC-2k		CIC-2l	54,0	466,5	200	0,5%	4,78	7,90	7,88	8,72	8,72	
CIC-2l		CIC-2m	28,5	495,0	200	0,5%	6,27	7,88	7,84	8,72	8,72	
CIC-2m		CIC-E	0,0	495,0	200	0,5%	7,05	7,84	7,81	8,72	8,62	
SUBCOLETOR 3		CIC-3a	CIC-3b	28,5	28,5	200	0,5%	4,78	9,00	8,98	9,52	9,52
	CIC-3b	CIC-3c	54,0	82,5	200	0,5%	6,01	8,98	8,95	9,52	9,52	
	CIC-3c	CIC-3d	54,0	136,5	200	0,5%	4,78	8,95	8,92	9,52	9,52	
	CIC-3d	CIC-3e	28,5	165,0	200	0,5%	10,92	8,92	8,87	9,52	9,52	
	CIC-3e	CIC-3f	28,5	193,5	200	0,5%	4,78	8,87	8,84	9,52	9,52	
	CIC-3f	CIC-3g	54,0	247,5	200	0,5%	8,41	8,84	8,80	9,52	9,52	
	CIC-3g	CIC-3h	28,5	276,0	200	0,5%	4,78	8,80	8,78	9,52	9,52	
	CIC-3h	CIC-3i	54,0	330,0	200	0,5%	6,01	8,78	8,75	9,52	9,52	
	CIC-3i	CIC-3j	54,0	384,0	200	0,5%	4,78	8,75	8,72	9,52	9,52	
	CIC-3j	CIC-3k	28,5	412,5	200	0,5%	10,92	8,72	8,67	9,52	9,52	
	CIC-3k	CIC-3l	28,5	441,0	200	0,5%	4,78	8,67	8,65	9,52	9,52	
	CIC-3l	CIC-3m	54,0	495,0	200	0,5%	6,01	8,65	8,62	9,52	9,52	
	CIC-3m	CIC-3n	54,0	549,0	200	0,5%	4,78	8,62	8,59	9,52	9,52	
	CIC-3n	CIC-3o	28,5	577,5	200	0,5%	10,92	8,59	8,54	9,52	9,52	
CIC-3o	CIC-3p	28,5	606,0	200	0,5%	4,78	8,54	8,51	9,52	9,52		
SUBCOLETOR 4	CIC-3p	CIC-3q	54,0	660,0	200	0,5%	6,01	8,51	8,48	9,52	9,52	
	CIC-3q	CIC-3r	54,0	714,0	200	0,5%	4,78	8,48	8,46	9,52	9,52	
	CIC-3r	CIC-3s	28,5	742,5	200	0,5%	13,44	8,46	8,39	9,52	8,98	
	CIC-3s	CIC-A	0,0	742,5	200	1,0%	18,30	8,39	8,21	8,98	8,62	
	CIC-4a	CIC-4b	24,0	24,0	200	0,5%	15,18	9,14	9,06	9,52	9,52	
	CIC-4b	CIC-4c	0,0	24,0	200	0,5%	15,02	9,06	8,99	9,52	9,52	
	CIC-4c	CIC-4d	0,0	24,0	200	0,5%	4,39	8,99	8,96	9,52	9,52	
	CIC-4d	CIC-4e	34,5	58,5	200	0,5%	5,28	8,96	8,94	9,52	9,52	
	CIC-4e	CIC-4f	54,0	112,5	200	0,5%	4,78	8,94	8,91	9,52	9,52	
	CIC-4f	CIC-4g	28,5	141,0	200	0,5%	10,42	8,91	8,86	9,52	9,52	
	CIC-4g	CIC-4h	28,5	169,5	200	0,5%	4,78	8,86	8,84	9,52	9,52	
	CIC-4h	CIC-4i	54,0	223,5	200	0,5%	6,01	8,84	8,81	9,52	9,52	
	CIC-4i	CIC-4j	54,0	277,5	200	0,5%	4,78	8,81	8,78	9,52	9,52	
	CIC-4j	CIC-4k	28,5	306,0	200	0,5%	10,42	8,78	8,73	9,52	9,52	
CIC-4k	CIC-4l	28,5	334,5	200	0,5%	4,78	8,73	8,71	9,52	9,52		
CIC-4l	CIC-4m	54,0	388,5	200	0,5%	6,01	8,71	8,68	9,52	9,52		
CIC-4m	CIC-4n	54,0	442,5	200	0,5%	4,78	8,68	8,65	9,52	9,52		
CIC-4n	CIC-4o	28,5	471,0	200	0,5%	10,92	8,65	8,60	9,52	9,52		
CIC-4o	CIC-4p	28,5	499,5	200	0,5%	4,78	8,60	8,58	9,52	9,52		
CIC-4p	CIC-4q	54,0	553,5	200	0,5%	6,01	8,58	8,55	9,52	9,52		
CIC-4q	CIC-4r	54,0	607,5	200	0,5%	4,78	8,55	8,52	9,52	9,52		
CIC-4r	CIC-4s	28,5	636,0	200	0,5%	10,92	8,52	8,47	9,52	9,52		
CIC-4s	CIC-4t	28,5	664,5	200	0,5%	4,78	8,47	8,44	9,52	9,52		
CIC-4t	CIC-4u	54,0	718,5	200	0,5%	6,01	8,44	8,41	9,52	9,52		
CIC-4u	CIC-4v	54,0	772,5	200	0,5%	4,78	8,41	8,39	9,52	9,52		
CIC-4v	CIC-4w	28,5	801,0	200	1,0%	18,9	8,39	8,20	9,52	8,74		
CIC-4w	CIC-A	0,0	801,0	200	1,0%	19	8,20	8,01	8,74	8,62		

(fonte: elaborado pelo autor)

3.5 Dimensionamento dos desconectores

Os desconectores, ou seja, os dispositivos providos de fecho hídrico destinados a vedar a passagem de gases no sentido oposto ao deslocamento do esgoto, foram dimensionados conforme o item 5.1.1 da NBR 8160/1999, o qual estabelece as seguintes características mínimas:

- a) Diâmetro nominal de 100 milímetros para efluentes que somem até 6 UHC.
- b) Diâmetro nominal de 125 milímetros para efluentes que somem até 10 UHC.
- c) Diâmetro nominal de 150 milímetros para efluentes que somem até 15 UHC.
- d) Apresentar o orifício de saída com diâmetro maior ou igual aos ramais de descarga por ele atendidos.

3.6 Dimensionamento das caixas retentoras de gordura

A NBR 8160/1999, estabelece que deve ser prevista uma caixa de gordura especial para coleta dos efluentes de restaurantes. Seu dimensionamento é feito através da fórmula 21 e elas devem possuir as seguintes dimensões mínimas:

- a) Altura molhada: 60 centímetros.
- b) Parte submersa do septo: 40 centímetros.
- c) Diâmetro nominal mínimo da tubulação de saída: 100 milímetros.

$$V = 2 \times N + 20 \quad (\text{fórmula 21})$$

Onde:

V = volume, em litros, da caixa retentora de gordura especial;

N = número de pessoas servidas pelas cozinhas no turno em que existe maior afluxo.

$$V = 2 \times 94 + 20 = 208 \text{ litros}$$

Foi adotada uma caixa de gordura especial com 60 centímetros de comprimento, 60 centímetros de largura e 60 centímetros de altura útil, totalizando um volume de 216 litros para coleta do esgoto do restaurante localizado no prédio comercial. Para o atendimento das copas nas unidades autônomas, foram adotadas caixas de gordura no padrão comercial com diâmetro interno de 250 milímetros.

4 SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL

Inicialmente, foram determinadas as intensidades máximas de chuva a serem consideradas no projeto (tabela 52), utilizando a equação intensidade-duração-frequência, ou I-D-F, referente ao posto pluviográfico da região do aeroporto de Porto Alegre, conforme proposto no Caderno de Encargos do DEP (2005).

$$i_{m\acute{a}x} = \frac{862,8 \times T_r^{0,148}}{(t_d + 13,3)^{0,79}} \quad (\text{f\acute{o}rmula 22})$$

Onde:

$i_{m\acute{a}x}$ = intensidade máxima de chuva, em mm/h;

T_r = período de retorno, em anos;

t_d = tempo de duração da chuva, que deve ser igual ao tempo de concentração da bacia contribuinte, em minutos.

O tempo de duração foi fixado em 5 minutos conforme indicado na NBR 10844/1989 e o período de retorno foi adotado em função das características da área a ser drenada, conforme recomendam a NBR 10844/1989 e a NBR 15527/2019.

- a) $T = 1$ ano, para áreas pavimentadas.
- b) $T = 5$ anos, para coberturas e terraços, utilizado no processo de dimensionamento dos condutores horizontais.
- c) $T = 25$ anos, nos trechos em que foi adotado o sistema de reaproveitamento de águas de chuva, utilizado no processo de dimensionamento das calhas, dos condutores verticais e dos extravasores dos reservatórios de aproveitamento de águas de chuva.

Tabela 52: Intensidade máxima de precipitação para diferentes períodos de retorno

Período de retorno (anos)	Intensidade pluviométrica (mm/h)
1	83,2
5	104,7
25	131,8

(fonte: elaborado pelo autor)

Com as intensidades máximas de precipitação determinadas, as vazões de projeto do processo de dimensionamento do sistema de drenagem do empreendimento, bem como do sistema de reaproveitamento de águas pluviais são determinadas através do Método Racional, como proposto na NBR 10844/1989 e no Caderno de Encargos do DEP (2005).

$$Q = \frac{\sum C \cdot I \cdot A}{60} \quad (\text{fórmula 23})$$

Onde:

Q = vazão de projeto, em L/min;

C = coeficiente de escoamento, adotado 1,00 para áreas impermeáveis e 0,50 para áreas de pavimento permeável (canteiros e estacionamentos);

I = intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = área de contribuição, em m².

4.1 Dimensionamento das calhas e condutores verticais

As áreas de contribuição de cada parcela do telhado dos pavilhões foi calculada através da fórmula 24, levando em consideração a inclinação da superfície do da cobertura.

$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) \cdot b \quad (\text{fórmula 24})$$

Onde:

A = área de contribuição de superfície plana inclinada, em m²;

a = comprimento do telhado, em metros;

h = altura do telhado, em metros;

b = largura do telhado, em metros.

Para a coleta das águas provenientes da coleta do telhado dos pavilhões, foram consideradas calhas de seção semicircular e o seu dimensionamento foi realizado através da tabela 53.

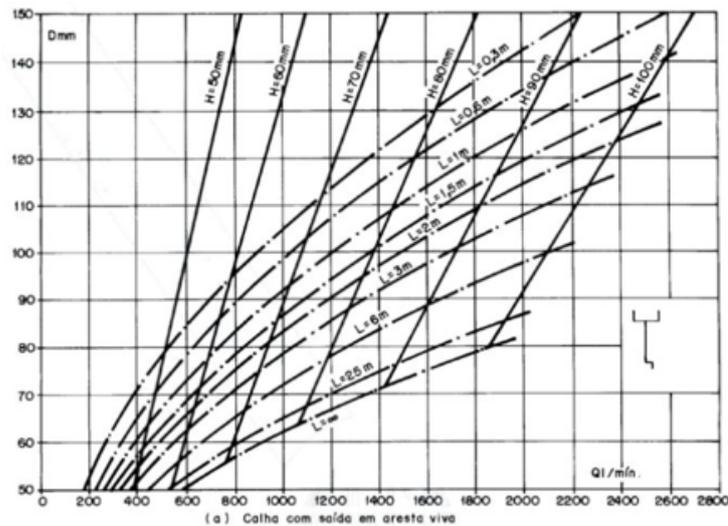
Tabela 53: Capacidade de calhas semicirculares com coeficientes de rugosidade iguais a 0,011

Diâmetro Interno (mm)	Declividades		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1167	1634

(fonte: adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989, p.6)

Os condutores verticais foram dimensionados de acordo com a figura 52, a qual relaciona o diâmetro nominal mínimo com a vazão de projeto, a altura da lâmina d'água e o seu comprimento para calhas com saída em aresta viva.

Figura 52: Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989, p.8)

No processo de dimensionamento, foram considerados dados referentes à unidade autônoma 33, a qual apresenta as maiores áreas contribuintes, desse modo, padronizando o diâmetro das calhas nos demais pavilhões. Em função das vazões de projeto e da altura dos condutores verticais, percebe-se que o ponto de utilização está abaixo dos valores mínimos estabelecidos pelo ábaco da figura 52. Cabe ressaltar que a NBR 10844/1989 estabelece que o diâmetro interno mínimo de condutores verticais de seção circular é 70 milímetros. Os resultados do dimensionamento das calhas e dos coletores verticais das áreas de pavilhão encontram-se na tabela 54, na qual as calhas são representadas pelos condutores verticais que a atendem.

Tabela 54: Dimensionamento de calhas e condutores verticais

Trecho	Área de contribuição (m ²)	Vazão (L/min)	CALHAS			CONDUTORES VERTICAIS		
			Decliv.	DN mínimo	DN adotado	Altura	DN mínimo	DN adotado
			(%)	(mm)	(mm)	(m)	(mm)	(mm)
TQP 1 = TQP 4	113,40	249,10	0,5%	125	150	6,25	70	75
TQP 2 e TQP3 = TQP 5 e TQP 6	173,00	380,02	0,5%	150	150	6,25	70	100

(fonte: elaborado pelo autor)

4.2 Dimensionamento dos condutores horizontais

As capacidades de condução dos coletores horizontais trabalhando em seção plena foram calculadas através da equação de Manning-Strickler, conforme proposto na NBR 10844/1989 e no Caderno de Encargos do DEP (2005).

$$Q_c = K \cdot \frac{S}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (\text{fórmula 25})$$

Onde:

Q_c = vazão do conduto à seção plena, em L/min;

S = área da seção molhada, em m²;

n = coeficiente de rugosidade, adotado 0,011 para tubulações de PVC e concreto, conforme tabela 55;

R = raio hidráulico, em metros;

i = declividade do conduto, em m/m;

$K = 60.000$.

Tabela 55: Coeficiente de rugosidade em função das características da canalização

Características da Canalização	n
Canais retilíneos com grama de até 15 cm de altura	0,300 - 0,400
Canais retilíneos com capim de até 30 cm de altura	0,300 - 0,600
Galerias de concreto pré-moldado, c/ bom acabamento	0,011 - 0,014
Galerias de concreto moldado <i>in-loco</i> , c/ formas metálicas simples	0,012 - 0,014
Galerias de concreto moldado <i>in-loco</i> , c/ formas de madeira	0,015 - 0,020
Sarjetas de asfalto suave	0,013
Sarjetas de asfalto rugoso	0,016
Sarjetas de concreto suave com pavimento de asfalto	0,014
Sarjetas de concreto rugoso com pavimento de asfalto	0,015
Pavimento de concreto	0,014 - 0,016
Pedras	0,016

(fonte: DEPARTAMENTO DE ESGOTOS PLUVIAIS, 2005, p.16)

Para uma altura de lâmina d'água de dois terços nas tubulações, calculou-se a capacidade de condução das tubulações trabalhando em seção parcial.

$$Q_p = (Q_h/Q_c) \cdot Q_c \quad (\text{fórmula 26})$$

Onde:

Q_p = vazão do conduto à seção parcial, em L/min;

Q_h/Q_c = relação entre a velocidade à seção parcial e a seção plena, adimensional, determinado através da tabela 56.

Tabela 56: Relação entre vazões e velocidades para tubulações trabalhando em seção parcial

Q_h/Q_c	V_h/V_c	h/D									
0,00	0,000	0,000	0,29	0,866	0,368	0,58	1,036	0,546	0,87	1,126	0,720
0,01	0,321	0,070	0,30	0,874	0,375	0,59	1,041	0,552	0,88	1,128	0,727
0,02	0,396	0,098	0,31	0,881	0,382	0,60	1,045	0,558	0,89	1,130	0,733
0,03	0,447	0,119	0,32	0,889	0,388	0,61	1,049	0,563	0,90	1,131	0,740
0,04	0,487	0,136	0,33	0,897	0,395	0,62	1,053	0,569	0,91	1,133	0,747
0,05	0,521	0,152	0,34	0,904	0,401	0,63	1,057	0,575	0,92	1,134	0,754
0,06	0,550	0,166	0,35	0,911	0,408	0,64	1,060	0,581	0,93	1,136	0,762
0,07	0,575	0,179	0,36	0,918	0,414	0,65	1,064	0,586	0,94	1,137	0,769
0,08	0,599	0,191	0,37	0,924	0,421	0,66	1,068	0,592	0,95	1,138	0,776
0,09	0,620	0,203	0,38	0,931	0,427	0,67	1,071	0,598	0,96	1,139	0,784
0,10	0,639	0,213	0,39	0,937	0,433	0,68	1,075	0,604	0,97	1,139	0,792
0,11	0,657	0,224	0,40	0,944	0,439	0,69	1,078	0,610	0,98	1,140	0,800
0,12	0,674	0,234	0,41	0,950	0,445	0,70	1,081	0,616	0,99	1,140	0,811
0,13	0,690	0,243	0,42	0,956	0,452	0,71	1,085	0,621	1,00	1,139	0,820
0,14	0,705	0,252	0,43	0,962	0,458	0,72	1,088	0,627	1,01	1,139	0,830
0,15	0,719	0,261	0,44	0,967	0,464	0,73	1,091	0,633	1,02	1,138	0,839
0,16	0,732	0,270	0,45	0,973	0,470	0,74	1,094	0,639	1,03	1,137	0,850
0,17	0,745	0,279	0,46	0,979	0,476	0,75	1,097	0,645	1,04	1,135	0,862
0,18	0,757	0,287	0,47	0,984	0,482	0,76	1,100	0,651	1,05	1,132	0,875
0,19	0,769	0,295	0,48	0,989	0,488	0,77	1,102	0,657	1,06	1,127	0,890
0,20	0,780	0,303	0,49	0,994	0,493	0,78	1,105	0,663	1,07	1,120	0,910
0,21	0,791	0,311	0,50	1,000	0,500	0,79	1,108	0,669	1,08	1,103	0,940
0,22	0,802	0,318	0,51	1,004	0,505	0,80	1,111	0,675	1,07	1,095	0,950
0,23	0,812	0,326	0,52	1,009	0,511	0,81	1,113	0,682	1,07	1,085	0,960
0,24	0,821	0,333	0,53	1,014	0,517	0,82	1,115	0,688	1,06	1,075	0,970
0,25	0,831	0,340	0,54	1,019	0,523	0,83	1,118	0,694	1,06	1,062	0,980
0,26	0,840	0,348	0,55	1,023	0,529	0,84	1,120	0,701	1,04	1,043	0,990
0,27	0,849	0,355	0,56	1,028	0,534	0,85	1,122	0,707	1,00	1,000	1,000
0,28	0,857	0,361	0,57	1,032	0,540	0,86	1,124	0,713			

(fonte: DEPARTAMENTO DE ESGOTOS PLUVIAIS, 2005, p.63)

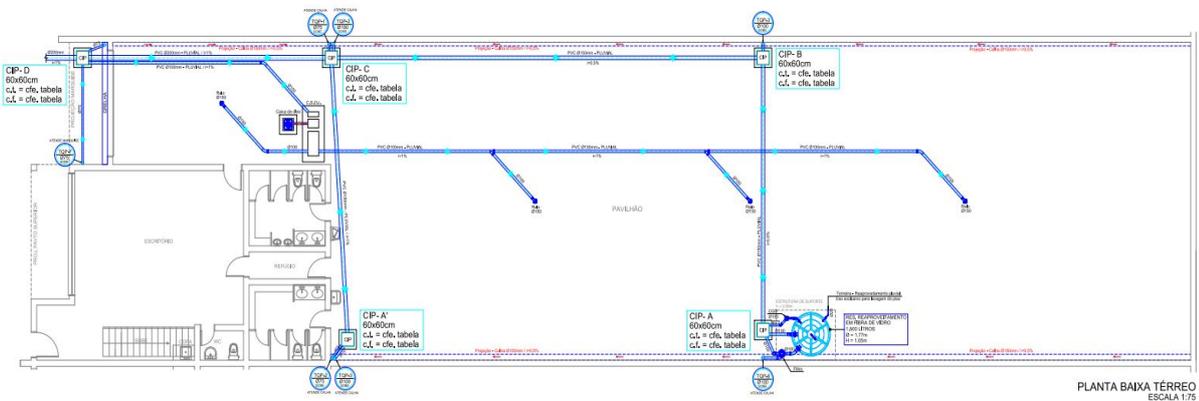
No processo de dimensionamento, foram adotados os seguintes diâmetros e materiais de canalização:

- a) 75 milímetros, em PVC.
- b) 100 milímetros, em PVC.
- c) 150 milímetros, em PVC.
- d) 200 milímetros, em PVC.
- e) 250 milímetros, em PVC.
- f) 300 milímetros, em concreto.
- g) 350 milímetros, em concreto.
- h) 400 milímetros, em concreto.

- i) 500 milímetros, em concreto.
- j) 600 milímetros, em concreto.

As figuras 53 e 54 apresentam as plantas baixas referentes a rede de condutores pluviais horizontais interna aos pavilhões que compõem o complexo logístico e os resultados do processo de dimensionamento se encontram nas tabelas a seguir. As tubulações foram nomeadas conforme as caixas de inspeção localizadas a montante e a jusante de cada trecho, conforme indicado nas pranchas referentes aos sistemas de coleta de esgoto de cada unidade.

Figura 53: Planta da rede de drenagem pluvial dos pavilhões tipo (Prancha H02)



(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 57: Vazões provenientes dos condutores verticais nos pavilhões tipo

Unidades	TQP-1		TQP-2		TQP-3		TQP-4		TQP-5		TQP-6	
	Área (m²)	Q (TR=5) (L/min)	Área (m²)	Q (TR=25) (L/min)								
UA01 a UA13	74,44	129,90	120,75	210,71	120,75	210,71	93,15	162,55	120,75	210,71	120,75	265,25
UA 25 a UA32	74,44	129,90	138,00	240,81	138,00	240,81	93,15	162,55	138,00	240,81	138,00	303,14
UA15	74,44	129,90	127,31	222,15	126,62	220,94	93,15	162,55	127,31	222,15	128,00	281,16
UA16	74,44	129,90	128,69	224,56	129,38	225,76	93,15	162,55	128,69	224,56	128,00	281,16
UA17	74,44	129,90	130,07	226,96	129,38	225,76	93,15	162,55	130,07	226,96	130,76	287,23
UA18	74,44	129,90	131,45	229,37	132,48	231,18	93,15	162,55	131,45	229,37	131,10	287,98
UA19	74,44	129,90	133,17	232,38	132,48	231,18	93,15	162,55	133,17	232,38	133,86	294,05
UA20	72,94	127,28	131,63	229,69	132,30	230,86	91,13	159,01	132,98	232,04	130,95	287,65
UA21	72,94	127,28	132,98	232,04	132,30	230,86	91,13	159,01	132,98	232,04	133,65	293,58
UA22	72,94	127,28	134,33	234,40	135,00	235,58	91,13	159,01	134,33	234,40	133,65	293,58
UA23	72,94	127,28	135,68	236,75	135,00	235,58	91,13	159,01	135,68	236,75	136,35	299,52
UA14	72,94	127,28	126,00	219,87	135,63	236,67	93,15	162,55	118,13	206,13	118,13	259,48
UA33	93,50	163,16	173,00	301,89	155,00	270,48	113,40	197,88	168,00	293,16	168,00	369,04

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 58: Dimensionamento do trecho CIP A – CIP B nos pavilhões tipo

Pavilhão Tipo - Trecho CIP A - CIP B								
Unidades	Vazão contribuinte	Diâmetro Nominal	Decliv.	Área	R	Qc	Qh/Qc	Qp
	(L/min)	(mm)	(%)	(m ²)	(m)	(L/min)	(-)	(L/min)
UA01 a UA13	265,25	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA 25 a UA32	303,14	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA15	281,16	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA16	281,16	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA17	287,23	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA18	287,98	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA19	294,05	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA20	287,65	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA21	293,58	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA22	293,58	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA23	299,52	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA14	259,48	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA33	369,04	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 59: Dimensionamento do trecho CIP B – CIP C nos pavilhões tipo

Pavilhão Tipo - Trecho CIP B - CIP C								
Unidades	Vazão contribuinte	Diâmetro Nominal	Decliv.	Área	R	Qc	Qh/Qc	Qp
	(L/min)	(mm)	(%)	(m ²)	(m)	(L/min)	(-)	(L/min)
UA01 a UA13	475,96	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA 25 a UA32	543,95	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA15	502,11	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA16	506,92	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA17	512,98	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA18	519,16	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA19	525,22	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA20	518,52	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA21	524,45	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA22	529,16	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA23	535,09	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA14	496,15	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
UA33	639,52	150	1,0%	0,017671	0,0375	1080	0,785	848

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 60: Dimensionamento do trecho CIP A' – CIP C nos pavilhões tipo

Pavilhão Tipo - Trecho CIP A' - CIP C								
Unidades	Vazão contribuinte	Diâmetro Nominal	Decliv.	Área	R	Qc	Qh/Qc	Qp
	(L/min)	(mm)	(%)	(m ²)	(m)	(L/min)	(-)	(L/min)
UA01 a UA13	373,26	150	1,0%	0,017671	0,0375	1080	0,785	848
UA 25 a UA32	403,36	150	1,0%	0,017671	0,0375	1080	0,785	848
UA15	384,69	150	1,0%	0,017671	0,0375	1080	0,785	848
UA16	387,10	150	1,0%	0,017671	0,0375	1080	0,785	848
UA17	389,51	150	1,0%	0,017671	0,0375	1080	0,785	848
UA18	391,92	150	1,0%	0,017671	0,0375	1080	0,785	848
UA19	394,93	150	1,0%	0,017671	0,0375	1080	0,785	848
UA20	391,05	150	1,0%	0,017671	0,0375	1080	0,785	848
UA21	391,05	150	1,0%	0,017671	0,0375	1080	0,785	848
UA22	393,41	150	1,0%	0,017671	0,0375	1080	0,785	848
UA23	395,77	150	1,0%	0,017671	0,0375	1080	0,785	848
UA14	368,67	150	1,0%	0,017671	0,0375	1080	0,785	848
UA33	491,04	150	1,0%	0,017671	0,0375	1080	0,785	848

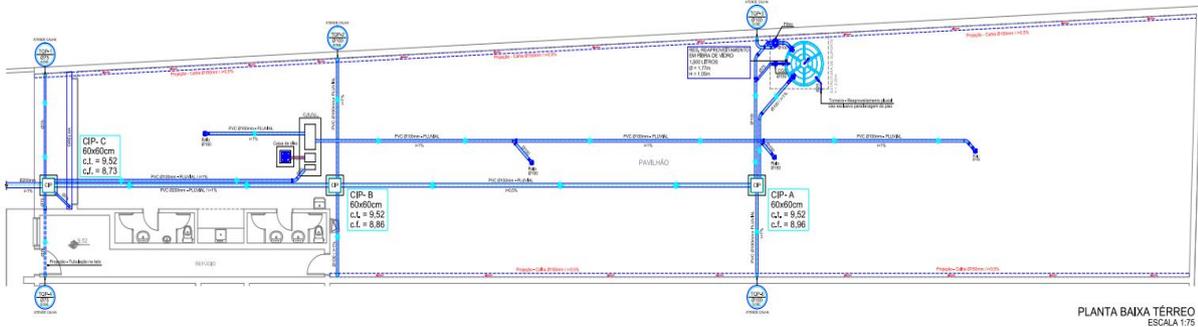
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 61: Dimensionamento do trecho CIP C – CIP D nos pavilhões tipo

Pavilhão Tipo - Trecho CIP C - CIP D								
Unidades	Vazão contribuinte	Diâmetro Nominal	Decliv.	Área	R	Qc	Qh/Qc	Qp
	(L/min)	(mm)	(%)	(m ²)	(m)	(L/min)	(-)	(L/min)
UA01 a UA13	1189,82	200	1,0%	0,031416	0,05	2326	0,785	1826
UA 25 a UA32	1318,02	200	1,0%	0,031416	0,05	2326	0,785	1826
UA15	1238,85	200	1,0%	0,031416	0,05	2326	0,785	1826
UA16	1248,48	200	1,0%	0,031416	0,05	2326	0,785	1826
UA17	1259,36	200	1,0%	0,031416	0,05	2326	0,785	1826
UA18	1270,35	200	1,0%	0,031416	0,05	2326	0,785	1826
UA19	1282,44	200	1,0%	0,031416	0,05	2326	0,785	1826
UA20	1266,54	200	1,0%	0,031416	0,05	2326	0,785	1826
UA21	1274,83	200	1,0%	0,031416	0,05	2326	0,785	1826
UA22	1284,25	200	1,0%	0,031416	0,05	2326	0,785	1826
UA23	1294,89	200	1,0%	0,031416	0,05	2326	0,785	1826
UA14	1211,98	200	1,0%	0,031416	0,05	2326	0,785	1826
UA33	1595,60	200	1,0%	0,031416	0,05	2326	0,785	1826

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 54: Planta da rede de drenagem pluvial do pavilhão 24 (Prancha H08)



(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 62: Vazões provenientes dos condutores verticais no pavilhão 24

Unidades	TQP-1		TQP-2		TQP-3		TQP-4		TQP-5		TQP-6	
	Área	Q (TR=5)	Área	Q (TR=5)	Área	Q (TR=25)	Área	Q (TR=5)	Área	Q (TR=5)	Área	Q (TR=5)
	(m ²)	(L/min)	(m ²)	(L/min)	(m ²)	(L/min)	(m ²)	(L/min)	(m ²)	(L/min)	(m ²)	(L/min)
UA24	52,88	92,27	106,17	185,26	126,08	276,94	64,80	113,08	97,44	170,03	97,20	169,61

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 63: Dimensionamento dos condutores horizontais internos ao pavilhão 24

Pavilhão 24								
Trecho	Vazão contribuinte	Diâmetro Nominal	Decliv.	Área	R	Qc	Qh/Qc	Qp
	(L/min)	(mm)	(%)	(m ²)	(m)	(L/min)	(-)	(L/min)
CIP A - CIP B	446,56	150	0,5%	0,017671	0,0375	764	0,785	599
CIP B - CIP C	801,86	150	1,0%	0,017671	0,0375	1080	0,785	848

(fonte: elaborado pelo autor)

A tabela 64 apresenta o processo de dimensionamento dos condutores horizontais adotados para a ligação de cada unidade autônoma com a rede de condutores externa.

Tabela 64: Dimensionamento dos condutores horizontais de ligação das unidades à rede externa

Unidades	Área Telhado	Área Marquise	Área de cobertura (m ²)	Vazão contribuinte (L/min)	Diâmetro Nominal (mm)	Decliv. (%)	Área (m ²)	R (m)	Qc (L/min)	Qh/Qc (-)	Qp (L/min)
UA01 a UA13	650,59	8,75	659,34	1205	200	1,0%	0,0314	0,0500	2326	0,785	1826
UA 25 a UA32	719,59	8,75	728,34	1333	200	1,0%	0,0314	0,0500	2326	0,785	1826
UA15	676,81	8,75	685,56	1254	200	1,0%	0,0314	0,0500	2326	0,785	1826
UA16	682,33	8,75	691,08	1264	200	1,0%	0,0314	0,0500	2326	0,785	1826
UA17	687,85	8,75	696,60	1275	200	1,0%	0,0314	0,0500	2326	0,785	1826
UA18	694,06	8,75	702,81	1286	200	1,0%	0,0314	0,0500	2326	0,785	1826
UA19	700,27	8,75	709,02	1298	200	1,0%	0,0314	0,0500	2326	0,785	1826
UA20	691,92	8,75	700,67	1282	200	1,0%	0,0314	0,0500	2326	0,785	1826
UA21	695,97	8,75	704,72	1290	200	1,0%	0,0314	0,0500	2326	0,785	1826
UA22	701,37	8,75	710,12	1300	200	1,0%	0,0314	0,0500	2326	0,785	1826
UA23	706,77	8,75	715,52	1310	200	1,0%	0,0314	0,0500	2326	0,785	1826
UA14	663,97	8,75	672,72	1227	200	1,0%	0,0314	0,0500	2326	0,785	1826
UA24	544,56	0,00	544,56	1079	200	1,0%	0,0314	0,0500	2326	0,785	1826
UA33	870,90	15,92	886,82	1623	200	1,0%	0,0314	0,0500	2326	0,785	1826
Prédio Comercial	637,23	0,00	637,23	1112	2x150	1,0%	0,0177	0,0375	2160	0,785	1695
Lixo/Banhos Serviço	46,72	0	46,72	82	75	5,0%	0,0044	0,0188	380	0,785	299
Guarita	46,72	0	13,17	23	75	0,5%	0,0044	0,0188	120	0,785	94

(fonte: elaborado pelo autor)

As cotas de fundo das caixas de inspeção (tabelas 65 e 66) adotadas na área interna de cada pavilhão foram determinadas levando-se em consideração uma possível interferência da rede de condução de águas pluviais com a rede de coleta de esgoto sanitário que passa em frente a cada unidade e as declividades adotadas no processo de dimensionamento dos condutores.

Tabela 65: Cotas referentes as caixas de inspeção internas a cada pavilhão tipo

Unidade	Cota de tampa (m)	COTA DE FUNDO (m)				
		CIP A	CIP A'	CIP B	CIP C	CIP D
1	8,79	7,95	7,91	7,89	7,80	7,68
2	8,79	8,28	8,24	8,22	8,12	8,01
3	8,79	8,28	8,24	8,22	8,12	8,01
4	8,79	8,15	8,11	8,09	7,99	7,88
5	8,79	8,15	8,11	8,09	7,99	7,88
6	8,79	8,04	8,00	7,98	7,88	7,77
9	8,72	7,95	7,91	7,89	7,79	7,68
10	8,72	8,08	8,04	8,02	7,92	7,81
11	8,72	8,08	8,04	8,02	7,92	7,81
12	8,72	8,21	8,17	8,15	8,05	7,94
13	8,72	8,21	8,17	8,15	8,05	7,94
14	8,72	7,93	7,90	7,88	7,78	7,67
15	9,52	8,91	8,87	8,86	8,76	8,64
16	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
17	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
18	9,52	9,12	9,08	9,06	8,96	8,85
19	9,52	9,12	9,08	9,06	8,96	8,85
20	9,52	8,86	8,82	8,80	8,70	8,59
21	9,52	8,86	8,82	8,80	8,70	8,59
22	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
23	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
25	9,52	9,00	8,96	8,95	8,85	8,74
26	9,52	9,07	9,03	9,01	8,91	8,80
27	9,52	9,07	9,03	9,01	8,91	8,80
28	9,52	8,79	8,75	8,73	8,63	8,52
29	9,52	8,79	8,75	8,73	8,63	8,52
30	9,52	8,93	8,89	8,87	8,77	8,66
31	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
32	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
33	9,52	9,11	8,97	9,05	8,85	8,74

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 66: Cotas referentes as caixas de inspeção internas ao pavilhão 24

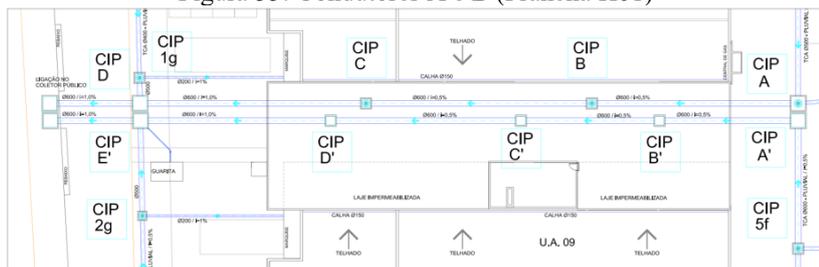
Unidade	Cota de tampa (m)	COTA DE FUNDO (m)		
		CIP A	CIP B	CIP C
24	9,52	8,96	8,86	8,73

(fonte: elaborado pelo autor)

Para o dimensionamento dos condutores horizontais externos, a rede de drenagem pluvial foi dividida nos seguintes trechos, conforme indicado na planta de localização e implantação do lote:

- Condutor A: recebe as contribuições dos condutores 01, 03 e 04, bem como a drenagem das áreas de pavimento.
- Condutor B: recebe 02, 05 e 06, bem como do prédio comercial e guarita.

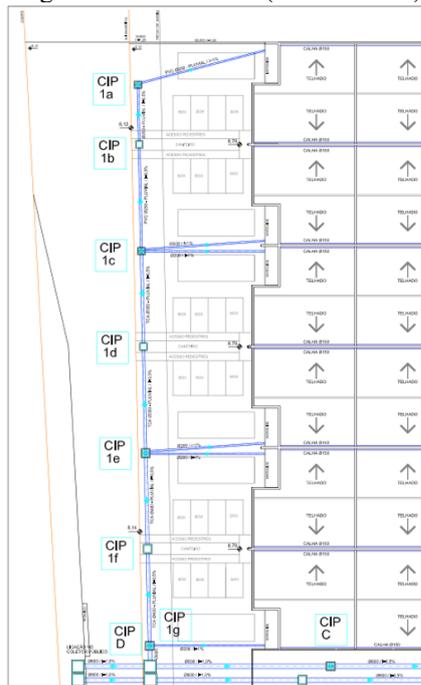
Figura 55: Condutores A e B (Prancha H01)



(fonte: elaborado pelo autor)

- Condutor 01: recebe as contribuições das unidades autônomas 01, 02, 03, 04, 05 e 06, bem como a drenagem das áreas de pavimento.

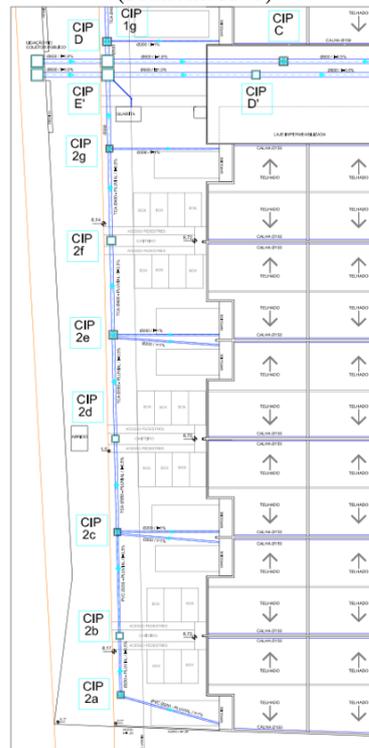
Figura 56: Condutor 1 (Prancha H01)



(fonte: elaborado pelo autor)

- d) Condutor 02: recebe as contribuições das unidades autônomas 09, 10, 11, 12, 13 e 14, bem como a drenagem das áreas de pavimento.

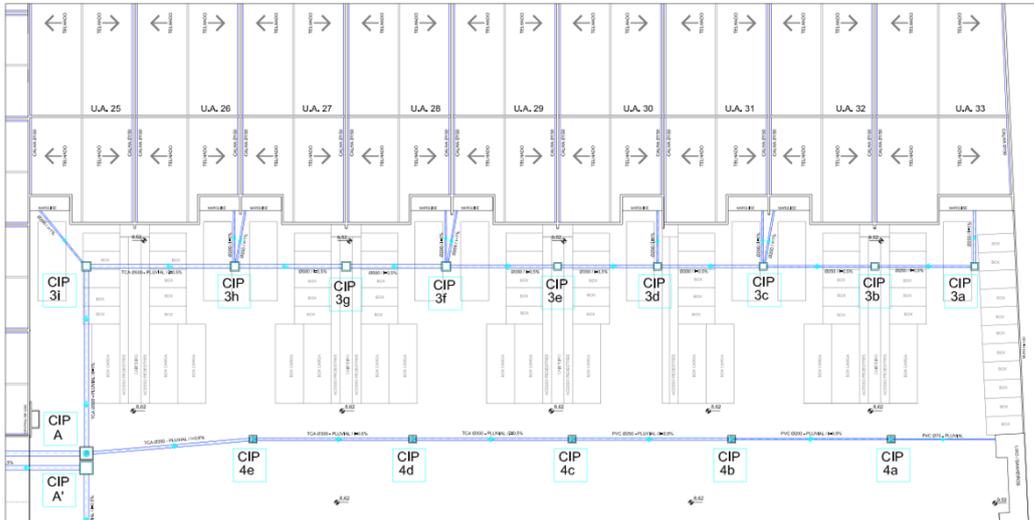
Figura 57: Condutor 2
(Prancha H01)



(fonte: elaborado pelo autor)

- e) Condutor 03: recebe as contribuições das unidades autônomas 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 e 33.
- f) Condutor 04: recebe as contribuições das áreas de pavimento e de serviço.

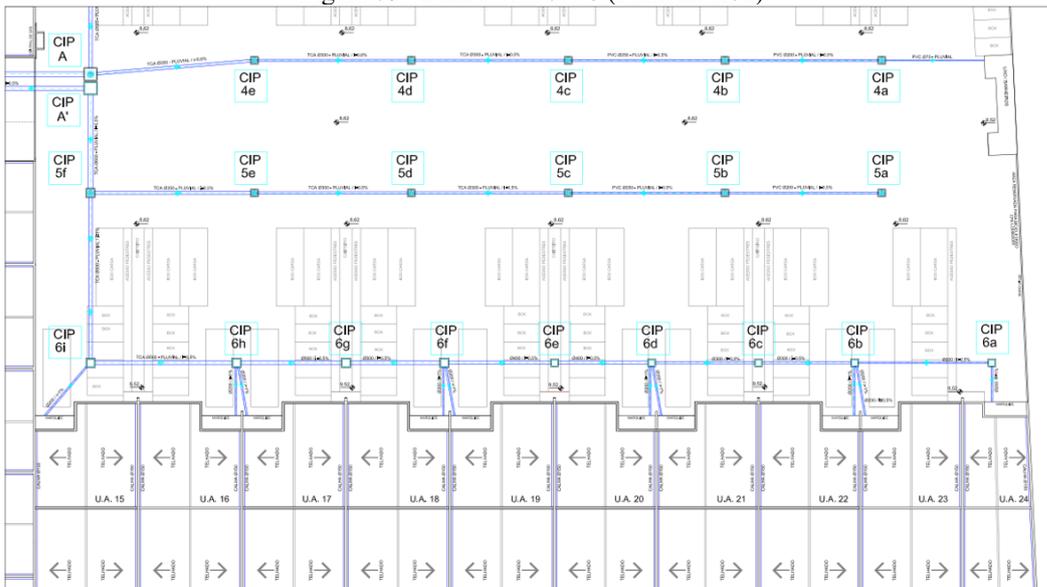
Figura 58: Condutores 3 e 4 (Prancha H01)



(fonte: elaborado pelo autor)

- g) Condutor 05: recebe as contribuições das áreas de pavimento.
- h) Condutor 06: recebe as contribuições das unidades autônomas 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 e 24.

Figura 59: Condutores 5 e 6 (Prancha H01)



(fonte: elaborado pelo autor)

O cálculo das áreas de contribuição de cada trecho, bem como o dimensionamento das tubulações para a rede de drenagem pluvial e para as ligações na rede pública se encontram na tabela 67. Os condutos foram dimensionados de forma a buscar as menores profundidades possíveis em função das cotas do terreno, bem como para evitar qualquer possível interferência com a rede de coleta de esgoto sanitário do lote.

Tabela 67: Dimensionamento da rede de condutores horizontais externos

Cond.	Montante	Jusante	Área	Área	Área	Vazio	Vazio	Diâmetro	Decliv.	Qc	Qb/Qc	Qp	L	Cota	Cota	Cota	Cota	
			Cobertura	Pavimento	Permeável	contribuinte	total	Nominal	(%)	(L/min)	(-)	(L/min)	(m)	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Terreno
			(m²)	(m²)	(m²)	(L/min)	(L/min)	(mm)	(%)	(L/min)	(-)	(L/min)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
6	CIP-6a	CIP-6b	544,56	0,00	0,00	1079	1079	200	0,5%	1645	0,785	1291	17,49	8,66	8,57	9,36	9,36	
	CIP-6b	CIP-6c	1425,64	0,00	0,00	2610	3689	300	0,5%	4849	0,785	3806	12,28	8,57	8,51	9,36	9,36	
	CIP-6c	CIP-6d	0,00	0,00	0,00	0	3689	300	0,5%	4849	0,785	3806	13,62	8,51	8,44	9,36	9,36	
	CIP-6d	CIP-6e	1387,89	0,00	0,00	2572	6261	400	0,5%	10442	0,785	8197	12,38	8,44	8,38	9,36	9,36	
	CIP-6e	CIP-6f	0,00	0,00	0,00	0	6261	400	0,5%	10442	0,785	8197	14,07	8,38	8,31	9,36	9,36	
	CIP-6f	CIP-6g	1394,34	0,00	0,00	2583	8844	500	0,5%	18933	0,785	14862	12,53	8,31	8,25	9,36	9,36	
	CIP-6g	CIP-6h	0,00	0,00	0,00	0	8844	500	0,5%	18933	0,785	14862	13,97	8,25	8,18	9,36	9,36	
	CIP-6h	CIP-6i	1370,19	0,00	0,00	2538	11383	500	0,5%	18933	0,785	14862	18,60	8,18	8,09	9,36	9,36	
	CIP-6i	CIP-6j	676,81	0,00	0,00	1254	12637	500	1,0%	26775	0,785	21018	21,81	8,09	7,87	9,36	8,62	
5	CIP-5a	CIP-5b	0,00	839,75	162,97	1277	1277	200	0,5%	1645	0,785	1291	20,00	8,12	8,02	8,62	8,62	
	CIP-5b	CIP-5c	0,00	478,83	238,28	829	2107	250	0,5%	2982	0,785	2341	20,00	8,02	7,92	8,62	8,62	
	CIP-5c	CIP-5d	0,00	440,71	272,32	800	2907	300	0,5%	4849	0,785	3806	20,00	7,92	7,82	8,62	8,62	
	CIP-5d	CIP-5e	0,00	562,72	161,48	892	3799	300	0,5%	4849	0,785	3806	20,00	7,82	7,72	8,62	8,62	
	CIP-5e	CIP-5f	0,00	545,62	187,79	887	4686	350	0,5%	7314	0,785	5741	21,00	7,72	7,62	8,62	8,62	
	CIP-5f	CIP-5g	0,00	455,59	178,46	755	18078	600	0,5%	30787	0,785	24168	13,44	7,62	7,55	8,62	8,62	
4	CIP-4a	CIP-4b	46,72	592,67	314,50	1121	1121	200	0,5%	1645	0,785	1291	20,00	8,12	8,02	8,62	8,62	
	CIP-4b	CIP-4c	0,00	590,73	144,81	920	2041	250	0,5%	2982	0,785	2341	20,00	8,02	7,92	8,62	8,62	
	CIP-4c	CIP-4d	0,00	482,72	236,32	833	2874	300	0,5%	4849	0,785	3806	20,00	7,92	7,82	8,62	8,62	
	CIP-4d	CIP-4e	0,00	567,73	162,48	900	3774	300	0,6%	5311	0,785	4169	20,00	7,82	7,70	8,62	8,62	
	CIP-4e	CIP-4f	0,00	551,77	187,71	895	4669	350	0,6%	8012	0,785	6289	20,58	7,70	7,58	8,62	8,62	
	CIP-4f	CIP-4g	0,00	1623	1623	1623	1623	250	0,5%	2982	0,785	2341	12,53	8,66	8,60	9,36	9,36	
3	CIP-3a	CIP-3b	886,82	0,00	0,00	1623	1623	250	0,5%	2982	0,785	2341	13,98	8,60	8,53	9,36	9,36	
	CIP-3b	CIP-3c	0,00	0,00	0,00	0	1623	250	0,5%	2982	0,785	2341	13,98	8,60	8,53	9,36	9,36	
	CIP-3c	CIP-3d	1456,69	0,00	0,00	2667	4290	350	0,5%	7314	0,785	5741	13,25	8,33	8,46	9,36	9,36	
	CIP-3d	CIP-3e	728,34	0,00	0,00	1333	5623	350	0,5%	7314	0,785	5741	12,53	8,46	8,40	9,36	9,36	
	CIP-3e	CIP-3f	0,00	0,00	0,00	0	5623	350	0,5%	7314	0,785	5741	13,97	8,40	8,33	9,36	9,36	
	CIP-3f	CIP-3g	1456,69	0,00	0,00	2667	8290	500	0,5%	18933	0,785	14862	12,53	8,33	8,27	9,36	9,36	
	CIP-3g	CIP-3h	0,00	0,00	0,00	0	8290	500	0,5%	18933	0,785	14862	13,97	8,27	8,20	9,36	9,36	
	CIP-3h	CIP-3i	1456,69	0,00	0,00	2667	10956	500	0,5%	18933	0,785	14862	18,60	8,20	8,10	9,36	9,36	
	CIP-3i	CIP-3j	728,34	0,00	0,00	1333	12290	500	1,0%	26775	0,785	21018	23,59	8,10	7,87	9,36	8,62	
2	CIP-2a	CIP-2b	672,72	132,94	57,03	1451	1451	250	0,5%	2982	0,785	2341	8,01	7,52	7,48	8,19	8,19	
	CIP-2b	CIP-2c	0,00	0,00	0,00	0	1451	250	0,5%	2982	0,785	2341	14,08	7,48	7,41	8,19	8,19	
	CIP-2c	CIP-2d	1318,69	273,57	92,11	2853	4305	350	0,5%	7314	0,785	5741	12,62	7,41	7,35	8,19	8,18	
	CIP-2d	CIP-2e	0,00	0,00	0,00	0	4305	350	0,5%	7314	0,785	5741	14,08	7,35	7,28	8,18	8,17	
	CIP-2e	CIP-2f	1318,69	278,79	103,56	2869	7173	400	0,5%	10442	0,785	8197	12,77	7,28	7,22	8,17	8,17	
	CIP-2f	CIP-2g	0,00	0,00	0,00	0	7173	400	0,5%	10442	0,785	8197	12,48	7,22	7,15	8,17	8,17	
	CIP-2g	CIP-2h	659,34	202,45	42,32	1515	8688	500	0,5%	18933	0,785	14862	10	7,15	7,10	8,17	8,16	
	CIP-2h	CIP-2i	659,34	188,51	64,26	1511	1511	250	0,5%	2982	0,785	2341	7,88	7,50	7,46	8,15	8,15	
1	CIP-1a	CIP-1b	0,00	0,00	0,00	0	1511	250	0,5%	2982	0,785	2341	14,08	7,46	7,39	8,15	8,15	
	CIP-1b	CIP-1c	1318,69	342,12	105,70	2958	4469	350	0,5%	7314	0,785	5741	12,63	7,39	7,32	8,15	8,15	
	CIP-1c	CIP-1d	0,00	0,00	0,00	0	4469	350	0,5%	7314	0,785	5741	14,07	7,32	7,25	8,15	8,17	
	CIP-1d	CIP-1e	1318,69	310,19	104,84	2913	7382	400	0,5%	10442	0,785	8197	12,63	7,25	7,19	8,17	8,17	
	CIP-1e	CIP-1f	0,00	0,00	0,00	0	7382	400	0,5%	10442	0,785	8197	12,83	7,19	7,13	8,17	8,17	
	CIP-1f	CIP-1g	659,34	230,26	42,32	1554	8936	500	0,5%	18933	0,785	14862	2,69	7,13	7,11	7,17	8,16	
	CIP-1g	CIP-1h	0,00	0,00	0,00	0	8936	500	0,5%	18933	0,785	14862	9,45	7,11	7,05	8,16	8,16	
	CIP-1h	CIP-1i	0,00	0,00	0,00	0	26533	600	0,7%	36427	0,785	28595	9,45	7,11	7,05	8,16	8,04	
A	CIP-A	CIP-B	0,00	459,48	178,54	639	17598	600	0,5%	30787	0,785	24168	21,61	7,58	7,47	8,17	8,62	
	CIP-B	CIP-C	0,00	0,00	0,00	0	17598	600	0,5%	30787	0,785	24168	23,66	7,47	7,35	8,62	8,62	
	CIP-C	CIP-D	0,00	0,00	0,00	0	17598	600	1,0%	43539	0,785	34178	23,66	7,35	7,11	8,62	8,16	
	CIP-D	DEP	0,00	0,00	0,00	0	26533	600	0,7%	36427	0,785	28595	9,45	7,11	7,05	8,16	8,04	
B	CIP-A'	CIP-B'	0,00	0,00	0,00	0	18078	600	0,5%	30787	0,785	24168	14,52	7,55	7,48	8,62	8,62	
	CIP-B'	CIP-C'	0,00	0,00	0,00	0	18078	600	0,5%	30787	0,785	24168	14,52	7,48	7,40	8,62	8,62	
	CIP-C'	CIP-D'	637,23	0,00	0,00	1112	19190	600	0,5%	30787	0,785	24168	19,93	7,40	7,30	8,62	8,62	
	CIP-D'	CIP-E'	0,00	0,00	0,00	0	19190	600	1,0%	43539	0,785	34178	19,93	7,30	7,10	8,62	8,16	
	CIP-E'	DEP	13,17	13,17	0,00	23	27901	600	0,7%	36427	0,785	28595	9,45	7,10	7,04	8,16	8,04	

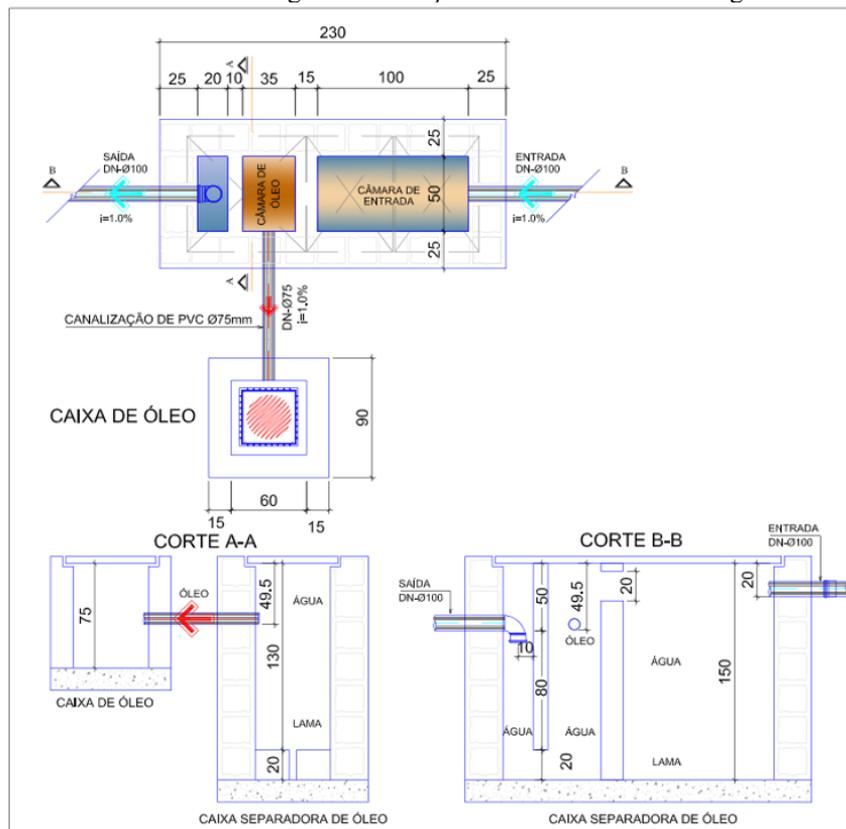
(fonte: elaborado pelo autor)

4.3 Caixa separadora de água, óleo e lama

Conforme a Seção XII do Código de Edificações da cidade de Porto Alegre (Lei Complementar nº 284/1992), os pavilhões precisam conter um dispositivo que faça a separação de óleo e lama para as águas provenientes da lavagem de veículos, da drenagem ou lavagem de

piso dos locais. A caixa separadora de água, óleo e lama deve ser dimensionada conforme o Anexo 7 do Código de Edificações, segundo o qual deve ser prevista uma saída para a rede pluvial a jusante, sendo vetada a ligação da rede a montante em quaisquer redes pluviais ou cloacais. A figura 60 apresenta um detalhe executivo das dimensões das caixas separadoras adotadas em projeto.

Figura 60: Detalhe executivo da caixa separadora de água, óleo e lama conforme o Código de Edificações da cidade de Porto Alegre



(fonte: elaborado pelo autor)

4.4 Dimensionamento do sistema de reaproveitamento de águas pluviais

Em conformidade com o Decreto 16.305/2009 da Prefeitura Municipal de Porto Alegre, foram adotados sistemas de reaproveitamento de águas pluviais nos pavilhões que compõem o complexo logístico. Desse modo, em cada uma das unidades, foram previstos reservatórios para atendimento da demanda referente a lavagem de piso.

No processo de dimensionamento, foram consideradas a maior demanda de água pluvial reaproveitada, ou seja, a demanda referente ao pavilhão com maior área (unidade autônoma 33) e a menor área de contribuição possível entre os pavilhões (120,75 metros quadrados), de forma a padronizar o sistema para todas as unidades.

A demanda foi determinada considerando um uso de um litro de água para cada metro quadrado de piso e uma lavagem por semana.

$$\text{Demanda por lavagem} = 1 \text{ L/m}^2 \times 708,85 \text{ m}^2 = 708,85 \text{ L}$$

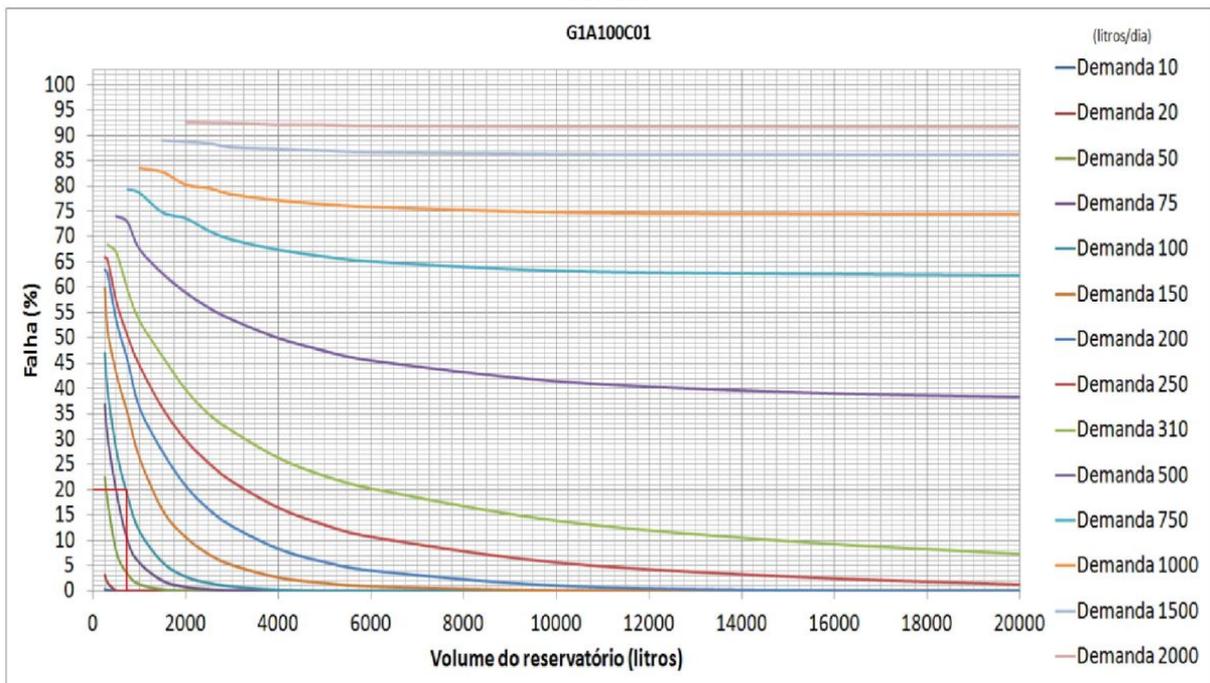
Para o dimensionamento do volume necessário de reservação, foi adotado o método proposto no Trabalho de Conclusão de Curso de Luiz Felipe Schech da Silva (Aproveitamento de águas pluviais: ferramentas para tomadas de decisões em projetos), realizado em julho de 2012 na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dessa forma, é possível relacionar a demanda diária de água necessária para reaproveitamento com o volume necessário do reservatório para diferentes percentuais de falha no atendimento.

A determinação do volume necessário foi realizada adotando-se como critérios de projeto um coeficiente de perda na captação de 10% e uma falha máxima admissível no atendimento da demanda de 20%, ou seja, uma garantia de atendimento de 80%. Para a utilização do ábaco, a demanda semanal de água para lavagem de piso foi distribuída nos sete dias da semana, levando a sua determinação em litros por dia.

$$\text{Demanda diária} = 708,85 \text{ L/semana} \div 7 \text{ dias/semana} = 101,26 \text{ L/dia}$$

A figura 61 apresenta o resultado do processo de dimensionamento adotando-se uma área de captação de 100 metros quadrados.

Figura 61: Percentual de falha no atendimento em função da demanda necessária e do volume de reservação adotado



(fonte: adaptado de SILVA, p.85)

A partir da utilização do ábaco com a curva referente a demanda de 100 litros por dia, obtêm-se um volume necessário para o reservatório de reaproveitamento de aproximadamente 715 litros. Dessa forma, adotou-se um reservatório padrão comercial de 2000 litros em cada unidade do complexo, o qual conseguirá armazenar a demanda de, aproximadamente, três semanas de utilização e reduzir o percentual de falha no atendimento para aproximadamente 3%. Para cada reservatório, foram previstos extravasores (tabela 68), calculados de modo a atender as contribuições referentes ao condutor vertical correspondente considerando um período de retorno de 25 anos, conforme indicado na NBR 15527/2019.

Tabela 68: Dimensionamento dos extravasores

Unidades	Área	Q (TR=25)	Diâmetro Nominal	Decliv.	Área	R	Qc	Qh/Qc	Qp
	(m ²)	(L/min)	(mm)	(%)	(m ²)	(m)	(L/min)	(-)	(L/min)
UA01 a UA13	120,75	265,25	100	2,0%	0,008	0,025	518	0,785	407
UA 25 a UA32	138,00	303,14	100	2,0%	0,008	0,025	518	0,785	407
UA15	128,00	281,16	100	2,0%	0,008	0,025	518	0,785	407
UA16	128,00	281,16	100	2,0%	0,008	0,025	518	0,785	407
UA17	130,76	287,23	100	2,0%	0,008	0,025	518	0,785	407
UA18	131,10	287,98	100	2,0%	0,008	0,025	518	0,785	407
UA19	133,86	294,05	100	2,0%	0,008	0,025	518	0,785	407
UA20	130,95	287,65	100	2,0%	0,008	0,025	518	0,785	407
UA21	133,65	293,58	100	2,0%	0,008	0,025	518	0,785	407
UA22	133,65	293,58	100	2,0%	0,008	0,025	518	0,785	407
UA23	136,35	299,52	100	2,0%	0,008	0,025	518	0,785	407
UA14	118,13	259,48	100	2,0%	0,008	0,025	518	0,785	407
UA24	126,08	276,94	100	2,0%	0,008	0,025	518	0,785	407
UA33	168,00	369,04	100	2,0%	0,008	0,025	518	0,785	407

(fonte: elaborado pelo autor)

O dispositivo de filtragem das águas provenientes das calhas e condutores verticais foi dimensionado em função da área de captação no telhado. Dessa forma, foi adotado o modelo WFF 100 (figura 62) do fabricante Aquastock, o qual atende uma área de no máximo 200 metros quadrados.

Figura 62: Filtro de água de chuva adotado no projeto



(fonte: AQUASTOCK)

Conforme recomendado na NBR 15527/2019, deve ser feito um descarte dos primeiros escoamentos referentes a captação de águas de chuva. Desse modo, foi previsto um dispositivo de descarte e desvio composto de um reservatório contendo uma saída, a qual fará a regulação e descarga por gotejamento de acordo com a intensidade da chuva. O volume necessário para o reservatório de descarte foi calculado através da fórmula 27, na qual foi considerada a maior área de contribuição referente aos sistemas de reaproveitamento de águas pluviais adotados nos pavilhões.

$$V = 2 \text{ mm} \times A \quad (\text{fórmula 27})$$

Onde:

V = volume do dispositivo de descarte de primeiras chuvas, em m³;

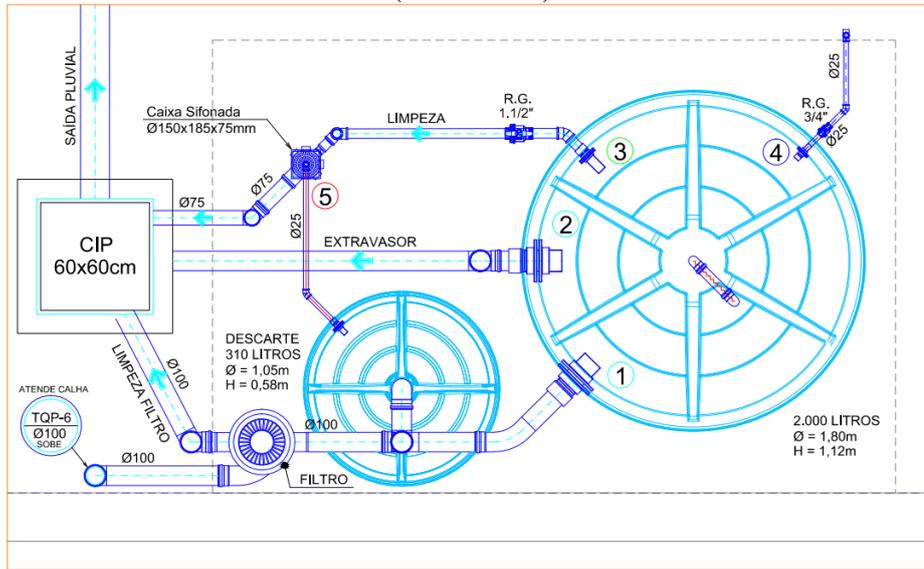
A = área de captação adotada, em m².

$$V = 2 \text{ mm} \times 138 \text{ m}^2 = 0,276 \text{ m}^3 = 276 \text{ litros (unidades 01 a 32)}$$

$$V = 2 \text{ mm} \times 168 \text{ m}^2 = 0,336 \text{ m}^3 = 336 \text{ litros (unidade autônoma 33)}$$

Foram adotados reservatórios com o padrão comercial de 310 litros nos pavilhões 1 a 32 e de 500 litros no pavilhão 33 para atendimento do descarte da água proveniente dos primeiros escoamentos, com descarga na rede pluvial realizada por gotejamento. A figura 63 apresenta o detalhamento em planta baixa do sistema de reaproveitamento de águas pluviais posicionado na área interna dos pavilhões, buscando ocupar o menor espaço possível para não diminuir a área útil interna de cada unidade, conforme representado nas pranchas referentes aos sistemas de esgoto.

Figura 63: Detalhe em planta baixa do sistema de reaproveitamento de águas pluviais (Prancha H02)



(fonte: elaborado pelo autor)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto hidrossanitário foi desenvolvido de modo a compor um trabalho semelhante ao que encontramos no exercício da profissão de engenheiro civil. Os sistemas prediais de abastecimento de água fria, coleta de esgoto sanitário e drenagem pluvial foram concebidos com a observância de normas e legislações que versam sobre o tema, bem como para buscar a maior eficiência dos elementos projetados dentro das condições impostas pelo projeto arquitetônico e por condicionantes relacionados ao local. Dessa forma, optou-se por sempre procurar dimensionar os sistemas de modo a respeitar o que é fornecido pelo mercado, além de observar relações de custo-benefício e sustentabilidade socioambiental.

REFERÊNCIAS

- AQUASTOCK. **Catálogo de produtos**. Disponível em: <<http://aquastock.com.br/img/d4da8a70810301310e8ebf4bb4714114.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: sistemas prediais de esgoto sanitário – projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis. Rio de Janeiro, 2019
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 2020
- BAKOFTEC. **Caixas P.R.F.V.** Disponível em: <http://www.bakof.com.br/site/index.php/produtos/visualizar_produto/caixas-em-prfv/1>. Acesso em: 22 set. 2020.
- BOMBAS ROWA. **Catálogo técnico**. Disponível em: <<https://bombasrowa.com.br/downloads.php>>. Acesso em: 25 out. 2020.
- DANCOR. **Catálogo técnico**. Disponível em: <<http://www.dancor.com.br/dancor-site-novo/public/biblioteca/catalogos>>. Acesso em: 25 out. 2020.
- FORTLEV. **Reservatórios de água fria**. Disponível em: <<https://www.fortlev.com.br/categorias/reservatorios/#caixas-dagua>>. Acesso em: 22 set. 2020.
- LAO INDÚSTRIA. **Hidrômetros**. Disponível em: <<http://laointustria.com.br/produtos/hidrometros/>>. Acesso em: 25 out. 2020.
- PORTO ALEGRE, Departamento de Esgotos Pluviais. **Caderno de encargos**. 2005. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu_doc/ce-dep-2005_completo.pdf>. Acesso em: 14 out. 2020.
- PORTO ALEGRE, Departamento Municipal de Água e Esgotos. **Decreto n. 9369**, de 18 de agosto de 1988. Regulamenta a Lei Complementar n.170, de 31 de dezembro de 1987, alterada pela Lei Complementar n. 180, de 18 de agosto de 1988, que estabelece normas para instalações hidrossanitárias e serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário prestado pelo Departamento Municipal de Água e Esgotos. Porto Alegre, 1988. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae/usu_doc/cip9369-decreto.pdf>. Acesso em: 14 out. 2020.

PORTO ALEGRE, Prefeitura Municipal de Porto Alegre. **Lei complementar n. 284**, de 27 de outubro de 1992, que institui o Código de Edificações de Porto Alegre. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smov/usu_doc/codigo.pdf>. Acesso em 04 nov. 2020.

PORTO ALEGRE, Prefeitura Municipal de Porto Alegre. **Decreto n. 16305**, de 26 de maio de 2009. Regulamenta a Lei n. 10506, de 5 de agosto de 2008, que institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?s1=000030452.DOCN.&l=20&u=/netahtml/sirel/simples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT>>. Acesso em: 04 nov. 2020.

SILVA, L.F.S. **Aproveitamento de águas pluviais: ferramentas para tomadas de decisões em projetos**. 2012. 123f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TIGRE. **Catálogo técnico água fria**. Disponível em: <<https://www.tigre.com.br/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/ct-agua-fria.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2020.

TUBULAÇÕES HORIZONTAIS

075/075/075	TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA - CLASSE 15
040	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
050/075	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO DE GORURAS, LAVANDERIAS E COZINHAS
010	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
075/010/0150	TUBULAÇÃO PARA DESCARGA PLUVIAL - COLETORES
050/075	TUBULAÇÃO PARA VENTILAÇÃO

TUBULAÇÕES VERTICAIS

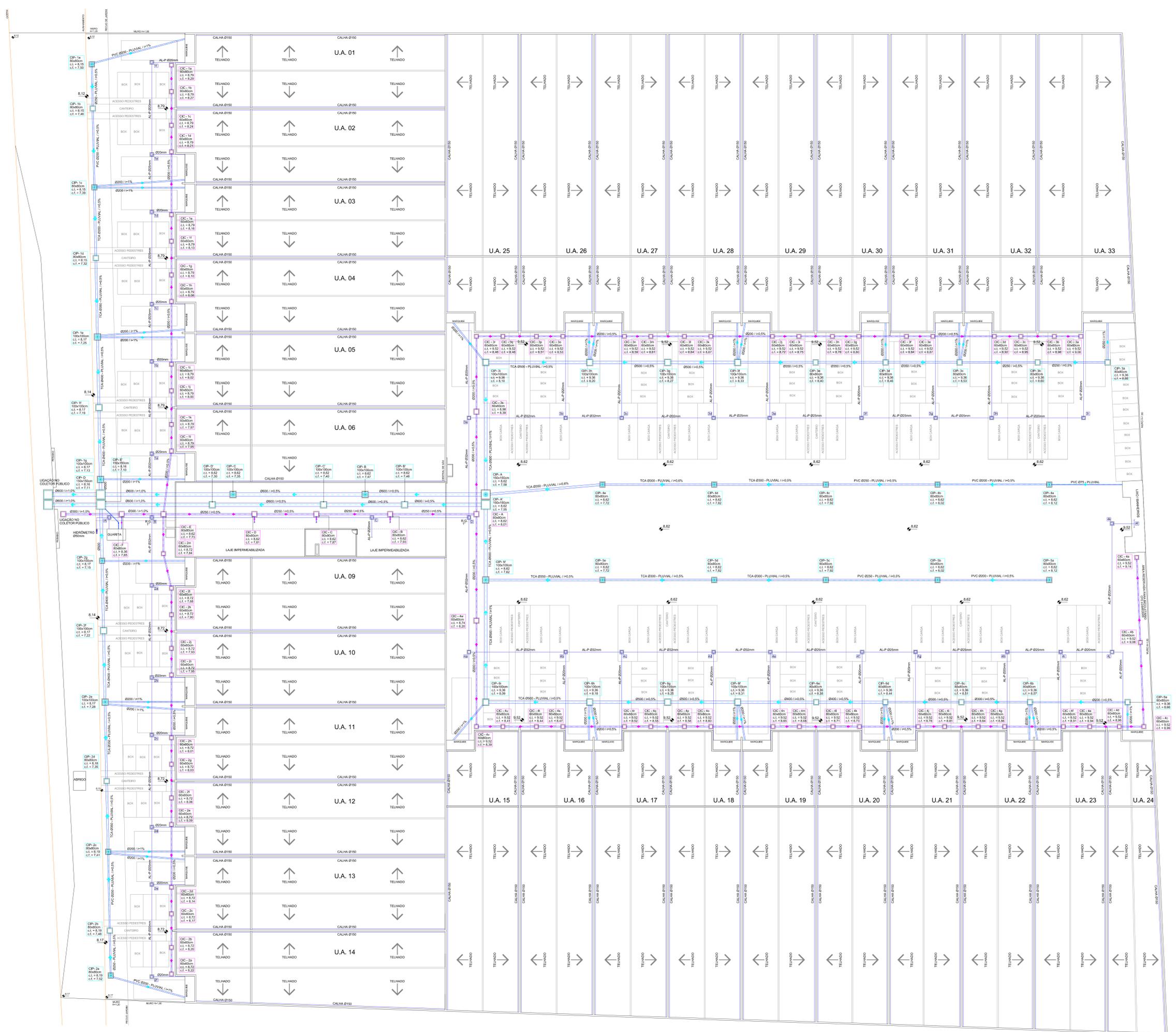
- TOC - TUBO DE QUEDA CLOACAL
- TOP - TUBO DE QUEDA PLUVIAL
- CV - COLUNA PARA VENTILAÇÃO DOS RAMOS SANITÁRIOS
- CAF - COLUNA DE ÁGUA FRIA - RESERVATÓRIO SUPERIOR
- ALP - ALIMENTAÇÃO PREDIAL

TABELA DOS DIÂMETROS

POLEGADA	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
PVC (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110

LEGENDA:

- CAIXA PARA INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO ESGOTO PLUVIAL C/ GRELHA 60x60cm / 80x80cm / 100x100cm / 150x150cm - ALVENARIA
- CAIXA PARA INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO ESGOTO PLUVIAL C/ TAMPA 60x60cm / 80x80cm / 100x100cm / 150x150cm - ALVENARIA
- CAIXA PARA INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO ESGOTO SANITÁRIO C/ TAMPA 60x60cm / 80x80cm - ALVENARIA
- CAIXA PARA INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA FRIA 50x50cm - ALVENARIA



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO / IMPLANTAÇÃO
 ESCALA 1:250

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 ESCOLA DE ENGENHARIA
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

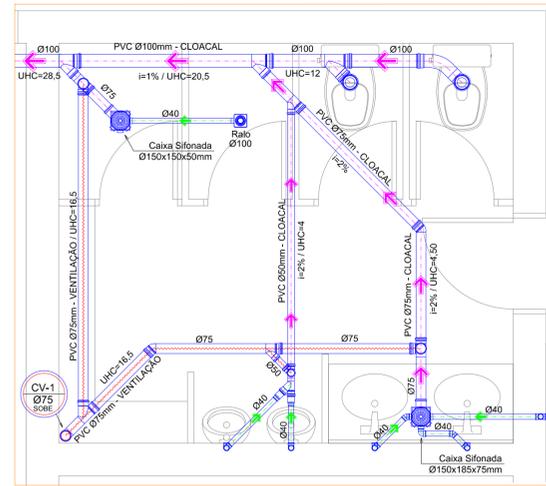
PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO LOGÍSTICO
 THIAGO SILVA DOS SANTOS
 ORIENTADOR: JUAN MARTÍN BRAVO

SITUAÇÃO / LOCALIZAÇÃO

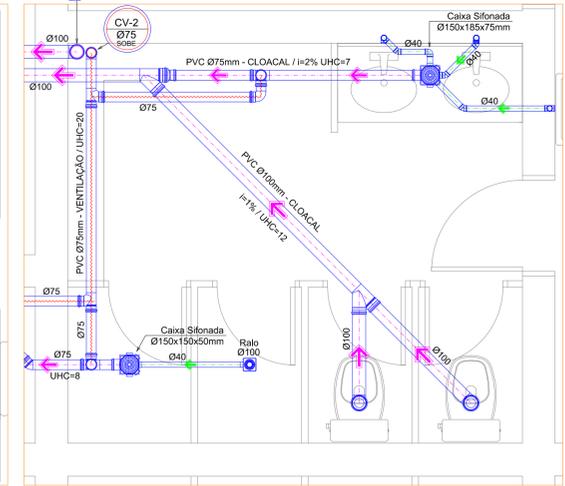
ESCALA: INDICADA
 PORTO ALEGRE
 NOVEMBRO 2020

PRANCHA
 H-01

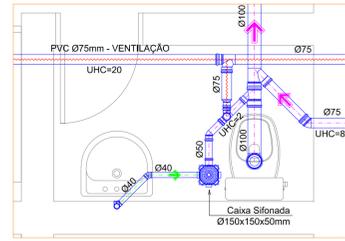
DETALHE ESGOTO - BANHO / VESTIÁRIO MASCULINO
ESCALA 1:25



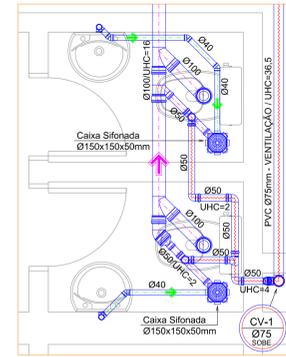
DETALHE ESGOTO - BANHO / VESTIÁRIO FEMININO
ESCALA 1:25



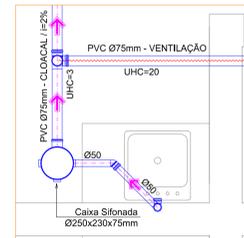
DETALHE ESGOTO - WC TÉRREO
ESCALA 1:25



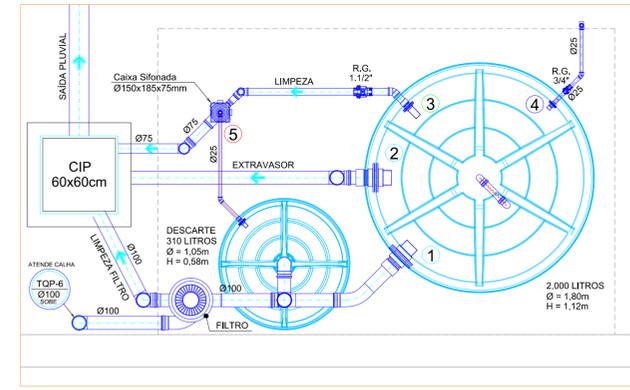
DETALHE ESGOTO - WC 2º PAVTO.
ESCALA 1:25



DETALHE ESGOTO - COPA
ESCALA 1:25



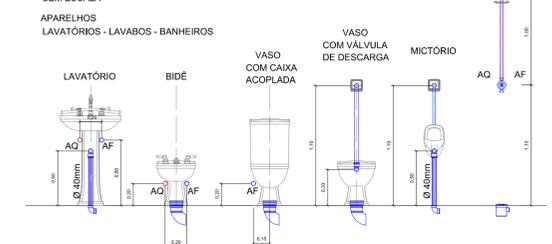
DETALHE RESERVATÓRIO DE REAPROVEITAMENTO PLUVIAL
ESCALA 1:25



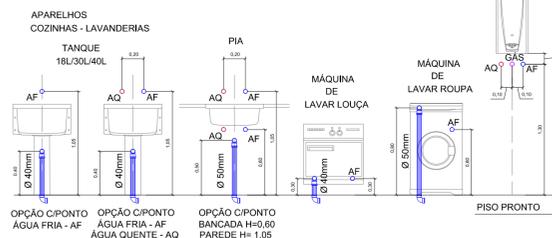
LEGENDA

- 1 ALIMENTAÇÃO Ø100mm - VEM DO CONDUTOR VERTICAL
- 2 EXTRAVASOR Ø100mm (i = 2%)
- 3 LIMPEZA Ø50mm - VAI AO PLUVIAL
- 4 CONSUMO Ø25mm - ATENDE TORNEIRA PARA LAVAGEM DE PISO
- 5 DESCARGA POR GOTEJAMENTO - SISTEMA DE DESCARTE DE PRIMEIRAS CHUVAS

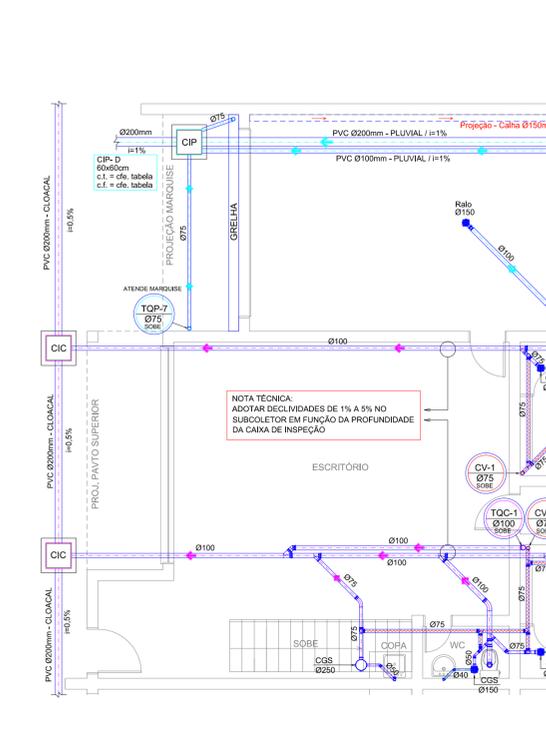
GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA



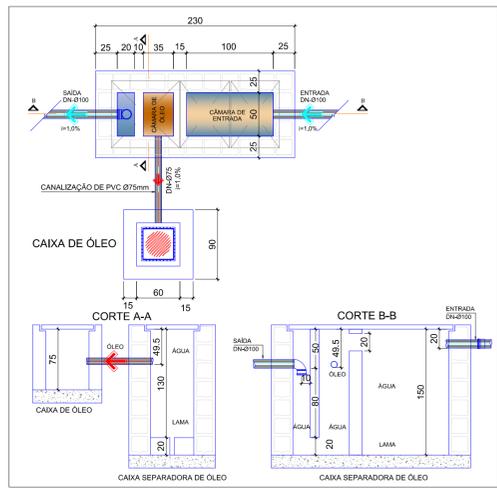
GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA



PLANTA BAIXA 2º PAVIMENTO
ESCALA 1:75

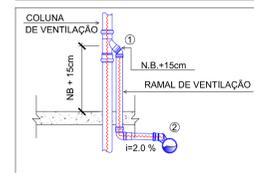


DETALHE DA CAIXA SEPARADORA DE ÁGUA, ÓLEO E LAMA



Unidade	Cota de Tampa (m)	COTA DE FUNDO (m)				
		CIP A	CIP A'	CIP B	CIP C	CIP D
1	8,79	7,95	7,91	7,89	7,80	7,68
2	8,79	8,28	8,24	8,22	8,12	8,01
3	8,79	8,28	8,24	8,22	8,12	8,01
4	8,79	8,15	8,11	8,09	7,99	7,88
5	8,79	8,15	8,11	8,09	7,99	7,88
6	8,79	8,04	8,00	7,98	7,88	7,77
9	8,72	7,95	7,91	7,89	7,79	7,68
10	8,72	8,08	8,04	8,02	7,92	7,81
11	8,72	8,08	8,04	8,02	7,92	7,81
12	8,72	8,21	8,17	8,15	8,05	7,94
13	8,72	8,21	8,17	8,15	8,05	7,94
14	8,72	7,95	7,90	7,88	7,78	7,67
15	9,52	8,91	8,87	8,86	8,76	8,64
16	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
17	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
18	9,52	9,12	9,08	9,06	8,96	8,85
19	9,52	9,12	9,08	9,06	8,96	8,85
20	9,52	8,86	8,82	8,80	8,70	8,59
21	9,52	8,86	8,82	8,80	8,70	8,59
22	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
23	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
24	9,52	9,00	8,96	8,95	8,85	8,74
26	9,52	9,07	9,03	9,01	8,91	8,80
27	9,52	9,07	9,03	9,01	8,91	8,80
28	9,52	8,79	8,75	8,73	8,63	8,52
29	9,52	8,79	8,75	8,73	8,63	8,52
30	9,52	8,93	8,89	8,87	8,77	8,66
31	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
32	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
33	9,52	9,11	9,07	9,05	8,85	8,74

DETALHE DA LIGAÇÃO DE VENTILAÇÃO



OBSERVAÇÕES:

- 1 - A EXTREMIDADE SUPERIOR DO RAMAL DE VENTILAÇÃO DEVE SER LIGADA AO TUBO DE VENTILAÇÃO SEMPRE A 15 cm ACIMA DO NÍVEL DE TRANSFORMANDO DE ÁGUA DO MAIS ALTO DOS APARELHOS SERVIDOS.
- 2 - A LIGAÇÃO DO RAMAL DE VENTILAÇÃO À TUBULAÇÃO HORIZONTAL DEVE SER FEITA ACIMA DO EIXO DA TUBULAÇÃO, ATRAVÉS DE UM TÊ SANITÁRIO OU JUNÇÃO 45 GRAUS SEMPRE, COM ACLIVE EM DIREÇÃO AO TUBO DE VENTILAÇÃO.

DECLIVIDADES MÍNIMAS RAMAL SANITÁRIO
i=1,0% p/ Ø>100mm
i=2,0% p/ Ø<100mm

TUBULAÇÕES HORIZONTAIS	
Ø25/Ø32/Ø40	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA - CLASSE 15
Ø40	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO DE GORURAS, LAVANDERIAS E COZINHAS
Ø100	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø75/Ø100/Ø150	TUBULAÇÃO PARA DESCARGA PLUVIAL - COLETORES
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO PARA VENTILAÇÃO

TUBULAÇÕES VERTICAIS	
TQC	TUBO DE QUEDA CLOACAL
TQP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
CV	COLUNA PARA VENTILAÇÃO DOS RAMAIS SANITÁRIOS
CAF	COLUNA DE ÁGUA FRIA - RESERVATÓRIO SUPERIOR
AL-P	ALIMENTAÇÃO PREDIAL

TABELA DOS DIÂMETROS

POLEGADA	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
PVC (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

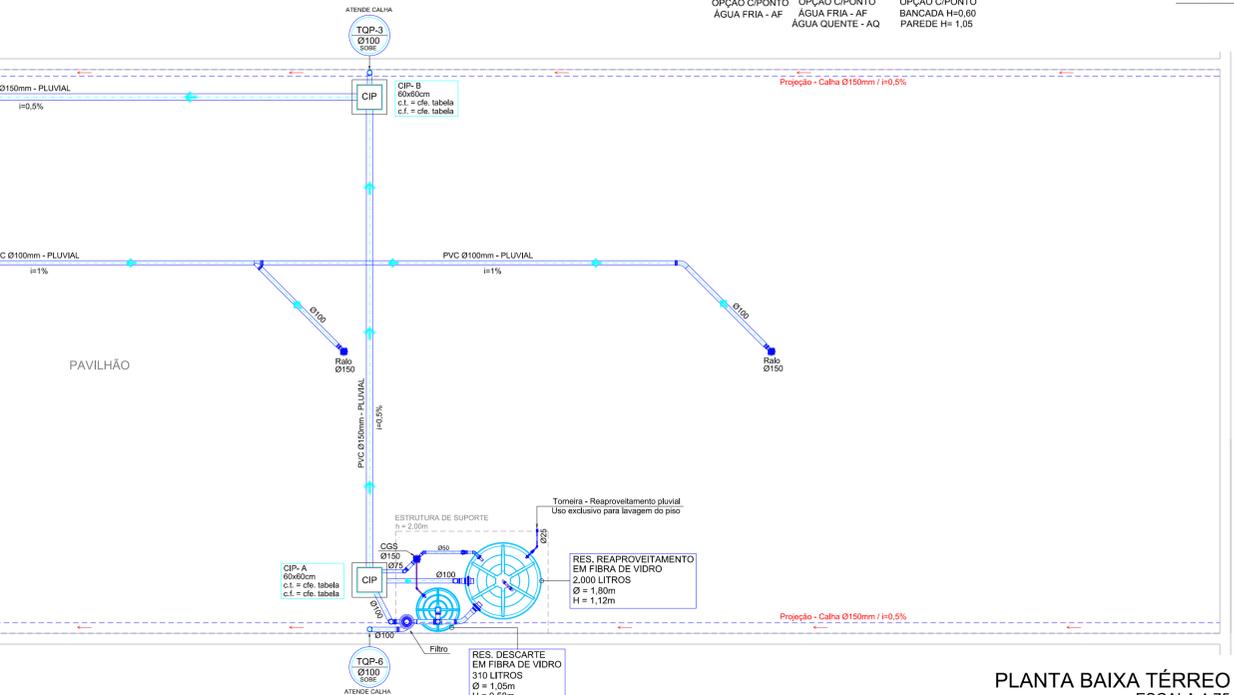
PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO LOGÍSTICO
THIAGO SILVA DOS SANTOS
ORIENTADOR: JUAN MARTÍN BRAVO

PLANTA ESGOTO PAVILHÃO TIPO 01

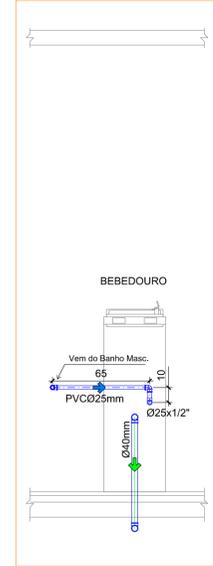
ESCALA: INDICADA
PORTO ALEGRE
NOVEMBRO 2020

PRANCHA
H-02

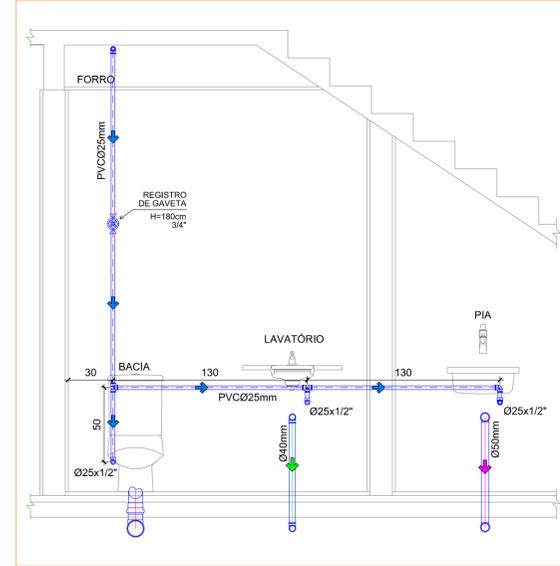
PLANTA BAIXA TÉRREO
ESCALA 1:75



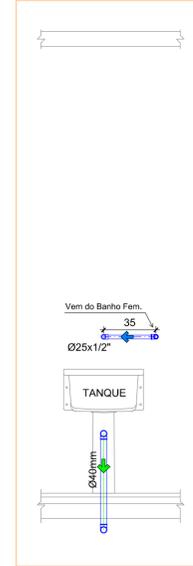
VISTA HIROSSANITÁRIA BEBEDOURO
ESCALA 1:25



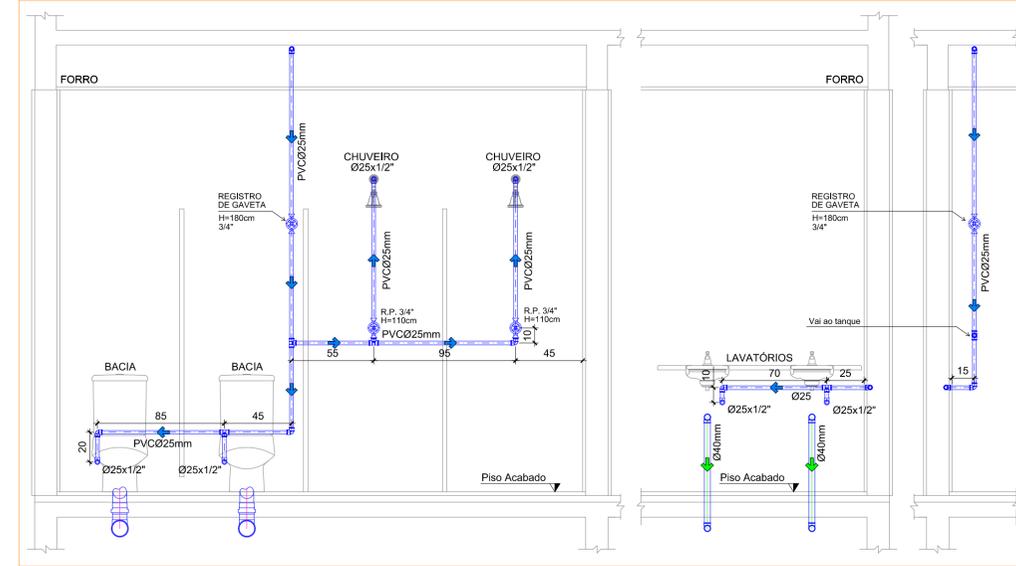
VISTA HIROSSANITÁRIA - WC / COPA
ESCALA 1:25



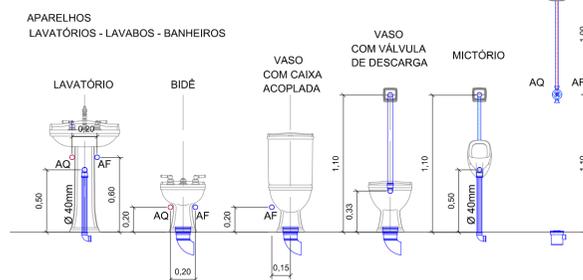
VISTA HIROSSANITÁRIA TANQUE
ESCALA 1:25



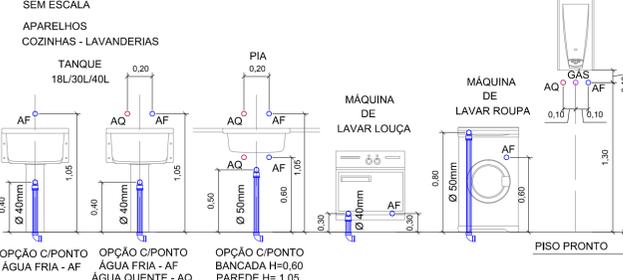
VISTAS HIROSSANITÁRIAS - VESTIÁRIO FEMININO
ESCALA 1:25



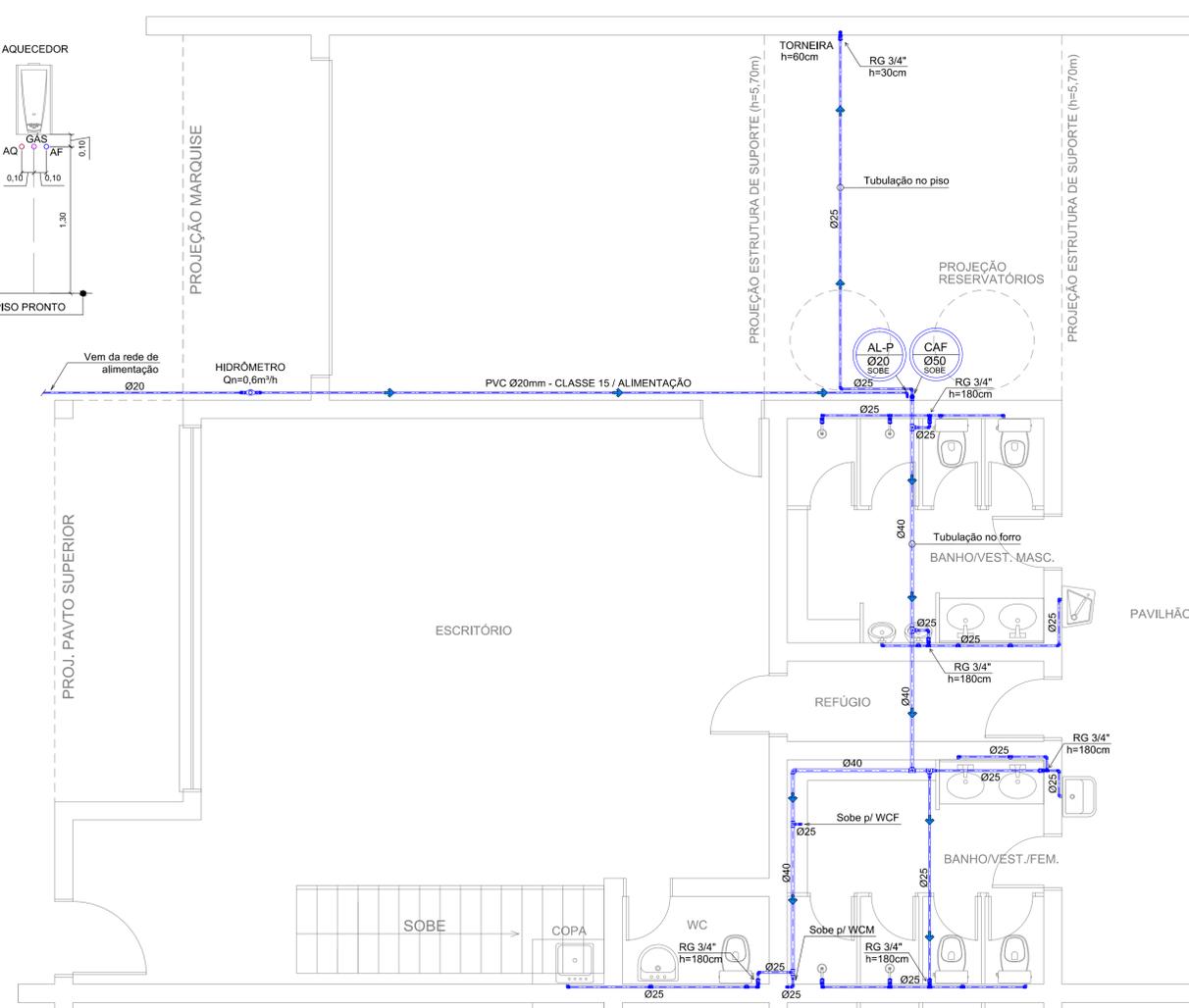
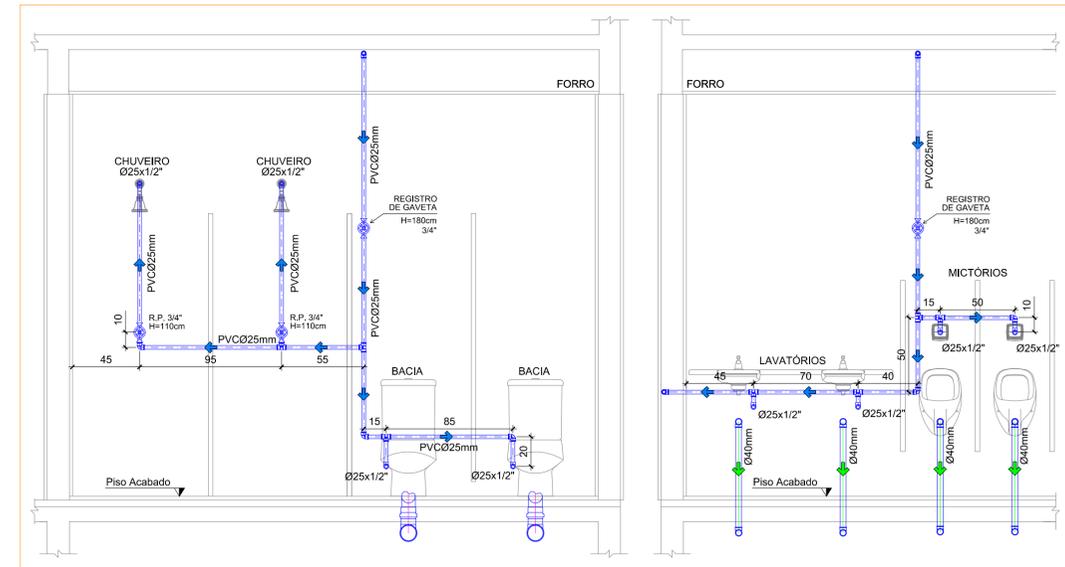
GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO SEM ESCALA



GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO SEM ESCALA



VISTAS HIROSSANITÁRIAS - VESTIÁRIO MASCULINO
ESCALA 1:25



PLANTA BAIXA TÉRREO
ESCALA 1:50

TUBULAÇÕES HORIZONTAIS

Ø25/Ø32/Ø40	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA - CLASSE 15
Ø40	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO DE GORDURAS, LAVANDERIAS E COZINHAS
Ø100	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø75/Ø100/Ø150	TUBULAÇÃO PARA DESCARGA PLUVIAL - COLETORES
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO PARA VENTILAÇÃO

TUBULAÇÕES VERTICAIS

○ TQC	TUBO DE QUEDA CLOACAL
○ TQP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
○ CV	COLUNA PARA VENTILAÇÃO DOS RAMAIS SANITÁRIOS
CAF	COLUNA DE ÁGUA FRIA - RESERVATÓRIO SUPERIOR
AL-P	ALIMENTAÇÃO PREDIAL

TABELA DOS DIÂMETROS

POLEGADA	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
PVC (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PROJETO HIROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO LOGÍSTICO

THIAGO SILVA DOS SANTOS

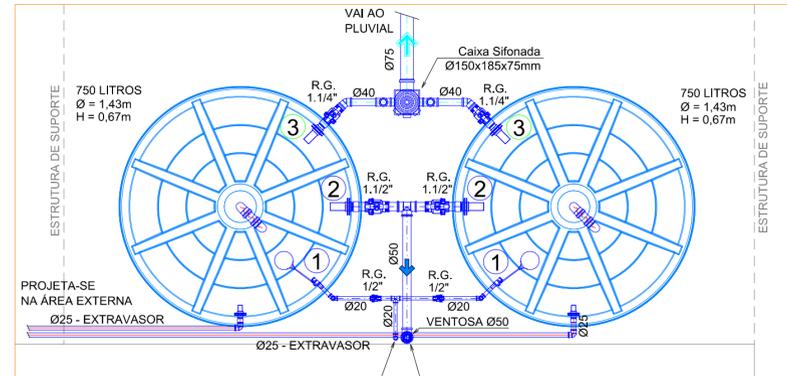
ORIENTADOR: JUAN MARTÍN BRAVO

PLANTA ÁGUA FRIA
PAVILHÃO TIPO 01 - TÉRREO

ESCALA: INDICADA
PORTO ALEGRE
NOVEMBRO 2020

PRANCHA
H-03

DETALHE RESERVATÓRIO SUPERIOR
ESCALA 1:25

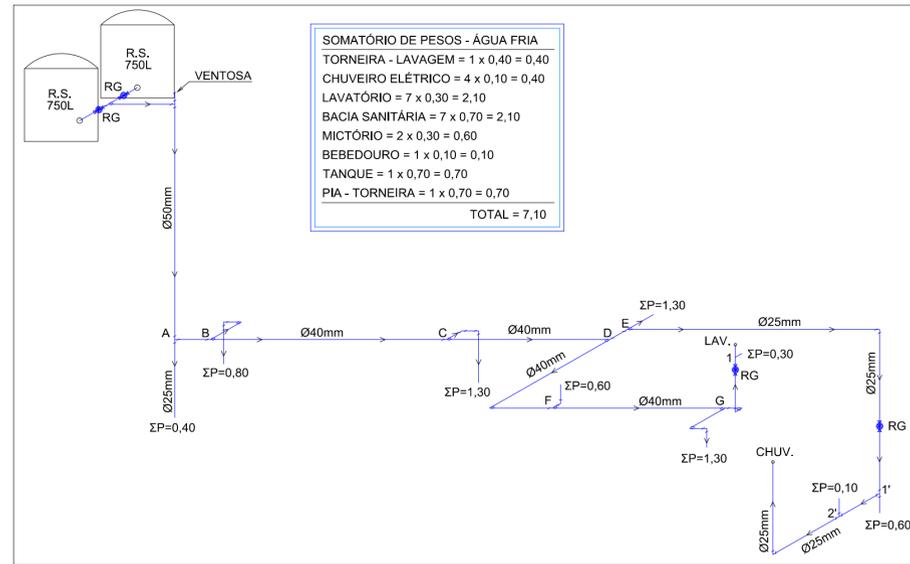


- LEGENDA**
- 1 ALIMENTAÇÃO Ø20mm
 - 2 SAÍDA PARA CONSUMO Ø50mm
 - 3 LIMPEZA Ø40mm - VAI AO PLUVIAL
 - 4 EXTRAVASOR Ø25mm

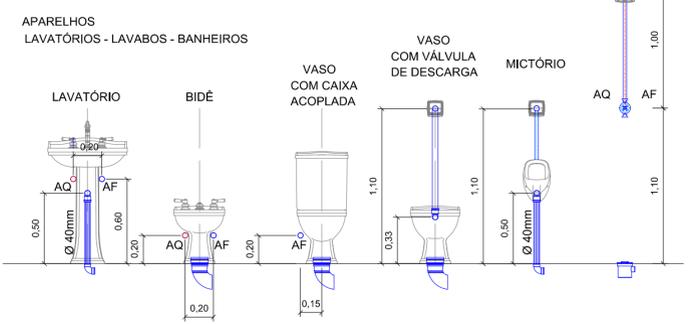


TABELA DOS DIÂMETROS

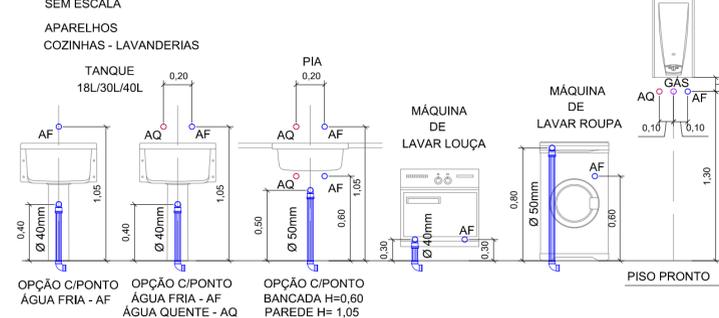
POLEGADA	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
PVC (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110



GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA



GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA



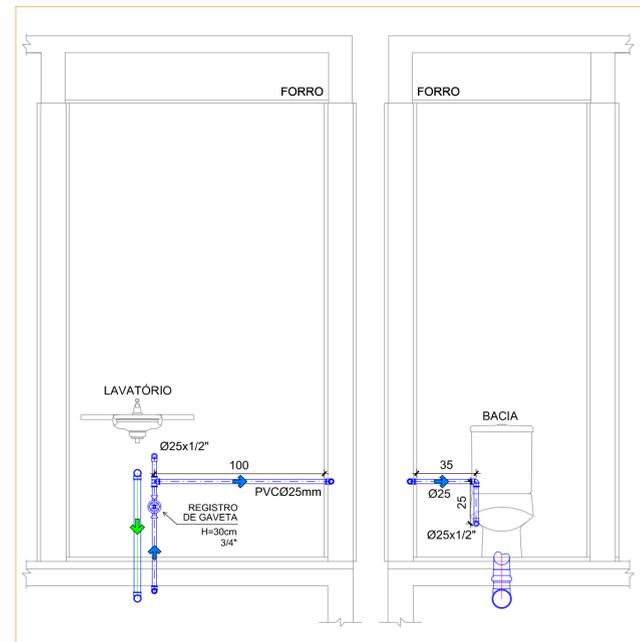
TUBULAÇÕES HORIZONTAIS

Ø25/Ø32/Ø40	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA - CLASSE 15
Ø40	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO DE GORDURAS, LAVANDERIAS E COZINHAS
Ø100	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø75/Ø100/Ø150	TUBULAÇÃO PARA DESCARGA PLUVIAL - COLETORES
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO PARA VENTILAÇÃO

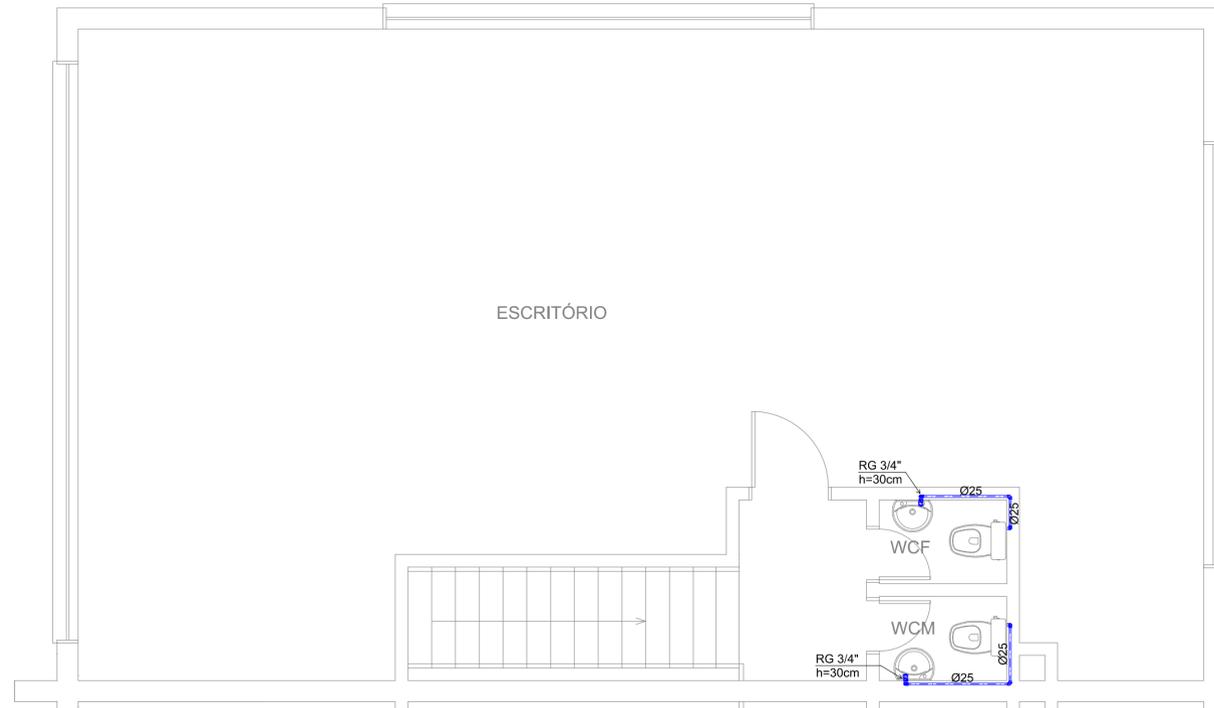
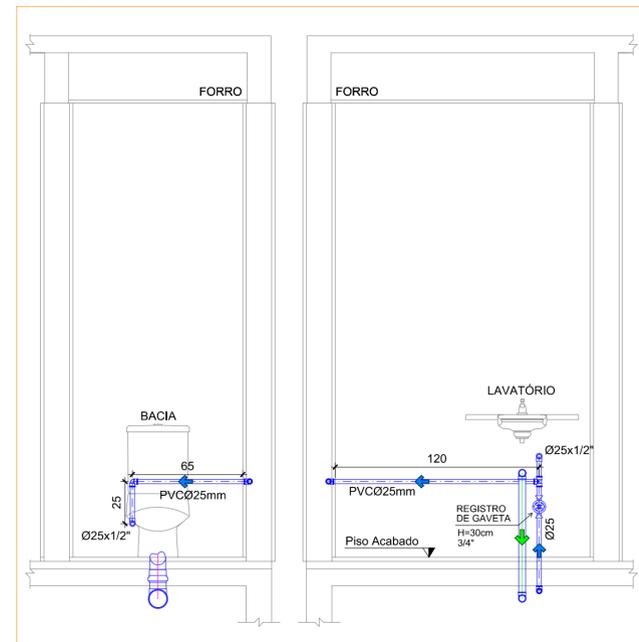
TUBULAÇÕES VERTICAIS

TQC	TUBO DE QUEDA CLOACAL
TQP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
CV	COLUNA PARA VENTILAÇÃO DOS RAMAIS SANITÁRIOS
CAF	COLUNA DE ÁGUA FRIA - RESERVATÓRIO SUPERIOR
AL-P	ALIMENTAÇÃO PREDIAL

VISTAS HIROSSANITÁRIAS - WC MASCULINO 2º PAVIMENTO
ESCALA 1:25



VISTAS HIROSSANITÁRIAS - WC FEMININO 2º PAVIMENTO
ESCALA 1:25



PLANTA BAIXA 2º PAVIMENTO
ESCALA 1:50

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PROJETO HIROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO LOGÍSTICO

THIAGO SILVA DOS SANTOS

ORIENTADOR: JUAN MARTÍN BRAVO

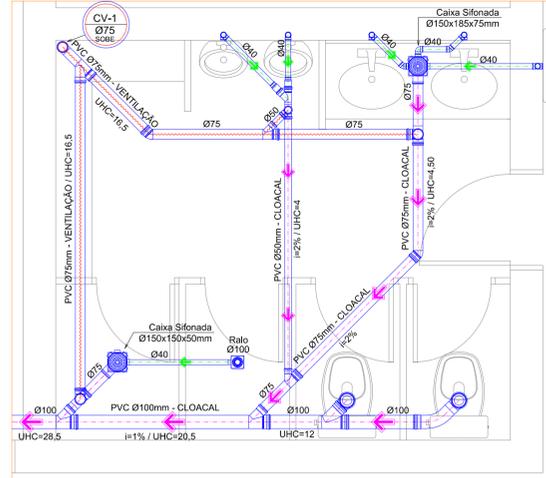
PLANTA ÁGUA FRIA
PAVILHÃO TIPO 01 - 2º PAVTO.

ESCALA: INDICADA
PORTO ALEGRE
NOVEMBRO 2020

PRANCHA
H-04

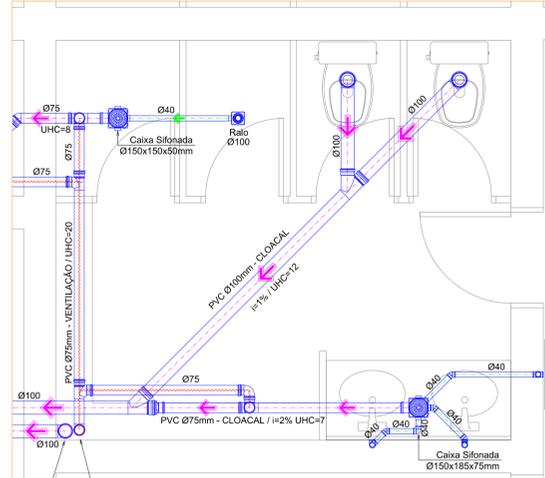
DETALHE ESGOTO - BANHO / VESTIÁRIO MASCULINO

ESCALA 1:25



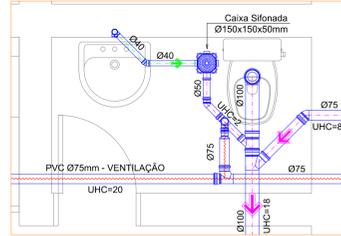
DETALHE ESGOTO - BANHO / VESTIÁRIO FEMININO

ESCALA 1:25



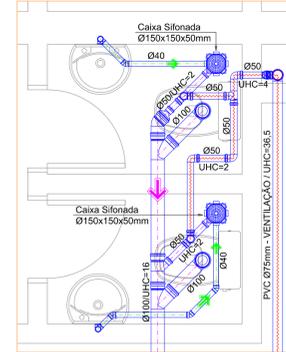
DETALHE ESGOTO - WC TÉRREO

ESCALA 1:25



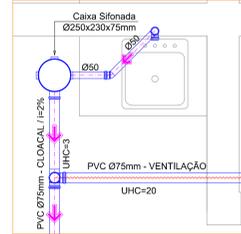
DETALHE ESGOTO - WC 2º PAVTO.

ESCALA 1:25



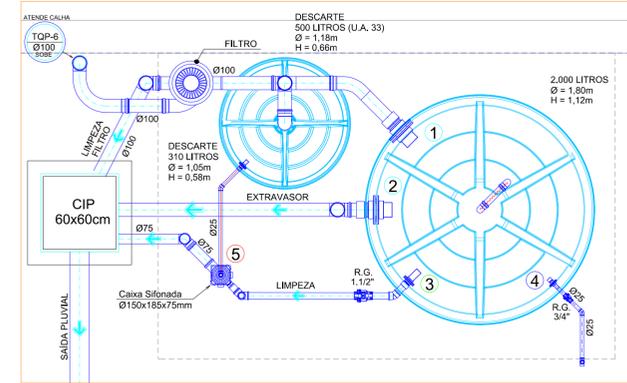
DETALHE ESGOTO - COPA

ESCALA 1:25



DETALHE RESERVATÓRIO DE REAPROVEITAMENTO PLUVIAL

ESCALA 1:25



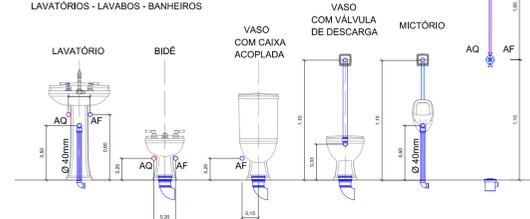
LEGENDA

- 1 ALIMENTAÇÃO Ø100mm - VEM DO CONDUTOR VERTICAL
- 2 EXTRAVASOR Ø100mm (i = 2%)
- 3 LIMPEZA Ø50mm - VAI AO PLUVIAL
- 4 CONSUMO Ø25mm - ATENDE TORNEIRA PARA LAVAGEM DE PISO
- 5 DESCARGA POR GOTEJAMENTO - SISTEMA DE DESCARTE DE PRIMEIRAS CHUVAS

GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO

SEM ESCALA

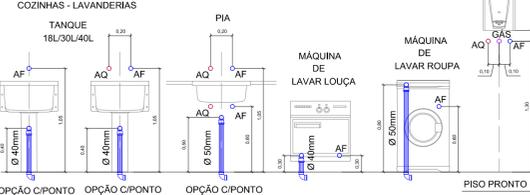
APARELHOS LAVATÓRIOS - LAVABOS - BANHEIROS



GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO

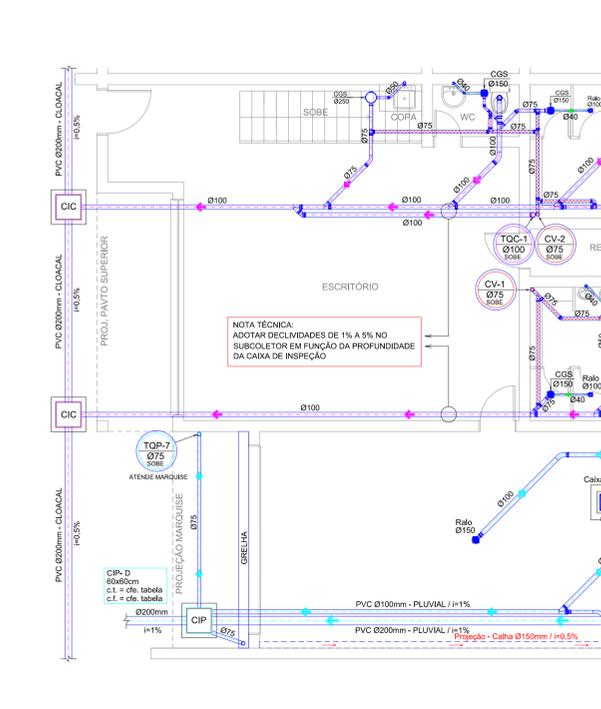
SEM ESCALA

APARELHOS COZINHAS - LAVANDERIAS

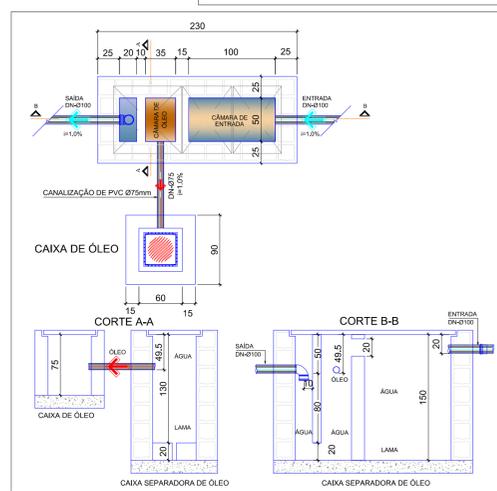


PLANTA BAIXA 2º PAVIMENTO

ESCALA 1:75



DETALHE DA CAIXA SEPARADORA DE ÁGUA, ÓLEO E LAMA



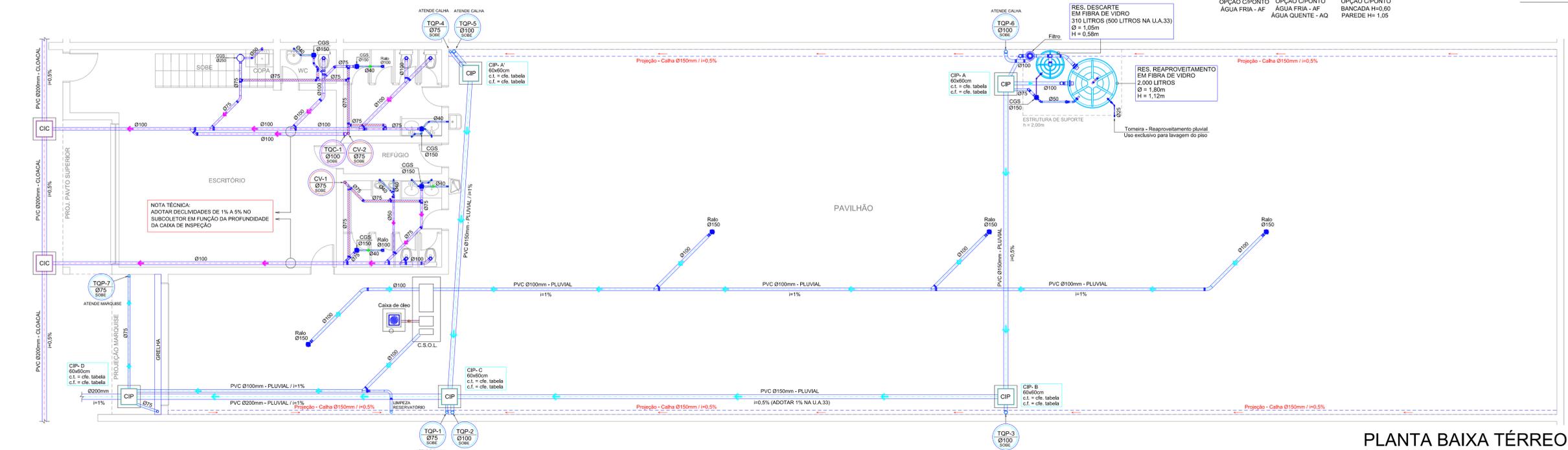
COTA DE FUNDO (m)

Unidade	Cota de tampa (m)	CIP A	CIP A'	CIP B	CIP C	CIP D
1	8,79	7,95	7,91	7,89	7,80	7,68
2	8,79	8,28	8,24	8,22	8,12	8,01
3	8,79	8,28	8,24	8,22	8,12	8,01
4	8,79	8,15	8,11	8,09	7,99	7,88
5	8,79	8,15	8,11	8,09	7,99	7,88
6	8,79	8,04	8,00	7,98	7,88	7,77
9	8,72	7,95	7,91	7,89	7,79	7,68
10	8,72	8,08	8,04	8,02	7,92	7,81
11	8,72	8,08	8,04	8,02	7,92	7,81
12	8,72	8,21	8,17	8,15	8,05	7,94
13	8,72	8,21	8,17	8,15	8,05	7,94
14	8,72	7,93	7,90	7,88	7,78	7,67
15	9,52	8,91	8,87	8,86	8,76	8,64
16	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
17	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
18	9,52	9,12	9,08	9,06	8,96	8,85
19	9,52	9,12	9,08	9,06	8,96	8,85
20	9,52	8,86	8,82	8,80	8,70	8,59
21	9,52	8,86	8,82	8,80	8,70	8,59
22	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
23	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
24	9,52	9,00	8,96	8,95	8,85	8,74
26	9,52	9,07	9,03	9,01	8,91	8,80
27	9,52	9,07	9,03	9,01	8,91	8,80
28	9,52	8,79	8,75	8,73	8,63	8,52
29	9,52	8,79	8,75	8,73	8,63	8,52
30	9,52	8,93	8,89	8,87	8,77	8,66
31	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
32	9,52	8,99	8,95	8,93	8,83	8,72
33	9,52	9,11	8,97	9,05	8,85	8,74

DECLIVIDADES MÍNIMAS RAMAL SANITÁRIO
 i=1,0% p/ Ø>100mm
 i=2,0% p/ Ø<100mm

PLANTA BAIXA TÉRREO

ESCALA 1:75



TUBULAÇÕES HORIZONTAIS

Ø25/Ø32/Ø40	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA - CLASSE 15
Ø40	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO DE COZINHAS, LAVANDERIAS E COZINHAS
Ø100	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø75/Ø100/Ø150	TUBULAÇÃO PARA DESCARGA PLUVIAL - COLETORES
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO PARA VENTILAÇÃO

TUBULAÇÕES VERTICAIS

Ø100	TUBO DE QUEDA CLOACAL
Ø150	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
Ø100	COLUNA PARA VENTILAÇÃO DOS RAMAIS SANITÁRIOS
CAF	COLUNA DE ÁGUA FRIA - RESERVATÓRIO SUPERIOR
AL-P	ALIMENTAÇÃO PREDIAL

TABELA DOS DIÂMETROS

POLEGADA	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
PVC (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 ESCOLA DE ENGENHARIA
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

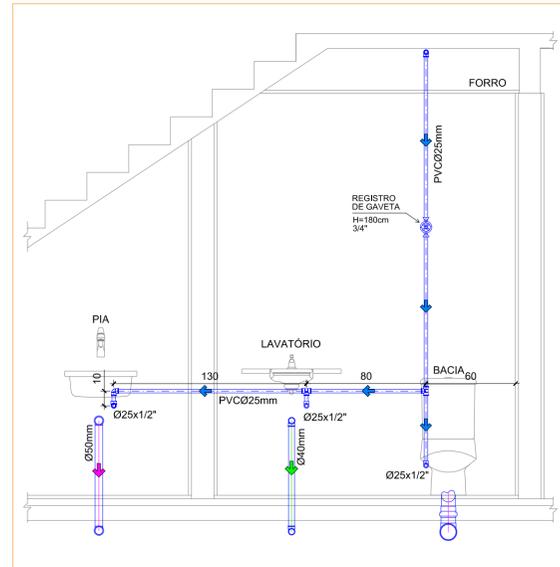
PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO LOGÍSTICO
 THIAGO SILVA DOS SANTOS
 ORIENTADOR: JUAN MARTÍN BRAVO

PLANTA ESGOTO
 PAVILHÃO TIPO 02

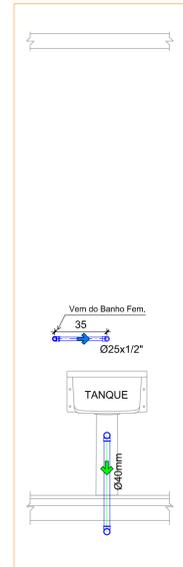
ESCALA: INDICADA
 PORTO ALEGRE
 NOVEMBRO 2020

PRANCHA
 H-05

VISTA HIROSSANITÁRIA - WC / COPA
ESCALA 1:25



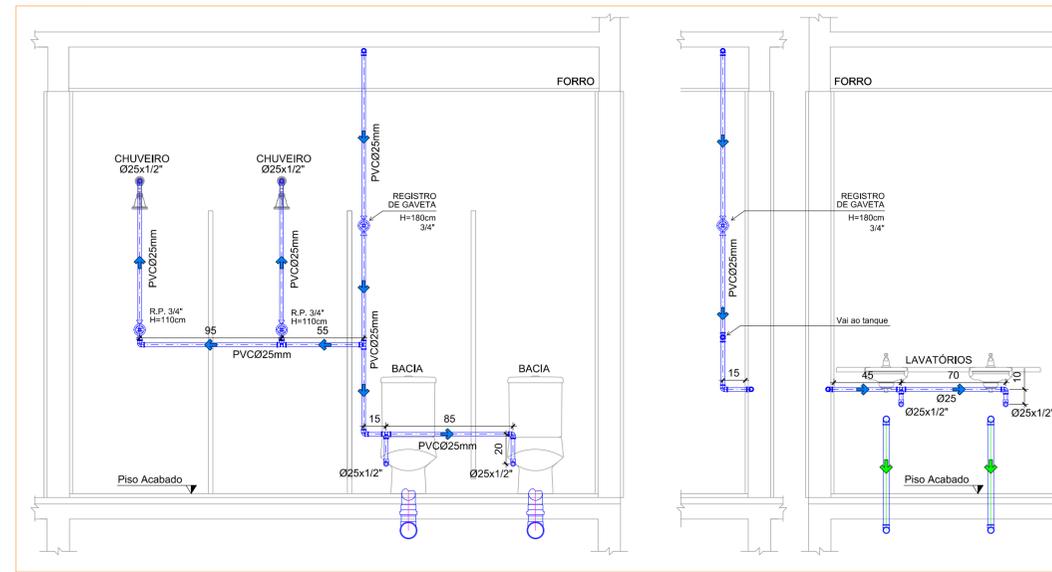
VISTA HIROSSANITÁRIA TANQUE
ESCALA 1:25



VISTA HIROSSANITÁRIA BEBEDOURO
ESCALA 1:25



VISTAS HIROSSANITÁRIAS - VESTIÁRIO FEMININO
ESCALA 1:25



TUBULAÇÕES HORIZONTAIS

Ø25/Ø32/Ø40	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA - CLASSE 15
Ø40	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO DE GORDURAS, LAVANDERIAS E COZINHAS
Ø100	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø75/Ø100/Ø150	TUBULAÇÃO PARA DESCARGA PLUVIAL - COLETORES
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO PARA VENTILAÇÃO

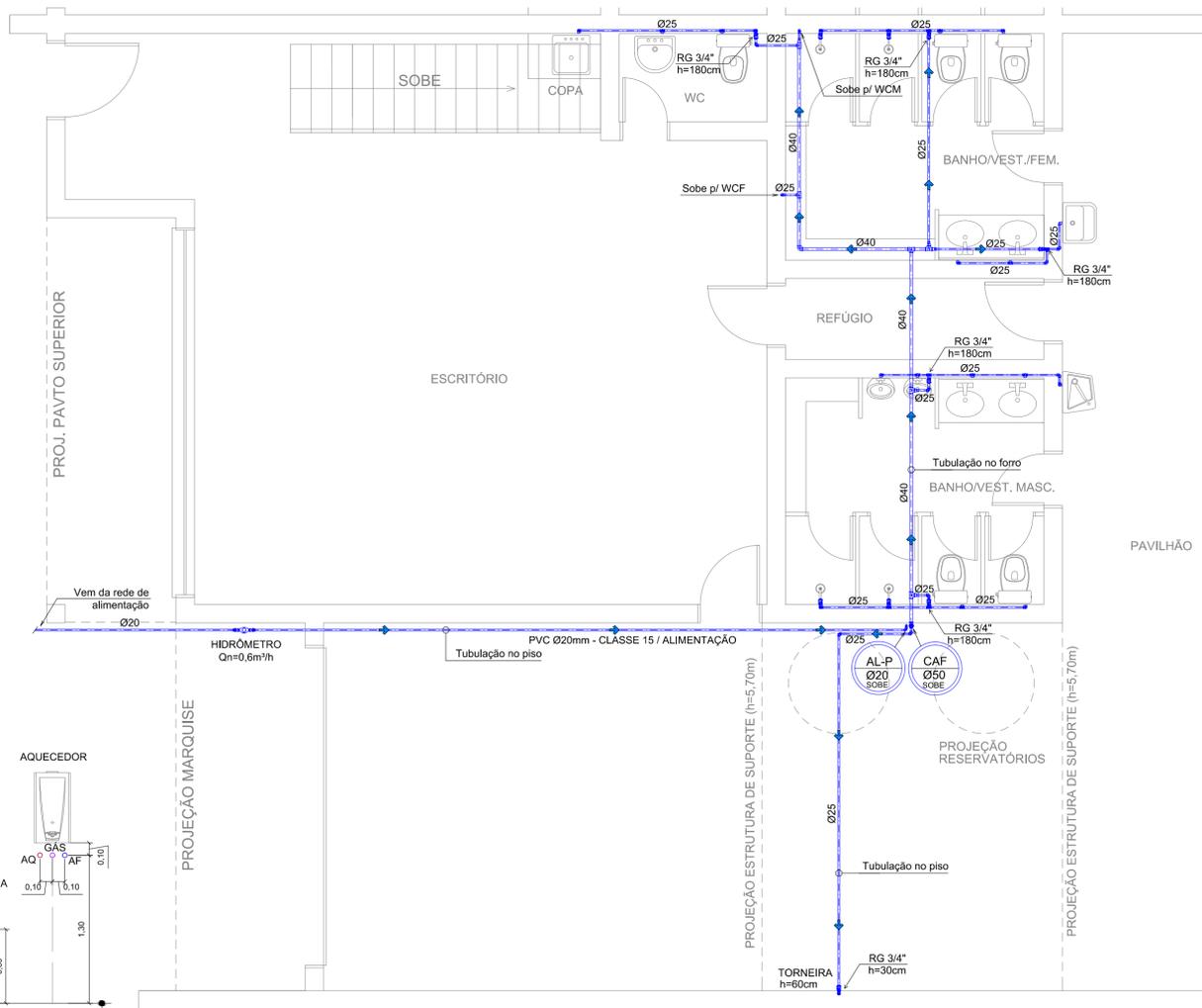
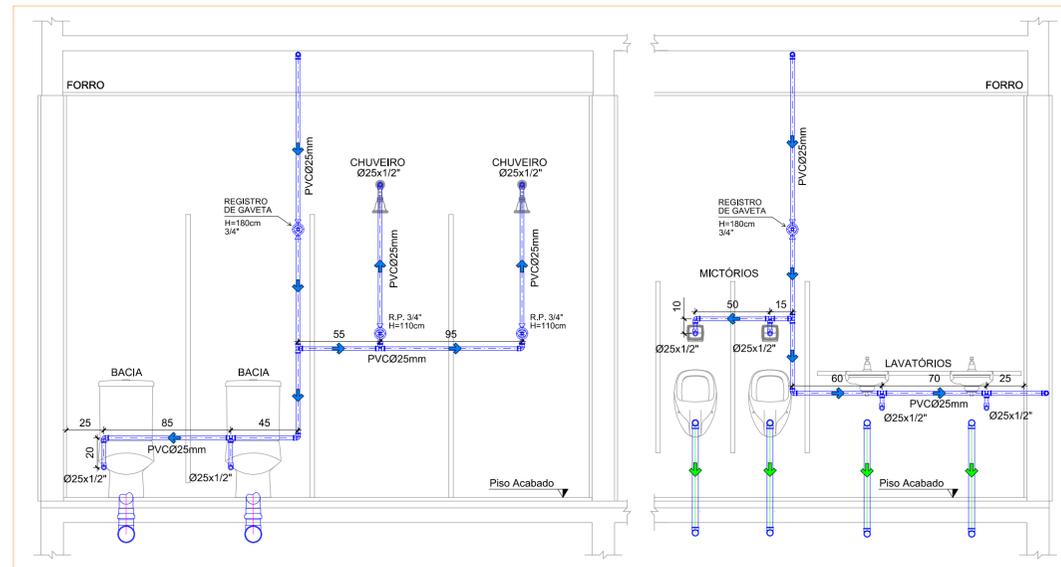
TUBULAÇÕES VERTICAIS

- TQC TUBO DE QUEDA CLOACAL
- TQP TUBO DE QUEDA PLUVIAL
- CV COLUNA PARA VENTILAÇÃO DOS RAMAIS SANITÁRIOS
- CAF COLUNA DE ÁGUA FRIA - RESERVATÓRIO SUPERIOR
- AL-P ALIMENTAÇÃO PREDIAL

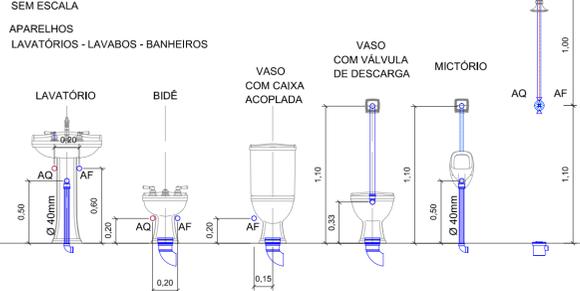
TABELA DOS DIÂMETROS

POLEGADA	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
PVC (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110

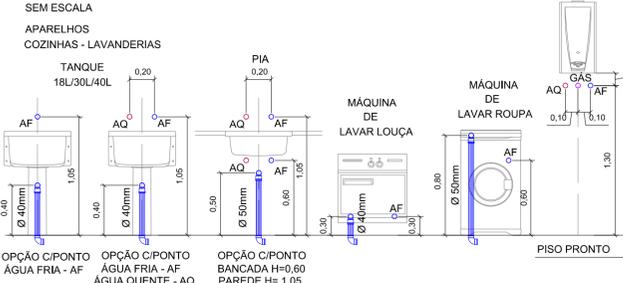
VISTAS HIROSSANITÁRIAS - VESTIÁRIO MASCULINO
ESCALA 1:25



GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA



GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA



PLANTA BAIXA TÉRREO
ESCALA 1:50

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PROJETO HIROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO LOGÍSTICO

THIAGO SILVA DOS SANTOS

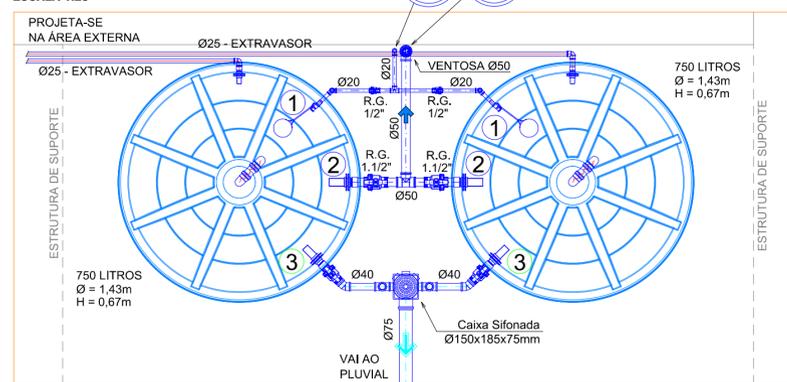
ORIENTADOR: JUAN MARTÍN BRAVO

PLANTA ÁGUA FRIA
PAVILHÃO TIPO 02 - TÉRREO

ESCALA: INDICADA
PORTO ALEGRE
NOVEMBRO 2020

PRANCHA
H-06

DETALHE RESERVATÓRIO SUPERIOR



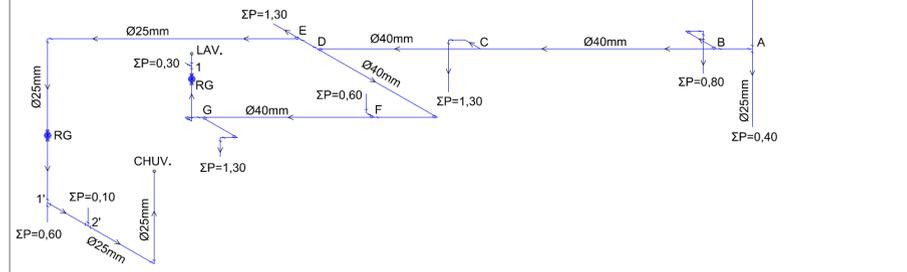
LEGENDA

- 1 ALIMENTAÇÃO Ø20mm
- 2 SAÍDA PARA CONSUMO Ø50mm
- 3 LIMPEZA Ø40mm - VAI AO PLUVIAL
- 4 EXTRAVASOR Ø25mm

TABELA DOS DIÂMETROS

POLEGADA	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
PVC (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110

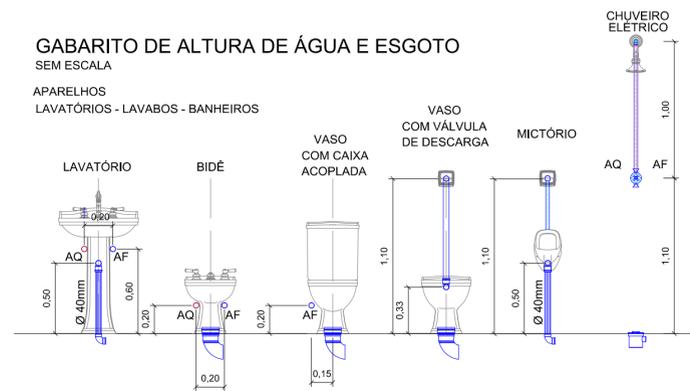
SOMATÓRIO DE PESOS - ÁGUA FRIA	
TORNEIRA - LAVAGEM	= 1 x 0,40 = 0,40
CHUVEIRO ELÉTRICO	= 4 x 0,10 = 0,40
LAVATÓRIO	= 7 x 0,30 = 2,10
BACIA SANITÁRIA	= 7 x 0,30 = 2,10
MICTÓRIO	= 2 x 0,30 = 0,60
BEBEDOURO	= 1 x 0,10 = 0,10
TANQUE	= 1 x 0,70 = 0,70
PIA - TORNEIRA	= 1 x 0,70 = 0,70
TOTAL	= 7,10



GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO

SEM ESCALA

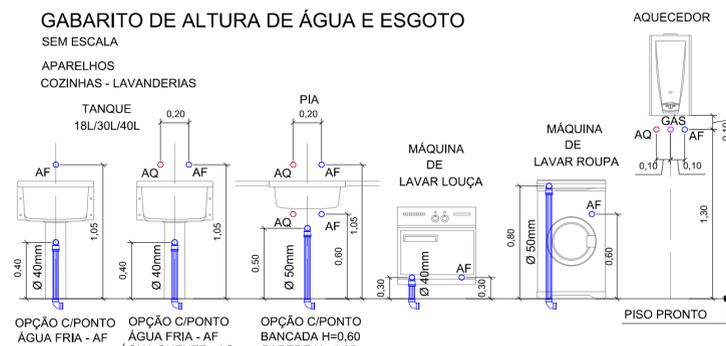
APARELHOS
LAVATÓRIOS - LAVABOS - BANHEIROS



GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO

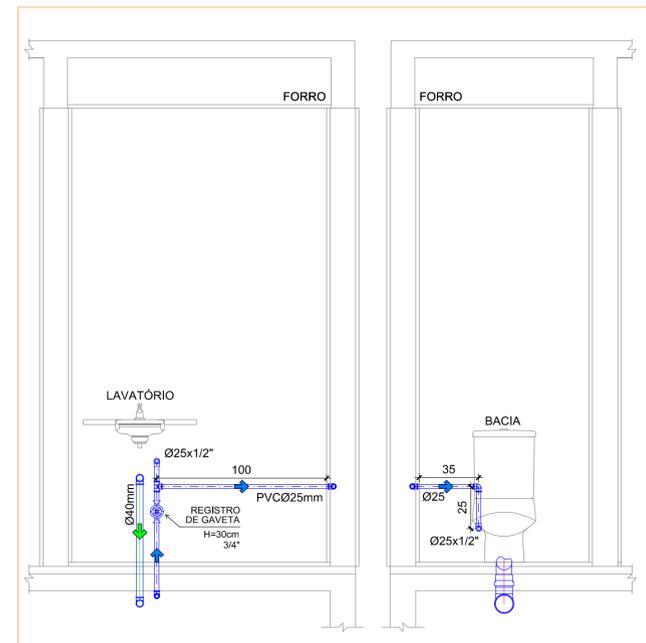
SEM ESCALA

APARELHOS
COZINHAS - LAVANDERIAS



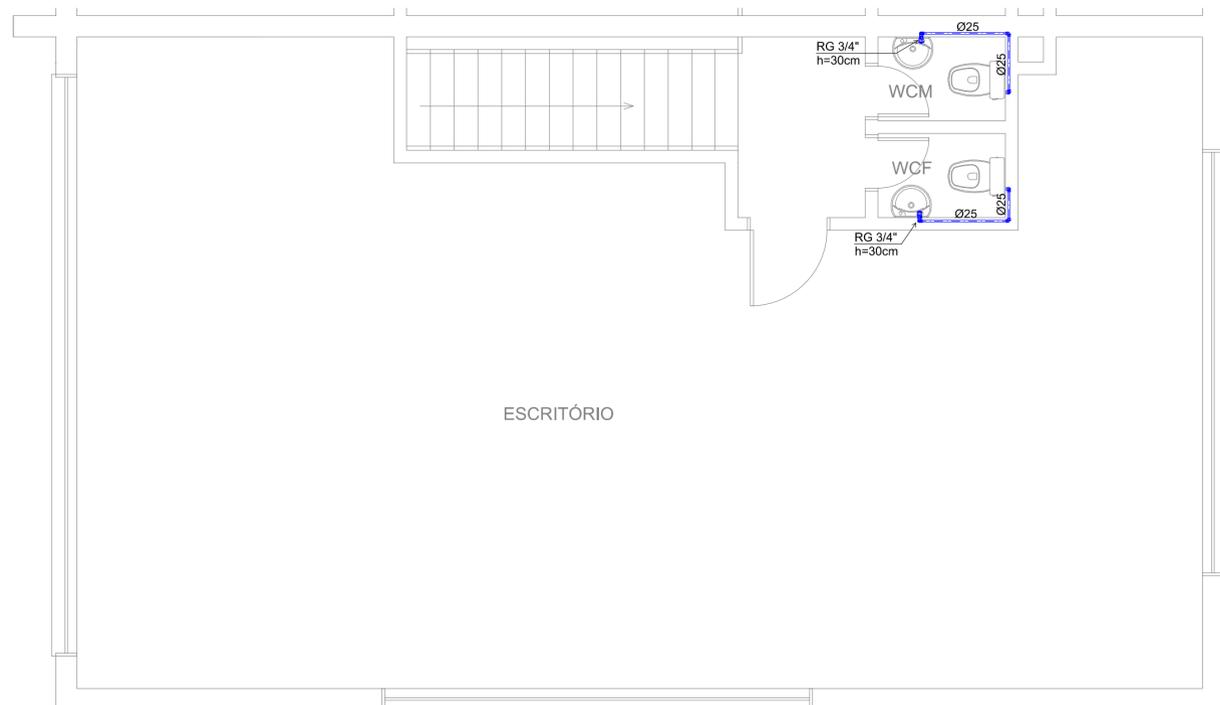
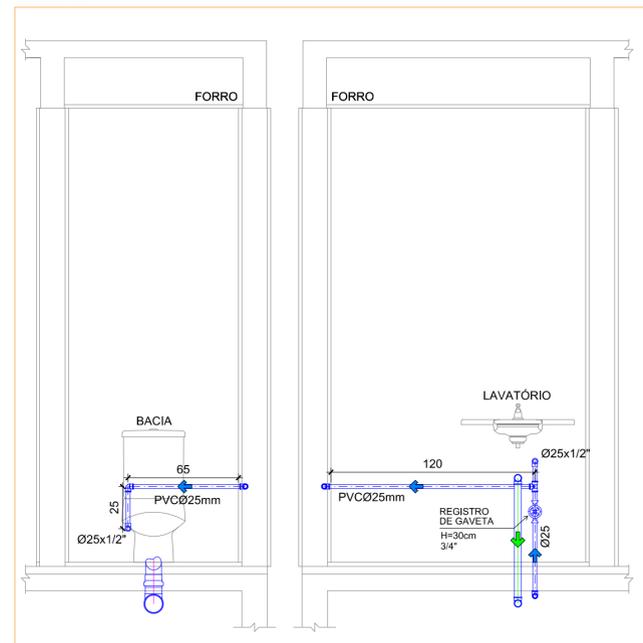
VISTAS HIROSSANITÁRIAS - WC FEMININO 2º PAVIMENTO

ESCALA 1:25



VISTAS HIROSSANITÁRIAS - WC MASCULINO 2º PAVIMENTO

ESCALA 1:25



PLANTA BAIXA 2º PAVIMENTO
ESCALA 1:50

TUBULAÇÕES HORIZONTAIS	
	Ø25/Ø32/Ø40 TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA - CLASSE 15
	Ø40 TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
	Ø50/Ø75 TUBULAÇÃO P/ ESGOTO DE GORDURAS, LAVANDERIAS E COZINHAS
	Ø100 TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
	Ø75/Ø100/Ø150 TUBULAÇÃO PARA DESCARGA PLUVIAL - COLETORES
	Ø50/Ø75 TUBULAÇÃO PARA VENTILAÇÃO
TUBULAÇÕES VERTICAIS	
	TQC TUBO DE QUEDA CLOACAL
	TQP TUBO DE QUEDA PLUVIAL
	CV COLUNA PARA VENTILAÇÃO DOS RAMAIS SANITÁRIOS
	CAF COLUNA DE ÁGUA FRIA - RESERVATÓRIO SUPERIOR
	AL-P ALIMENTAÇÃO PREDIAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PROJETO HIROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO LOGÍSTICO

THIAGO SILVA DOS SANTOS

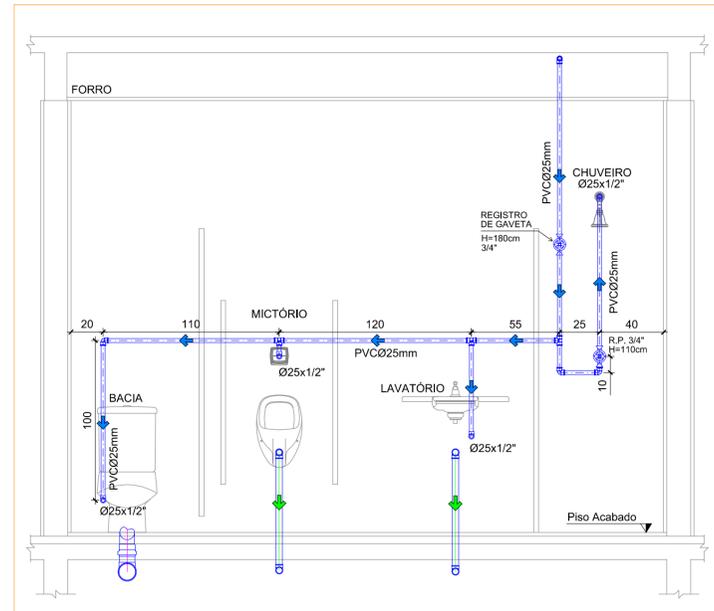
ORIENTADOR: JUAN MARTÍN BRAVO

PLANTA ÁGUA FRIA
PAVILHÃO TIPO 02 - 2º PAVTO.

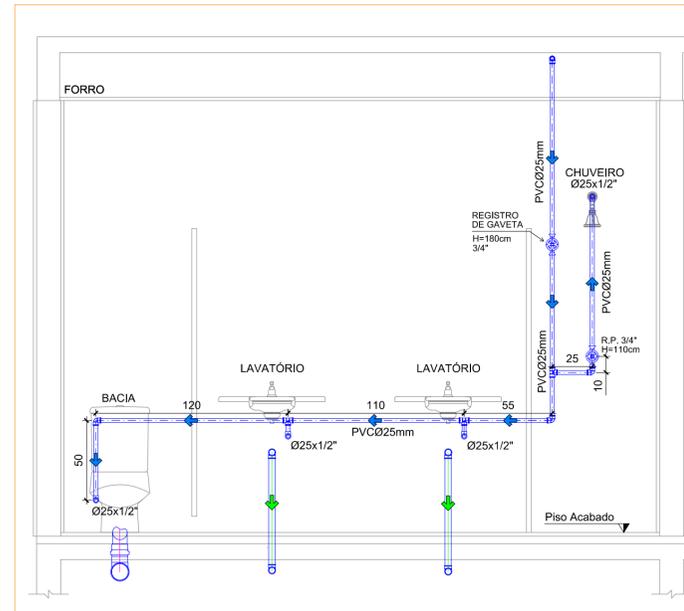
ESCALA: INDICADA
PORTO ALEGRE
NOVEMBRO 2020

PRANCHA
H-07

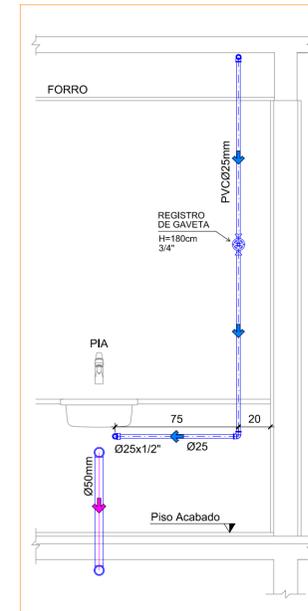
VISTA HIROSSANITÁRIA - BANHEIRO MASCULINO
ESCALA 1:25



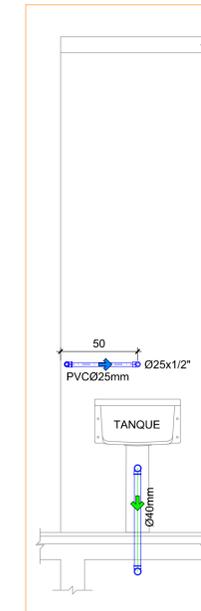
VISTA HIROSSANITÁRIA - BANHEIRO FEMININO
ESCALA 1:25



VISTA HIROSSANITÁRIA - COPA
ESCALA 1:25



VISTA HIROSSANITÁRIA - TANQUE
ESCALA 1:25



TUBULAÇÕES HORIZONTAIS

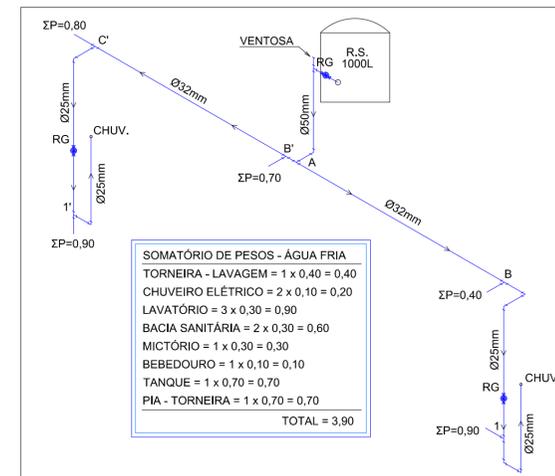
Ø25/Ø32/Ø40	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA - CLASSE 15
Ø40	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO DE GORDURAS, LAVANDERIAS E COZINHAS
Ø100	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø75/Ø100/Ø150	TUBULAÇÃO PARA DESCARGA PLUVIAL - COLETORES
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO PARA VENTILAÇÃO

TUBULAÇÕES VERTICAIS

○ TQC	TUBO DE QUEDA CLOACAL
○ TQP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
○ CV	COLUNA PARA VENTILAÇÃO DOS RAMAIS SANITÁRIOS
CAF	COLUNA DE ÁGUA FRIA - RESERVATÓRIO SUPERIOR
AL-P	ALIMENTAÇÃO PREDIAL

TABELA DOS DIÂMETROS

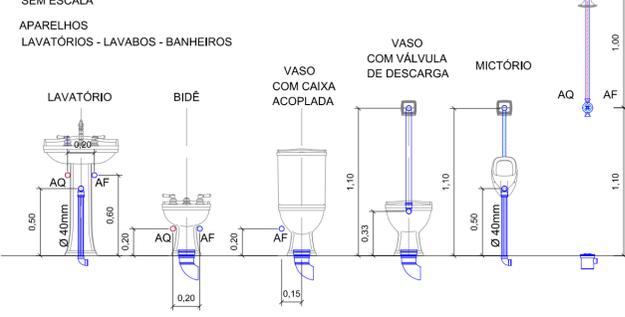
POLEGADA	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
PVC (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110



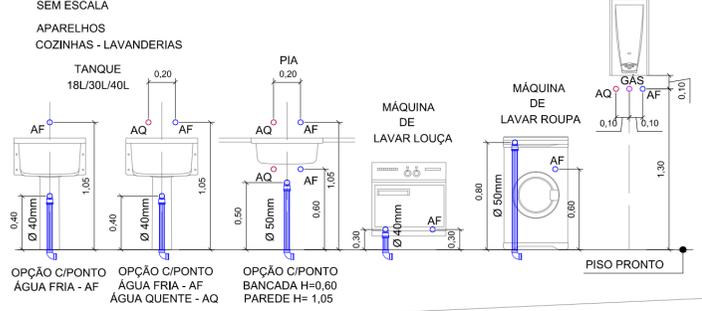
SOMATÓRIO DE PESOS - ÁGUA FRIA

TORNEIRA - LAVAGEM	= 1 x 0,40 = 0,40
CHUVEIRO ELÉTRICO	= 2 x 0,10 = 0,20
LAVATÓRIO	= 3 x 0,30 = 0,90
BACIA SANITÁRIA	= 2 x 0,30 = 0,60
MICTÓRIO	= 1 x 0,30 = 0,30
BEBEDOURO	= 1 x 0,10 = 0,10
TANQUE	= 1 x 0,70 = 0,70
PIA - TORNEIRA	= 1 x 0,70 = 0,70
TOTAL	= 3,90

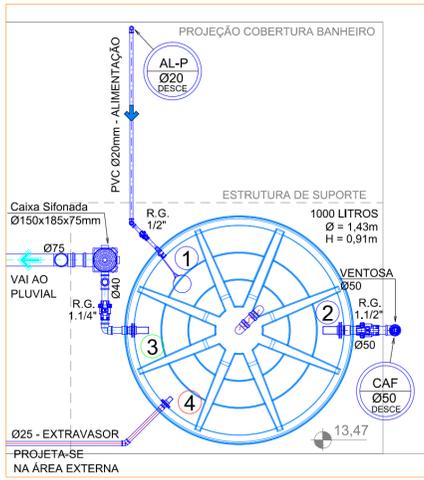
GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA



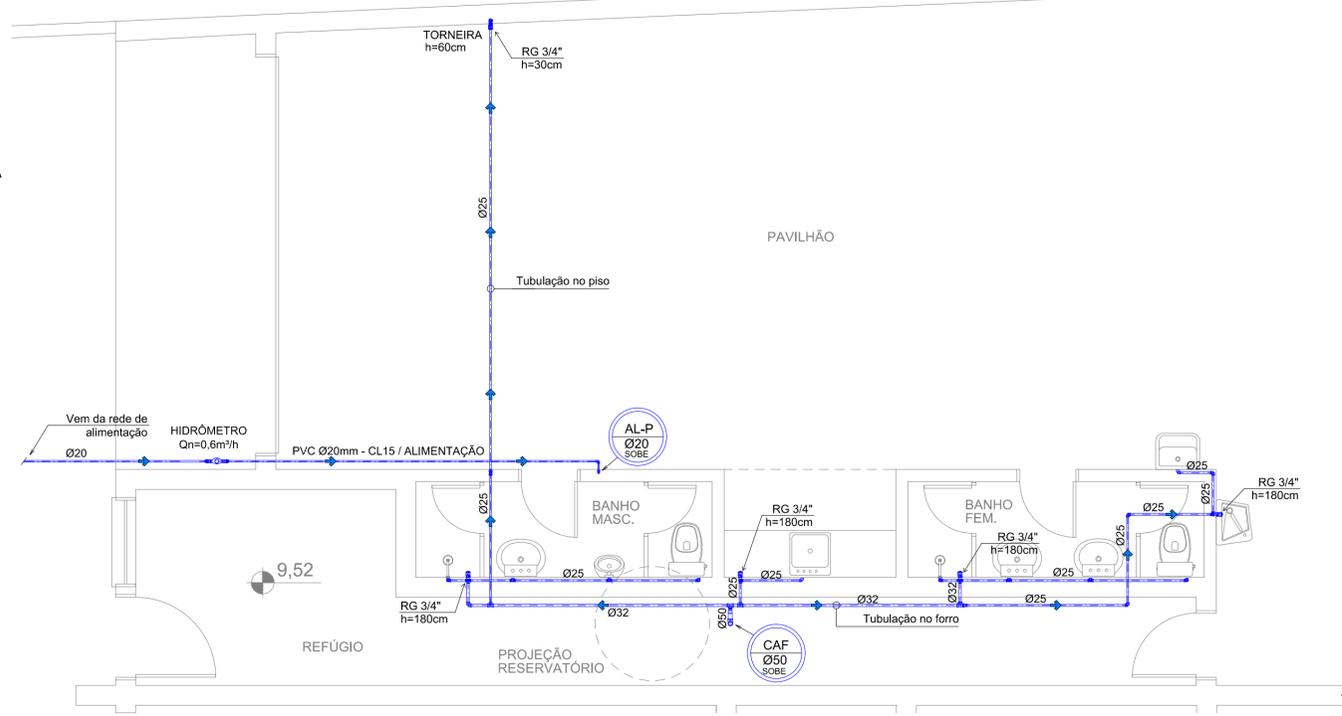
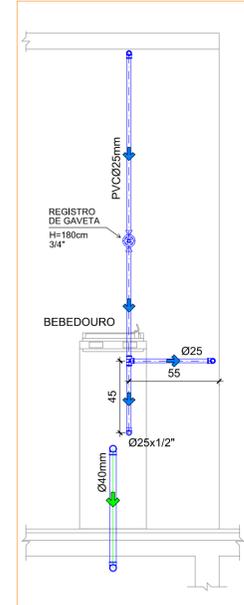
GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA



DETALHE RESERVATÓRIO SUPERIOR
ESCALA 1:25



VISTA HIROSSANITÁRIA BEBEDOURO
ESCALA 1:25



- LEGENDA**
- 1 ALIMENTAÇÃO Ø20mm
 - 2 SAÍDA PARA CONSUMO Ø50mm
 - 3 LIMPEZA Ø40mm - VAI AO PLUVIAL
 - 4 EXTRAVASOR Ø25mm

PLANTA BAIXA TÉRREO
ESCALA 1:50

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

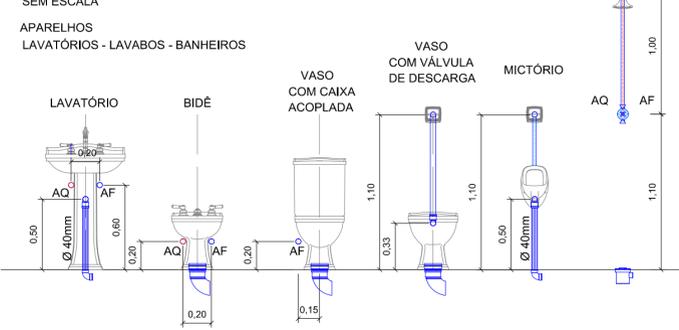
PROJETO HIROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO LOGÍSTICO
THIAGO SILVA DOS SANTOS
ORIENTADOR: JUAN MARTÍN BRAVO

PLANTA ÁGUA FRIA
PAVILHÃO 24

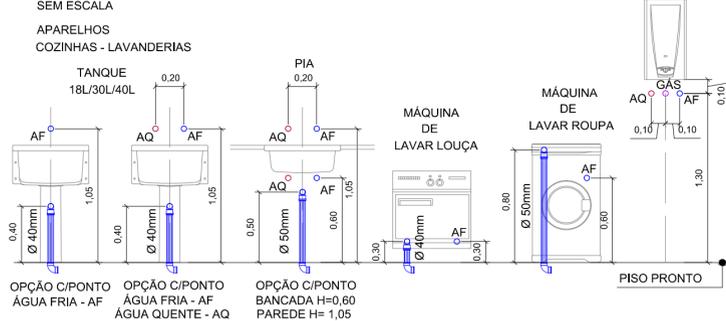
ESCALA: INDICADA
PORTO ALEGRE
NOVEMBRO 2020

PRANCHA
H-09

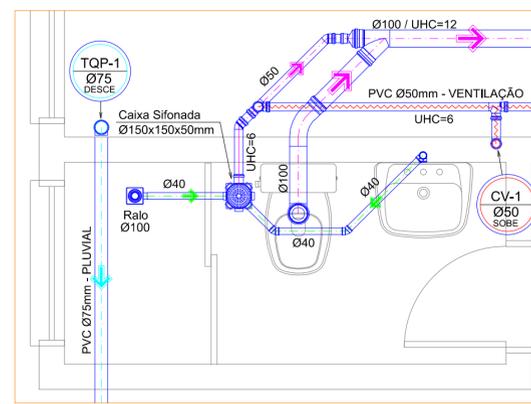
GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO



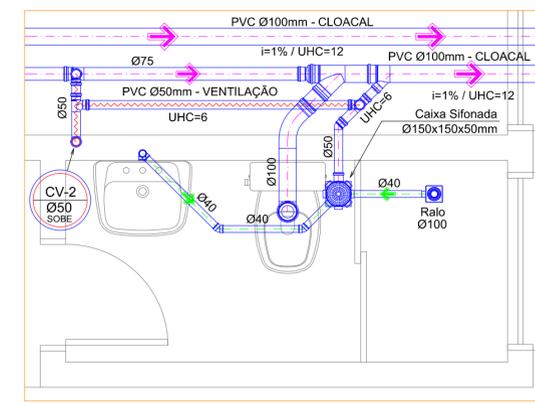
GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO



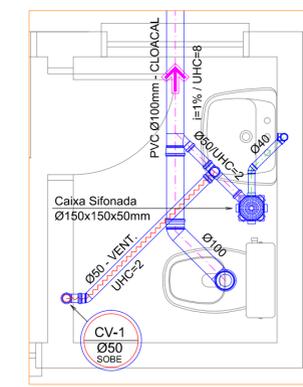
DETALHE ESGOTO - BANHEIRO SERV. MASCULINO



DETALHE ESGOTO - BANHEIRO SERV. FEMININO



DETALHE ESGOTO - GUARITA



TUBULAÇÕES HORIZONTAIS

Ø25/Ø32/Ø40	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA - CLASSE 15
Ø40	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO DE GORDURAS, LAVANDERIAS E COZINHAS
Ø100	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø75/Ø100/Ø150	TUBULAÇÃO PARA DESCARGA PLUVIAL - COLETORES
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO PARA VENTILAÇÃO

TUBULAÇÕES VERTICAIS

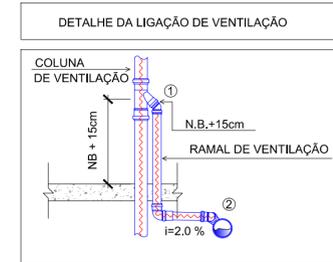
○ TQC	TUBO DE QUEDA CLOACAL
○ TQP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
○ CV	COLUNA PARA VENTILAÇÃO DOS RAMAIS SANITÁRIOS
CAF	COLUNA DE ÁGUA FRIA - RESERVATÓRIO SUPERIOR
AL-P	ALIMENTAÇÃO PREDIAL

TABELA DOS DIÂMETROS

POLEGADA	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
PVC (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110

DECLIVIDADES MÍNIMAS RAMAL SANITÁRIO

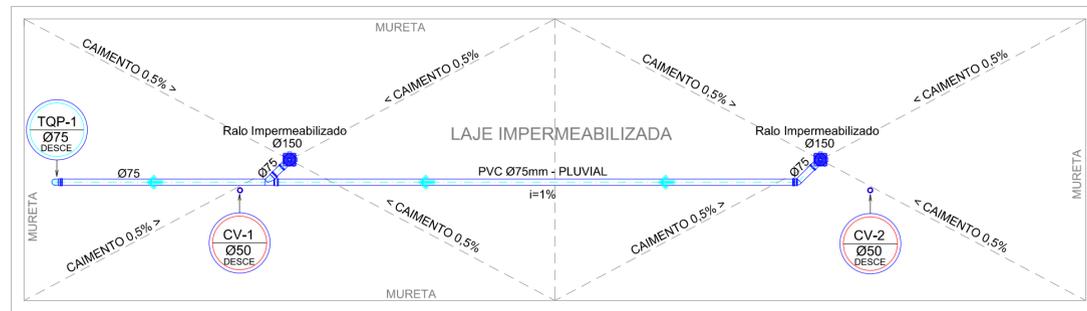
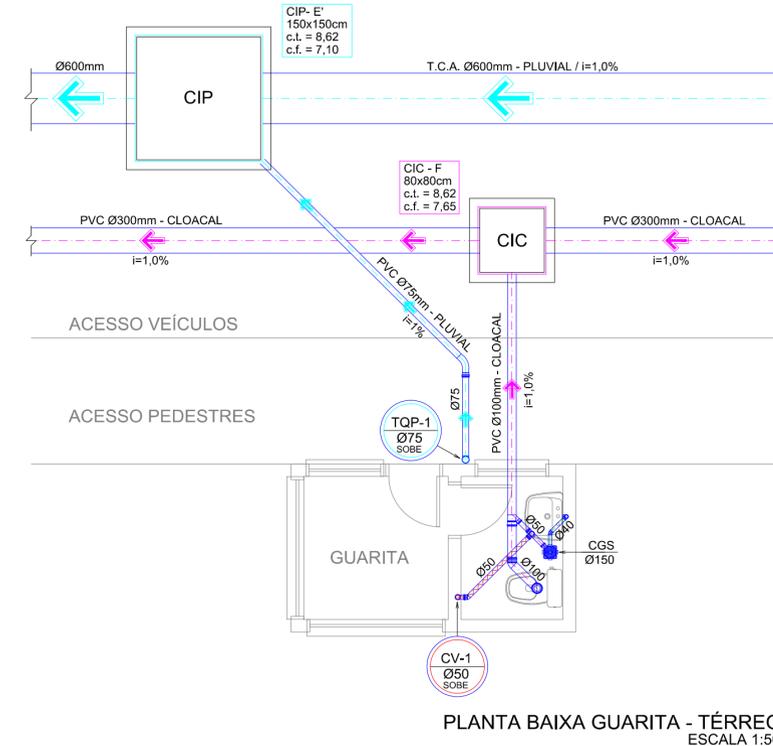
$i=1.0\% \text{ p/ } \varnothing > 100\text{mm}$
 $i=2.0\% \text{ p/ } \varnothing < 100\text{mm}$



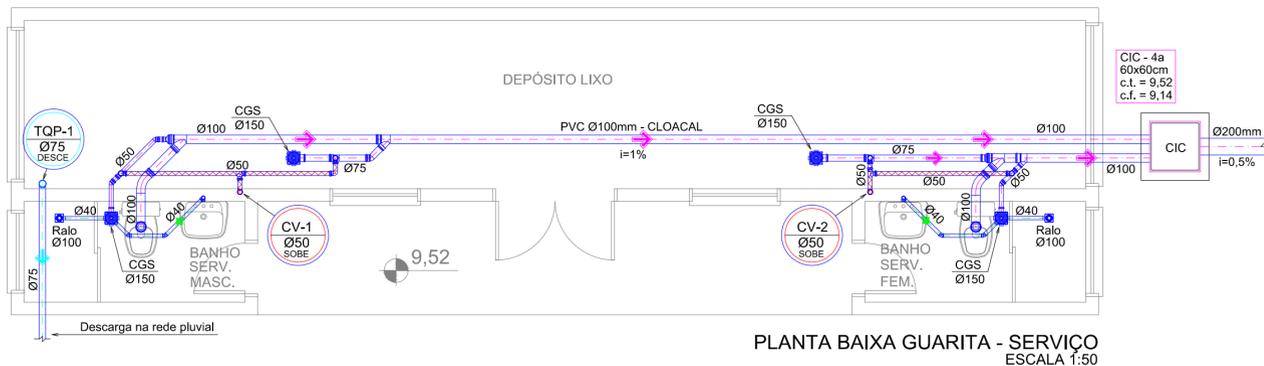
OBSERVAÇÕES:

① - A EXTREMIDADE SUPERIOR DO RAMAL DE VENTILAÇÃO DEVE SER LIGADA AO TUBO DE VENTILAÇÃO SEMPRE A 15 cm ACIMA DO NÍVEL DE TRANSBORDAMENTO DE ÁGUA DO MAIS ALTO DOS APARELHOS SERVIDOS.

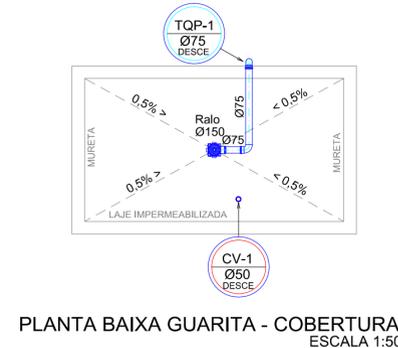
② - A LIGAÇÃO DO RAMAL DE VENTILAÇÃO À TUBULAÇÃO HORIZONTAL DEVE SER FEITA ACIMA DO EIXO DA TUBULAÇÃO, ATRAVÉS DE UM TÊ SANITÁRIO OU JUNÇÃO 45 GRAUS SEMPRE, COM ACLIVE EM DIREÇÃO AO TUBO DE VENTILAÇÃO.



PLANTA BAIXA GUARITA - COBERTURA
ESCALA 1:50



PLANTA BAIXA GUARITA - SERVIÇO
ESCALA 1:50



PLANTA BAIXA GUARITA - COBERTURA
ESCALA 1:50

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO LOGÍSTICO

THIAGO SILVA DOS SANTOS

ORIENTADOR: JUAN MARTÍN BRAVO

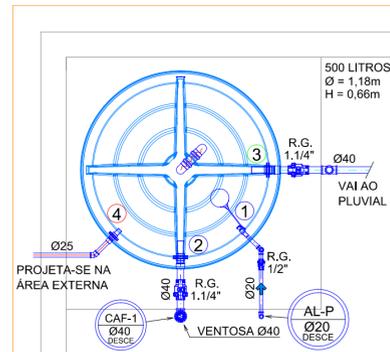
**PLANTA ESGOTO
SERVIÇO / GUARITA**

ESCALA: INDICADA

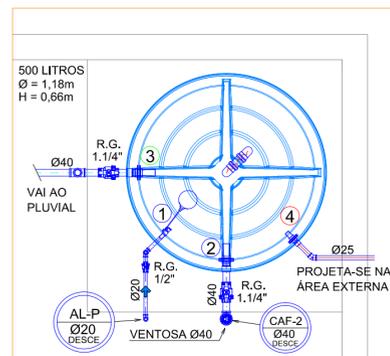
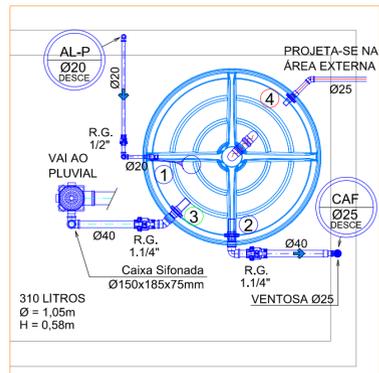
PRANCHA
H-10

PORTO ALEGRE
NOVEMBRO 2020

DETALHE RESERVATÓRIOS SUPERIORES BANHEIROS SERVIÇO
ESCALA 1:25



DETALHE RESERVATÓRIO SUPERIOR GUARITA
ESCALA 1:25

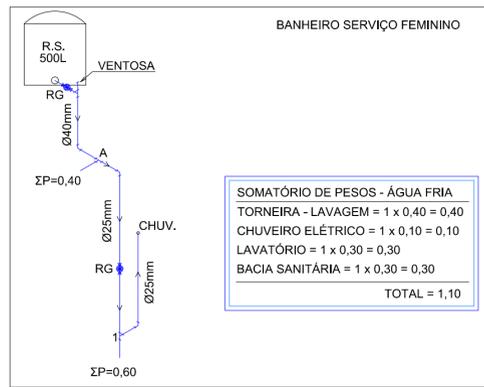
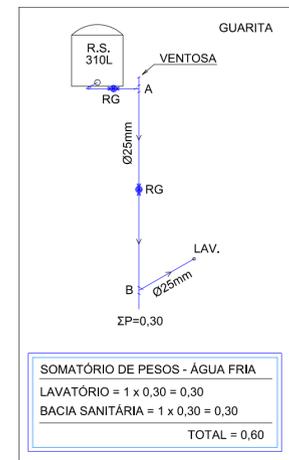


LEGENDA

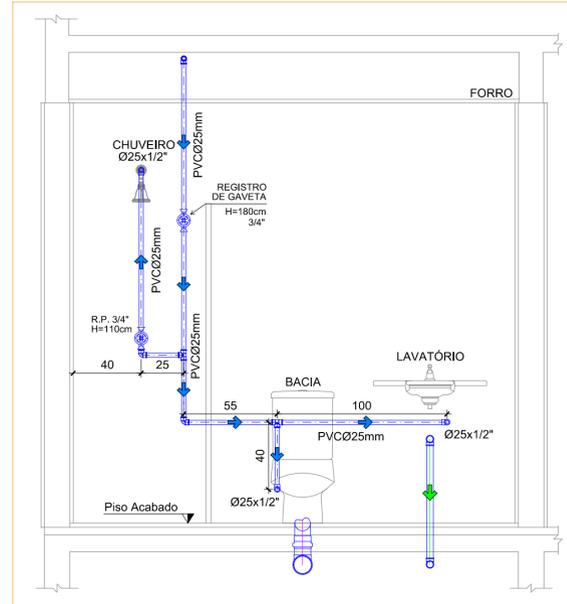
- 1 ALIMENTAÇÃO Ø20mm
- 2 SAÍDA PARA CONSUMO Ø40mm
- 3 LIMPEZA Ø40mm - VAI AO PLUVIAL
- 4 EXTRAVASOR Ø25mm

LEGENDA

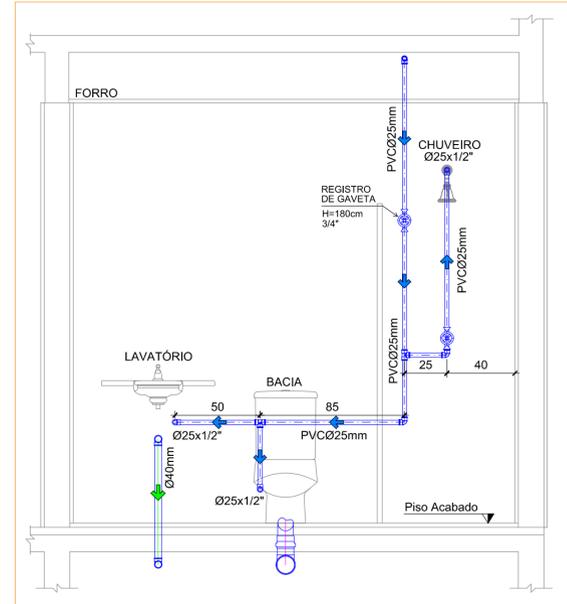
- 1 ALIMENTAÇÃO Ø20mm
- 2 SAÍDA PARA CONSUMO Ø40mm
- 3 LIMPEZA Ø40mm - VAI AO PLUVIAL
- 4 EXTRAVASOR Ø25mm



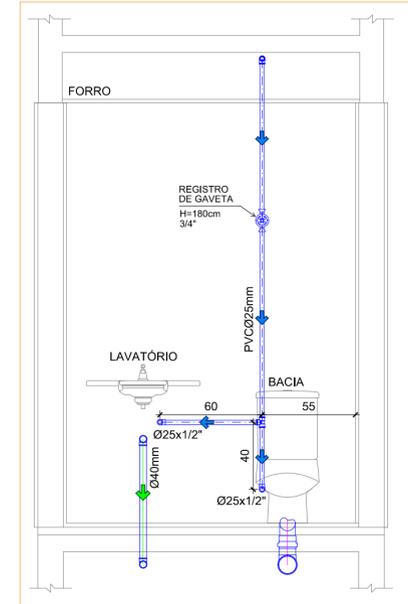
VISTA HIROSSANITÁRIA - BANHEIRO MASCULINO
ESCALA 1:25



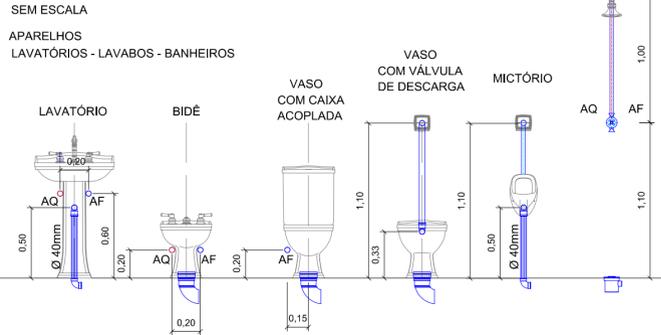
VISTA HIROSSANITÁRIA - BANHEIRO FEMININO
ESCALA 1:25



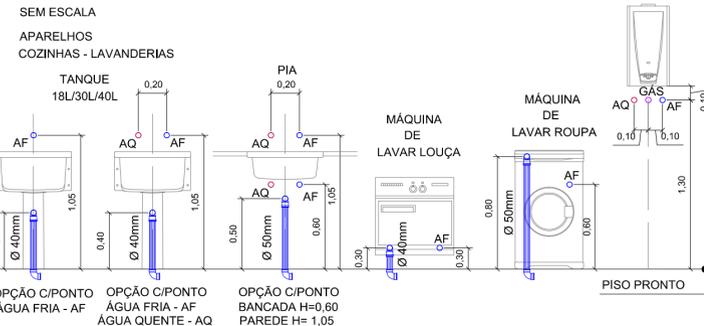
VISTA HIROSSANITÁRIA - GUARITA
ESCALA 1:25



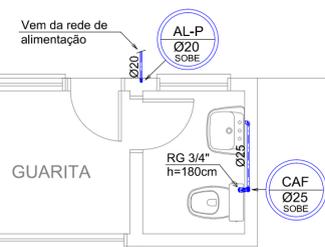
GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA



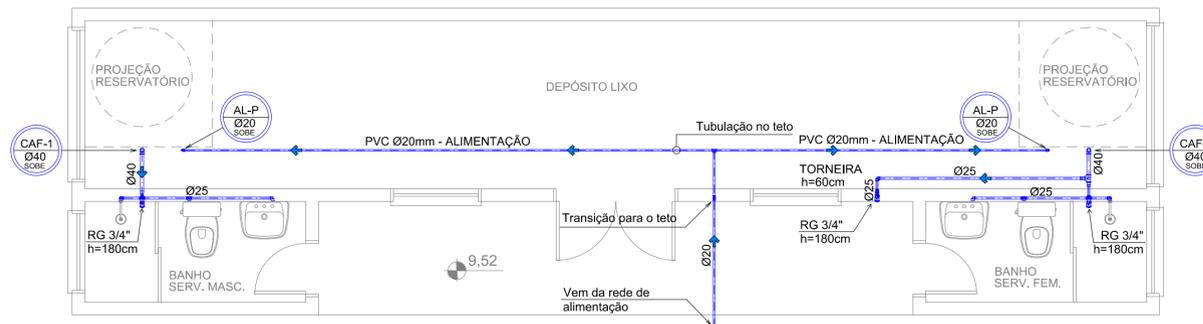
GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA



ACESSO PEDESTRES



PLANTA BAIXA GUARITA
ESCALA 1:50



PLANTA BAIXA SERVIÇO
ESCALA 1:50

TUBULAÇÕES HORIZONTAIS

Ø25/Ø32/Ø40	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA - CLASSE 15
Ø40	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO DE GORDURAS, LAVANDERIAS E COZINHAS
Ø100	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø75/Ø100/Ø150	TUBULAÇÃO PARA DESCARGA PLUVIAL - COLETORES
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO PARA VENTILAÇÃO

TUBULAÇÕES VERTICAIS

○ TQC	TUBO DE QUEDA CLOACAL
○ TQP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
○ CV	COLUNA PARA VENTILAÇÃO DOS RAMAIS SANITÁRIOS
CAF	COLUNA DE ÁGUA FRIA - RESERVATÓRIO SUPERIOR
AL-P	ALIMENTAÇÃO PREDIAL

TABELA DOS DIÂMETROS

POLEGADA	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
PVC (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PROJETO HIROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO LOGÍSTICO

THIAGO SILVA DOS SANTOS

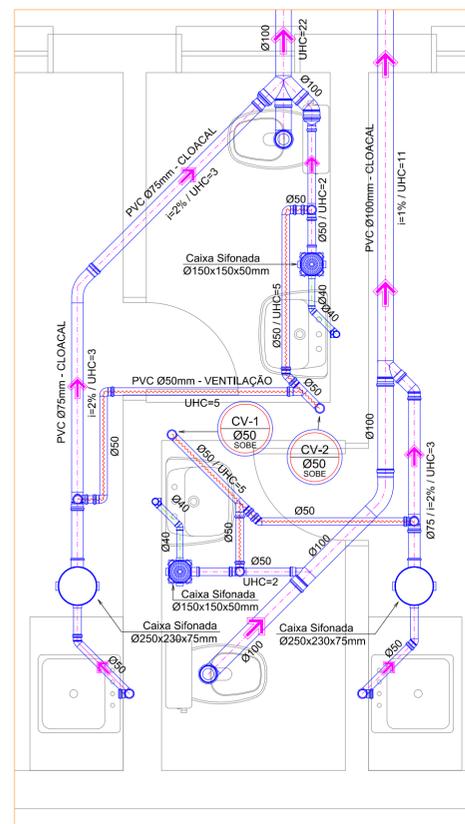
ORIENTADOR: JUAN MARTÍN BRAVO

PLANTA ÁGUA FRIA
SERVIÇO / GUARITA

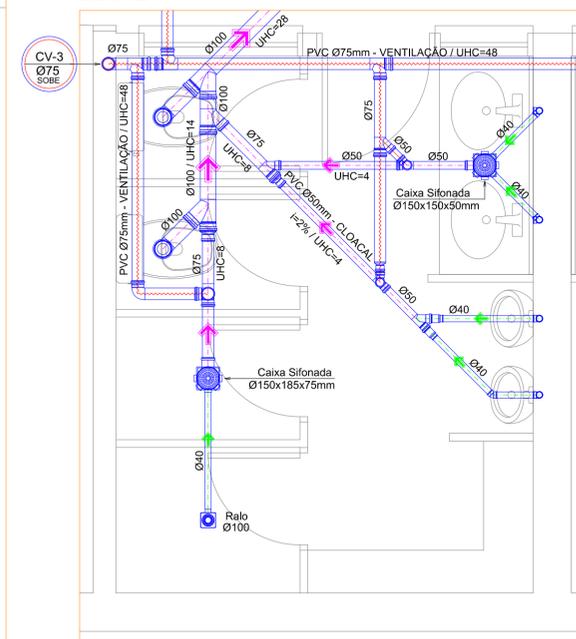
ESCALA: INDICADA
PORTO ALEGRE
NOVEMBRO 2020

PRANCHA
H-11

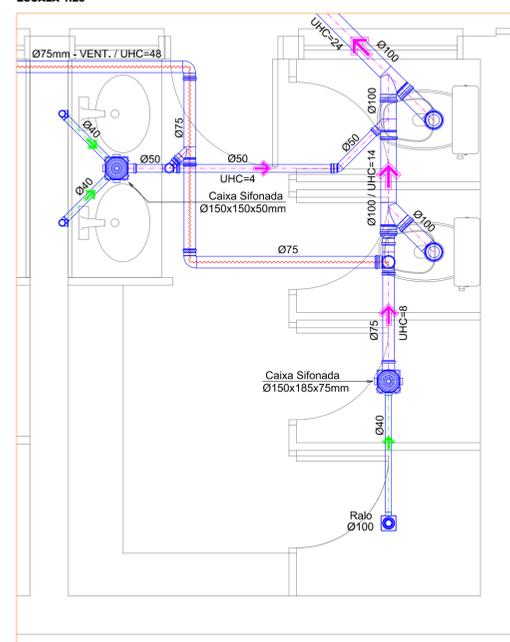
DETALHE ESGOTO - LOJAS
ESCALA 1:25



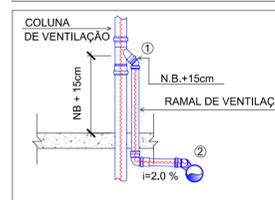
DETALHE ESGOTO - BANHO/VESTIÁRIO MASCULINO
ESCALA 1:25



DETALHE ESGOTO - BANHO/VESTIÁRIO FEMININO
ESCALA 1:25



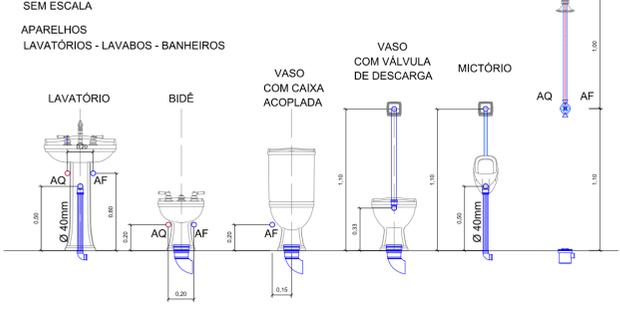
DETALHE DA LIGAÇÃO DE VENTILAÇÃO



OBSERVAÇÕES:
 ① - A EXTREMIDADE SUPERIOR DO RAMAL DE VENTILAÇÃO DEVE SER LIGADA AO TUBO DE VENTILAÇÃO SEMPRE A 15 cm ACIMA DO NÍVEL DE TRANSBORDAMENTO DE ÁGUA DO MAIS ALTO DOS APARELHOS SERVIDOS.
 ② - A LIGAÇÃO DO RAMAL DE VENTILAÇÃO À TUBULAÇÃO HORIZONTAL DEVE SER FEITA ACIMA DO EIXO DA TUBULAÇÃO, ATRAVÉS DE UM TÊ SANITÁRIO OU JUNÇÃO 45 GRAUS SEMPRE, COM ACLIVE EM DIREÇÃO AO TUBO DE VENTILAÇÃO.

DECLIVIDADES MÍNIMAS RAMAL SANITÁRIO
 i=1.0% p/ Ø>100mm
 i=2.0% p/ Ø<100mm

GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA



GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA

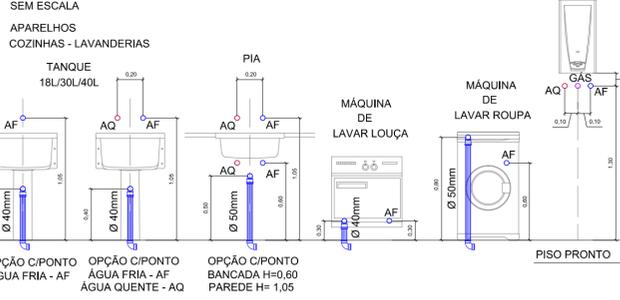


TABELA DOS DIÂMETROS

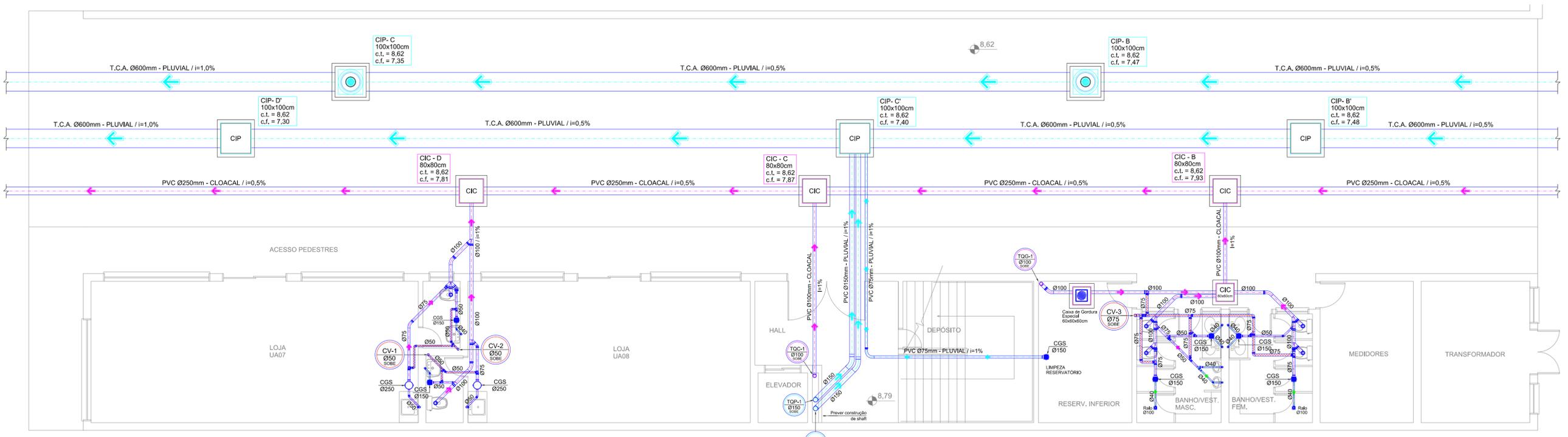
POLEGADA	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
PVC (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110

TUBULAÇÕES HORIZONTAIS

Ø25/Ø32/Ø40	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA - CLASSE 15
Ø40	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO DE GORDURAS, LAVANDERIAS E COZINHAS
Ø100	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø75/Ø100/Ø150	TUBULAÇÃO PARA DESCARGA PLUVIAL - COLETORES
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO PARA VENTILAÇÃO

TUBULAÇÕES VERTICAIS

TQC	TUBO DE QUEDA CLOACAL
TOP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
CV	COLUNA PARA VENTILAÇÃO DOS RAMAIS SANITÁRIOS
CAF	COLUNA DE ÁGUA FRIA - RESERVATÓRIO SUPERIOR
AL-P	ALIMENTAÇÃO PREDIAL



PLANTA BAIXA TÉRREO
ESCALA 1:75

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 ESCOLA DE ENGENHARIA
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO LOGÍSTICO
 THIAGO SILVA DOS SANTOS
 ORIENTADOR: JUAN MARTÍN BRAVO

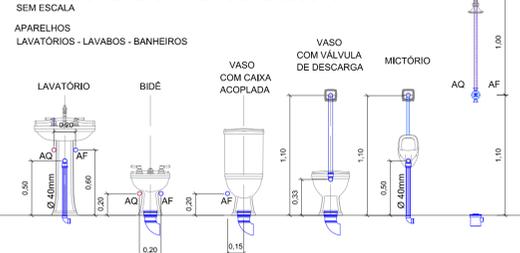
PLANTA ESGOTO
COMERCIAL - TÉRREO

ESCALA: INDICADA
 PORTO ALEGRE
 NOVEMBRO 2020

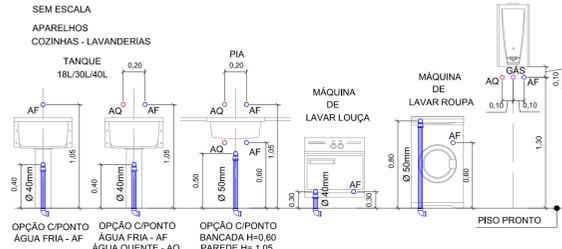
PRANCHA
 H-12

TABELA DOS DIÂMETROS									
POLEGADA	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
PVC (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110

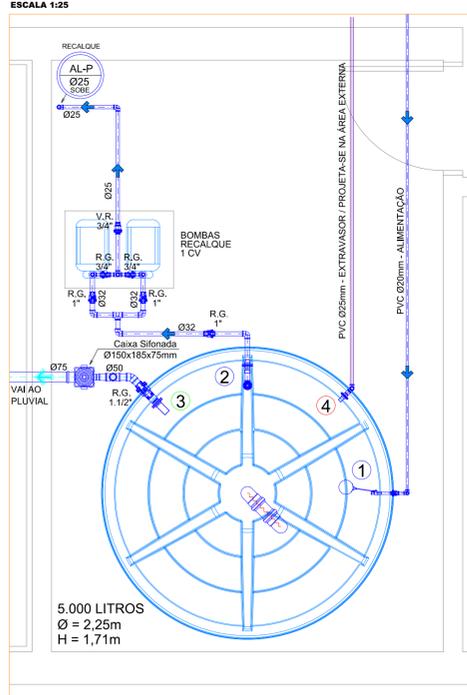
GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO



GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO



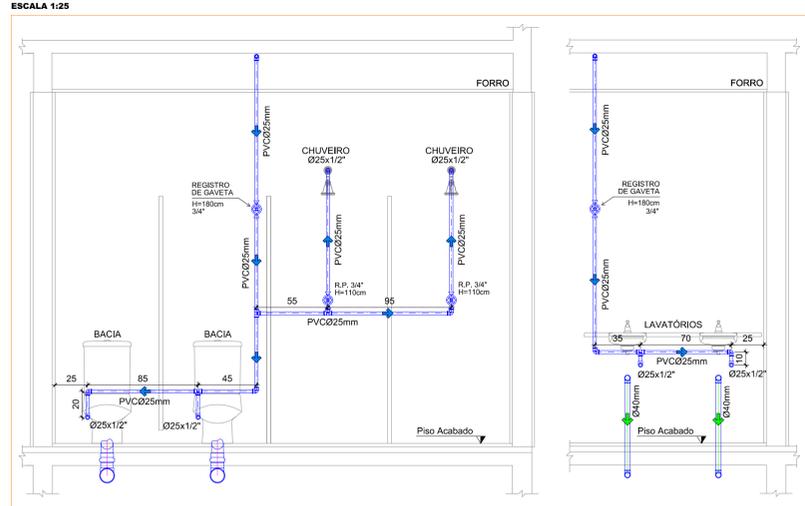
DETALHE RESERVATÓRIO INFERIOR



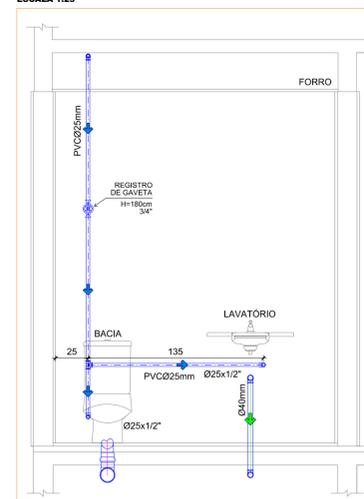
LEGENDA

- 1 ALIMENTAÇÃO Ø20mm
- 2 SAÍDA PARA RECALQUE Ø32mm
- 3 LIMPEZA Ø50mm - VAI AO PLUVIAL
- 4 EXTRAVASOR Ø25mm

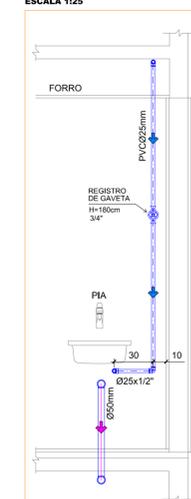
VISTAS HIROSSANITÁRIAS - VESTIÁRIO FEMININO



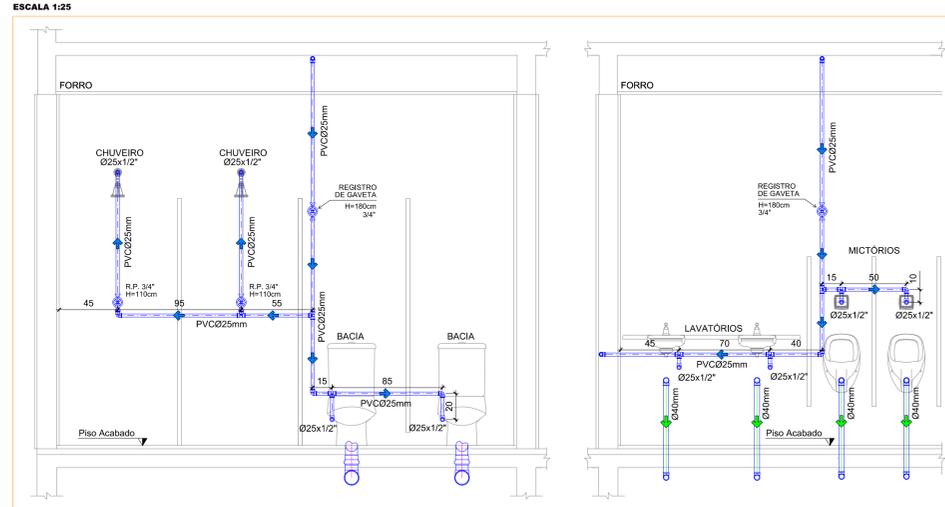
VISTAS HIROSSANITÁRIA WC - LOJA UA07



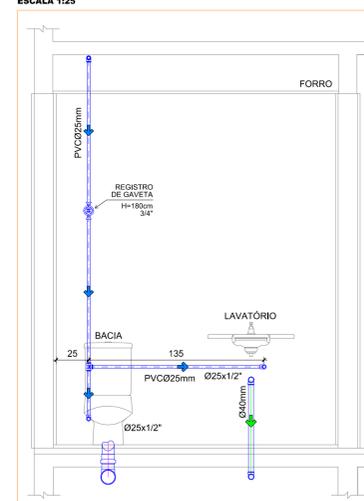
VISTAS HIROSSANITÁRIA COPA - LOJA UA07



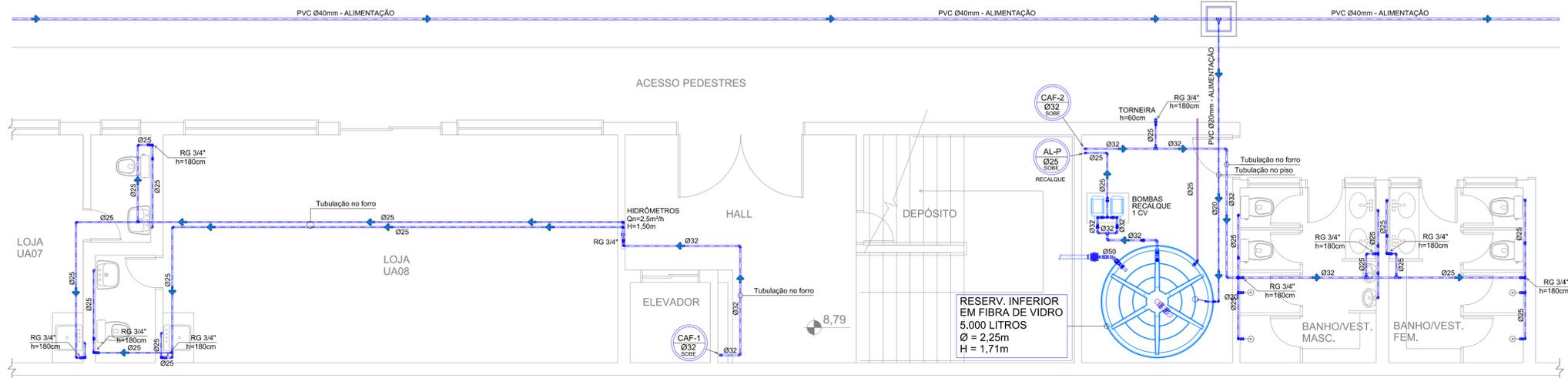
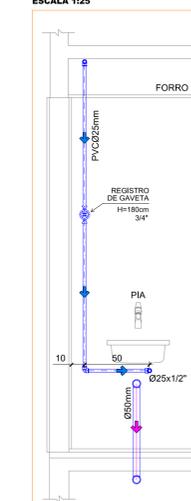
VISTAS HIROSSANITÁRIAS - VESTIÁRIO MASCULINO



VISTAS HIROSSANITÁRIA WC - LOJA UA08



VISTAS HIROSSANITÁRIA COPA - LOJA UA08



TUBULAÇÕES HORIZONTAIS	
Ø25/Ø32/Ø40	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA - CLASSE 15
Ø40	TUBULAÇÃO PE ESGOTO SANITÁRIO
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO PE ESGOTO DE GORRURAS, LAVANDERIAS E COZINHAS
Ø100	TUBULAÇÃO PE ESGOTO SANITÁRIO
Ø75/Ø100/Ø150	TUBULAÇÃO PARA DESCARGA PLUVIAL - COLETORES
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO PARA VENTILAÇÃO

TUBULAÇÕES VERTICAIS	
○ TQC	TUBO DE QUEDA CLOACAL
○ TQP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
○ CV	COLUNA PARA VENTILAÇÃO DOS RAMAIS SANITÁRIOS
○ CAF	COLUNA DE ÁGUA FRIA - RESERVATÓRIO SUPERIOR
○ AL-P	ALIMENTAÇÃO PREDIAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PROJETO HIROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO LOGÍSTICO
 THIAGO SILVA DOS SANTOS
 ORIENTADOR: JUAN MARTÍN BRAVO

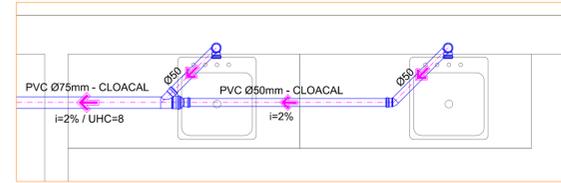
PLANTA ÁGUA FRIA
COMERCIAL - TÉRREO

ESCALA: INDICADA
 PORTO ALEGRE
 NOVEMBRO 2020

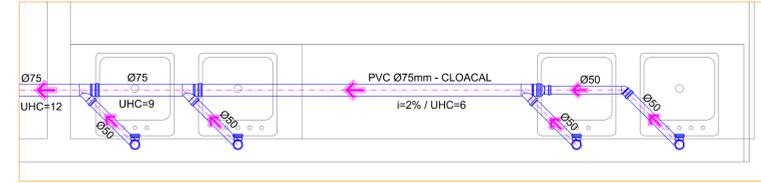
PRANCHA
 H-13

PLANTA BAIXA TÉRREO
 ESCALA 1:50

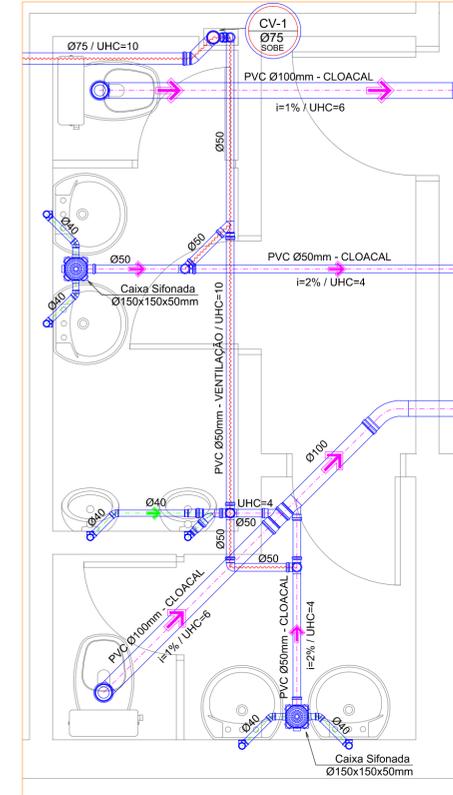
DETALHE ESGOTO - RESTAURANTE / LAVAGEM
ESCALA 1:25



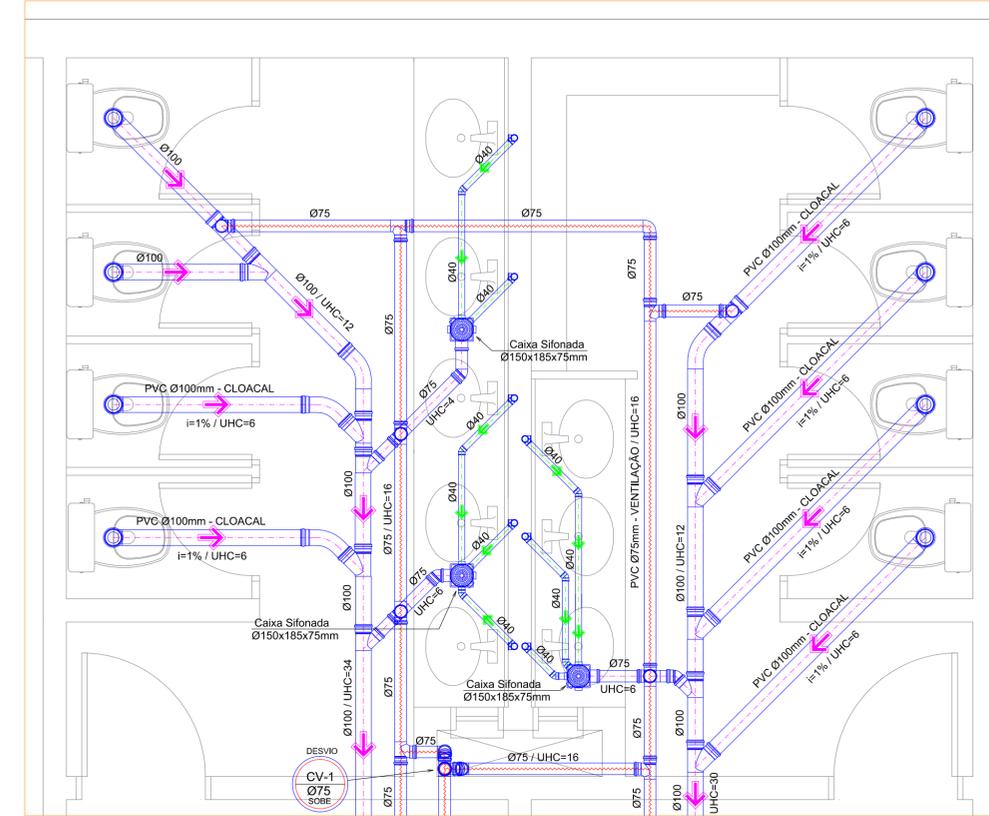
DETALHE ESGOTO - RESTAURANTE / PREPARAÇÃO
ESCALA 1:25



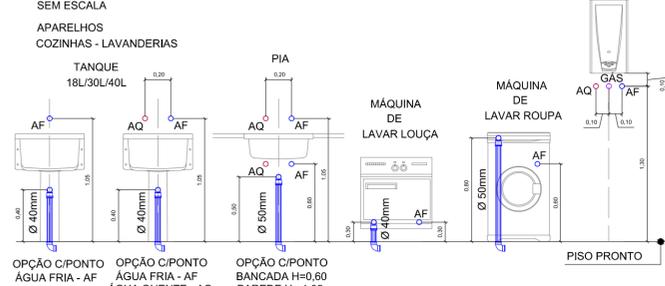
DETALHE ESGOTO - BANHEIROS 2º PAVTO
ESCALA 1:25



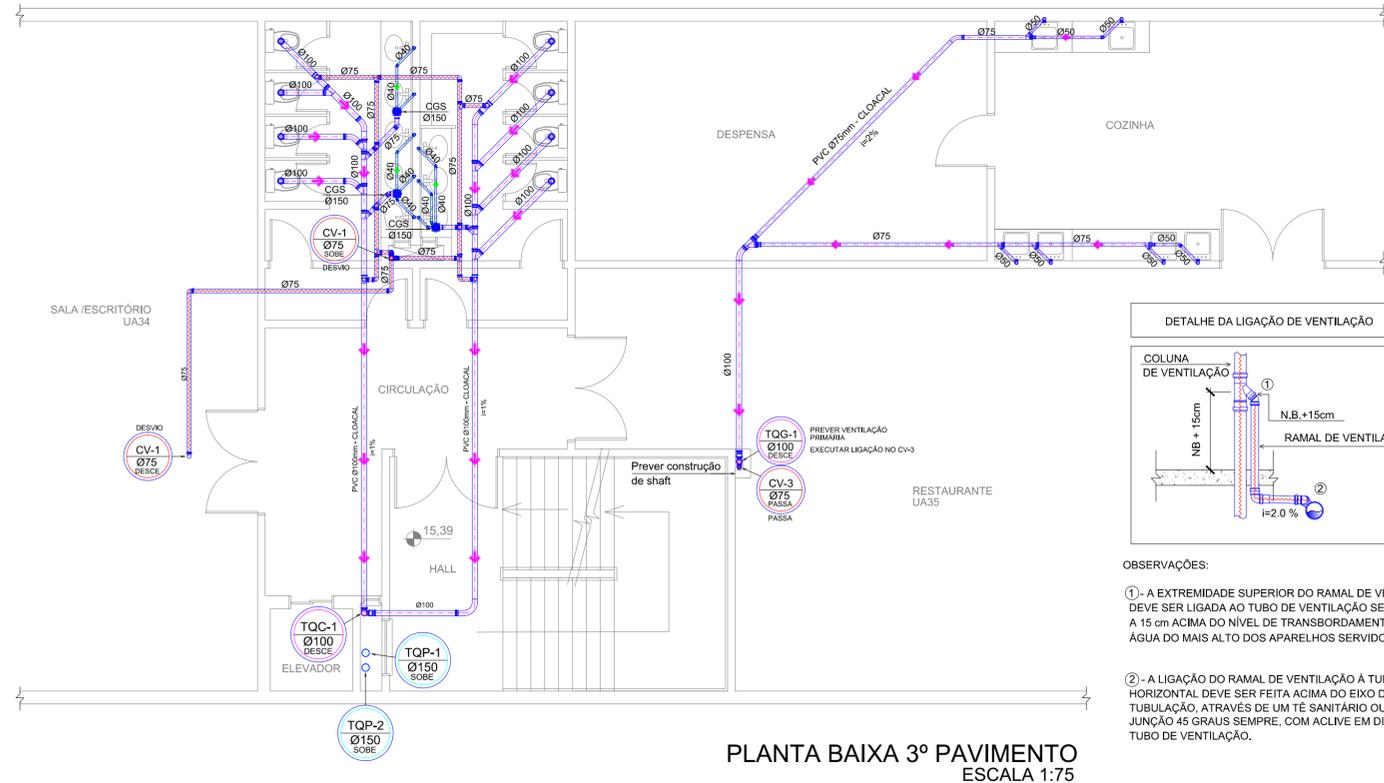
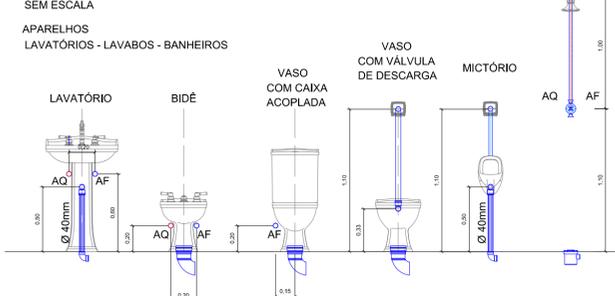
DETALHE ESGOTO - BANHEIROS 3º PAVTO
ESCALA 1:25



GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA

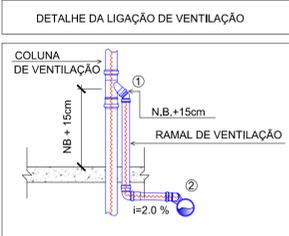


GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA

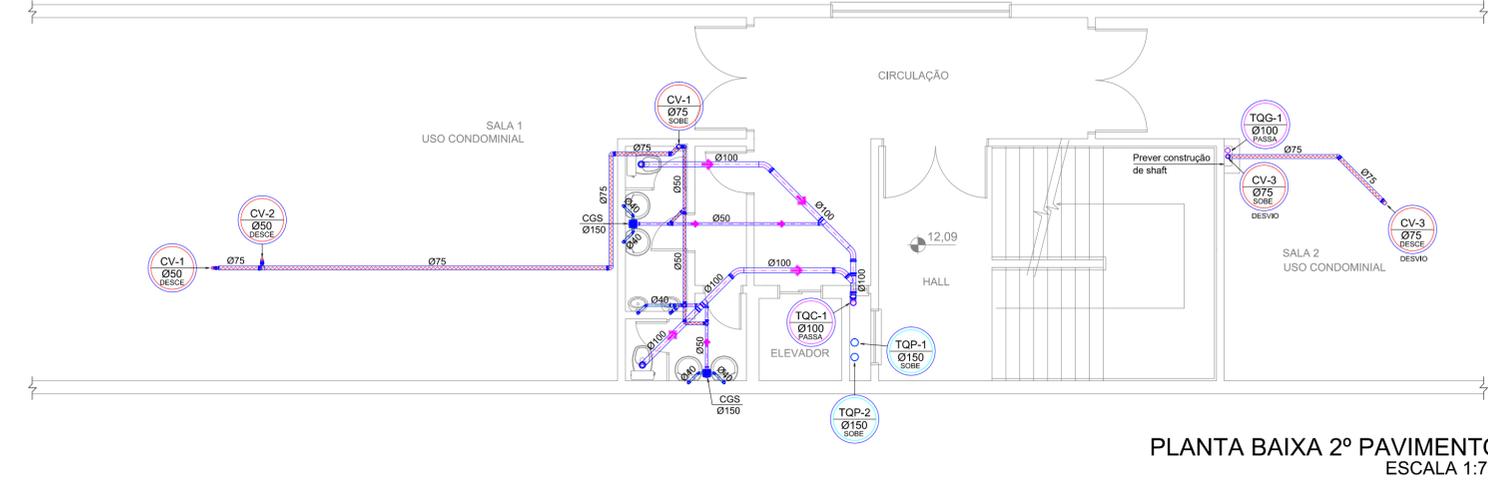


PLANTA BAIXA 3º PAVIMENTO
ESCALA 1:75

DECLIVIDADES MÍNIMAS RAMAL SANITÁRIO
i=1.0% p/ Ø>100mm
i=2.0% p/ Ø<100mm



- OBSERVAÇÕES:**
- 1- A EXTREMIDADE SUPERIOR DO RAMAL DE VENTILAÇÃO DEVE SER LIGADA AO TUBO DE VENTILAÇÃO SEMPRE A 15 cm ACIMA DO NÍVEL DE TRANSBORDAMENTO DE ÁGUA DO MAIS ALTO DOS APARELHOS SERVIDOS.
 - 2- A LIGAÇÃO DO RAMAL DE VENTILAÇÃO À TUBULAÇÃO HORIZONTAL DEVE SER FEITA ACIMA DO EIXO DA TUBULAÇÃO, ATRAVÉS DE UM TÊ SANITÁRIO OU JUNÇÃO A 45 GRAUS SEMPRE, COM ACLIVE EM DIREÇÃO AO TUBO DE VENTILAÇÃO.



PLANTA BAIXA 2º PAVIMENTO
ESCALA 1:75

TUBULAÇÕES HORIZONTAIS

Ø25/Ø32/Ø40	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA - CLASSE 15
Ø40	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO DE GORDURAS, LAVANDERIAS E COZINHAS
Ø100	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø75/Ø100/Ø150	TUBULAÇÃO PARA DESCARGA PLUVIAL - COLETORES
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO PARA VENTILAÇÃO

TUBULAÇÕES VERTICAIS

○ TQC	TUBO DE QUEDA CLOACAL
○ TOP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
○ CV	COLUNA PARA VENTILAÇÃO DOS RAMAIS SANITÁRIOS
○ CAF	COLUNA DE ÁGUA FRIA - RESERVATÓRIO SUPERIOR
○ AL-P	ALIMENTAÇÃO PREDIAL

TABELA DOS DIÂMETROS

POLEGADA	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
PVC (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

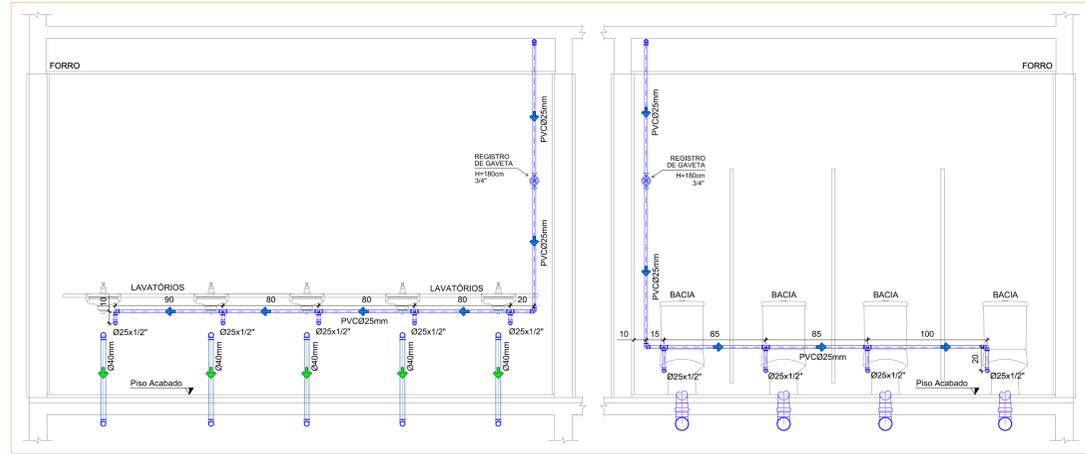
PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO LOGÍSTICO

THIAGO SILVA DOS SANTOS

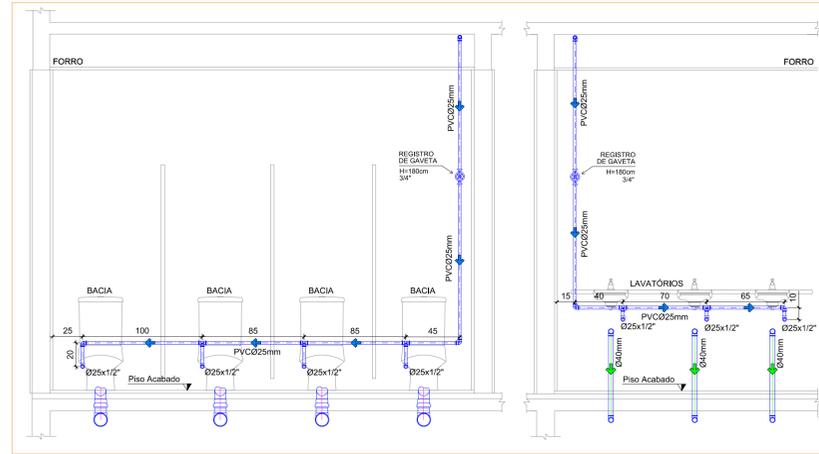
ORIENTADOR: JUAN MARTÍN BRAVO

PLANTA ESGOTO COMERCIAL - 2º E 3º PAVTOS.	ESCALA: INDICADA PORTO ALEGRE NOVEMBRO 2020	PRANCHA H-14
--	---	-----------------

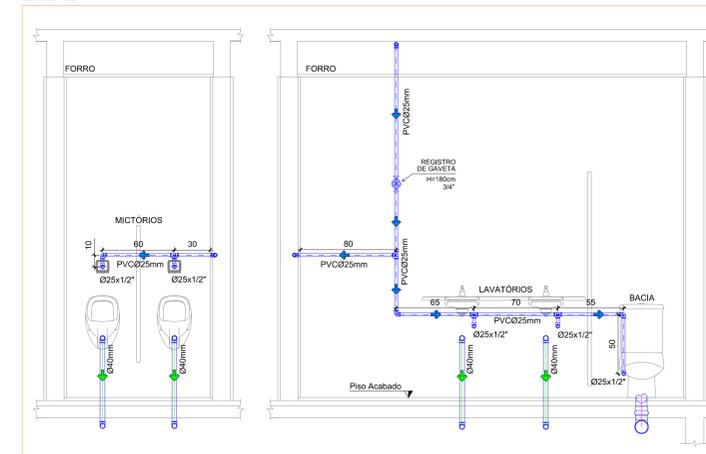
VISTAS HIROSSANITÁRIAS - BANHEIRO MASCULINO 3º PAVIMENTO
ESCALA 1:25



VISTAS HIROSSANITÁRIAS - BANHEIRO FEMININO 3º PAVIMENTO
ESCALA 1:25

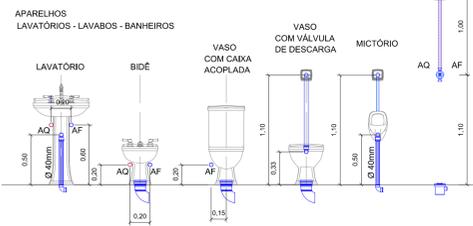


VISTAS HIROSSANITÁRIAS - BANHEIRO MASCULINO 2º PAVIMENTO
ESCALA 1:25



TUBULAÇÕES HORIZONTAIS	
Ø25 Ø32 Ø40	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA - CLASSE 15
Ø40	TUBULAÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO
Ø50 Ø75	TUBULAÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO
Ø100	TUBULAÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO
Ø75 Ø100 Ø150	TUBULAÇÃO PARA DESCARGA PLUVIAL - COLETORES
Ø50 Ø75	TUBULAÇÃO PARA VENTILAÇÃO
TUBULAÇÕES VERTICAIS	
Ø40	TUBO DE QUEDA CLOACAL
Ø75	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
Ø100	COLUNA PARA VENTILAÇÃO DOS RAMAIS SANITÁRIOS
CAF	COLUNA DE ÁGUA FRIA - RESERVATÓRIO SUPERIOR
AL-P	ALIMENTAÇÃO PREDIAL

GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA



GABARITO DE ALTURA DE ÁGUA E ESGOTO
SEM ESCALA

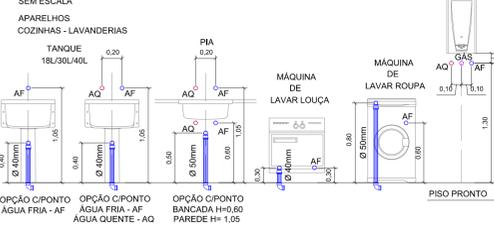
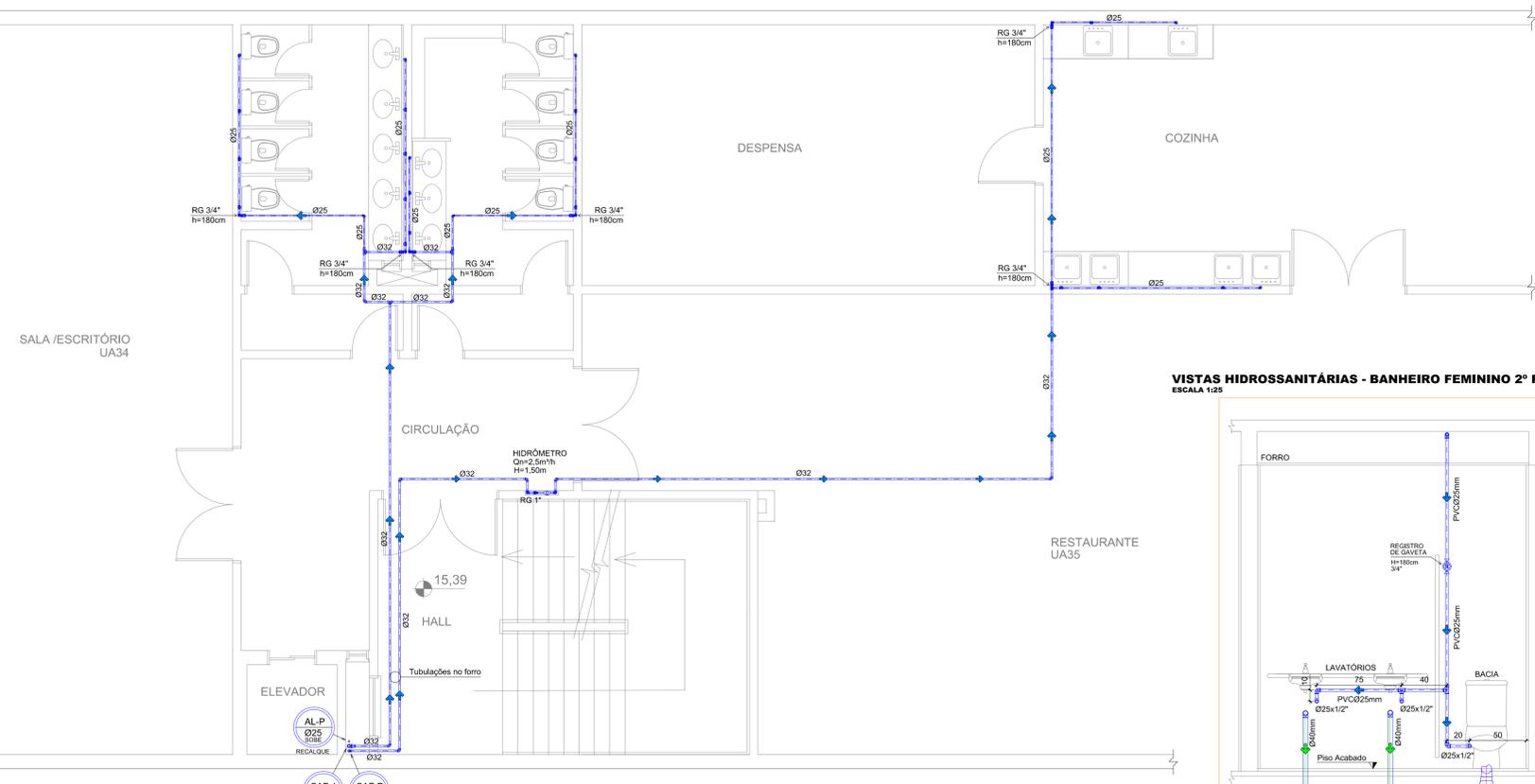
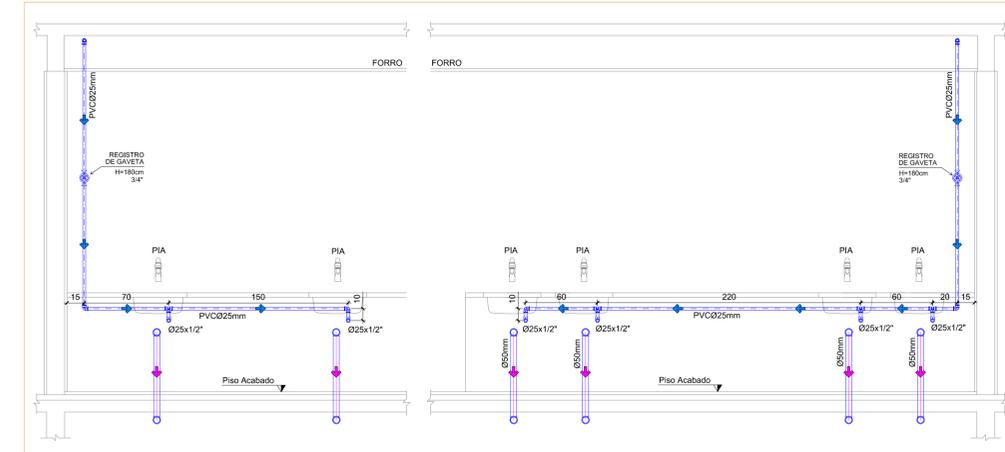


TABELA DOS DIÂMETROS

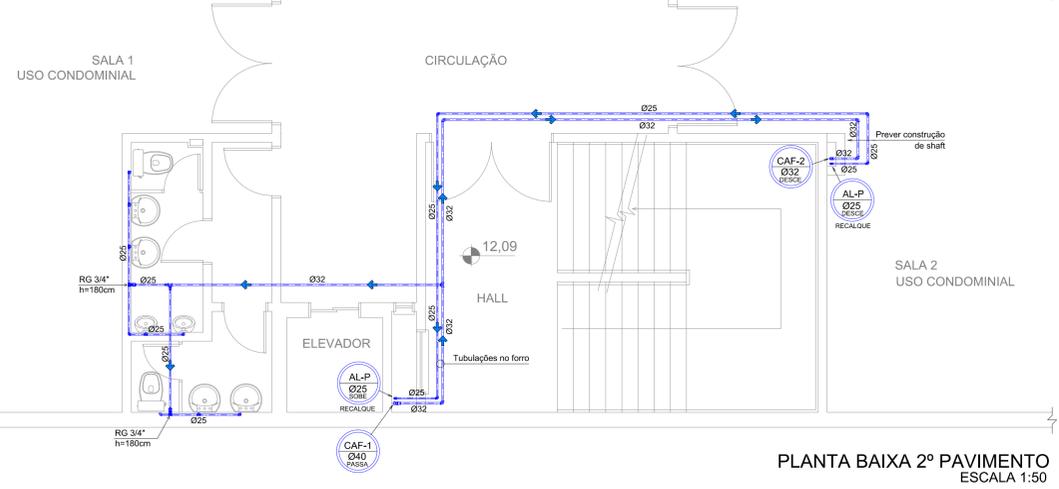
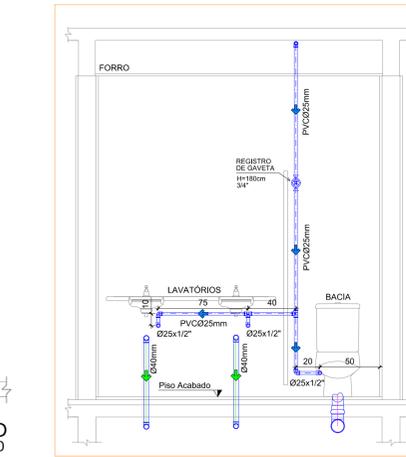
POLEGADA	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
PVC (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110

VISTAS HIROSSANITÁRIAS - RESTAURANTE
ESCALA 1:25



PLANTA BAIXA 3º PAVIMENTO
ESCALA 1:50

VISTAS HIROSSANITÁRIAS - BANHEIRO FEMININO 2º PAVIMENTO
ESCALA 1:25



PLANTA BAIXA 2º PAVIMENTO
ESCALA 1:50

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

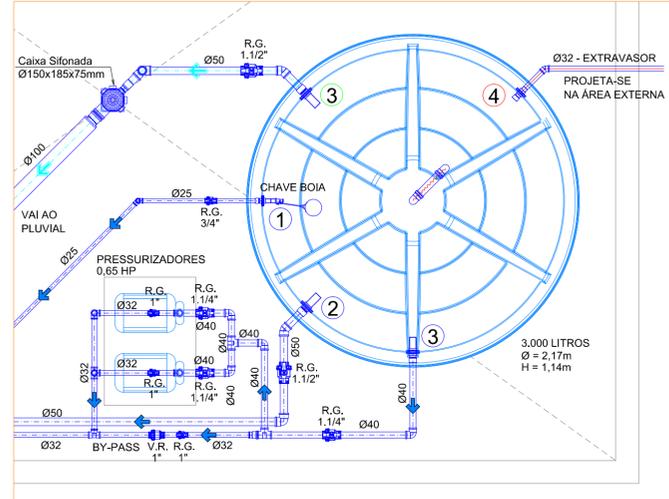
PROJETO HIROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO LOGÍSTICO
THIAGO SILVA DOS SANTOS
ORIENTADOR: JUAN MARTIN BRAVO

PLANTA ÁGUA FRIA
COMERCIAL - 2º E 3º PAVTOS.

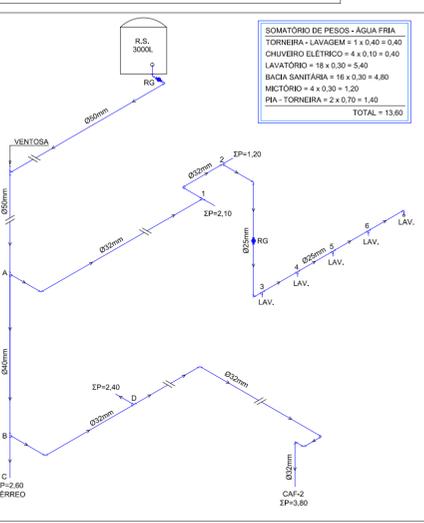
ESCALA: INDICADA
PORTO ALEGRE
NOVEMBRO 2020

PRANCHA
H-15

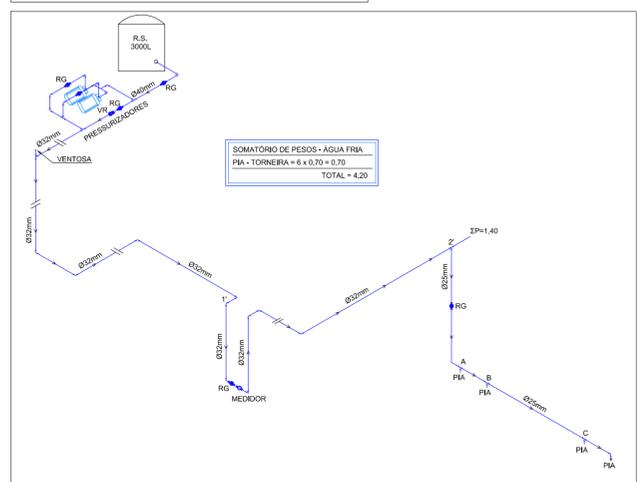
DETALHE RESERVATÓRIO SUPERIOR
ESCALA 1:25



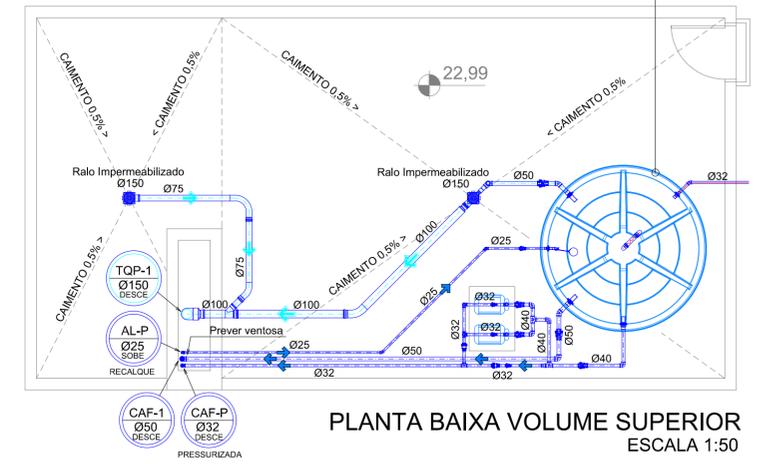
REDE DE DISTRIBUIÇÃO POR GRAVIDADE



REDE DE DISTRIBUIÇÃO PRESSURIZADA



RESERV. SUPERIOR EM FIBRA DE VIDRO
Ø = 2,17m
H = 1,14m



PLANTA BAIXA VOLUME SUPERIOR
ESCALA 1:50

- LEGENDA**
- 1 ALIMENTAÇÃO Ø20mm
 - 2 SAÍDA PARA CONSUMO POR GRAVIDADE Ø50mm
 - 3 SAÍDA PARA CONSUMO POR PRESSURIZAÇÃO Ø40mm
 - 4 LIMPEZA Ø50mm - VAI AO PLUVIAL
 - 5 EXTRAVASOR Ø25mm

TABELA DOS DIÂMETROS

POLEGADA	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
PVC (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110

DECLIVIDADES MÍNIMAS RAMAL SANITÁRIO

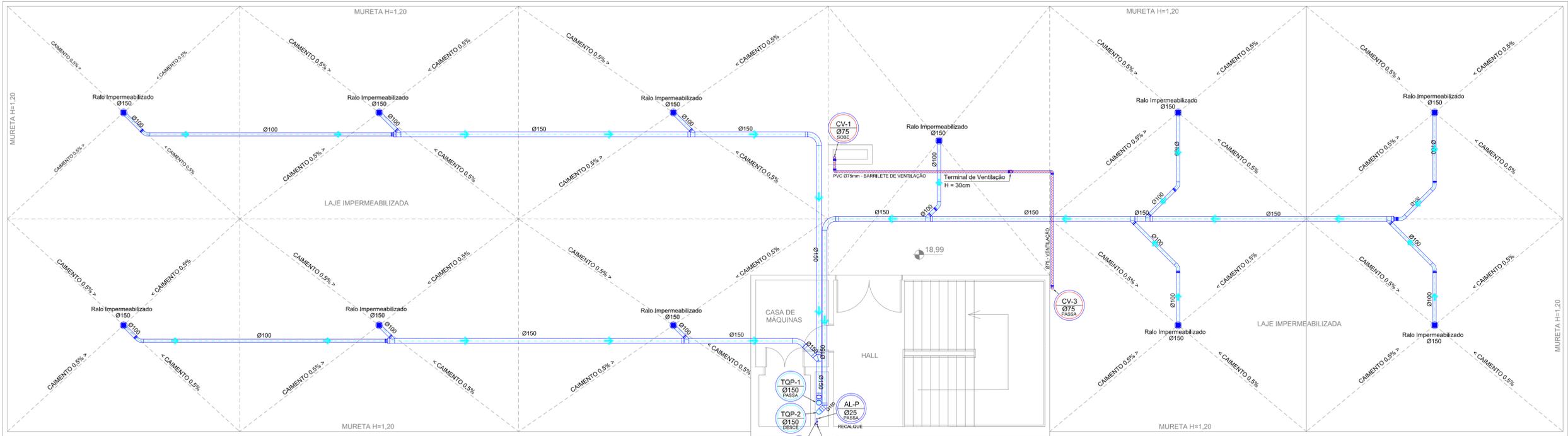
$i=1.0\% \text{ p/ } \varnothing > 100\text{mm}$
 $i=2.0\% \text{ p/ } \varnothing < 100\text{mm}$

TUBULAÇÕES HORIZONTAIS

Ø25/Ø32/Ø40	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA - CLASSE 15
Ø40	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO DE GOROURAS, LAVANDERIAS E COZINHAS
Ø100	TUBULAÇÃO P/ ESGOTO SANITÁRIO
Ø75/Ø100/Ø150	TUBULAÇÃO PARA DESCARGA PLUVIAL - COLETORES
Ø50/Ø75	TUBULAÇÃO PARA VENTILAÇÃO

TUBULAÇÕES VERTICAIS

TQC	TUBO DE QUEDA CLOACAL
TQP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
CV	COLUNA PARA VENTILAÇÃO DOS RAMAIS SANITÁRIOS
CAF	COLUNA DE ÁGUA FRIA - RESERVATÓRIO SUPERIOR
AL-P	ALIMENTAÇÃO PREDIAL



PLANTA BAIXA COBERTURA
ESCALA 1:75

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE UM COMPLEXO LOGÍSTICO

THIAGO SILVA DOS SANTOS

ORIENTADOR: JUAN MARTÍN BRAVO

PLANTA ÁGUA / ESGOTO
COMERCIAL - COBERTURA

ESCALA: INDICADA
PRANCHA: H-16
PORTO ALEGRE
NOVEMBRO 2020