

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA

Prof. Adolar Ricardo Bohn - M. Sc.

APRESENTAÇÃO

A presente apostila faz parte de um conjunto de seis apostilas, elaboradas para servir de material de apoio nas aulas da disciplina de instalações prediais, no curso de Especialização em Construção Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

A apostila aborda uma sequência de 5 tópicos, sem pretender esgotá-los, evidentemente:

- 1 – Quais os objetivos da elaboração do projeto de instalação de água fria.
- 2 – Apresentação das partes constituintes de uma instalação e a terminologia técnica.
- 3 – Quais as etapas da elaboração de um projeto.
- 4 – Como atingir os objetivos do projeto.
- 5 – Como comunicar o projeto.

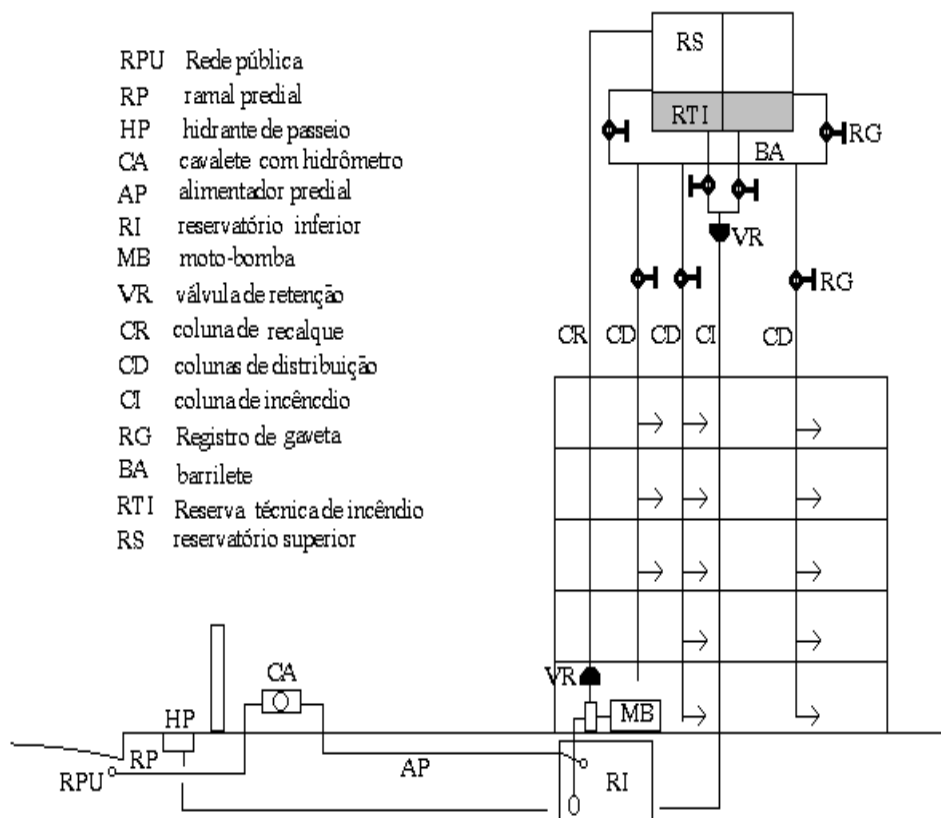
QUAIS SÃO OS OBJETIVOS QUE SE PRETENDE ATINGIR COM A ELABORAÇÃO DO PROJETO DE INSTALAÇÃO DE ÁGUA FRIA?

Ao elaborar um projeto de água fria, tem-se por **OBJETIVO GERAL** suprir os ocupantes de uma edificação com água fria necessária para suas atividades higiênicas, fisiológicas e domésticas diárias.

Como **OBJETIVOS ESPECÍFICOS** pretende-se:

- garantir abastecimento contínuo e suficiente de água fria em todos os pontos de consumo.
- limitar a pressão e a velocidade aos valores estabelecidos por norma, em todos os trechos da instalação.
- proporcionar conforto ao usuário.
- garantir a qualidade da água, para garantir a higiene e saúde do usuário.
- tornar a instalação econômica, sem comprometer a qualidade.

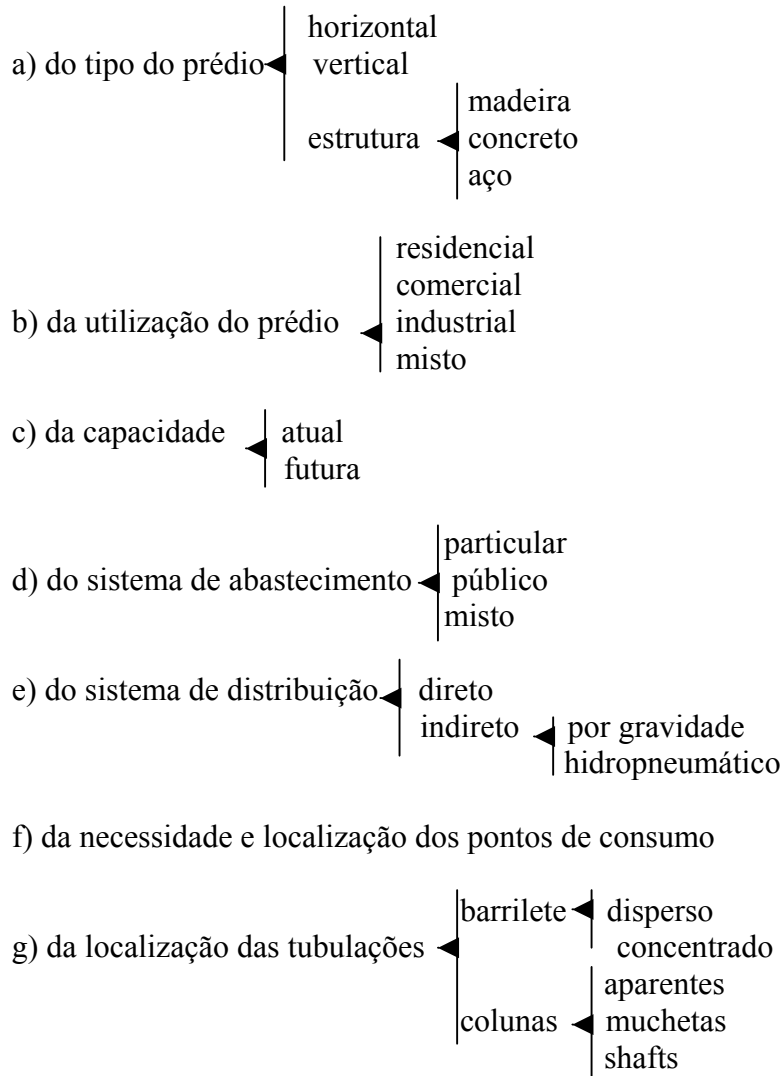
Fig. – 1 PARTES CONSTITUINTES DE UMA INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA E TERMINOLOGIA SEGUNDO A NBR 5626 DE NOV. 1982.



QUAIS SÃO AS ETAPAS A SEREM SEGUIDAS NA ELABORAÇÃO DO PROJETO.

Todo projeto de instalação de água fria terá, no mínimo, quatro etapas: concepção, demanda, dimensionamento e comunicação.

Concepção – é a etapa mais importante. É a análise dos diversos aspectos do problema e das diversas soluções viáveis.



Demanda – consiste em determinar as vazões necessárias em todos os trechos da tubulação.

Dimensionamento – é a determinação dos diâmetros capazes de proporcionar as vazões necessárias.

Comunicação - é a elaboração das instruções técnicas, escritas e gráficas, necessárias à execução do projeto.

GARANTIR ABASTECIMENTO CONTÍNUO E SUFICIENTE (1º Objetivo do projeto)

O aspecto da continuidade do abastecimento é garantido através de:

1º escolha correta do sistema de distribuição. A distribuição direta normalmente garante água de melhor qualidade, devido à taxa de cloro residual existente na água e devido à inexistência de reservatório no prédio. Já está confirmado que a maioria dos problemas de potabilidade se origina nos reservatórios prediais que, por projeto ou execução inadequada, permitem alterações nos índices de potabilidade. A distribuição direta porém apresenta alguns inconvenientes que, no caso brasileiro, a torna desaconselhável na maioria das vezes. As redes de distribuição pública não são suficientemente confiáveis, para dispensar a reserva. A pressão varia muito durante o dia, o que causa problemas no funcionamento de alguns aparelhos, como chuveiros. O uso de válvulas de descarga não é compatível com a distribuição direta.

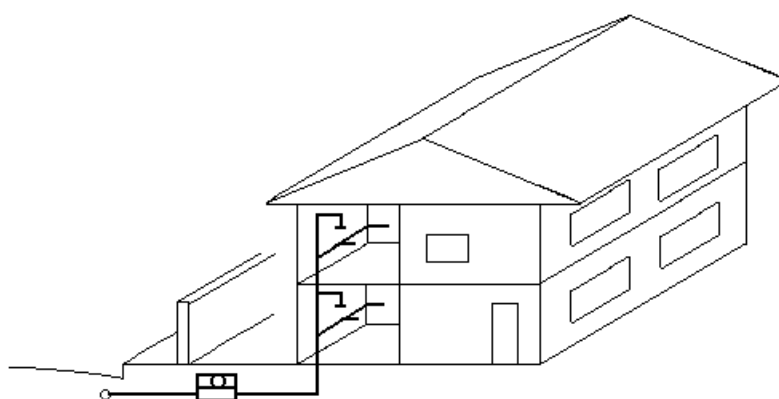


Fig. – 2 Distribuição Direta

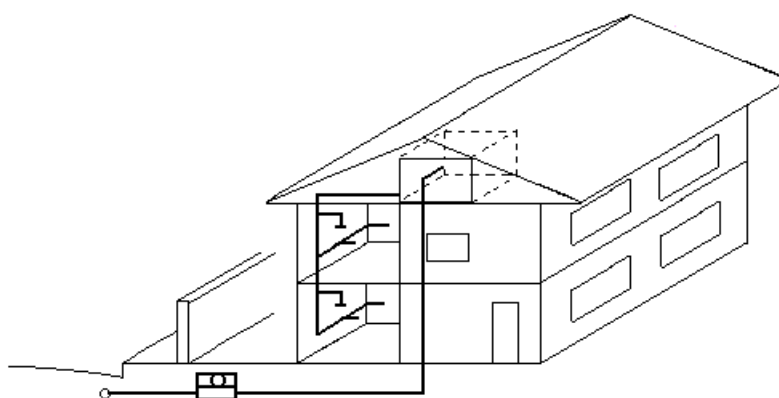


Fig. – 3 Distribuição Indireta, sem recalque

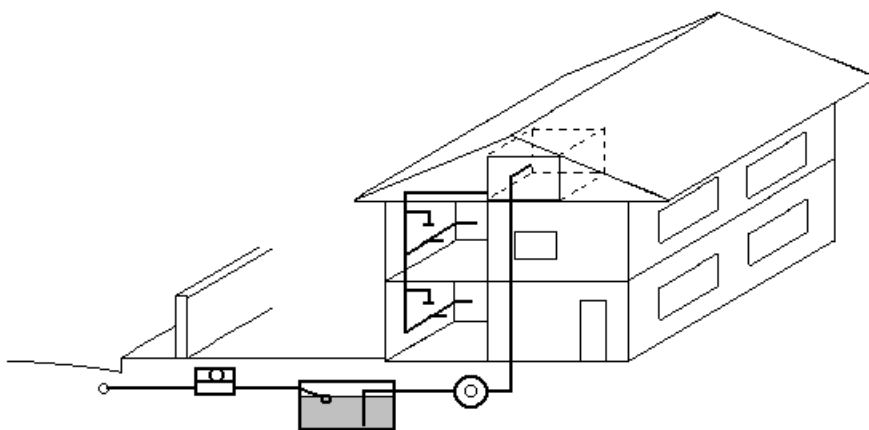


Fig. – 4 Distribuição indireta, com recalque

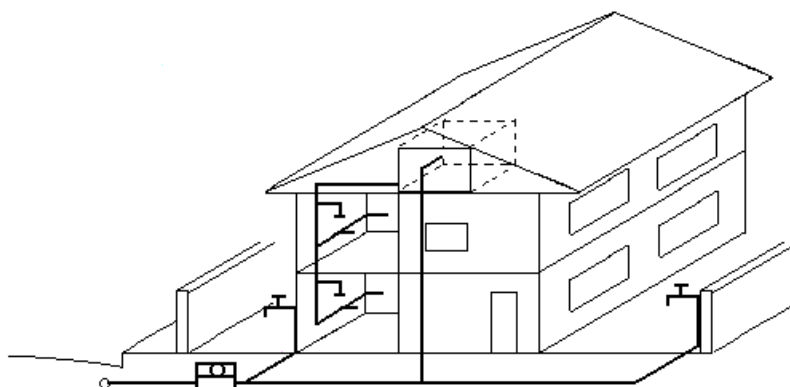


Fig. – 5 Distribuição mista

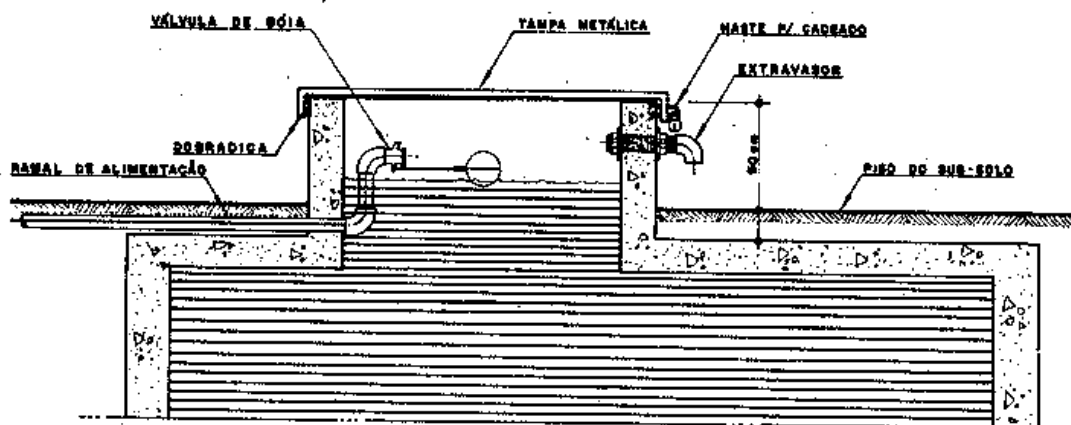


Fig. – 6 Detalhes do Reservatório Inferior

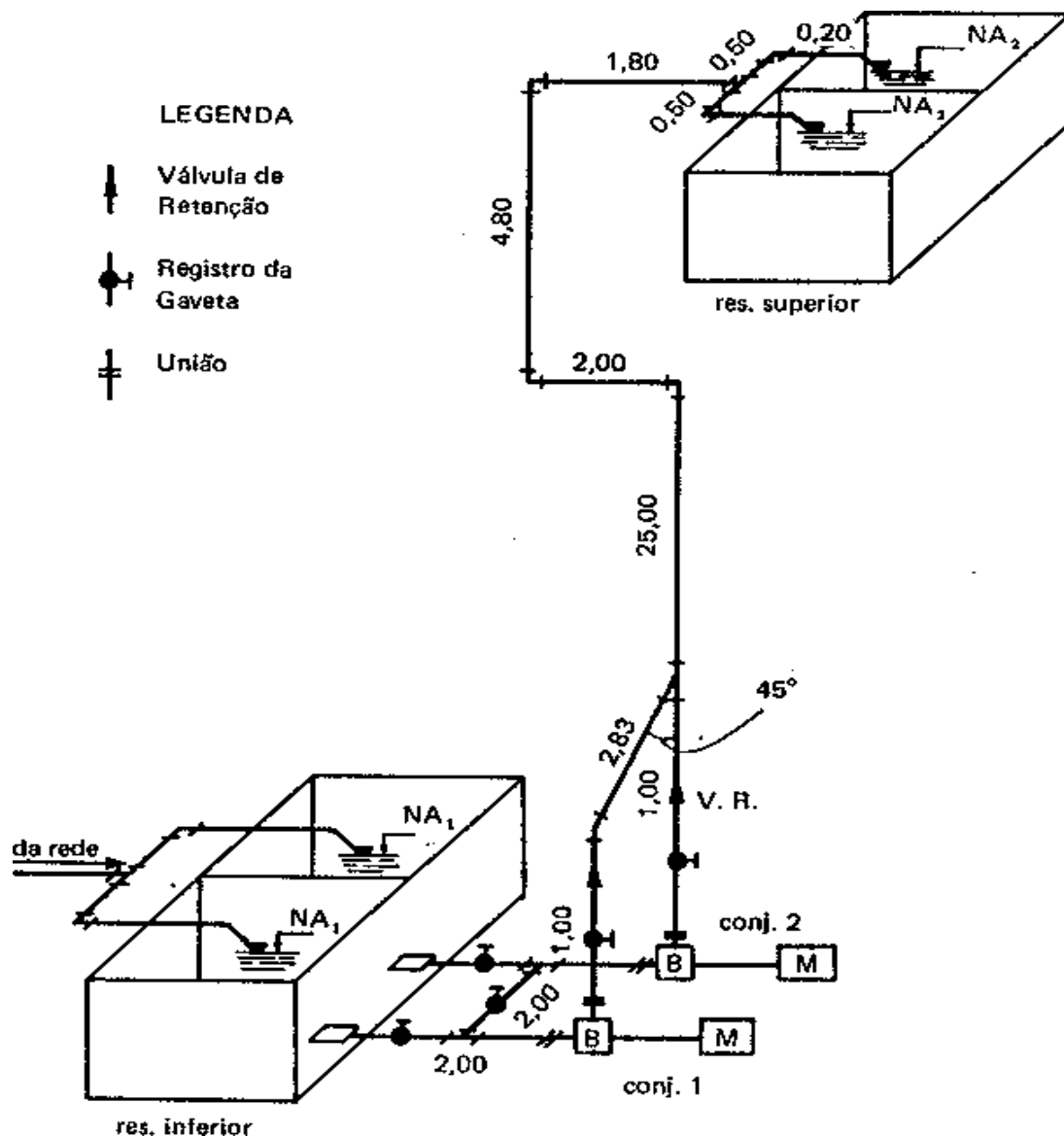


Fig. - 7 Esquema Geral

2º determinação correta do Consumo Diário (CD). Para obtenção do CD correto deve-se classificar a edificação corretamente quanto à utilização e analisar corretamente a sua ocupação atual e futura.

TAB. - 1 TAXA DE OCUPAÇÃO DE ACORDO COM A NATUREZA DO LOCAL

NATUREZA DO LOCAL	TAXA DE OCUPAÇÃO
Prédio de apartamentos	Duas pessoas por quarto
Prédio de escritórios de uma só entidade locadora	Uma pessoa por 7,0 metros quadrados de área
Prédio de escritórios de mais de uma entidade locadora	Uma pessoa por 5,0 metros quadrados de área
Restaurantes	Uma pessoa por 1,5 metros quadrados de área
Teatros e cinemas	Uma cadeira para cada 0,7 m. quadra. de área
Lojas (pavimento térreo)	Uma pessoa por 2,5 metros quadrados de área
Lojas (pavimentos superiores)	Uma pessoa por 5,0 metros quadrados de área
Supermercados	Uma pessoa por 2,5 metros quadrados de área
Shopping Centers	Uma pessoa por 5,0 metros quadrados de área
Salões de hotéis	Uma pessoa por 6,0 metros quadrados de área
Museus	Uma pessoa por 8,0 metros quadrados de área

TAB. –2 ESTIMATIVA DE CONSUMO DIÁRIO DE ÁGUA

TIPO DE PRÉDIO	UNIDDE	CONSUMO l/dia
1.Serviço doméstico		
Apartamentos	Per capita	200
Apartamento de luxo	Per capita	300 a 400
	Por quarto de empregada	200
Residência de luxo	Per capita	300 a 400
Residência de médio valor	Per capita	150
Residências populares	Per capita	120 a 150
Alojamentos provisórios de obra	Per capita	80
Apartamento de zelador		600 a 1000
2.Serviço público		
Edifícios de escritórios	Por ocupante efetivo	50 a 80
Escolas, internatos	Per capita	150
Escolas, externatos	Por aluno	50
Escolas, semi-internatos	Por aluno	100
Hospitais e casas de saúde	Por leito	250
Hotéis com cozinha e lavanderia	Por hóspede	250 a 350
Hotéis sem cozinha e lavanderia	Por hóspede	120
Lavanderias	Por Kg de roupa seca	30
Quartéis	Por soldado	150
Cavalariças	Por cavalo	100
Restaurantes	Por refeição	25
Mercados	Por m. quadrado de área	5
Garagens e postos de serviço de automóveis	Por automóvel	100
	Por caminhão	150
Rega de jardins	Por m. quadrado de área	1,5
Cinemas, teatros	Por lugar	2
Igrejas	Por lugar	2
Ambulatórios	Per capita	25
Creches	Per capita	50
3.Serviço industrial		
Fábricas (uso pessoal)	Por operário	70 a 80
Fábricas com restaurante	Por operário	100
Usinas de leite	Por litro de leite	5
Matadouros	Por animal de grande porte	300
	Por animal de pequeno porte	150

3º da correta previsão da reserva (R). A norma NBR 5626 estabelece:

a) $1CD \leq R \leq 3CD$

b) a reserva poderá ser dividida em 2 reservatórios, um superior e outro inferior. Recomenda-se então que no reservatório superior sejam reservados 40% do CD e no reservatório inferior seja reservado a parte restante.

$$RS = 0,4 CD$$

$$RI = R - RS$$

Recomenda-se ainda que, toda vez que um reservatório tiver capacidade superior a 4000 litros, o mesmo seja dividido em duas células de igual volume.

Observação: O projetista, para prever uma maior ou menor reserva, deverá levar em conta a regularidade do abastecimento público. Outro fator que influirá será a cota do reservatório em relação às cotas da maioria dos reservatórios das demais edificações. Os reservatórios mais elevados serão os últimos a serem reabastecidos após uma eventual falta de água, principalmente quando a rede de distribuição estiver subdimensionada, o que é muito comum.

EXERCÍCIO nº 1 – Achar as capacidades dos reservatórios superior e inferior para um edifício com 15 pavimentos e 2 apartamentos de 3 dormitórios, mais dependência de empregada por pavimento. Prever 12000 litros para combate de incêndio.

EXERCÍCIO nº 2 - Achar as capacidades dos RS e RI de um prédio que abriga 1 cinema de 200 metros quadrados, um restaurante que serve 500 refeições por dia, 900 metros quadrados de lojas, metade delas no térreo, 1 supermercado de 300 metros quadrados. Prever 6000 litros para combate de incêndio.

EXERCÍCIO nº 3 – Dimensionar os reservatórios do novo prédio da engenharia civil da UFSC.

O aspecto da suficiência do abastecimento é garantido através de:

1º determinação correta da demanda (vazão) em cada trecho de tubulação.

2º do correto dimensionamento das tubulações.

A determinação da demanda pode ser feita segundo dois critérios, sendo que a cada critério está associada uma metodologia de dimensionamento.

O CRITÉRIO DE CONSUMO MÁXIMO POSSÍVEL

Este critério se baseia na hipótese do uso simultâneo de todas as peças de utilização instaladas. O uso simultâneo de todas as peças de utilização instaladas dificilmente ocorrerá em instalações “normais”. O uso simultâneo ocorrerá em instalações onde o regime de uso determina esta ocorrência, como em quadras de esporte, colégios, quartéis, indústrias, onde no final do jogo, do turno, da instrução etc. todas as peças podem estar em uso simultâneo. Embora o critério do consumo máximo possível conduza a diâmetros maiores, poderemos adotá-lo em pequenas instalações, devido à praticidade do dimensionamento. Em instalações

de maior porte e nas quais o uso simultâneo não ocorrer, o uso deste critério não é recomendado por razões econômicas.

DIMENSIONAMENTO

Para atender ao critério do consumo máximo possível deve-se fazer o dimensionamento pelo **MÉTODO DAS SEÇÕES EQUIVALENTES**.

Este método consiste em expressar cada diâmetro em função da vazão equivalente obtida com diâmetros de 0,5 polegadas ou 15mm.

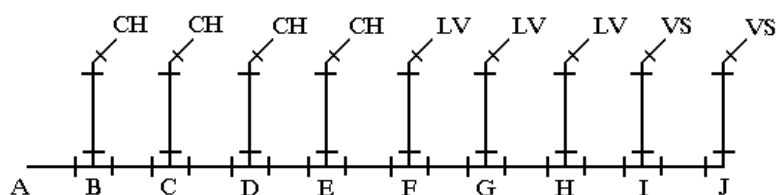
TAB. –3 DIÂMETRO MÍNIMO DOS SUB-RAMAIS DE ALIMENTAÇÃO

Peças de utilização	Diâmetro	
	Nominal - mm	Referência – pol.
Aquecedor de baixa pressão	20	¾"
Aquecedor de alta pressão	15	½"
Vaso sanitário com caixa de descarga	15	½"
Vaso sanitário com válvula de descarga	50	2"
Banheira	15	½"
Bebedouro	15	½"
Bidê	15	½"
Chuveiro	15	½"
Filtro de pressão	15	½"
Lavatório	15	½"
Máquina de lavar roupa ou louça	20	¾"
Mictório auto-aspirante	25	1"
Mictório de descarga descontinua	15	½"
Pia de despejo	20	¾"
Pia de cozinha	15	½"
Tanque de lavar roupa	20	¾"
Torneira de Jardim	20	¾"

TAB. – 4 TABELA DOS DIÂMETROS EQUIVALENTES

Diâmetro do Encanamento		Número de diâmetro de 15mm que darão a mesma vazão em litros/min.
Nominal - mm	Referência - polegadas	
15	½	1
20	¾	2,9
25	1	6,2
32	1 ¼	10,9
40	1 ½	17,4
50	2	37,8
60	2 ½	65,5
75	3	110,5
100	4	189,0
150	6	527,0
200	8	1200,0

EXEMPLO: Dimensionar os trechos AB, BC, CD,IJ do ramal de alimentação abaixo:



LV = lavatório

VS = Vaso sanitário com válvula

CH = chuveiro

TRECHO	IJ	HI	GH	FG	EF	DE	CD	BC	AB
Ø mínimo de alimentação	40	40	15	15	15	15	15	15	15
Equivalência com o Ø de 15mm	17,4	17,4	1	1	1	1	1	1	1
Soma das equivalências	17,4	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,8	40,8	41,8
Ø do trecho	40	50	50	50	50	60	60	60	60

EXERCÍCIO n° 4 Criar dois BWCs, um masculino e outro feminino, para um colégio secundário que tem 250 alunos e 250 alunas, com educação física. Dimensionar os trechos.

O CRITÉRIO DO CONSUMO MÁXIMO PROVÁVEL

Este critério se baseia na hipótese de que o uso simultâneo não ocorre. Existe a probabilidade de alguns aparelhos serem utilizados simultaneamente. Neste caso ocorrerá um consumo máximo provável. Este tipo de consumo é o mais freqüente nas instalações prediais “normais”. Este critério conduz a seções de tubulação menores que o critério anterior, portanto torna a instalação mais econômica.

DIMENSIONAMENTO

Embora haja mais métodos, o método adotado pela NBR 5626 e que atende ao critério do consumo máximo provável é o **MÉTODO DA SOMA DOS PESOS**. Este método se baseia no estudo da probabilidade do uso simultâneo dos aparelhos e é aplicado da seguinte maneira:

1º Verificar qual é o peso que a NBR 5626 atribui a cada aparelho de utilização

TAB. –5 TABELA DO PESO E DA VAZÃO DE CADA APARELHO

Ponto de utilização para:	Vazão l/s	Peso
Bebedouro	0,05	0,1
Banheira	0,30	1,0
Bidê	0,10	0,1
Caixa de descarga de vaso sanitário ou mictório não aspirante	0,15	0,3
Chuveiro	0,20	0,5
Máquina de lavar roupa ou louça	0,30	1,0
Torneira ou misturador de lavatório	0,20	0,5
Torneira ou misturador de pia de cozinha	0,25	0,7
Pia de despejo ou tanque de lavar roupa	0,30	1,0
Válvula de descarga de vaso sanitário	1,90	40,0
Válvula de descarga para mictório auto-aspirante	0,50	2,8

2º Em cada trecho, somam-se os pesos dos aparelhos alimentados pelo respectivo trecho ΣP .

3º A vazão no trecho será por:

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

onde 0,3 é um coeficiente de descarga.

4º Pode-se obter o diâmetro e a vazão no ábaco (ábaco – 1)

Obs. Ao invés do ábaco, poderemos usar a fórmula que originou o ábaco.

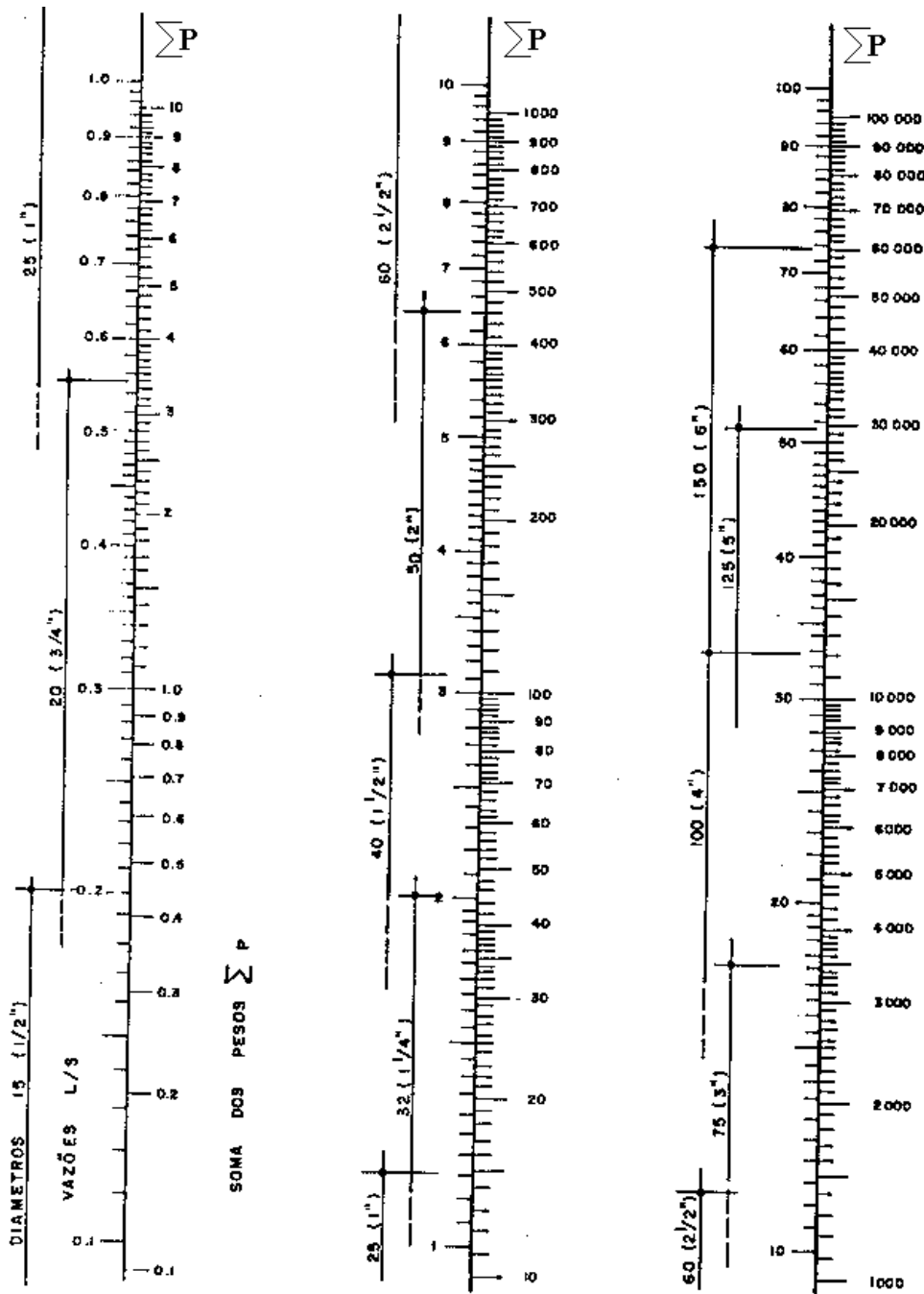
5º Verificar se a velocidade se situa abaixo do limite estabelecido pela norma. A norma só estabelece o limite superior, e o objetivo é reduzir o golpe de ariete e evitar o ruído dentro da tubulação quando há fluxo de água. Pela norma:

$$V \leq 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Onde: V = velocidade (m/s)

Conhecendo o diâmetro e a vazão da tubulação, podemos obter a velocidade através do ábaco de Fair-Whippel-Hsiao.

Caso a velocidade resultar maior que o limite estabelecido pela norma, deveremos tomar medidas para diminuí-la, sendo que uma das medidas é aumentar o diâmetro da tubulação.



$$Q = 0.3 \sqrt{M P}$$

$$V_{m\acute{o}d} = \sqrt{\frac{2Q}{0,10}} \times \sqrt{D} = 1,4 \sqrt{Q D}$$

Onde:

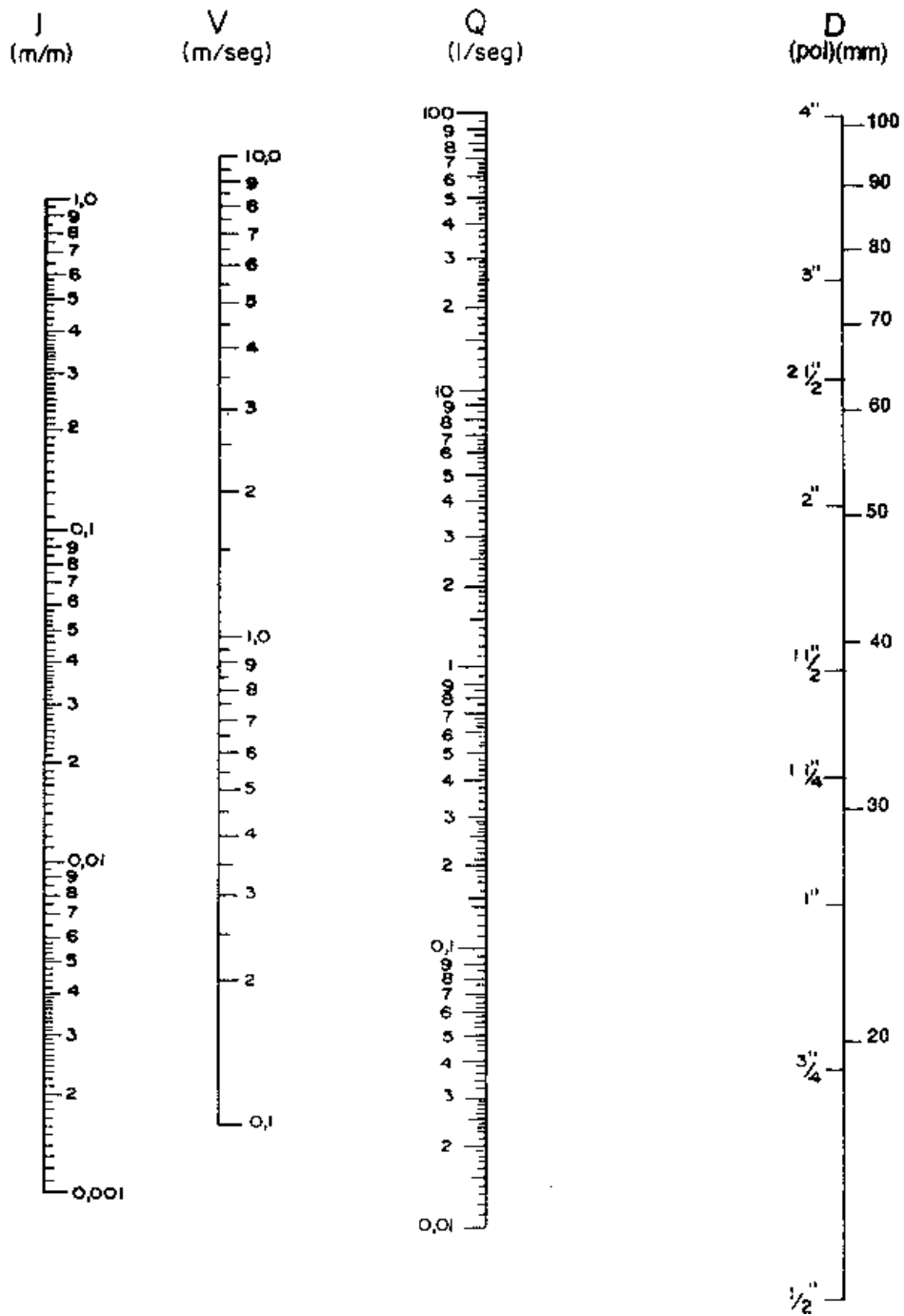
Q em l/s

V em m/s

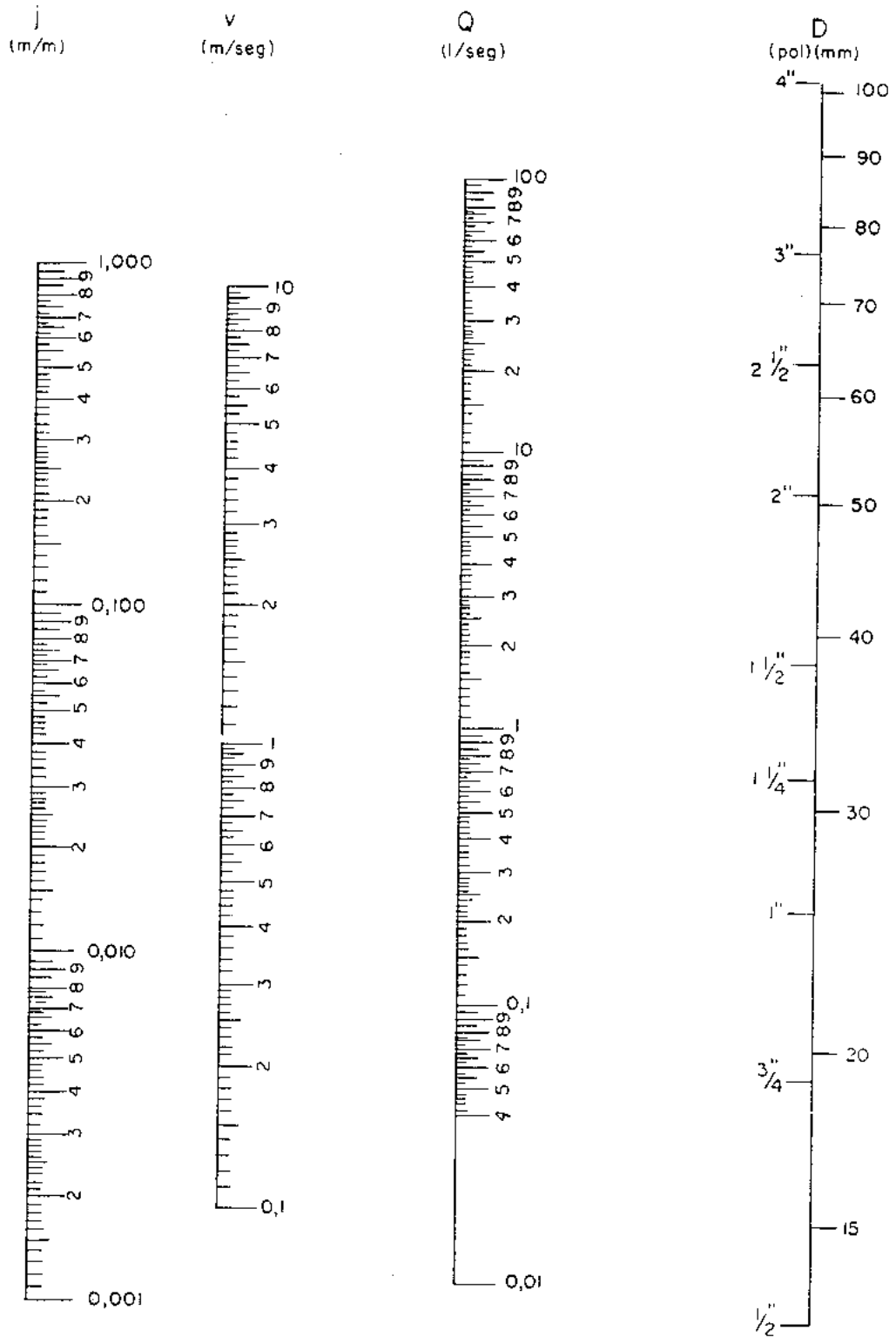
D em mm

NB-92 DA ABNT

Abaco – 1 Diâmetros e vazões em função da soma dos pesos



Ábaco -2 FAIR-WHIPPLE-HSIAO PARA TUBULAÇÕES DE AÇO GALVANIZADO E FERRO FUNDIDO



Ábaco -3 FAIR-WHIPPLE-HSIAO PARA TUBULAÇÕES DE COBRE E DE PLÁSTICO

6° Verificar se a pressão se situa dentro dos limites estabelecidos pela NBR5626, que são:

Limite superior: A pressão estática deve ficar abaixo de 40 mca ou 400kPa. Este limite visa proteger a tubulação contra pressão e golpe de ariete elevados demais.

Limite inferior: A pressão dinâmica deve ser superior a 0,5 mca ou 5kPa. Este limite visa garantir o funcionamento regular dos aparelhos.

TAB. –6

PRESSÕES DINÂMICAS MÁXIMAS E MÍNIMAS NAS PEÇAS DE UTILIZAÇÃO

Pontos de utilização para	Diâmetro nominal		Pressão dinâmica de serviço	
	DN	Ref.	Mín.	Máx.
	mm	(“)	m	m
Aquecedor a gás	Função da vazão de dimensionamento		Depende das características do aparelho	
Aquecedor elétrico Alta pressão Baixa pressão	Função da vazão de dimensionamento		0,50 0,50	40,0 4,0
Bebedouro	15	(1/2)	2,0	40,0
Chuveiro	15	(1/2)	2,0	40,0
	20	(3/4)	1,0	40,0
Torneira	10	(3/8)	0,5	40,0
	15	(1/2)		
	20	(3/4)		
	25	(1)		
Válvula de flutuador de caixa de descarga (bóia)	15	(1/2)	1,5	40,0
	20	(3/4)	0,5	40,0
Válvula de flutuador de caixa de água (bóia)	Função da vazão de dimensionamento		0,5	40,0
Válvula de descarga	40	(1 ½)	1,2	40,0
	50	(2)	1,2	40,0

PROPORCIONAR CONFORTO AO USUÁRIO (3º OBJETIVO DO PROJETO)

Este objetivo será alcançado pela correta previsão e pela correta instalação dos pontos de consumo.

TAB. -7 NÚMERO MÍNIMO DE APARELHO

Tipo de ocupação	lavatório		Banheiras ou chuveiros	Bebedouros fora dos banheiros	Vasos sanitários		Mictórios	
Residência ou apartamento	1 para cada banheiro de residência ou apartamento e 1 para banheiro de empregada		1 chuveiro para cada banheiro de residência ou apartamento e chuveiro para serviço. Banheira opcional		1 para cada residência ou apartamento e 1 para serviço			
Escolas primárias	1 para cada 30 alunos		1 chuveiro para cada 20 alunos(caso haja educação física)	1 para cada 75 alunos	Meninos: 1 para cada 75 Meninas: 1 para cada 25		1 para cada 30 meninos	
Escolas secundárias	1 para cada 50 alunos				Meninos: 1 para cada 75 Meninas: 1 para cada 35			
Escritórios ou edifícios públicos	Número de pessoas	Número de aparelhos		1 para cada 75 pessoas	Número de pessoas	Número de aparelhos	Quando há mictórios. Instalar 1 vaso sanitário a menos para cada mictório, contanto que o número de vasos não seja reduzido a menos de 2/3 do especificado nesta tabela	
	1 – 15	1			1 – 15	1		
	16 – 35	2			16 – 35	2		
	36 – 60	3			36 – 55	3		
	61 – 90	4			56 – 80	4		
	91 - 125	5			81 – 110	5		
	Acima de 125, adicionar 1 aparelho para cada 45 pessoas a mais				111- 150	6		
					Acima de 125, adicionar 1 aparelho para cada 45 pessoas a mais			
Estabelecimentos industriais	Número de pessoas	Número de aparelhos	1 chuveiro para cada 15 pessoas dedicadas a atividades contínuas ou expostas a calor excessivo ou contaminação da pele com substâncias venenosas, infecciosas ou irritantes	1 para cada 75 pessoas	Número de pessoas	Número de aparelhos	Mesma especificação feita para os escritórios ou 1 para cada 50 operários	
	1 - 100	1 para cada 10 pessoas			1 – 9	1		
					10 – 24	2		
	Mais de 100	1 para cada 15 pessoas ou 1 para cada 15 onde houver risco de agressão da pele por substâncias tóxicas ou irritantes			25 – 49	3		
50 – 74			4					
		75 - 100	5					
					Acima de 100, adicionar 1 aparelho para cada 30 empregados			
					Masc. Fem.	Masc. Fem.		
					1 - 10	1 - 8	1	1
					Acima de 10 homens adicionar um aparelho para cada 25 homens a mais e acima de 8 mulheres 1 aparelho para cada 20 mulheres a mais			

CONTINUAÇÃO DA TABELA ANTERIOR								
Tipo de ocupação	lavatório		Banheiras ou chuveiros	Bebedouros fora dos banheiros	Vasos sanitários		Mictórios	
	Número de pessoas	Número de aparelhos			Número de pessoas	Número de aparelhos	Número de pessoas	Número de aparelhos
Cinemas, teatros, auditórios e locais de reunião	1 – 200	1		1 para cada 100 pessoas	1 – 100	1 1	1 – 100	1
	201 – 400	2			101 – 200	2 2	101 – 200	2
	401 - 750	3			201 - 400	3 3	201 - 400	3
	Acima de 750 pessoas, adicionar 1 aparelho para cada 500 pessoas a mais				Acima de 400, adicionar 1 aparelho para cada 500 homens ou 300 mulheres a mais		Acima de 400, adicionar 1 aparelho para cada 300 homens a mais	
Dormitórios	1 para cada 12 pessoas. Acima de 12 adicionar 1 lavatório para cada 20 homens ou para cada 15 mulheres a mais		1 para cada 8 pessoas. No caso de dormitórios de mulheres, adicionar banheiras na razão de 1 para cada 30 pessoas a mais	1 para cada 75 pessoas	Número de pessoas	Número de aparelhos	1 para cada 25 homens. Acima de 150 pessoas adicionar 1 aparelho para cada 20 pessoas a mais	
					Masc. Fem.	Masc. Fem.		
					1 - 10 1 - 8	1 1		
					Acima de 10 homens adicionar um aparelho para cada 25 homens a mais e acima de 8 mulheres 1 aparelho para cada 20 mulheres a mais			
Acampamentos e instalações provisórias			1 para cada 30 operários		1 para cada 30 operários		1 para cada 30 operários	

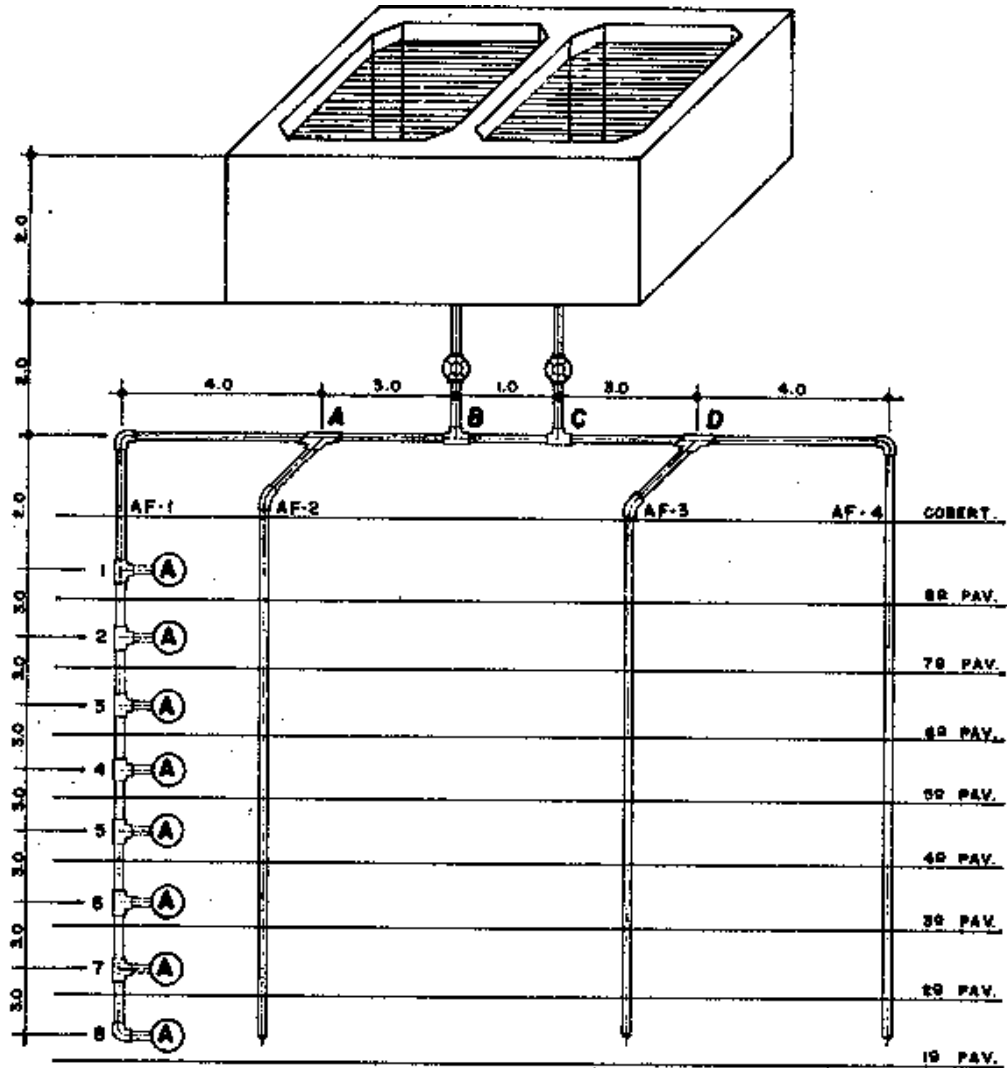
TAB. -8 ALTURA DOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO

APARELHO	ALTURA DO PONTO
Válvula de descarga	1,10
Vaso com caixa acoplada	0,20 do piso e 0,15 à esquerda do eixo
Caixa de descarga	2,00
Banheira	0,30
Bidê	0,30
Chuveiro	2,00 a 2,20
Lavatório	0,60
Máquina de lavar roupa e louça	0,75
Tanque	0,90
Pia de cozinha	1,00

Para aplicação do método da soma dos pesos, a NBR 5626 criou uma tabela que facilita e racionaliza o dimensionamento das colunas de distribuição.

EXEMPLO:

Dimensionar a coluna AF-1, de PVC, que alimenta em cada pavimento um BWC com 1VS (vaso sanitário) com válvula de descarga, 1 LV (lavatório) e 1 CH (chuveiro), conforme mostra a figura abaixo.



SOLUÇÃO:

Sendo o banheiro do tipo privativo, apenas uma peça será usada de cada vez, no caso tomemos o de maior peso que é o vaso sanitário e igual a 40, conforme tabela 5. O trabalho para resolução do problema será o preenchimento da planilha, conforme segue:

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS													
PLANILHA DE CÁLCULO													
OBRA:													
Coluna	Pavimento	Trecho	Pesos		Vazão lts/s	Diâmetro mm	Velocidade m/s	Comprimento m			Perda de Carga		Pressão à jusante mca.
			Simplex	Acumulados				Real	Equiv.	Total	Unitária	Total	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
AF-1	8°	A-1	40	320	5,3	60	1,8	6,0	3,7	9,7	0,055	0,533	3,467
AF-1	7°	1-2	40	280	5,0	50	2,5	3,0	2,4	5,4	0,120	0,648	5,819
AF-1	6°	2-3	40	240	4,6	50	2,3	3,0	2,3	5,3	0,110	0,583	8,236
AF-1	5°	3-4	40	200	4,2	50	2,1	3,0	2,3	5,3	0,095	0,503	10,733
AF-1	4°	4-5	40	160	3,8	50	1,9	3,0	2,3	5,3	0,076	0,403	13,330
AF-1	3°	5-6	40	120	3,2	50	1,6	3,0	2,3	5,3	0,059	0,313	16,017
AF-1	2°	6-7	40	80	2,7	50	1,4	3,0	2,3	5,3	0,042	0,223	18,794
AF-1	1°	7-8	40	40	1,8	50	0,98	3,0	2,3	5,3	0,023	0,122	21,672

Coluna -1: indica-se a coluna que se está dimensionando.

Coluna -2: registra-se os pavimentos do último ao primeiro.

Coluna -3: indica-se o trecho que está sendo dimensionado.

Coluna -4: registra-se o peso de cada banheiro, tirado da tabela 5, no caso é 40.

Coluna -5: é a soma acumulada dos pesos, nos diversos trechos, de baixo para cima.

Coluna -6 e 7: com o somatório dos pesos em cada trecho, achamos as vazões e os diâmetros nestes mesmos trechos com auxílio do ábaco 1.

Coluna -8 e 12: com as vazões e os diâmetros podemos determinar as velocidades e as perdas de cargas unitárias para os diversos trechos da coluna, observando o limite de velocidade de 2,5 m/s, usando o ábaco 3.

Coluna -9: o comprimento de cada trecho é tirado da figura, ou seja, é dado do projeto.

Coluna -10: é o comprimento equivalente das conexões de cada trecho, tirados da tabela 10 e somados.

Coluna -11: é a soma das colunas 9 e 10

Coluna -13: é a multiplicação dos valores das colunas 11 e 12.

Coluna -14: é a pressão disponível no trecho, mais o desnível entre o início e o final do trecho,

menos a perda de carga no trecho. Assim:

$$0 + 4 - 0,533 = 3,467$$

0 = pressão no fundo do RS, quando vazio.

4 = diferença de nível entre o fundo do RS e do ponto 1.

0,533 = perda de carga no trecho.

$$3,467 + 3 - 0,648 = 5,819$$

3,467 = pressão no ponto 2.

3 = diferença de nível entre 1 e 2.

0,648 = perda de carga no trecho 1 - 2.

5,819 = pressão no ponto 2.

**PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS
SUA EQUIVALÊNCIA EM METROS DE TUBULAÇÃO DE AÇO GALVANIZADO OU FERRO FUNDIDO**

TAB. -9

DIÂMETRO NOMINAL D	COTOV. 90° RAIOS LONGO		COTOV. 90° RAIOS MÉDIO		COTOV. 90° RAIOS CURTO		COTOV. 45°		CURVA 90° R/D - 1/2	CURVA 90° R/D - 1	CURVA 45°	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDA	REG. DE GAVETA ABERTO	REG. DE GLOBO ABERTO	REG. DE ÂNGULO ABERTO	TÊ PASS. DIRETA	TÊ SAÍDA LADO	TÊ SAÍDA BILATERAL	VÁLVULA DE PÉ E CRITO	SAÍDA DA CANALIZAÇÃO	VÁLVULA DE RET. TIPO LEVE	VÁLVULA DE RET. TIPO PESADO
	mm	pol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
13	1/2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6			
19	3/4	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4			
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2			
32	1 1/4	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0			
38	1 1/2	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8			
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4			
63	2 1/2	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1			
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7			
100	4	2,1	2,8	3,4	1,5	1,3	1,6	0,7	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	8,4	12,9			
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1			
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3			
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0			
250	10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	7,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0			
300	12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	4,8	2,2	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0			
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0			

A) OS VALORES INDICADOS PARA REGISTROS DE GLOBO APLICAM-SE TAMBÉM ÀS TORNEIRAS, VÁLVULAS PARA CHUVEIROS E VÁLVULAS DE DESCARGA.

B) AS PEÇAS 1, 2 E 6 NÃO CONSTAM DA NBR 5626/82

PERDAS DE CARGAS LOCALIZADAS
SUA EQUIVALÊNCIA EM METROS DE TUBULAÇÃO DE PVC RÍGIDO OU COBRE

TAB. -10

DIÂMETRO NOMINAL	JOELHO 90°		JOELHO 45°		CURVA 90°	CURVA 45°	TÊ 90° PASS. DIRETA	TÊ 90° SAÍDA DELADO	TÊ 90° SAÍDA BILATERAL	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDA	SAÍDA DE CAVAZ.	VÁLVULA DE PÉ ESCRIVO	VÁLVULA FETIÇÃO		REG. GLOBO ABERTO	REG. GAVETA ABERTO	REG. ÂNGULO ABERTO
	DN	(ref)	DN	(ref)	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	TIPO LEVE	TIPO PESADO	mm	mm	mm
15	(1/2)	1,1	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9	
20	(3/4)	1,2	0,5	0,3	0,8	2,4	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	0,4	0,9	3,1	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	0,5	1,5	4,6	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5	
40	(1 1/2)	3,2	1,3	0,6	2,2	7,3	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0	
50	(2)	3,4	1,5	0,7	2,3	7,6	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	0,8	2,4	7,8	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	0,9	2,5	8,0	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	1,0	2,6	8,3	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	1,1	3,3	10,0	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	1,2	3,8	11,1	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9	

**PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS
COMPRIMENTOS EQUIVALENTES EM METROS DE TUBULAÇÃO
DE AÇO GALVANIZADO PARA BOCAIS E VÁLVULAS**

TAB. -11

DIÂMETRO NOMINAL (POL.)	SAÍDA DE CANALIZAÇÃO	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDA	REGISTRO DE GAVETA ABERTO	REGISTRO DE GLOBO ABERTO	REGISTRO DE ÂNGULO ABERTO	VÁLVULA DE RETENÇÃO		
							TIPO LEVE	TIPO PESADO	
1/2	0,4	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	3,6	1,1	1,6
3/4	0,5	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	5,6	1,6	2,4
1	0,7	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	7,3	2,1	3,2
1 1/4	0,9	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	10,0	2,7	4,0
1 1/2	1,0	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	11,6	3,2	4,8
2	1,5	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	14,0	4,2	6,4
2 1/2	1,9	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	17,0	5,2	8,1
3	2,2	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	20,0	6,3	9,7
4	3,2	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	23,0	8,4	12,9
5	4,0	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	30,0	10,4	16,1
6	5,0	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	39,0	12,5	19,3

EXERCÍCIO nº 6:

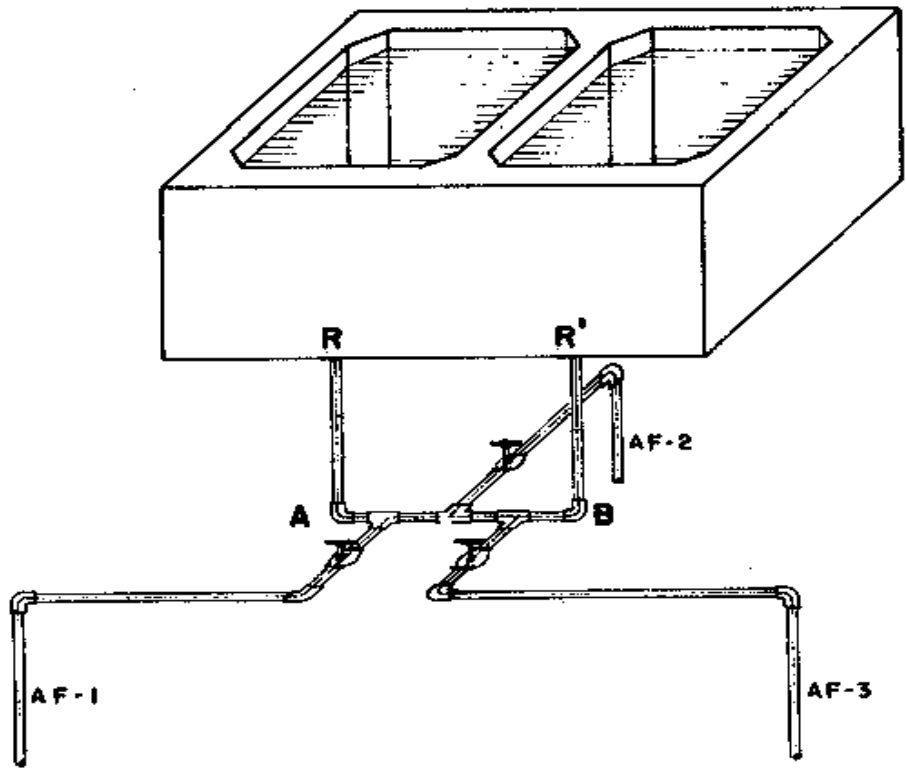
Dimensione a coluna AF4 da figura do exemplo anterior, sabendo que esta coluna alimenta um banheiro coletivo com 2 VS e 3 LV em cada pavimento.

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
 PLANILHA DE CÁLCULO
 OBRA:

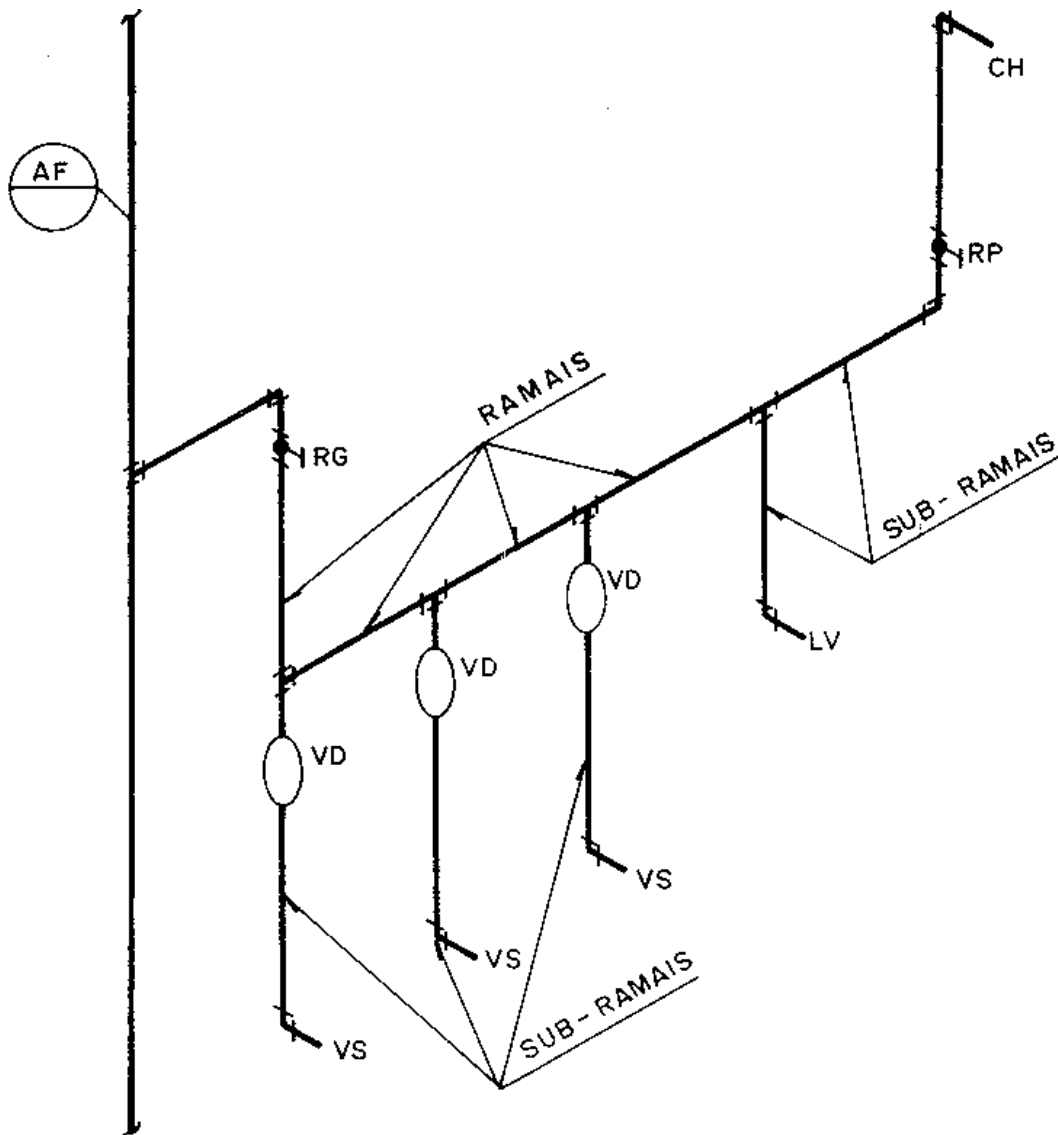
Coluna	Pavimento	Trecho	Pesos		Vazão lts/s	Diâmetro mm	Velocidade m/s	Comprimento m			Perda de Carga		Pressão à jusante mca.
			Simple	Acumulados				Real	Equiv.	Total	Unitária	Total	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)

EXERCÍCIO nº 7:

Dimensione o barrilete indicado na figura, sabendo que ele alimenta três colunas com os seguintes pesos: AF1 = 280; AF2 = 140; AF3 = 340. Proponha também uma melhora na concepção do barrilete.

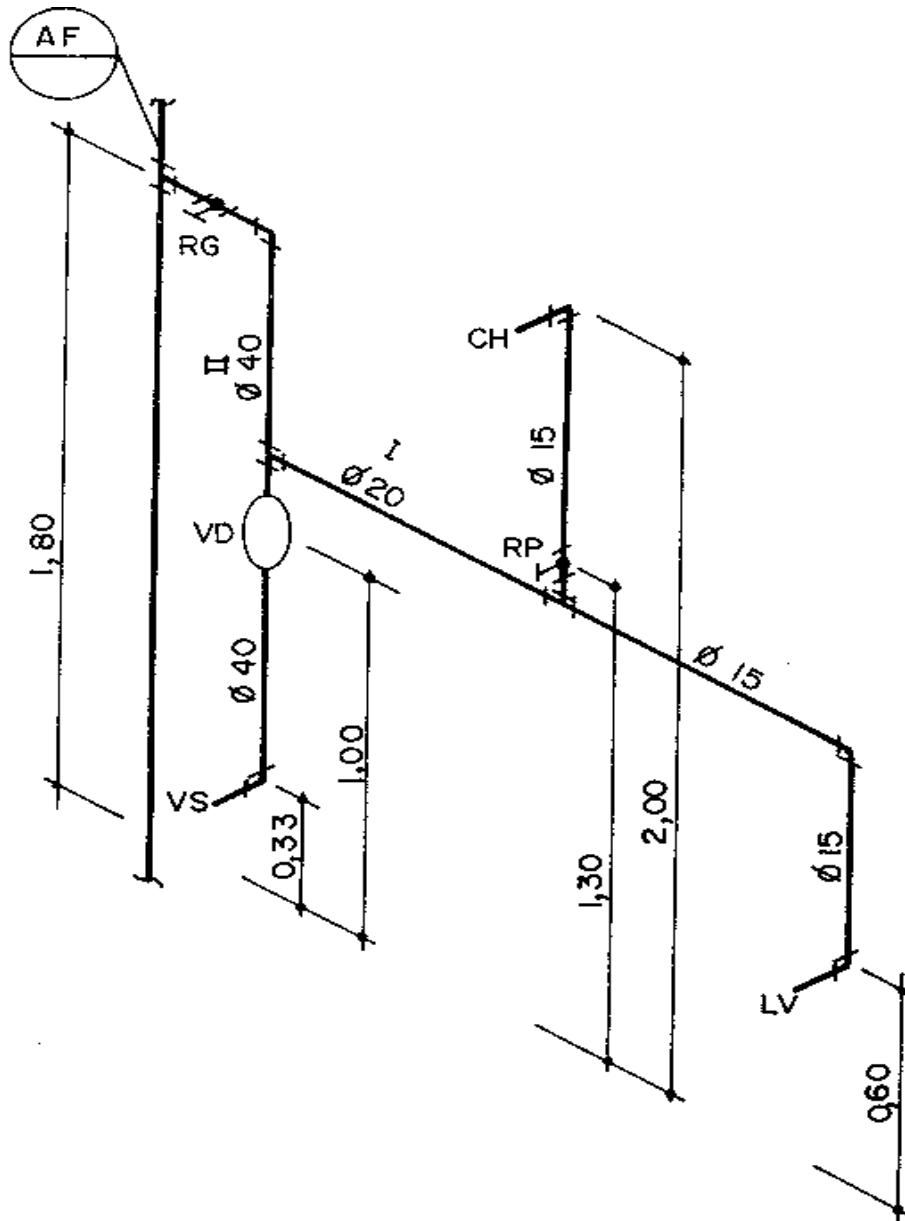


EXERCÍCIO n° 8 Dimensione os sub-ramais e os ramais do isométrico representado na figura. Use o método dos diâmetros equivalentes. Diga quais os erros de concepção cometidos no isométrico.



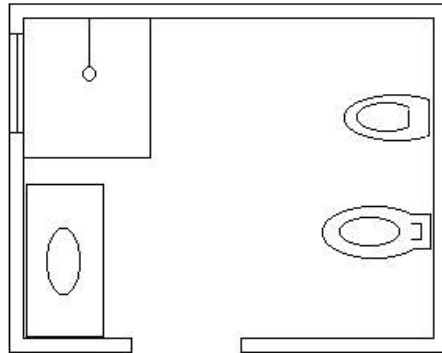
EXERCICIO nº 9:

Dimensione os ramos e os sub-ramos do isométrico representado na figura. Use o método da soma dos pesos. Diga quais os erros de concepção cometidos.



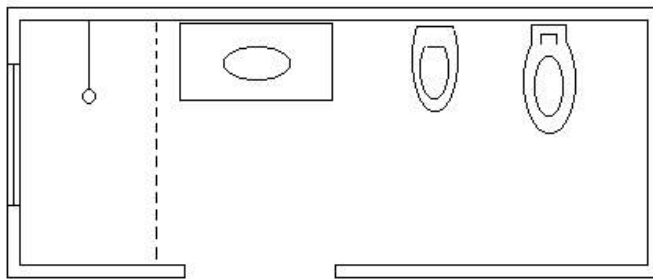
EXERCÍCIO Nº 10

Fazer o isométrico do BWC residencial abaixo:



EXERCÍCIO Nº 11

Fazer o isométrico de água fria e água quente do BWC abaixo (pré-diode 5 pavimentos):



GARANTIR A QUALIDADE DA ÁGUA (4º OBJETIVO DO PROJETO)

A água proveniente da rede de abastecimento público normalmente é de boa qualidade. As alterações nos índices de potabilidade: gosto, turbidez, contaminação, partículas em suspensão etc. na maioria das vezes decorrem de reserva inadequada. A reserva inadequada é consequência de um projeto mal concebido, de um projeto pouco detalhado ou de execução não esmerada.

DIMENSIONAMENTO DO CONJUNTO ELEVATÓRIO

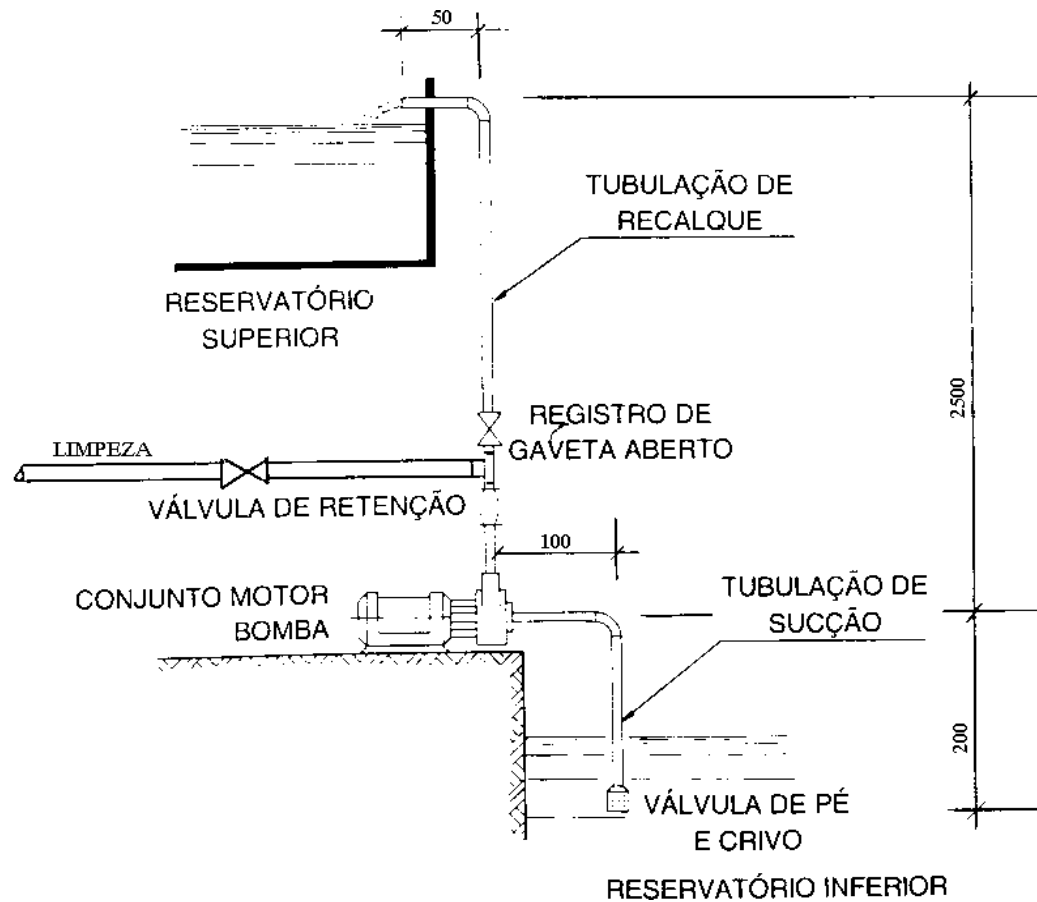


Fig – 8 SISITEMA ELEVATÓRIO

DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE RECALQUE

Pela NBR 5626, a vazão de recalque deverá ser igual ou maior que 15% do consumo diário, ou seja o conjunto elevatório funcionará no máximo 6,66 horas por dia. Recomenda-se adotar:

- 4 horas de funcionamento para prédios de escritórios.
- 5 horas de funcionamento para prédios de apartamentos.
- 6 horas de funcionamento para hospitais e hotéis.

$$Q \geq 0,15 CD \quad \text{ou} \quad Q = CD/h$$

A NBR 5626 recomenda o uso da fórmula de FORSCHHEIMMER para o dimensionamento da tubulação de recalque.

$$D_R = 13 \sqrt{Q} \times \sqrt[4]{X}$$

onde:

D_r = diâmetro do recalque - m

Q = vazão de recalque - m³/s

X = h/24 horas

h = número de horas de funcionamento da bomba, por dia.

DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE SUCCÃO

A tubulação de sucção não é dimensionada. Adota-se para ela o diâmetro comercialmente disponível, imediatamente superior ao diâmetro do recalque.

DIMENSÃO DOS EXTRAVASORES

Os extravasores, tanto do RS quanto do RI, não precisam ser dimensionados. Deve-se adotar para os mesmos um diâmetro comercial imediatamente superior ao diâmetro da alimentação dos reservatórios.

POTÊNCIA DO MOTOR

$$P = \frac{Q \times H_{man}}{75 \times R}$$

onde:

P = potência necessária em C.V.

Q = vazão do recalque em l/s.

R = rendimento da moto-bomba.

H_{man} = altura manométrica (dinâmica) - m.

$$R = \frac{P_a}{P_m}$$

P_a = potência aproveitável

P_m = potência nominal

$R = 40\%$ a 60% para $P \leq 2C.V.$

$R = 70\%$ a 75% para $2C.V. < P \leq 5C.V.$

$R = 80\%$ para $P > 5C.V.$

$H_{man} = H_{man}(rec) + H_{man}(suc)$

$H_{man}(rec) = H_{est}(rec) + J(rec)$

$H_{man}(suc) = H_{est}(suc) + J(suc)$

H_{man} = altura manométrica - m

$H_{man}(rec)$ = altura manométrica do recalque - m

$H_{man}(suc)$ = altura manométrica da sucção - m

$H_{est}(rec)$ = altura estática do recalque - m

$H_{est}(suc)$ = altura estática da sucção - m

$J(rec)$ = perdas de carga no recalque - m

$J(suc)$ = perdas de carga na sucção - m

EXEMPLO:

Dimensionar o conjunto elevatório e os extravasores da figura 8, sabendo que ele atende um prédio de hotel que consome 40000 litros por dia.

SOLUÇÃO:**DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE RECALQUE**

$$D_R = 13 \sqrt{Q} \times \sqrt[4]{X}$$

$$Q = \frac{CD}{h} = \frac{40000l}{6\text{horas}} \times \frac{1}{1000 \times 3600} = 0,00185 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$X = \frac{6}{24} = 0,25$$

$$D_R = 13 \sqrt{0,00185} \times \sqrt[4]{0,25} = 0,0395\text{m}$$

$$D_R = 40\text{mm}$$

TUBULAÇÃO DE SUÇÃO

$$D_s = 50\text{mm}$$

EXTRAVASOR DO RS = 50mm

EXTRAVASOR DO RI = 32 mm (considerando o alimentador predial = 25mm)

DIMENSIONAMENTO DA POTÊNCIA DA MOTO-BOMBA**COMPIMENTO DO RECALQUE:**

Real (25m +0,5m)	= 25,5
Equivalentes (Tabela-10)	
Válvula de retenção pesada de 40mm	= 9,1
Tê passagem direta de 40mm	= 2,2
Registro de gaveta de 40mm	= 0,7
Curva 90 de 40mm	= 1,2
Saída de 40mm	= 3,2
Comprimento Total	= 41,9

Perda de carga unitária - Ju (ábaco-3) = 0,062m/m

Perda de carga no recalque:

$$J(\text{rec}) = 41,9\text{m} \times 0,062\text{m/m} = 2,60\text{m}$$

$$H_{\text{man}}(\text{rec}) = 25\text{m} + 2,6\text{m} = 27,60\text{m}$$

COMPRIMENTO DA SUCCÃO

Real (2m = 1m)	= 3,0
Equivalentes (Tabela-10)	
Válvula de pé de crivo de 50mm	= 23,7
Curva 90 de 50mm	= 1,3
Comprimento Total	= 28,0m
Perda de carga unitária - Ju (ábaco-3) = 0,022m/m	
Perda de carga na sucção:	
J(suc) = 28,0m x 0,022m/m = 0,62m	
Hman(suc) = 2,0m = 0,62m = 2,62m	

ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL

$$H_{man} = H_{man(rec)} + H_{man(suc)}$$
$$H_{man} = 27,6m + 2,62m = 30,22m$$

$$P = \frac{185 \times 30,22}{75 \times 0,4} = 186 = 2CV = 1512watts *$$

*1C.V. = 756,13watts

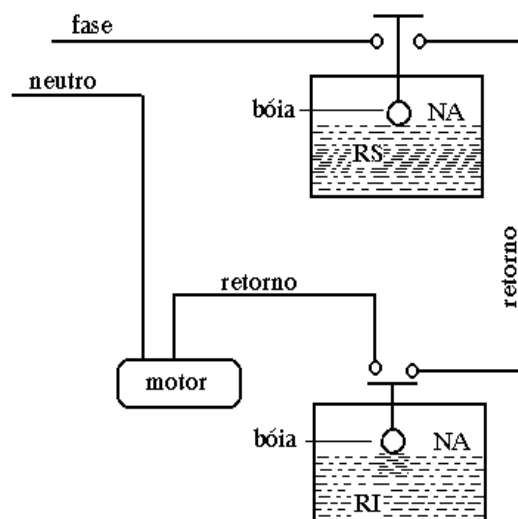
Com estes dados calculados e através dos catálogos dos fabricantes de bombas, especifica-se o modelo de bomba adequado.

EXERCÍCIO - 10

Suponha que o esquema da figura 7 esteja alimentando o prédio do exercício n 2 proposto. Dimensione o conjunto elevatório.

AUTOMÁTICO DE BÓIA

É um par de bóias interligadas eletricamente de tal forma que o motor é acionado automaticamente, quando o nível da água no reservatório superior descer abaixo de um limite estabelecido e houver água disponível no reservatório inferior. Se não tiver água no RI, o motor não ligará, mesmo se faltar água no RS.



A COMUNICAÇÃO DO PROJETO

A NBR 5626 estabelece que a comunicação do projeto tenha uma parte descritiva e uma parte representada.

A parte descritiva deve conter: o memorial descritivo e a justificativa dos critérios de cálculo adotados, as normas de execução e as especificações dos materiais e equipamentos que deverão ser usados.

A parte representada deve conter as seguintes plantas:

1° Planta de locação: Esta planta deverá conter a localização do ramal predial, do hidrômetro, do alimentador predial e do reservatório inferior.

2° Plantas dos pavimentos: Estas plantas devem conter a localização das colunas de distribuição e seus eventuais desvios.

3° Planta da laje de cobertura: Esta planta deve conter a localização do reservatório superior e do barrilete.

4° Esuema vertical do reservatório superior: Consiste em uma perspectiva isométrica do reservatório superior.

5° Esquema vertical das colunas de distribuição.

6° Esquemas isométricos dos ambientes molhados.

7° Esquema do conjunto elevatório.

8° Detalhes construtivos necessários à correta execução do projeto.

BIBLIOGRAFIA

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Manual de instalações hidráulicas e sanitárias.** Ed. Guanabara. 1990.

CREDER, hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias.** Ed. Livros Técnicos e Científicos. 1990.

TUBOS E CONEXÕES TIGRE SA. **Manual técnico de instalações hidráulicas e sanitárias.**
Ed. Pini Ltda. 1987. 2° ed.

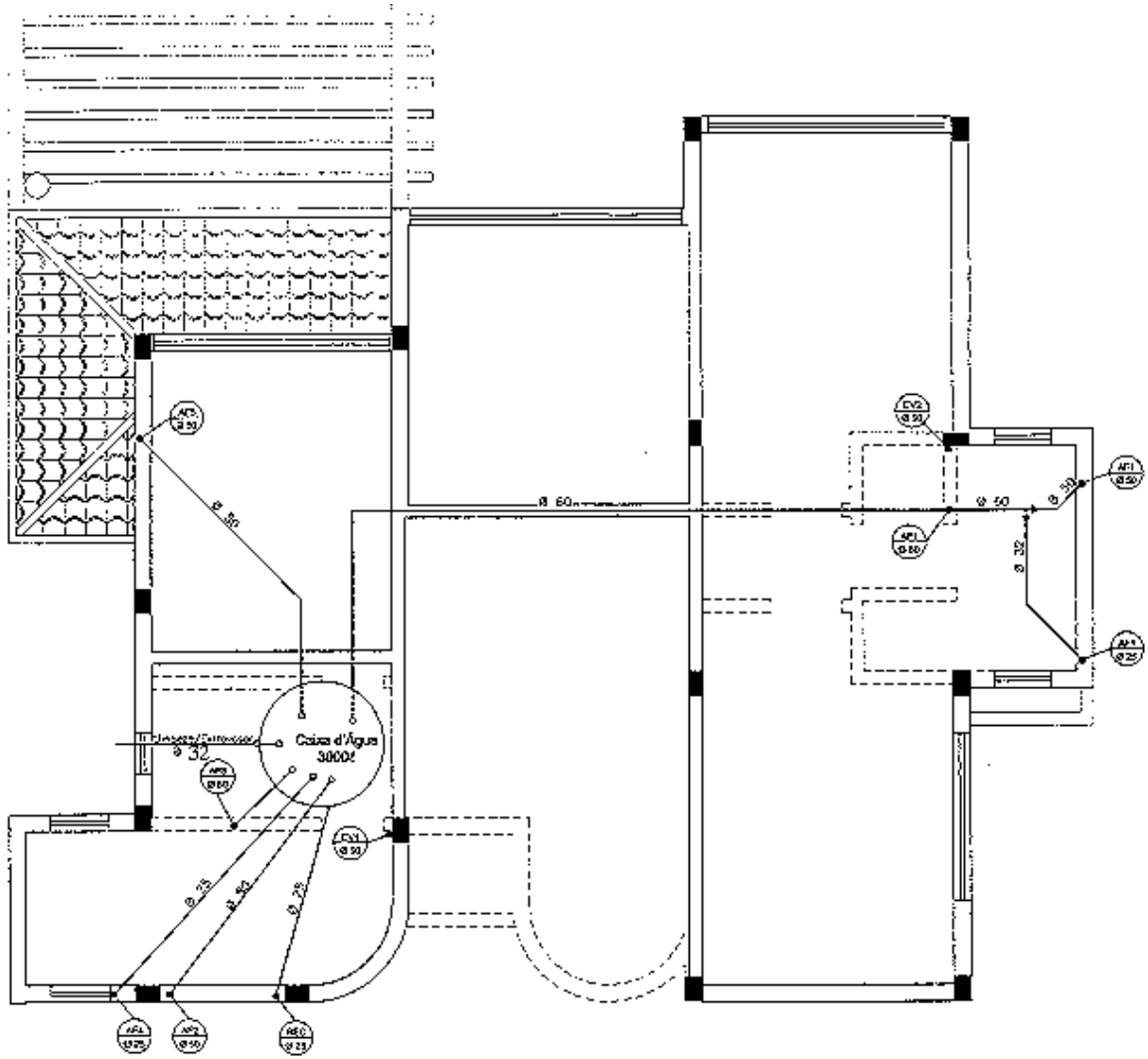
BORGES, Ruth Silveira e Wellington Luiz. **Manual de instalações prediais hidráulico-sanitárias e de gás.** Ed. Pini. 1992. 4. ed.

NBR 5626 - Instalações Prediais de Água Fria

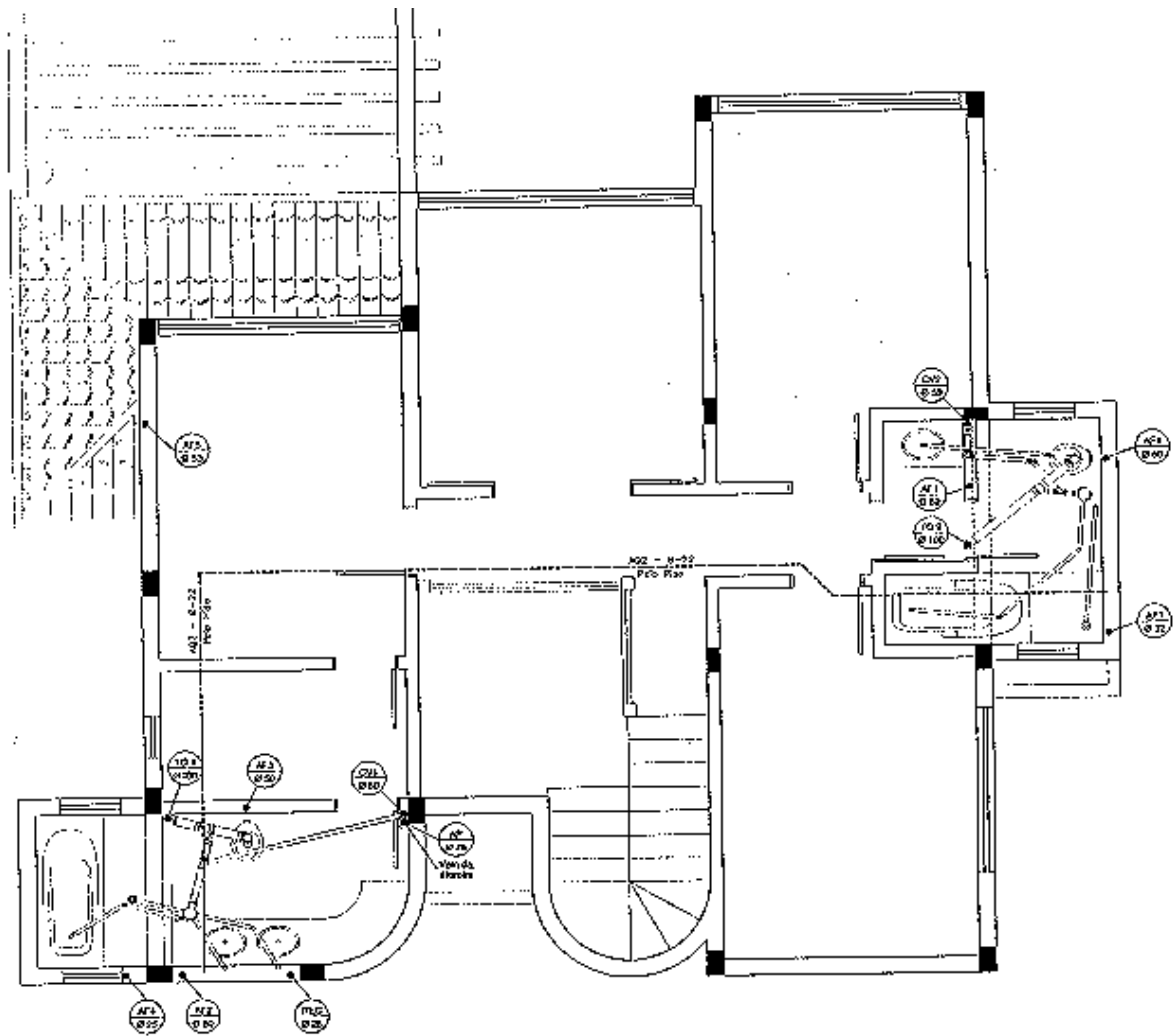
DIBERNARDO, Luiz et alii, **Instalações prediais de água fria.** USP. São Carlos. 1990. 59pg.

A N E X O

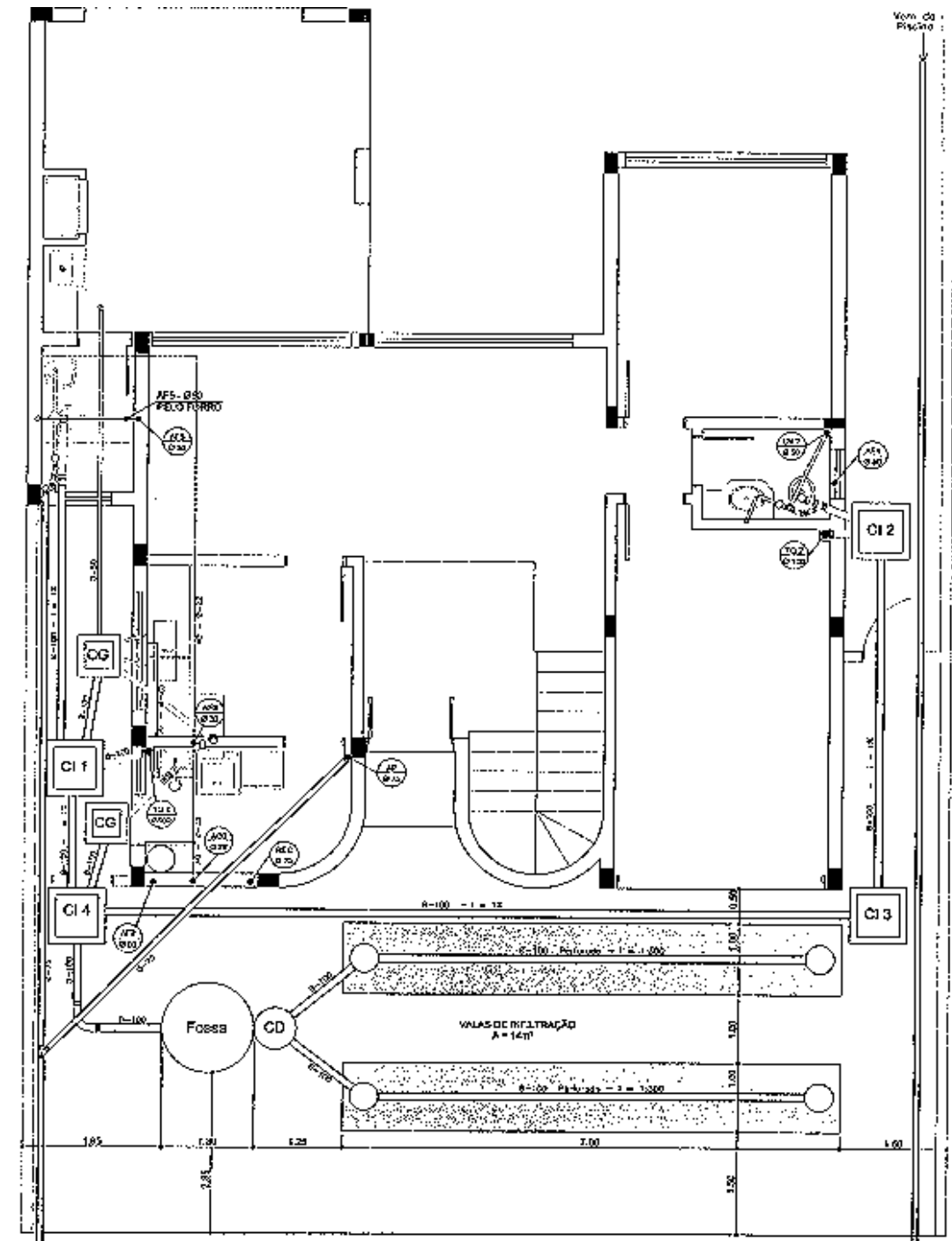
Coloca-se em anexo o projeto de água fria e esgoto doméstico de uma residência unifamiliar de dois pavimentos. O projeto apresentado é parte integrante de um trabalho de conclusão de curso, apresentado por um aluno do curso de engenharia civil em semestre passado. Trata-se de um projeto elaborado para fins acadêmicos, pode entretanto servir de modelo para elaboração e apresentação de novos projetos.



BARRILETE
Eqa. 1:50



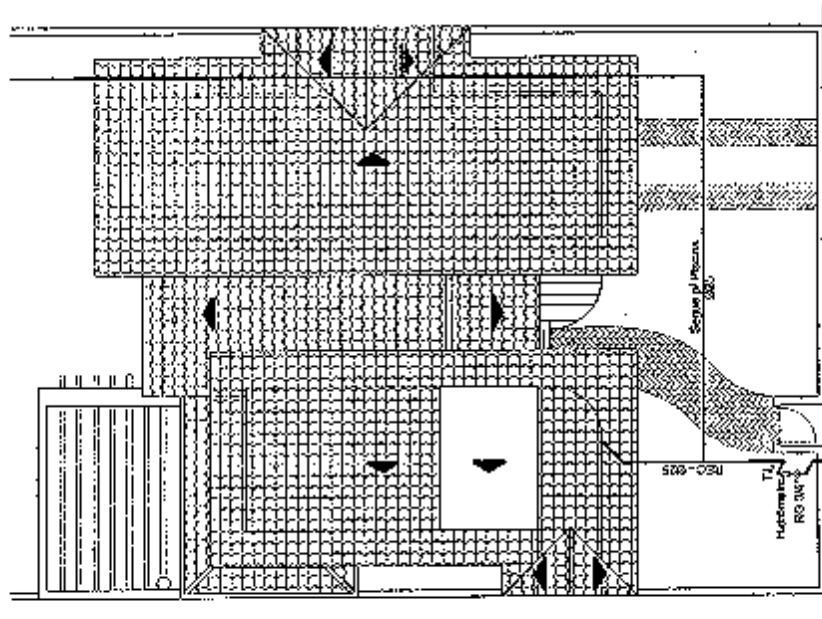
PAVTO SUPERIOR
Ese. 1:50



Segue para Rede pluvial

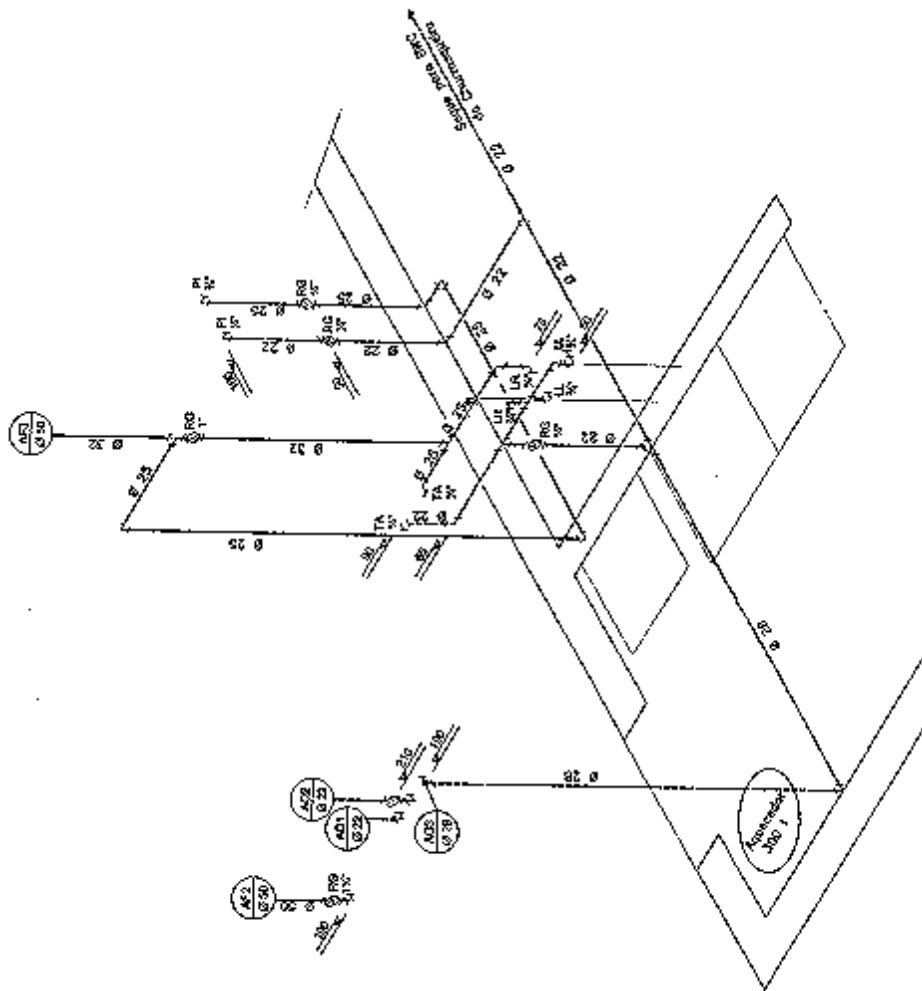
Segue para Rede suja

PAVTO. INFERIOR
Escala: 1:50

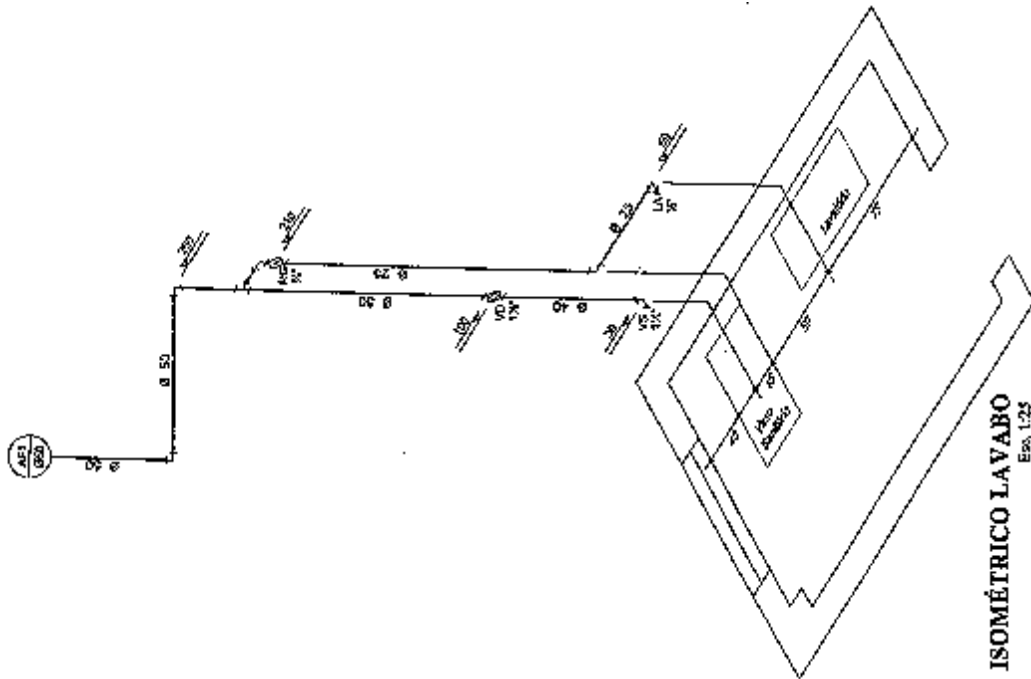


Vão de Casa

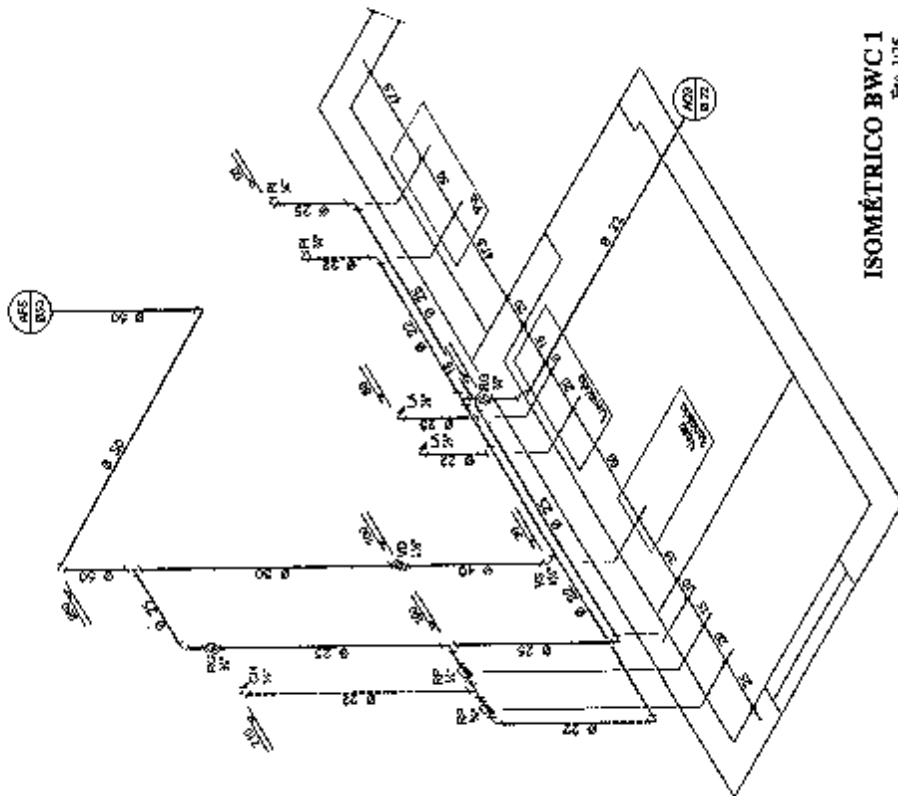
LOCAÇÃO
Escala: 1:100



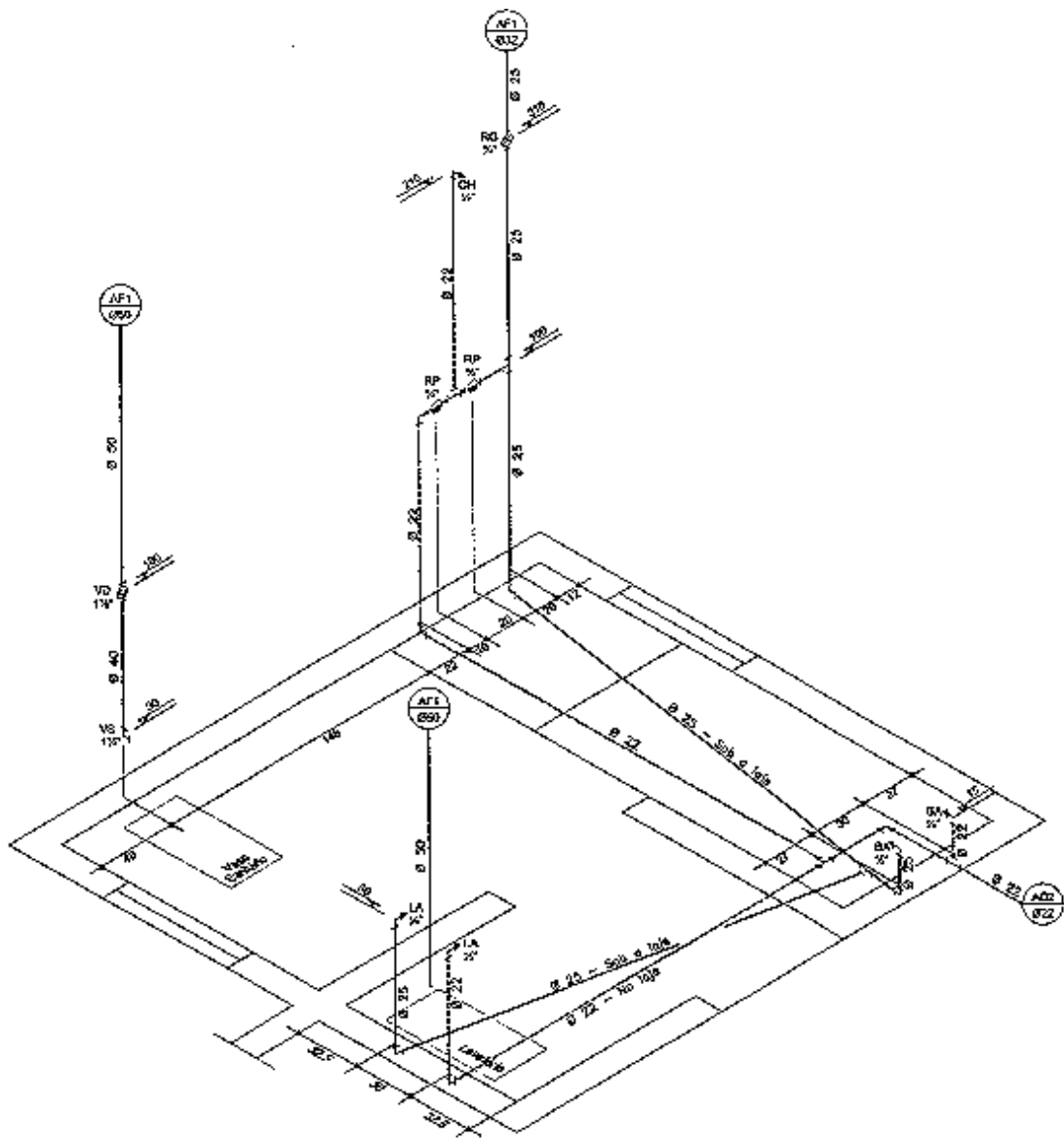
ISOMÉTRICO COZINHA E ÁREA DE SERVIÇO
Escala: 1:25



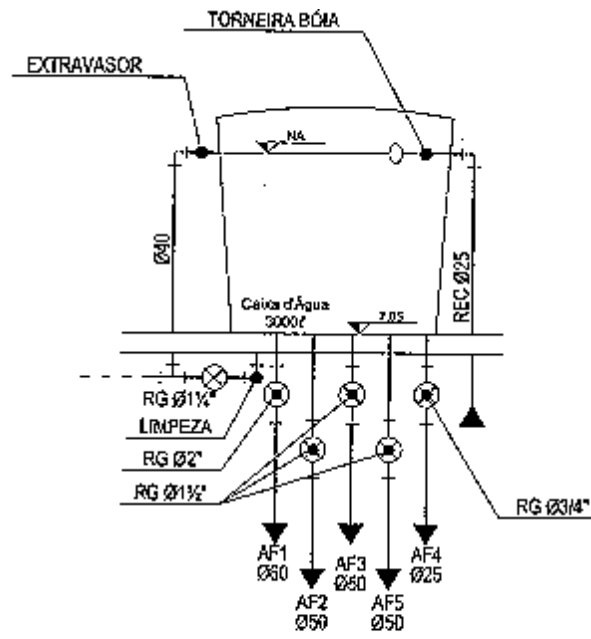
ISOMÉTRICO LAVABO
Escala: 1:25



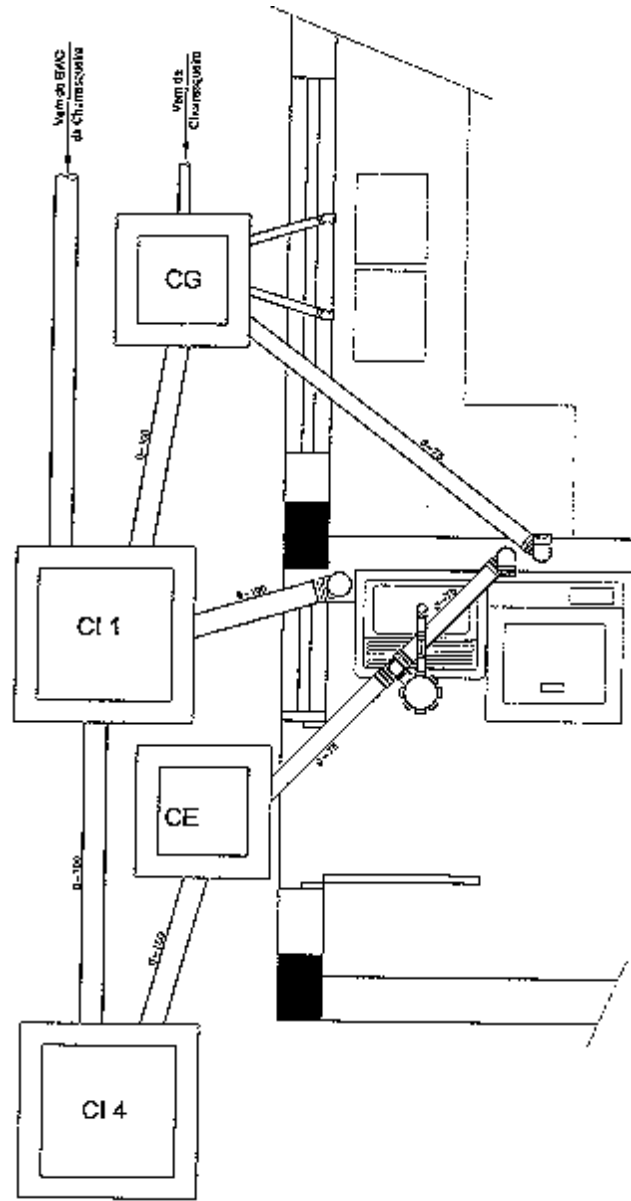
ISOMÉTRICO BWC.1
Escala: 1:25



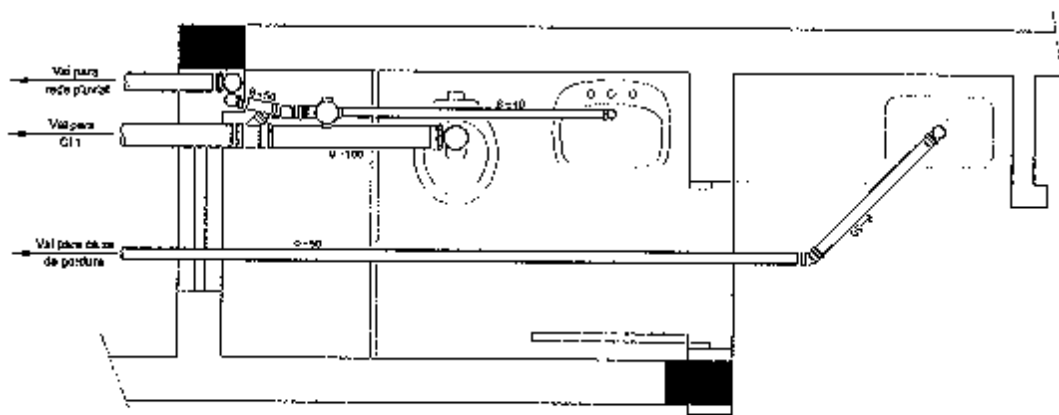
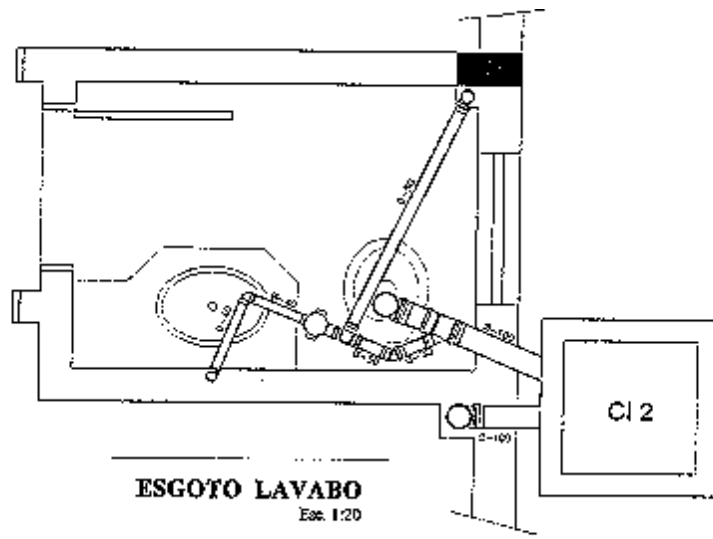
ISOMÉTRICO BWC 3
Escala: 1:25

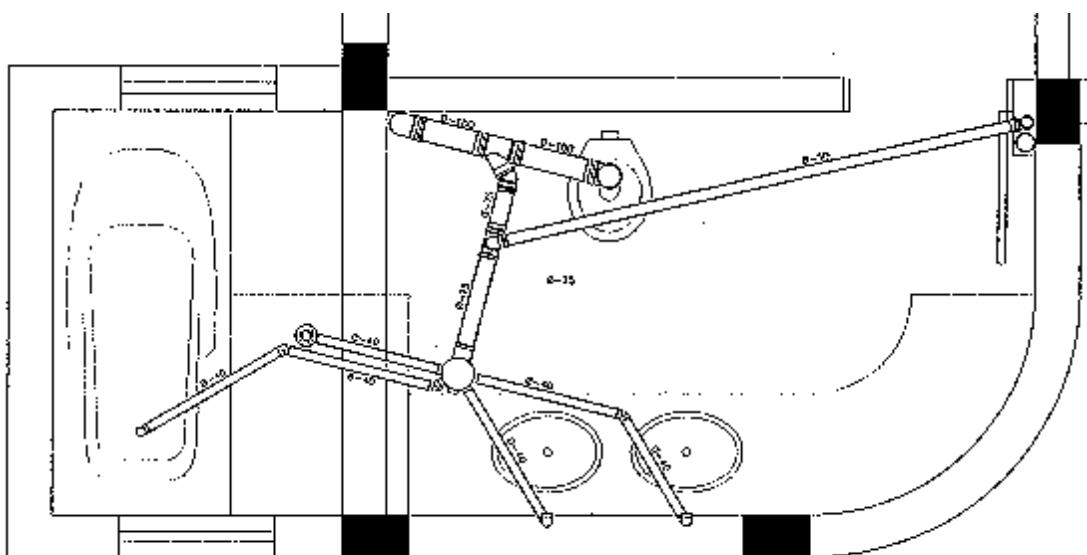


DET. CAIXA D'ÁGUA
SEM ESCALA

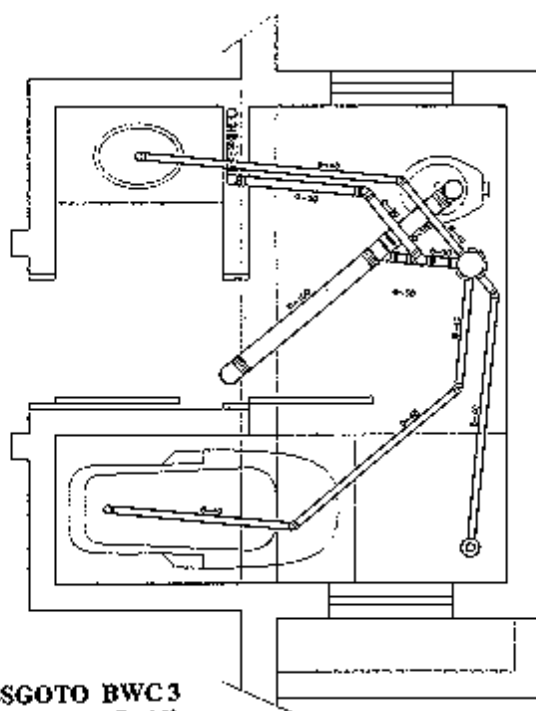


ESGOTO COZINHA E ÁREA DE SERVIÇO
Escala: 1:20





ESGOTO BWC 2
Esc. 1:20



ESGOTO BWC 3
Esc. 1:20