

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROURB CE

PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS
CHAVAL E BARROQUINHA

Tomo I Relatório Geral

Volume 2 Memorial de Cálculos

GHG

FORTALEZA
Abril 1998

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROURB/CE

PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS DE CHAVALE E BARROQUINHA

TOMO I - RELATÓRIO GERAL

VOLUME 2 - MEMORIAL DE CÁLCULO

Lote: 01606 - Prep Scan Index

Projeto Nº 0167/2010

Volume

Qtd. A4

Qtd. A3

Qtd. A2

Qtd. A1

Qtd. A0

Outros



FORTALEZA
439/1-98

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROURB/CE

PROJETO EXECUTIVO DAS
ADUTORAS DE CHAVAL E BARROQUINHA

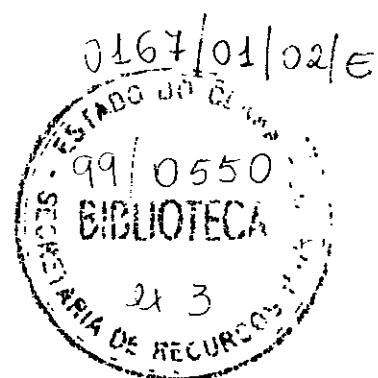
TOMO I - RELATÓRIO GERAL

VOLUME 2 - MEMORIAL DE CÁLCULOS



FORTALEZA
ABRIL/98

10/01/98



SUMÁRIO



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
1. INTRODUÇÃO	6
2. PREMISSAS E VAZÕES DE PROJETO	9
2 1 PREMISSAS DE PROJETO	10
2 2 VAZÕES DE PROJETO	10
3. TRATAMENTO DA ÁGUA	12
4. TRANSIENTES HIDRÁULICOS	20
5. BLOCOS DE ANCORAGEM	33
6 1 TRANSFORMADOR	41
6 2 DIMENSIONAMENTO DE CABOS DO QGBT AOS QGLF'S	41
6 2 1 EE de Lavagem	41
6 2 2 EE de Barroquinha	43
6 2 3 Casa da Quimica	44
6 2 4 EE de Chaval	45
6 2 5 EE de Passagem do Vaz	46
6 2 6 Reservatorio Apoiado de Barroquinha	47
6 3 ALIMENTAÇÃO E PROTEÇÃO DOS CIRCUITOS NOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ E FORÇA	49
6 3 1 EE de Lavagem	49
6 3 2 EE de Barroquinha	50
6 3 3 Casa de Quimica	51
6 3 4 EE de Chaval	53
6 3 5 EE de Passagem do Vaz	54
6 3 6 Reservatorio Apoiado de Barroquinha	55
7. ESTRUTURAL	57



APRESENTAÇÃO



APRESENTAÇÃO

O presente documento consolida os serviços executados através do contrato nº 024/96 firmado entre a COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos e a GHG LTDA, para a elaboração do Projeto Executivo das Adutoras de Chaval e Barroquinha-Ce, no âmbito do Projeto de Desenvolvimento Urbano de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará-PROURB/CE

Os estudos desenvolvidos, conforme o Termo de Referências, são constituídos por atividades específicas que permitiram a elaboração dos seguintes documentos, que compõem o acervo do projeto

TOMO II - RELATÓRIO GERAL

Volume 1 - Texto.

~~Volume 2 - Memorial de Cálculos;~~

Volume 3 - Quantitativos e Custos,

Volume 4 - Especificações Técnicas.

Volume 5 - Normas de Medição e Pagamento,

TOMO II - Desenhos

Volume 1 - Arquitetura - Hidromecânica - Plantas Complementares

Volume 2 - Perfil e Caminhamento - PARTE A

Volume 3 - Perfil e Caminhamento - PARTE B

Volume 4 - Projeto Estrutural

Volume 5 - Projeto Elétrico



1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório constitui-se no Volume 2 - Memorial de Cálculos, Tomo I e têm como objetivo apresentar o detalhamento de todos os cálculos utilizados no dimensionamento das adutoras Chaval e Barroquinha

As características técnicas do sistema adutor de Chaval projetado são as seguintes

- Município atendido, Chaval
- População beneficiada sede 11 156 hab no ano 2 016 e 816 hab de Passagem do Vaz
- Vazão média 19.37 l/s
- Nº de horas de bombeamento 24 h
- Manancial Açude Itaúna
- Captação Montada sobre flutuante no espelho d'água da Barragem da Passagem, com 12 CV de potência Será comum com o sistema adutor de Barroquinha
- ETA Por se tratar de água superficial, a opção adotada é a filtração por fluxo ascendente com função também de clarificação, tecnologia Henfibra Haverá uma cloração do afluente filtrado e está prevista uma fluoretação Suas unidades físicas são quatro filtros de 3,00 m de diâmetro com taxa de filtração 146,88 m³/m² dia Sera comum com o sistema adutor de Barroquinha
- Adução Diâmetro = 200 mm \Rightarrow Pressão máxima de Serviço = 100 m c a
- Estação Elevatória EEC \Rightarrow P = 30 CV

As características técnicas do sistema adutor de Barroquinha projetado são as seguintes

- Município atendido Barroquinha
- População beneficiada 9 950 hab no ano 2 016
- Vazão média 17.41 l/s
- Nº de horas de bombeamento 24 h
- Manancial Açude Itaúna

- **Captação** Montada sobre flutuante no espelho d'água da Barragem da Passagem, com 12 CV de potência. Será comum com o sistema adutor de Chaval
- **ETA** Por se tratar de água superficial, a opção adotada é a filtração por fluxo ascendente com função também de clarificação, tecnologia Henfibra. Haverá uma cloração do afluente filtrado e está prevista uma fluoretação. Suas unidades físicas são quatro filtros de 3,00 m de diâmetro com taxa de filtração 146,88 m³/m² dia. Será comum com o sistema adutor de Chaval
- **Adução** Diâmetro = 200 mm \Rightarrow Pressão Máxima de Serviço = 100 m c a
- **Estação Elevatória** EEB \Rightarrow P = 30 CV
- **Reservação** Reservatório Elevado 100 m³
Reservatório Apoiado 400 m³



2. PREMISSAS E VAZÕES DE PROJETO

2. PREMISSAS E VAZÕES DE PROJETO

2.1 PREMISSAS DE PROJETO

Considerando o estudo já apresentado sobre as alternativas do traçado das adutoras, pode-se apresentar, as seguintes premissas, tendo como horizonte o ano de 2 016

– População urbana atual (1995) - Barroquinha	6 565 hab
– População urbana atual (1995) - Chaval	7 360 hab
– Ano horizonte no projeto	2 016
– População no ano 2 016 - Barroquinha	9 950 ha
– População no ano 2 016 - Chaval	11 156 ha
– Consumo "per capita"	150 l/hab dia
– Coeficiente do dia do maior consumo (k1)	1,2
– Coeficiente da hora de maior consumo (k2)	1,5

2.2 VAZÕES DE PROJETO

A evolução da demanda de água da adutora de Barroquinha é apresentada no Quadro 2.1 a seguir

QUADRO 2.1 DEMANDA DE ÁGUA

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA ¹ (hab)	DEMANDA ² (m ³ /ano)	VAZÃO MÉDIA ³ (l/s)	VAZÃO DO DIA DE MAIOR CONSUMO (l/s)
1995	6 618	362 335,50	11,49	13,79
2 005	8 068	441 723,00	14,01	16,81
2 010	8 907	487 658,25	15,46	18,55
2 016	10 031	549 197,25	17,41	20,89

- 1 - Incluindo Lagoa do Mato,
- 2 - Considerando consumo diário, durante 365 dias,
- 3 - Considerando consumo diário, bombeamento 24 horas

A evolução da demanda de água da Adutora de Chaval é apresentada no Quadro 2.2 a seguir

QUADRO 2.2 - CHAVAL

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	DEMANDA ² (m ³ /ano)	VAZÃO MÉDIA ³ (l/s)	VAZÃO DO DIA DE MAIOR CONSUMO (l/s)
1995	7 360	402 960,00	12,78	15,34
2 005	8 972	491 217,00	15,58	18,70
2 010	9 906	542 353,50	17,20	20,64
2 016	11 156	610 791,00	19,37	23,24

A evolução da demanda d'água para a comunidade Passagem do Vaz é apresentada a seguir no Quadro 2.3

QUADRO 2.3 - PASSAGEM DO VAZ

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	DEMANDA ² (m ³ /ano)	VAZÃO MÉDIA ³ (l/s)	VAZÃO DO DIA DE MAIOR CONSUMO (l/s)
1995	539	29 510,25	0,94	1,13
2 005	657	35 970,75	1,14	1,37
2 010	725	39 693,75	1,26	1,51
2 016	816	44 676,00	1,42	1,70



3. TRATAMENTO DA ÁGUA

3. TRATAMENTO DA ÁGUA

Perda de Carga Inicial (filtro limpo)

Estão aqui mostrados os cálculos para determinar as perdas de carga nos filtros

a) meio filtrante limpo

para o cálculo de perda de carga inicial, será utilizada a seguinte expressão

$$h_i = 150 \frac{\nu}{g} \frac{(1-e)^2}{e} \frac{L_f}{(c_e)^2} \frac{\varepsilon}{\varepsilon^2} \frac{U}{U^2} + 1,75 \frac{(1-e)}{c_e} \frac{L_f (T)^2}{g \varepsilon^2} \frac{\varepsilon}{d}$$

Onde.

h_i - Perda de carga (m),

L_f - Espessura de meio filtrante (m) - 1,60 m,

g - Aceleração da gravidade (m/s^2) = 9,81 m/s^2 ,

ε - Porosidade de meio filtrante limpo (adimensional) = 0,42,

c_e - Coeficiente de esfericidade (adimensional) = 0,75.

T - Velocidade ascensional (m/s) = $1,70 \times 10^{-3}$ m/s,

$$\nu = \frac{\text{viscosidade absoluta da água (m}^2/\text{s)}}{\text{massa específica de água}} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$h_i = 150 \frac{10^{-6}}{9,81} \frac{(1-0,42)^2}{(0,42)^3} \frac{1,60}{(0,75)^2} \frac{1,70 \cdot 10^{-3}}{79 \cdot 10^4} +$$

$$+ 1,75 \frac{(1-0,42)}{(0,42)} \frac{1,60 (1,70 \cdot 10^{-3})^2}{0,75 \cdot 9,81} \cdot 853 =$$

$$h_i = 0,2652 + 0,0073$$

$$h_i = 0,27m$$

Cálculo de $\sum \frac{X_i}{d^2} e \frac{X}{d}$

Onde

X_i = fração do material no caso de meio filtrante não uniforme,

d = tamanho médio dos grãos entre peneiras consecutivas da série granulométrica (m)

Subcamada	Espessura (m)	tamanho dos grãos (mm)	d (mm)	X_i	$\frac{X_i}{d} m^{-1}$	$\frac{X_i}{d^2} (m^{-2} \times 10^4)$
1	0,16	0,59 - 0,84	0,70	0,10	143	20,4
2	0,16	0,84 - 1,00	0,92	0,10	109	11,8
3	0,40	1,00 - 1,19	1,09	0,25	229	21,0
4	0,40	1,19 - 1,41	1,30	0,25	193	14,8
5	0,24	1,41 - 1,68	1,54	0,15	97	6,6
6	0,24	1,68 - 2,00	1,83	0,15	82	4,5
Σ	1,60			1,00	853	79

b) Camada suporte

Usando a mesma equação, com

$\epsilon = 0,40$ $C_e = 0,70$ $L_f = 0,70$

$$h_2 = 150 \frac{10^{-6} (1-0,40)^2}{9,81 (0,40)^3} \frac{0,70}{(0,70)^2} 1,70 \times 10^{-3} 29 519,6 +$$

$$+ 1,75 \frac{(1-0,40)}{(0,40)^3} \frac{0,70}{0,70} \frac{(1,70 \times 10^{-3})^2}{9,81} 142,34 =$$

$$h_2 = 0,0062 + 0,0007$$

$$h_2 = 0,0069 \text{ m}$$

Cálculo de $\Sigma = \frac{x_i}{d^2} e \Sigma \frac{x_i}{d}$

Subcamada	Espessura (m)	Tamanho dos grãos (mm)	d (mm)	X _i	$\frac{X_i}{d} m^{-1}$	$\frac{X_i}{d^2} (m^{-2})$
1	0,175	25,5 - 38,0	31,10	0,26	6,89	221,60
2	0,075	19,0 - 25,4	20,00	0,10	5,50	275,00
3	0,075	6,4 - 12,7	9,00	0,10	12,22	1 358,00
4	0,125	2,4 - 4,8	3,40	0,18	84,03	24 715,80
5	0,125	12,7 - 19,0	13,50	0,18	21,48	1 591,20
6	0,125	6,4 - 12,7	9,00	0,18	12,22	1 358,00
Σ	0,70			1,00	142,34	29 519,60

c) Velocidade mínima de fluidificação

Utiliza-se a fórmula de Amirtharajah e Cleasby no sistema MKFS, para se encontrar a velocidade mínima de fluidificação

$$V_{mf} = \frac{1,2845 \cdot 10^{-6} \cdot d^{1,82} [\gamma_a (\gamma_s - \gamma_a)]^{0,94}}{\mu_a^{0,88}}$$

Onde

d = diâmetro d₆₀

γ_a = Peso específico de água = 1000 kg/m³

γ_s = Peso específico de grão de areia = 2650 kg/m³

μ_a = Viscosidade absoluta, ou viscosidade dinâmica da água = 10⁻⁴ kgfm²s

C_{du} (coeficiente de desuniformidade) = 1,6

d₁₀ = (diâmetro efetivo) = 0,84 mm

$$\text{temos } C_{du} = \frac{d_{60}}{d_{10}} \Rightarrow d_{60} = C_{du} \cdot d_{10} = 1,60 \cdot 0,84 = 1,34 \text{ mm}$$

$$d_{60} = 1,34 \times 10^{-3} \text{ m}$$

logo,

$$V_{mf} = \frac{1,2845 \cdot 10^{-6} \cdot (1,34 \cdot 10^{-3})^{1,82} [1000(2650 - 1000)]^{0,94}}{(10^{-4})^{0,88}}$$

$$V_{mf} = 1,2845 \cdot 10^{-6} \times 1,34^{182} \times 10^{-5,46} \times 6,99 \times 10^5 \cdot 10^{3,52}$$

$$V_{mf} = 15,29 \times 10^{-2,94} = 0,018 \text{ m/s}$$

Isto para N° de Reynolds (Re) < 10, caso contrário corrigi-lo

N° de Reynolds

$$Re = \frac{\rho v d}{\mu} \quad \text{Onde, } \rho - \text{ massa específica da água} = 102 \text{ kgf m}^{-4} \text{ s}^2 \text{ (u t m),}$$

v - Velocidade de fluidificação calculada em m/s,

d - Tamanho do diâmetro do grão de areia médio em m

$$Re = \frac{102 \cdot 0,018 \cdot 1,34 \cdot 10^{-3}}{10^{-4}}$$

$$Re = 24,60 > 10$$

velocidade corrigida

$$V_{mf} = K_{mf} V$$

$$K_{mf} = 0,775 Re_{mf}^{-0,272} = 1,775 \cdot 24,6^{-0,272} = 0,74$$

$$V_{mf} = 0,74 \cdot 0,018 = 0,013 \text{ m/s}$$

Com este dado, adotar a velocidade para expansão do leito filtrante que é 0,015 m/s > 0,013 m/s, e calcula-se o número de Reynolds e número de Galileu para essa velocidade, para depois entrar no ábaco do livro do Di Bernardo (VER FIGURA 4 1)

d) Espessura do leito filtrante expandido

Cálculo do Re e Ga p/ velocidade adotada (V=0,015 m/s)

$$Re = \frac{102 \cdot 0,015 \cdot 1,34 \cdot 10^{-3}}{10^{-4}} = 20,50 \text{ (sistema Mkgf s)}$$

$$Ga = \frac{D_{eq}^3 \rho_a (\rho_s - \rho_a) g}{\mu^2} \text{ (sistema MKS)}$$

onde, $\rho_a = 1000 \text{ Kg/m}^3$

$\rho_s = 2650 \text{ Kg/m}^3$

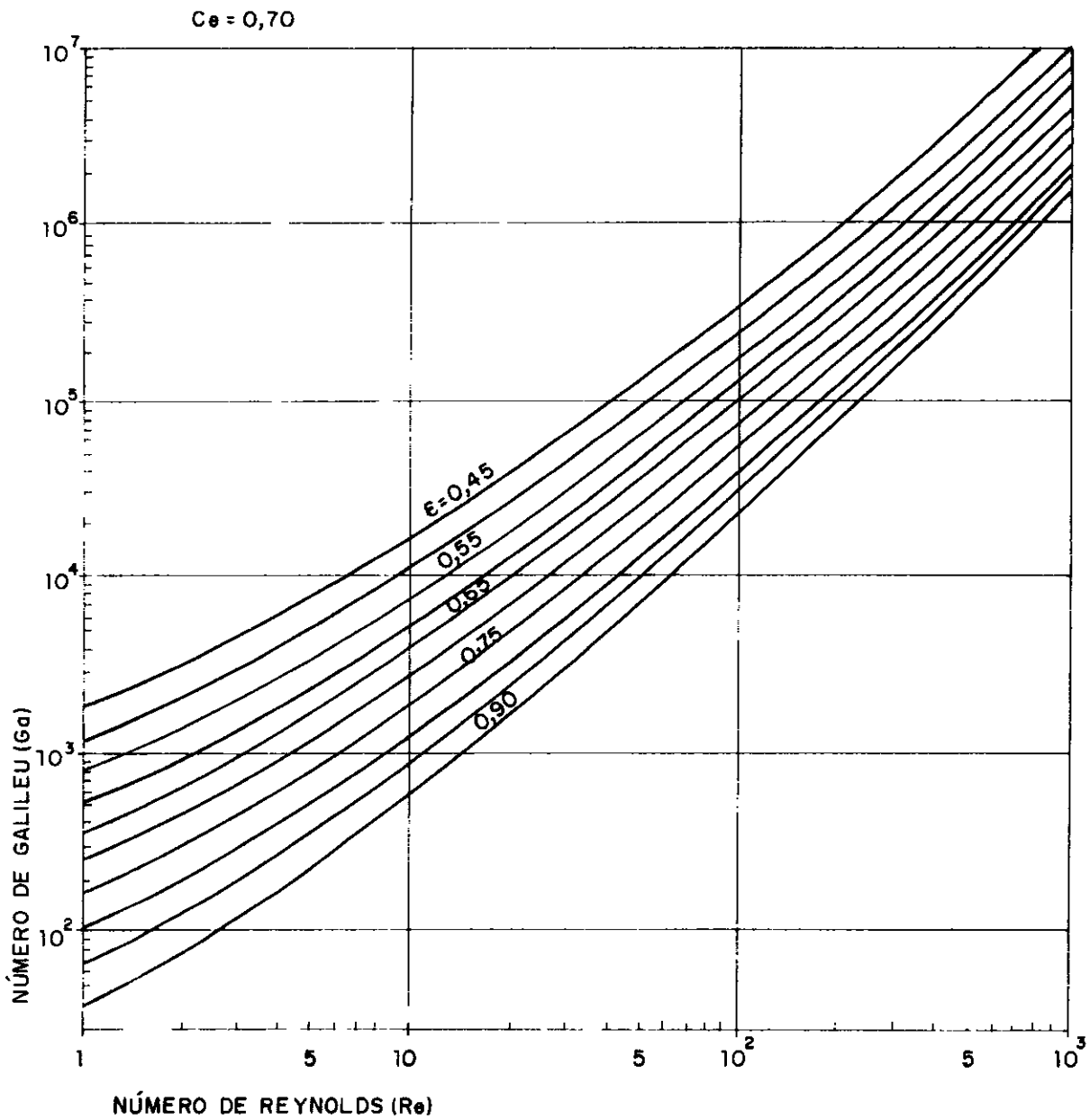
$\mu = 10^{-3} \text{ kg m}^{-4} \text{ s}^2$

$D_{eq} = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

$\mu = 10^{-3} \text{ kg m}^{-4} \text{ s}^2$

$$Ga = \frac{(1,34 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 1000(2650-1000) \cdot 9,8}{(10^{-3})^2} = 38\,907$$

ÁBACO
COEFICIENTE DE ESFERIDADE (C_e)
POROSIDADE DO LEITO EXPANDIDO (ϵ) EM FUNÇÃO
DO NÚMERO DE REYNOLDS E DO NÚMERO DE GALILEU



000020

Entrando-se no ábaco, com $C_e = 0,70$ (coeficiente da esfericidade) tem - se
 $\rho \cong 0,50$

$Le = \left(1 + \frac{\rho - \rho_0}{1 - \rho}\right) L$ Onde ρ_0 = porosidade do leito filtrante em repouso,
 ρ = porosidade do leito filtrante expandido,
 L = espessura da camada da areia em repouso,
 Le = espessura da camada da areia expandida

$$Le \left(1 + \frac{\rho - \rho_0}{1 - \rho}\right) 1,60$$

$$Le = 1,16 \cdot 1,60$$

$$Le = 1,86 \text{ m}$$

e) Perda de carga no meio filtrante expandido e na camada suporte

- expansão adotada da areia, 20% > 16% calculada
- Areia expandida

$$\Delta h_e = \frac{L(1 - \varepsilon)(\rho_s - \rho_e)}{\rho_e}$$

$$\Delta h_e = \frac{1,92(1 - 0,42)(2,65 - 1,00)}{1,0}$$

$$\Delta h_e = 1,84 \text{ m}$$

- Camada de suporte

$$\Delta h_s = 1,36 T + 1,03 T^2$$

$$\Delta h_s = 1,36 \cdot 0,0150 + 1,03 (0,0150)^2$$

$$\Delta h_s = 0,02 \text{ m}$$

A perda de carga total é menor do que 2,00m



4. TRANSIENTES HIDRÁULICOS

4. TRANSIENTES HIDRÁULICOS

Calculos Hidráulicos

São dados

- diâmetro D (m)
- espessura e (m)
- rendimento do grupo motor-bomba η
- altura manométrica, h_0 (m c a)
- número de bombas funcionando simultaneamente N
- constante do material K
- vazão Q_0 (m³/s)
- comprimento L (m)
- rotação (rpm)

Assim, calcula-se

- A celeridade C do golpe de ariete

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}}$$

Chaval

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 1 \frac{0,20}{0,0054}}}$$

$$C = 1072 \text{ m/s}$$

Barroquinha

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 1 \frac{0,20}{0,0054}}}$$

$$C = 1072 \text{ m/s}$$

- A velocidade U_0 no conduto

$$U_0 = \frac{4Q_0}{\pi D^2}$$

Chaval

$$U_0 = \frac{4 \times 0,0232}{3,14 \times (0,2)^2}$$

$$U_0 = 0,74 \text{ m/s}$$

Barroquinha

$$U_0 = \frac{4 \times 0,0209}{3,14 \times (0,2)^2}$$

$$U_0 = 0,67 \text{ m/s}$$

- A constante da linha A

$$A = \frac{C \times U_0}{g \times h_0}$$

Chaval

$$A = \frac{905 \times 0,70}{9,81 \times 60,82}$$

$$A = 1,12$$

Barroquinha

$$A = \frac{905 \times 0,67}{9,81 \times 64,49}$$

$$A = 0,96$$

- A inércia das bombas

Os valores do momento de inércia I foram adotados a partir das equações empíricas sugeridas por Thorley e Faithfull Tem-se para as N unidades

$$\text{Inércia da bomba} \Rightarrow I_B = 0,038 \left(\frac{P}{N^3} \right)^{0,96}$$

$$I_B = 0,038 \left(\frac{P_{CV} \times 0,736}{3,50^3} \right)^{0,96}$$

onde I é em kg m²,

P é em kW (1 CV = 0,736 kW),

N é em 10⁻³ rpm

Chaval

$$I_B = 0,038 \left(\frac{30 \times 0,736}{(3,50)^3} \right)^{0,96}$$

Barroquinha

$$I_B = 0,038 \left(\frac{30 \times 0,736}{(3,50)^3} \right)^{0,96}$$

$$I_B = 0,02 \quad \text{kg m}^2$$

$$I_B = 0,02 \quad \text{kg m}^2$$

- A Inércia do motor $\Rightarrow I_M = 0,0043 \left(\frac{P}{N} \right)^{1,48}$

Chaval

Barroquinha

$$I_M = 0,0043 \left(\frac{30 \times 0,736}{3,50} \right)^{1,48}$$

$$I_M = 0,0043 \left(\frac{30 \times 0,736}{3,50} \right)^{1,48}$$

$$I_M = 0,10 \quad \text{Kg m}^2$$

$$I_M = 0,10 \quad \text{Kg m}^2$$

- A inércia do conjunto motor-bomba

$$I = N (I_B + I_M)$$

Chaval

Barroquinha

$$I = 1 (0,02 + 0,10)$$

$$I = 1 (0,02 + 0,10)$$

$$I = 0,12 \quad \text{Kg m}^2$$

$$I = 0,12 \quad \text{Kg m}^2$$

- Finalmente, tem-se a constante da bomba J (adimensional)

$$J = \frac{\eta \times I \times n^2 \times C}{180 \times \gamma \times S \times LU_0 \times h_0}$$

Chaval

Barroquinha

$$J = \frac{0,70 \times 0,12 \times (3500)^2 \times 1072}{180 \times 9768 \times 0,0314 \times 16485 \times 0,74 \times 60,82}$$

$$J = \frac{0,70 \times 12 \times (3500)^2 \times 1072}{180 \times 9768 \times 0,0314 \times 13980 \times 0,67 \times 64,49}$$

$$J = 0,03$$

$$J = 0,03$$

- Fator de perda de carga H_f (adimensional)

$$H_f = \frac{P}{h_0} \text{ sendo } P \text{ é a perda de carga no conduto em m,}$$

h_0 é a altura manométrica em m

Chaval

$$H_f = \frac{51,10}{60,82}$$

$$H_f = 0,84$$

Barroquinha

$$H_f = \frac{36,35}{64,49}$$

$$H_f = 0,56$$

- Cálculo de fórmula de Alievi (m)

$$\Delta h_f = \frac{C \times U_o}{g}$$

Chaval

$$\Delta h_f = \frac{1072 \times 0,74}{9,81}$$

$$\Delta h_f = 80,86 \text{ m}$$

Barroquinha

$$\Delta h_f = \frac{1072 \times 0,67}{9,81}$$

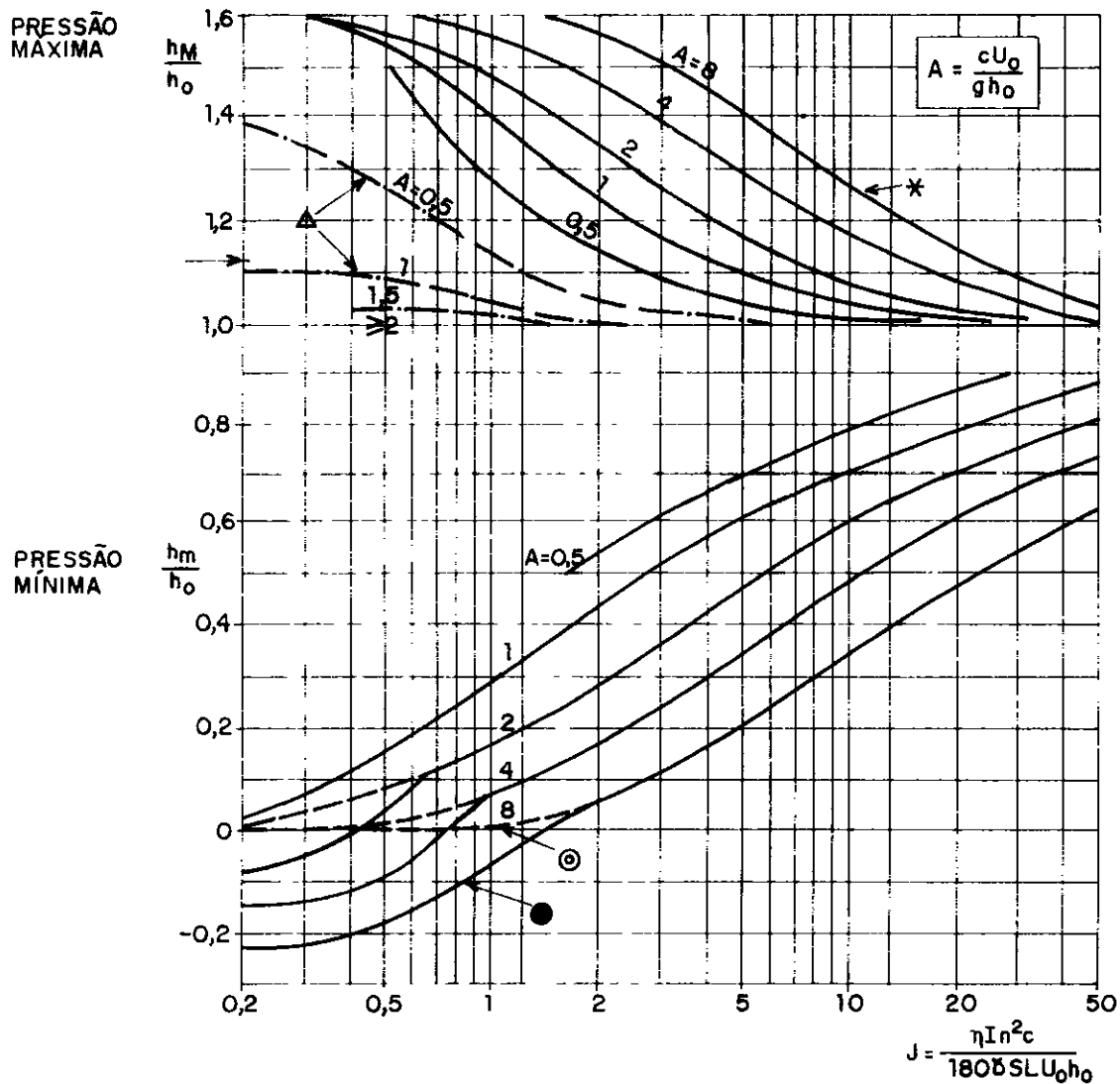
$$\Delta h_f = 73,22 \text{ m}$$

O gráfico da Figura A 1, dá os valores das pressões máximas e mínimas junto de uma bomba após falta de corrente. Os gráficos das figuras A2 e A3 dão os valores das pressões mínimas no conduto para o mesmo evento (levando em conta as perdas de carga no conduto)

O quadro 4 1 resume os dados de entrada necessários do desenvolvimento dos transientes hidráulico

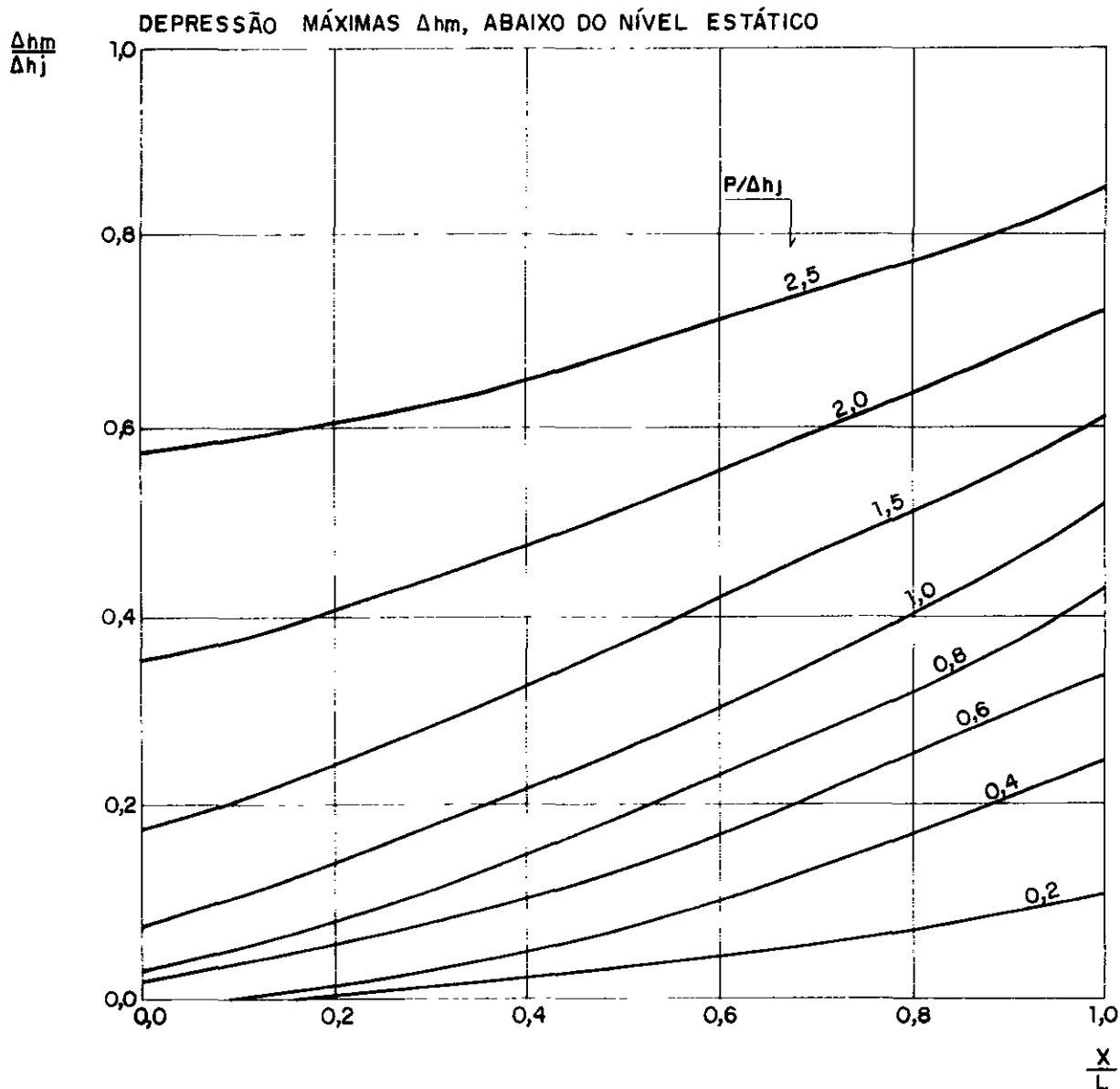
O quadro 4 2 fornece os resultados oriundos dos cálculos

**INFLUÊNCIA DA INÉRCIA
PRESSÕES EXTREMAS JUNTO DE UMA BOMBA APÓS FALTA DE CORRENTE**



- * COM INVERSÃO DO ESCOAMENTO ATRAVÉS DA BOMBA
- Δ COM INVERSÃO DO ESCOAMENTO MAS SEM INVERSÃO DA ROTAÇÃO DA BOMBA
- ⊙ NO MOMENTO DA INVERSÃO DO ESCOAMENTO
- NO INSTANTE $2L_0$

**PRESSÕES MÍNIMAS E MÁXIMAS NO CONDUTO
A SEGUIR A SUA PARADA BRUSCA DAS BOMBAS
(TENDO EM ATENÇÃO AS PERDAS DE CARGA NO CONDUTO)**

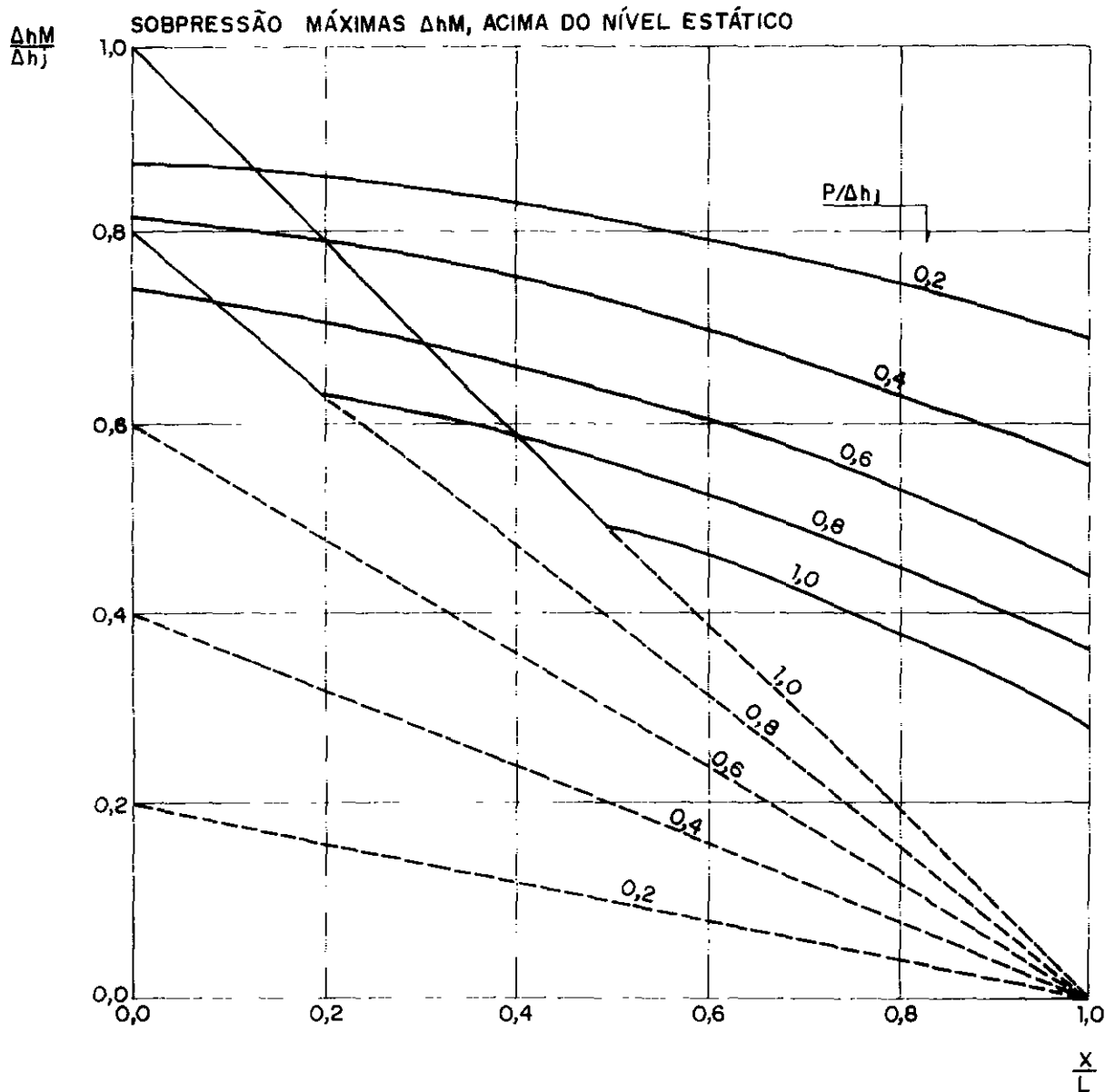


P = PERDA DE CARGA NO CONDUTO

$\Delta h_j = \frac{cU_0}{g}$ (FÓRMULA DE ALLIEVI)

000028

**PRESSÕES MÍNIMAS E MÁXIMAS NO CONDUTO
A SEGUIR A SUA PARADA BRUSCA DAS BOMBAS
(TENENDO EM ATENÇÃO AS PERDAS DE CARGA NO CONDUTO)**



P = PERDA DE CARGA NO CONDUTO

$\Delta h_j = \frac{cU_0^2}{g}$ (FÓRMULA DE ALLIEVI)

700029

FIGURA A3

QUADRO 4 1 - DADOS DE ENTRADA

TRECHO ITEM	ADUTORA DE CHAVAL	ADUTORA DE BARROQUINHA
Comprimento L (m)	16 485	13 980
Diâmetro D (mm)	200	200
Constante do Material (FoFo) K	1	1
Classe Comercial do Material	FoFo	FoFo
Espessura e (mm)	5,4	5,4
Vazão Qo (m3/s)	0,02324	0,02089
Cota do terreno nas bombas (m)	19,21	19,21
Cota do terreno a jusante do conduto (m)	21,39	30,03
Cota do terreno no meio do conduto (m)	15,26	42,94
Carga estática Ho (m)	-	-
Perda de carga no conduto P (m c a)	51,87	36,11
Altura manométrica total ho (m c a)	61,87	65,11
nº de bombas funcionando simul N	01	01
Rendimento M-B η (adimensional)	0,70	0,70
Rotação "n" (r p m)	3500	3500
Valores de Inércia da bomba (kg m ²)	0,02	0,02
Valores da Inércia do motor (kg m ²)	0,10	0,10

QUADRO 4 2 - RESULTADOS DOS CÁLCULOS

TRECHO ITEM	ADUTORA DE CHAVAL	ADUTORA DE BARROQUINHA
Celeridade C (m/s)	1 072	1 072
Velocidade U _o (m/s)	0,74	0,67
Constante da linha A (adimensional)	1,12	0,96
Resultante das inércias do conjunto M-B (kgf m ²)	0,12	0,12
Constante da bomba J (adimensional)	0,03	0,03
Cálculo de Δh_j (m)	80,86	73,22
Fator de perda de carga Hf (adimensional)	0,84	0,56
Valores do h_M/h_o	1,60	1,60
Abaco fig A1 h_m/h_o	0,02	0,03
Cálculo de carga h_M (m c a) $h_M = h_o \times h_m$	98,99	104,18
Cálculo de cota piezométrica máxima na bomba (m c a)	118,20	123,39
Calculo da carga h_m (m c a) $h_m = h_o \times$	1,24	1,95
Cálculo da cota piezométrica mínima na bomba (m c a)	20,45	21,16
Valores do $\Delta h_m/\Delta h_j$	0,15	0,10
Abaco fig A2 e A3 $\Delta h_M/\Delta h_j$	0,63	0,69
Pressão mínima no meio da tubulação h_m (m c a) $h_m = \Delta h_j \times$	12,13	7,32
Cota piezométrica mínima no meio da tubulação	27,39	50,26
Pressão máxima no meio da tubulação h_M (m c a) $h_M = \Delta h_j \times$	0,53	0,39
Cota piezométrica máxima no meio da tubulação (m c a)	15,79	43,33

Roteiro de Cálculo para Análise do transitório Ocasionado pelo Fechamento de Válvula

O método calcula as piezométricas máximas na válvula e no ponto médio da adutora, ocasionado pelo fechamento da válvula de jusante descarregando na atmosfera

Os adimensionais que caracterizam o modelo são

Constante da linha (ρ) (adimensional) Constante da tubulação gravitária (K)

Adimensional

$$\rho = \frac{aV_0}{2gH_0}$$

$$K_1 = \frac{aT_c}{2L}$$

sendo

a = celeridade de propagação do golpe de ariete (m/s),

V_0 = velocidade inicial da água na adutora (m/s),

H_0 = carga estática (diferença de nível da cota do reservatório e da cota da válvula) (m).

g = aceleração da gravidade (m/s),

T_c = o tempo de fechamento da válvula (s),

L = comprimento do trecho da adutora (m),

K_1 = constante da tubulação gravitária

Os cálculos hidráulicas são

Não há necessidade de cálculos hidráulicos, neste sistema adutor

000031

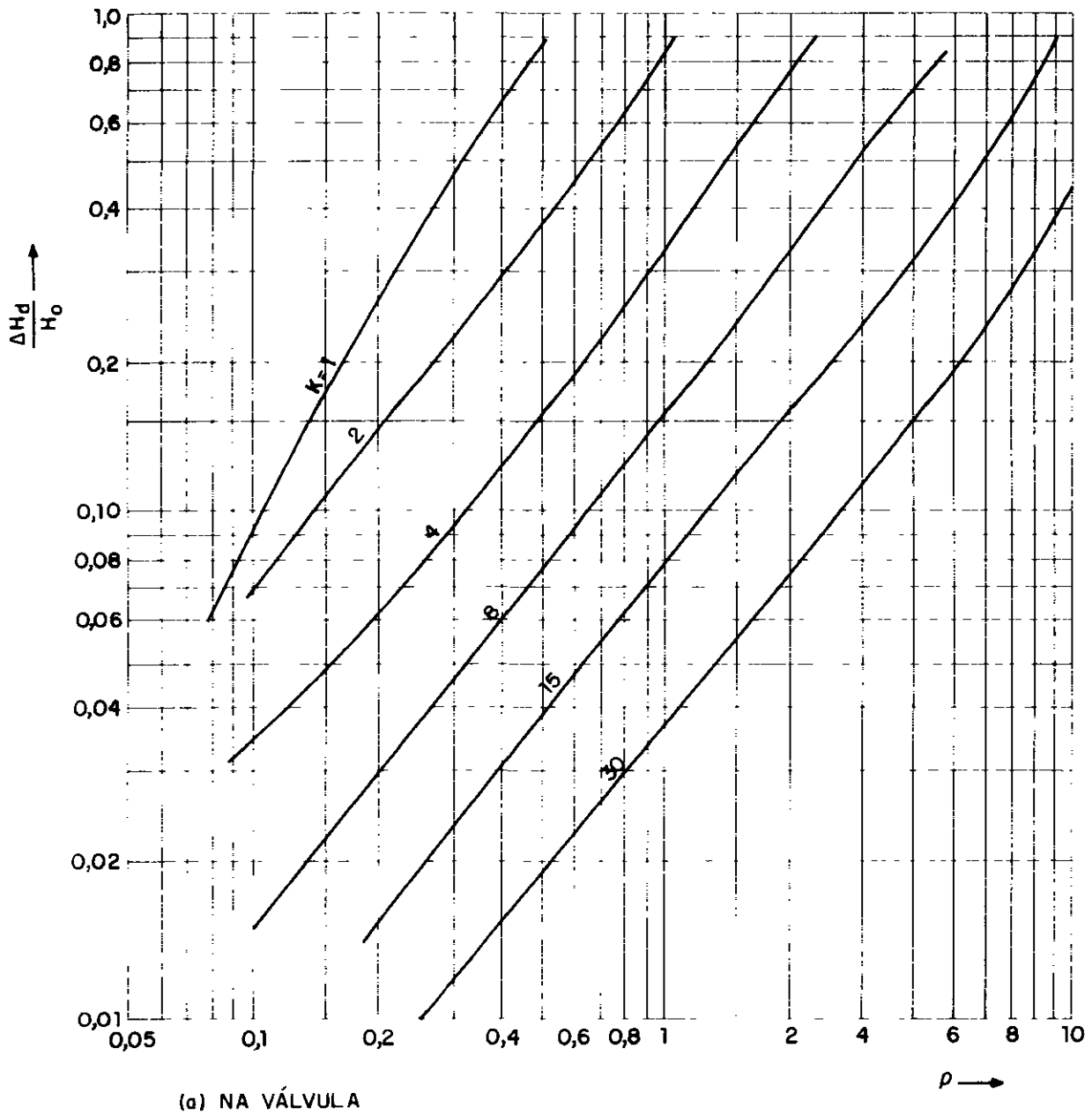


A partir destes adimensionais pode-se encontrar os valores das pressões máximas nos gráficos B2 (a) e (b)

Δh_v é o incremento de carga acima do reservatório em que se encontra a pressão máxima na válvula

ΔH_m é o incremento de carga acima do reservatório em que se encontra a pressão máxima no ponto médio da tubulação

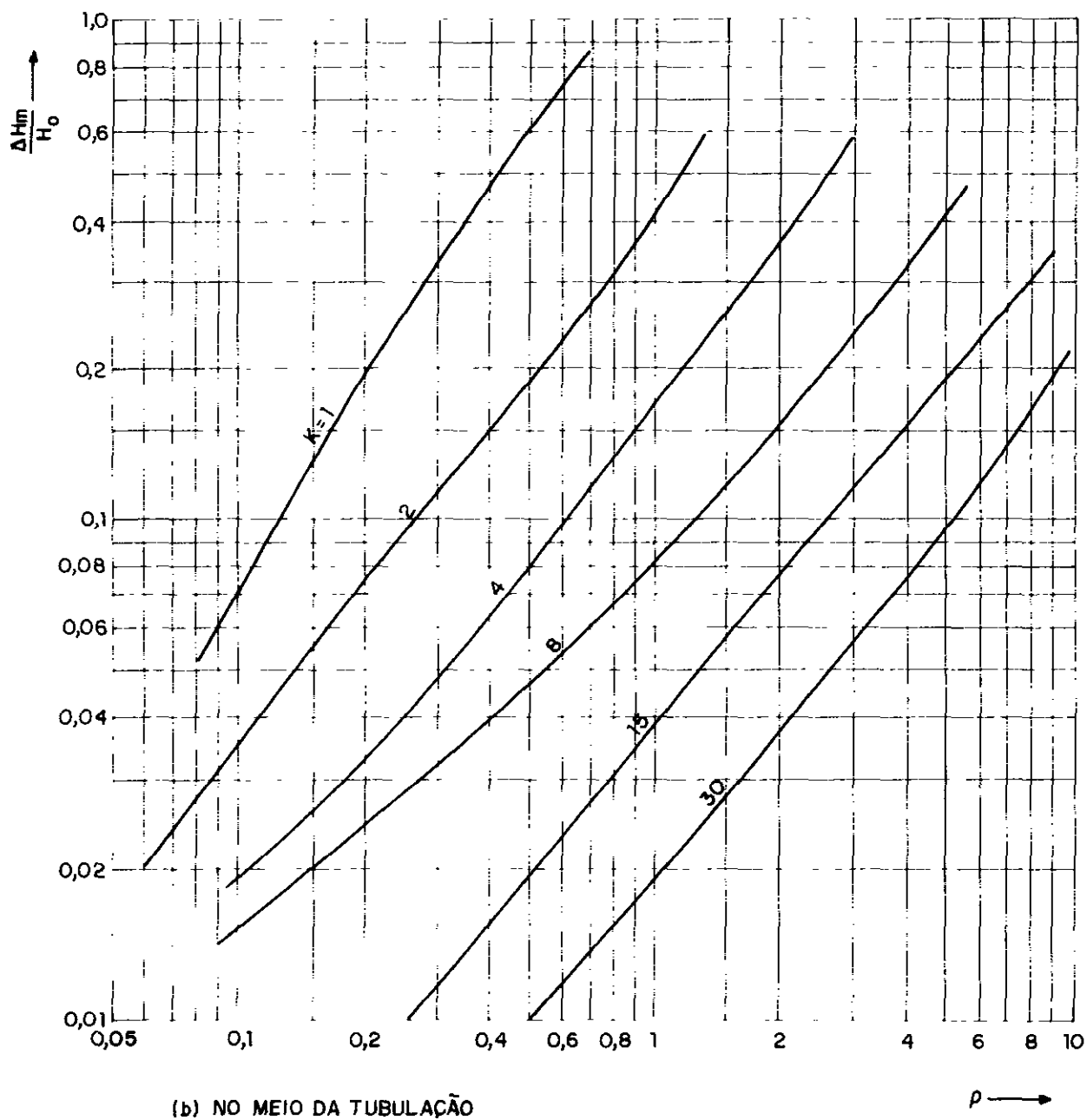
PRESSÃO MÁXIMA DEVIDO AO FECHAMENTO UNIFORME DA VÁLVULA,
LEVANDO EM CONTA AS PERDAS POR FRICÇÃO (h=0,25).



(a) NA VÁLVULA

000033

PRESSÃO MÁXIMA DEVIDO AO FECHAMENTO UNIFORME DA VÁLVULA,
LEVANDO EM CONTA AS PERDAS POR FRICÇÃO (h=0,25)



5. BLOCOS DE ANCORAGEM

5. BLOCOS DE ANCORAGEM.

Esta memória determina os empuxos que são submetidos os blocos de ancoragem e volume de concreto necessário para combater estes empuxos

Dada a predominância do empuxo devida à pressão de água desprezamos a parcela correspondente à força centrífuga

Empuxos

Os empuxos aparecem

- A cada extremidade de uma tubulação (placas cegas),
- A cada mudança de direção (curvas) ou de diâmetro (reduções),
- A cada derivação (tês)

Os empuxos são calculados pela fórmula

$E = K P A$ na qual E é o empuxo em Newton N,

P é a pressão de teste hidráulico no campo em Pa,

A é a área em m² da seção do tubo ou de derivação, no caso tês, ou da diferença das áreas, nos casos das reduções,

K é um coeficiente cujo valor depende da geometria do componente da canalização considerado

Nas curvas o empuxo é orientado segundo a bissetriz do ângulo da curva e tende a expulsar a mesma para o exterior Seu valor é

$E = KPA$ na qual, $K = 2 \text{sen} \frac{\alpha}{2}$

CURVAS	K
90°	1,414
45°	0,766
22°33'	0,390
11°15'	0,196

Nos tês o empuxo é orientado segundo o eixo da derivação Seu valor é

$E = KPA$ na qual K é igual a 1,

A , neste caso, é área da seção da derivação

Discr	DN	Área A (m ²)	P (MPa)	P (kgf/m ²)	TÊ	EMPUXO (daN = 1 kgf)			
						Curvas			
Trechos						90°	45°	22°30'	11°15'
CHAVAL	200	0,0387	1,50	15	5 810	8 220	4 450	2 270	1 140
BARROQUINHA	200	0,0387	1,50	15	5 810	8 220	4 450	2 270	1 140

Dimensionamento do Bloco

No dimensionamento do bloco, procurou-se transmitir o empuxo ao solo, horizontalmente à parede da vala, através de um bloco de ancoragem, que tenha área de contato suficiente para a distribuição das forças A expressão utilizada para cálculo da área é

$$A = \frac{E}{\sigma_{adm}} \text{ na qual}$$

E é empuxo em Kgf

σ_{adm} é a tensão admissível do solo em Kgf/cm²

Discr	DN	σ_{adm} (Kgf/Cm ²)	Área (A = cm ²)				
			TÊ	Curvas			
Trechos				90°	45°	22°30'	11°15'
CHAVAL	200	1,0	5 810	8 220	4 450	2 270	1 140
BARROQUINHA	200	1,0	5 810	8 220	4 450	2 270	1 140

Os blocos foram dimensionados para terrenos com tensão admissível de 1,0 Kgf/cm², na área lateral das valas, neste caso foi utilizado a argila compactada, de acordo com o estudo geotécnico

Para outros terrenos pode-se ajustar as dimensões A e B mudando-as para A¹ e B¹ de forma que $A B 1,0 = A^1 B^1 \sigma_{adm}$

As taxas admissíveis para vários tipos de solo na parede da vala em Kgf/cm² são

Material	σ_{adm}
Lodo	0,00
Argila umedecida	0,25
Terra Vegetal	0,50
Argila arenosa	0,75
Argila compacta	1,00
Saibro	1,50
Rocha branda	5,00

No cálculo dos blocos, foi verificado a tensão de punção A NB-1, estabelece que, o máximo valor de tensão de punção, não pode ser superior ao menor dos dois valores 8kgf/cm² ou $\frac{f_{ck}}{25}$

A tensão de punção é dada pela expressão

$$\sigma = \frac{P}{2pd} \text{ onde } P \text{ é a carga atuante ou seja o empuxo (= E),}$$

2p é o perímetro de uma seção fictícia situada a h/2 da base da sapata e limitada pelas retas indicadas a 45° como indicada a fig 5 10

$$\sigma = \frac{E}{4(D+h)d} \text{ onde } D \text{ é o diâmetro da tubulação,}$$

d é igual a h/2,

h é a altura do bloco

O máximo valor da tensão de punção, será de

$$\sigma = \frac{f_{ck}}{25} \text{ onde } f_{ck} \text{ será adotado igual a } 100 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{100}{25}$$

$$\sigma = 4,00 \text{ kgf / cm}^2$$

O valor de h em que o valor da tensão de punção é menor do que 4,00Kgf/cm² está no quadro 5.9. Com o objetivo de facilitar a construção dos blocos de ancoragem, procurou-se padronizá-los o máximo possível, definindo-se blocos - tipo. Para tanto adotou-se o seguinte dado fixo $h_{\min} = 50$ cm

**QUADRO 5.1
VALOR DE h**

Discr	DN	σ_{adm} (Kgf/cm ²)	h (cm)				
			TÊ	Curvas			
				90°	45°	22°30'	11°15'
Trechos							
CHAVAL	200	1,0	38	44	36	30	26
BARROQUINHA	200	1,0	38	44	36	30	26

O valor do volume para cada bloco de ancoragem está discriminado no quadro 5.10 a seguir

**QUADRO 5.2
VOLUME DOS BLOCOS DE ANCORAGEM**

Discr	DN	σ_{adm} (Kgf/cm ²)	volume (m ³)				
			TÊ	Curvas			
				90°	45°	22°31'	11°15'
Trechos							
CHAVAL	200	1,0	38	0,142	0,142	0,142	0,142
BARROQUINHA	200	1,0	38	0,142	0,142	0,142	0,142



6. ELÉTRICA

6. ELETRICA.

6 1 TRANSFORMADOR

a - Carga instalada (w)

<i>EE de Lavagem</i>	35 328
EE de Barroquinha	32 860
Casa de Química	16 992
EE de Chaval	32 860
EE de passagem do Vaz	14 340
Iluminação do pátio	12 800

TOTAL : 145.180 w

b - Tensão secundária (v) 380

c - corrente requerida considerando fatores de demanda 205,42A

KVA = 205,45 * 658 / 1000 = 135 166 KVA logo, adotar trafo de 150KVA

6 2 DIMENSIONAMENTO DE CABOS DO QGBT AOS QGLF'S

6 2 1 EE de Lavagem

- *Por Ampacidade*

a) Iluminação e tomadas de uso geral

$$I = \Sigma P/v$$

$$I = (540 + 500)/220 = 4,72A$$

b) Tomada de Força

$$I = \Sigma P/v$$

$$I = (10000)/(380 * 1,73) = 15,19A$$

c) Moto-Bombas

$$I = 1,25 * I_{mm} + \Sigma I_n$$

I_{mm} = Corrente do motor de maior potência

I_n = corrente dos demais motores

$$I_{mm} = (15 * 736)/(380 * 1,732 * 0,87 * 0,90) = 21,42 A$$

$$I_{n1} = (3 * 736)/(380 * 1,732 * 0,75 * 0,90) = 4,97A$$

$$I = 1,25 * 21,42 + 21,42 + 4,97 = 53,17A$$

$$I_t = 4,72 + 15,19 + 53,17 = 73,08 A \Rightarrow \text{condutor } 25\text{mm}^2$$

- Por Queda de Tensão

$$\Delta V_t = (10 * V_{ff} * \Delta V\%)/I_t * L_c \quad V_{ff} \text{ Tensão fase-fase}$$

$\Delta V\%$ Queda de tensão admissível

L_c Distancia em metros

$$\Delta V_t = (10 * 380 * 2)/73,08 * 48 = 2,17 \Rightarrow \text{condutor } 25\text{mm}^2$$

devido ao fator de agrupamento dos condutores e temperatura adotar condutor 35mm^2

Proteção Disjuntor Trifásico de 100 A

6.2.2 EE de Barroquinha

- *Por Ampacidade*

a) Iluminação e tomadas de uso geral

$$I = \Sigma P/v$$

$$I = (360 + 500)/220 = 3,91A$$

b) Tomada de Força

$$I = \Sigma P/v$$

$$I = (10000)/(380 * 1,732) = 15,19A$$

c) Moto-Bombas

$$I = 1,25 * I_{mm} + \Sigma I_n$$

I_{mm} = Corrente do motor de maior potência

I_n = corrente dos demais motores

$$I_{mm} = (30 * 736)/(380 * 1,732 * 0,85 * 0,90) = 43,85 A$$

$$I_{n1} = 0$$

$$I = 1,25 * 43,85 = 54,82 A$$

$$I_t = 3,91 + 15,19 + 54,82 = 73,92 A \Rightarrow \text{condutor } 25\text{mm}^2$$

devido ao fator de agrupamento dos condutores e temperatura adotar condutor 35mm^2

- *Por Queda de Tensão*

$$\Delta V_t = (10 * V_{ff} * \Delta V\%)/I_t * L_c$$

V_{ff} Tensão fase-fase

$\Delta V\%$ Queda de tensão admissível

Lc Distancia em metros

$$\Delta Vt = (10 * 380 * 2) / 73,92 * 25 = 4,11 \Rightarrow \text{condutor } 25 \text{ mm}^2$$

devido ao fator de agrupamento dos condutores e temperatura adotar condutor 35mm²

Proteção Disjuntor Trifásico de 100A

6 2 3 Casa da Química

f

- Por Ampacidade

a) Iluminação e tomadas de uso geral

$$I = \Sigma P / V$$

$$I = (1380 + 2100 + 1680) / 220 = 23,45 \text{ A}$$

b) Tomada de força

$$I = \Sigma P / V$$

$$I = (1500) / (380 * 1,73) = 2,28 \text{ A}$$

c) Moto-Bombas

$$I = 1,25 * I_{mm} + \Sigma I_n$$

I_{mm} = Corrente do motor de maior potência

I_n = corrente dos demais motores

$$I_{mm} = (3 * 736) / (380 * 1,732 * 0,81 * 0,90) = 4,60 \text{ A}$$

$$I_{n1} = (2 * 736) / (380 * 1,732 * 0,75 * 0,90) = 3,31 \text{ A}$$

$$I_{n2} = (1 * 736) / (380 * 1,732 * 0,65 * 0,90) = 1,91 \text{ A}$$

$$I_{n3} = (0,5 * 736) / (380 * 1,732 * 0,75 * 0,90) = 0,96 \text{ A}$$

$$I = 1,25 * 4,60 + 2 * 3,31 + 4 * 1,91 + 2 * 0,96 = 21,93 \text{ A}$$

$$I_t = 23,45 + 2,28 + 21,93 = 47,66 \text{ A} \Rightarrow \text{condutor } 16 \text{ mm}^2$$

- Por Queda de Tensão

$$\Delta V_t = (10 * V_{ff} * \Delta V\%) / (I_t * L_c) \quad \therefore V_{ff} : \text{Tensão fase-fase}$$

$\Delta V\%$: Queda de tensão admissível

L_c : Distancia em metros

$$\Delta V_t = (10 * 380 * 2) / (47,66 * 18) = 8,85 \Rightarrow \text{condutor } 16 \text{ mm}^2$$

devido ao fator de agrupamento dos condutores e temperatura adotar condutor 25mm^2

Proteção Disjuntor Trifásico de 80A

6 2 4 EE de Chaval

- Por Ampacidade

a) Iluminação e tomadas de uso geral

$$I = \Sigma P / V$$

$$I = (360 + 500) / 220 = 3,91\text{A}$$

b) Tomada de força

$$I = \Sigma P / V$$

$$I = (10000) / (380 * 1,732) = 15,19\text{A}$$

c) Moto-Bombas

$$I = 1,25 * I_{mm} + \Sigma I_n$$

potência

I_{mm} = Corrente do motor de maior

I_n = corrente dos demais motores

$$I_{mm} = (30 \cdot 736) / (380 \cdot 1.732 \cdot 0.85 \cdot 0.90) = 43,85 \text{ A}$$

$$I_{n1} = 0$$

$$I = 1,25 \cdot 43,85 = 54,82 \text{ A}$$

$$I_t = 3,91 + 15,19 + 54,82 = 73,92 \text{ A} \Rightarrow \text{condutor } 25\text{mm}^2$$

- Por Queda de Tensão

$$\Delta V_t = (10 \cdot V_{ff} \cdot \Delta V\%) / I_t \cdot L_c$$

V_{ff} Tensão fase-fase
 $\Delta V\%$ Queda de tensão admissível
 L_c Distancia em metros

$$\Delta V_t = (10 \cdot 380 \cdot 2) / (73,92 \cdot 25) = 4,11 \Rightarrow \text{condutor } 25 \text{ mm}^2$$

devido ao fator de agrupamento dos condutores e temperatura adotar condutor 35mm^2

Proteção Disjuntor Trifásico de 100A

6 2 5 EE de Passagem do Vaz

- Por Ampacidade

a) Iluminação e tomadas de uso geral

$$I = \Sigma P / v$$

$$I = (540 + 500) / 220 = 4,74 \text{ A}$$

b) Tomada de força

$$I = \Sigma P / v$$

$$I = (10000) / (380 \cdot 1,73) = 15,19 \text{ A}$$

c) Moto-Bombas

$$I = 1,25 * I_{mm} + \sum I_n \quad I_{mm} = \text{Corrente do motor de maior potência}$$

I_n = corrente dos demais motores

$$I_{mm} = (3 * 736) / (380 * 1,732 * 0,81 * 0,90) = 4,60 \text{ A}$$

$$I_{n1} = (1,5 * 736) / (380 * 1,732 * 0,76 * 0,90) = 2,45 \text{ A}$$

$$I = 1,25 * 4,60 + 2,45 = 8,2 \text{ A}$$

$$I_t = 4,74 + 15,19 + 8,2 = 28,12 \text{ A} \Rightarrow \text{condutor } 16\text{mm}^2$$

- Por Queda de Tensão

$$\Delta V_t = (10 * V_{ff} * \Delta V\%) / (I_t * L_c) \quad V_{ff} \text{ Tensão fase-fase}$$

$\Delta V\%$ Queda de tensão admissível

L_c Distância em metros

$$\Delta V_t = (10 * 380 * 2) / (28,12 \text{ A} * 25) = 5,41 \Rightarrow \text{condutor } 16\text{mm}^2$$

devido ao fator de agrupamento dos condutores e temperatura adotar condutor 25mm^2

Proteção Disjuntor Trifásico de 80A

6.2.6 Reservatório Apoiado de Barroquinha

- Por Ampacidade

a) Iluminação e tomadas de uso geral

$$I = \sum P/V$$

$$I = (540 + 500)/220 = 4,74 \text{ A}$$

b) Tomada de força

$$I = \Sigma P/v$$

$$I = (10000)/(380 * 1,73) = 15,19 \text{ A}$$

c) Moto-Bombas

$$I = 1,25 * I_{mm} + \Sigma I_n \quad I_{mm} = \text{Corrente do motor de maior potência}$$
$$I_n = \text{corrente dos demais motores}$$

$$I_{mm} = (3 * 736)/(380 * 1,732 * 0,81 * 0,90) = 4,60 \text{ A}$$

$$I_{n1} = (1,5 * 736)/(380 * 1,732 * 0,76 * 0,90) = 2,45 \text{ A}$$

$$I = 1,25 * 4,60 + 2,45 = 8,2 \text{ A}$$

$$I_t = 4,74 + 15,19 + 8,2 = 28,12 \text{ A} \Rightarrow \text{condutor } 16 \text{ mm}^2$$

- Por Queda de Tensão

$$\Delta V_t = (10 * V_{ff} * \Delta V\%)/(I_t * L_c) \quad V_{ff} \text{ Tensão fase-fase}$$

$$\Delta V\% \text{ Queda de tensão admissível}$$

$$L_c \text{ Distância em metros}$$

$$\Delta V_t = (10 * 380 * 2)/28,12 \text{ A} * 25 = 5,41 \Rightarrow \text{condutor } 16 \text{ mm}^2$$

devido ao fator de agrupamento dos condutores e temperatura adotar condutor 25mm²

Proteção Disjuntor Trifásico de 80A

6.3 ALIMENTAÇÃO E PROTEÇÃO DOS CIRCUITOS NOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ E FORÇA

6.3.1 EE de Lavagem

- *Por Ampacidade*

a) Iluminação e tomadas de uso geral

$$I = \Sigma P/v$$

$$I = (540 + 500)/220 = 4,72A \Rightarrow \text{Adotar circuito monofásico com fio } 1,5\text{mm}^2$$

Proteção Disjuntores monofásicos de 10A p/ circuito

b) Tomada de força

$$I = \Sigma P/v$$

$$I = (10000)/(380 * 1,73) = 15,19A \Rightarrow \text{Adotar circuito trifásico e terra com cabo } 6\text{ mm}^2$$

Proteção Disjuntor trifásico de 30A

c) Moto-Bombas

QCM1

$$I_t = 1,25 * I_{mm} + \Sigma I_n$$

I_{mm} = Corrente do motor de maior potência

I_n = corrente dos demais motores

$$I_{mm} = (15 * 736)/(380 * 1,732 * 0,87 * 0,90) = 21,42\text{ A}$$

$$I_n = 0$$

$$I_t = 1,25 * 21,42 + 21,42 = 48,19 \Rightarrow \text{Adotar circuito trifásico e terra com cabo } 16\text{ mm}^2$$

Proteção Disjuntor trifásico de 63 A

QCM2

$$I_{mm} = (3 \cdot 736) / (380 \cdot 1,732 \cdot 0,75 \cdot 0,90) = 4,97 \text{ A}$$

$$I_t = 1,25 \cdot 4,97 = 6,21 \text{ A} \Rightarrow \text{adotar circuito trifásico e terra com cabo } 2,5 \text{ mm}^2$$

Proteção Disjuntor trifásico de 15 A

- *Por Queda de Tensão* Desnecessário pois as distâncias são insignificantes

6 3 2 EE de Barrquinha

- *Por Ampacidade*

a) Iluminação e tomadas de uso geral

$$I = \Sigma P / v$$

$$I = (360 + 500) / 220 = 3,91 \text{ A} \Rightarrow \text{Adotar circuito monofásico com fio } 1,5 \text{ mm}^2$$

Proteção Disjuntores monofásicos de 10A p/ circuito

b) Tomada de força

$$I = \Sigma P / v$$

$$I = (10000) / (380 \cdot 1,73) = 15,19 \text{ A} \Rightarrow \text{Adotar circuito trifásico e terra com cabo } 6 \text{ mm}^2$$

Proteção Disjuntor trifásico de 30A

c) Moto-Bombas

$$I = 1,25 \cdot I_{mm} + \Sigma I_n$$

I_{mm} = Corrente do motor de maior potência

I_n = corrente dos demais motores

$$I_{mm} = (30 \cdot 736) / (380 \cdot 1,732 \cdot 0,85 \cdot 0,90) = 43,85 \text{ A}$$

$$I_{n1} = 0 \Rightarrow \text{Adotar circuito trifásico e terra com cabo } 16 \text{ mm}^2$$

Proteção Disjuntor trifásico de 63 A

- *Por Queda de Tensão* Desnecessário pois as distâncias são insignificantes

6.3.3 Casa de Química

- *Por Ampacidade*

a) Iluminação e tomadas de uso geral

$$I = \Sigma P/v$$

circuito 1 $I = 1380/220 = 6,27A \Rightarrow$ Adotar circuito monofásico com
fio $1,5 \text{ mm}^2$

Proteção Disjuntor monofásico de 10 A

circuito 2 $I = 1500/220 = 6,81A \Rightarrow$ Adotar circuito monofásico com
cabo $2,5 \text{ mm}^2$ (tipo de carga)

Proteção Disjuntor monofásico de 20 A

circuito 3 $I = 2100/220 = 9,54 A \Rightarrow$ Adotar circuito monofásico com
cabo $2,5 \text{ mm}^2$

Proteção Disjuntor monofásico de 20 A

circuito 4 $I = 1500/220 = 6,81 A \Rightarrow$ Adotar circuito monofásico com
cabo $2,5 \text{ mm}^2$ (tipo de carga)

Proteção Disjuntor monofásico de 20 A

circuito 5 $I = 1680/220 = 7,63A \Rightarrow$ Adotar circuito monofásico com
fio $1,5 \text{ mm}^2$

Proteção Disjuntor monofásico de 15 A

circuito 6 $I = (3 \cdot 736) / (380 \cdot 1,732 \cdot 0,81 \cdot 0,90) = 4,60A \Rightarrow$ Adotar circuito trifásico
com cabo $2,5 \text{ mm}^2$

Proteção Disjuntor Trifásico de 20 A

circuito 7 a 14

$$I = 1,25 * I_{mm} + \sum I_n$$

I_{mm} = Corrente do motor de maior potência
 I_n = corrente dos demais motores

circuito 14 $I_n = (2*736)/(380*1,732*0,75*0,90) = 3,31A$
=>Adotar circuito trifásico com cabo 2,5 mm²

circuito 13 $I_n = (2*736)/(380*1,732*0,75*0,90) = 3,31A$
=>Adotar circuito trifásico com cabo 2,5 mm²

circuito 12 = $(1*736)/(380*1,732*0,65*0,90) = 1,91A$
=>Adotar circuito trifásico com cabo 2,5 mm²

circuito 11 = $(1*736)/(380*1,732*0,65*0,90) = 1,91A$
=>Adotar circuito trifásico com cabo 2,5 mm²

circuito 10 = $(1*736)/(380*1,732*0,65*0,90) = 1,91A$
=>Adotar circuito trifásico com cabo 2,5 mm²

circuito 9 = $(1*736)/(380*1,732*0,65*0,90) = 1,91A$
=>Adotar circuito trifásico com cabo 2,5 mm²

circuito 8 = $(0,5*736)/(380*1,732*0,75*0,90) = 0,96 A$
=>Adotar circuito trifásico com cabo 1,5 mm²

circuito7 = $(0,5*736)/(380*1,732*0,75*0,90) = 0,96 A$
=>Adotar circuito trifásico com cabo 1,5 mm²

$$I_t = 1.25 * 3,31 + 3,31 + 4*1,91 + 2*0,96 = 17A$$

Proteção do alimentador Disjuntor trifásico de 25A

Por Queda de Tensão Desnecessário pois as distâncias são insignificantes

6.3.4 EE de Chaval

- *Por Ampacidade*

a) Iluminação e tomadas de uso geral

$$I = \Sigma P/v$$

$$I = (360 + 500)/220 = 3,91A \Rightarrow \text{Adotar circuito monofásico com fio } 1,5\text{mm}^2$$

Proteção Disjuntores monofásicos de 10A p/ circuito

b) Tomada de força

$$I = \Sigma P/v$$

$$I = (10000)/(380 * 1,73) = 15,19A \Rightarrow \text{Adotar circuito trifásico e terra com cabo } 6\text{ mm}^2$$

Proteção Disjuntor trifásico de 30A

c) Moto-Bombas

$$I = 1,25 * I_{mm} + \Sigma I_n \quad I_{mm} = \text{Corrente do motor de maior potência}$$

I_n = Corrente dos demais motores

$$I_{mm} = (30 * 736)/(380 * 1,732 * 0,85 * 0,90) = 43,85\text{ A}$$

$$I_n = 0 \Rightarrow \text{Adotar circuito trifásico e terra com cabo } 16\text{ mm}^2$$

Proteção Disjuntor trifásico de 63 A

- *Por Queda de Tensão* Desnecessário pois as distâncias são insignificantes

6.3.5 EE de Passagem do Vaz

- Por Ampacidade

a) Iluminação e tomadas de uso geral

$$I = \Sigma P/v$$

$$I = (540 + 500)/220 = 4.74 \text{ A} \Rightarrow \text{Adotar circuito monofásico com fio } 1,5\text{mm}^2$$

Proteção Disjuntores monofásicos de 10A p/ circuito

b) Tomada de força

$$I = \Sigma P/v$$

$$I = (10000)/(380 * 1,73) = 15,19\text{A} \Rightarrow \text{Adotar circuito trifásico e terra com cabo } 6 \text{ mm}^2$$

Proteção Disjuntor trifásico de 30A

$$I_{mm} = (3 * 736)/(380 * 1,732 * 0,81 * 0,90) = 4,60 \text{ A}$$

$$I_{n1} = (1,5 * 736)/(380 * 1,732 * 0,76 * 0,90) = 2,45 \text{ A}$$

$$I = 1,25 * 4,60 + 2,45 = 8,2 \text{ A}$$

c) Moto-Bombas

QCM1

$$I = (1,5 * 736)/(380 * 1,732 * 0,76 * 0,90) = 2,45 \text{ A} \Rightarrow \text{Adotar circuito trifásico e terra com cabo } 2,5 \text{ mm}^2$$

Proteção Disjuntor trifásico de 15A

QCM2

$$I = (3 * 736)/(380 * 1,732 * 0,87 * 0,90) = 4,60 \text{ A} \Rightarrow \text{Adotar circuito trifásico e terra com cabo } 2,5 \text{ mm}^2$$

Proteção Disjuntor trifásico de 15A

- *Por Queda de Tensão* Desnecessário pois as distâncias são insignificantes

6.3.6 Reservatório Apoiado de Barroquinha

- *Por Ampacidade*

a) Iluminação e tomadas de uso geral

$$I = \Sigma P/v$$

$$I = (540 + 500)/220 = 4,74 \text{ A} \Rightarrow \text{Adotar 2 circuitos monofásico com fio } 1,5\text{mm}^2$$

Proteção Disjuntores monofásicos de 10A p/ circuito

b) Tomada de força

$$I = \Sigma P/v$$

$$I = (10000)/(380 \cdot 1,73) = 15,19 \text{ A} \Rightarrow \text{Adotar circuito trifásico e terra com cabo } 6 \text{ mm}^2$$

Proteção Disjuntor trifásico de 30A

c) Moto-Bombas

QCM1

$$I = (1,5 \cdot 736)/(380 \cdot 1,732 \cdot 0,76 \cdot 0,90) = 2,45 \text{ A} \Rightarrow \text{Adotar circuito trifásico e terra com cabo } 2,5 \text{ mm}^2$$

Proteção Disjuntor trifásico de 15A

QCM2



$$I = (3 \cdot 736) / (380 \cdot 1.732 \cdot 0.87 \cdot 0.90) = 4,60 \text{ A} \Rightarrow \text{Adotar circuito trifásico e terra com cabo } 2,5 \text{ mm}^2$$

Proteção Disjuntor trifásico de 15^A

- *Por Queda de Tensão* Desnecessário pois as distâncias são insignificantes



7. ESTRUTURAL

MEMBRIA DE CÁLCULO

1. GENERALIDADES

• CARGAS:

- CARGA PERMANENTE

$$\begin{array}{l} \text{CONCRETO ESTRUTURAL} \quad \gamma_c = 2,5 \text{ tf/m}^3 \text{ (25 kN/m}^3\text{)} \\ \text{CONCRETO REGULAR} \quad \gamma = 2,2 \text{ tf/m}^3 \text{ (22 kN/m}^3\text{)} \end{array}$$

- CARGA ACIDENTAL:

$$\text{ÁGUA: } \gamma_a = 1,0 \text{ tf/m}^3 \text{ (10 kN/m}^3\text{)}$$

• VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

- FORÇAS OBSERVADAS AS PRESCRIÇÕES GERAIS FINAIS
DELA NBR 7107

• RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS EMPREGADOS:

- CONCRETO ESTRUTURAL: $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$

- AÇO A 50: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

• TENSÕES NO TERRENO DAS FUNDAÇÕES: $\sigma \leq 0,1 \text{ MPa}$

2. DIMENSIONAMENTO

• DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO

O DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO É FEITO EM CONFORMIDADE COM OS ITENS DA NBR 6118 QUE TRATAM DO ESTADO LIMITE ÚLTIMO DE RESISTÊNCIA SOB COTAÇÕES NOMINAIS.

ARMADURA MÍNIMA: AÇO A 50 - $A_s = 0,15\% b_w d$

• DIMENSIONAMENTO À COMPRESSÃO

O DIMENSIONAMENTO À COMPRESSÃO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS É FEITO À FLEXO-COMPRESSÃO, COM A CONSIDERAÇÃO DE UMA EXCENTRICIDADE ACIDENTAL e_{ac} PARA LEVAR EM CONTA A INCERTEZA DA LOCALIZAÇÃO DA FORÇA NORMAL E O POSSÍVEL DESVIO DO EIXO DA PEÇA DURANTE A CONSTRUÇÃO.

ARMADURA MÍNIMA: AÇO A 50 - $A_p = 0,15\% A_c$

3. RESERVUÁRIO ELEVADO - $V = 100 \text{ m}^3$

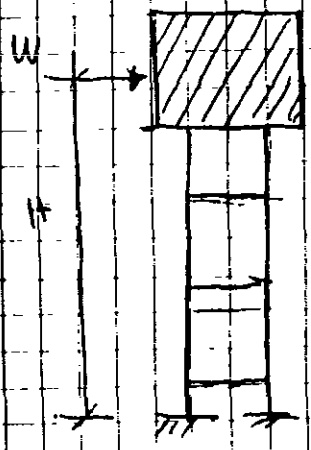
3.1. CÁLCULO DAS CARGAS.

-	PESO	DA	TABULETA	-	-	-	-	-	10,50 tf
-		DO	ANEL	-	-	-	-	-	tf
-		DO	FUNDO	-	-	-	-	-	19,47 tf
-		DA	UIÇA DO FUNDO	-	-	-	-	-	7,69 tf
-		DAS	CINTAS	-	-	-	-	-	11,36 tf
-		DO	FILARES	-	-	-	-	-	11,20 tf
-		DA	FUNDAÇÃO	-	-	-	-	-	24,04 tf

PESO TOTAL 114,77 tf

PESO DA ÁGUA 98,91 tf

3.2. AÇÃO DO VENTO.



$$W = 3,02 \text{ tf}$$

$$t = 15,70 \text{ m}$$

$$M_w = 3,02 \times 15,70 = 47,41 \text{ tfm}$$

3.3 TENSÕES NO SOLO DE FUNDAÇÃO.

1ª HIPÓTESE - DETERMINAÇÃO CUBO

$$N_{\text{MAX}} = 98,91 + 114,77 = 213,68 \text{ tf}$$

FUNDAÇÃO: 2x2x3m CUBO

$$\left\{ \begin{array}{l} S = 23,08 \text{ m}^2 \\ W = 23,89 \text{ m}^3 \end{array} \right.$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{S} \pm \frac{M}{W} = \frac{213,68}{23,08} \pm \frac{47,41}{23,89}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_1 = 11,26 \text{ tf/m}^2 \\ \sigma_2 = 7,26 \text{ tf/m}^2 \end{array} \right.$$

2ª HIPÓTESE - DE SEÇÃO DO MIO VAZIO

$$N_{\text{MIN}} = 114,77 \text{ tf}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{114,77}{23,08} \pm 2,10$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_1 = 6,97 \text{ tf/m}^2 \\ \sigma_2 = 2,97 \text{ tf/m}^2 \end{array} \right.$$

3.4. CALCULO DAS ESTRUTURAS

- PLACA DA TAMPA - CALCULADA COMO PLACA CIRCULAR SIMPLEMENTE APOIADA
- PLACA DE FUNDO - CALCULADA COMO PLACA CIRCULAR COM BALANÇO.
- ANEL - CALCULADO COMO TUBO DE PAREDES DOBRES.
- VIGA DE APOIO DA CAIXA - CALCULADA COMO VIGA CIRCULAR SOBRE 4 APOIOS
- CINTAS - CALCULADAS COMO VIGAS CIRCULARES
- PILARES - CALCULADOS A FLEXO-COM PRESSÃO.
- FUNDAÇÕES

- SAPATA - PLACA EM BALANÇO
- VIGA - VIGA CIRCULAR S/ 4 APOIOS

4. RESERVATÓRIO GLEBAPO - $V = 50 m^3$

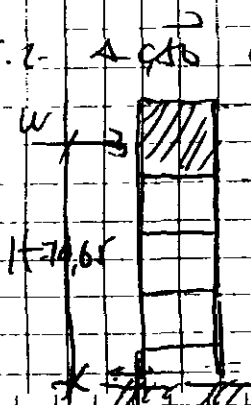
FOI UTILIZADA A MESMA METODOLOGIA DE CÁLCULO PARA O RESERVATÓRIO EM QUESTÃO, UMA VEZ QUE SUA FORMA É SEMELHANTE AO RESERVATÓRIO PARA 100 m³.

5. RESERVATÓRIO ELEVADO - $V = 10 m^3$

5.1. CÁLCULO DAS ÁREAS.

- PERÍM. DA TAMPA	- - - - -	1,32 tf
- PERÍM. DO ANEL	- - - - -	8,92 tf
- LARG. DO FUNDO	- - - - -	2,48 tf
- CINTAS	- - - - -	9,00 tf
- PILARES	- - - - -	9,89 tf
		<hr/>
	PERÍM. TOTAL	21,05 tf
- PERÍM. DA ÁGUA	- - - - -	10,61 tf

5.2. AÇÃO DO VENTO:



$W = 0,87 \text{ tf}$

$M_w = 12,72 \text{ t.m}$

$\Delta U = \pm \frac{12,72}{2 \times 7,05} = \pm 2,36 \text{ tf}$

5.3. TENSAO NO SOLO DE FUNDAÇÃO.

BLOCOS DE $1,20 \times 1,20$

$S = 1,44 \text{ m}^2$

$G_{\text{BLOCO}} = 1,2 \times 1,2 \times 0,4 \times 2,12 = 1,27 \text{ tf}$

$N = \frac{21,06 + 10,61}{4} + \frac{2,36 + 1,27}{4} = 11,55 \text{ tf} \text{ (por bloco)}$

$\sigma = \frac{11,55}{1,44} = 8,02 \text{ tf/m}^2$

5.4. CÁLCULO DOS ESFORÇOS

- TAMPA - PLACA CIRCULAR SIMPLEMENTE APOIADA
- FUNDO - PLACA CIRCULAR SIMPLEMENTE APOIADA
- ANEL - CÁLCULO COMO VIGA CIRCULAR SOBRE 4 APOIOS E COMO TUBO DE PAREDES DELGADAS
- CINTAS - CÁLCULOS COMO VIGAS CIRCULARES SOBRE 4 APOIOS
- PISOS - CÁLCULOS A FLEXO-COMPRESSÃO

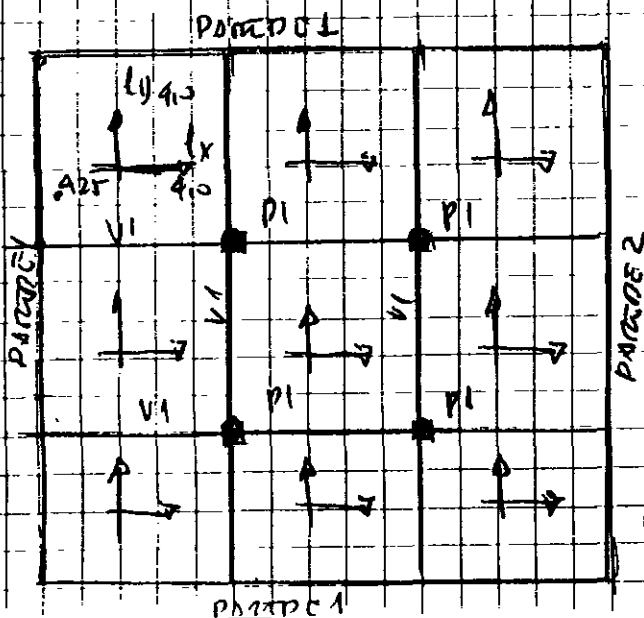
6. INTERVALO APOIADO - $V = 400 \text{ m}^3$

6.1. CÁLCULO DAS CARGAS.

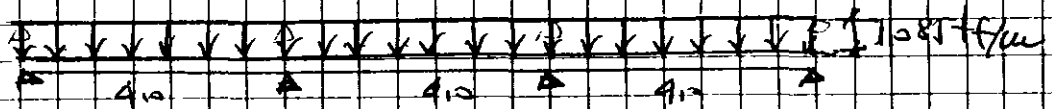
LATE TAMPAS: $h = 15 \text{ cm}$

CARGAS

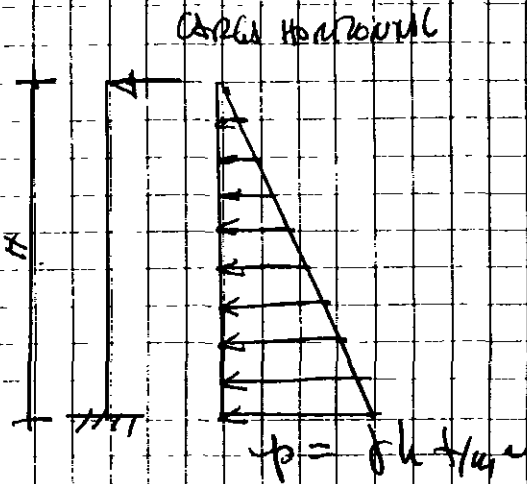
p. piso + m. - $0,11 \text{ tf/m}^2$
 - $\frac{0,15 \times 2,4}{2} = 0,18 \text{ tf/m}^2$



CARGA NAS VIGAS (VI-20x45)



PARÊDES:



CARGA VERTICAL

$$V = 3.6T/m$$

CARGA NOS PILARES (REACTÕES DAS VIGAS VI)

$$N = 9.5T$$

$$G_p = 0.20 \times 10 \times 3.6T \times 2.5 = 0.365T$$

$$N' = 9.90T$$

CARGA NAS FUNDAÇÕES

$$G_{SAKANA} = 0.62T$$

$$N'' = 9.9 + 0.62 = 10.52T$$

6.2 TEMPORES NO SOLO DE FUNDAÇÃO

AREAS ISOLADAS: $1.0 \times 1.0 m$, $S = 1.0 m^2$

$$\sigma = \frac{10.5T}{1.0} = 10.5T/m^2 = 1.0T/m^2$$

SARRES CORRIAS: $0.60 \times 1.0 m$, $S = 0.6 m^2$

$$\sigma = \frac{N}{S} = \frac{3.6T}{0.6} = 6.08T/m^2 = 0.61T/m^2$$

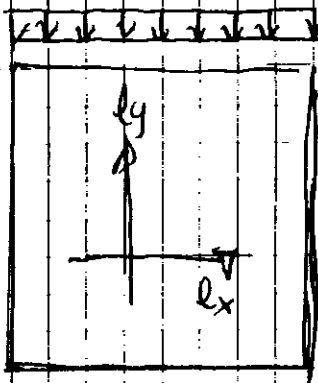
6.3. CASE FUNDO

TENDO EM CONTA QUE O SISTEMA ESTRUTURAL ADOPTADO INDEPENDENTE DA CASE DE FUNDO, A MESMA ESTÁ PROJETADA PARA RESISTIR O LÚCULO, PRIMA DA COM UMAS ANCHAS MÍNIMAS.

7. ELEVATOIRAS

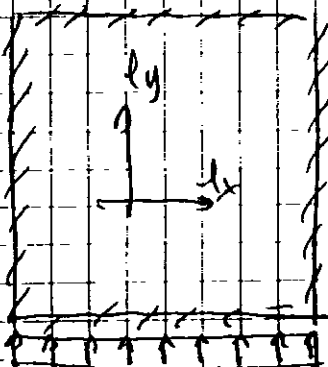
7.1. CÁLCULO DAS CARGAS

TAMPA $h = 10 \text{ cm}$



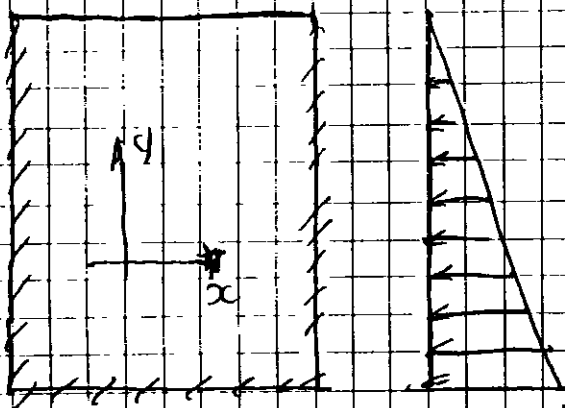
P. própria --- $0,110 \times 25 = 2,75 \text{ t/m}^2$
 Sobrecarga --- $\frac{0,10}{0,300} \times 25$

FUNDO $r = 20 \text{ cm}$



$q = \frac{G_{TAMPA} + G_{FUNDO}}{\text{Área FUNDO}}$

RESISTÊNCIAS $r = 20 \text{ cm}$



$p = \sigma_{\text{q}} h$

000064

7.2 DIMENSIONAMENTO

COM OS ESFORÇOS OBTIDOS DO CÁLCULO DAS LATERAIS MOSTRADAS NO PROBLEMA ANTERIOR, PROCEDE-SE AO DIMENSIONAMENTO DAS MEMBRAS DE ACORDO COM O ITEM 2 DO PROJETO MEMÓRIA

//

990000

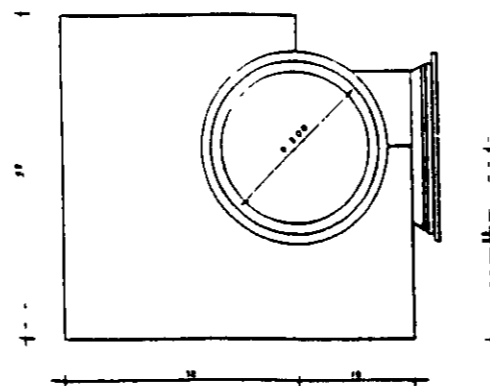
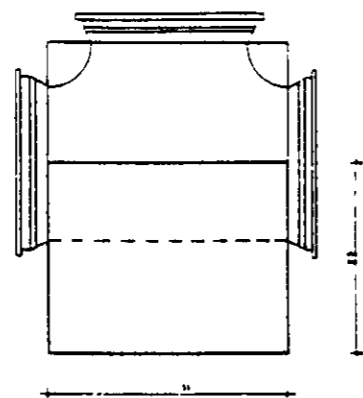
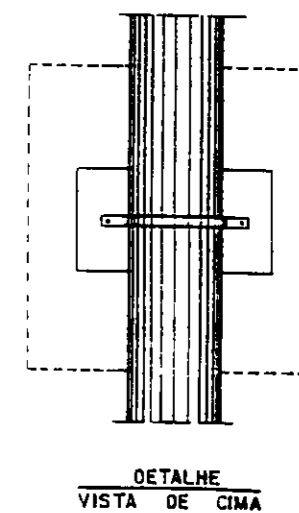
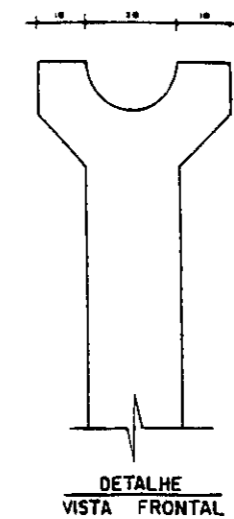
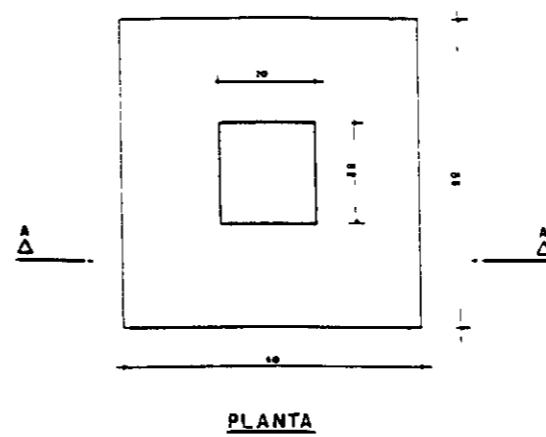
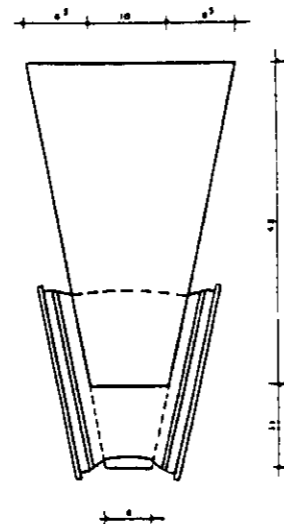
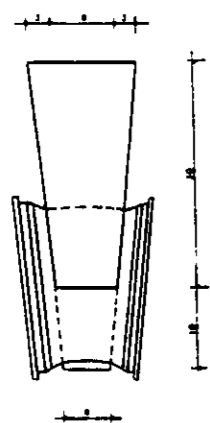
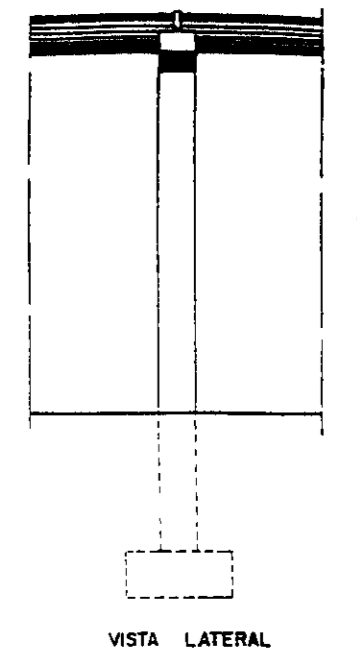
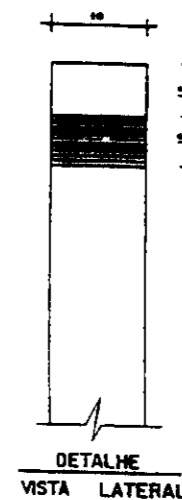
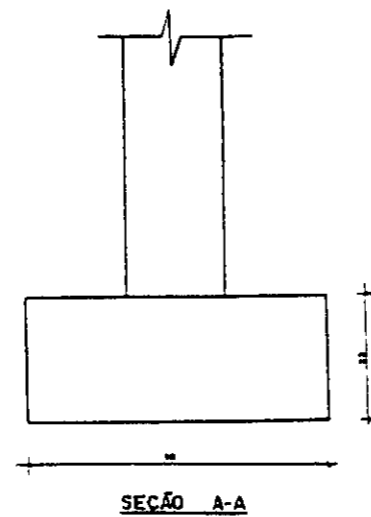
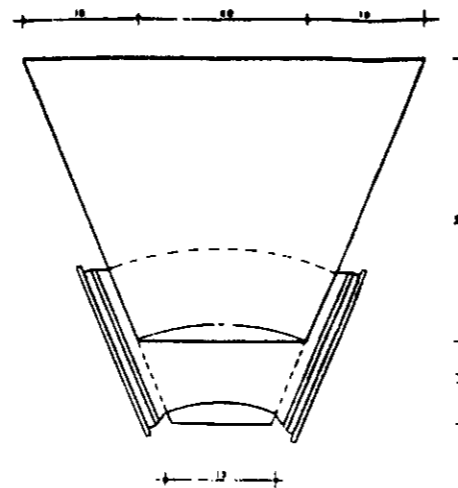
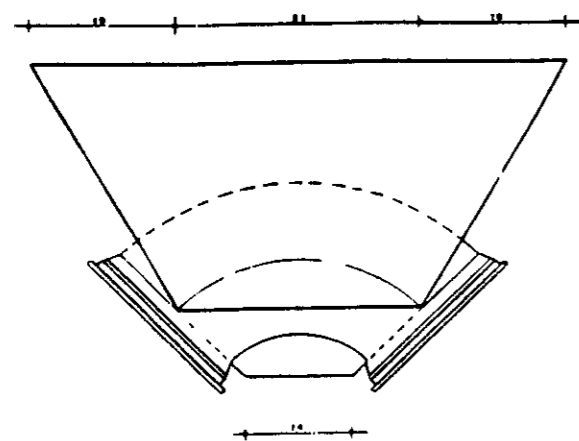


FIGURA B 3 - BLOCOS DE ANCORAGEM E PILARETES

E 1606 + 16