

ANEXO N
HIDROSSANITÁRIO
MEMORIAL DE CÁLCULO

DISCIPLINA	HIDRÁULICA E SANITÁRIO
PROJETISTA	ENG. CIVIL RONALDO DE MELO JUNIOR

Normas e premissas básicas

O dimensionamento e a concepção das instalações hidrossanitárias foram elaborados em estrita observância às seguintes Normas Técnicas Brasileiras (ABNT):

Água Fria – ABNT NBR 5626 - Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção.

Esgoto sanitário – ABNT 8160 - Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução.

Gerais - Normas e diretrizes da Concessionária local de Água e Esgoto (SANEPAR).

Premissas da NBR 5626 (Água fria)

O projeto de água fria respeita as premissas fundamentais da NBR 5626, visando:

1. Preservação da Potabilidade da Água: Uso de materiais atóxicos e projeto que evita o risco de contaminação por refluxo (conexão cruzada).
2. Fornecimento Adequado: Garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade e pressão adequadas para o perfeito funcionamento de todos os aparelhos.
3. Controle de Ruído: Dimensionamento das tubulações para limitar a velocidade de escoamento a valores que evitem a geração e propagação de ruídos excessivos.

Acessibilidade e Manutenibilidade: Previsão de dispositivos de controle (registros) e inspeção, permitindo a verificação e manutenção.

Sistema de Água fria

Cálculo do volume de reserva

O volume do reservatório foi dimensionado com base no consumo diário per capita e no número de usuários, garantindo uma reserva para um período de 24 horas de consumo. Por não haver uma tabela específica sobre consumo de água em terminais rodoviários, adotou-se o consumo estimado de

supermercados com praça de alimentação, o qual foi avaliado ser o que mais de aproxima da realidade.

Andar administrativo / Farmácia: Aproximadamente 18 pessoas

Térreo (terminal rodoviário): Área considerada: 4.881,17 m²

Consumo de água em edifícios públicos: 80 litros/Pessoa/dia

Consumo de água em supermercados com praça de alimentação: 5
litros/pessoa/dia

Dias de reserva: 1 dia

Dias de funcionamento: 30 dias

Reserva técnica de incêndio (RTI): N/A

Cálculo do consumo total

$$Cd^1 = 18 \times 80 = 1.440 \text{ litros} - 1,44m^3$$

$$Cd^2 = 4.881,17 \times 5 = 24.405,85 \text{ litros} - 24,4m^3$$

$$Cd = 24,4 + 1,44 = 25,84 m^3$$

Reservatório tipo castelo d'água com volume de 26m³ adotado.

$$\text{Consumo total} = 25,84 \times 30 = 775,2 m^3 / \text{mês}$$

Dimensionamento das tubulações

O dimensionamento dos diâmetros nominais das tubulações foi realizado pelo Método dos Pesos Relativos, conforme a Tabela A.1 da NBR 5626:1998 (critério ainda amplamente aceito e utilizado).

Processo de Cálculo:

- Determinação do Peso Relativo (P) para cada aparelho sanitário (lavatório, chuveiro, bacia sanitária, etc.) a ser alimentado no trecho.
- Cálculo da Vazão de Projeto (Q) no trecho, utilizando a fórmula empírica:

$$Q = 0,3 * \sqrt{\Sigma P}$$

Onde Q é dado em L/s.

- Cálculo da Perda de Carga Unitária (J) e o Diâmetro (DN) da tubulação, utilizando a fórmula Universal (Flamant, Fair-Whipple-Hsiao ou Hazen-Williams, a depender do material), garantindo que a velocidade esteja dentro dos limites normativos (geralmente $V \leq 3m/s$).

Verificação de Pressões

Todos os pontos de utilização foram verificados para garantir que a pressão estática e dinâmica esteja dentro dos limites estabelecidos pela NBR 5626.

Aparelho Sanitário	Pressão Mínima Dinâmica	Pressão Máxima Estática
	Exigida (kPa / m.c.a)	Admissível (kPa / m.c.a)
Pontos (Torneiras/Chuveiros)	≥ 10 kPa (≈ 1,0 m.c.a)	≤ 400 kPa (≈ 40,0 m.c.a)
Válvulas de Descarga	≥ 15 kPa (≈ 1,5 m.c.a)	≤ 400 kPa (≈ 40,0 m.c.a)

Fórmula de Verificação da Pressão:

$$P_{dinâmica} = P_{estática\ inicial} + \Delta h_{geométrica} - \Sigma h_p$$

Onde Σh_p é a soma das perdas de carga contínuas e localizadas do reservatório até o ponto de uso.

Para o dimensionamento de maneira satisfatória, foram considerados os pontos mais desfavoráveis em cada detalhe isométrico presente no projeto.

Resultados do pavimento térreo:

Detalhe isométrico HID – 101:

Conexão Detalhe HID-101 (VS) (Térreo)												
Conexão analisada												
Vaso Sanitário com válvula de descarga - 1 1/2" (PVC rígido soldável)												
Pavimento Térreo												
Nível geométrico: 0.33 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Castelo d'água - 26.000L (Reservatório cilíndrico)												
Nível geométrico: 5.25 m												
Pressão inicial: 4.55 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	5,63	67	1,62	44,98	7,90	52,88	0,0400	1,85	5,25	5,80	10,35	8,50
2-3	3,79	67	1,09	0,17	7,80	7,97	0,0200	0,14	-0,55	0,00	8,50	8,36
3-4	3,79	44	2,50	0,17	0,08	0,24	0,1700	0,03	-0,55	0,00	8,36	8,33
4-5	3,39	44	2,23	3,09	8,50	11,59	0,1400	1,57	-0,55	-2,55	5,78	4,21
5-6	2,94	44	1,93	0,91	2,20	3,11	0,1100	0,32	2,00	0,00	4,21	3,89
6-7	2,40	44	1,58	0,90	2,20	3,10	0,0700	0,22	2,00	0,00	3,89	3,67
7-8	1,70	44	1,12	1,67	8,10	9,77	0,0300	0,29	2,00	1,67	5,34	5,05
8-9	1,70	44	1,12	0,00	0,00	0,00	0,0300	0,00	0,33	0,00	5,05	5,05
Pressões (m.c.a.)												
				Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Minima necessária					
				9,47	4,42	5,05	2,40					
Situação: Pressão suficiente												

Detalhe isométrico HID – 102:

Conexão Detalhe HID-102 (TLR) (Térreo)												
Conexão analisada												
Tanque de lavar com joelho de 90° - 25 mm - 3/4" (PVC rígido soldável)												
Pavimento Térreo												
Nível geométrico: 1.10 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Castelo d'água - 26.000L (Reservatório cilíndrico)												
Nível geométrico: 5.25 m												
Pressão inicial: 4.55 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0,87	44	0,57	37,67	5,50	43,17	0,0100	0,40	5,25	5,75	10,30	9,90
2-3	0,34	22	0,93	5,36	9,70	15,06	0,0600	0,42	-0,50	-3,20	6,70	6,28
3-4	0,25	22	0,68	1,60	2,60	4,20	0,0400	0,13	2,70	1,60	7,88	7,75
4-5	0,25	22	0,68	0,00	1,20	1,20	0,0400	0,04	1,10	0,00	7,75	7,72
Pressões (m.c.a.)												
				Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Minima necessária					
				8,70	0,98	7,72	1,00					
Situação: Pressão suficiente												

Detalhe isométrico HID – 103:

Conexão Detalhe HID-103 (LV) (Térreo)												
Conexão analisada												
Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2" (PVC rígido soldável)												
Pavimento Térreo												
Nível geométrico: 0.60 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Castelo d'água - 26.000L (Reservatório cilíndrico)												
Nível geométrico: 5.25 m												
Pressão inicial: 4.55 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0,87	44	0,57	37,67	5,50	43,17	0,0100	0,40	5,25	5,75	10,30	9,90
2-3	0,80	44	0,53	0,22	2,20	2,42	0,0100	0,02	-0,50	0,00	9,90	9,88
3-4	0,69	44	0,45	6,00	3,40	9,40	0,0100	0,06	-0,50	0,00	9,88	9,83
4-5	0,67	44	0,44	15,11	3,40	18,51	0,0100	0,11	-0,50	0,00	9,83	9,72
5-6	0,63	44	0,41	1,68	2,20	3,88	0,0100	0,02	-0,50	0,00	9,72	9,70
6-7	0,57	44	0,37	8,10	2,20	10,30	0,0100	0,05	-0,50	0,00	9,70	9,65
7-8	0,46	44	0,31	10,06	8,50	18,56	0,0100	0,06	-0,50	0,00	9,65	9,60
8-9	0,40	44	0,26	0,10	2,20	2,30	0,0100	0,01	-0,50	0,00	9,60	9,59
9-10	0,33	44	0,22	5,86	2,20	8,06	0,0100	0,01	-0,50	0,00	9,59	9,58
10-11	0,23	44	0,15	0,95	2,20	3,15	0,0100	0,00	-0,50	0,00	9,58	9,57
11-12	0,23	28	0,38	0,95	0,06	1,00	0,0100	0,01	-0,50	0,00	9,57	9,57
12-13	0,23	22	0,63	1,56	2,90	4,46	0,0300	0,09	-0,50	-1,30	8,27	8,18
13-14	0,16	22	0,45	0,20	2,40	2,60	0,0200	0,04	0,80	0,20	8,38	8,34
14-15	0,16	22	0,45	0,00	1,20	1,20	0,0200	0,02	0,60	0,00	8,34	8,32

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
9,20	0,88	8,32	1,00

Situação: Pressão suficiente

Detalhe isométrico HID – 104:

Conexão Detalhe HID-104 (LV) (Térreo)												
Conexão analisada												
Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2" (PVC rígido soldável)												
Pavimento Térreo												
Nível geométrico: 0.60 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Castelo d'água - 26.000L (Reservatório cilíndrico)												
Nível geométrico: 5.25 m												
Pressão inicial: 4.55 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0,87	44	0,57	37,67	5,50	43,17	0,0100	0,40	5,25	5,75	10,30	9,90
2-3	0,80	44	0,53	0,22	2,20	2,42	0,0100	0,02	-0,50	0,00	9,90	9,88
3-4	0,69	44	0,45	6,00	3,40	9,40	0,0100	0,06	-0,50	0,00	9,88	9,83
4-5	0,67	44	0,44	15,11	3,40	18,51	0,0100	0,11	-0,50	0,00	9,83	9,72
5-6	0,63	44	0,41	1,68	2,20	3,88	0,0100	0,02	-0,50	0,00	9,72	9,70
6-7	0,57	44	0,37	8,10	2,20	10,30	0,0100	0,05	-0,50	0,00	9,70	9,65
7-8	0,46	44	0,31	10,06	8,50	18,56	0,0100	0,06	-0,50	0,00	9,65	9,60
8-9	0,40	44	0,26	0,10	2,20	2,30	0,0100	0,01	-0,50	0,00	9,60	9,59
9-10	0,23	22	0,63	1,55	8,70	10,25	0,0300	0,09	-0,50	-1,30	8,29	8,20
10-11	0,16	22	0,45	0,20	2,40	2,60	0,0200	0,04	0,80	0,20	8,40	8,37
11-12	0,16	22	0,45	0,00	1,20	1,20	0,0200	0,02	0,60	0,00	8,37	8,35

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
9,20	0,85	8,35	1,00

Situação: Pressão suficiente

Detalhe isométrico HID – 105:

Conexão Detalhe HID-105 (LV) (Térreo)
Conexão analisada

Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2" (PVC rígido soldável)
Pavimento Térreo
Nível geométrico: 0.60 m
Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Castelo d'água - 26.000L (Reservatório cilíndrico)
Nível geométrico: 5.25 m
Pressão inicial: 4.55 m.c.a.

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0,87	44	0,57	37,67	5,50	43,17	0,0100	0,40	5,25	5,75	10,30	9,90
2-3	0,80	44	0,53	0,22	2,20	2,42	0,0100	0,02	-0,50	0,00	9,90	9,88
3-4	0,69	44	0,45	6,00	3,40	9,40	0,0100	0,06	-0,50	0,00	9,88	9,83
4-5	0,67	44	0,44	15,11	3,40	18,51	0,0100	0,11	-0,50	0,00	9,83	9,72
5-6	0,63	44	0,41	1,68	2,20	3,88	0,0100	0,02	-0,50	0,00	9,72	9,70
6-7	0,57	44	0,37	8,10	2,20	10,30	0,0100	0,05	-0,50	0,00	9,70	9,65
7-8	0,46	44	0,31	10,06	8,50	18,56	0,0100	0,06	-0,50	0,00	9,65	9,60
8-9	0,23	22	0,63	1,55	8,70	10,25	0,0300	0,09	-0,50	-1,30	8,30	8,21
9-10	0,16	22	0,45	0,20	2,40	2,60	0,0200	0,04	0,80	0,20	8,41	8,37
10-11	0,16	22	0,45	0,00	1,20	1,20	0,0200	0,02	0,60	0,00	8,37	8,35

Pressões (m.c.a.)

Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
9,20	0,84	8,35	1,00

Situação: Pressão suficiente

Detalhe isométrico HID – 106

Conexão Detalhe HID-106 (TLR) (Térreo)
Conexão analisada

Tanque de lavar com joelho de 90° - 25 mm - 3/4" (PVC rígido soldável)
Pavimento Térreo
Nível geométrico: 1.10 m
Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Castelo d'água - 26.000L (Reservatório cilíndrico)
Nível geométrico: 5.25 m
Pressão inicial: 4.55 m.c.a.

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0,87	44	0,57	37,67	5,50	43,17	0,0100	0,40	5,25	5,75	10,30	9,90
2-3	0,80	44	0,53	0,22	2,20	2,42	0,0100	0,02	-0,50	0,00	9,90	9,88
3-4	0,69	44	0,45	6,00	3,40	9,40	0,0100	0,06	-0,50	0,00	9,88	9,83
4-5	0,67	44	0,44	15,11	3,40	18,51	0,0100	0,11	-0,50	0,00	9,83	9,72
5-6	0,63	44	0,41	1,68	2,20	3,88	0,0100	0,02	-0,50	0,00	9,72	9,70
6-7	0,27	28	0,44	0,57	7,30	7,87	0,0100	0,01	-0,50	0,00	9,70	9,68
7-8	0,25	28	0,41	3,75	3,90	7,65	0,0100	0,07	-0,50	-2,50	7,18	7,11
8-9	0,25	22	0,68	0,90	1,70	2,60	0,0400	0,05	2,00	0,90	8,01	7,97
9-10	0,25	22	0,68	0,00	1,20	1,20	0,0400	0,04	1,10	0,00	7,97	7,93

Pressões (m.c.a.)

Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
8,70	0,77	7,93	1,00

Situação: Pressão suficiente

Detalhe isométrico HID – 107

Conexão Detalhe HID-107 (TLR) (Térreo)												
Conexão analisada												
Tanque de lavar com joelho de 90° - 25 mm - 3/4" (PVC rígido soldável)												
Pavimento Térreo												
Nível geométrico: 1.10 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Castelo d'água - 26.000L (Reservatório cilíndrico)												
Nível geométrico: 5.25 m												
Pressão inicial: 4.55 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0,95	44	0,62	18,89	9,50	28,39	0,0200	0,30	5,25	5,75	10,30	10,00
2-3	0,91	44	0,60	3,83	4,60	8,43	0,0100	0,08	-0,50	-3,10	6,90	6,81
3-4	0,30	22	0,82	2,30	9,70	12,00	0,0500	0,21	2,60	0,00	6,81	6,60
4-5	0,25	22	0,68	3,46	2,00	5,46	0,0400	0,17	2,60	1,50	8,10	7,94
5-6	0,25	22	0,68	0,00	1,20	1,20	0,0400	0,04	1,10	0,00	7,94	7,90
Pressões (m.c.a.)												
				Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária					
				8,70	0,80	7,90	1,00					

Situação: Pressão suficiente

Detalhe isométrico HID – 108

Conexão Detalhe HID-108 (VS) (Térreo)												
Conexão analisada												
Vaso Sanitário com válvula de descarga - 1 1/2" (PVC rígido soldável)												
Pavimento Térreo												
Nível geométrico: 0.33 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Castelo d'água - 26.000L (Reservatório cilíndrico)												
Nível geométrico: 5.25 m												
Pressão inicial: 4.55 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	5,63	67	1,62	44,98	7,90	52,88	0,0400	1,85	5,25	5,80	10,35	8,50
2-3	4,16	67	1,19	23,73	9,20	32,93	0,0200	0,67	-0,55	0,00	8,50	7,83
3-4	4,16	44	2,73	1,32	0,08	1,40	0,2100	0,27	-0,55	0,00	7,83	7,56
4-5	3,39	44	2,23	1,05	7,30	8,35	0,1400	1,13	-0,55	0,00	7,56	6,43
5-6	2,94	44	1,93	3,87	6,60	10,47	0,1100	1,08	-0,55	-2,55	3,88	2,80
6-7	2,40	44	1,58	0,98	2,20	3,18	0,0700	0,22	2,00	0,00	2,80	2,58
7-8	1,70	44	1,12	1,67	8,10	9,77	0,0300	0,29	2,00	1,67	4,25	3,96
8-9	1,70	44	1,12	0,00	0,00	0,00	0,0300	0,00	0,33	0,00	3,96	3,96
Pressões (m.c.a.)												
				Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária					
				9,47	5,51	3,96	2,40					

Situação: Pressão suficiente

Detalhe isométrico HID – 109

Conexão Detalhe HID-109 (PIA) (Térreo)												
Conexão analisada												
Pia de cozinha com joelho de 90° - 25 mm - 3/4" (PVC rígido soldável)												
Pavimento Térreo												
Nível geométrico: 1.10 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Castelo d'água - 26.000L (Reservatório cilíndrico)												
Nível geométrico: 5.25 m												
Pressão inicial: 4.55 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0,95	44	0,62	18,89	9,50	28,39	0,0200	0,30	5,25	5,75	10,30	10,00
2-3	0,25	22	0,68	3,47	12,30	15,77	0,0400	0,27	-0,50	-1,60	8,40	8,13
3-4	0,25	22	0,68	0,00	1,20	1,20	0,0400	0,04	1,10	0,00	8,13	8,09
Pressões (m.c.a.)												
				Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária					
				8,70	0,61	8,09	1,00					

Situação: Pressão suficiente

Detalhe isométrico HID – 1010

Conexão Detalhe HID-1010 (LV) (Térreo)												
Conexão analisada												
Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2" (PVC rígido soldável)												
Pavimento Térreo												
Nível geométrico: 2.05 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Castelo d'água - 26.000L (Reservatório cilíndrico)												
Nível geométrico: 5.25 m												
Pressão inicial: 4.55 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0,87	44	0,57	37,67	5,50	43,17	0,0100	0,40	5,25	5,75	10,30	9,90
2-3	0,80	44	0,53	0,22	2,20	2,42	0,0100	0,02	-0,50	0,00	9,90	9,88
3-4	0,69	44	0,45	6,00	3,40	9,40	0,0100	0,06	-0,50	0,00	9,88	9,83
4-5	0,67	44	0,44	15,11	3,40	18,51	0,0100	0,11	-0,50	0,00	9,83	9,72
5-6	0,63	44	0,41	1,68	2,20	3,88	0,0100	0,02	-0,50	0,00	9,72	9,70
6-7	0,57	44	0,37	8,10	2,20	10,30	0,0100	0,05	-0,50	0,00	9,70	9,65
7-8	0,46	44	0,31	10,06	8,50	18,56	0,0100	0,06	-0,50	0,00	9,65	9,60
8-9	0,40	44	0,26	0,10	2,20	2,30	0,0100	0,01	-0,50	0,00	9,60	9,59
9-10	0,33	44	0,22	5,86	2,20	8,06	0,0100	0,01	-0,50	0,00	9,59	9,58
10-11	0,23	22	0,63	17,66	12,30	29,96	0,0300	0,61	-0,50	-2,65	6,93	6,31
11-12	0,16	22	0,45	0,61	2,00	2,61	0,0200	0,04	2,15	0,10	6,41	6,37
12-13	0,16	22	0,45	0,00	1,20	1,20	0,0200	0,02	2,05	0,00	6,37	6,36
Pressões (m.c.a.)												
				Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária					
				7,75	1,39	6,36	1,00					

Situação: Pressão suficiente

Resultados do pavimento superior:

Detalhe isométrico HID – 201:

Conexão Detalhe HID-201 (LV) (Andar administrativo)												
Conexão analisada												
Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2" (PVC rígido soldável)												
Pavimento Andar administrativo												
Nível geométrico: 3.70 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Castelo d'água - 26.000L (Reservatório cilíndrico)												
Nível geométrico: 5.25 m												
Pressão inicial: 4.55 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0.95	44	0.62	18.89	9.50	28.39	0.0200	0.30	5.25	5.75	10.30	10.00
2-3	0.91	44	0.60	3.83	4.60	8.43	0.0100	0.08	-0.50	-3.10	6.90	6.81
3-4	0.86	44	0.57	18.80	3.40	22.20	0.0100	0.20	2.60	-3.76	3.05	2.85
4-5	0.80	44	0.53	3.03	2.20	5.23	0.0100	0.04	6.36	0.00	2.85	2.81
5-6	0.64	44	0.42	1.55	2.20	3.75	0.0100	0.02	6.36	0.00	2.81	2.79
6-7	0.49	44	0.32	18.07	2.20	20.27	0.0100	0.07	6.36	0.00	2.79	2.72
7-8	0.46	44	0.31	2.87	2.20	5.07	0.0100	0.02	6.36	0.00	2.72	2.70
8-9	0.40	44	0.26	2.13	2.20	4.33	0.0100	0.01	6.36	0.00	2.70	2.69
9-10	0.33	44	0.22	3.62	3.40	7.02	0.0100	0.01	6.36	0.00	2.69	2.68
10-11	0.33	22	0.90	3.80	2.66	6.46	0.0500	0.31	6.36	2.46	5.14	4.83
11-12	0.28	22	0.78	0.70	0.80	1.50	0.0400	0.06	3.90	0.00	4.83	4.77
12-13	0.23	22	0.63	0.70	0.80	1.50	0.0300	0.04	3.90	0.00	4.77	4.73
13-14	0.16	22	0.45	0.90	2.00	2.90	0.0200	0.04	3.90	0.20	4.93	4.89
14-15	0.16	22	0.45	0.00	1.20	1.20	0.0200	0.02	3.70	0.00	4.89	4.87

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
6,10	1,23	4,87	1,00

Situação: Pressão suficiente

Detalhe isométrico HID – 202:

Conexão Detalhe HID-202 (LV) (Andar administrativo)												
Conexão analisada												
Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2" (PVC rígido soldável)												
Pavimento Andar administrativo												
Nível geométrico: 3.70 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Castelo d'água - 26.000L (Reservatório cilíndrico)												
Nível geométrico: 5.25 m												
Pressão inicial: 4.55 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0.95	44	0.62	18.89	9.50	28.39	0.0200	0.30	5.25	5.75	10.30	10.00
2-3	0.91	44	0.60	3.83	4.60	8.43	0.0100	0.08	-0.50	-3.10	6.90	6.81
3-4	0.86	44	0.57	18.80	3.40	22.20	0.0100	0.20	2.60	-3.76	3.05	2.85
4-5	0.80	44	0.53	3.03	2.20	5.23	0.0100	0.04	6.36	0.00	2.85	2.81
5-6	0.64	44	0.42	1.55	2.20	3.75	0.0100	0.02	6.36	0.00	2.81	2.79
6-7	0.49	44	0.32	18.07	2.20	20.27	0.0100	0.07	6.36	0.00	2.79	2.72
7-8	0.16	22	0.45	7.84	11.10	18.94	0.0200	0.18	6.36	2.66	5.38	5.20
8-9	0.16	22	0.45	0.00	1.20	1.20	0.0200	0.02	3.70	0.00	5.20	5.19

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
6,10	0,91	5,19	1,00

Situação: Pressão suficiente

Detalhe isométrico HID – 203:

Conexão Detalhe HID-203 (PIA) (Andar administrativo)												
Conexão analisada												
Pia de cozinha com Joelho de 90° - 25 mm - 3/4" (PVC rígido soldável)												
Pavimento Andar administrativo												
Nível geométrico: 4.20 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Castelo d'água - 26.000L (Reservatório cilíndrico)												
Nível geométrico: 5.25 m												
Pressão inicial: 4.55 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0,95	44	0,62	18,89	9,50	28,39	0,0200	0,30	5,25	5,75	10,30	10,00
2-3	0,91	44	0,60	3,83	4,60	8,43	0,0100	0,08	-0,50	-3,10	6,90	6,81
3-4	0,86	44	0,57	18,80	3,40	22,20	0,0100	0,20	2,60	-3,76	3,05	2,85
4-5	0,80	44	0,53	3,03	2,20	5,23	0,0100	0,04	6,36	0,00	2,85	2,81
5-6	0,47	22	1,29	1,65	7,30	8,95	0,1000	0,18	6,36	0,00	2,81	2,63
6-7	0,44	22	1,21	0,50	0,80	1,30	0,0900	0,11	6,36	0,00	2,63	2,52
7-8	0,41	22	1,13	2,60	0,80	3,40	0,0800	0,25	6,36	0,00	2,52	2,27
8-9	0,25	22	0,68	5,42	6,20	11,62	0,0400	0,36	6,36	2,16	4,43	4,08
9-10	0,25	22	0,68	0,00	1,20	1,20	0,0400	0,04	4,20	0,00	4,08	4,04
Pressões (m.c.a.)												
				Estática inicial		Perda de carga		Dinâmica disponível		Mínima necessária		
				5,60		1,56		4,04		1,00		

Situação: Pressão suficiente

Detalhe isométrico HID – 204:

Conexão Detalhe HID-204 (PIA) (Andar administrativo)												
Conexão analisada												
Pia de cozinha com Joelho de 90° - 25 mm - 3/4" (PVC rígido soldável)												
Pavimento Andar administrativo												
Nível geométrico: 4.20 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Castelo d'água - 26.000L (Reservatório cilíndrico)												
Nível geométrico: 5.25 m												
Pressão inicial: 4.55 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0,95	44	0,62	18,89	9,50	28,39	0,0200	0,30	5,25	5,75	10,30	10,00
2-3	0,91	44	0,60	3,83	4,60	8,43	0,0100	0,08	-0,50	-3,10	6,90	6,81
3-4	0,86	44	0,57	18,80	3,40	22,20	0,0100	0,20	2,60	-3,76	3,05	2,85
4-5	0,80	44	0,53	3,03	2,20	5,23	0,0100	0,04	6,36	0,00	2,85	2,81
5-6	0,64	44	0,42	1,55	2,20	3,75	0,0100	0,02	6,36	0,00	2,81	2,79
6-7	0,41	22	1,13	1,90	7,30	9,20	0,0800	0,16	6,36	0,00	2,79	2,63
7-8	0,34	22	0,93	2,81	0,80	3,61	0,0600	0,19	6,36	0,00	2,63	2,44
8-9	0,25	22	0,68	3,69	6,20	9,89	0,0400	0,30	6,36	2,16	4,60	4,30
9-10	0,25	22	0,68	0,00	1,20	1,20	0,0400	0,04	4,20	0,00	4,30	4,26
Pressões (m.c.a.)												
				Estática inicial		Perda de carga		Dinâmica disponível		Mínima necessária		
				5,60		1,34		4,26		1,00		

Situação: Pressão suficiente

Detalhe isométrico HID – 205:

Conexão Detalhe HID-205 (LV) (Andar administrativo)												
Conexão analisada												
Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2" (PVC rígido soldável)												
Pavimento Andar administrativo												
Nível geométrico: 3.70 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Castelo d'água - 26.000L (Reservatório cilíndrico)												
Nível geométrico: 5.25 m												
Pressão inicial: 4.55 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0,95	44	0,62	18,89	9,50	28,39	0,0200	0,30	5,25	5,75	10,30	10,00
2-3	0,91	44	0,60	3,83	4,60	8,43	0,0100	0,08	-0,50	-3,10	6,90	6,81
3-4	0,86	44	0,57	18,80	3,40	22,20	0,0100	0,20	2,60	-3,76	3,05	2,85
4-5	0,80	44	0,53	3,03	2,20	5,23	0,0100	0,04	6,36	0,00	2,85	2,81
5-6	0,64	44	0,42	1,55	2,20	3,75	0,0100	0,02	6,36	0,00	2,81	2,79
6-7	0,41	22	1,13	1,90	7,30	9,20	0,0800	0,16	6,36	0,00	2,79	2,63
7-8	0,23	22	0,63	2,79	3,80	6,59	0,0300	0,18	6,36	2,46	5,09	4,91
8-9	0,16	22	0,45	0,90	2,00	2,90	0,0200	0,04	3,90	0,20	5,11	5,07
9-10	0,16	22	0,45	0,00	1,20	1,20	0,0200	0,02	3,70	0,00	5,07	5,05
Pressões (m.c.a.)												
				Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária					
				6,10	1,04	5,05	1,00					

Situação: Pressão suficiente

Com base nos cálculos realizados para o dimensionamento da rede de água fria, confirmamos que todos os pontos de consumo especificados foram devidamente atendidos, em total conformidade com o método de cálculo empregado.

A análise demonstrou que as tubulações e os diâmetros definidos são adequados para garantir vazões e pressões suficientes em todos os pontos da instalação, mesmo em condições de demanda máxima simultânea. Isso assegura o conforto e a funcionalidade esperados para os usuários, evitando problemas como baixa vazão ou falta de água em momentos críticos.

Portanto, o projeto apresentado é técnica e normativamente viável, e o sistema está dimensionado de forma a operar com a eficiência e segurança hidráulica requeridas.

Sistema de Esgotamento sanitário

Dimensionamento dos diâmetros

O dimensionamento dos tubos de queda, ramais de descarga e ramais de esgoto foi realizado com base nos Valores de Unidades de Contribuição (UHC) da NBR 8160.

Trecho da Tubulação	Diâmetro	Mínimo	Declividade	Mínima	Crítério Principal
---------------------	----------	--------	-------------	--------	--------------------

	Adotado (DN)	Adotada	
Ramais de Descarga	[Ex: 40 mm / 50 mm]	Conforme fabricante	UHC do Aparelho
Ramais de Esgoto	[Ex: 75 mm / 100 mm]	2% para DN 75 ou 1% para DN 100	UHC Acumulada
Coletor Predial	[Ex: 100 mm]	≥ 1%	UHC Total

O cálculo da tubulação de esgoto é resumido na conexão de ligação com a rede coletora da SANEPAR, o dimensionamento é apresentado a seguir:

Tubo analisado: Tubulação de ligação com a concessionária

- PVC Esgoto - 150 mm- 6"
- Pavimento Térreo
- Rede Esgoto

Aparelhos				Contribuição (UHC)		
Material	Grupo	Item	Quant.	Unit.	Total	Acum.
PVC	Pia de Cozinha Residencial	50mm	3	3.00	9.00	9.00
PVC	Vaso Sanitário c/ curva 90°	100 mm	23	6.00	138.00	147.00
PVC	Caixa Sifonada	150x150x50	18	0.00	0.00	147.00
PVC	Lavatório Residencial com sifão	40mm	28	1.00	28.00	175.00
PVC	Vaso Sanitário c/ tê	100 mm	4	6.00	24.00	199.00
PVC	Lavatório de Uso Geral	40mm	1	2.00	2.00	201.00
PVC	Caixa Sifonada	150x150x50R	4	0.00	0.00	201.00
PVC	Tanque de Lavar Roupas DN 40mm	40mm	3	3.00	9.00	210.00
PVC	Mictório de Válvula de Descarga- DN 75mm	75mm	4	6.00	24.00	234.00

Dimensionamento:

- Tipo de edificação: Demais casos
- Situação: Coletor predial
- Contribuição total: 234.00 UHC
- Número de pontos de contribuição: 88
- Diâmetro mínimo: ø4"
- Diâmetro calculado: ø6"
- Diâmetro necessário: ø6"

- PVC Esgoto - 150 mm- 6"
- Diâmetro: $\varnothing 6"$
- Diâmetro interno: 145 mm

Velocidade de Escoamento (Autolimpeza): O dimensionamento buscou garantir a

condição de autolimpeza, respeitando os limites de velocidade:

- Mínima: $\geq 0,6$ m/s
- Máxima: $\leq 3,5$ m/s

Dispositivos de acesso e inspeção

Foram previstos dispositivos de acesso e inspeção (caixas de inspeção, caixas de passagem) para limpeza e desobstrução, atendendo aos seguintes critérios da NBR 8160:

- Distância Máxima entre Dispositivos: Não superior a 25 metros
- Localização: Em todas as mudanças de direção (horizontal), declividade e diâmetro.

Dimensionamento das caixas de gordura/decantação

Caixa de gordura simples:

A Caixa de Gordura Simples (CGS) é utilizada para o atendimento de cozinhas residenciais unifamiliares ou em casos de contribuição de apenas uma pia, adotada no caso da pia da copa do andar superior.

Parâmetro			Unidade	Valor Adotado	Justificativa
Volume	Mínimo de Retenção (V)	de	Litros (L)	18	Mínimo exigido pela NBR 8160 e amplamente aceito como padrão para uso residencial unifamiliar (ou pequena).
Tipo de Uso			-	Residencial (1 Cozinha)	Padrão de baixa vazão de gordura.
Diâmetro	Nominal Mínimo (Saída)		DN	100	Diâmetro padrão para caixas de gordura simples (DN 75 ou 100).
Aplicação			-	Coleta de efluentes de uma única pia de cozinha residencial.	Necessidade de desvio e retenção de gordura antes do lançamento na rede coletora de esgoto.

Conclusão CGS: Adota-se uma Caixa de Gordura Simples (CGS) com Volume de Retenção Mínimo de 18 Litros, atendendo aos requisitos mínimos normativos para uma única cozinha.

Caixa de gordura especial

A Caixa de Gordura Especial (CGE) é destinada a grandes cozinhas, como as de restaurantes, escolas, refeitórios, hospitais e similares, onde o volume de gordura é significativamente maior.

Dados de Projeto:

- Pessoas Contribuintes (N): 100 pessoas (refeições/turno de maior afluxo).
- Referência Normativa: NBR 8160 (Caixa de Gordura Especial – CGE).

Cálculo do volume de retenção (V)

O volume mínimo da câmara de retenção para a CGE é calculado pela fórmula da NBR 8160:

$$V = (2 \times N) + 20$$

Onde:

- V= Volume da câmara de retenção, em litros (L).
- N= Número de pessoas servidas pela cozinha no turno de maior afluxo.

Aplicação da Fórmula:

$$V = (2 \times 100) + 20$$

$$V = 200 + 20 \rightarrow 220 \text{ L}$$

Parâmetro	Unidade	Valor Calculado	Justificativa
Pessoas Contribuintes (N)	Pessoas	100	Dado de entrada.
Volume Mínimo Necessário (V)	Litros (L)	220	Calculado conforme .

Características construtivas mínimas CGE

Para a Caixa de Gordura Especial, além do volume, a norma estabelece características construtivas mínimas (NBR 8160):

Característica	Valor Mínimo
Altura Molhada (Parte Útil)	0,60 m
Parte Submersa do Septo (Sifão)	0,40 m
Distância entre o Septo e a Saída	0,20 m
Diâmetro Nominal Mínimo (Saída)	DN 100

Conclusão CGE: A Caixa de Gordura Especial (CGE) para atender a 100 pessoas deve possuir um Volume Mínimo de Retenção de 220 Litros, com as dimensões internas projetadas para respeitar a altura molhada e a submersão do septo conforme a NBR 8160.

Com base nos cálculos e verificações realizados para o dimensionamento do sistema de esgotamento sanitário, concluímos que a solução proposta atende integralmente a todas as unidades e pontos de efluentes, em conformidade com o método de cálculo e as normas técnicas vigentes.

O dimensionamento das tubulações, das declividades e dos dispositivos de inspeção

(caixas de gordura, caixas de passagem) foi executado de forma a garantir a adequada vazão e a velocidade mínima de autolimpeza em todos os trechos. Isso assegura que o sistema será capaz de conduzir os efluentes sanitários por gravidade de maneira eficiente, prevenindo obstruções, acúmulo de sólidos e o retorno de gases indesejáveis.

Portanto, o projeto do sistema de esgotamento sanitário é tecnicamente robusto e está dimensionado para operar com a segurança, higiene e durabilidade esperadas, atendendo a todos os requisitos funcionais da edificação. Ventilação do sistema

O sistema de ventilação foi projetado para:

- Impedir o rompimento do fecho hídrico dos desconectores (sifões).
- Impedir o aumento da pressão no interior do sistema, superior à de coluna d'água (c.d.a.).

Diâmetro do Tubo Ventilador Principal (Coluna de Ventilação): Dimensionado conforme Tabela da NBR 8160 com base no diâmetro do coletor predial e no número total de UHC, sendo o diâmetro mínimo de DN 50 mm.

Prolongamento: Coluna de ventilação prolongada até, no mínimo, acima da cobertura.