

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CAMPUS II - CAMPINA GRANDE-B

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ALUNO : PAULO MARTINS COSTA NETTO

MATRÍCULA : 901.1254-6

SUPERVISOR : PROF. CARLOS NEWTON BELO DE FRANÇA COSTA

COORDENADOR: PROF. RICARDO CORREIA LIMA

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

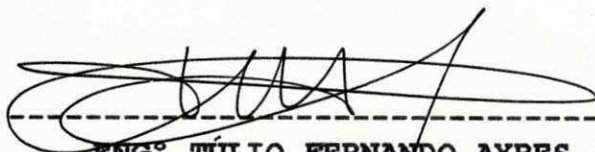
JUNHO/1995



Biblioteca Setorial do CDSA. Setembro de 2021.

Sumé - PB

COMISSÃO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO



ENG° TULIO FERNANDO AYRES
DIRETOR PRESIDENTE (T e A)



ENG° (PROF.) CARLOS NEWTON BELO DE FRANÇA COSTA
PROFESSOR SUPERVISOR

ENG° (PROF.) RICARDO CORREIA LIMA
PROFESSOR COORDENADOR



PAULO MARTINS COSTA NETTO
ESTAGIÁRIO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, presente em todos os momentos, conduzindo-me pelos melhores caminhos pelas verdades de sua justiça.

Aos meus familiares, professores e amigos pelo companheirismo e incentivo durante o estágio.

APRESENTAÇÃO

Este relatório diz respeito ao estágio supervisionado realizado por **PAULO MARTINS COSTA NETO**, matriculado no Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba - Campus II, sob o número de matrícula 901.1254-6, realizado na **T e A - Tecnologia Hidráulica e Elétrica Ltda**, sob regime **semanal de 40 horas**, tendo como supervisor do professor Carlos Newton Belo de França Costa e como coordenador o professor Ricardo Correia Lima.

As atividades realizadas durante o estágio compreenderam o período de **20 de janeiro de 1995 a 06 de março de 1995**.

Í N D I C E

	Páginas
AGRADECIMENTOS.....	iii
APRESENTAÇÃO.....	iv
1.0 - INTRODUÇÃO.....	1
2.0 - DADOS TÉCNICOS.....	2
PARTE I - OBSERVAÇÕES PRÁTICAS DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO.....	4
1.0 - ESTRUTURA DA EMPRESA T e A.....	5
2.0 - PROJETOS.....	5
3.0 - CONTRATOS.....	6
4.0 - CUSTOS.....	6
5.0 - VISITAS A OBRAS.....	7
7.0 - O ESTÁGIO.....	7
8.0 - CLIENTES.....	8
PARTE II - INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA.....	9
1.0 - DADOS PARA O PROJETO.....	10
1.1 - Consumo Predial.....	10
1.2 - Capacidade dos Reservatórios.....	11
1.3 - Vazão das Peças de Utilização.....	12
1.4 - Pressão de Serviço.....	13
1.5 - Pressões máximas e mínimas.....	13
1.6 - Velocidades máximas.....	13
1.7 - Dimensionamento dos Encanamentos.....	14
1.7.1 - Diâmetro dos sub-ramais.....	14
1.7.2 - Dimensionamento dos ramais.....	15

1.7.3	- Dimensionamento das colunas.....	18
1.7.4	- Dimensionamento do barrilete.....	40
1.7.5	- Dimensionamento do encanamento de recalque...	42
1.7.6	- Dimensionamento do encanamento de sucção.....	42
1.7.7	- Dimensionamento do ramal predial.....	42
1.8	- Recalque de Água.....	43
1.8.1	- Classificação e escolha da bomba de recalque da água.....	43
1.9	- Desenhos.....	48
1.9.1	- Observações sobre os isométricos.....	48
1.9.2	- Planta baixa.....	48
1.9.3	- Corte esquemático, colunas de distribuição...	48
1.9.4	- Detalhe de entrada.....	48
1.9.5	- Local dos reservatórios.....	49
1.9.6	- Detalhe do barrilete.....	49
1.9.7	- Isométricos.....	49
1.9.8	- Convenções.....	49
PARTE III-	INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTOS SANITÁRIOS...	50
1.0	- INTRODUÇÃO.....	51
2.0	- DIMENSIONAMENTO DOS ENCANAMENTOS.....	51
2.1	- Dimensionamento do Ramal de Descarga.....	52
2.2	- Dimensionamento do Ramal de Esgoto.....	52
2.3	- Dimensionamento dos Tubos de Queda.....	53
2.4	- Dimensionamento das Colunas de Ventilação....	53
2.5	- Ventilador de Circuito.....	54
2.6	- Ramal de Ventilação.....	54

	Páginas
2.7	- Ventilador Primário..... 54
2.8	- Apresentação dos cálculos..... 55
2.9	- Dimensionamento dos subcoletores e coletor predial..... 65
2.9.1	- Apresentação dos cálculos..... 66
3.0	- DIMENSIONAMENTO DAS CAIXAS DE INSPEÇÃO..... 72
4.0	- DIMENSIONAMENTO DA CAIXA DE GORDURA..... 72
5.0	- CAIXA DE PASSAGEM..... 73
6.0	- DIMENSIONAMENTO DA CAIXA SÉPTICA..... 73
7.0	- DIMENSIONAMENTO DO FILTRO ANAERÓBIO..... 75
8.0	- DESENHOS..... 76
8.1	- Planta Baixa..... 76
8.2	- Cortes Esquemáticos, colunas de ventilação e tubos de queda..... 77
8.3	- Detalhes da forma..... 77
8.4	- Detalhes da Caixa de Inspeção..... 77
8.5	- Detalhe da camada de areia para tubulação primária..... 77
8.6	- Detalhe do filtro anaeróbio..... 77
8.7	- Detalhes das valas de infiltração..... 77
8.8	- Detalhes de Drenagem..... 78
8.9	- Convenções..... 78
PARTE IV	- INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS..... 79
1.0	- INTRODUÇÃO..... 80
2.0	- ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO..... 80
2.1	- Área de Contribuição da Cobertura..... 80

2.2	- Área de Contribuição da Quadra de Esportes.	81
2.3	- Área de Contribuição da Piscina.....	81
2.4	- Área de Contribuição da Garagem.....	81
3.0	- DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS.....	82
3.1	- Dimensionamento das Calhas da Cobertura....	82
3.2	- Dimensionamento das Calhas da Garagem.....	84
4.0	- DIMENSIONAMENTO DOS CANAIS.....	85
4.1	- Dimensionamento dos Canais da Quadra de Es- portes.....	86
4.2	- Dimensionamento do Canal da Piscina.....	87
4.3	- Dimensionamento do Canal da Garagem.....	88
4.4	- Dimensionamento do Canal em Volta da Edifi- cação.....	89
5.0	- DIMENSIONAMENTO DOS ENCANAMENTOS.....	91
5.1	- Dimensionamento dos Condutores verticais para Águas Pluviais.....	91
6.0	- DIMENSIONAMENTO DO COLETOR E SUBCOLETORES PARA ÁGUAS PLUVIAIS.....	93
7.0	- DIMENSIONAMENTO DAS CAIXAS DE INSPEÇÃO PARA ÁGUAS PLUVIAIS.....	96
8.0	- RALOS.....	96
9.0	- GRELHAS HEMISFÉRICAS.....	96
CONCLUSÃO.....		97
BIBLIOGRAFIA.....		98

ANEXO I

TABELAS UTILIZADAS.....	99
-------------------------	----

ANEXO II

1.0	- DESENHOS - INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA.....	100
1.1	- PLANTA BAIXA.....	101
1.2	- CORTE ESQUEMÁTICO, COLUNAS DE DISTRIBUIÇÃO.	102
1.3	- DETALHE DE ENTRADA.....	103
1.4	- DETALHE DO BARRILETE.....	104
1.5	- ISOMÉRICOS.....	105
1.6	- DETALHE DO BOMBEAMENTO.....	106
1.7	- CONVENÇÕES.....	107

ANEXO III

1.0	- DESENHOS - INSTALAÇÕES SANITÁRIAS.....	108
-----	--	-----

ANEXO IV

1.0	- DESENHOS - INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS...	109
-----	---	-----

1.0 - INTRODUÇÃO

Neste relatório temos como objetivos relatar o cotidiano dentro da empresa (T e A), mostrando o lado prático do exercício da engenharia civil na área da elaboração de projetos, bem como o dimensionamento de um projeto de instalações hidráulicas, sanitárias e de águas pluviais levando em consideração as normas técnicas vigentes.

No decorrer do referido estágio, desenvolveram-se as seguintes atividades:

- . Relato das atividades práticas no que diz respeito ao relacionamento profissional, estrutura da empresa T e A, formas de contratos, custos e prazos de entrega de projetos, visitas a obras, como surgiu a oportunidade do estágio, como são conseguidos os projetos e a opinião dos clientes em relação a quantidade dos projetos;

- . Dimensionamento de instalações prediais de água fria, com seu respectivo projeto;

- . Dimensionamento de instalações prediais de esgotos sanitários, com seu respectivo projeto;

- . Dimensionamento de instalações prediais de águas pluviais, com seu respectivo projeto.

2.0 - DADOS TÉCNICOS

2.1 - Condomínio Campo Grande

2.1.1- São 4.670 m² de área construída, constituídos por:

- . 12 apartamentos
- . Hall social
- . Terraço
- . Local para bicicletas
- . Hall de serviço
- . Zeladoria
- . Sala de subestação
- . Depósitos
- . Sala do gerador
- . Casa de gás
- . Salão de festas
- . Sala de ginástica
- . Sauna
- . Piscina para adultos e crianças
- . Bar de apoio à piscina
- . Quadra de esportes
- . Play ground
- . Jardim
- . Estacionamento coberto

2.1.2- Localização da Obra

Bairro das Nações

2.1.3- Área do Terreno

4.176 m²

2.1.4- Projeto Arquitetônico

Sr. José Arimatéia Ayres Monteiro Filho

2.1.5- Projeto Estrutural

Sr. Henry Netto

2.1.6- Projeto de Instalações

T e A - Tecnologia Hidráulica e Elétrica Ltda.

PARTE I

**OBSERVAÇÕES PRÁTICAS DESENVOLVIDAS DURANTE O
ESTÁGIO**

1.0 - ESTRUTURA DA EMPRESA T e A

A empresa T e A - Tecnologia Hidráulica e Elétrica Ltda, tem sede própria e está situada na Rua Félix Araújo, nº 100, no Centro de Campina Grande-PB, possuindo em suas instalações:

- . Escritório com aproximadamente 21 m²;
- . Sistema de ar refrigerado e iluminação adequada;
- . Todos equipamentos de desenho profissional;
- . Três pranchetas metálicas da marca Trident;
- . Três profissionais especializados em desenho;
- . Duas secretárias e um estagiário em desenho;
- . Um engenheiro proprietário e responsável pela elaboração e cálculo dos projetos.

A empresa completou 5 anos trabalhando na área de projetos tendo uma experiência anterior de aproximadamente 3 anos, com instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias e telefônicas.

2.0 - PROJETOS

Os projetos desenvolvidos pela empresa são de instalações hidráulicas e sanitárias, elétrica, telefonia, combate a incêndio e de gás encanado.

A cada mês, são executados uma média de 4 (quatro) jogos de projetos, sendo acrescentados em edificações prediais os projetos de combate a incêndio, telefônico e gás encanado.

Os projetos são conseguidos diretamente com os proprietários ou através das indicações de arquitetos como Newton

Fernandes, Cassandra Vasconcelos, Sérgio Sá, Alexandre Magno e engenheiros como Henry Netto, Walter Colaço, Adalberto Moita, Kleber Fonseca Furtado, entre outros.

No caso do trabalho conjunto entre o escritório (T e A) e os engenheiros, a responsabilidade técnica do projeto fica com os engenheiros.

3.0 - CONTRATOS

Os contratos realizados pela T e A para a execução de um projeto são de dois tipos: verbais e formais.

Os contratos verbais, geralmente, são feitos com proprietários particulares. Enquanto os contratos formais são realizados com construtoras e outros engenheiros, principalmente, pela necessidade de comprovação dos gastos por parte dos contratantes.

5.0 - CUSTOS

Os custos financeiros para a execução dos projetos são calculados seguindo basicamente dois critérios descritos a seguir:

- 1º) a complexidade dos projetos
- 2º) a área construída.

6.0 - VISITAS A OBRAS

Eram realizadas frequentemente visitas a obras em execução, principalmente nos bairros Mirante e Prata, para que as mesmas fossem fiscalizadas pelo engenheiro responsável, bem como tivéssemos a oportunidade de observar a prática da execução dos projetos que eram planejados no escritório.

6.0 - RELACIONAMENTO

O relacionamento entre os estagiários, funcionários e proprietário da empresa (T e A) era o melhor possível, principalmente no que diz respeito ao esclarecimento de dúvidas que surgiam no decorrer do estágio. Pessoas como o desenhista e projetista Josinaldo Batista (25 anos de experiência no ramo) ajudaram de forma decisiva para um bom desempenho nos trabalhos por nós realizados.

Não menos importante foi o empenho e orientação do engenheiro responsável Túlio Fernandes Ayres para nos ensinar de maneira simples e objetiva as diversas etapas relacionadas ao dimensionamento do projeto.

7.0 - O ESTÁGIO

A oportunidade de estagiarmos na empresa T e A surgiu em virtude de um conhecimento prévio dos projetos por esta executados e que nos atraía profundamente, então, entramos em contato com o

proprietário, perguntando sobre a viabilidade de sermos aceitos como estagiários.

8.0 - CLIENTES

Durante o período do estágio observamos a grande satisfação que tinham os clientes do escritório com a qualidade dos projetos executados, o tratamento personalizado e as facilidades nos prazos e formas de pagamento.

PARTE II - INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA

1.0 - DADOS PARA O PROJETO

1.1 - Consumo Predial

Para a obtenção do consumo predial diário, faz-se necessário estimarmos a população que será atendida pela edificação. Assim, para fins de cálculo fizemos as seguintes considerações:

- a) Quarto social (2 pessoas por quarto);
- b) Quarto de serviço (1 pessoa por quarto);
- c) Quarto do zelador (1 pessoa por quarto);
- d) Sala de Motoristas (6 pessoas por quarto)*;
- e) Guarita (1 pessoa por guarita);
- f) Garagem (48 vagas);
- g) Jardim (área de 1.175,11 m²;

Com a população conhecida, e utilizando a Tabela 1.2 do livro Hélio Creder (ver anexo 1), chegamos ao valor do consumo predial diário total (C_T), através do cálculos mostrados a seguir

$$C_1 = \frac{2 \text{ pessoas}}{\text{q. social}} \times \frac{4 \text{ q. sociais}}{\text{apartamento}} \times 12 \text{ apart.} \times \frac{200 \text{ l}}{\text{pessoa}} = 19.200 \text{ l}$$

$$C_2 = \frac{1 \text{ pessoa}}{\text{q. servico}} \times \frac{1 \text{ q. servico}}{\text{apartamento}} \times 12 \text{ apart.} \times \frac{200 \text{ l}}{\text{pessoa}} = 2.400 \text{ l}$$

$$C_3 = 1 \text{ q. zelador} \times \frac{1 \text{ pessoa}}{\text{q. zelador}} \times \frac{200 \text{ l}}{\text{pessoa}} = 200 \text{ l}$$

$$C_4 = 1 \text{ sala motoristas} \times \frac{6 \text{ pessoas}}{\text{sl. mot.}} \times \frac{200 \text{ l}}{\text{pessoa}} = 1.200 \text{ l}$$

$$C_5 = \frac{1 \text{ pessoa}}{\text{guarita}} \times \frac{200 \text{ l}}{\text{pessoa}} = 200 \text{ l}$$

$$C_6 = 1.175,11 \text{ m}^2 \text{ (área jardim)} \times \frac{1,5}{\text{m}^2} = 1.762,67 \text{ l}$$

$$C_7 = 48 \text{ vagas (garagem)} \times 50 \text{ l/vaga} = 2400 \text{ l}$$

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 = 30.000 \text{ l} = 30,00 \text{ m}^3$$

*metade do número de apartamentos.

1.2 - Capacidade dos Reservatórios

O reservatório superior foi dimensionado, considerando que este deveria possuir um volume que atendesse a 2/5 do consumo diário de 2 dias, acrescido da reserva de combate a incêndio, de acordo com as normas técnicas de combate a incêndio. Sendo assim, para um consumo predial diário de 30 m³, temos:

$$\text{Volume do Reservatorio Superior} = \frac{2}{5} \times (2 \times 30^3) = 24,00 \text{ m}^3$$

$$\text{Reserva de Combate a Incendio} = 12,00 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total do reserv. superior} = 36,00 \text{ m}^3$$

Entretanto, o dimensionamento do reservatório inferior foi concebido considerando-se condições especiais. Em visita do local da obra, o engenheiro responsável ficou sabendo sobre a irregularidade no abastecimento d'água, por volta de 10 dias. A partir deste fato, procuramos atender durante o dimensionamento, o referente a 10 dias de consumo diário, de modo a evitar futuros transtornos que poderiam acontecer na edificação causados pela falta d'água. Logo, obtemos

- Volume do reservatório inferior = $30,00 \text{ m}^3 \times 10 \text{ dias}$
- Volume total do reserv. inferior = $300,00 \text{ m}^3$.

1.3 - Vazão das peças de utilização

Devemos observar durante a fase de dimensionamento das tubulações de água fria o funcionamento mediante certa vazão das peças de utilização, que não devem ser inferiores as encontradas na Tabela 1.3 do H. Creder. (ver anexo 1).

1.4 - Pressão de Serviço

O dimensionamento das peças de utilização levam em consideração um bom funcionamento quando estas estão submetidas a pressões estáticas ou dinâmicas. Quando não existe fluxo de água dizemos que a pressão é estática. Já a pressão dinâmica resulta do funcionamento das peças de utilização. Estas pressões (estáticas e dinâmicas), das principais peças de utilização são encontradas na Tabela 1.6 do H. Creder. (ver anexo 1).

1.5 - Pressões Máximas e Mínimas

Em edifícios que possuem grandes alturas (cujos pavimentos conduzam a uma pressão estática superior a 40 metros de coluna d'água) é necessário a utilização de artifícios a fim de diminuir esta pressão, como aumentar a perda de carga, introduzir válvulas retentoras de pressão ou caixas intermediárias.

Entretanto, no projeto aqui apresentado, não houve a necessidade da implantação destes artifícios, visto que, os 12 pavimentos da edificação levaram a uma pressão estática máxima de 36 metros de coluna d'água.

1.6 - Velocidades Máximas

No dimensionamento das tubulações foram respeitadas no projeto as velocidades máximas estabelecidas pela NB-92, que

aconselham velocidades não superiores a 2,5 m por segundo, nem os valores resultantes da fórmula $V = 14 \sqrt{D}$, onde:

V = velocidade, em m/s

D = diâmetro nominal, em mm

A Tabela 1.7 do H. Creder é um bom indicador para o melhor diâmetro a ser utilizado, quando comparados com certas velocidades. (ver anexo 1).

1.7 - Dimensionamento dos encanamentos

1.7.1- Dimensionamento dos sub-ramais

O dimensionamento dos sub-ramais foi baseado na Tabela 1.8 do H. Creder (ver anexo 1), transcrita da Norma, e na orientação do engenheiro supervisor do projeto, que acompanhou todo o processo de dimensionamento, indicando os diâmetros que possuem maior disponibilidade no mercado. Um exemplo ocorreu durante o dimensionamento do sub-ramal da bacia sanitária com válvula de descarga. Na Tabela 1.8 (H. Creder) o seu diâmetro deveria ser de 40 mm. No entanto, devido a inexistência no mercado de válvulas de descarga com esse diâmetro nominal, adotou-se o diâmetro comercial de 50 mm.

1.7.2- Dimensionamento dos ramais

O dimensionamento foi realizado usando o método do consumo máximo provável, pois não ocorreu a necessidade da utilização de todas as peças simultaneamente. Logo, considerando o peso das peças de utilização alimentadas por um determinado ramal (Tabela 1.3 do H. Creder) e o ábaco 1.5(a) do H. Creder, (ver anexo I) temos:

Para Banheiro n° 01:

Peça de utilização	Quantidade	Peso
. Lavatório (Lv)	01	0,5
. Bacia sanitária com válvula de descarga (BSv)	01	40,0
Total =	-	40,5
Ábaco 1.5(a) - diâmetro do ramal	=	1 1/4"
- Vazão do ramal	=	1,900 l/s

Para Banheiro n° 02:

Peça de utilização	Quantidade	Peso
. Chuveiro (Ch)	01	0,5
. Bacia sanitária com válvula de descarga	-	40,00
. Lavatório (Lv)	01	0,5
Total	=	41,00
Ábaco 1.5(a) - diâmetro do ramal	=	1 1/2"
- Vazão do ramal	=	2,0 l/s

Para a Cozinha:

Peça de utilização	Quantidade	Peso
. Máquina de lavar roupa (ML)	01	1,0
. Pia de cozinha (Pc)	0,2	0,70
. Tanque de lavar roupa (Tg)	01	1,0
Total	=	3,40
Ábaco 1.5(a) - diâmetro do ramal	=	3/4"
- Vazão do ramal	=	0,56 l/s

Para Banheiro n° 03:

Peça de utilização	Quantidade	Peso
. Chuveiro (Ch)	01	0,5
. Bacia sanitária com caixa (BSc)	-	0,30
. Lavatório (Lv)	01	0,50
Total	=	1,30
Ábaco 1.5(a) - diâmetro do ramal	=	3/4"
- Vazão do ramal	=	0,35 l/s

Para Banheiros 04 e 05:

Peças de Utilização	Quantidade	Pesos
01 Chuveiro (Ch) =	02	0,50
01 Bacia sanitária com caixa descarga (BSc) =	02	0,30
01 Lavatório (Lv) =	02	0,50
Total =		2,60
Ábaco 1.5(a) - diâmetro do ramal =		3/4"
- Vazão do ramal =		0,50 l/s

Para o Banheiro n° 06:

Peça de utilização	Quantidade	Peso
. Bacia sanitária com caixa de descarga (BSc)	01	0,30
. Lavatório (Lv)	02	0,50
. Chuveiro (Ch)	01	0,50
. Banheira (Ba)	01	1,00
Total =		2,80
Ábaco 1.5(a) - diâmetro do ramal =		3/4"
- Vazão do ramal		0,51 l/s

1.7.3- Dimensionamento das colunas

No processo de dimensionamento das colunas foi utilizado a sugestão da NB-92, apresentando uma planilha de cálculo para que fossem melhor observadas as velocidades, vazões máximas e pressões dinâmicas a jusante.

Ocorreu por parte do engenheiro responsável pelo projeto, uma grande receptividade, pelo fato de que a Planilha de Cálculo não era um método utilizado no escritório para dimensionamento das colunas. Era utilizado o método do consumo máximo provável.

Com isso, tivemos a oportunidade de melhor demonstramos nossos conhecimentos perante a empresa responsável pelo estágio.

A planilha de cálculo consiste basicamente na verificação da pressão disponível e sua comparação com a pressão de serviço. Caso a pressão de serviço seja maior que a disponível, aumenta-se o diâmetro da tubulação a fim de diminuir as perdas e, conseqüentemente, atender as pressões exigidas para o bom funcionamento dos aparelhos.

Possuímos sempre como trecho crítico o primeiro a ser dimensionado, devido ao fato deste possuir menor pressão disponível. Quando a pressão de serviço é devidamente atendida neste trecho crítico, os demais trechos a serem dimensionados não terão nenhum problema com relação a pressão, pois a pressão disponível tende a ser bem maior.

As pressões de serviço de cada ramal foram encontradas da seguinte forma:

- **Banheiro n° 01:**

$$P = P_{BSV} + H_p + \Delta H$$

onde:

P = pressão de serviço

P_{BSV} = pressão da bacia sanitária com válvula;

ΔH = altura piezométrica.

$P_{BSV} \rightarrow$ Tabela 1.6 = 3,0 m.c.a *

$$\Delta H = 1,40 \text{ m}$$

$J = f(Q_{BSV}, D) = f(1,90, 1 \frac{1}{2}'') \rightarrow$ ábaco 1.9

$$J = 0,08 \text{ m/m}$$

$$L_v = L + L_p$$

onde:

L_v = comprimento virtual;

L = comprimento real;

L_p = comprimento devido a perdas

$$L = 1,40 \text{ m} + 0,20 \text{ m} = 1,60 \text{ m}$$

Perdas (L_p) F 1.13 (d)

- Tê de saída lateral 1 1/2" - 1,30

- Joelho de 90° de 1 1/2" - 3,20

- Tê de pass. direta 1 1/2" - 2,20

$$L_p = 12,70$$

Então:

$$L_v = 12,70 + 1,60 = 14,30$$

$$H_p = J \times L_v$$

* As tabelas utilizadas estão disponíveis no Anexo 1.

onde:

J = perda de carga unitária

H_p = perda de carga total

$$H_p = 0,08 \times 14,30 = 1,14 \text{ m}$$

$$P = 3,0 - 1,40 + 1,14 = \mathbf{2,74 \text{ m.c.a.}}$$

Banheiro n° 02:

$$P = P_{ch} + \Delta H + H_p$$

onde:

P_{ch} = pressão no chuveiro

$P_{ch} \rightarrow$ Tabela 1.6 = 10 m.c.a.

$$\Delta H = 0,40$$

$$J = f(Q_{ch}, D) \rightarrow \text{ábaco 1.9}$$

$$f(0,20, 3/4") \rightarrow J = 0,042 \text{ m/m}$$

$$L_v = L + L_p$$

$$L = 6,30 \text{ m}$$

Perdas (L_p) F 1.13 (d)

- Tê de saída lateral 1/2"	-	7,30 m
- Joelho de 90° de 1 1/2"	-	3,20 m
- Tê de saída lateral de 3/4"	-	2,40 m
- Joelho de 90° de 3/4"	-	1,20 m
- Registro de gaveta de 3/4"	-	0,20 m
- Tê de saída lateral de 3/4"	-	2,40 m
- Joelho de 90° de 3/4"	-	1,20 m

- Joelho de 90° de 3/4"	-	1,20 m
- Joelho de 90° de 3/4"	-	1,20 m
- Joelho de 90° de 3/4"	-	1,20 m
- Registro globo de 3/4"	-	11,40 m
- Joelho de 90° de 3/4"	-	1,20 m

$$\Sigma L_p = 34,10 \text{ m}$$

$$H_p = J \cdot L_v$$

$$L_v = 34,10 + 6,53 = 40,63 \text{ m}$$

$$H_p = 0,042 \times 40,63 = 1,71 \text{ m.c.a.}$$

$$P = P_{ch} + H_p + \Delta H$$

$$P = 1,00 + 1,71 + 0,40 \rightarrow P = 3,11 \text{ m.c.a.}$$

Cozinha:

$$P = P_{pc} + \Delta H + H_p, \text{ onde}$$

P_{pc} → na pressão da pia de cozinha

$$P_{pc} \rightarrow \text{Tabela 1.6} = 0,50 \text{ m}$$

$$\Delta H = 0,95 \text{ m}$$

$$J = f(Q_{Pc}, D) = f(0,30, 3/4")$$

$$J = 0,085 \text{ m/m}$$

$$L_v = L + L_p$$

$$L = 0,20 + 0,95 + 3,30 = 4,45 \text{ m}$$

Perdas (L_p) F 1.13 (d)

- Tê de saída lateral 3/4"	-	2,40 m
- Joelho de 90° de 3/4"	-	1,20 m
- Registro de gaveta de 3/4"	-	0,20 m
- Joelho de 90° de 3/4"	-	1,20 m
- Tê de saída lateral de 3/4"	-	2,40 m

$$\Sigma L_p = 7,40 \text{ m}$$

$$L_v = 7,40 + 4,45 = 11,85 \text{ m}$$

$$H_p = J \times L_v = 0,085 \times 11,85 = 1,01 \text{ m.c.a.}$$

$$P = 0,50 - 0,95 + 1,01 = \mathbf{0,56 \text{ m.c.a.}}$$

Banheiro n° 03:

$$P = P_{ch} + \Delta H + H_p$$

$$\Delta H = 0$$

$$P_{ch} \rightarrow \text{Tabela 1.6} = 1,0 \text{ m.c.a.}$$

$$J = f(Q_{ch}, D) \rightarrow f(0,20, 3/4")$$

$$J = 0,042 \text{ m/m}$$

$$L_v = L + L_p \rightarrow L_v = 4,90 \text{ m}$$

Perdas (L_p)

- Tê de saída lateral 3/4"	-	2,40 m
- Joelho de 90° de 3/4"	-	1,20 m
- Registro de gaveta de 3/4"	-	0,20 m
- Tê de saída lateral 3/4"	-	2,40 m
- Joelho de 90° de 3/4"	-	1,20 m

- Registro de pressão de 3/4"	-	11,40 m
- Joelho de 90° de 3/4"	-	1,20 m
- Tê de passagem direta de 3/4"	-	0,80 m
- Tê de passagem direta de 3/4"	-	0,80 m

$$\Sigma L_p = 21,60 \text{ m}$$

$$L_v = L + L_p = 4,90 + 21,60 = 26,50 \text{ m}$$

$$H_p = J \times L_v = 0,042 \times 26,50 = 1,11 \text{ m.c.a.}$$

$$P = 1,0 + 1,1 \rightarrow P = 2,11 \text{ m.c.a}$$

Banheiro 04 e 05:

$$P = P_{ch} + \Delta H + H_p$$

$$\Delta H = 0$$

$$P_{ch} \rightarrow \text{Tabela 1.6} = 1,0 \text{ m.c.a.}$$

$$J = f(Q_{ch}, D) \rightarrow f(0,20, 3/4")$$

$$J = 0,042 \text{ m/m}$$

$$L_v = L + L_p$$

$$L = 0,40 + 1,50 + 1,25 + 1,50 = 4,65 \text{ m}$$

Perdas (L_p) F 1.13.d

- Tê de saída lateral 3/4"	-	2,40 m
- Joelho de 90° de 3/4"	-	1,20 m
- Registro de gaveta de 3/4"	-	0,20 m
- Joelho de 90° de 3/4"	-	1,20 m
- Joelho de 90° de 3/4"	-	1,20 m
- Joelho de 90° de 3/4"	-	1,20 m
- Tê de saída lateral 3/4"	-	2,40 m

- Tê de passagem direta de 3/4" - 0,80 m
- Tê de passagem direta de 3/4" - 0,80 m
- Registro de pressão de 3/4" - 11,40 m

$$\sum L_p = 22,80 \text{ m}$$

$$L_v = L + L_p = 22,80 + 4,65 = 27,45 \text{ m}$$

$$H_p = J \times L_v = 0,042 \times 27,45 = 1,15 \text{ m.c.a.}$$

$$P = 1,0 \text{ m.c.a} + 1,15 \text{ m.c.a} = \mathbf{2,15 \text{ m.c.a.}}$$

Banheiro n° 06:

$$P = P_{ch} + H_p + \Delta H$$

$$P_{ch} \rightarrow \text{Tabela 1.6} \rightarrow P_{ch} = 1,0 \text{ m.c.a.}$$

$$J = f(Q_{ch}, D) \rightarrow f(1,0, 3/4")$$

$$J = 0,042 \text{ m/m}$$

$$L_v = L + L_p$$

$$L = 0,20 + 1,50 + 0,15 + 0,10 + 0,35 + 1,50 = 3,80 \text{ m}$$

Perdas (L_p) Tabela 1.13 (d)

- Tê de saída lateral 3/4" - 2,40 m
- Joelho de 90° de 3/4" - 1,20 m
- Registro de gaveta de 3/4" - 0,20 m
- Tê de saída lateral 3/4" - 2,40 m
- Tê de saída lateral 3/4" - 2,40 m
- Registro de pressão de 3/4" - 11,40 m
- Joelho de 90° de 3/4" - 1,20 m

$$\sum L_p = 21,20 \text{ m}$$

$$L_v = L + L_p = 21,20 + 3,80 = 25,00 \text{ m.c.a}$$

$$H_p = J \times L_v = 0,042 \times 25,00 = 1,05 \text{ m.c.a.}$$

$$P = 1,00 \text{ m.c.a} + 1,05 \text{ m.c.a} = \mathbf{P = 2,05 \text{ m.c.a.}}$$

Agora devemos encontrar o comprimento equivalente (L) de cada coluna, trecho a trecho. Logo teremos:

Coluna AF-1

Trecho AB

Comprimento equivalente (L)

- Tê de saída lateral de 2 1/2" = 4,50 m
- Registro de gaveta aberto de 2 1/2" = 0,40 m
- Curva de 90° de 2 1/2" = 1,70 m
- Curva de 90° de 2 1/2" = 1,70 m
- Tê comum (bilateral) de 2 1/2" = 1,70 m
- Joelho de 45° de 2 1/2" = 0,90 m

 $\Sigma L = 10,90 \text{ m}$

Trecho BC

- Tê comum (bilateral) de 2 1/2" = 1,40 m
- Contração brusca d/D (2 1/2"x2") = 0,60 m

 $\Sigma L = 2,00 \text{ m}$

Trecho CD \Rightarrow - Tê comum (bilateral) de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho DE \Rightarrow - Tê comum (bilateral) de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho EF \Rightarrow - Tê comum (bilateral) de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho FG \Rightarrow - Tê comum (bilateral) de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho GH \Rightarrow - Tê comum (bilateral) de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho HI \Rightarrow - Tê comum (bilateral) de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho IJ \Rightarrow - Tê comum (bilateral) de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho JL \Rightarrow - Tê comum (bilateral) de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho LM \Rightarrow - Tê comum (bilateral) de 2" \rightarrow L = 1,20 m

- Contração brusca (2"x1 1/2") = 0,60 m

$\Sigma L = 1,80$ m

Coluna AF-02

Comprimento equivalente (L)

Trecho AB \Rightarrow - Tê de saída lateral de 2" = 3,5 m

- Registro de gaveta aberto 2" = 0,35 m

- Curva de 90° de 2" = 1,20 m

- Curva de 90° de 2" = 1,20 m

- Tê comum bilateral de 2" = 1,20 m

$\Sigma L = 7,45$ m

Trecho BC \Rightarrow - Tê comum bilateral de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho CD \Rightarrow - Tê comum bilateral de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho DE \Rightarrow - Tê comum bilateral de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho EF \Rightarrow - Tê comum bilateral de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho FG \Rightarrow - Tê comum bilateral de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho GH \Rightarrow - Tê comum bilateral de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho HI \Rightarrow - Tê comum bilateral de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho IJ \Rightarrow - Tê comum bilateral de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho JL \Rightarrow - Tê comum bilateral de 2" \rightarrow L = 1,20 m

Trecho LM \Rightarrow - Tê comum bilateral de 2" \rightarrow L = 1,20 m

- Contração brusca (2"x1 1/2") = 0,60 m

L = 1,80 m

Trecho MN \Rightarrow - Tê comum bilateral de 1 1/2" = 0,90 m

- Contração brusca (1 1/2"x1 1/4") = 0,55 m

 Σ L = 1,45 m

Coluna AF-03

- Com comprimento equivalente (L)

Trecho AB

- Tê de saída lateral de 1 1/4" = 2,20 m

- Registro de gaveta aberto 1 1/4" = 0,25 m

- Curva de 90° de 1 1/4" = 0,70 m

- Curva de 90° de 1 1/4" = 0,70 m

- Tê comum bilateral de 1 1/4" = 0,70 m

 Σ L = 4,55 m

Trecho BC

- Tê comum bilateral de 1 1/4" \rightarrow L = 0,70 m

Trecho CD

- Tê comum bilateral de 1 1/4" \rightarrow L = 0,70 m

Trecho DE

- Tê comum bilateral de 1 1/4" \rightarrow L = 0,70 m

Trecho EF

- Tê comum bilateral de 1 1/4" → L = 0,70 m

Trecho FG

- Tê comum bilateral de 1 1/4" → L = 0,70 m

Trecho GH

- Tê comum bilateral de 1 1/4" → L = 0,70 m

Trecho HI

- Tê comum bilateral de 1 1/4" → L = 0,70 m

- Contração brusca (1 1/4" x 1") = 0,40 m

L = 1,10 m

Trecho IJ

- Tê comum bilateral de 1" = 0,55 m

Trecho JL

- Tê comum bilateral de 1" = 0,55 m

Trecho LM

- Tê comum bilateral de 1" = 0,55 m

- Contração brusca d/D (1"x 3/4") = 0,40 m

L = 0,95 m

Trecho MN

- Joelho comum de 90° de 3/4" = 0,68 m

Coluna AF-04

- Comprimento equivalente (L)

Trecho AB

- Tê de saída lateral de 1 1/4" = 2,20 m

- Registro de gaveta aberto de 1 1/4" = 0,25 m

- Curva de 90° de 1 1/4" = 0,70 m
- Curva de 90° de 1 1/4" = 0,70 m
- Tê comum bilateral de 1 1/4" = 0,70 m
- Joelho comum de 45° de 1 1/4" = 0,50 m

L = 5,05 m

Trecho BC

- Tê comum bilateral de 1 1/4" → L = 0,70 m

Trecho CD

- Tê comum bilateral de 1 1/4" → L = 0,70 m
- Contração brusca (1 1/4" x 1")=1/4 → L = 0,40 m

L = 1,10 m

Trecho DE

- Tê comum bilateral de 1" → L = 0,55 m

Trecho EF

- Tê comum bilateral de 1" → L = 0,55 m

Trecho FG

- Tê comum bilateral de 1" → L = 0,55 m

Trecho GH

- Tê comum bilateral de 1" → L = 0,55 m

Trecho HI

- Tê comum bilateral de 1" → L = 0,55 m

Trecho IJ

- Tê comum bilateral de 1" → L = 0,55 m

Trecho JL

- Tê comum bilateral de 1" → L = 0,55 m

- Contração brusca (1"x3/4") → $d/D = 1/4$ = 0,40 m

L = 0,95 m

Trecho LM

- Tê comum bilateral de 3/4" → L = 0,45 m

Trecho MN

- Joelho de 90° de 3/4" → L = 0,68 m

Coluna AF-05

Comprimento equivalente (L)

Trecho AB

- Tê de saída lateral de 1 1/2" = 2,70 m

- Registro de gaveta aberto de 1 1/2" = 0,28 m

- Curva de 90° de 1 1/2" = 0,80 m

- Curva de 90° de 1 1/2" = 0,80 m

- Tê comum bilateral de 1 1/2" = 1,10 m

L = 5,68 m

Trecho BC

- Tê de saída bilateral de 1 1/2" = 1,10 m

- Contração brusca (1 1/2"x1 1/4") = 0,40 m

L = 1,50 m

Trecho CD

- Tê de saída bilateral de 1 1/4" = 0,70 m

Trecho DE

- Tê de saída bilateral de 1 1/4" = 0,70 m

Trecho EF

- Tê de saída bilateral de 1 1/4" = 0,70 m

Trecho FG

- Tê de saída bilateral de 1 1/4" = 0,70 m

Trecho GH

- Tê de saída bilateral de 1 1/4" = 0,70 m

- Contração brusca (1 1/4"x1") = 0,40 m

$\Sigma L = 1,10 \text{ m}$

Trecho HI

- Tê de saída bilateral de 1 1/4" = 0,55 m

Trecho IJ

- Tê de saída bilateral de 1 1/4" = 0,55 m

Trecho JL

- Tê de saída bilateral de 1 1/4" = 0,55 m

Trecho LM

- Tê de saída bilateral de 1" = 0,55 m

- Contração brusca (1"x3/4") $\rightarrow d/D = 1/4 = 0,40 \text{ m}$

$\Sigma L = 0,95 \text{ m}$

Trecho MN

- Joelho de 90° de 3/4" = 0,68 m

Coluna AF-06

Comprimento equivalente (L)

Trecho AB

- Tê de saída lateral de 1 1/2"	= 2,70 m
- Registro de gaveta aberto de 1 1/2"	= 0,28 m
- Curva de 90° de 1 1/2"	= 0,80 m
- Curva de 90° de 1 1/2"	= 0,80 m
- Tê de saída lateral de 1 1/2"	= 1,10 m
- Joelho de 45° de 1 1/2"	= 0,60 m
- Joelho de 45° de 1 1/2"	= 0,60 m

	$\Sigma L = 6,88 \text{ m}$

Trecho BC

- Tê comum bilateral de 1 1/2"	= 0,90 m
- Contração brusca (1 1/2"x1 1/4")	= 0,55 m

	$\Sigma L = 1,45 \text{ m}$

Trecho CD

- Tê comum bilateral de 1 1/4"	= 0,70 m
--------------------------------	----------

Trecho DE

- Tê comum bilateral de 1 1/4"	= 0,70 m
--------------------------------	----------

Trecho EF

- Tê comum bilateral de 1 1/4"	= 0,70 m
--------------------------------	----------

Trecho FG

- Tê comum bilateral de 1 1/4"	= 0,70 m
--------------------------------	----------

Trecho GH

- Tê comum bilateral de 1 1/4"	= 0,70 m
--------------------------------	----------

Trecho HI

- Tê comum bilateral de 1 1/4" = 0,70 m

- Contração brusca (1 1/4"x1") = 0,40 m

 $\Sigma L = 1,10 \text{ m}$

Trecho IJ

- Tê comum bilateral de 1" = 0,55 m

Trecho JL

- Tê comum bilateral de 1" = 0,55 m

Trecho LM

- Tê comum bilateral de 1" = 0,55 m

Trecho MN

- Tê comum bilateral de 1" = 0,55 m

C) Planilhas de Cálculo

Coluna AF₁ - Banheiro - 01

Coluna AF₂ - Banheiro - 02

Coluna	Trecho	Pesos		Vazão	Diâmetro	Veloc.	Comprimento			Pressão Disponível	Perda de Carga		Pressão a Jusante
		Unit.	Acum.				Real	Equiv.	Total		Unit.	Total	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O
AF ₁	AB	40,50	486,0	6,6	2 1/2"	2,10	8,50	10,90	19,40	4,50	0,065	1,26	324 > 2,74
	BC	"	445,5	6,3	2"	3,00	2,60	2,0	4,60	5,84	0,160	0,74	5,10
	CD	"	405,0	6,0	2"	2,80	"	1,20	3,80	7,70	0,150	0,57	7,13
	DE	"	364,5	5,7	2"	2,60	"	1,20	3,80	9,73	0,140	0,53	9,20
	EF	"	324,0	5,4	2"	2,55	"	"	"	11,80	0,125	0,48	11,32
	FG	"	283,5	5,0	2"	2,30	"	"	"	13,92	0,110	0,42	13,50
	GH	"	243,0	4,7	2"	2,25	"	"	"	16,10	0,10	0,38	15,72
	HI	"	202,50	4,2	2"	2,00	"	"	"	18,32	0,09	0,34	17,98
	IJ	"	162,00	3,8	2"	1,80	"	"	"	20,58	0,07	0,27	20,31
	JL	"	121,50	3,3	2"	1,60	"	"	"	22,91	0,06	0,23	22,68
	LM	"	81,00	2,7	1 1/2"	2,20	"	1,80	4,40	25,28	0,14	0,62	24,66
	MN		40,50	40,50	1,9	1 1/4"	2,40	"	1,45	4,05	27,26	0,20	0,81

Coluna AF₁ - Banheiro - 01Coluna AF₂ - Banheiro - 02

Coluna	Trecho	Pesos		Vazão	Diâmetro	Veloc.	Comprimento			Pressão Disponível	Perda de Carga		Pressão a Jusante
		Unit.	Acum.				Real	Equiv.	Total		Unit.	Total	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O
AF ₂	AB	41,00	492,00	6,6	2 1/2"	3,20	2,40	7,45	9,85	4,50	0,065	0,64	3,86 > 3,11
	BC	41,00	451,00	6,4	2"	3,00	2,60	1,20	3,80	8,46	0,160	0,61	5,85
	CD	"	410,00	6,1	"	2,70	"	"	"	8,45	0,150	0,57	7,88
	DE	"	369,00	5,7	"	2,60	"	"	"	10,48	0,140	0,53	9,95
	EF	"	328,00	5,4	"	2,55	"	"	"	12,50	0,130	0,49	12,06
	FG	"	287,00	5,0	"	2,30	"	"	"	14,66	0,110	0,42	14,24
	GH	"	246,00	4,7	"	2,50	"	"	"	16,84	0,100	0,38	16,46
	HI	"	205,00	4,3	"	2,10	"	"	"	19,06	0,090	0,34	18,72
	IJ	"	164,00	3,9	"	1,80	"	"	"	21,32	0,070	0,27	21,05
	JL	"	123,00	3,30	"	1,60	"	1,20	3,80	23,65	0,06	0,23	23,42
	LM	41,00	82,00	2,70	1 1/2"	2,20	2,60	1,80	4,40	26,02	0,16	0,70	25,32
MN	41,00	41,00	1,90	1 1/4"	2,40	2,60	1,45	4,05	27,92	0,19	0,77	27,15	

Coluna AF₃ - Cozinha
Coluna AF₄ - Banheiro - 03

Coluna	Trecho	Pesos		Vazão	Diâmetro	Veloc.	Comprimento			Pressão Disponível	Perda de Carga		Pressão a Jusante
		Unit.	Acum.				Real	Equiv.	Total		Unit.	Total	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O
AF ₃	AB	3,40	40,80	1,95	1 1/4"	3,60	2,00	4,55	6,55	4,50	0,20	2,35	3,19 > 0,56
	BC	"	37,40	1,80	1 1/4"	2,30	2,60	0,70	3,30	5,79	0,18	0,59	5,20
	CD	"	34,00	1,75	1 1/4"	2,20	"	0,70	3,30	7,80	0,17	0,56	7,24
	DE	"	30,60	1,70	1 1/4"	2,10	"	0,70	3,30	9,84	0,16	0,53	9,31
	EF	"	27,20	1,55	1 1/4"	1,90	"	0,70	3,30	11,01	0,13	0,43	11,48
	FG	"	23,80	1,45	1 1/4"	1,85	"	0,70	3,30	14,08	0,25	0,41	13,67
	GH	"	20,40	1,30	1 1/4"	1,70	"	0,70	3,30	16,27	0,10	0,33	15,94
	HI	"	17,00	1,22	1 1/4"	1,50	"	1,10	3,70	18,54	0,063	0,23	18,31
	IJ	"	13,60	1,12	1"	2,20	"	0,55	3,15	20,91	0,23	0,72	20,19
	JL	"	10,20	1,05	1"	2,00	"	0,65	3,15	22,79	0,165	0,52	22,27
	LM	3,40	6,80	0,78	1"	1,65	"	0,95	3,55	24,87	0,12	0,43	24,44
MN	3,40	3,40	0,54	3/4"	1,75	2,60	0,68	3,28	27,04	0,21	0,69	26,35	

Coluna AF₃ - Cozinha
Coluna AF₄ - Banheiro - 03

Coluna	Trecho	Pesos		Varão	Diâmetro	Veloc.	Comprimento			Perda de Carga		Pressão a Usantes	
		Unit.	Acum.				Real	Equiv.	Total	Unit.	Total		
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O
AF ₄	AB	1,30	15,60	1,18	1 1/4"	1,65	8,25	5,05	13,30	4,50	0,09	1,42	3,30 > 2,05
	BC	1,30	14,30	1,13	1 1/4"	1,50	2,60	0,70	3,30	5,90	0,085	0,28	5,62
	CD	"	13,00	1,07	1 1/4"	1,45	"	1,10	3,70	8,22	0,070	0,26	7,96
	DE	"	11,70	1,00	1"	1,44	"	0,55	3,15	10,56	0,19	0,60	9,96
	EF	"	10,40	0,95	1"	1,80	"	0,55	3,15	12,56	0,17	0,54	12,02
	FG	"	9,10	0,90	1"	1,78	"	0,55	3,15	14,62	0,15	0,47	14,15
	GH	"	7,80	0,84	1"	1,70	"	0,55	3,15	16,75	0,14	0,44	16,31
	HI	"	6,50	0,77	1"	1,50	"	0,55	3,15	18,91	0,12	0,38	18,53
	IJ	"	5,20	0,68	1"	1,30	2,60	0,55	3,15	21,13	0,09	0,28	20,85
	JL	"	3,90	0,55	1"	1,25	"	0,95	3,55	23,45	0,055	0,20	23,25
	LM	"	2,60	0,46	3/4"	1,70	"	0,45	3,05	25,85	0,20	0,61	25,24
	MN	1,30	1,30	0,34	3/4"	1,30	2,60	0,68	3,28	27,84	0,11	0,36	27,48

Coluna AF₅ - Banheiro 04 e 05

Coluna AF₆ - Banheiro - 06

Coluna	Trecho	Pesos		Vazão	Diâmetro	Veloc.	Comprimento			Pressão Disponível	Perda de Carga		Pressão a Jusante
		Unit.	Acum.				Real	Equiv.	Total		Unit.	Total	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O
AF ₅	AB	2,60	31,20	1,67	1 1/2"	1,40	13,80	5,68	19,48	4,50	0,065	1,40	3,23 > 2,09
	BC	"	28,60	1,60	1 1/4"	2,00	2,60	1,50	4,10	5,83	0,140	0,57	5,26
	CD	"	26,00	1,55	1 1/4"	1,80	"	0,70	3,30	7,86	0,130	0,43	7,43
	DE	"	23,40	1,45	"	1,75	"	0,70	3,30	10,03	0,100	0,33	9,70
	EF	"	20,80	1,35	"	1,70	"	0,70	3,30	12,30	0,110	0,36	11,94
	FG	"	18,20	1,25	"	1,65	"	0,70	3,30	14,54	0,090	0,30	14,24
	GH	"	15,60	1,20	"	1,00	"	0,70	3,30	16,84	0,210	0,66	16,54
	HI	"	13,00	1,10	1"	2,40	"	0,55	3,15	19,14	0,180	0,57	18,48
	IJ	"	10,40	0,97	1"	1,70	"	0,55	3,15	21,08	0,113	0,41	20,51
	JL	"	7,80	0,84	1"	1,65	2,60	0,55	3,15	23,11	0,13	0,41	22,70
	LM	"	5,20	0,68	1"	1,40	2,60	0,95	3,55	25,30	0,09	0,32	24,98
	MN	"	2,60	0,49	3/4"	1,80	2,60	0,68	3,28	27,58	0,17	0,56	27,02

Coluna AF₅ - Banheiro 04 e 05
Coluna AF₆ - Banheiro - 06

Coluna	Trecho	Pesos		Vazão	Diâmetro	Veloc.	Comprimento			Pressão Disponível	Perda de Carga		Pressão a Jusante
		Unit.	Acum.				Real	Equiv.	Total		Unit.	Total	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O
AF ₆	AB	2,80	33,60	1,75	1 1/2"	1,50	14,60	6,88	21,48	4,50	0,065	1,48	3,10 > 2,05
	BC	"	30,80	1,65	1 1/4"	2,10	2,60	1,43	4,05	5,70	0,150	0,61	5,09
	CD	"	28,00	1,60	1 1/4"	2,00	2,60	0,70	3,30	7,60	0,140	0,46	7,23
	DE	"	25,20	1,50	"	1,80	2,60	0,70	3,30	9,83	0,130	0,43	9,40
	EF	"	22,40	1,42	"	1,75	2,60	0,70	3,30	12,00	0,125	0,41	11,59
	FG	"	19,50	1,33	"	1,70	2,60	0,70	3,30	14,19	0,110	0,36	13,83
	GH	"	16,80	1,23	"	1,65	2,60	0,70	3,30	16,43	0,100	0,33	16,10
	HI	"	14,00	1,11	1"	2,20	2,60	1,10	3,70	18,70	0,230	0,85	17,85
	IJ	"	11,20	0,98	1"	1,90	2,60	0,55	3,15	20,45	0,170	0,54	19,91
	JL	"	8,40	0,87	1"	1,80	2,60	0,55	3,15	22,54	0,145	0,46	22,05
	LM	2,80	5,60	0,71	1"	1,50	2,60	0,55	3,15	24,65	0,095	0,30	24,35
	MN	2,80	2,80	0,50	1"	1,00	2,60	0,55	3,15	26,95	0,050	0,16	26,79

1.7.4 - Dimensionamento de barrilete

O barrilete foi dimensionado pelo método de Hunter, considerando uma perda de carga de 8% e calculando a vazão como se metade da caixa d'água atendesse à metade das colunas. Deste modo, temos:

Coluna	Diâmetro (D)	Vazão (Q) l/s
AF1	2 1/2"	6,60
AF2	2 1/2"	6,60
AF3	1 1/4"	1,95
AF4	1 1/4"	1,18
AF5	1 1/2"	1,67
AF6	1 1/2"	1,75

A vazão do Barrilete (Q_B) será dada por:

$$Q_B = \frac{Q_{AF_1} + Q_{AF_2} + Q_{AF_3} + Q_{AF_4} + Q_{AF_5} + Q_{AF_6}}{2} = \frac{6,6 + 6,6 + 1,95 + 1,18 + 1,67 + 1,75}{2} = 9,88 \text{ l/s}$$

Para $Q_B = 9,88 \text{ l/s}$ e $J = 0,08 \text{ m/m}$, obtemos por meio do ábaco 1.9 (H. Creder)*, que o diâmetro do barrilete (D_B) é:

$$D_B = 3''$$

* (Ver anexo 1).

Por motivo de simples verificação do valor do diâmetro do barrilete obtido pelo método de Hunter, utilizamos o método das seções equivalentes que considera os diâmetros das colunas de modo que a metade seja atendida pela metade da caixa d'água. Logo, consultando a Tabela 1.9 (ver anexo 1) do H. Creder, temos:

Coluna	Diâmetro (D)	Seção equivalente (Seq)
AF1	2 1/2"	65,50
AF2	2 1/2"	65,50
AF3	1 1/4"	10,90
AF4	1 1/4"	10,90
AF5	1 1/2"	17,40
AF6	1 1/2"	17,40

$$\text{Seq.} = 187,60$$

$$\text{Seq. no barrilete} = \frac{\text{Seq}}{2}, \text{Então}$$

$$\text{Seq. no barrilete} = \frac{187,60}{2} = 93,80$$

Pela Tabela 1.9 do H. Creder:

$$\text{Diâmetro do Barrilete} = 3".$$

1.7.5 - Dimensionamento do encanamento de recalque (DR)

A tubulação de recalque foi dimensionada seguindo a recomendação da NBR-5626 onde a capacidade horária da bomba é de 20% do consumo d'água e funciona durante um período de 5 horas por dia. Logo, temos:

- Consumo diário (C) = 30,00 m³
- 20% do consumo diário (C) = 6,00 m³

Empregando o ábado 1.16 (H. Creder) obtém-se:

$$QR = 6,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$n = 5 \text{ h/dia}$$

onde:

QR = vazão de recalque

n = número de horas de funcionamento da bomba.

$$DR = 1 \frac{1}{2}''$$

1.7.6 - Dimensionamento do encanamento de sucção (DS)

Devido ao fato das bombas trabalharem afogadas, tornou-se desnecessário o dimensionamento da tubulação de sucção.

1.7.7 - Dimensionamento do ramal predial (DRa)

Segundo a orientação do engenheiro responsável pelo projeto, fizemos o dimensionamento pela vazão mínima para sistemas de distribuição indireta. Portanto, pela expressão:

$$\text{- Vazão Mínima: } Q = \frac{C}{86400}$$

onde:

Q = vazão mínima, em l/s

C = consumo diário, em litros, temos:

$$Q = \frac{30000}{86400} \rightarrow Q = 0,35 \text{ l/s}$$

Pela Tabela 1.7 (H. Creder), temos:

$$DR_a = 3/4''$$

* (Ver anexo 1).

1.8 - Recalque de Água

1.8.1- Classificação e escolha da bomba de recalque de água

Segundo a orientação do engenheiro responsável, foram definidas a instalação no prédio de 4 bombas centrífugas, sendo 2 para combate a incêndio e as restantes para o abastecimento predial. Ficamos responsáveis pelo dimensionamento e escolha das bombas que deveriam atender ao consumo predial.

Os cálculos foram executados segundo as normas técnicas retiradas do livro de Instalações Prediais (H. Creder) e dos conhecimentos adquiridos em sala de aula, durante o curso.

Ao final do dimensionamento, o engenheiro supervisor nos informou da não existência no comércio do tipo de bomba centrífuga por nós escolhida.

Surgiu então a orientação do escritório para que fizéssemos uma pesquisa de mercado, afim de definirmos a bomba

centrífuga melhor apropriada para realizar o trabalho anteriormente calculado.

Assim, entramos em contato com lojas especializadas no comércio, que nos forneceram um catálogo de bombas centrífugas da marca DANCOR*, onde tivemos a oportunidade de escolher a bomba comercial que melhor atendia os requisitos, para o bom funcionamento das futuras instalações.

* (ver anexo 1).

Logo, temos:

Dimensionamento da bomba centrífuga:

a) Comprimento virtual de recalque (L_v)

$$L_v = L_R + L_p$$

a.1) Comprimento virtual de recalque que devido as perdas (L_p)

- Válvula de retenção de 1 1/2"	= 9,10 m
- Joelho de 45° de 1 1/2"	= 1,30 m
- Registro de gaveta de 1 1/2"	= 0,70 m
- Tê de 45° de saída lateral de 1 1/2"	= 1,31 m
- Curva de 90° de 1 1/2"	= 1,20 m
- Curva de 90° de 1 1/2"	= 1,20 m
- Curva de 90° de 1 1/2"	= 1,20 m
- Tê de passagem lateral de 1 1/2"	= 7,30 m
- Curva de 90° de 1 1/2"	= 1,20 m
- Registro de gaveta de 1 1/2"	= 0,70 m
- Curva de 90° de 1 1/2"	= 1,20 m
Erro!	= 26,41 m

Indicador não definido. L_p

a.2) Comprimento real no recalque (L_R):

$$L_R = 60,00 \text{ m}$$

$$L_v = L_R + L_p$$

$$L_v = 60,00 + 26,41$$

$$L_v = 86,41 \text{ m.}$$

b) Cálculo da Perda Unitária no Recalque (J_R)

- $DR = 1 \frac{1}{2}''$ - $\text{Ábaco } 1.9$ $J_R = 0,065 \text{ m/m}$

- $Q = 6 \text{ m}^3/\text{h} = 1,67 \text{ D/s}$ $V_R = 1,50 \text{ m/s}$

- Tubulação PVC.

c) Cálculo da Perda Total no Recalque (H_R)

$$H_R = J_R \times L_v$$

$$H_R = 0,065 \times 86,41 \rightarrow H_R = 5,62 \text{ m}$$

d) Altura Manométrica de Recalque - H_{man}

$$H_{man} = H_G + H_p, \text{ onde}$$

H_G = altura geométrica;

H_p = altura devido as perdas

$H_G = 46,40$ m

$H_p = 5,62$ m.

$H_{man} = 46,40 + 5,62$

$H_{man} = 52,02$ m

e) Potência do Motor para Acionar a Bomba (P)

$$P = \frac{\gamma H_{man} Q}{75 \eta}$$

onde:

Erro! Indicador não definido. = peso específico da água = 1000 kg/m³

H_{man} = altura manométrica = 52,02 m

Q = vazão do ramal predial = 6 m³/h

Erro! Indicador não definido. = rendimento do conjunto moto-bomba = 40%

$$P = \frac{1000 \times 52,02 \times 6}{75 \times 0,40 \times 3600} = 2,89 \text{ G.V.} \Rightarrow P \cong 3 \text{ C.V.}$$

f) Esolha da Bomba

Em função da altura manométrica (H_{man}) e da Vazão (Q), temos pelo (H. Creder)

- moto-bomba KSB/ETABLOC 32160.1

Potência = 5 CV

Diâmetro do rotor = 176 mm

Em função das bombas encontradas no comércio, usaremos a carta de bombas centrífugas da DANCOR.

Recorrendo a várias tentativas, chegamos a melhor bomba a ser utilizada.

1ª Tentativa:

Para $Q_B = 10,8 \text{ m}^3/\text{h}$ Ábaco 1.9 - $J = 0,180 \text{ m/m}$

$D_R = 1 \frac{1}{2}''$

a) Cálculo de H_p :

$H_R = J \times L_v = 0,180 \times 86,41 \rightarrow H_R = 15,55 \text{ m}$

b) Cálculo de H_{man}

$H_G = 46,40 \rightarrow H_{man} = 61,95 \text{ m}$

$H_p = 15,55 \text{ m}$

Entrando na carta de bombas da (DANCOR), para $H_{man} = 61,95 \text{ m} \approx 64,00 \text{ m}$, tem-se

$Q_B = 8,80 \text{ m}^3/\text{h}$

2ª tentativa:

Para $Q_B = 8,80 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow$ Ábaco 1.9 $\rightarrow J = 0,125 \text{ m/m}$

$D_R = 1 \frac{1}{2}''$

a) Cálculo de H_R

$H_p = J \times L_v = 0,125 \times 86,41 \rightarrow H_R = 10,80 \text{ m}$

b) Cálculo de H_{man}

$H_G = 46,40 \text{ m} \rightarrow H_{man} = 51,20 \text{ m}$

$H_p = 10,80 \text{ m}$

Entrando na carta de bombas da (DANCOR), para $H_{man} = 51,20 \text{ m} \approx 60,00 \text{ m}$, tem-se

$Q_B = 10,8 \text{ m}^3/\text{h}$

Logo, a bomba centrífuga comercial mais adequada é o modelo DANCOR 630, com $H_{man} = 61,95 \text{ m}$ e $Q_B = 10,8 \text{ m}^3/\text{h}$.

1.9 - Desenhos

1.9.1- Observações sobre os isométricos:

1) Os registros de gaveta foram colocados a 1,80 m do piso, pois o engenheiro responsável nos alertou sobre a necessidade de isolarmos tais registros do alcance de crianças, e do não fechamento destes registros por engano, dos adultos.

2) Nos banheiros que possui bacia sanitária com válvula de descarga, a saída do ramal foi considerada a 2,50 m do piso e, segundo a norma, utilizou-se uma tubulação exclusiva para atender estas válvulas.

3) Para uma melhor comodidade por parte do usuário, o engenheiro responsável sugeriu que colocássemos a ducha sanitária do lado direito da bacia sanitária a 0,38 m do piso, e distante 0,30 m de seu eixo.

1.9.2- Planta baixa

(ver anexo 1).

1.9.3- Corte esquemático, colunas de distribuição

(ver anexo 1)

1.9.4- Detalhe de entrada

(ver anexo 1)

1.9.5- Local dos reservatórios

(ver anexo 1)

1.9.6.1- Isométricos

(ver anexo 1)

1.9.8- Convenções

(ver anexo 1).

PARTE III

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTOS SANITÁRIOS

1.0 - INTRODUÇÃO

As instalações prediais de esgotos sanitários são tubulações destinadas a atender as seguintes finalidades; de acordo com as normas técnicas vigentes:

- permitir um escoamento rápido e fáceis desobstruções;
- vedar a passagem de gases e animais das canalizações para o interior das edificações;
- impedir o escapamento de gases;
- impedir a contaminação da água destinada ao consumo, bem como dos alimentos.

2.0 - DIMENSIONAMENTO DOS ENCANAMENTOS

O dimensionamento foi realizado a partir da atribuição, aos diversos aparelhos, de "Unidade Hunter de Contribuição", também chamada "Unidade de descarga", isto é, um fator probabilístico que representa a frequência habitual de utilização, associada a vazão típica de cada uma das diferentes peças de um conjunto de aparelhos heterogêneos, em funcionamento simultâneo. Na Tabela 3.1 (H. Creder), (ver anexo 2), temos acesso ao valor de Unidade Hunter de Contribuição (U.H.C) de cada aparelho, bem como de seus diâmetros nominais (D.N).

2.1 - Dimensionamento do Ramal de Descarga

Foi realizado de acordo com as normas técnicas (ver Tabela 3.1 (H. Creder), e informações adquiridas em sala de aula, durante o curso da disciplina "Instalações Prediais". Os resultados eram colocados a disposição do escritório, onde passava pela inspeção do engenheiro responsável, que dependendo do resultado, algumas vezes, determinava a alteração de certas tubulações, de modo a atender, na prática, o bom funcionamento dos aparelhos. Como exemplo de algumas alterações de dimensionamento, podemos citar:

a) Onde os ramais de descarga possuíam diâmetro nominal de 30 mm, estes eram aumentados para 40 mm, pois sendo o material empregado de P.V.C., este é o menor diâmetro comercialmente fabricado.

b) Nos banheiros, os ramais de descarga dos chuveiros que possuíam diâmetro nominal de 40 mm, foram aumentados para 50 mm, pois o ramal de ventilação destes banheiros também eram de 50 mm, o que facilitava a melhor execução do projeto, e evitaria o transtorno de encontrar uma conexão de 40 mm para 50 mm.

2.2 - Dimensionamento do Ramal de Esgoto

O processo de dimensionamento Seguiu as mesmas regras do item anterior, salvo o fato da utilização da Tabela 3.5 (H. Creder). Foram tomadas precauções para que as bacias sanitárias fossem recolhidas em tubulações de diâmetro nominal (DN) não inferior a 100 mm, e que, os diâmetros dos ramais de esgoto, que

ligam as caixas sifonadas para tubulações primárias, não tivessem diâmetros nominais inferiores a 50 mm.

Contudo, o engenheiro responsável, ao analisar o dimensionamento dos ramais, propôs as seguintes alterações:

a) Na cozinha, o ramal de esgoto inicialmente calculado com diâmetro nominal de 50 mm, fosse aumentado para 75 mm, devido ao fato da facilidade de entupimento da tubulação causada pelo acúmulo de gordura. (ver anexo 2).

b) Na banheira, ligada ao sifão com chegada de 40 mm, este deveria possuir uma saída com diâmetro nominal de 75 mm, em vez de 50 mm, para não ocorrer transbordamento de água proveniente do volume da banheira.

2.3 - Dimensionamento dos Tubos de Queda

O dimensionamento foi feito seguindo as normas técnicas, utilizando-se a Tabela 3.4 (H. Creder)* de modo a encontrar o diâmetro nominal adequado, em função do número de Unidades Hunter de Contribuição em cada tubo e do número de pavimentos da edificação.

2.4 - Dimensionamento das Colunas de Ventilação

No dimensionamento, para se encontrar o diâmetro nominal adequado para as colunas de ventilação, foram utilizados como parâmetros os diâmetros nominais dos tubos de queda, o número de Unidades Hunter do último trecho do ramal de esgoto, e o comprimento total de cada coluna de ventilação. Com esses valores,

e o auxílio da Tabela 3.8 (H. Creder)*, foram encontrados os diâmetros nominais correspondentes a cada coluna de ventilação. As colunas de ventilação possuem diâmetros nominais uniformes e foram ligadas desde o ponto de inserção da coluna até a extremidade do ventilador.

2.5 - Ventilador de Circuito

Durante a fase de dimensional do projeto em questão, não ocorreu a necessidade da utilização e respectivo dimensionamento de ventiladores de circuito. (ver anexo 2)

2.6 - Ramal de Ventilação

O ramal de ventilação foi dimensionado seguindo as orientações da norma e usando a Tabela 3.7 (H. Creder). A orientação do engenheiro responsável, durante a resolução do projeto, foi que se colocasse a extremidade do ramal de ventilação que se ligava a coluna de ventilação, a uma distância de aproximadamente 1,0 metro do piso, para que, caso ocorresse algum entupimento no ramal de esgoto, o efluente pudesse transbordar pela bacia sanitária, e conseqüentemente, não obstruísse a coluna de ventilação, através do ramal de ventilação.

2.7 - Ventilador Primário

O dimensionamento dos ventiladores primários foram os mesmos encontrados para seus respectivos tubos de queda. Foram

tomadas as devidas precauções para que, a saída dos ventiladores primários, não provocassem nenhum inconveniente nas demais instalações do prédio, sendo considerada as suas extremidades finais a aproximadamente 1,0 metro do piso de cobertura.

* (ver anexo 2).

2.8 - Apresentação dos Cálculos

1.0) Banheiro 01

1.0 - Ramal de descarga

Pela Tabela 3.1 (H. Creder)*, temos:

01 Lavatório	→ 1 U.H	<u>PVC</u>	DN = 40 mm
01 Bacia sanitária	→ 6 U.H		DN = 100 mm

- Ramal de Esgoto

Pela Tabela F3.5 (H. Creder)*, temos:

- Lavatório	→ 1 Lv x 1 U.H - 1 U.H.
- Bacia sanitária	→ 1 B _s x 6 U.H - 6 U.H

7 U.H → **DN = 75 mm**

Contudo, devemos adotar um DN = 100 mm, pois é o diâmetro mínimo para que se receba os dejetos da Bacia Sanitária.

- Tubo de queda

Pela Tabela 3.4 (H. Creder)*, temos:

Considerando as unidades Hunter (U.H) do último trecho do ramal de esgoto, temos:

7 U.H x 12,0 pavimentos = 84 U.H → **DN = 100 mm**

- Coluna de ventilação

Pela Tabela 3.8 (H. Creder)*, temos

DTQ = 100 mm

U.H = 84 F_{3.8} → **DN = 75 mm**, onde

L = 41,00 m

DTQ - diâmetro nominal do tubo de queda;

U.H - número de unidades Hunter de Contribuição;

L - Comprimento total da coluna de ventilação.

* (ver anexo 2).

- Ramal de ventilação

Pela Tabela F3.7 (H. Creder)*, temos:

- lavatório → Lv x 1 U.H = 1 U.H

- Bacia sanitária → 1 BS x 6 U.H = 6 U.H

7 U.H → **DN = 50 mm**

- Ventilador primário

Prolongamento do tubo de queda

DN = 100 mm

* (ver anexo 2).

2.0 - **Banheiro 02**- Ramal de descarga

Tabela F3.1 (H. Creder):

- Lavatório → 1 U.H → DN = 40 mm
- Bacia sanitária → 6 U.H → DN = 100 mm

- Ramal de esgoto

Tabela F3.5 (H. Creder):

- Lavatório → 1 L_v x 1 U.H - 1 U.H
- Bacia sanitária → 1B_g x 6 U.H - 6 U.H

7 U.H → DN = 100 mm

- Tubo de queda

Tabela F3.4 (H. Creder):

7 U.H x 12 pavimentos = 84 → DN = 100 mm

- Coluna de Ventilação

Tabela F3.8 (H. Creder):

DTQ = 100 mm

F3.8 → DN = 75 mm

U.H = 84

L = 41,00 m

- Ramal de ventilação

Tabela 3.7 (H. Creder)

- Lavatório → 1 Lv x 1 U.H → 1 U.H

- Bacia sanitária → 1 BS x 6 U.H → 6 U.H

7 U.H → DN = 50 mm

- Ventilador primário

DN = 100 mm

3.0 - COZINHA

- Ramal de descarga

Tabela F3.1 (H. Creder):

- Pia de cozinha (Pc) → 3 U.H → **DN = 40 mm**

- Máquina de lavar roupa até 30 kg → 10 U.H → **DN = 75 mm**

- Tanque de lavar roupa → 3 U.H → **DN = 40 mm**

- Ramal de esgoto

Tabela F3.5 (H. Creder):

- Pia de Cozinha → 2 Pc x 3 U.H → **DN = 50 mm**

Iremos considerar um DN = 75 mm, devido a facilidade de entupimento existente pelo acúmulo de gordura na tubulação.

- Máquina de lavar → 1 M_L x 10 U.H → 10 U.H

- Tanque de lavar → 1 T_q x 3 U.H → 3 U.H

13 U.H → **DN = 75 mm**

- Tubo de queda

Tabela 3.4 (H. Creder):

19 U.H x 12 pavimentos = 228 U.H → **D = 100 mm**

- Coluna de Ventilação

Tabela 3.8 (H. Creder):

DTQ = 100 mm

$F_{3,8} \rightarrow D = 75 \text{ mm}$

U.H = 228

L = 41 m

- Ramal de ventilação

Tabela 3.4 (H. Creder):

- Pia de cozinha → 2 Pc x 3 U.H → 6 U.H

- Máquina de lavar → 1 ML x 10 U.H → 10 U.H

19 U.H → **DN = 50 mm**

- Ventilador primário

DN = 100 mm

4.0 - **Banheiro 04:**

- Ramal de descarga

Tabela 3.1 (H. Creder):

- Lavatório → 1 U.H → **DN = 40 mm**

- Bacia sanitária → 6 U.H → **DN = 100 mm**

- Chuveiro de residência → 2 U.H → **DN = 40 mm**

- Ramal de esgoto

Tabela 3.5 (H. Creder):

- Lavatório → 1 Lv x 1 U.H → 1 U.H

01 Bacia sanitária → 1Bg x 6 U.H → 6 U.H

7 U.H = DN = 100 mm

- Ramal de esgoto

- Lavatório → 1 Lv x 1 U.H → 1 U.H

01 Bacia sanitária → 1 Bg x 6 U.H → 6 U.H

01 Chuveiro → 1 Ch x 2 U.H → 2 U.H

9 Uh → DN = 100 mm

- Tubo de queda

Tabela 3.4 (H. Creder):

9 U.H x 12 pavimentos = 108 → DN = 100 mm

- Coluna de ventilação

Tabela 3.8 (H. Creder):

DTQ = 100 mm

E_{3.8} → D = 75 mm

U.H = 108

L = 41,00 m

- Ramal de ventilação

- Lavatório - 1 Lv x 1 U.H → 1 U.H
 - Bacia sanitária - 1 BS x 6 U.H → 6 U.H
 - Chuveiro - 1 Ch x 2 U.H → 2 U.H

9 U.H → DN = 50 mm

- Ventilador primário

DN = 100 mm

5.0 - **Banheiro 05**

- Ramal de descarga

Tabela 3.1 (H. Creder):

- Lavatório → 1 U.H → **DN = 40 mm**
 - Bacia sanitária → 6 U.H → **DN = 100 mm**
 - Chuveiro de residência → 2 U.H → **DN = 40 mm**

- Ramal de esgoto

Tabela 3.5 (H. Creder):

- Lavatório → 1 Lv x 1 U.H → 1 U.H
 01 Bacia sanitária → 1Bs x 6 U.H → 6 U.H

7 U.H = DN = 100 mm

- Ramal de esgoto

- Lavatório → 1 Lv x 1 U.H → 1 U.H
 01 Bacia sanitária → 1 Bs x 6 U.H → 6 U.H
 01 Chuveiro → 1 Ch x 2 U.H → 2 U.H

9 U.H → DN = 100 mm

- Tubo de queda

Tabela 3.4 (H. Creder):

9 U.H x 12 pavimentos = 108 → **DN = 100 mm**

- Coluna de ventilação

Tabela 3.8 (H. Creder):

DTQ = 100 mm

$F_{3.8} \rightarrow D = 75 \text{ mm}$

U.H = 108

L = 41,00 m

- Ramal de ventilação

- Lavatório - 1 Lv x 1 U.H → 1 U.H

- Bacia sanitária - 1 BS x 6 U.H → 6 U.H

- Chuveiro - 1 Ch x 2 U.H → 2 U.H

9 U.H → DN = 50 mm

- Ventilador primário

DN = 100 mm

6.6 - ~~sanitário~~

1.0 - Ramal de descarga

Tabela 3.1 (H. Creder):

- | | | |
|-------------------|---------|---------------|
| - Lavatório | → 1 U.H | → DN = 40 mm |
| - Bacia sanitária | → 6 U.H | → DN = 100 mm |
| - Banheira | → 3 U.H | → DN = 40 mm |

- Ramal de esgoto

Tabela 3.5 (H. Creder):

- Lavatórios → 2 Lv x 1 U.H → 2 U.H → DN = 40 mm

- Ramal de esgoto

- Bacia sanitária → 1 BS x 6 U.H → 6 U.H
 - 1 Chuveiro → 1 Ch x 2 U.H → 2 U.H

8 U.H → DN = 75 mm

Devemos considerar um DN = 100 mm, devido ao fato de ser o diâmetro nominal mínimo para a Bacia Sanitária.

- Ramal de esgoto

- Lavatórios → 2 Lv x 1 U.H → 2 U.H
 - Chuveiro → 1 CH x 2 U.H → 2 U.H
 - Banheira → 1 Ba x 3 U.H → 3 U.H

7 U.H → DN = 75 mm

- Ramal de esgoto
- Bacia sanitária → 1 BS x 6 U.H → 6 U.H
- Chuveiro → 1 Ch x 2 U.H → 2 U.H
- Lavatórios → 2 Lv x 1 U.H → 2 U.H
- Banheira → 1 Ba x 3 U.H → 3 U.H

13 U.H → D = 100 mm

- Tubo de queda

Tabela 3.4 (H. Creder):

13 U.H x 12 pavimentos → 156 U.H → DN = 100 mm

- Coluna de ventilação

DTq = 100 mm

$F_{3,8}$ → D = 75 mm

U.H = 156

L = 41,00 m

- Ramal de ventilação

Tabela 3.7 (H. Creder):

- Bacia sanitária → 1 BS x 6 U.H → 6 U.H
- Chuveiro → 1 Ch x 2 U.H → 2 U.H
- Banheira → 1 Ba x 3 U.H → 3 U.H

13 U.H → D = 50 mm

- Ventilador primário

DN = 100 mm

7.0 - Varandas

- Ramal de descarga

Tabela 3.1 (H. Creder):

- Chuveiro → 1 Ch x 2 U.H → 2 U.H → **DN = 40 mm**

- Tubo de queda

Tabela 3.4 (H. Creder):

2 U.H x 12 pavimentos → **DN = 50 mm**

2.9 - **Dimensionamento dos Subcoletores e Coletor Predial**

No dimensionamento dos subcoletores as normas foram fielmente seguidas, considerando apenas a contribuição da bacia sanitária e, caso esta não existisse, a contribuição total dos aparelhos. Os diâmetros nominais foram retirados da Tabela 3.3 (H. Creder)* e nunca inferiores a 100 mm. O comprimento máximo adotado no projeto foi de 12,0 m, devido a facilidade de execução e também ser o encontrado comercialmente. A medida que a tubulação se ramificava, havia o acúmulo do número de unidades Hunter e, sempre que necessário, aumentava-se o diâmetro nominal do subcoletor.

O diâmetro nominal considerado para o coletor predial foi o mesmo encontrado para o trecho final do subcoletor.

* (ver anexo 2).

2.9.1- Apresentação dos Cálculos

1.0 - Subcoletor entre TQ4 e CI1

Considerando apenas a contribuição da Bacia Sanitária, obtemos pela Tabela 3.3 (H. Creder):

$$12 \text{ BS} \times 6 \text{ U.H} = 72 \text{ U.H}$$

$$F_{3.3} \rightarrow \text{DN} = 100 \text{ mm}$$

$$P/ i = 1,0 \%$$

1.1 - Subcoletor entre Wc térreo e CI1

Tabela 3.3 (H. Creder):

$$6 \text{ U.H} + 6 \text{ U.H} = 12 \text{ U.H}$$

$$F_{3.3} \rightarrow \text{DN} = 100 \text{ mm}$$

$$P/ i = 1,0 \%$$

1.2 - Subcoletor entre TQ6 e CI2

Tabela 3.3 (H. Creder):

$$12 \text{ BS} \times 6 \text{ U.H} = 72 \text{ U.H}$$

$$F_{3.3} \rightarrow \text{DN} = 100 \text{ mm}$$

$$P/ i = 1,0 \%$$

1.3 - Subcoletor entre CI2 e CI3

Tabela 3.3 (H. Creder):

$$12 \text{ U.H} + 72 \text{ U.H} = 84 \text{ U.H}$$

$$F_{3.3} \rightarrow \text{DN} = 100 \text{ mm}$$

$$P/ i = 1,0 \%$$

1.4 - Subcoletor entre TQ9 e CI3

Tabela 3.3 (H. Creder):

2 U.H x 12 pavimentos = 24 U.H

→ DN = 100 mm

P/ i = 1,0 %

1.5 - Subcoletor entre Wc térreo e CI3

Tabela 3.3 (H. Creder):

1 BS x 6 U.H = 6 U.H

F_{3.3} → DN = 100 mm

P/ i = 1,0 %

1.6 - Subcoletor entre CI3 e CI4

Tabela 3.3 (H. Creder):

84 U.H + 24 U.H + 6 U.H = 114 U.H

F_{3.3} → DN = 100 mm

P/ i = 1,0%

1.7 - Subcoletor entre CI4 e CI5

Tabela 3.3 (H. Creder):

84 U.H

F_{3.3} → DN = 100 mm

P/ i = 1,0%

* TQ = Tubo de queda

CI = Caixa de inspeção.

1.8 - Subcoletor entre TQ6 e CI5

Tabela 3.3 (H. Creder):

6 U.H x 12 pavimentos = 72 U.H

 $F_{3.3} \rightarrow DN = 100 \text{ mm}$

P/ i = 1,0%

1.9 - Subcoletor entre TQ5 e CI6

Tabela 3.3 (H. Creder):

114 U.H + 72 U.H = 186 U.H

 $F_{3.3} \rightarrow DN = 100 \text{ mm}$

P/ i = 2,0%

2.0 - Subcoletor entre TQ3 e CG

Tabela 3.3 (H. Creder):

19 U.H x 12 pavimentos = 228 U.H

 $F_{3.3} \rightarrow DN = 100 \text{ mm}$

P/ i = 1,0%

2.1 - Subcoletor entre TQ5 e CI6

Tabela 3.3 (H. Creder):

6 U.H x 12 pavimentos = 72 U.H

 $F_{3.3} \rightarrow DN = 100 \text{ mm}$

P/ i = 1,0%

2.2 - Subcoletor entre CI6 e CI7

Tabela 3.3 (H. Creder):

186 U.H + 72 U.H = 258 U.H

 $F_{3.3} \rightarrow DN = 150 \text{ mm}$

P/ i = 1,0%

2.3 - Subcoletor entre CI7 e CI8

Tabela 3.3 (H. Creder):

258 U.H

$F_{3.3} \rightarrow DN = 150 \text{ mm}$

P/ i = 1,0%

2.4 - Subcoletor entre TQ3 e CI8

Considerando a contribuição da máquina de lavar e utilizando a Tabela 3.3 (H. Creder), temos:

10 U.H x 12 pavimentos = 120 U.H

$F_{3.3} \rightarrow DN = 100 \text{ mm}$

P/i = 1,0%

2.5 - Subcoletor entre TQ4 e CI9

Tabela 3.3 (H. Creder):

120 U.H

$F_{3.3} \rightarrow DN = 100 \text{ mm}$

P/ i = 1,0%

2.6 - Subcoletor entre TQ4 e CI9

Tabela 3.3 (H. Creder):

6 U.H x 12 pavimentos = 72 U.H

$F_{3.3} \rightarrow DN = 100 \text{ mm}$

P/ i = 1,0%

2.7 - Subcoletor entre CI9 e CI10

Tabela 3.3 (H. Creder):

120 U.H + 72 U.H = 192 U.H

$F_{3.3} \rightarrow DN = 150 \text{ mm}$

P/ i = 2,0%

2.8 - Subcoletor entre CI10 e CI11

Tabela 3.3 (H. Creder):

192 U.H

$F_{3.3} \rightarrow DN = 100 \text{ mm}$

P/ i = 2,0%

2.9 - Subcoletor entre TQ2 e CI11

Tabela 3.3 (H. Creder):

6 U.H x 12 pavimentos

$F_{3.3} \rightarrow DN = 100 \text{ mm}$

P/ i = 1,0%

2.10 - Subcoletor entre CI11 e CI12

Tabela 3.3 (H. Creder):

192 U.H + 72 U.H = 264 U.H

$F_{3.3} \rightarrow DN = 150 \text{ mm}$

P/ i = 1,0%

3.0 - Subcoletor entre CI12 e CI14

Tabela 3.3 (H. Creder):

264 U.H

$F_{3.3} \rightarrow DN = 150 \text{ mm}$

$P/ i = 1,0\%$

3.1 - Subcoletor entre TQ1 e CI3

Tabela 3.3 (H. Creder):

60 U.H + 22 pavimentos = 72 U.H

$F_{3.3} \rightarrow DN = 100 \text{ mm}$

$P/ i = 1,0\%$

3.2 - Subcoletor entre CI13 e CI14

Tabela 3.3 (H. Creder):

72 U.H

$F_{3.3} \rightarrow DN = 100 \text{ mm}$

$P/ i = 1,0\%$

3.3 - Subcoletor entre CI14 e CI16

Tabela 3.3 (H. Creder):

264 U.H + 72 U.H = 336 U.H

$F_{3.3} \rightarrow DN = 150 \text{ mm}$

$P/ i = 1,0\%$

3.4 - Subcoletor entre Wc vigia e CI15

Tabela 3.3 (H. Creder):

6 U.H

$F_{3.3} \rightarrow DN = 100 \text{ mm}$

$P/ i = 1,0\%$

3.5 - Subcoletor entre CI16 e a fossa séptica

Tabela 3.3 (H. Creder):

336 U.H + 6 U.H = 342 U.H

$F_{3.3} \rightarrow DN = 150 \text{ mm}$

$P/ i = 1,0\%$

3.0 - **DIMENSIONAMENTO DAS CAIXAS DE INSPEÇÃO**

As caixas de inspeção foram colocadas a menos de 2,0 m dos tubos de queda, e também em locais de fácil acesso, convenientemente instaladas para não causar transtornos aos moradores da edificação. Foram concebidas com a forma prismática de base quadrada de tijolos com tampa de concreto, respeitando-se a profundidade máxima de 1,0 m. Dependendo do número de tubulações que nela chegasse, as caixas de inspeção possuíam dimensões adequadas para um perfeito escoamento dos efluentes, evitando a formação de depósitos.

4.0 - DIMENSIONAMENTO DAS CAIXAS DE GORDURA

O dimensionamento foi baseado com o número de pias de cozinha da edificação e da orientação do engenheiro responsável par que a caixa de gordura fosse coletiva. Com estas informações e consultando o livro (H. Creder) chegamos a conclusão sobre a caixa de gordura que melhor atenderia as necessidades da edificação. A caixa de gordura escolhida foi a dupla (CGD), com as seguintes dimensões mínimas:

- diâmetro interno - 60 cm
- parte submersa do septo - 35 cm
- capacidade de retenção - 120 litros
- diâmetro nominal da tubulação de saída - DN 100.

O material empregado será de alvenaria de tijolos, com tampa de concreto, e sua localização a menos de 2,0 m do tubo de queda.

5.0 - CAIXA DE PASSAGEM

As caixas de passagem foram colocadas em locais convenientes e seguiram as orientações da norma em suas instalações.

6.0 - DIMENSIONAMENTO DA FOSSA SÉPTICA

Seguindo a orientação do engenheiro responsável pelo projeto, tivemos a missão de calcular uma fossa séptica para a

edificação, com câmara única e profundidade máxima de 1,80 m com 1,50 m de lâmina de efluente, devido a grande dificuldade de escavação do terreno. Portanto, de acordo com o manual da ABNT para a construção e instalação de fossas sépticas (TANAKA) chegamos ao dimensionamento de uma fossa de forma prismática retangular, confeccionada em concreto, como se segue:

1) Cálculo do volume útil (litros)

$$V = N(CT + 100 L_f) \rightarrow \text{para 1 ano de limpeza}$$

onde:

- V = volume útil em litros
 N = número de contribuintes
 C = contribuição de despejos em litros/pessoa.dia
 T = período de detenção em horas
 L_f = contribuição de lodos frescos em litros/pessoa.dia.

1.1) Cálculo de N

9 pessoas x 12 Apart. → 108,0 pessoas

1 Zelador → 1,0 pessoa

6 Motoristas → 6,0 pessoas

1 pessoa Guarita → 1,0 pessoa

$$N = 116,0 \text{ pessoas}$$

1.2) Valor de C

Tabela VI.1 (TANAKA)

C = 200 litros/pessoa.dia

1.3) Valor de T

C = 200 x litros/pessoa.dia x 116 pessoas

$$C = 23.200 \text{ litros/dia}$$

Entrando com o valor de C na Tabela VI.2 (TANAKA):

$$T = 0,50 \text{ dias}$$

1.4) Valor de L_f

Tabela VI.1 (TANAKA)*

$$L_f = 1,00 \text{ litros/pessoa.dia}$$

Portanto chegamos ao valor de V:

$$V = 116(200 \times 0,50 + 100 \times 1,00) \rightarrow V = 23.200 \text{ l}$$

Então:

$$V = a \times b \times h$$

$$23200 = a \times b \times h,$$

$$h = 1,50 \text{ m}$$

$$b \leq 2.h$$

$$b \leq 3,00 \text{ m}$$

Com $b = 2,75 \text{ m}$, temos $L = 5,60 \text{ m}$.

Fazendo o teste, temos:

$$\frac{L}{b} = \frac{5,60}{2,75} = 2,05 \quad \rightarrow \quad 2 \leq \frac{L}{b} \leq 4$$

Portanto, as dimensões da fossa séptica são:

$$(2,75 \times 5,60 \times 1,80) \text{ m}$$

* (ver anexo 2)

7.0 - DIMENSIONAMENTO DO FILTRO ANAERÓBIO

O filtro anaeróbio foi dimensionado a pedido do engenheiro responsável, possuindo forma cilíndrica com profundidade

útil de 1,80 m, de concreto armado. Seguindo as orientações da norma para dimensionamento, temos:

1.0) Cálculo do volume útil (V)

$$V = 1,60 \cdot N.C.T$$

onde:

N = número de contribuintes

C = contribuição de despejos, em litros/pessoa.dia

T = período de detenção em dias.

$$V = 1,60 \times 116 \times 200 \times 0,50 \rightarrow V = 18560 \text{ litros}$$

1.1) Seção horizontal (S):

Profundidade útil (h) $\rightarrow h = 1,80 \text{ m}$

$$S = \frac{18,56 \text{ m}}{1,80 \text{ m}} \rightarrow S = 10,31 \text{ m}^2$$

$$d = 3 \times 1,80 = d \leq 5,40 \text{ m}$$

$$S = \pi r^2 = 10,31 \rightarrow r = 1,81 \text{ m}$$

Portanto, $d = 3,65 \text{ m}$

8.0 - DESENHOS

8.1 - Planta Baixa

(Ver anexo 2)

8.2 - Cortes esquemáticos, colunas de ventilação tubos de queda

(Ver anexos 2)

8.3 - Detalhes da forma

(Ver anexo 2).

8.4 - Detalhes da caixa de inspeção

(Ver anexo 2)

8.5 - Detalhe da camada de areia para tubulação primária

(Ver anexo 2)

8.6 - Detalhe do filtro anaeróbio

(Ver anexo 2)

8.7 - Detalhes das valas de infiltração

(Ver anexo 2)

8.8 - Detalhes de Drenagem

(Ver anexo 2)

8.9 - Convenções

(Ver anexo 2).

PARTE IV**INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS**

1.0 - INTRODUÇÃO

As instalações prediais de águas pluviais possuem fundamental importância, pois tem por finalidade escoar as águas de chuva, elemento prejudicial para a durabilidade e a aparência da edificação. Este sistema de escoamento é dimensionado separadamente do sistema de esgotos sanitários, não podendo ser ligado a este, para que os gases primários dos esgotos não entrem no interior da moradia.

O projeto deve obedecer às prescrições da NB-611, visando maiores níveis de funcionabilidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.

2.0 - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO

As áreas de contribuição foram calculadas, seguindo a orientação do engenheiro responsável, planta de cobertura e planta baixa da edificação, de modo a definir vazões de projeto, importantes para o dimensionamento de tubulações, calhas e canais para um perfeito escoamento das águas provenientes de chuvas.

As áreas de contribuição se dividem, basicamente em áreas de coberta e áreas de piso.

2.1 - Cobertura

Analisando a planta de coberta, e sob a orientação do engenheiro responsável, foram definidas três áreas de contribuição,

das quais duas são de cobertura e uma de piso. As áreas encontradas, (ver anexo 3), são as seguintes:

- Área de contribuição total = 356,09 m²
- Área de contribuição n° 01 (piso) = 84,00 m²
- Área de contribuição n° 02 (A. de cobertura) = 147,42 m²
- Área de contribuição n° 03 (A. de cobertura) = 57,57 m²

2.2 - Área de Contribuição da Quadra de Esportes

Com base no projeto de planta baixa de edificação, chegamos ao valor aproximado de sua área de contribuição. Logo, encontramos: (Ver anexo 3):

Área de contribuição total (A. de piso) = 312,0 m²

2.3 - Área de Contribuição da Piscina

Tomando como referência o projeto de planta baixa da edificação, obtivemos o valor aproximado da área de contribuição da piscina. Encontramos, então:

- Área de contribuição total (A. de piso) = 130,00 m²

2.4 - Área de Contribuição da Garagem

Baseados no projeto de planta baixa da edificação*, encontramos duas áreas de contribuição, sendo:

- Área total de contribuição → 452,50 m²
- Área de contribuição (A. de cobertura) → 185,00 m²
- Área de contribuição (A. do piso) → 267,50 m²

3.0 - DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS

3.1 - Dimensionamento das Calhas de Cobertura

As calhas de cobertura da edificação, em número de duas, tiveram localizações pré-estabelecidas pelo projeto arquitetônico de cobertura. Com a orientação do engenheiro para que adotássemos os dados de intensidade pluviométrica da cidade de João Pessoa, com período de retorno de 5 anos, retiramos o seguinte valor da Tabela 3.11 (H. Creder)*:

$$i = 140 \text{ mm/h}$$

período de retorno = 5 anos

Portanto, considerando a área de contribuição nº 02 ($A = 147,42 \text{ m}^2$), encontramos a vazão de projeto necessária para o dimensionamento da primeira calha.

Calha nº 01:

Dados:

- Período de retorno = 5 anos;
- Intensidade pluviométrica (i) = 140 mm/h;
- Calha retangular de concreto liso, com lâmina d'água a meia altura e inclinação de 0,5%;
- Área de contribuição: $A = 147,42 \text{ m}^2$
- Vazão de projeto:

$$Q = \frac{i \times A}{60}$$

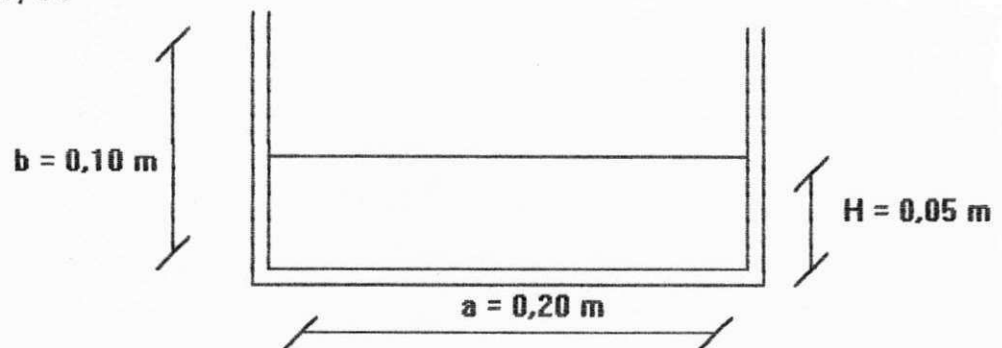
Portanto:

$$Q = \frac{140 \times 147,42}{60} = 343,98 \text{ l/min}$$

Utilizando a Tabela 3.16 (H. Creder)*, temos as seguintes dimensões para a calha:

$$Q = 343,98 \text{ litros/mm}$$

$$i = 0,5\%$$



Para o dimensionamento da segunda calha, utilizaremos a área de contribuição nº 03 ($A = 57,54 \text{ m}^2$), encontrando a vazão de projeto necessária para o dimensionamento desta.

Calha 02:

Dados:

- Período de retorno = 5 anos
- Intensidade pluviométrica: $i = 140 \text{ mm/h}$
- Calha retangular de concreto liso, com lâmina d'água a meia altura e inclinação de 0,5%

- Área de contribuição: $A = 57,54 \text{ m}^2$

- Vazão de projeto:

$$Q = \frac{i \times A}{60}$$

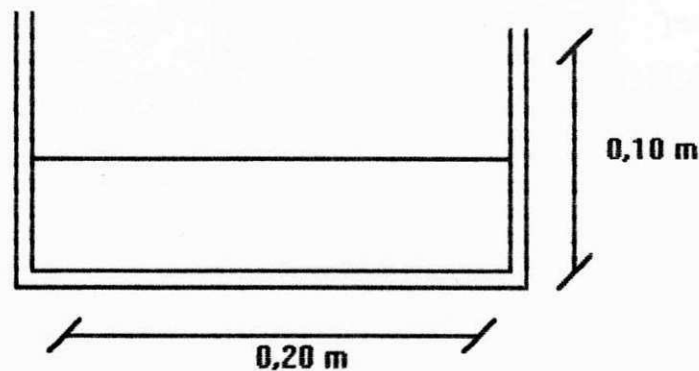
Portanto:

$$Q = \frac{140 \times 57,57}{60} = 134,33 \text{ l/min}$$

Utilizando a Tabela 3.16 (H. Creder)*, temos as seguintes dimensões para calha:

$$Q = 134,33 \text{ litros/mm}$$

$$i = 0,5\%$$



3.2 - Dimensionamento da Calha da Garagem

A solução encontrada para a calha utilizada na garagem, foi adotar calhas do tipo Aquapluv-Beiral, seguindo as recomendações contidas no livro (H. Creder) no tocante ao dimensionamento adequado das dimensões necessárias ao perfeito escoamento das águas de chuvas.

Dados:

- Período de retorno = 5 anos
- Intensidade pluviométrica: $i = 140 \text{ mm/h}$;
- Calha tipo Aquapluv-Beiral de PVC rígido;
- Área de contribuição: $A = 185,00 \text{ m}^2$

- Vazão de projeto:

$$Q = \frac{i \times A}{60}$$

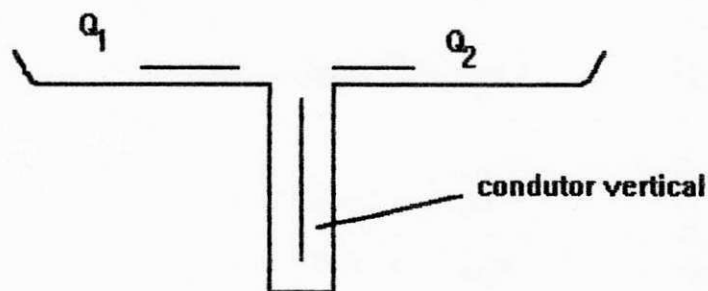
$$Q = \frac{140 \times 185,0}{60} = 431,67 \text{ l/min}$$

Utilizando a Tabela 3.14*, para a capacidade de calhas semicirculares com lâmina d'água igual a 1/2 do diâmetro interno, juntamente com o ábaco 3.35 (H. Creder)*, encontramos as dimensões apropriadas das calhas:

- Seção semicircular: DN = 100 mm

- Condutores verticais: DN = 75 mm, instalados a cada 190 m², da área de contribuição de cobertura.

* (ver anexo 3).



4.0 - DIMENSIONAMENTO DE CANAIS

Os canais são dimensionados seguindo os mesmos procedimentos utilizados para o dimensionamento das calhas. Foram concebidos com forma retangular de concreto liso, lâmina d'água a meia altura e locados de modo a atender da melhor maneira possível a edificação no tocante ao escoamento das águas pluviais. Contudo o que diferencia basicamente o processo de dimensionamento de calhas

e canais é o fato de que, nos canais, a área de contribuição considerada para se determinar a vazão de projeto é a área de piso.

4.1 - Dimensionamento dos canais da quadra de esportes

O dimensionamento levou em conta os seguintes dados:

- Área de contribuição total (A. de piso): $A = 312,00 \text{ m}^2$
- Intensidade Pluviométrica: $i = 140 \text{ mm/h}$
- Período de retorno: $T = 5 \text{ anos}$
- Vazão de projeto:

$$Q = \frac{i \times A}{60}$$

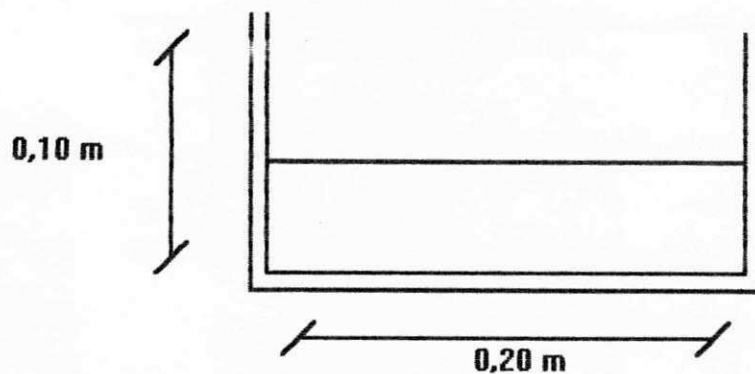
$$Q = \frac{140 \times 312,0}{60} = 346 \text{ l/min}$$

Como deveriam existir, de acordo com o engenheiro responsável, dois canais, utilizamos a Tabela 3.16 (H. Creder)*, com inclinação de 1,0% e metade da vazão de projeto. Logo, encontramos os canais com as seguintes dimensões:

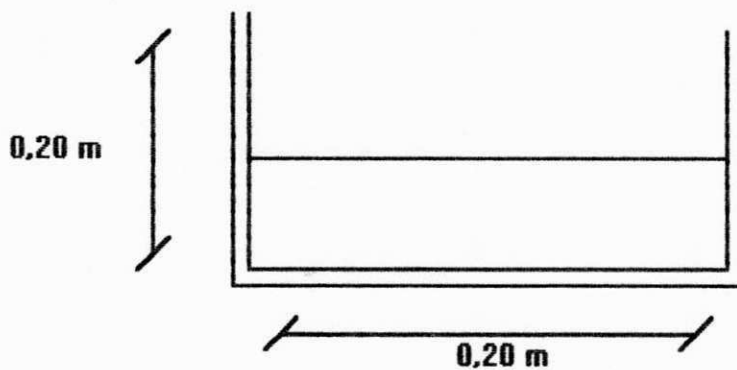
$$Q = \frac{346 \text{ litros/min}}{2} = 173 \text{ litros/min}$$

$$i = 1\%$$

Tabela 3.16



Observação: Devido a colocação de uma camada de brita de 10 cm, aumentamos a dimensão do canal de 10 m para 0,20 m, chegando a dimensão final do canal.



* (ver anexo 3).

4.2 - Dimensionamento do Canal da Piscina

O dimensionamento levou em consideração os seguintes dados:

- Área de contribuição total (A. de piso) = 130,0 m²
- Intensidade Pluviométrica: $i = 140$ mm/h
- Período de retorno: $T = 5$ anos
- Vazão de projeto:

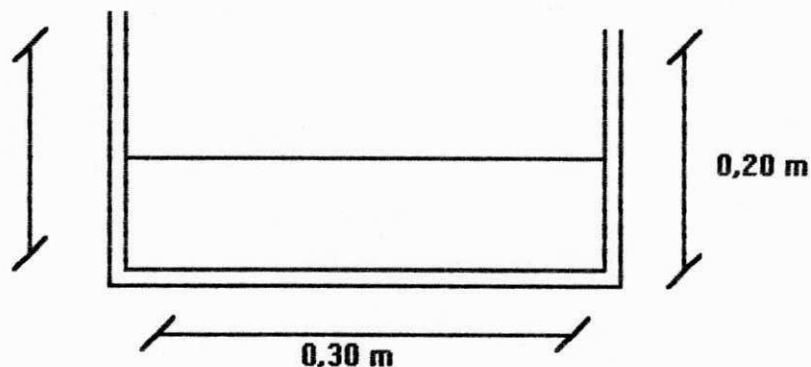
$$Q = \frac{i \times A}{60}$$

$$- Q = \frac{140 \times 130}{60} = 303,33 \text{ l/min}$$

Utilizando a Tabela 3.16 (H. Creder)*, e visando a facilidade na execução, consideramos o canal com as seguintes dimensões:

$$Q = 303,33 \text{ litros/min}$$

$$i = 1,0\%$$



4.3 - Dimensionamento do Canal da Garagem

Durante o dimensionamento, foram levados em consideração os seguintes dados:

- Área de contribuição (A. de piso): $A = 267,50 \text{ m}^2$
- Intensidade Pluviométrica: $i = 140 \text{ mm/h}$
- Período de retorno: $T = 5 \text{ anos}$
- Vazão de projeto:

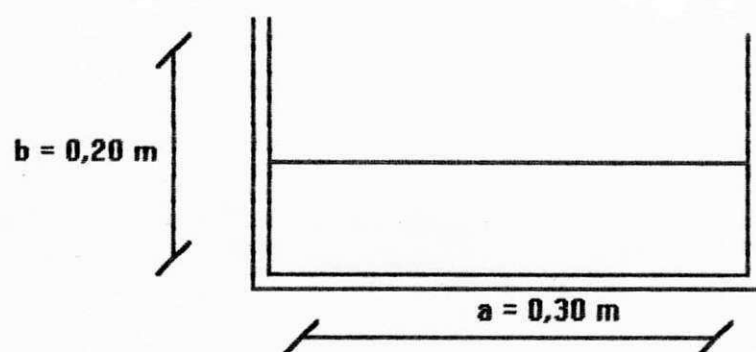
$$Q = \frac{i \times A}{60}$$

$$Q = \frac{140 \times 267,50}{60} = 624,17 \text{ l/mj}$$

Utilizando a Tabela 3.16 (H. Creder)*, e visando a facilidade na execução, consideramos o canal com as seguintes dimensões:

$$Q = 624,17 \text{ litros/min}$$

$$i = 1,0\%$$



***(ver anexo 3)**

4.4 - Dimensionamento do Canal em volta da edificação (térreo)

No processo de dimensionamento, levamos em consideração os seguintes dados:

- Área de contribuição do piso (A. de piso) = $80,0 \text{ m}^2$
- Intensidade Pluviométrica: $i = 140 \text{ mm/h}$
- Período de retorno: $T = 5 \text{ anos}$
- Vazão de projeto:

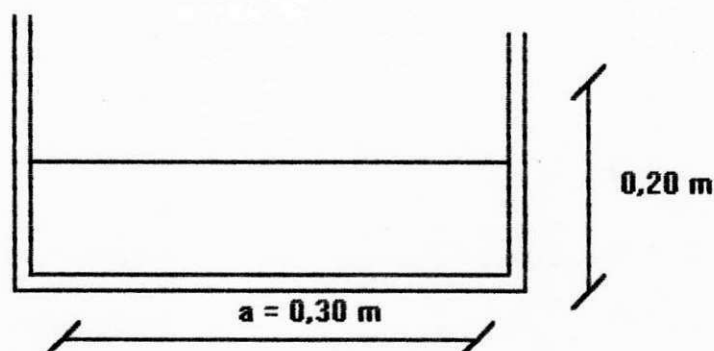
$$Q = \frac{i \times A}{60}$$

$$- Q = \frac{140 \times 80,0}{60} = 186,67 \text{ l/m}^2$$

Utilizando a Tabela 3.16 (H. Creder)*, chegamos as seguintes dimensões:

$$Q = 186,67 \text{ m}^2$$

$$i = 1,0\%$$



Observação: Ocorreu a necessidade de dimensionarmos um canal de junção, entre o canal da garagem e o canal em volta da edificação. Portanto, temos os seguintes dados:

Canal de junção

- Vazão de projeto:

$$Q = 2094,17 + 373,34$$

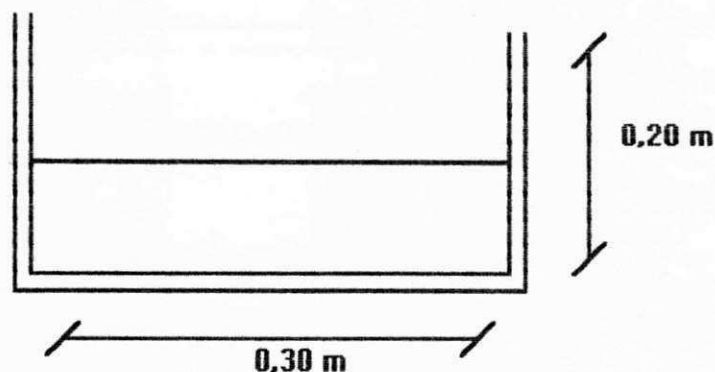
$$Q = 2467,51 \text{ litros/min}$$

Utilizando a Tabela 3.16 (H. Creder)*, encontramos as seguintes dimensões para o canal:

$$Q = 2467,51 \text{ litros/min}$$

$$i = 1,0\%$$

Tabela 3.16



*(ver anexo 3).

5.0 - Dimensionamento dos Encanamentos

5.1 - Dimensionamento dos condutores verticais para águas pluviais.

O dimensionamento dos condutos verticais foram feitos, a partir dos seguintes dados:

Q = vazão de projeto (litros/min);

H = altura da lâmina d'água da calha (mm);

L = comprimento do condutor vertical (m).

Com estes dados, e o ábaco 3.35*(a), retirado da Norma NB-611, encontramos o diâmetro nominal dos respectivos condutos verticais:

Condutos verticais n°s 01 e 02:

Devido a não existência da calha, usamos uma tubulação com diâmetro nominal suficiente para evitar uma lâmina d'água excessivamente grande. Portanto, utilizando a vazão de projeto da área de contribuição n° 01 (A. de piso), temos os seguintes dados:

Q = 196 litros/min

L = 40,0 m

De acordo com a orientação do engenheiro responsável, os condutos verticais deveriam possuir os seguintes diâmetros nominais:

- Conduto vertical nº 01 - DN = 100 mm
- Conduto vertical nº 02 - DN = 100 mm

Condutores verticais nºs 03 e 04:

Considerando a área de contribuição n 02 (A. de cobertura), juntamente com os demais dados, encontramos os diâmetros nominais dos condutos verticais. Logo, achamos:

- $Q = 343,98$ litros/min
- $H = 50$ mm Ábaco - 3.3.5(a)
- $L = 40,0$ m
- Conduto vertical nº 03 - DN = 50 mm
- Conduto vertical nº 04 - DN = 50 mm.

Entretanto, o engenheiro responsável sugeriu a adoção de diâmetros nominais de 100 mm, para evitar problemas de entupimento devido a presença de ratos, pássaros, ninhos. Então os novos diâmetros são:

- Conduto vertical nº 03 - DN = 100 mm
- Conduto vertical nº 04 - DN = 100 mm.

Condutos verticais nºs 05 e 06

Considerando a área de contribuição nº 03 (A. de cobertura), juntamente com outras variáveis, encontramos os diâmetros nominais dos condutos verticais. Logo, achamos:

- $Q = 134,33$ litros/min;
- $H = 50$ mm Ábaco 3.35(a)

- L = 40 m
- Conduto vertical n° 05 - DN = 50 mm
- Conduto vertical n° 06 - DN = 50 mm.

Entretanto, pelos mesmos motivos anteriormente mostrados, consideramos os seguintes diâmetros para fins práticos:

*(ver anexo 3).

- Conduto vertical n° 05 - DN = 100 mm
- Conduto vertical n° 06 - DN = 100 mm.

6.0 - Dimensionamento dos coletores e subcoletores para Águas Pluviais

O dimensionamento do coletor e subcoletores para AP, teve como base a utilização da Tabela 3.15 (H. Creder)*, para sabermos a capacidade dos condutores horizontais de seção circular em função da rugosidade da tubulação e de sua inclinação. Como o material empregado foi o P.V.C, de rugosidade (n) igual a 0,011 obtemos, em função das inclinações, os seguintes diâmetros nominais:

1. Subcoletor entre AP-03 e CIP1

$$Q = \frac{343,98}{2} = 171,99 \text{ l/min}$$

$$I = 2,0\%$$

Tabela 3.15 → DN = 75 mm

Considerando DN = 100 mm, devido a ser o menor diâmetro nominal empregado no projeto.

2. Subcoletor entre AP-04 e CIP1

$$Q = 171,99 \text{ l/min}$$

$I = 2,0\%$ Tabela 3.15 - DN = 100 mm

3. Subcoletor entre CIP1 e CIP2

$$Q = 343,98 \text{ l/min}$$

$I = 2,0\%$ Tabela 3.15 - DN = 100 mm

4. Subcoletor entre AP-02 e CIP2

$$Q = \frac{196}{2} = 98,00 \text{ l/min}$$

$I = 2,0\%$ Tabela 3.15 - DN = 100 mm

5. Subcoletor entre CIP2 e CIP3

$$Q = 441,98 \text{ l/min}$$

$I = 4\%$ Tabela 3.15 - DN = 100 mm

6. Subcoletor entre AP-01 e CIP3

$$Q = \frac{196}{2} = 98,00 \text{ l/min}$$

$I = 2,0\%$ Tabela 3.15 - DN = 100 mm

7. Subcoletor entre CIP3 e CIP4

$$Q = 539,98 \text{ l/min}$$

$I = 4\%$ Tabela 3.15 - DN = 100 mm

8. Subcoletor entre CIP4 e CIP5

$$Q = 539,98 \text{ l/min}$$

I = 4% Tabela 3.15 - DN = 100 mm

9. Subcoletor entre CIP5 e CIP9

Q = 539,98 litros/min

I = 4% Tabela 3.15 - DN = 100 mm

10. Subcoletor entre AP-06 e CIP6

Q = 177,33 l/min

I = 2,0% Tabela 3.15 - DN = 100 mm

11. Subcoletor entre CIP6 e CIP7

Q = 177,33 litros/min

I = 2,0% Tabela 3.15 - DN = 100 mm

12. Subcoletor entre AP-05 e CIP7

Q = 172 litros/min

I = 2,0% Tabela 3.15 → DN = 100 mm

13. Subcoletor entre CIP7 e CIP8

Q = 349,33 l/min

I = 2,0% Tabela 3.15 - DN = 100 mm

14. Subcoletor entre CIP8 e CIP9

Q = 349,33 litros/min

I = 2,0% Tabela 3.15 - DN = 100 mm

15. Subcoletor predial entre CIP9 a galeria de águas pluviais

$$Q = 889,31 \text{ l/min}$$

$$I = 2,0\%$$

Tabela 3.15 - DN = 150 m

6.0 - DIMENSIONAMENTO DAS CAIXAS DE INSPEÇÃO PARA ÁGUAS PLUVIAIS

Seguiram-se os mesmos procedimentos utilizados para o dimensionamento das caixas de inspeção para instalações sanitárias. As caixas foram estabelecidas em forma prismática de base quadrada de tijolos com tampa de concreto, com dimensões que variavam de acordo com as vazões das tubulações que nelas poderiam chegar, proporcionando um perfeito escoamento das águas de chuvas.

7.0 - RALOS

Os ralos simples e sinfonados foram utilizados em instalações prediais de esgotos sanitários nos banheiros e varandas, para receber as águas provenientes da lavagem de pisos e chuveiros, não sendo instalados em instalações prediais de águas pluviais.

9.0 - GRELHAS HEMISFÉRICAS

São grelhas utilizadas nas extremidades superiores dos condutos verticais para receber as águas provenientes das chuvas e evitar o entupimento destes por animais, como ratos, pássaros, e também ninhos. Ao todo, foram utilizadas seis grelhas hemisféricas, em todos os condutos verticais de águas pluviais existentes.

CONCLUSÃO

O estágio nos dá uma ampla visão do tipo de trabalho, no qual nos deteremos futuramente, funcionando como uma etapa de ambientação para a vida profissional. É uma excelente oportunidade de se verificar na prática o que, teoricamente, aprendemos nas salas de aula.

BIBLIOGRAFIA

CREDER, Hélio. 1926. Instalações Hidráulicas e Sanitárias - Hélio Creder, 5ª edição, Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora, 1991.

TANAKA, Takudy. Instalações Prediais, Hidráulicas e Sanitárias - Takudy Tanaka. 1ª edição, Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora, 1986.

A N E X O I

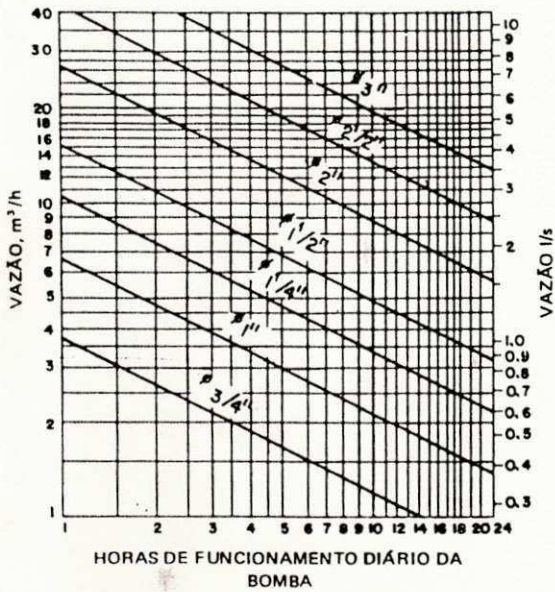
TABELAS UTILIZADAS

TABELA 1.2

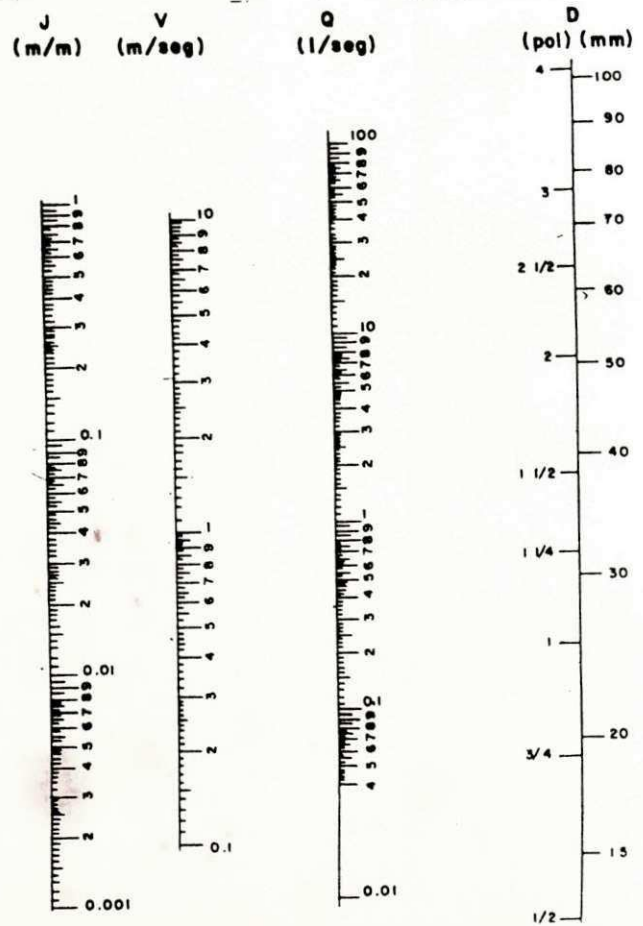
Prédio	Consumo (litros)
Alojamentos provisórios	80 per capita
Casas populares ou rurais	120 per capita
Residências	150 per capita
Apartamentos	200 per capita
Hotéis (s/cozinha e s/lavanderia)	120 por hóspede
Hospitais	250 por leito
Escolas – internatos	150 per capita
Escolas – externatos	50 per capita
Quartéis	150 per capita
Edifícios públicos ou comerciais	50 per capita
Escritórios	50 per capita
Cinemas e teatros	2 por lugar
Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Mercados	5 por m ² de área
Matadouros – animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros – animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Fábricas em geral (uso pessoal)	70 por operário
Postos de serviço p/automóvel	150 por veículo
Cavalariças	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m ²

TABELA 1.3

Peça de Utilização	Vazão (l/s)	Peso
Bacia sanitária com caixa de descarga	0,15	0,30
Bacia sanitária com válvula de descarga	1,90	40,0
Banheira	0,30	1,0
Bebedouro	0,05	0,1
Bidê	0,10	0,1
Chuveiro	0,20	0,5
Lavatório	0,20	0,5
Máquina de lavar prato ou roupa	0,30	1,0
Mictório auto-aspirante	0,50	2,8
Mictório de descarga contínua, por metro ou por aparelho	0,075	0,2
Mictório de descarga descontínua	0,15	0,3
Pia de despejo	0,30	1,0
Pia de cozinha	0,25	0,7
Tanque de lavar roupa	0,30	1,0

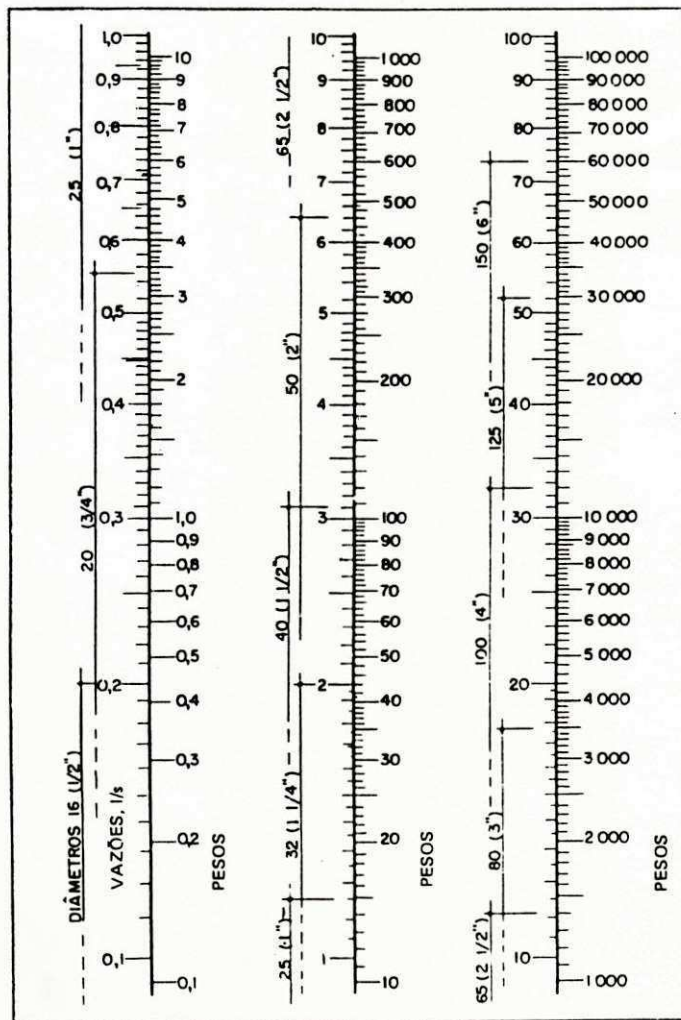


g. 1.16. Ábaco para a determinação do diâmetro econômico (Forchheimer).



FÓRMULA DE FAIR-WHIPPLE - HSIAO ($Q = 55,934 \cdot J^{0,571} \cdot D^{2,714}$)

Fig. 1.9. Ábaco para encanamentos de cobre e P.V.C. (Ref: NB-92/80)



VAZÕES E DIÂMETROS EM FUNÇÃO DOS PESOS

Fig. 1.5(a) Instalações de água fria. Ábaco para cálculo das tubulações.

TABELA 1.6

Pressões Estáticas e Dinâmicas Máximas e Mínimas nos Pontos de Utilização, em Metros de Coluna de Água

Aparelho	Pressão Máxima		Pressão Mínima	
	Estática	Dinâmica	Estática	Dinâmica
Aquecedor elétrico de alta pressão	40,0	40,0	1,0	0,5
Aquecedor elétrico de baixa pressão	5,0	4,0	1,0	0,5
Aquecedor a gás (baixa pressão) (*)	—	5,0	—	1,0
Aquecedor a gás (alta pressão) (*)	—	40,0	—	1,0
Bebedouro	—	40,0	—	2,0
Chuveiro de 1/2" (15 mm)	—	40,0	—	2,0
Chuveiro de 3/4" (20 mm)	—	40,0	—	1,0
Torneira	—	40,0	—	0,5
Torneira-bóia de caixa de descarga de 1/2" (15 mm)	—	40,0	—	1,5
Torneira-bóia de caixa de descarga de 3/4" (20 mm)	—	40,0	—	0,5
Torneira-bóia para reservatório	—	40,0	—	0,5
Válvula de descarga de 1 1/2" (38 mm) (*)	—	6,0	2,0	1,2
Válvula de descarga de 1 1/4" (32 mm) (*)	—	15,0	—	3,0
Válvula de descarga de 1" (25 mm) (*)	—	40,0	—	10,0

REF.: TABELA 3 DA NB-92/80

TABELA 1.7

Diâmetro (mm e pol.)	Velocidade Máxima (m/s)	Vazão Máxima (l/s)
13 (1/2)	1,60	0,20
19 (3/4)	1,95	0,6
25 (1)	2,25	1,2
32 (1 1/4)	2,50	2,5
38 (1 1/2)	2,50	4,0
50 (2)	2,50	5,7
63 (2 1/2)	2,50	8,9
75 (3)	2,50	12
100 (4)	2,50	18
125 (5)	2,50	31
150 (6)	2,50	40

TABELA 1.8

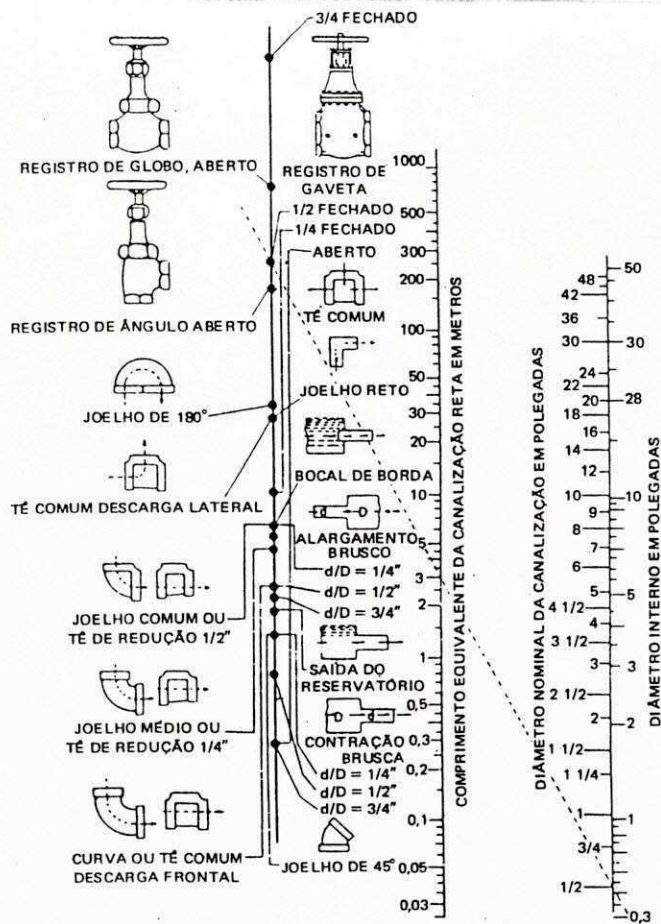
Diâmetros dos Sub-Ramais (Mínimos)

Peças de Utilização	Diâmetro (mm e pol.)
Aquecedor de baixa pressão	20 (3/4)
Aquecedor de alta pressão	15 (1/2)
Bacia sanitária com caixa de descarga	15 (1/2)
Bacia sanitária com válvula de descarga	32 (1 1/4)
Banheira	15 (1/2)
Bebedouro	15 (1/2)
Bidé	15 (1/2)
Chuveiro	15 (1/2)
Filtro de pressão	15 (1/2)
Lavatório	15 (1/2)
Máquina de lavar pratos ou roupa	20 (3/4)
Mictório auto-aspirante	25 (1)
Mictório de descarga descontínua	15 (1/2)
Pia de despejo	20 (3/4)
Pia de cozinha	15 (1/2)
Tanque de lavar roupa	20 (3/4)

TABELA 1.9

Seções Equivalentes

Diâmetro dos canos (pol.)	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
Nº de canos de 1/2 com a mesma capacidade	1	2,9	6,2	10,9	17,4	37,8	65,5	110,5	189



Exemplo. A linha pontilhada determina que a resistência oposta à passagem de água por um registro de gaveta 1/2 fechado de 1/2" é equivalente a 3,00 m de canalização reta do mesmo diâmetro.

Nota. Para alargamento de contrações bruscas, usar sempre o diâmetro menor d na escala dos diâmetros.

Fig. 1.13(c). Comprimentos virtuais de registros e conexões.

DIÂMETRO NOMINAL		JOELHO 90°	JOELHO 45°	CURVA 90°	CURVA 45°	TÊ 90° PASSAG. DIRETA	TÊ 90° SAÍDA DE LADO	TÊ 90° SAÍDA BILAT.	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDA	SAÍDA DE CANALIZ.	VÁLVULA DE PÉ CRIVO	VÁLV. RETENÇÃO TIPO LEVE	VÁLV. RETENÇÃO TIPO PESADO	REGIS. GLOBO ABERTO	REGIS. GAVETA ABERTO	REGIS. ÂNGULO ABERTO
D.N.	(Ref.)																
15	(1/2)	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,8	11,1	0,1	3,9
20	(3/4)	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
25	(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
32	(1.1/4)	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,5	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,3
40	(1.1/2)	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	35,6	0,7	17,0
50	(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
60	(2 1/2)	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
75	(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
100	(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
125	(5)	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	10,0	2,5	5,0	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	26,2
150	(6)	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

Fig. 1.13(d). Perdas de cargas localizadas – sua equivalência em metros de tubulação de PVC rígido ou cobre.

TABELA 3.1

Unidade Hunter de Contribuição dos Aparelhos Sanitários
e Diâmetro Nominal dos Ramais de Descarga

<i>Aparelho</i>	<i>Número de Unidades Hunter de Contribuição</i>	<i>Diâmetro Nominal do Ramal de Descarga – DN</i>
Banheira de residência	3	40
Banheira de uso geral	4	40
Banheira hidroterápica – fluxo contínuo	6	75
Banheira de emergência (hospital)	4	40
Banheira infantil (hospital)	2	40
Bacia de assento (hidroterápica)	2	40
Bebedouro	0,5	30
Bidê	2	30
Chuveiro de residência	2	40
Chuveiro coletivo	4	40
Chuveiro hidroterápico	4	75
Chuveiro hidroterápico tipo tubular	4	75
Ducha escocesa	6	75
Ducha perineal	2	30
Lavador de comadre	6	100
Lavatório de residência	1	30
Lavatório geral	2	40
Lavatório quarto de enfermeira	1	30
Lavabo cirúrgico	3	40
Lava pernas (hidroterápico)	3	50
Lava braços (hidroterápico)	3	50
Lava pés (hidroterápico)	2	50
Mictório – válvula de descarga	6	75
Mictório – caixa de descarga	5	50
Mictório – descarga automática	2	40
Mictório de calha por metro	2	50
Mesa de autópsia	2	40
Pia de residência	3	40
Pia de serviço (despejo)	5	75
Pia de laboratório	2	40
Pia de lavagem de instrumentos (hospital)	2	40
Pia de cozinha industrial – preparação	3	40
Pia de cozinha industrial – lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupa	3	40
Máquinas de lavar pratos	4	75
Máquina de lavar roupa até 30 kg	10	75
Máquina de lavar roupa de 30 kg até 60 kg	12	100
Máquina de lavar roupa acima de 60 kg	14	150
Vaso sanitário	6	100

Nota. O diâmetro nominal indicado nesta Tabela e relacionado com o número de unidades Hunter de contribuição é considerado como mínimo.

Ref: Tab. 1 da NB-19/1983.

TABELA 3.2

Capacidade Hunter de Contribuição para Aparelhos Não Relacionados na Tabela 3.1

<i>Diâmetro Nominal do Ramal de Descarga - DN</i>	<i>Número de Unidades Hunter de Contribuição</i>
30 ou menor	1
40	2
50	3
75	5
100	6

Ref: Tab. 2 da NB-19/1983

TABELA 3.3

Dimensionamento de Coletores Prediais e Subcoletores

<i>Diâmetro Nominal do Tubo-DN</i>	<i>Número Máximo de Unidades Hunter de Contribuição</i>			
	<i>Declividades Mínimas (%)</i>			
	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

Ref: Tab. 3 da NB-19/1983

TABELA 3.4

Dimensionamento de Tubos de Queda

<i>Diâmetro Nominal do Tubo-DN</i>	<i>Número Máximo de Unidades Hunter de Contribuição</i>		
	<i>Prédio de até 3 pavimentos</i>	<i>Prédio com mais de 3 pavimentos</i>	
		<i>em 1 pavimento</i>	<i>em todo o tubo</i>
30	2	1	2
40	4	2	8
50	10	6	24
75	30	16	70
100	240	90	500
150	960	350	1.900
200	2.200	600	3.600
250	3.800	1.000	5.600
300	6.000	1.500	8.400

Nota: Deve ser usado o diâmetro nominal mínimo DN 100 para as tubulações que recebam despejos de vasos sanitários.

Ref: Tab. 4 da NB-19/1983

TABELA 3.5

Dimensionamento de Ramais de Esgoto

<i>Diâmetro Nominal do Tubo - DN</i>	<i>Número Máximo de Unidades Hunter de Contribuição</i>
30	1
40	3
50	6
75	20
100	160
150	620

Ref: Tab. 5 da NB-19/1983

TABELA 3.6

Distância Máxima de Um Desconector ao Tubo Ventilador

<i>Diâmetro Nominal do Ramal de Descarga - DN</i>	<i>Distância Máxima (m)</i>
30	0,70
40	1,00
50	1,20
75	1,80
100	2,40

Ref: Tab. 7 da NB-19/1983

TABELA 3.7

Dimensionamento de Ramais de Ventilação

<i>Grupo de Aparelhos Sem Vasos Sanitários</i>		<i>Grupo de Aparelhos Com Vasos Sanitários</i>	
<i>Número de Unidades Hunter de Contribuição</i>	<i>Diâmetro Nominal do Ramal de Ventilação - DN</i>	<i>Número de Unidades Hunter de Contribuição</i>	<i>Diâmetro Nominal do Ramal de Ventilação - DN</i>
até 2	30	até 17	50
3 a 12	40	18 a 60	75
13 a 18	50	-	-
19 a 36	75	-	-

Ref: Tab. 8 da NB-19/1983

TABELA 3.8

Dimensionamento de Colunas e Barriletes de Ventilação

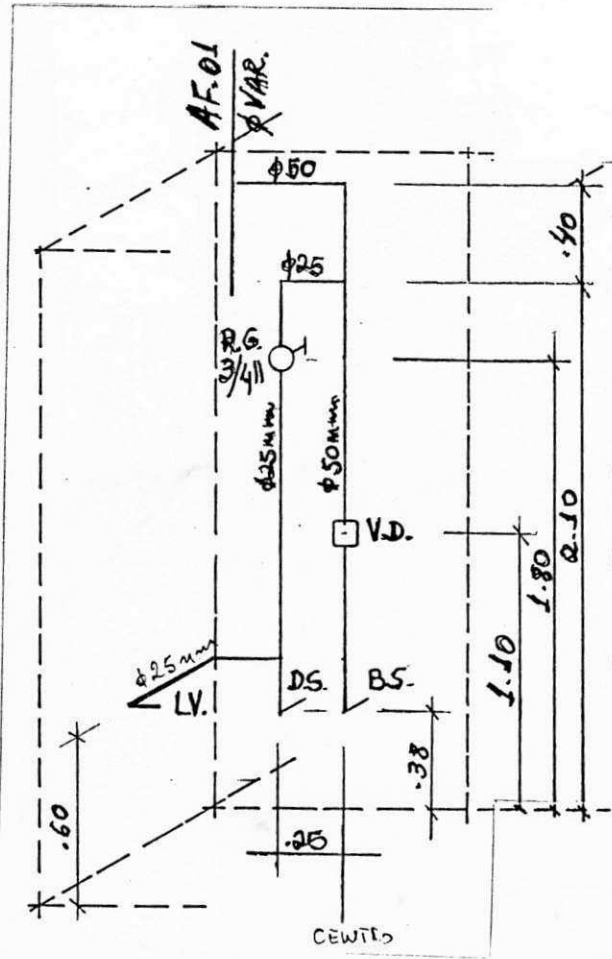
Diâmetro Nominal do Tubo de Queda ou Ramal de Esgoto - DN	Número de Unidades Hunter de Contribuição	Diâmetro Nominal Mínimo de Tubo de Ventilação									
		30	40	50	60	75	100	150	200	250	300
		Comprimento Máximo Permitido (m)									
30	2	9									
40	8	15	46								
40	10	9	30								
50	12	9	23	61							
50	20	8	15	46							
75	10	-	13	46	110	317					
75	21	-	10	33	82	247					
75	53	-	8	29	70	207					
75	102	-	8	26	64	189					
100	43	-	-	11	26	76	299				
100	140	-	-	8	20	61	229				
100	320	-	-	7	17	52	195				
100	530	-	-	6	15	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

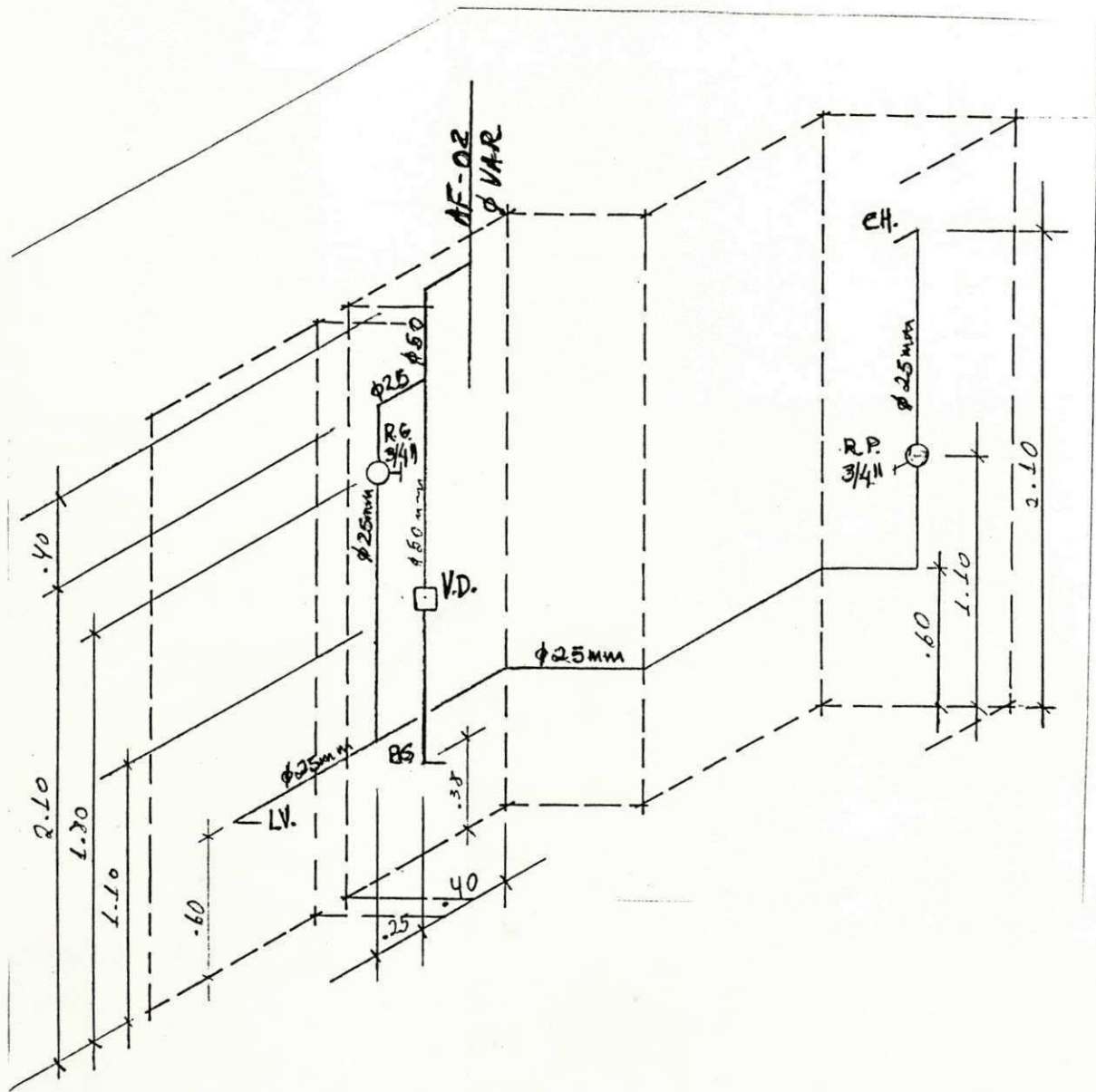
Ref: Tab. 6 da NB-19/1983

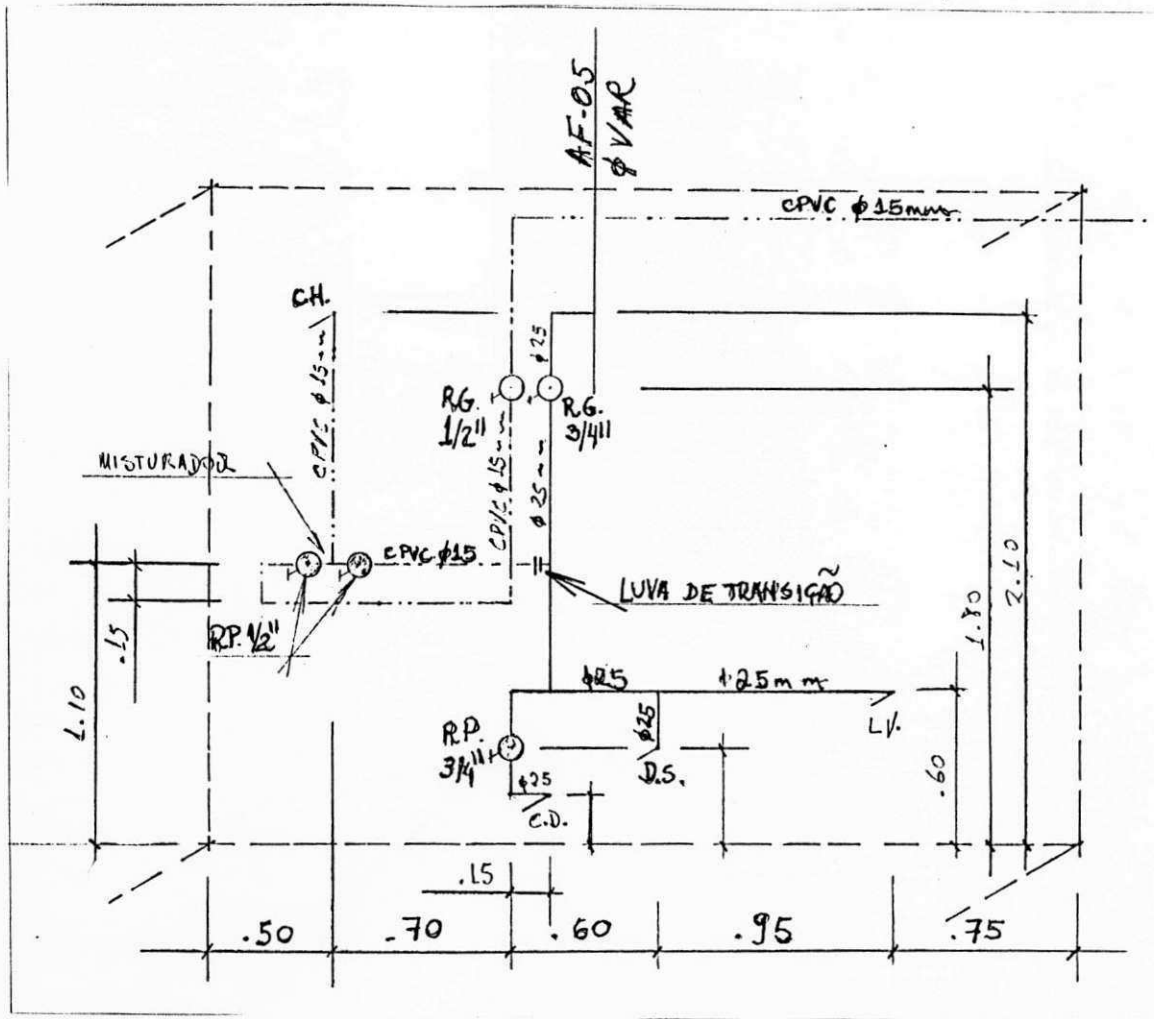
1.3 - DETALHE DE ENTRADA

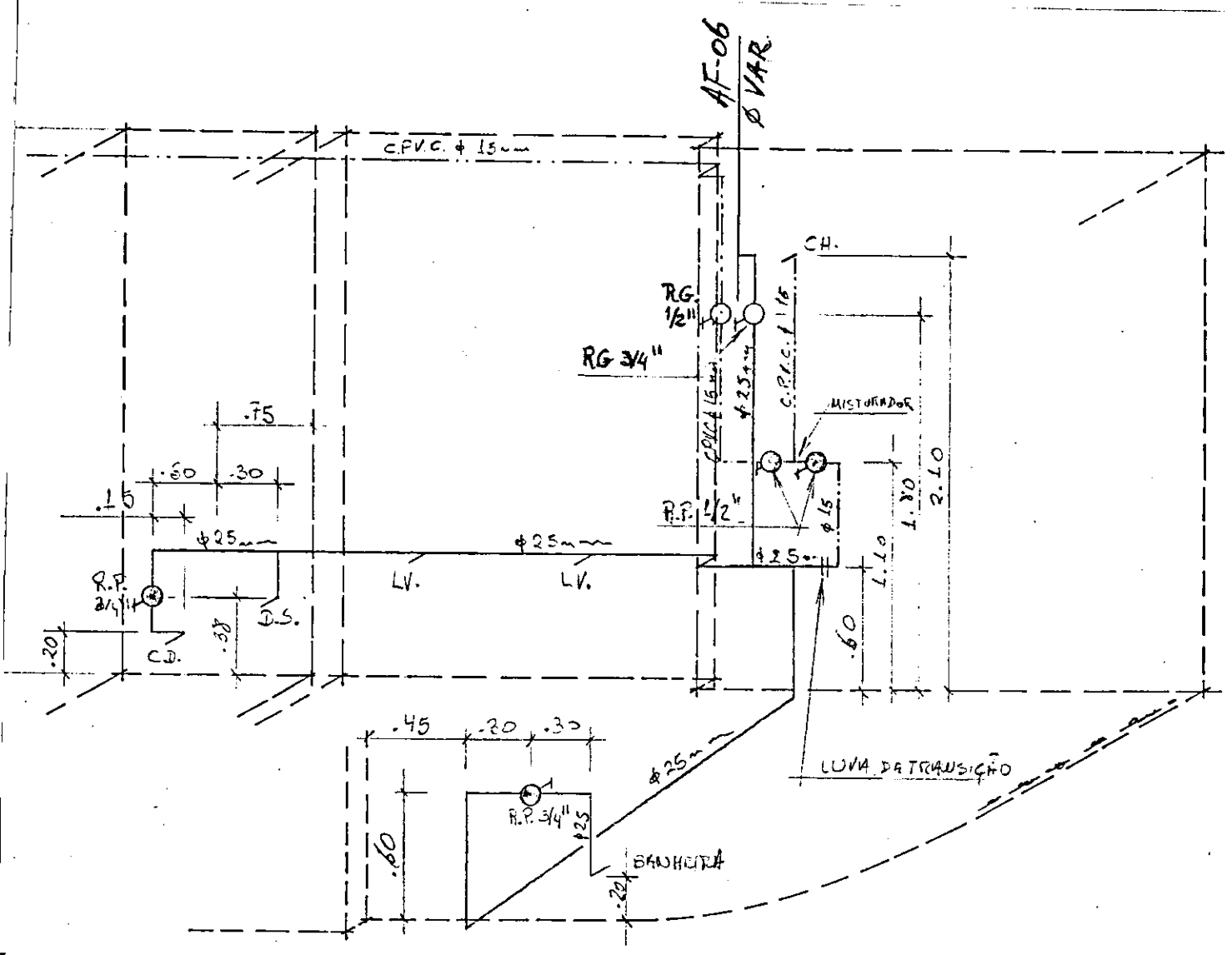
1.4 - DETALHE DO BARRILETE

1.5 - ISOMÉTRICOS









1.6 - DETALHE DO BOMBEAMENTO

1.7 - CONVENÇÕES