

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

**PROJETO BÁSICO DA ADUTORA DE
TRANSPOSIÇÃO DO AÇUDE PIRABIBU
PARA O AÇUDE CEDRO**

TOMO II

VOLUME I RELATÓRIO GERAL

TSA
SERVIÇO TÉCNICO E ADMINISTRATIVOS LTDA

FORTALEZA- CE
NOVEMBRO DE 1998

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

PROJETO BÁSICO DA ADUTORA DE TRANSPOSIÇÃO DO AÇUDE PIRABIBU PARA O AÇUDE CEDRO

Lote 02095 Prep () Scan () Index ()
Projeto Nº 0191/02/01/E
Volume _____
Qtd. A4 110 Qtd. A3 _____
Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
Qtd. A0 _____ Outros 10pts

TOMO II

VOLUME I

RELATÓRIO GERAL

GOVERNO DO ESTADO

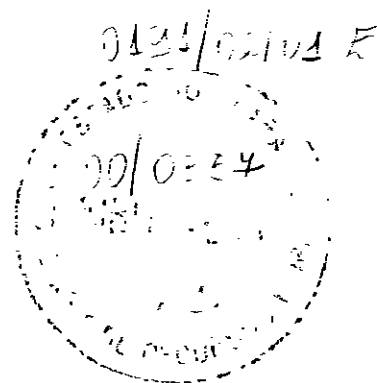


GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

**PROJETO BÁSICO DA ADUTORA DE
TRANSPOSIÇÃO DO AÇUDE PIRABIBU
PARA O AÇUDE CEDRO**

TOMO II

**VOLUME I
RELATÓRIO GERAL**



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

A documentação aqui apresentada compreende o Relatório Geral do Projeto Básico da Barragem Pirabibu e da Adutora de Transposição do Açude Pirabibu para o Açude Cedro, desenvolvido nos Termos do Contrato nº 036/97-SRH, firmado entre a TSA – Projetos de Engenharia Ltda e a SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos

O projeto do açude Pirabibu faz parte de um Plano do Governo do Estado do Ceará em parceria com o Banco Mundial para implementação estratégica de um conjunto de barragens no próprio Estado, em cumprimento a uma adequada Política de Recursos Hídricos para toda região estadual

O açude Pirabibu, com uma capacidade armazenável de 74.00 hm³ tem como função primordial

- a) Garantir o abastecimento d'água de Quixadá.
- b) Duplicar a descarga regularizada do Cedro, com a transferência de suas águas
- c) Perenizar cerca de 10 km do riacho Pirabibu entre as fazendas Canafistula e Parnazo.
- d) Piscicultura.
- e) Lazer
- f) Melhorar as condições de acumulação do Cedro

O projeto do Açude Pirabibu compreende os seguintes estudos

- Ante Projeto da Barragem.
- Projeto Básico da Barragem
- Projeto Básico da Adutora para a transferência para o Açude Cedro
- Cadastro das propriedades e benfeitorias a serem submersas pela bacia hidráulica.
- Plano de Aproveitamento do Açude com identificação dos usos programados para o reservatório, com ênfase à irrigação de área propícia e a piscicultura

Em síntese o Relatório Final está composto dos seguintes documentos

TOMO I – Relatório Geral do Projeto Básico da Barragem

Volume I – Relatório Geral

Volume II – Estudos Geológicos e Geotécnicos

Volume III – Especificações Técnicas

Volume IV – Orçamento

Volume V – Plantas

Volume VI – Cadernetas de Campo

TOMO II – Relatório Geral do Projeto Básico da Adutora

Volume I – Relatório Geral

Volume II - Orçamento

Volume III - Plantas

Volume IV – Cadernetas de Campo

1 - INTRODUÇÃO

1 – INTRODUÇÃO

O município de Quixadá localiza-se no centro-oeste do Ceará e dista 152 km da capital do Estado. Fortaleza (Fig 1 1)

De acordo com os dados no IBGE, a população do município em 1996 foi de 64442 habitantes, sendo que cerca de 70% das pessoas se concentram na área urbana

Quixadá é uma das mais importantes cidades do interior cearense, sendo o principal núcleo de concentração de atividades econômicas e sociais do centro-oeste do Ceará. Apesar de seu papel no âmbito estadual, a situação do abastecimento d'água no município é precária tanto em termos qualitativo quanto quantitativo. De acordo com as estatísticas da CAGECE, a distribuição d'água na sede do município atende pouco mais de 70% da população com qualidade inadequada. Existem problemas de pressão na rede em pontos críticos o que agrava ainda mais a situação.

A água para o abastecimento da sede municipal é derivada atualmente de 2 (duas) fontes

•Do açude Cedro	83 l/s
•Do açude Pedra Branca	33 l/s

Segundo as projeções de demandas realizadas quando do Projeto da Adutora de Pedra Branca-Quixadá, serão necessários 217,46 l/s para o abastecimento seguro da cidade já no ano de 2005 o que corresponde à aproximadamente o dobro da vazão disponível atualmente. A demanda atual é de cerca de 110 l/s.

Como pode-se observar existe um déficit no balanço atual, o que é salientado pelas limitações técnicas do sistema em operação, e fundamentalmente pelas condições das fontes as quais comentaremos a seguir.

Hoje o abastecimento de Quixadá provém de 2 (dois) mananciais os açudes Pedra Branca e Cedro. De acordo com o Plano Estadual dos Recursos Hídricos, o

Açude Pedra Branca tem uma capacidade de 434 000 000 m³. e uma descarga regularizada de 3.26 m³/s (90% de garantia) Este reservatório integra o Sistema Banabuiú – Pedra Branca, que será responsável pela oferta d'água para 21 700 ha dos projetos de irrigação Morada Nova, Montante de Morada Nova e Chapadão de Russas Sua capacidade está totalmente comprometida com os projetos implantados e/ou em implantação O padrão da qualidade ideal d'água para o abastecimento humano por este reservatório também tem sido posto em dúvida pela empresa responsável por seu gerenciamento a COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

A fonte hídrica indicada pelo PERH para o abastecimento de Quixadá é o açude Cedro Este reservatório com uma capacidade de 126 000 000 m³ teve suas obras iniciadas no Império, e foi concluído em 1906 Em 90 anos de operação o açude só transbordou em quatro anos (4% dos anos) Apesar de seu porte o reservatório regulariza cerca de 0.40 m³/s Tal fato deve-se à dimensão reduzida de sua bacia hidrográfica a acumulação da água em pequenos açudes localizado à montante e com projetos mal elaborados, quando disponíveis, isto somado às baixas precipitações Hoje na maior parte de tempo o reservatório encontra-se seco e sua recarga é lenta o que põe em dúvida sua segurança para garantir o abastecimento humano Este açude é também importante por ter sido o primeiro açude de porte representativo do Ceará e por ser fundamental a diversos usos no município de Quixadá

É imperativo melhorar as condições hídricas do Açude Cedro para reintegrá-lo ao contexto local, e propiciar o desenvolvimento da região

Para reforçar o volume afluente do Açude Cedro, foi projetado o Açude Pirabibu com capacidade de 74 000 000 m³, e 0.40 m³/s de vazão regularizada

Este reservatório barrando o rio Pirabibu, afluente do Quixeramobim, terá como finalidade prioritária reforçar o abastecimento da população urbana de Quixadá Além deste objetivo primeiro o Açude Pirabibu proporcionará a consecução dos seguintes benefícios

- a) perenização do trecho de 20 km do riacho Pirabibu, no município de Quixeramobim com a potencialização de 210 ha irrigáveis,

- b) produção de 120 toneladas de pescado no reservatório do açude, propiciando a melhoria da renda e das condições de saúde, com a melhoria do padrão de alimentação da população em torno do lago formado,
- c) Melhorar as condições de recarga do Açude Cedro com a transposição a partir do Açude Pirabibu de 9.5 milhões de m³ por ano.
- d) Contribuir para Reativar a utilização do Açude Cedro como pólo de lazer atraindo visitantes e salientando sua importância histórica

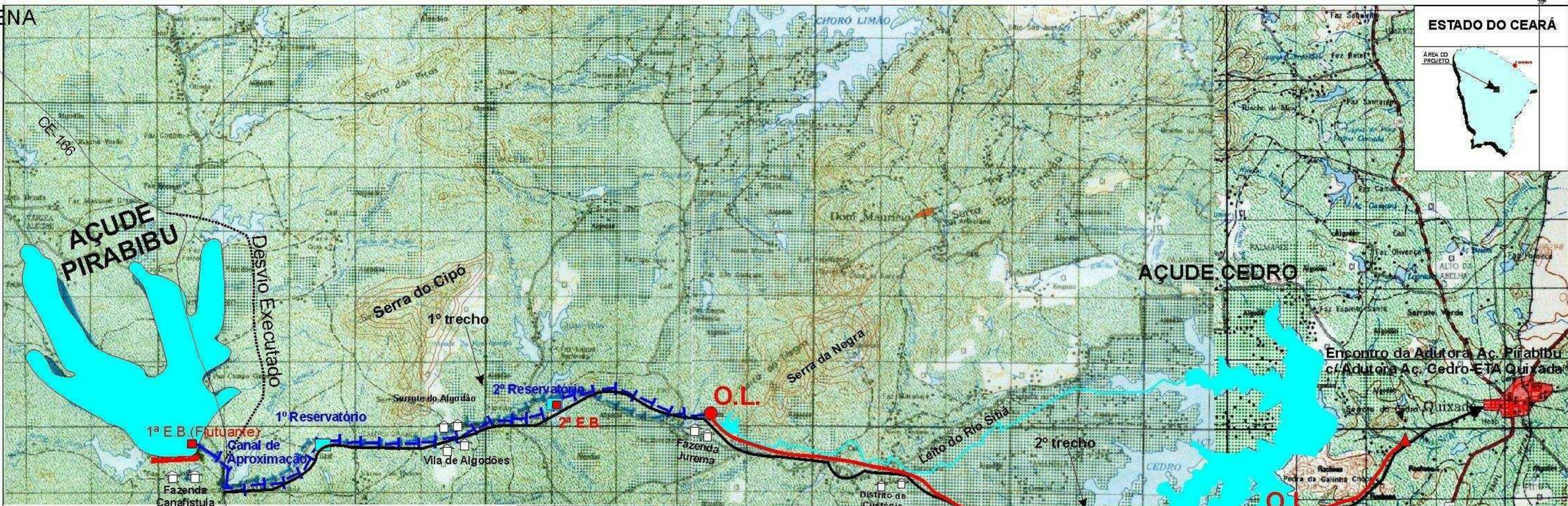
O projeto de transposição do Açude Pirabibu para o Açude Cedro será um sistema integrado pelo Açude Pirabibu com capacidade de $74 \times 10^6 \text{m}^3$ uma estação elevatória com capacidade de bombeamento de 300 l/s, uma adutora de água bruta com extensão de 16,24km e um trecho de adução pelo leito natural do rio Sitiá que desagua no Açude Cedro

Na figura 1 1 pode-se observar a localização do sistema projetado

Nos capítulos seguintes apresenta-se as principais informações sobre o projeto da adutora de água bruta desde o Açude Pirabibu, até o Rio Sitiá

MADALENA

ESTADO DO CEARÁ

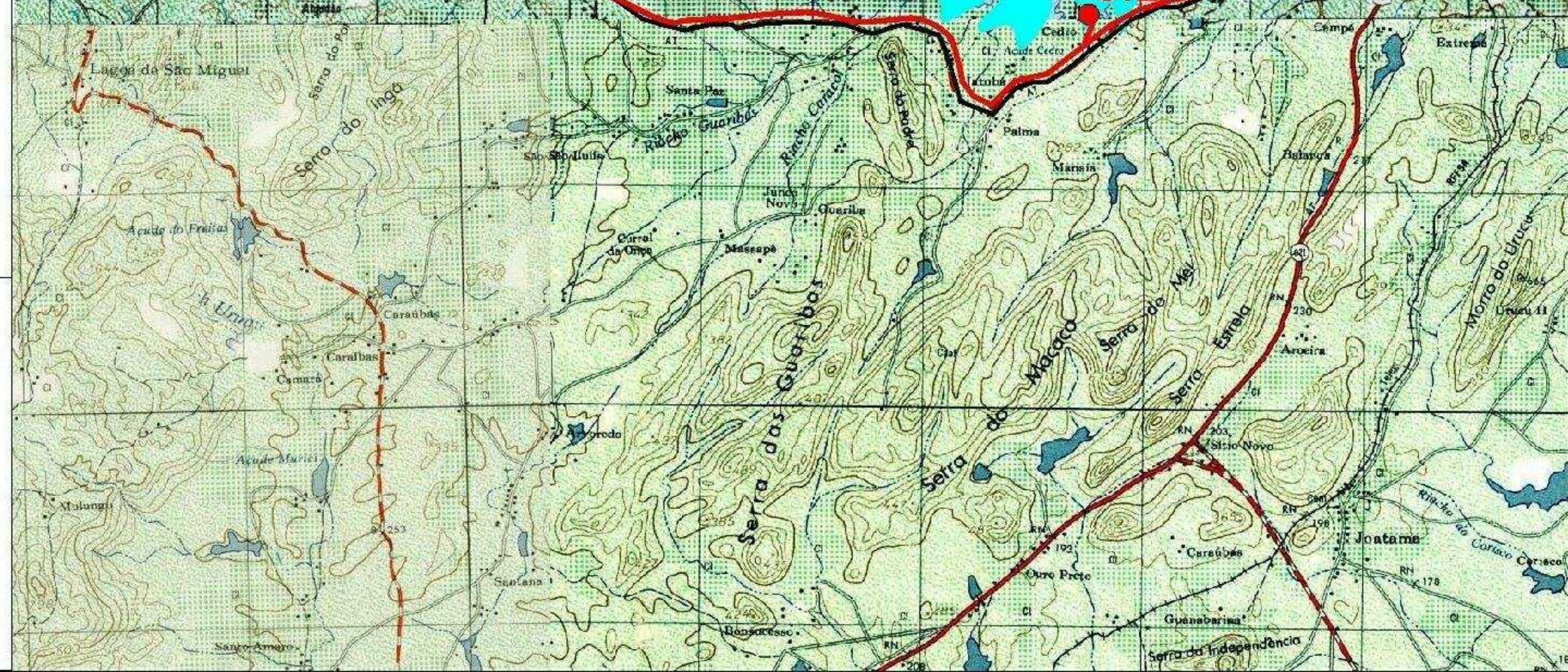


QUIXERAMOBIM

**EIXO DE INTEGRAÇÃO PIRABIBU CEDRO
LOCALIZAÇÃO E ACESSOS**

LEGENDA

- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|---------------------------------|
|  | Açude |  | CE-166 |
|  | Leito do Rio Sitiá |  | Serra |
|  | Obra de Lançamento |  | Construções |
|  | Estação de Bombeamento |  | Município |
|  | Acoplamento à Adutora Cedro/Quixadá |  | Reservatório |
|  | Desvio Executado da CE-166 |  | Traçado Adutora (implantada) |
|  | Estrada Canafistula / Quixadá |  | Traçado Adutora a ser projetada |



2 – OFERTA HÍDRICA

2 – OFERTA HÍDRICA

Conforme descrição anterior, a água disponível para o empreendimento será a da descarga regularizada do Açude Pirabibu. O Açude Pirabibu bem como o riacho Pirabibu, pertencem ao Sistema Hidrográfico Banabuiú-Jaguaribe.

A definição da vazão regularizável consta no Relatório dos Estudos Hidrológicos do Projeto Básico do Açude Pirabibu.

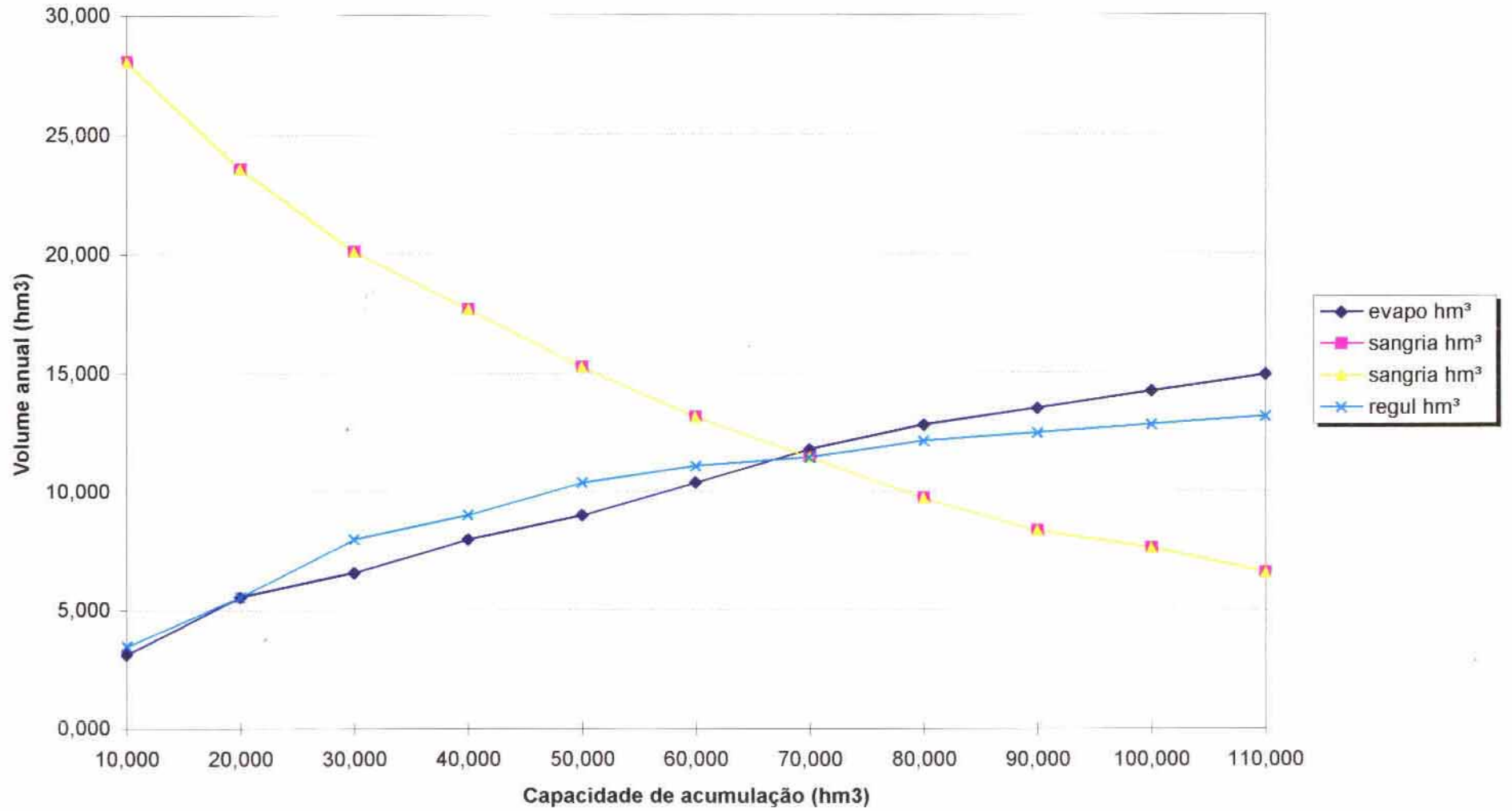
Na Figura 2.1, e no Quadro 2.1 estão resumidos os resultados dos estudos de regularização. Para a capacidade do açude de $74 \times 10^6 \text{ m}^3$, a descarga regularizada é de 390 l/s ou 12 200 000 m^3/ano .

Este valor corresponde a um pouco menos da descarga regularizada pelo Açude Cedro, o que significa dizer que com a transposição se está dobrando a capacidade de utilização do Açude Cedro.

Nas Figuras 2.2 e 2.3, encontram-se curvas de esvaziamento dos açudes Pirabibu e Cedro, onde verifica-se as evidências de melhoria nas condições de operação do Cedro.

A Figura 2.4 mostra uma comparação entre os resultados da simulação dos tempos de esvaziamento do Açude Cedro com e sem o Açude Pirabibu. Pode-se observar que considerando um volume inicial de $60 \times 10^6 \text{ m}^3$ para o Cedro, e uma saída de 400 l/s, este reservatório nas condições atuais esvazia totalmente em 48 meses. Com o Pirabibu seu esvaziamento só ocorrerá em 350 meses.

FIGURA 2.1
ESTUDO DE REGULARIZAÇÃO DO AÇUDE PIRABIBU



210000

QUADRO 2 1

RESULTADOS DOS CALCULOS DAS DESCARGAS REGULARIZADAS DO AÇUDE PIRABIBU

Capacidade hm ³	fk	fe	% evapo	evapo hm ³	% sangria	sangria hm ³	% regul.	regul hm ³	regul m ³ /s
10,000	0,289	0,320	9,000	3,114	81,000	28,026	10,000	3,460	0,110
20,000	0,578	0,320	16,000	5,536	68,000	23,528	16,000	5,536	0,175
30,000	0,867	0,320	19,000	6,574	58,000	20,068	23,000	7,958	0,252
40,000	1,156	0,320	23,000	7,958	51,000	17,646	26,000	8,996	0,285
50,000	1,445	0,320	26,000	8,996	44,000	15,224	30,000	10,380	0,329
60,000	1,734	0,320	30,000	10,380	38,000	13,148	32,000	11,072	0,351
70,000	2,023	0,320	34,000	11,764	33,000	11,418	33,000	11,418	0,362
80,000	2,312	0,320	37,000	12,802	28,000	9,688	35,000	12,110	0,384
90,000	2,601	0,320	39,000	13,494	24,000	8,304	36,000	12,456	0,395
100,000	2,890	0,320	41,000	14,186	22,000	7,612	37,000	12,802	0,406
110,000	3,179	0,320	43,000	14,878	19,000	6,574	38,000	13,148	0,417

C
.
(
t
C

FIGURA 2.2
CURVAS DE ESVAZIAMENTO DO AÇUDE PIRABIBU

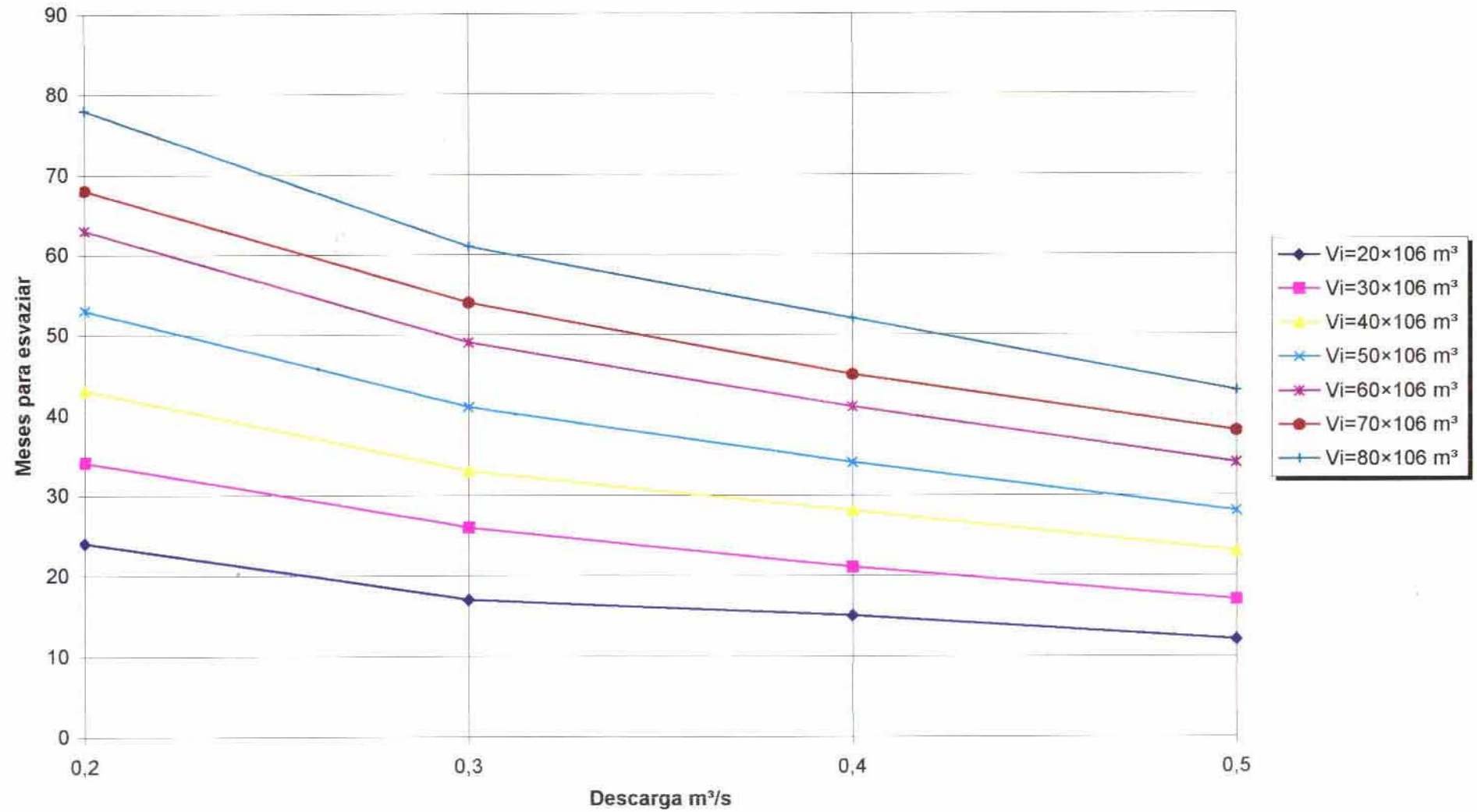


FIGURA 2.3
CURVAS DE Esvazimento do Açude Cedro

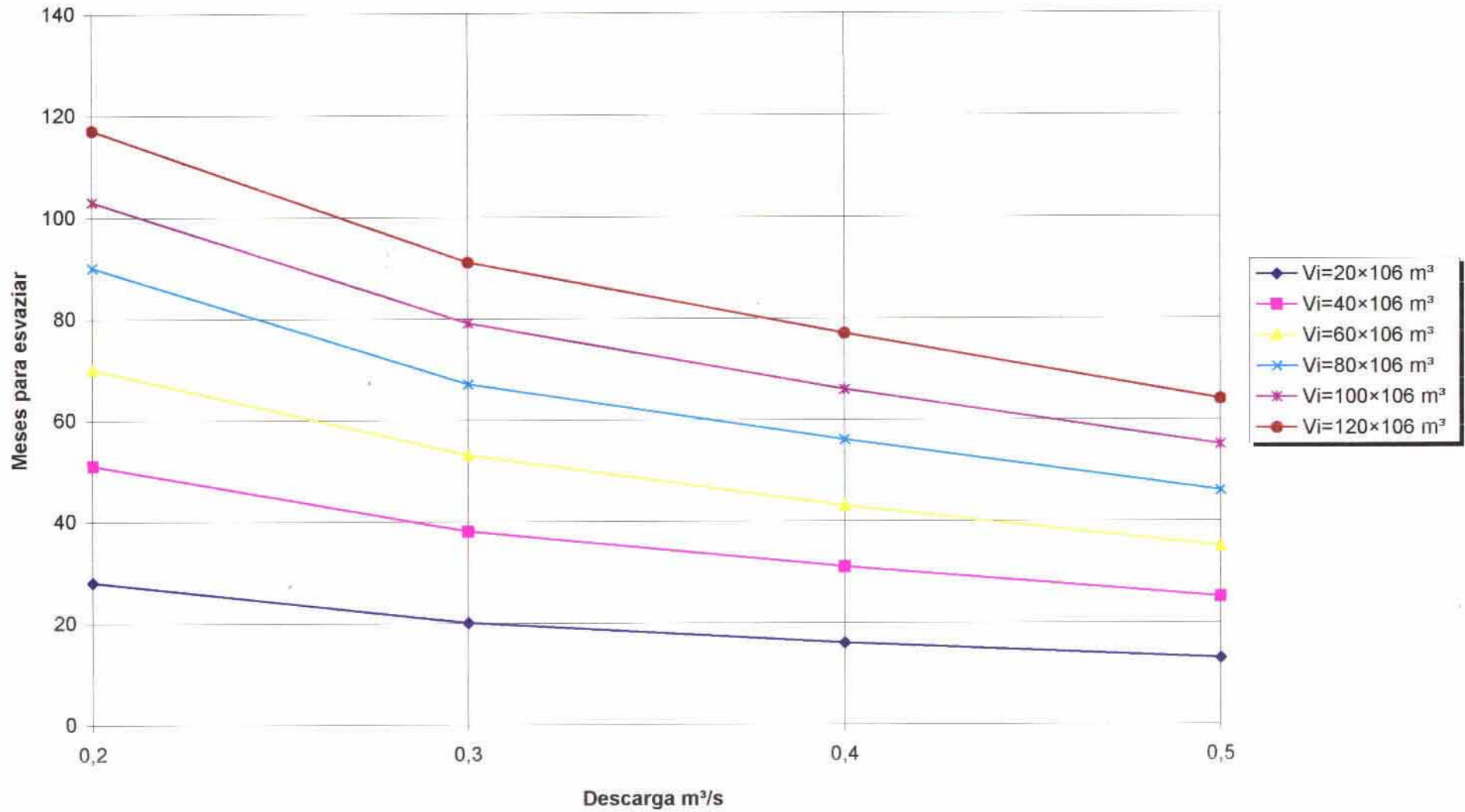
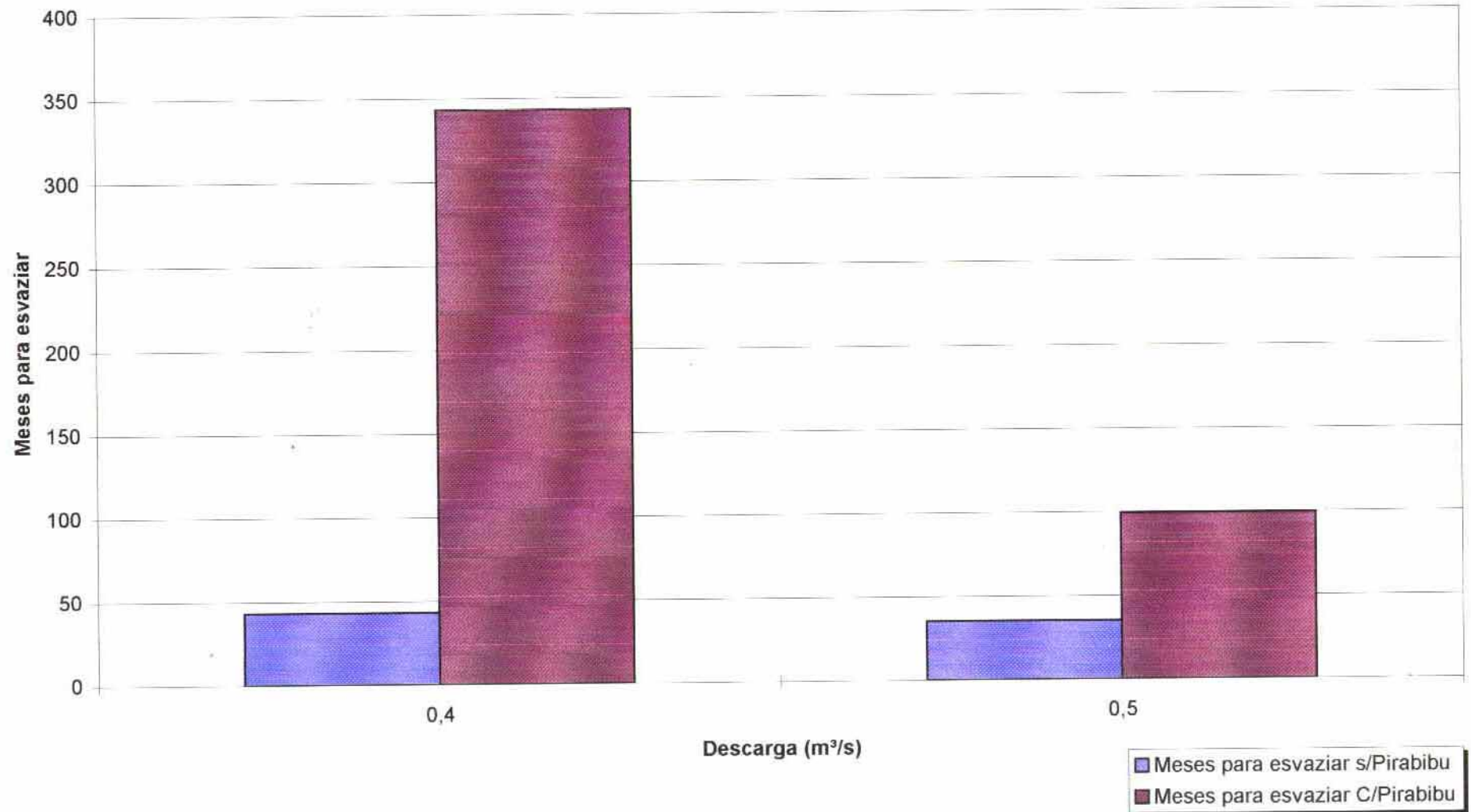


FIGURA 2.4
COMPARAÇÃO DOS ESVAZIAMENTOS



3 - DEMANDA HÍDRICA

3 - DEMANDA HÍDRICA

As principais demandas hídricas para a transposição Pirabibu-Cedro são decorrentes do abastecimento humano da sede do município de Quixadá, da irrigação de áreas ao longo do riacho Pirabibu, e da realimentação do Cedro para melhorar a garantia dos seus usos atuais

A seguir resume-se os valores de projeto adotados para aquelas demandas primordiais

3.1 - Abastecimento Humano

De acordo com os dados do Projeto da Adutora de Pedra Branca-Quixadá elaborado pela VBA Consultores, os valores da população urbana de Quixadá são

ANO	POPULAÇÃO (hab.)
1980	25 465
1991	39 404

As populações estimadas consideradas no projeto foram obtidas projetando uma taxa geométrica de crescimento de 4.18% a a

ANO	FÓRMULA	POPULAÇÃO (hab.)
2018	$Pop_{1991} \times (1 + 0.0418)^{22}$	118 929

No cálculo da vazão de projeto adotou-se os seguintes parâmetros

- consumo d'água "per capita" por dia $q=150$ l/hab /dia
- perdas na adução e tratamento = 5%

A vazão de projeto para a adução do abastecimento humano pode ser calculado por

$$Q = \frac{p \cdot q \cdot 1.05}{86400}$$

Onde

p= população estimada (hab)

q= consumo "per capita" = 150 l/s

1.05= coeficiente de perdas na adução e tratamento

Resultando

$$Q = 216,80 \text{ l/s}$$

3.2 - Irrigação

Esta demanda será a decorrência da perenização de um trecho do riacho Pirabibu

Por orientação da direção técnica da SRH-Ce estabeleceu-se para este uso uma vazão de 100 l/s ou de 3 153 600 m³/ano Estimando-se um consumo de água por hectare irrigado de 15 000 m³/ano. é possível se irrigar cerca de 210 ha com a vazão destinada a esta finalidade

4 – BALANÇO HÍDRICO

4 – BALANÇO HÍDRICO

O Quadro 4.1 refere-se ao balanço hídrico da Transposição Pirabibu-Cedro, na condição de máxima demanda (ano 2018)

Quadro 4.1
Transposição Pirabibu-Cedro
Balanço Oferta x Demanda

	OFERTA		DEMANDA	
	l/s	m ³ /ano	l/s	m ³ /ano
Açude Pirabibu	390,00	12 299 040,00	-	-
Abastecimento Quixada	-	-	216.86	6 837 004.80
Perenização do riacho Pirabibu	-	-	100.00	3 153 600.00
Realimentação do Açude Cedro	-	-	73.20	2 308 435.20
TOTAL	390,00	12.299.040,00	390,00	12.299.040,00

Deste quadro pode-se concluir que a vazão a ser aduzida para o Rio Sitiá é de $216.86 + 73.20 = 290$ l/s. O sistema adutor foi dimensionado para transportar 300 l/s.

5 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS

5 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS

5.1 - Generalidades

Estes estudos serviram para definir a concepção final da adutora do açude Pirabibu simulando diversas alternativas de traçado, diâmetro da adutora, materiais da tubulação e número de estações elevatórias. Nas simulações considerou-se os diversos aspectos técnicos envolvidos ao projeto, construção, operação e manutenção da adutora procurando relacionar estes elementos técnicos com custos, para um período de projeto de 20 anos.

5.2 - Alternativas de Traçado

As alternativas de traçado foram analisadas considerando que a adutora deveria ligar o açude Pirabibu ao afluente mais próximo que alimente o rio Sitiá e conseqüentemente o açude Cedro.

Foram analisados dois traçados básicos como pode-se observar pela figura número 5.1. O primeiro traçado corresponde ao de menor extensão tendo como ponto obrigatório uma passagem pelo Serrote do Algodão o que permite reduzir a extensão da tubulação pressurizada com bombeamento. Neste caso a adutora terá 15 Km sendo que os primeiros 7 km seriam pressurizados com bombeamento, enquanto que o restante seria gravitário. Os grandes inconvenientes deste traçado seriam que o mesmo se estenderia por terrenos com relevo muito acidentado e áreas inundadas por açudes o que acarretaria uma quantidade de ventosas e registros de descarga elevada. Por outro lado seria necessária a construção de uma estrada ao longo de toda a tubulação para garantir o acesso de veículos durante a construção e permitir a manutenção e operação do sistema de forma adequada. O custo estimado desta estrada de acesso, operação e manutenção seria da ordem de R\$ 25 000,00 por quilômetro totalizando R\$ 375 000,00, para seu custo total.

A Segunda hipótese de traçado estudado, teria um desenvolvimento ao longo da estrada carroçável que liga a localidade de Canafístula à sede do município de Quixadá. Neste caso a adutora teria uma extensão de 16,24 Km. 1,24 km mais longa que a menor distância possível. Com esta alternativa, diminuiriam as necessidades de ventosas e registros de descargas, bem como eliminaria a necessidade de se construir uma estrada ao longo da tubulação. O aumento da extensão da adutora é orçado em aproximadamente R\$ 200 00 por metro de tubulação instalada, ou em R\$ 248 000,00, o que já é inferior ao custo da estrada necessária no caso de se adotar o menor percurso. Considerando-se que a quantidade de peças especiais para segurança da adutora seria maior para o menor percurso, considerando que seria necessário desapropriar a faixa de domínio da adutora, considerando que a tubulação seria instalada ao longo de um relevo mais suave acompanhando as linhas de cumeadas naturais e considerando também que pelo percurso menor seriam necessárias travessias com tubulação encamisadas de concreto por bacias hidráulicas de açudes existentes, decidiu-se por adotar como caminhamento ideal para a adutora do Pirabibu a tubulação acompanhando a estrada existente entre a localidade de Canafístula e a sede de Quixadá. Esta estrada encontra-se em boas condições para ser utilizada como acesso às obras de construção para adutora, e também como para a operação e manutenção do sistema projetado. Ao longo dela são desnecessárias desapropriações.

5.3 - Alternativas de Diâmetro

Foram estudados diâmetros para adutora variando entre 400 mm e 700 mm. Em todos os casos (diâmetros) calculou-se o valor presente líquido dos custos de implantação, operação e manutenção. Ênfase especial foi dada ao cálculo do custo de energia elétrica. O diâmetro adotado foi o que proporcionou um valor mínimo para estes custos.

No caso do diâmetro 400 mm as perdas de carga ao longo da linha são muito elevadas o que acarreta aumento do porte dos conjuntos elevatórios, e a de tubulação com classe de pressão mais alta, o que inviabiliza a adoção de alguns materiais para a tubulação usados frequentemente neste tipo de projeto como PVC rígido, o polietileno,

os tubos de ferro dúctil classe K-7, e os tubos de RPVC, que nesta hipótese seriam tecnicamente inviáveis por não suportar as pressões de trabalho da linha

No mais foram pesquisados os diâmetros 500 mm, 600 mm, e 700 mm para tubos de ferro dúctil e RPVC

5.4 - Alternativas de Número de Estações Elevatórias

O aumento na quantidade de estações elevatórias ao longo da adutora, em linhas do porte da projetada, aumenta o custo total das instalações de bombeamento, e custos de operação e manutenção. Aumenta também os riscos de falhas no sistema já que cada estação seria um ponto crítico, e susceptível a defeitos. Por outro lado mais estações possibilitaria a redução nas pressões atuantes na tubulação com possibilidade de se utilizar tubos de menor classe de pressão de serviço, e conseqüentemente menor custo. No caso da adutora do Pirabibu, devido às condições topográficas ao longo da adução, a pressão mínima da tubulação será de 100 mca. Para que se utilize em toda a adutora esta pressão de serviço (100 mca), seriam necessárias duas estações de bombeamento situadas em pontos estratégicos

Do exposto, o estudo de alternativas de número de EBs considerou as duas hipóteses tecnicamente mais adequadas no que concerne à quantidade de estações de bombeamento a utilizar, uma estação de bombeamento no início da linha, e duas estações de bombeamento sendo uma no início, e outra na Segunda metade da adutora em posição estratégica

5.5 - Síntese das alternativas estudadas

O quadro 5.1 resume as diversas alternativas analisadas no presente estudo

A alternativa a ser detalhada no projeto executivo é a alternativa 6 por ser a que apresenta menor valor presente líquido considerando a sua execução, operação e manutenção num período de 20 anos e juros de 10% ao ano

QUADRO 5.1
QUADRO RESUMO DAS ALTERNATIVAS
Q = 300 l/s

ALTERNATIVA	EXTENSÃO (m)	MATERIAL	DIÂMETRO (mm)	QUANTIDADE DE EB	VALOR PRESENTE LÍQUIDO (R\$)
1	16 440	Ferro Fundido	400	1	7 947,00
2	16 440	Ferro Fundido	500	1	6 858,00
3	16 440	Ferro Fundido	600	1	8 010,00
4	16 440	Ferro Fundido	700	1	9 783,00
5	16 440	Ferro Fundido	600 e 500	1	6 260,00
6	16 440	RPVC	500	1	5 546,00
7	16 440	RPVC	600	1	6 348,00
8	16 440	RPVC	700	1	7 917,00
9	16 440	RPVC	500	2	5 798,00
10	1 820	RPVC	600	1	8 219,00
11	1 820	RPVC	600 e 500	1	7 069,00

6 - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA DO PROJETO

6.1 - Generalidades

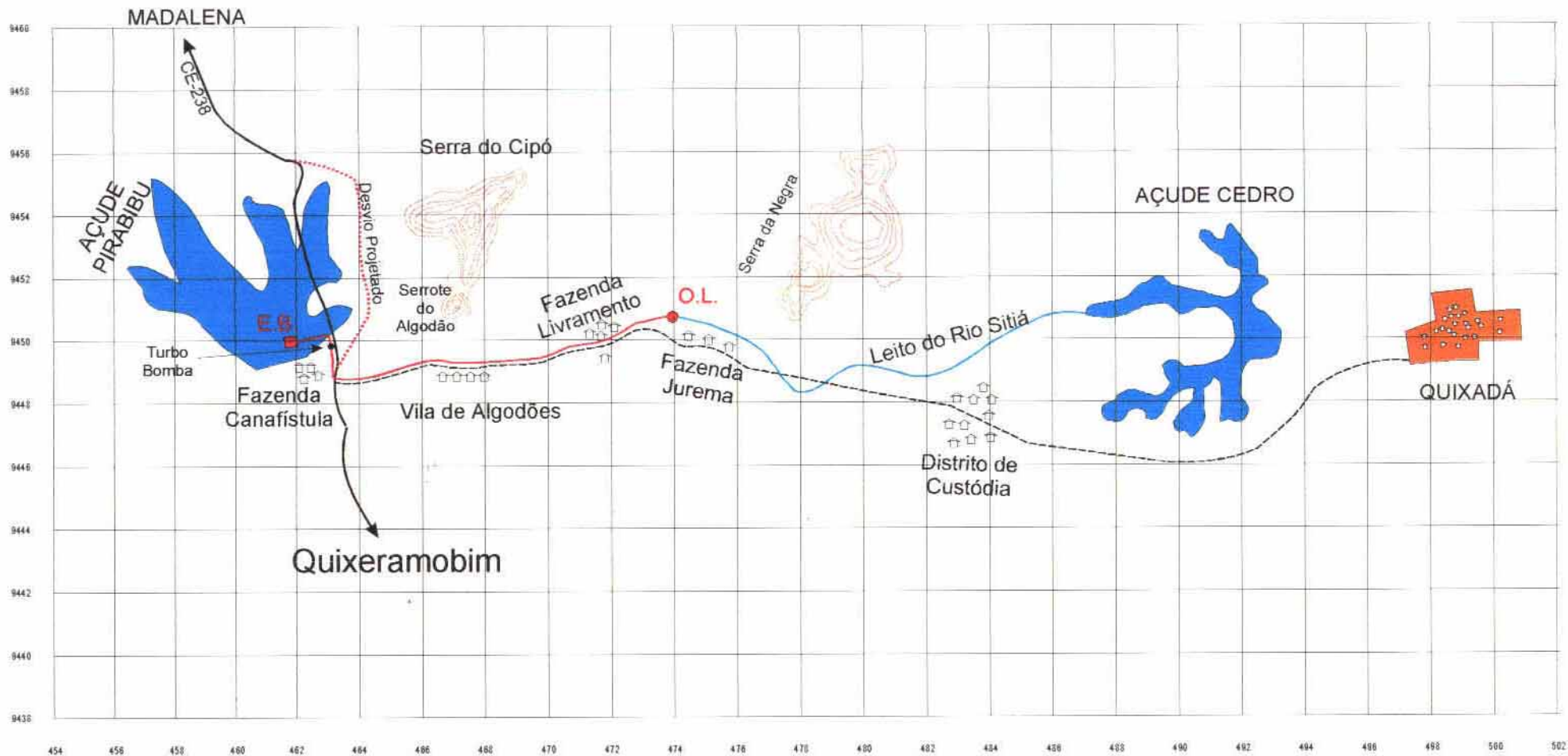
O traçado e perfil da adutora do Pirabibu foram definidos a partir do estudo de alternativas resumido no capítulo anterior, adotando-se a alternativa 6 por se tratar da mais viável técnica e economicamente. Nas figuras números 6.1, 6.2 pode-se observar um arranjo do traçado definido e um perfil esquemático com as principais estruturas da adução que são

- Canal de Aproximação.
- Poço de sucção.
- Captação flutuante.
- Adutora flutuante.
- Obra de transição entre adutora flutuante e adutora enterrada.
- Adutora enterrada
- Obra de lançamento no Rio Sitiá

6.2 - Canal de Aproximação

Este canal tem por objetivo otimizar as condições de captação no Açude Pirabibu

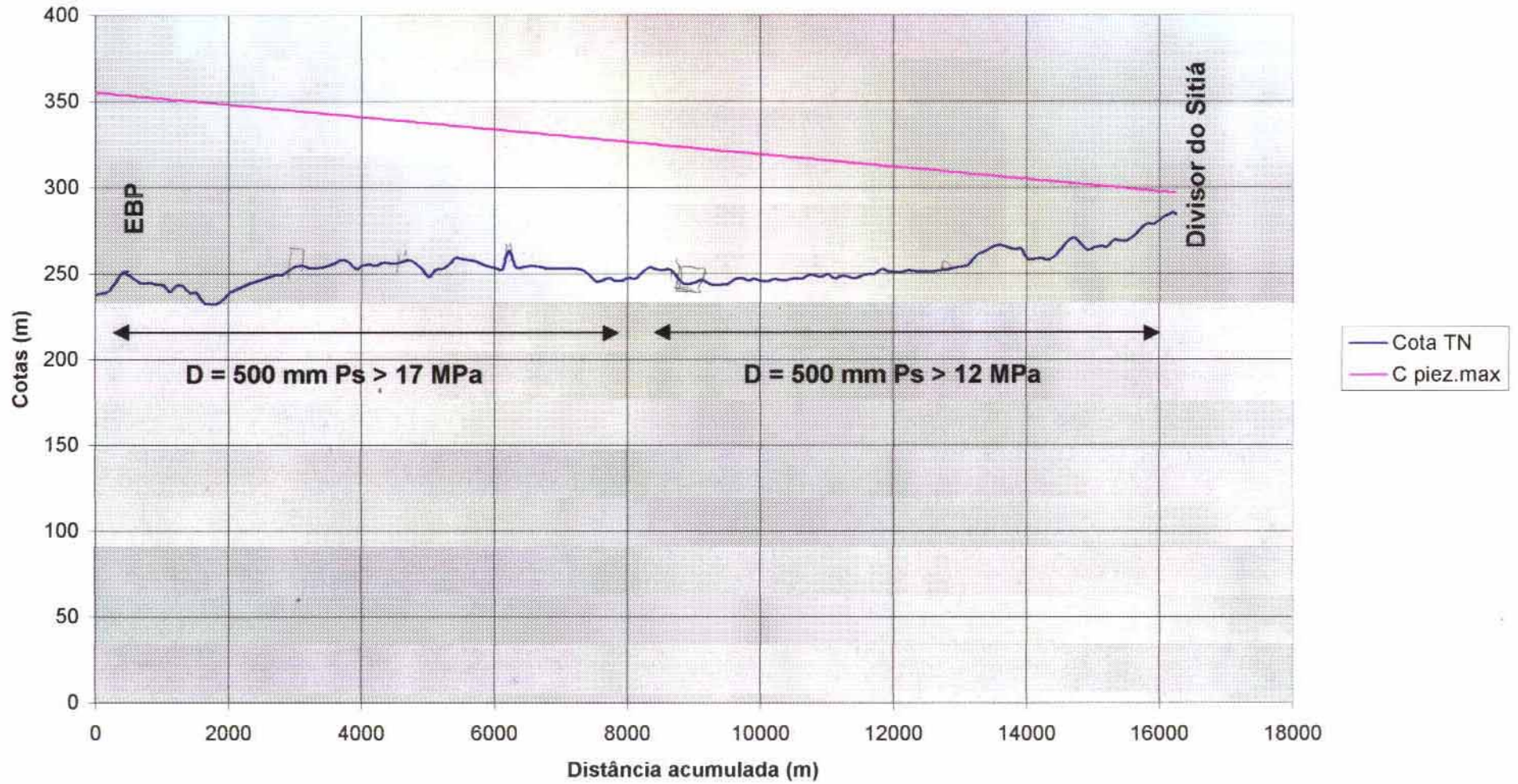
Sem ele a primeira alternativa para a captação da água seria uma estação de bombeamento nas margens do açude com piso na cota 248 (cheia máxima) e fundo na cota aproximada 233. Por esta solução seria necessário um poço de sucção com uma profundidade de 15 m, sendo que com cerca de 12 m escavados em rocha. Por outro lado um sistema de captação direta convencional deveria ser dotado de conjuntos motobombas com eixos verticais prolongados (10 m), com riscos consideráveis de desalinhamentos do eixo e conseqüente redução do rendimento do conjunto elevatório. Esta alternativa é portanto além de onerosa, pouco segura no que concerne as condições operacionais para manutenção de um rendimento nos padrões aceitáveis.



**“LAY-OUT” DA TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO
AÇUDE PIRABIBU EM QUIXERAMOBIM-CE, PARA
O AÇUDE CEDRO EM QUIXADÁ-CE.
Demanda: 300 l/s**

FIGURA 6.1

Perfil da adutora do Pirabibu
Figura 6.2



Uma outra alternativa seria adotar-se uma captação flutuante situada num ponto no interior da bacia hidráulica do açude Pirabibu, que permitisse captar a água sem necessidade de nenhuma obra civil se não o próprio flutuante. Neste caso o custo da estação elevatória seria mínimo, e a profundidade de sucção também, o que proporcionaria a redução na coluna da bomba, ou na profundidade de sucção, com conseqüente melhoria nas condições de alinhamento dos eixos dos conjuntos elevatórios. O inconveniente, nesta hipótese seria a necessidade de um trecho de tubulação flutuante de aproximadamente 680m, o que é longo podendo inviabilizar o sistema de partida dos motores, já que as subestações e a fiação flutuante seriam bastante caros para uma solução tecnicamente viável.

Concluiu-se então por uma solução intermediária entre as duas alternativas extremas, procurando-se reduzir os inconvenientes de cada uma delas: reduzir o tamanho da coluna da bomba, diminuir as profundidades de escavação, diminuir a escavação em rocha, reduzir a extensão do trecho flutuante. Adotou-se uma alternativa mista com um canal de aproximação e um trecho flutuante. Para definir-se as extensões dos trechos em canal e flutuante considerou-se os aspectos técnicos e econômicos, bem como as condições de operação e manutenção do sistema.

O canal de aproximação deverá ser escavado no terreno quase sempre em material de 1ª categoria (de acordo com as sondagens geotécnicas), sem revestimento, e com uma pequena declividade no sentido montante jusante, projetado com as seguintes características:

Início: estaca 28C do levantamento topográfico,

Final: estaca 15C do levantamento topográfico,

Extensão: 260 m,

Cota do terreno natural no início: 236,51,

Cota do terreno natural no final: 239,52,

Cota do fundo do canal no início: 236,77,

Cota do fundo do canal no final: 236,50,

Taludes da escavação: H V = 2 1,

Largura do fundo: 3,00 m,

Profundidade: Variável de 0 até 3,02 m.

Cota mínima operacional: 237,00 (porão do açude Pirabibu)

Vazão mínima operacional: 300 l/s

Detalhes desta obra podem ser vistos no desenho 02/20 do Projeto Básico

6.3 - Poço de Sucção

No local onde será instalada a captação flutuante, será escavado na bacia hidráulica do Açude Pirabibu um poço tendo como finalidade dotar as bombas das condições de submergência ideais para seu funcionamento, considerando o combate aos vórtices e/ou cavitação nos equipamentos. Trata-se de uma vala escavada com seção tronco-piramidal de base retangular. Seu fundo será assente em rocha onde serão fixadas as ancoragens para estabilização do flutuante. Suas principais características são

Localização do Eixo estaca 15 C do levantamento topográfico.

Cota do terreno natural no eixo do poço 239,52.

Cota do fundo do poço 233,50.

Profundidade no eixo do poço 6,02 m.

Dimensões da base inferior do poço 12,0 m x 7,0 m.

Taludes em solo H/V = 1,5/1 em rocha H/V 1/1.

Cota estimada para o topo rochoso no eixo do poço 237,00.

Cota mínima operacional, 237,00 (porão do açude Pirabibu).

Cota máxima operacional 248,00 (cheia máxima estabelecida)

No desenho número 04/20 encontram-se detalhes do poço de sucção

6.4 - Captação Flutuante

Os conjuntos motobombas previstos para a captação da água para o projeto serão instalados em uma plataforma flutuante que deverá ser implantada na bacia hidráulica do açude Pirabibu. Esta plataforma deverá ser constituída de fibra de vidro e ancorada no fundo do poço de captação de acordo com o desenho de projeto número 04/20. O sistema deverá permitir a captação da água com o nível d'água do reservatório oscilando entre as cotas 237,00 e 248,00

Na plataforma deverão se situar 4 (quatro) conjuntos motobombas. em paralelo. sendo que três deles deverão funcionar simultaneamente. A plataforma será dotada de uma ponte rolante que permita o deslocamento e içamento de um peso de até 25t. A plataforma foi projetada para permitir o posicionamento de uma embarcação para facilitar a operação e manutenção do sistema. As principais características da estação são:

Comprimento máximo	9,0m
Largura máxima	6,0m
Profundidade	1,20m
Calado	470mm
Capacidade de carga da base flutuante	15.000Kg
Monovia - capacidade	3 t
Sistema de ancoragem com 4 pontos de amarração com âncoras e correntes de 3/8"	
Guarda-corpo em todo o perímetro	
Pintura apto-corrosiva em todo o material metálico	

Este tipo de solução foi adotado por critérios técnicos e econômicos. O flutuante em fibra de vidro possui características ideais no que concerne à resistência às intempéries, bem como a corrosão, por um custo reduzido. Por outro lado, dispensa grandes obras civis de concreto e escavações em rocha de custo bem mais elevado.

6.5 - Conjuntos Elevatórios

De acordo com a determinação da SRH/Ce, a estação elevatória foi projetada para permitir a captação de uma vazão máxima de 300 l/s (3/4 da descarga regularizada do reservatório).

Na escolha do equipamento procurou-se no mercado de bombas, conjuntos que para as condições de operação do projeto proporcionassem o máximo rendimento. Existem poucas alternativas no que concerne a bombas de eixo horizontal, e as poucas existentes requerem equipamentos fora de linha com custos elevados. A solução encontrada foi a de se utilizar bombas de eixo vertical tipo turbina, com 5 (cinco) estágios, com altura manométrica por estágio de aproximadamente 22m, acionadas por

motores elétricos de 250cv-1750rpm (220v/380v/440v), que recalcarão cada uma a vazão aproximada de 100L/s. No quadro, e no desenho correspondente encontram-se resumidas as condições operacionais dos conjuntos motobombas de acordo com as curvas características da adutora, e a curva da bomba produzida por um renomado fabricante, para os níveis extremos do reservatório Pirabibu.

O sistema foi projetado para recalcar uma vazão máxima de 320 l/s que corresponde a três bombas operando em paralelo e o reservatório no nível mínimo (máxima altura manométrica). Foi prevista uma bomba reserva que será instalada no flutuante juntamente com as bombas em serviço. É comum na SRH manter-se a bomba reserva no almoxarifado para se montar de acordo com as necessidades, mas por se tratar de bombas e motores de porte, sua instalação principalmente em flutuante, não é tão fácil, o que justifica a solução adotada.

O barrilete de recalque foi projetado na margem esquerda do reservatório (estaca 7C). Os tubos e equipamentos hidromecânicos que compõem o sistema serão de ferro dúctil com flanges e dimensões indicadas no desenho número do projeto. O barrilete contará com válvula de retenção e válvula borboleta para permitir uma boa operação do sistema. A localização do barrilete fora do flutuante, visou diminuir os esforços atuantes no flutuante bem como reduzir suas dimensões. As peças deverão ser devidamente ancoradas de acordo com os desenhos de projeto. A conexão entre o trecho flutuante e o barrilete se fará com a utilização de uma junção com um colar especial de aço inoxidável de acordo com os desenhos de projeto.

6.6 - Sistema elétrico

A subestação transformadora, classe 15kv, será do tipo abrigada em alvenaria com entrada aérea, padrão COELCE, em conformidade com a Norma Técnica NT 002/91. Esta subestação estará ligada ao sistema de fornecimento de energia elétrica em tensão primária de 13,8 Kv, através da linha de distribuição rural e que fornecerá aos motores das bombas tensão de 380v trifásica.

Os motores elétricos serão acionados por chaves de comando automático com partida auto compensada instaladas na casa de comando das bombas da estação de captação e elevatória.

As chaves de comando protegerão os motores contra sobrecarga, curto-circuito e falta de fase. Serão instaladas em quadros ou cubículos em chapa metálica de aço de espessura mínima de 2,0 mm, estrutura auto-portante, garantindo sua estabilidade e segurança de terceiros, bem como a perfeita fixação dos equipamentos e materiais utilizados na confecção destes quadros, respeitando-se o que prescrevem as normas ABNT NBR 5414, NBR 6808 e 6146. Os quadros metálicos deverão ter grau de proteção mínimo IP-44 (NBR 6146).

Os motores elétricos serão do tipo totalmente fechados (NBR 7094 e 5432) e terão grau de proteção mínimo IP-54.

Os motores elétricos serão instalados em flutuador para captação d'água, conforme projeto hidráulico.

6.7 - Tubulações Flutuantes

Estas tubulações deverão permitir a operação do sistema entre as cotas do nível d'água do açude Pirabibu compreendidas entre 237,00 e 248,00. O raio do círculo compreendido entre o flutuante e a obra de início do trecho enterrado é de 160m, sendo que o ângulo de deslocamento do flutuante é de 160 m, sendo que o ângulo de deslocamento do flutuante é de 3° 55'58". O trecho flutuante será compreendido entre as estacas 15C e 7 C do levantamento topográfico. A tubulação projetada foi polietileno de alta densidade com DN = 315 mm (Di = 250 mm), Pressão de serviço 16 Mpa. Esta tubulação possui as características de resistência às intempéries e/ou corrosão, bem como condições de flexibilidade e flutuabilidade adequada às condições de projeto. Trata-se de uma tubulação de elevada resistência ao stress-cracking, de elevada imunidade à corrosão, baixíssimo efeito de incrustação, e adequada para ser utilizado como flutuante. O projeto prevê três linhas de tubulação paralelas, cada uma ligada a um conjunto elevatório. Cada linha foi projetada para uma vazão máxima de 100 l/s nas condições de nível mínimo do reservatório do Açude Pirabibu.

6.8 – Tubulação Enterrada

6.8.1 - Generalidades

Conforme justificado no estudo de alternativas, a tubulação enterrada, que servirá de conduto para a água aduzida desde a bacia hidráulica do açude Pirabibu até o afluente mais próximo do rio Sitiá na Fazenda Livramento, será de PVC rígido revestido de fibra de vidro, DN = 500 mm, com uma extensão total de 16 080 m

A tubulação deverá ser enterrada em vala tendo como dimensões mínimas as recomendadas pelos manuais dos fabricantes e indicadas nos desenhos e perfis de projeto (desenhos 8/20 a 19/20)

6.8.2 - Material

A tubulação projetada tem como principal característica, a sua condição física de ser praticamente inerte aos ataques de corrosão ou outros fenômenos físicos e químicos que podem acontecer no caso de tubulações enterradas. O material específico resiste bem as cargas internas e externas a que serão submetida a tubulação

6.8.3 - Pressão de serviço

As pressões de serviço da tubulação foram determinada a partir dos perfis do terreno natural, e piezométrico da adutora que podem ser visualizados na figura 6.2 mostram anteriormente

Por motivos técnicos e econômicos resolveu-se dividir a adutora em dois trechos, cada um com uma pressão de serviço

Trecho 1 - da estaca 7C, até 494, medindo 8040 m, apresenta pressões disponíveis variando entre 60 mca, e 110 mca. Neste trecho adotou-se um pressão de serviço de 170 mca, (50 % superior a máxima prevista sem os efeitos dos transientes hidráulicos)

Trecho 2 – Da estaca 494 até o final da adutora (846), medindo 8040 m com pressões disponíveis sem os efeitos dos transientes, variando de 2 mca, até 60 mca. Aqui adotou-se a pressão de serviços para a tubulação de 120 mca (cerca de 50% da pressão máxima atuante sem os efeitos dos transientes)

6.8.4 - Diâmetro

O diâmetro da adutora foi determinado pelo critério econômico a partir da análise dos custos de implantação, operação e manutenção do sistema. No estudo considerou-se 20 anos de vida útil e uma taxa de juros anual de 10%. Os custos adotados para tarifas energéticas foram os da planilha comercial da COELCE em agosto de 1998. Foram considerados os custos de demanda e consumo elétrico.

Os cálculos realizados estão detalhados no capítulo, memória de cálculo. No desenho número 6.3 apresentado a seguir pode-se observar uma comparação dos custos entre as diversas comparações de diâmetros possíveis para o projeto, em que se conclui por um diâmetro econômico de 500 mm. Adotou-se um tubo de RPVC com diâmetro nominal DN 500, com as seguintes características:

Diâmetro nominal (DN)	500
Diâmetro interno (DI)	500 mm
Extensão da barra	6 m
Temperatura de Operação Máxima	60 °C
Pressão de colapso	-10 mca
Tipo de junta	elástica (ponta bolsa com anel de borracha)

6 8 5 – Obra de Lançamento

No ponto de lançamento no Rio Sitiá previu-se uma obra detalhada no desenho 06/20

6 8 6 - Ancoragens

Todas as curvas, e registros a serem instalados na adutora deverão ser devidamente ancorados de acordo com as indicações dos desenhos de projeto. Estas ancoragens serão executadas com concreto simples, abraçadeiras de aço CA-50 com largura de 2", apoiadas em lençol de borracha com espessura de 3 mm

6 8 6 – Equipamentos de proteção e manobra da adutora

Em todos os pontos altos foram previstas ventosas de tríplice função para possibilitar a saída de ar, e atenuar os efeitos dos transientes hidráulicos. Para possibilitar a manutenção das ventosas sem interferir no funcionamento do sistema projetou-se registros de gaveta de 100 mm entre a tubulação adutora e as ventosas

Nos pontos baixos previu-se a instalação de registros de descarga com diâmetro 100 mm para possibilitar a perfeita limpeza da tubulação. O projeto prevê ainda registros de linha no início da tubulação enterrada, e no final da adutora para melhorar as condições operacionais e/ou de manobra da mesma. Todos estes equipamentos deverão ser instalados em caixas de alvenaria de acordo com o desenho número 07/20 do projeto básico

Um terceiro registro de manobra foi projetado na derivação da estação da adutora para a localidade de Algodões. Este registro tem 50 mm de diâmetro nominal e permitira a derivação de 5 l/s para garantir o abastecimento de água para a população local

7 – MEMÓRIA DE CÁLCULO

7 – MEMÓRIA DE CÁLCULO

7.1 - Dados Básicos para Dimensionamento

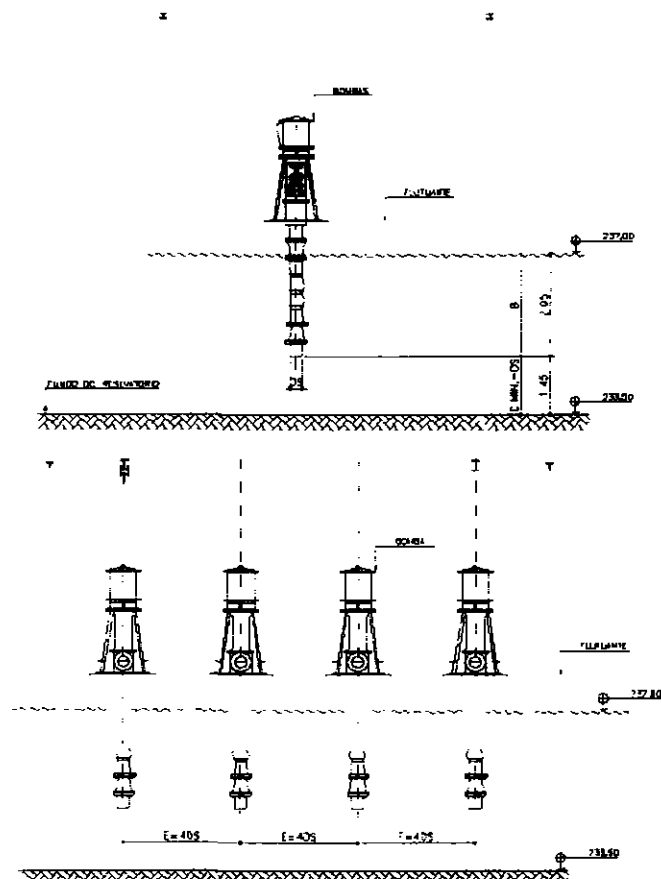
- Vazão total de projeto $Q = 0,300 \text{ m}^3/\text{s}$
- Número de conjuntos elevatórios $N = 3$ (mais 1 de reserva)
- Extensão da adutora
 - Canal de aproximação $L_c = 260 \text{ m}$
 - Trecho flutuante $L_f = 160 \text{ m}$
- Trecho enterrado $L = 16080 \text{ m}$

Perfil da adutora obtido a partir dos desenhos de projeto (levantamento topográfico com pontos a cada 20 m)

7.2 - Sucção

Cota mínima de operação 237,00

De acordo com as indicações de manuais de renomado fabricante de bombas as cotas recomendadas são ilustrados no esquema seguinte



Para $D_s = 0,34$ m (caso da bomba projetada)

adotou-se

$$E = 2,0 \text{ m } (> 4 \times 0,34 = 1,36)$$

$$B = 2,05 \text{ m } (> 0,45)$$

$$C = 1,45 \text{ m } (> 0,34)$$

A cota do fundo do poço de sucção será

$$C_{\text{fps}} = 237,00 - B - C = 233,50$$

Cálculo de NPSHd

$$\text{NPSHd} = \frac{P_{\text{atm}} - P_v}{\gamma} - DG_s - PC_s$$

onde

NPSHd = energia disponível na entrada da bomba

$$\frac{P_{\text{atm}}}{\gamma} = \text{pressão atmosférica} = 10,00 \text{ mca}$$

$$\frac{P_v}{\gamma} = \text{pressão de vapor da água} = 0,32 \text{ mca}$$

DG_s = disponível geométrico de sucção = 2,05 m

PC_s = perde de carga na sucção

De acordo com os manuais do fabricante da bomba

Para $Q = 360 \text{ m}^3/\text{h}$ bomba B14B

$$PC_s = 3,5 \text{ m}/100\text{m}$$

Tubulação de Elevação

$$PC_{\text{scrivo}} = 0,5 \text{ m}$$

$$PC = 0,5 + 0,035 = 0,54 \text{ m}$$

$$\text{NPSHd} = 10 - 0,32 + 2,5 - 0,54 = 11,19 \text{ mca}$$

7.3 - Estudo de Recalque

7.3.1 - Estimativa do diâmetro do barrilete e trecho flutuante

Para o barrilete e trecho flutuante (3), a vazão aduzida é de $300/3 = 100$ l/s

$$D_i = \sqrt[4]{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Onde D_i	diâmetro interno da tubulação
Q	Vazão Aduzida por tubulação
V	velocidade econômica

Segundo Macintyre, $V = 2,5$ m/s

$$\text{logo } D_i = \sqrt[4]{\frac{4 \times 0,10}{\pi \times 2,5}} = 0,225 \text{ m}$$

adotou-se para o barrilete de ferro dúctil $D_b = 250$ mm. e para o trecho flutuante $D_f = 315$ mm (diâmetro externo) que corresponde a um diâmetro interno de 250 mm

7.3.2 - Diâmetro da adutora

O diâmetro da adutora foi estabelecido a partir do critério econômico

Como primeira aproximação utilizou-se a fórmula de Bresse

$$D = K(x)^{1/4} \sqrt[4]{Q}$$

onde D = diâmetro econômico em m

K = coeficiente do material. e regional K é estimado em 1,0 para as condições de projeto

$$X = \frac{\text{n}^\circ \text{ horas de operações po dia}}{24 \text{ horas}} = \frac{20}{24} = 0,83$$

Q = vazão de projeto em m³/s (0,30) obtendo-se

$$D = 0,523 \text{ m}$$

Para se determinar o diâmetro da tubulação avaliou-se os custos correspondentes á adutora com dois diâmetros comerciais acima. e dois diâmetros comerciais abaixo do calculado de acordo com Bresse ou sejam 400. 500. 600 e 700 mm

Nos cálculos considerou-se

Custos de implementação = bombas, tubulação, peças, conexões, acessórios mão-de-obra, montagem e pré-operação do sistema,

Custos de operação e manutenção = energia elétrica, pessoal, consumo de material e equipamentos para operação e manutenção corretivas e preventivas

Nas estimativas de custos, que são resumidas na planilha de cálculo do quadro 7.1 seguinte considerou-se uma taxa de juros de 10% ao ano, com amortização de 20 anos

Na planilha de cálculo os diversos elementos foram estimados assim

Diâmetro (m)	diâmetro interno da tubulação (D)
Vazão (m ³ /s)	vazão de projeto = 0,300 m ³ /s (Q)
Velocidade de escoamento (m/s)-(v)	

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Perda de Carga localizada (hl)

Planilha de Cálculo do Diâmetro Econômico da Adutora do Pirabibu
Quadro 7.1

Alternativa	1	2	3	4
Diâmetro (m)	0,4	0,5	0,6	0,7
Vazão (m ³ /s)	0,3	0,3	0,3	0,3
Velocidade de escoamento (m/s)	2,39	1,53	1,06	0,78
Perda de carga localizada	2,1808	0,8933	0,4308	0,2325
Perda de carga unitária	0,0105	0,0036	0,0015	0,0007
Extensão(m)	16240,00	16240,00	16240,00	16240,00
Desnível geométrico (m)	48,00	48,00	48,00	48,00
Altura manométrica total	229,69	109,45	73,35	59,99
Classe de pressão da tubulação	k9	CL 16	CL 16	CL 10
Horas de funcionamento/dia	20	20	20	20
Dias de funcionamento/ano	365	365	365	365
Potência instalada kw	1144,36	545,28	365,44	298,90
Potência consumida kwh	8353846,20	3980555,01	2667705,47	2181999,84
Custo unitário da adutora r\$/m	201,00	160,68	210,34	247,85
Custo total da adutora R\$	5 222 784,00	4175109,12	5465474,56	6440134,40
Custo da estação elevatória	390 000,00	220000,00	190 000,00	190 000,00
Custo unitário da demanda elétrica R\$/kw/	3,57	3,57	3,57	3,57
Custo unitário do consumo R\$/kwh	0,03	0,03	0,03	0,03
Custo anual de energia R\$/ano	327 207,57	155 912,34	104.490,00	85 465,65
VPL energia R\$ (10%,20 anos)	2 785 701,26	1 327 369,08	889 581,91	727 616,90
Custo anual de manutenção R\$	36 000,00	36 000,00	36 000,00	36 000,00
VPL manutenção R\$	306 488,16	306 488,16	306 488,16	306 488,16
VPL do sistema R\$ (10%,20 anos)	8 704 973,42	6 028 966,36	6.851 544,63	7 664 239,46

Potência consumida Kwh - P_c

$$P_c = P_l \times 365 \times h$$

Custo unitário da adutora (R\$/m) - C_a

C_a = custo por m da tubulação

Custo total da adutora R\$ - CT

$$CT = C_a \times L \times K$$

K = Coeficiente de assentamento, montagem e teste = 1,35 p/fofo e 1,60p/RPVC

Custo unitário das demandas (cud) e consumo elétrico (CUC)

Obtido da tabela de preço da Coelce de agosto de 1998

Custo anual de energia (R\$/m) – CAE

$$CAE = P_l \text{ cud } 12 + P_c \text{ cuc}$$

VPL de energia R\$/ano (10%, 20 anos)

Obtido por

$VPL = CAE \times$ coeficiente de atualização de tabelas Price

Para $i = 10\%$ e $N = 20$ anos

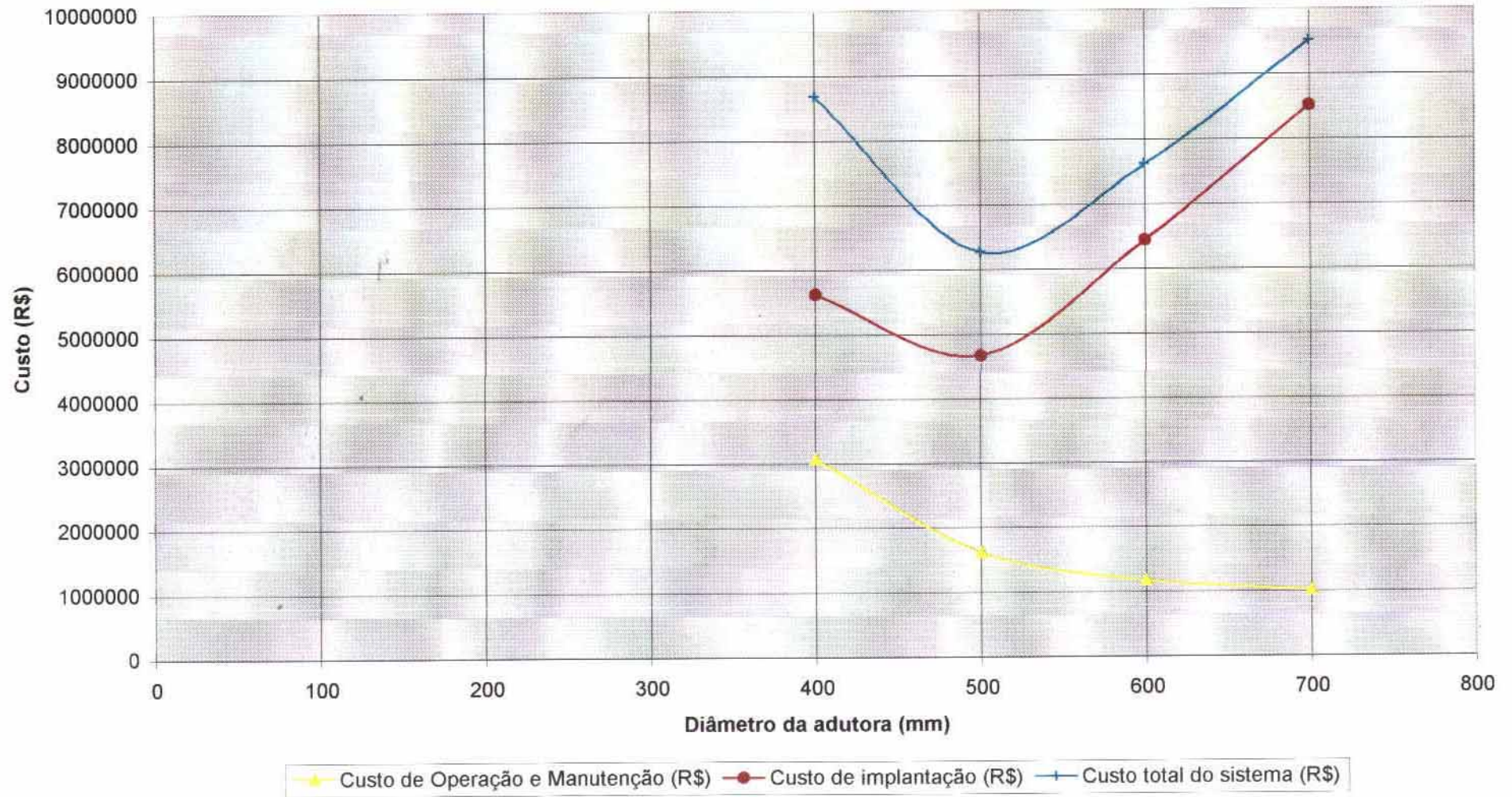
VPL do Sistema

Valor presente líquido da adutora = $CT + VPL$ de energia + VPL de manutenção

Da Planilha, do quadro 7.1 e da Figura correspondente (figura 7.1) pode-se concluir que o diâmetro adotado foi 500 mm

D econômico = 500 mm

Diâmetro Econômico da Adutora De Pirabibu
Figura 7.1



7.3.3 - Curva característica da adutora

A curva característica da adutora foi obtido a partir das condições da tubulação de recalque

Trecho Flutuante

Extensão L = 160 m

Diâmetro Interno (D) = 250 mm

Vazão = vazão total /3

Tubulação enterrada

Extensão L = 16080 m

Diâmetro (D) = 500 mm

Desnível min = 37.00

Desnível máx = 48.00

Vazão = 300 l/s

A curva característica da adutora foi estimada para duas hipóteses limites de operação do projeto, considerando os níveis extremos de sucção mínimo de 237.00 e máximo de 248.00 que corresponde a desnível geométrico 46.00 m e 37 m respectivamente

Para elaborar-se a curva característica da adutora do Pirabibu estimou-se as perdas de carga por atrito utilizando a fórmula racional

$$PC_a = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Onde

Pca = Perda de carga por atrito, em metros

F = Coeficiente de atrito (calculado pela fórmula de Colebrook)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{R_e \sqrt{f}} \right)$$

Onde

K = rugosidade equivalente.

R_e = número de Reynolds

$$R = \frac{vD}{\nu}$$

onde

V = viscosidade do líquido, em m²/s

L = comprimento do conduto em metros

v = velocidade média de escoamento, em m/s

g = aceleração gravitacional m/s²

D = diâmetro do conduto em metros

As perdas de carga localizadas foram determinadas pelo método dos comprimentos virtuais

Neste caso transforma-se cada obstáculo em um comprimento hipotético (virtual) de conduto do mesmo diâmetro e calcula-se a perda de carga como se fosse por atrito

A tabela a seguir dá a equivalência

PEÇA	Comprimento virtual (número de diâmetros)
Ampliação gradual*	12
Cotovelo de 90° (raio curto)	45
Cotovelo de 45° (raio curto)	20
Curva de 90° (raio longo)	30
Curva de 45° (raio longo)	15
Entrada normal em conduto	17
Entrada de borda	35
Junção	30
Redução gradual *	6
Registro de ângulo aberto	170
Registro de gaveta. aberto	8
Registro de globo. aberto	350
Saida de canalização	35
Tê. passagem direta	20
Tê saída de lado	50
Tê. saída bilateral	65
Válvula de pé e crivo	250
Valvula de retenção	100

* usar o diâmetro maior

Na planilha seguinte (quadro 7.2) encontram-se os cálculos realizados para a obtenção das Curvas características que são apresentadas na Figura correspondente (figura 7.2)

7.3.4 - Escolha dos conjuntos moto-bombas

Os conjuntos moto-bombas projetados foram escolhidos a partir da análise conjunta das curvas características da adutora e das bombas disponíveis no mercado

Algumas premissas foram seguidas

**Planilha da calculo da curva caracteristica do açude Pirabibu
Quadro 7 2**

Diâmetro 0.5 Db (0 25
 Extensão 16884 (L+5%)
 Extensão 218 3
 Desnivel 46
 Desnivel 35
 k (mm) 6E-05

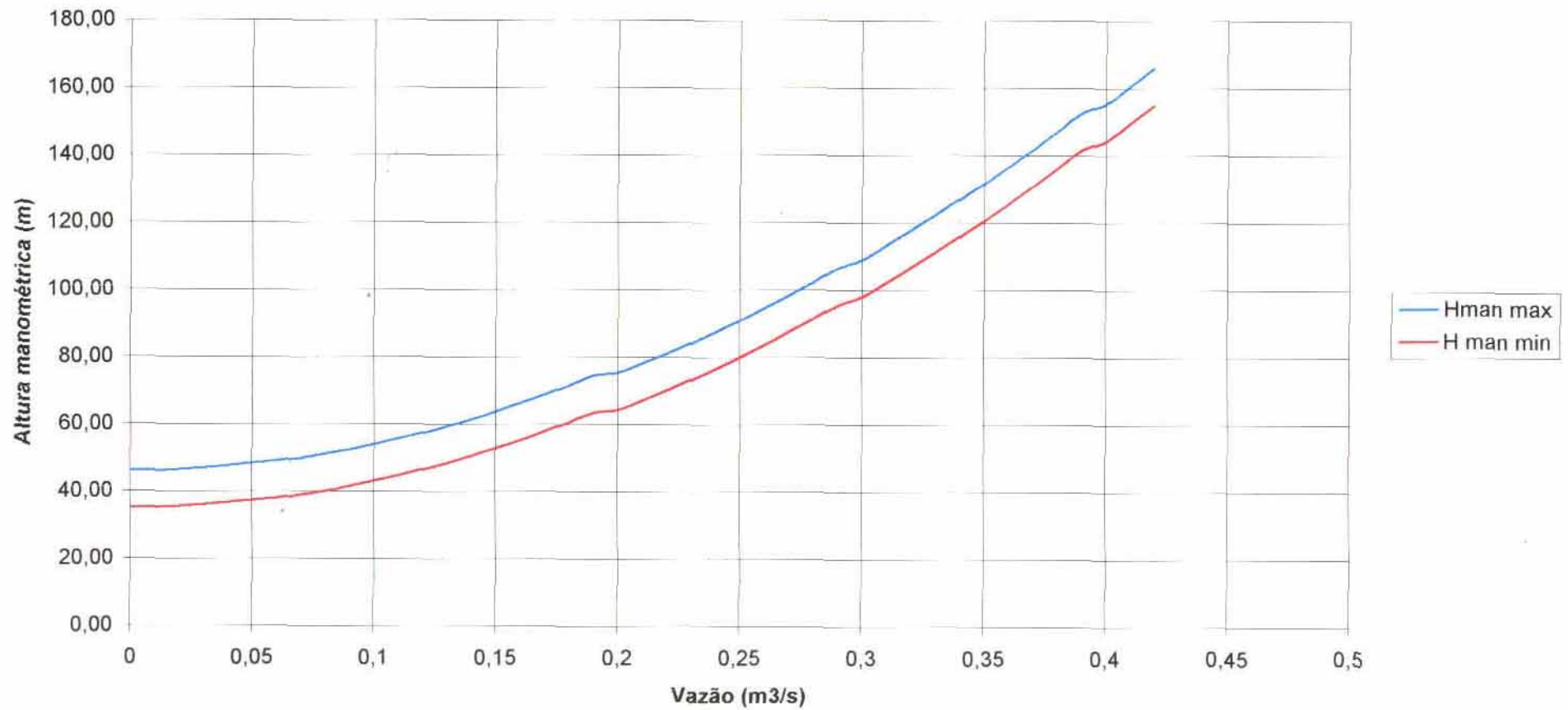
azão (m³/	g ma	g mi	(m³/	Lb (m)	b (m/	(m/s	Reb	Re	f	fb	0	hub	hu	hfb	hf	Hf	man ma	man mi
0	46,00	35,00	0,00	160,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,00	35,00
0,01	46,00	35,00	0,00	160,00	0,07	0,05	16985 14	25477 71	0,023	0,027	0 0	0,03	0,01	0,00	0,11	0 11	46,11	35,11
0 02	46,00	35,00	0 01	160 00	0 14	0 10	33970 28	50955 41	0 020	0,023	0 0	0,09	0,02	0 01	0 37	0 38	46 38	35 38
0,03	46 00	35 00	0,01	160,00	0 20	0,15	50955 41	76433,12	0,019	0 022	0 0	0,18	0,05	0 03	0 78	0 81	46,81	35 81
0,04	46 00	35 00	0,01	160,00	0 27	0,20	67940 55	101910,83	0,019	0 021	0 0	0,31	0 08	0 05	1,34	1,39	47 39	36 39
0 05	46 00	35 00	0 02	160 00	0 34	0,25	84925,69	127388,54	0,018	0 021	0 0	0,48	0 12	0 08	2,02	2 09	48 09	37 09
0 06	46 00	35 00	0 02	160 00	0 41	0 31	101910,83	152866,24	0,016	0 021	0 0	0,69	0 15	0 11	2,57	2 68	48,68	37 68
0 07	46 00	35 00	0 02	160 00	0 48	0,36	118895,97	178343 95	0 016	0 021	0 0	0 95	0 20	0 15	3,50	3 65	49 65	38 65
0 08	46 00	35 00	0,03	160 00	0 54	0 41	135881 10	203821 66	0 016	0 021	0 0	1 24	0 27	0 20	4 57	4 77	50 77	39 77
0 09	46,00	35,00	0,03	160,00	0 61	0 46	152866,24	229299,36	0,016	0 018	0 0	1,37	0 34	0 22	5,78	6,00	52,00	41 00
0 1	46 00	35 00	0,03	160 00	0 68	0,51	169851 38	254777,07	0,016	0 019	0 0	1,79	0 42	0 29	7,14	7,43	53 43	42 43
0 11	46 00	35,00	0 04	160 00	0 75	0 56	186836,52	280254 78	0 016	0 019	0 0	2 16	0 51	0 35	8,64	8,99	54 99	43 99
0 12	46 00	35 00	0 04	160 00	0 82	0 61	203821,66	305732,48	0 016	0 019	0 0	2,57	0 60	0 41	10 28	10,70	56 70	45 70
0 13	46 00	35 00	0 04	160,00	0 88	0,66	220806 79	331210 19	0,016	0 019	0 0	3 02	0 71	0 48	12 07	12,55	58 55	47 55
0 14	46 00	35 00	0 05	160 00	0 95	0 71	237791 93	356687 90	0,016	0 019	0 0	3 50	0 82	0 56	14 00	14 56	60 56	49 56
0 15	46 00	35 00	0 05	160 00	1 02	0 76	254777 07	382165 61	0,016	0 019	0 0	4 02	0 94	0 64	16 07	16 71	62 71	51 71
0 16	46 00	35 00	0 05	160 00	1 09	0,82	271762 21	407643 31	0 016	0 018	0 0	4 34	1 07	0 69	18 28	18 97	64 97	53 97
0 17	46 00	35 00	0 06	160 00	1 15	0,87	288747 35	433121 02	0,016	0 018	0 0	4 90	1 21	0 78	20 64	21 42	67 42	56 42
0 18	46 00	35 00	0 06	160 00	1 22	0,92	305732 48	458598,73	0 016	0 018	0 0	5 49	1 35	0 88	23 14	24 02	70 02	59 02
0 19	46 00	35 00	0 06	160 00	1 29	0 97	322717 62	484076,43	0 016	0 018	0 0	6 12	1 51	0 98	25 78	26 76	72 76	61 76
0 2	46 00	35 00	0,07	160 00	1 36	1,02	339702 76	509554 14	0,015	0 018	0 0	6 78	1 55	1 08	26 47	27 55	73 55	62 55
0 21	46 00	35 00	0 07	160 00	1 43	1 07	356687 90	535031 85	0 015	0 018	0 0	7 47	1 70	1 20	29 02	30 21	76 21	65 21
0 22	46 00	35 00	0 07	160 00	1 49	1 12	373673,04	560509,55	0,014	0 018	0 0	8 20	1 85	1 31	31 69	33 00	79 00	68 00
0 23	46 00	35 00	0 08	160 00	1 56	1 17	390658 17	585987,26	0,014	0 018	0 0	8 96	2 02	1 43	34 47	35 91	81 91	70 91
0 24	46 00	35 00	0 08	160 00	1 63	1 22	407643 31	611464 97	0 014	0 018	0 0	9 76	2 19	1 56	37 54	39 10	85 10	74 10
0 25	46 00	35 00	0 08	160 00	1 70	1 27	424628 45	636942 68	0 014	0 016	0 0	9 41	2 38	1 51	40 73	42 23	88 23	77 23
0,26	46 00	35 00	0,09	160 00	1 77	1 32	441613,59	662420,38	0 014	0 016	0 0	10 18	2 58	1 63	44 05	45 68	91 68	80 68
0,27	46 00	35 00	0 09	160 00	1 83	1 38	458598,73	687898,09	0 014	0 016	0 0	10 98	2 78	1 76	47 51	49 26	95 26	84 26
0 28	46 00	35,00	0 09	160 00	1 90	1 43	475583 86	713375 80	0 014	0 016	0 0	11 80	2 99	1 89	51 09	52 98	98 98	87 98
0 29	46 00	35 00	0 10	160,00	1 97	1,48	492569 00	738853 50	0,014	0 016	0 0	12 66	3 20	2 03	54 80	56 83	102 83	91 83
0 3	46 00	35 00	0 10	160 00	2 04	1 53	509554 14	764331 21	0,014	0 016	0 0	13 55	3 34	2 17	57 15	59 32	105 32	94 32
0 31	46 00	35 00	0 10	160 00	2 11	1 58	526539 28	789808,92	0 014	0 016	0 0	14 47	3 57	2 32	61 03	63 34	109 34	98 34
0 32	46 00	35 00	0 11	160 00	2 17	1 63	543524 42	815286,62	0 014	0 016	0 0	15 42	3 80	2 47	65 03	67 49	113 49	102 49
0 33	46 00	35 00	0 11	160 00	2 24	1 68	560509 55	840764 33	0,014	0 016	0 0	16 40	4 04	2 62	69 15	71 78	117 78	106 78
0 34	46 00	35 00	0 11	160 00	2 31	1 73	577494 69	866242 04	0 014	0 016	0 0	17 41	4 29	2 78	73 41	76 19	122 19	111 19
0,35	46 00	35 00	0 12	160 00	2 38	1 78	594479,83	891719 75	0,014	0 016	0 0	18 44	4 55	2 95	77 79	80 74	126 74	115 74
0 36	46 00	35 00	0 12	160 00	2 45	1 83	611464 97	917197 45	0,014	0 016	0 0	19 51	4 81	3 12	82 30	85 42	131 42	120 42
0 37	46 00	35 00	0 12	160 00	2 51	1 89	628450 11	942675 16	0 014	0 016	0 0	20 61	5 08	3 30	86 94	90 23	136 23	125 23
0 38	46 00	35 00	0 13	160 00	2 58	1 94	645435,24	968152,87	0 014	0 016	0 0	21 74	5 36	3 48	91 70	95 18	141 18	130 18
0 39	46 00	35 00	0 13	160 00	2 65	1 99	662420 38	993630 57	0 014	0 016	0 0	22 90	5 65	3 66	96 59	100 25	146 25	135 25
0 4	46 00	35 00	0 13	160 00	2 72	2 04	679405 52	1019108,28	0 014	0 016	0 0	24 09	5 80	3 85	99 19	103 04	149 04	138 04
0 41	46 00	35 00	0 14	160 00	2 79	2 09	696390 66	1044585 99	0 014	0 016	0 0	25 31	6 08	4 05	104 01	108 06	154 06	143 06
0 42	46 00	35 00	0 14	160 00	2 85	2 14	713375 80	1070063 69	0 014	0 016	0 0	26 56	6 37	4 25	108 95	113 20	159 20	148 20
0 43																		

Os (m³/s) 0 1 s (m) = 0 291
 Or (m³/s) 0 1 Or (m) = 0 252

hs min (m) 0 85

Peças	Quant D	CV	CVT (m)
Ampliação	1 0 3	12	3 6
Curva de	5 0 25	30	37 5
Redução	1 0 3	6	1 8
Valvula de	1 0 3	250	75
Valvula de	1 0 5	100	50
Registro d	2 0 25	8	4
Curva de	2 0 25	20	10
Total			218 28

Curva Característica da adutora de Pirabibu
160 m de flutuante De = 315 mm
16080 m de PVC + fibra de vidro D = 500 mm
Figura 7.2



000008

a) a Vazão total de projeto seria obtida com três conjuntos operando em paralelo, visando dar maior flexibilidade ao sistema. Neste caso seria possível utilizar-se três condições operacionais com 1 bomba, com 2 bombas e com 3 bombas, quando se obteria uma vazão total associada de aproximadamente 300 l/s.

b) O conjunto operaria com maior eficiência possível entre as bombas disponíveis no mercado

c) Em todas as condições operacionais o NPSH disponível pelo sistema > NPSH referido pela bomba

Logo NPSH requerido < 11,50 m

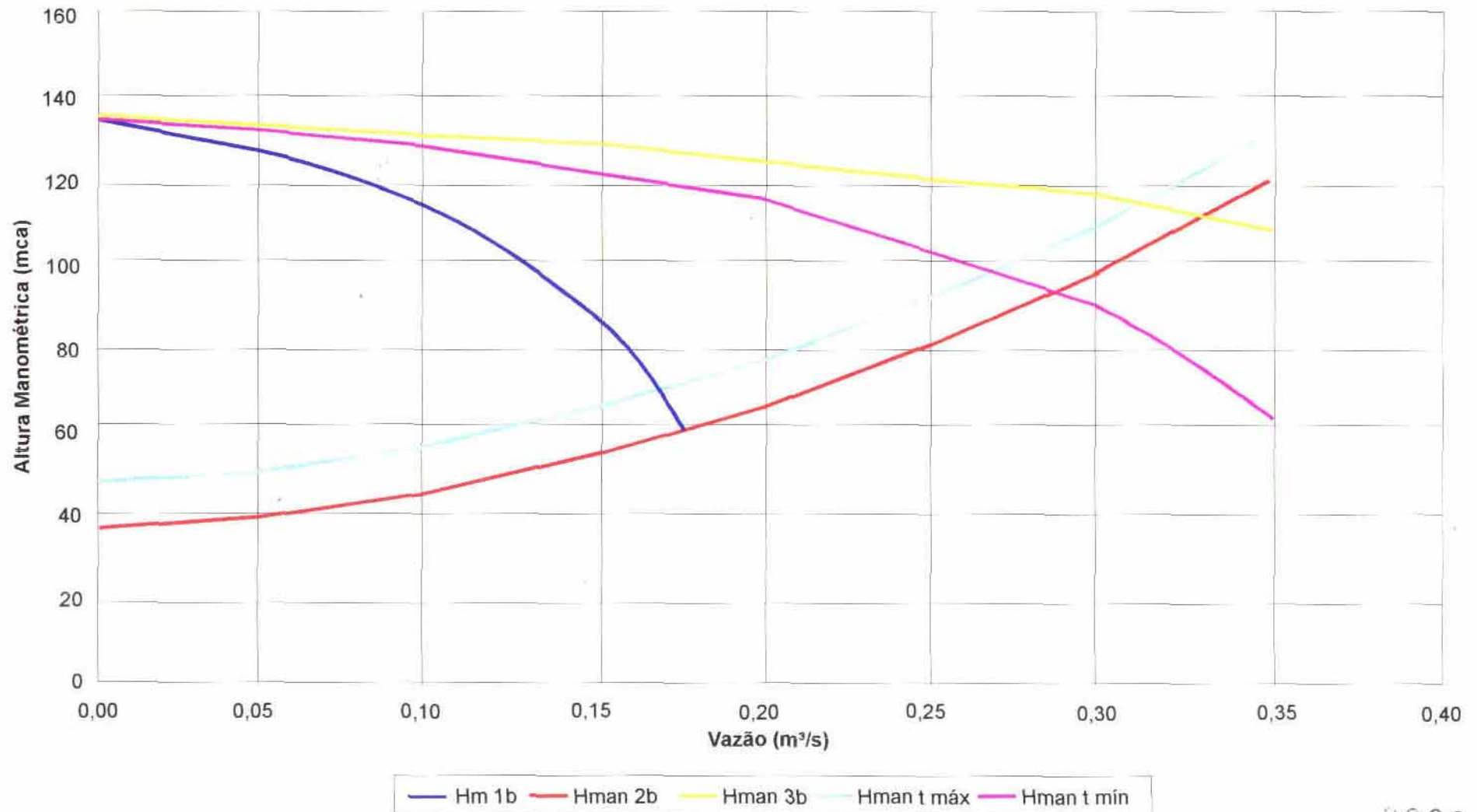
A bomba escolhida foi a que atendeu melhor as três condições citadas dentre as existentes no mercado entre fabricantes tradicionais

No desenho seguinte (Figura 7.3) mostra-se os pontos de trabalho das bombas escolhidas individualmente, e associadas (2 e 3). No quadro resumo (quadro 7.3), observa-se as características dos conjuntos nas diversas condições operacionais

7.3.5 - Blocos de Ancoragem

No dimensionamento dos blocos de ancoragem considerou-se a formulação seguinte, onde os elementos da fórmula são ilustrados a seguir

Condições Operacionais da adutora de Pirabibu
Figura 7.3



Condições Operacionais dos Conjuntos Elevatórios
Quadro 7 3

	Nível Máximo					Nível Mínimo				
	Q (m³/s)	Hman (m)	n%	Pcv	NPSH	Q (m³/s)	Hman (m)	n%	Pcv	NPSH
1b	0,168	69	0,68	240	14	0,175	60	0,65	240	15
2b	0,260	96	0,83	223	9	0,280	90	0,80	233	11
3b	0,301	113	0,84	190	6	0,325	110	0,85	208	7

$$a = \frac{SP}{\sigma h} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

a = lado de encosto, cm.

S = Seção do Tubo (cm²)

P = pressão interna máxima (kg/cm²)

σ = pressão admissível do terreno (Kg/cm²)

h = Altura da ancoragem em cm

Planilha de cálculo dos blocos de ancoragem

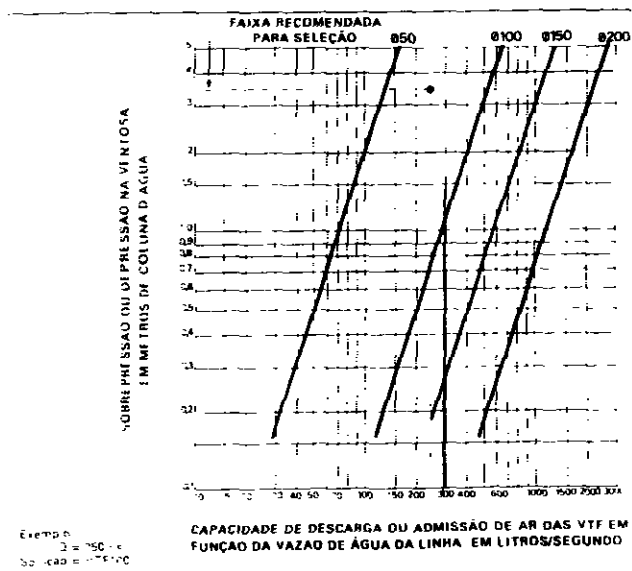
Alfa(em graus)	D (m)	S (cm ²)	P (kg/cm ²)	t (kg/cm ²)	h (cm)	a (cm)
11.25	0.50	1962.50	16.00	1.00	100.00	30.91
22.50	0.50	1962.50	16.00	1.00	100.00	62.43
45.00	0.50	1962.50	16.00	1.00	100.00	129.99
90.00	0.50	1962.50	16.00	1.00	100.00	313.75
11.25	0.50	1962.50	10.00	1.00	100.00	19.32

7.3.6 - Dimensionamento das Ventosas

Conhecida a vazão da linha é adotado um valor para o diferencial de pressão entre o interior da ventosa e a atmosfera no momento de enchimento ou esvaziamento

O valor que é adotado geralmente é 3.5 m c a

Obtem-se a partir do gráfico seguinte a ventosa a ser escolhida



Para a adutora do Pirabibu onde $Q = 300.00 \text{ l/s}$
 $\Delta p = 3.5 \text{ mca}$

Obtem-se ventosa $\phi 100 \text{ mm}$

7.3.7 - Estudo dos transientes hidráulicos

Os transientes hidráulicos na adutora foram estimados pelo método de Parmakian

O método de Parmakian é utilizado para a determinação das magnitudes de depressão e sobrepressão nos pontos críticos da instalação

O processo aqui apresentado contém algumas simplificações adaptadas para os cálculos em projetos de Saneamento Básico, devido às peculiaridades destes sistemas

Todas as simplificações e adaptações fornecem resultados conservativos a favor da segurança

Este método se baseia no uso dos gráficos de Parmakian

São pre-estabelecidos as seguintes condições

Líquido homogêneo e elástico.

paredes do conduto homogêneas, elásticas e isotrópicas,

velocidades e pressões uniformemente distribuídas em qualquer seção transversal

Níveis da água nos reservatórios permanecem constantes durante a ocorrência do golpe de ariete

As bombas são centrífugas (velocidade específica baixa)

não existe válvula de retenção, nem válvula de pé

Roteiro de cálculo

a) Determinação da Celeridade C

Para condutos com a extremidade de descarga livre

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 - K \frac{D}{e}}} \text{ (m/s)}$$

b) Determinação de período do conduto

$$T = \frac{2L}{C}$$

Onde

L = comprimento total do conduto (m)

C = celeridade da onda (m/s) (observar situações descritas no item anterior)

C = Determinação da constante do conduto (A)

$$A = \frac{CvL}{g DG_r}$$

onde

C = celeridade (m/s)

v = velocidade normal de escoamento do líquido (m/s)

g = aceleração gravitacional 9.81 m/s²

DG_r = desnível geométrico de recalque

d) Determinação do coeficiente K₁ (para entrada nos gráficos)

$$K_1 = \frac{4.52 \times 10^5 DG_r \times Q}{MR^2 \eta n^2}$$

onde

DG_r = desnível geométrico de recalque (m)

Q = vazão normal no conduto de recalque (todas as bombas operando). m^3/s

MR^2 = Momento de inércia das partes girantes, por moto-bomba. Kg/m^2

M = Massa das partes girantes (Kg)

R = raio de giração (m)

η = rendimento de cada bomba (decimal)

n = velocidade de rotação de bomba (rpm)

e) Gráficos de Parmakian

Estão mostrados a seguir, os gráficos Parmakian, extraídos da obra Pump Handbook – McGraw-Hill, que fornecem, pela ordem

Depressão na bomba quando falta energia

Depressão na metade do comprimento do conduto.

Sobrepessão na bomba

Sobrepessão na metade do comprimento do conduto.

Velocidade de rotação máxima no contrafluxo.

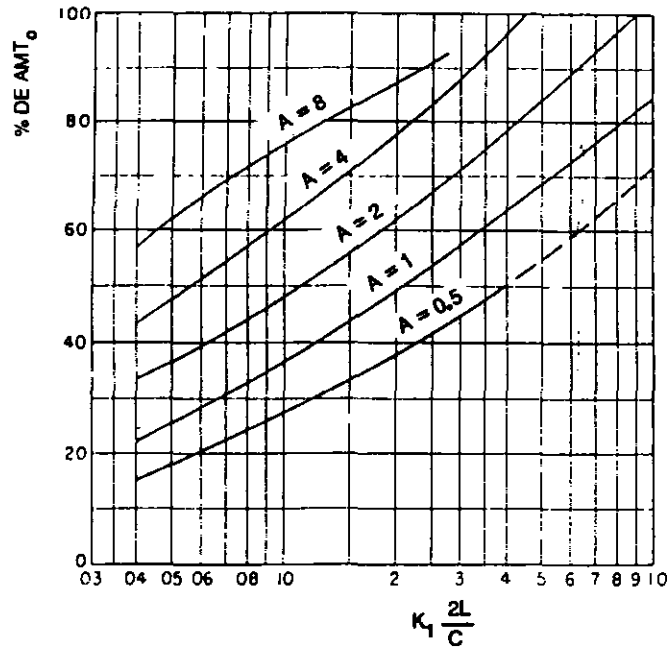
Tempo decorrido para a reversão do giro do rotor,

Tempo decorrido para ocorrência de velocidade nula de giro

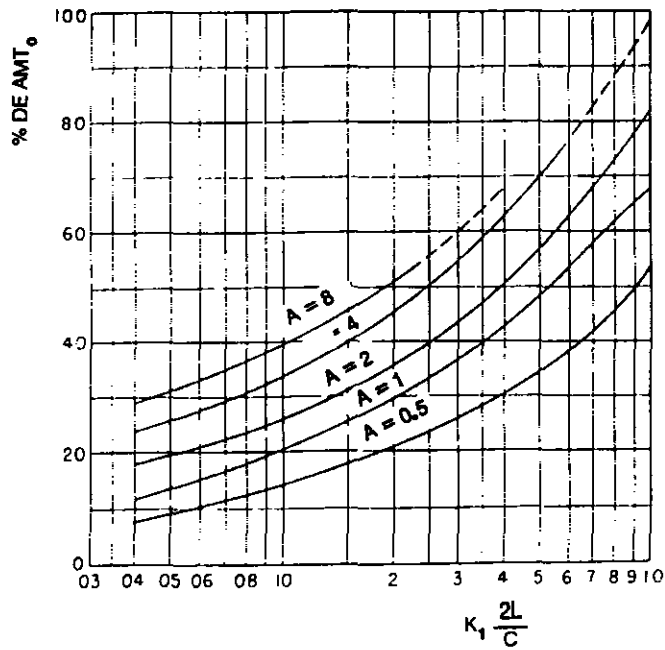
Tempo decorrido para ocorrência de velocidade de giro máximo, inverso.

Observação

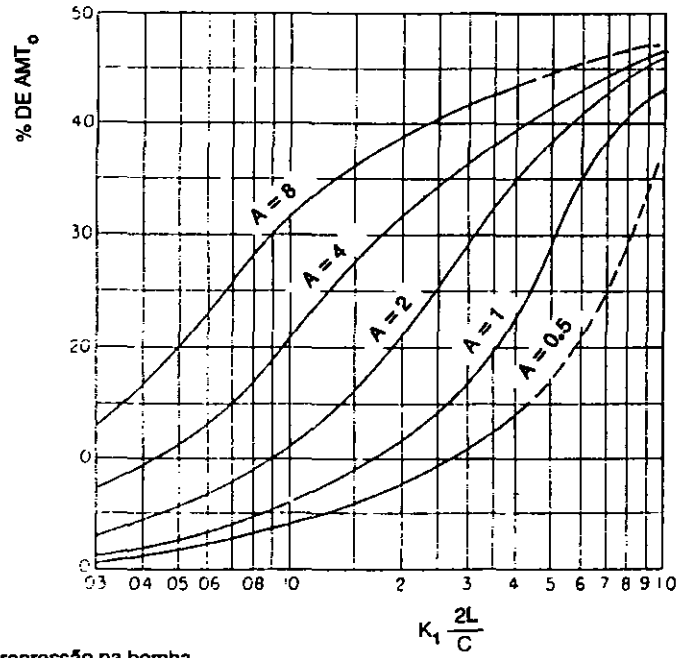
Pelo método de Parmakian, a sobrepessão que ocorre quando há válvula de retenção é igual, em valor, à depressão máxima na bomba quando falta energia (admitindo que a válvula feche quando o fluxo tende a retornar)



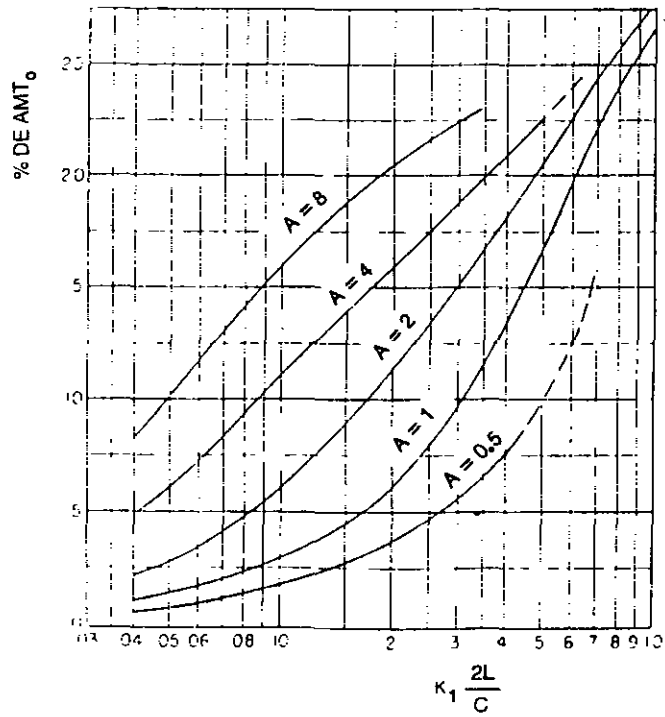
- Depressão na bomba. AMT_0 = pressão normal.



- Depressão em L/2.

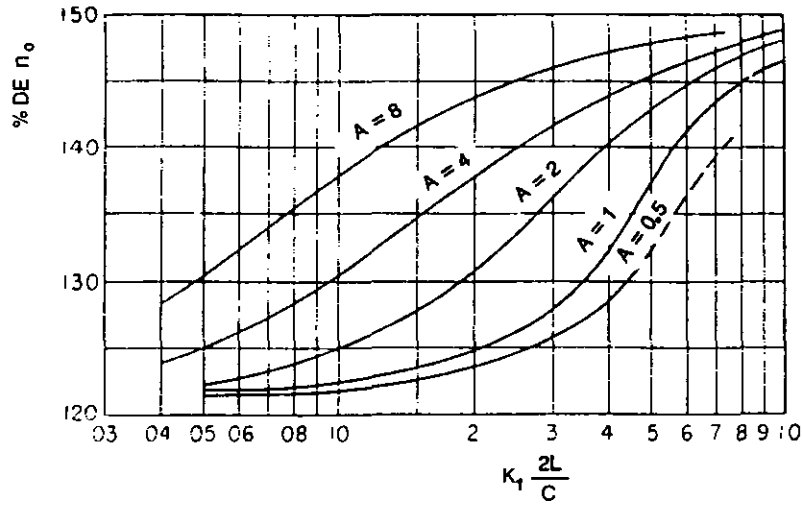


- Sobrepressão na bomba.

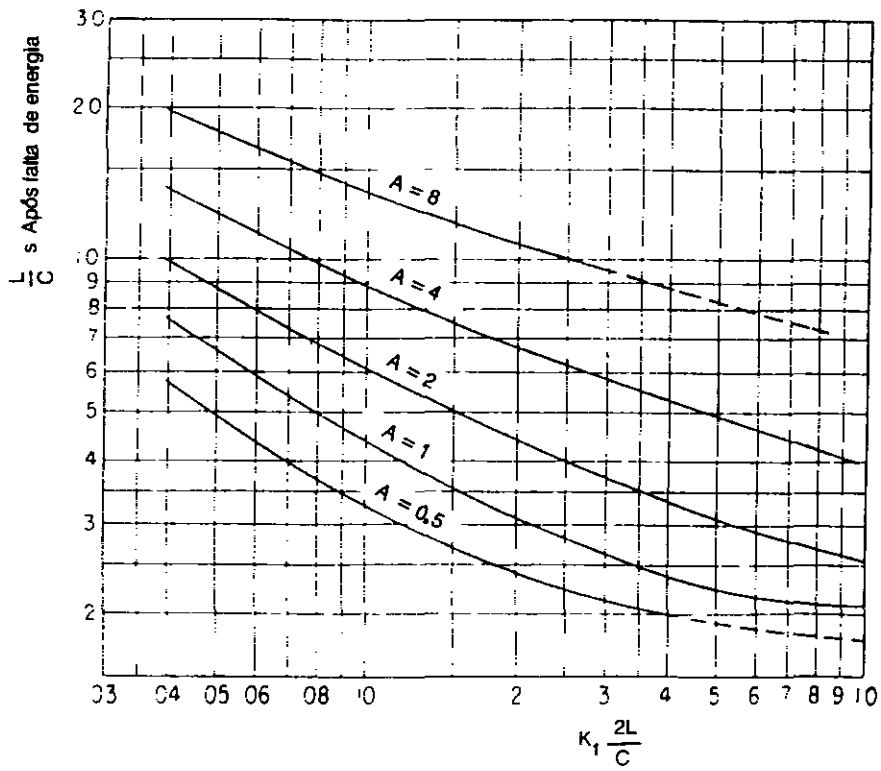


- Sobrepressão em L/2.

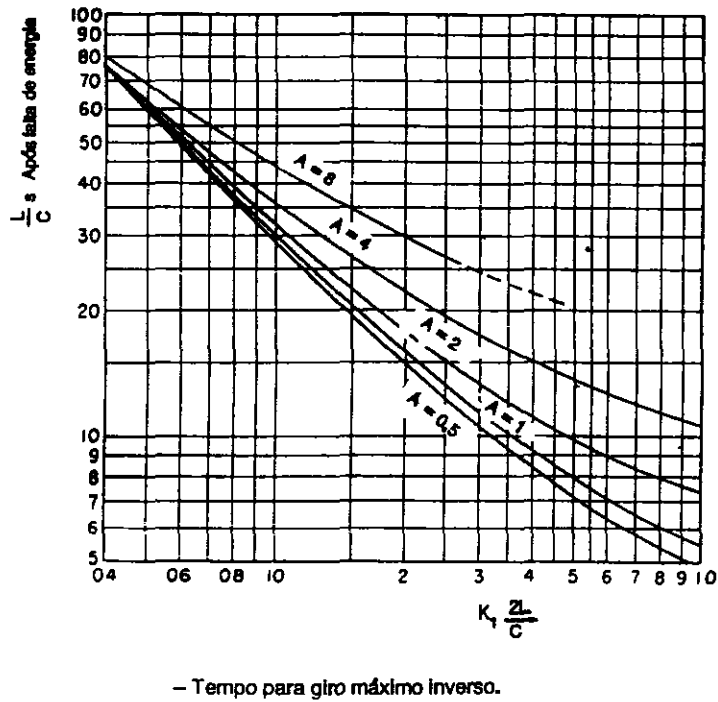
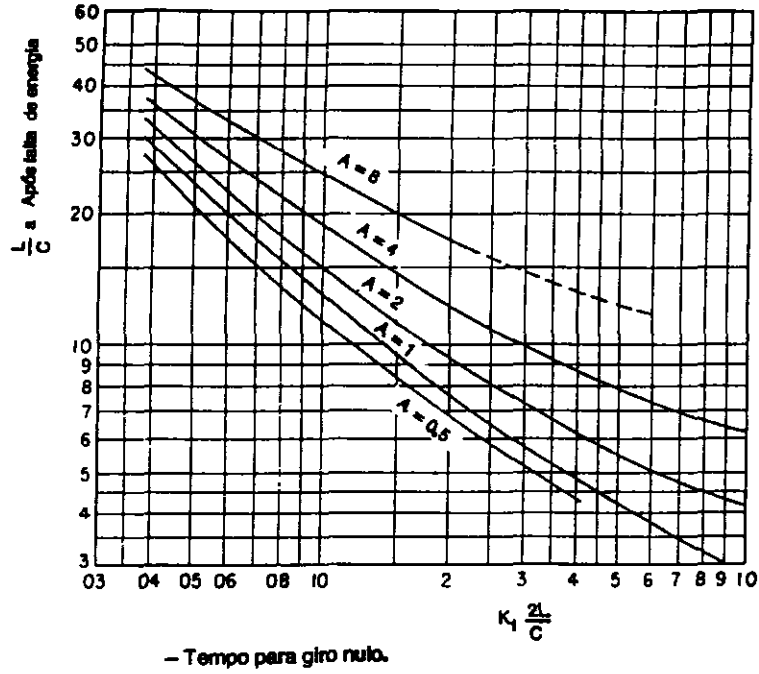
007



- Rotação inversa máxima n_o = rotação normal



- Tempo para reversão do giro



No quadro 7.4 observa-se os resultados dos cálculos dos transientes hidráulicos para a adutora do Pirabibu

Como não se conhece com precisão, o coeficiente K da tubulação de RPVC, simulou-se três situações que englobam as condições de projeto

1- tubulação de PVC	K = 1.0
2 – tubulação de ferro fundido	K = 18.0
3 – situação intermediária	K = 9.5

Pelos resultados pode-se concluir que a pressão máxima atuante na linha com o golpe ocorre na saída da bomba e é da ordem de 169 mca inferior a pressão de trabalho especificada que é de 170 mca

As depressões máximas ocasionadas pelos transientes levam ao vácuo absoluto. A tubulação projetada deverá suportar a esta situação

E indispensável que a adutora antes de operar deverá ser testada, submetida a uma carga de 1.20 vezes a pressão máxima de serviço por 24 horas, o que garante a segurança da adutora sem dispositivos de proteção contra o golpe de ariete

Planilha de Cálculo dos Transientes Hidráulicos da adutora do Pirabibu
Quadro 7 4

Diâmetro da adutora (mm)- D	500.00	500.00	500.00
Espessura da tubulação (mm)- e	8,10	8,10	8.10
Extensão Da adutora (m) - L	16240,00	16240,00	16240,00
Desnível geométrico (m)	48.00	48.00	48.00
Vazão de projeto (m3/s) - Q	0.30	0,30	0.30
Altura manométrica (m) - Hman	110,00	115,00	115.00
Pressão disponível normal em L/2 (mca)	70.00	70,00	70.00
Velocidade de projeto (m/s) - V	1.53	1,53	1.53
Aceleração da gravidade (m/s2) -g	9,81	9,81	9.81
GD2	1.24	1.24	1.24
MR2	4.96	4,96	4.96
Rendimento do conjunto elevatório	0,70	0,70	0.70
Coefficiente do material da tubulação	1.00	18.00	9.50
Rotação do conjunto motobomba - n	1740.00	1740,00	1740.00
Celeridade m/s -C	943.81	290,75	392.96
Periodo da onda de golpe (s)	34.41	111,71	82.66
Coefficiente do conduto A	3.06	0,94	1.28
Coefficiente K1	0,62	0,62	0.62
$K1*(2*L/C)$	21.31	69.17	51.18
Depressão no início da Tubulação (% de Hman)	100.00	80,00	85.00
Sobrepressão no início da tubulação (% de Hman)	48,00	46,00	47.00
Depressão em L/2 (% de Hman)	90.00	68.00	70.00
Sobrepressão em L/2 (% de Hman)	30.00	28,00	29.00
Rotação inversa Máxima (% de n)	150,00	145,00	147.00
Pressão com sobrepressão no início da adutora (mca)	162.80	167,90	169.05
Pressão com depressão no início da adutora (mca)	37,00	37,80	36.65
Pressão com sobrepressão meio da adutora (mca)	103.00	102.20	103.35
Pressão com depressão no meio da adutora (mca)	-29.00	-8.20	-10.50

7.4 – Estabilidade do Flutuante

EMBARCACAÇÃO Flutuante ACS
ARQ. flutu EST

CONDICAO Flutuante 9 x 5 m para ACS

DESL = 21 1 t
ZG = 1 35 m
TTE = 0 0 t
d = 0 000 m

Curva de estabilidade estatica corrigida

TETA	GZ1	GZ	BRemb	TETA	GZ1	GZ
5	0 4044	0 2871	0.0000	50	1.3795	0 3
10	0 8278	0 5940	0 0000	60	1.2443	0.0
20	1.3563	0.8958	0 0000	70	1.0608	-0 2
30	1 4876	0 8144	0 0000	80	0.8491	-0 4
40	1 4720	0 6065	0.0000	85	0.7339	-0 6

Curva de bracos de emborcamento

TETA	GZ	BRemb	DIF
0 00	0 0000	0 0000	0 0000
10 00	0 5940	0 0000	0.5940
20 00	0.8958	0 0000	0 8958
30 00	0 8144	0 0000	0.8144
40 00	0 6065	0 0000	0 6065

Caract da curva de estab estat corrigida

Angulo do braco maximo 23 graus
Braco maximo 0.912 m
Angulo de emborcamento 63 graus

Area entre 0 e 30 graus 0.341 rd*m
Area entre 0 e 40 graus 0.467 rd*m
Area entre 30 e 40 graus 0.126 rd*m
Area entre 0 e Ang.Max 0 2434 rd*m

Area sobre a curva emb 0 4673 rd*m

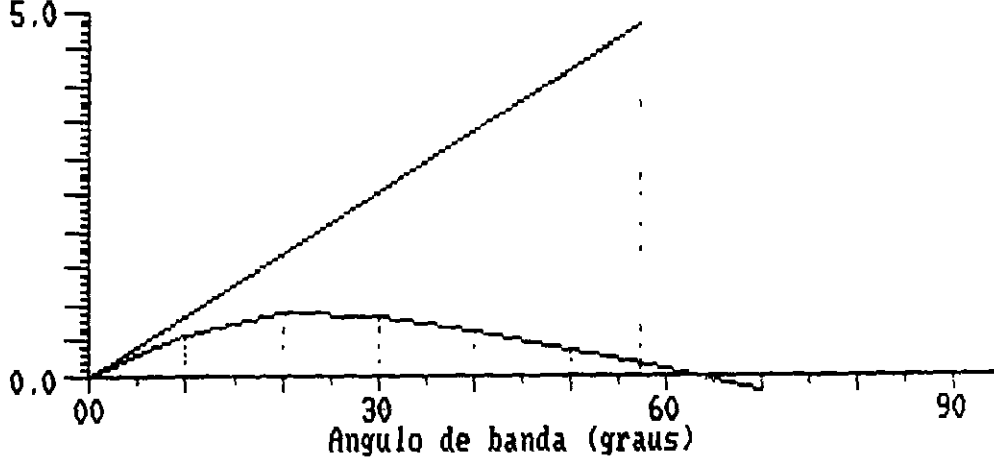
CURVA DE ESTABILIDADE ESTATICA

CONDICAO : 1

EMBARCACA0 : Flutuante ACS

Braco [m]

GM = 4.800 m




```

*****
*          CURVAS CRUZADAS DE ESTABILIDADE          *
* PROJETO   FLUTU                                   *
* NOME      . FLUTUANTE PARA ACS                    *
*****

```

1 DADOS DE ENTRADA .

ARQUIVO FORMA = a.tcflutu.da

1.1 CARACTERISTICAS PRINCIPAIS .

```

GAIA   = 1 000
LPP    = 9 000
BOCA   - 5.000
PONTAL = 1.200
CALADO = 1.000
NEAV   - 5

```

1.2 MEIAS BOCAS .

```

*****
*          PONTO          *
*****
* BAL * NFB * 1 2 3 4 5 6 7 8 9 *
*****
* 0 * 3 * 000 2 500 2 500 *
* 1 * 3 * 000 2 500 2.500 *
* 2 * 3 * .000 2.500 2 500 *
* 3 * 3 * 000 2 500 2 500 *
* 4 * 3 * .000 2.500 2 500 *
*****

```

1.3 ALTURAS EM PELACAO A LINHA DE BASE .

```

*****
*          PONTO          *
*****
* BAL * NFB * 1 2 3 4 5 6 7 8 9 *
*****
* 0 * 3 * .000 .000 1.200 *
* 1 * 3 * 000 000 1.200 *
* 2 * 3 * .000 000 1.200 *
* 3 * 3 * .000 .000 1 200 *
* 4 * 3 * .000 000 1.200 *
*****

```

2 CUPVAS CRUZADAS DE ESTABILIDADE

TETA = ANGULO DE BANDA (graus)

DELTA = DESLOCAMENTO (t)

GZ = BRACO DE ENDIREITAMENTO (m)

LCB = POSICAO LONGITUDINAL DO CENTRO DE CAPENA EM RELACAO A MEIA-NAU (m)

AVANTE (+)

A RE (-)

ZP = ALTURA DO CENTRO DE CAPENA EM RELACAO A LINHA DE BASE (m)

BF (+)

BR (-)

LB = POSICAO TRANSVERSAL DO CENTRO DE CAPENA EM RELACAO A LINHA DE CENTRO (m)

PPBB = ALTURA DA LINHA D'AGUA A BOMBOPDO (m)

FPBE = ALTURA DA LINHA D'AGUA A BOPESTE (m)

PETA = INDICE DA LINHA D'AGUA

DELTA	GZ	LCB	ZB	YE	PPBB	PRBE	RETA
00	00	00	00	00	-1.42	-.98	1
00	00	00	00	00	-1.30	-.86	2
00	00	00	00	00	-1.18	-.74	3
00	.00	00	.00	.00	-1.06	-.62	4
.00	.00	00	00	00	-.94	-.50	5
00	00	.00	00	00	-.82	-.38	6
00	00	00	.00	00	-.70	-.26	7
00	00	00	.00	.00	-.58	-.14	8
00	.00	00	00	00	-.46	-.02	9
50	2.12	00	03	2.12	-.34	.10	10
2.46	1.67	.00	.07	1.67	-.22	.22	11
5.90	1.21	00	.11	1.21	-.10	.34	12
10.80	.77	.00	.15	.76	.02	.46	13
16.20	.52	.00	.20	.51	.14	.58	14
21.60	.40	00	.26	.38	.26	.70	15
27.00	.33	.00	.31	.30	.38	.82	16
32.40	.28	00	.37	.25	.50	.94	17
37.80	.25	00	.43	.22	.62	1.06	18
43.20	.23	.00	.49	.19	.74	1.18	19
48.10	.19	.00	.54	.15	.86	1.30	20
51.54	.13	.00	.57	.08	.98	1.42	21
53.50	.07	.00	.59	.02	1.10	1.54	22
54.00	.05	00	.60	.00	1.22	1.66	23
54.00	.05	00	.60	.00	1.34	1.78	24
54.00	.05	.00	.60	.00	1.46	1.90	25
54.00	.05	00	.60	.00	1.58	2.02	26
54.00	.05	00	.60	.00	1.70	2.14	27
54.00	.05	00	.60	.00	1.82	2.26	28
54.00	.05	00	.60	.00	1.94	2.38	29
54.00	.05	00	.60	.00	2.06	2.50	30
54.00	.05	00	.60	.00	2.18	2.62	31

TETA = 10

DELTA	GZ	LCB	ZB	YB	PRBB	PPBE	RETA
.00	00	00	.00	.00	-1.64	-.76	1
.00	.00	.00	.00	.00	-1.52	-.64	2
.00	00	00	00	.00	-1.40	-.52	3
.00	.00	.00	.00	.00	-1.28	-.40	4
.00	00	00	00	.00	-1.16	-.28	5
.00	00	00	00	.00	-1.04	-.16	6
.00	00	00	00	.00	-.92	-.04	7
.17	2.32	.00	.03	2.35	-.80	.08	8
1.03	2.10	.00	.07	2.12	-.68	.20	9
2.63	1.88	.00	.11	1.89	-.56	.32	10
4.96	1.67	.00	.15	1.67	-.44	.44	11
8.03	1.45	.00	.19	1.44	-.32	.56	12
11.83	1.23	.00	.23	1.21	-.20	.68	13
16.37	1.02	.00	.27	.99	-.08	.80	14
21.60	.81	.00	.31	.77	.04	.92	15
27.00	.66	.00	.35	.61	.16	1.04	16
32.40	.57	.00	.40	.51	.28	1.16	17
37.63	.50	.00	.46	.43	.40	1.28	18
42.17	.42	.00	.50	.34	.52	1.40	19
45.97	.31	.00	.53	.25	.64	1.52	20
49.04	.26	.00	.55	.17	.76	1.64	21
51.37	.20	.00	.57	.10	.88	1.76	22
52.97	.14	.00	.59	.04	1.00	1.88	23
53.83	.11	.00	.60	.01	1.12	2.00	24
54.00	.10	.00	.60	.00	1.24	2.12	25
54.00	.10	.00	.60	.00	1.36	2.24	26
54.00	.10	.00	.60	.00	1.48	2.36	27
54.00	.10	.00	.60	.00	1.60	2.48	28
54.00	.10	.00	.60	.00	1.72	2.60	29
54.00	.10	.00	.60	.00	1.84	2.72	30
54.00	.10	.00	.60	.00	1.96	2.84	31

...

000077

TETA = 20

DELTA	GZ	LCB	ZB	YB	PPBB	PPBE	RETA
00	.00	00	00	00	-2.11	-.29	1
.00	00	00	.00	.00	-1.99	-.17	2
00	00	.00	.00	00	-1.87	-.05	3
06	2.30	00	.02	2.44	-1.75	.07	4
45	2.21	00	.06	2.33	-1.63	.19	5
1.19	2.12	.00	.10	2.22	-1.51	.31	6
2.29	2.03	00	.14	2.11	-1.39	.43	7
3.74	1.94	.00	.18	2.00	-1.27	.55	8
5.55	1.85	.00	.22	1.89	-1.15	.67	9
7.71	1.76	.00	.26	1.78	-1.03	.79	10
10.24	1.67	.00	.30	1.67	-.91	.91	11
13.11	1.58	00	.34	1.56	-.79	1.03	12
16.35	1.49	.00	.38	1.45	-.67	1.15	13
19.88	1.40	.00	.42	1.33	-.55	1.27	14
23.44	1.29	00	.45	1.21	-.43	1.39	15
27.00	1.16	.00	.47	1.07	-.31	1.51	16
30.56	1.03	.00	.48	.93	-.19	1.63	17
34.12	.90	.00	.50	.78	-.07	1.75	18
37.65	.76	.00	.51	.63	.05	1.87	19
40.89	.65	00	.52	.50	.17	1.99	20
43.76	.55	.00	.53	.39	.29	2.11	21
46.29	.46	00	.54	.30	.41	2.23	22
48.45	.39	00	.56	.22	.53	2.35	23
50.26	.33	.00	.57	.15	.65	2.47	24
51.71	.29	00	.58	.09	.77	2.59	25
52.81	.25	00	.59	.05	.89	2.71	26
53.55	.22	.00	.60	.02	1.01	2.83	27
53.94	.21	00	.60	00	1.13	2.95	28
54.00	.21	00	.60	00	1.25	3.07	29
54.00	.21	.00	.60	.00	1.37	3.19	30
54.00	.21	.00	.60	.00	1.49	3.31	31

TETA = 30

DELTA	GZ	LCB	ZB	YB	PPBB	PRBE	RETA
.46	2.02	00	.08	2.36	-2.64	.24	1
1 03	2.04	00	.12	2.29	-2.52	.36	2
1 82	2.00	.00	.16	2.22	-2.40	.48	3
2 84	1.96	.00	.20	2.15	-2.28	.60	4
4 08	1.92	.00	.24	2.08	-2.16	.72	5
5 54	1.88	.00	.28	2.01	-2.04	.84	6
7 23	1.84	.00	.32	1.94	-1.92	.96	7
9 15	1.80	.00	.36	1.87	-1.80	1.08	8
11.29	1.76	.00	.40	1.81	-1.68	1.20	9
13 53	1.72	.00	.43	1.73	-1.56	1.32	10
15 78	1.65	.00	.46	1.65	-1.44	1.44	11
18 02	1.59	.00	.48	1.56	-1.32	1.56	12
20 27	1.51	.00	.49	1.47	-1.20	1.68	13
22 51	1.44	.00	.50	1.37	-1.08	1.80	14
24 76	1.36	.00	.51	1.28	-.96	1.92	15
27 00	1.28	.00	.52	1.18	-.84	2.04	16
29 24	1.20	.00	.52	1.08	-.72	2.16	17
31 49	1.11	.00	.53	.98	-.60	2.28	18
33 73	1.03	.00	.53	.88	-.48	2.40	19
35 98	.94	.00	.54	.78	-.36	2.52	20
38 22	.86	.00	.54	.68	-.24	2.64	21
40 47	.77	.00	.54	.58	-.12	2.76	22
42 71	.69	.00	.55	.48	.00	2.88	23
44 85	.61	.00	.55	.38	.12	3.00	24
46 77	.54	.00	.56	.30	.24	3.12	25
48 46	.48	.00	.56	.23	.36	3.24	26
49 92	.43	.00	.57	.17	.48	3.36	27
51 16	.39	.00	.58	.12	.60	3.48	28
52 18	.36	.00	.58	.08	.72	3.60	29
52 97	.33	.00	.59	.04	.84	3.72	30
53 54	.32	.00	.60	.02	.96	3.84	31

TETA = 40

DELTA	GZ	LCB	ZB	YB	PRBB	PRBE	RETA
4.32	1.83	.00	30	2.14	-3.30	.90	1
5.55	1.82	.00	.34	2.10	-3.18	1.02	2
6.94	1.81	.00	.38	2.05	-3.06	1.14	3
8.47	1.80	.00	.42	2.00	-2.94	1.26	4
10.01	1.78	.00	.45	1.94	-2.82	1.38	5
11.55	1.74	.00	.47	1.89	-2.70	1.50	6
13.10	1.71	.00	.48	1.82	-2.58	1.62	7
14.64	1.67	.00	.49	1.76	-2.46	1.74	8
16.19	1.62	.00	.50	1.69	-2.34	1.86	9
17.73	1.58	.00	.51	1.63	-2.22	1.98	10
19.28	1.53	.00	.52	1.56	-2.10	2.10	11
20.82	1.48	.00	.53	1.49	-1.98	2.22	12
22.37	1.43	.00	.53	1.42	-1.86	2.34	13
23.91	1.38	.00	.54	1.35	-1.74	2.46	14
25.46	1.33	.00	.54	1.29	-1.62	2.58	15
27.00	1.28	.00	.54	1.22	-1.50	2.70	16
28.54	1.23	.00	.55	1.15	-1.38	2.82	17
30.09	1.18	.00	.55	1.08	-1.26	2.94	18
31.63	1.13	.00	.55	1.01	-1.14	3.06	19
33.18	1.07	.00	.55	.94	-1.02	3.18	20
34.72	1.02	.00	.56	.87	-.90	3.30	21
36.27	.97	.00	.56	.80	-.78	3.42	22
37.81	.91	.00	.56	.73	-.66	3.54	23
39.36	.86	.00	.56	.66	-.54	3.66	24
40.90	.81	.00	.56	.58	-.42	3.78	25
42.45	.76	.00	.56	.51	-.30	3.90	26
43.99	.70	.00	.56	.44	-.18	4.02	27
45.53	.65	.00	.57	.37	-.06	4.14	28
47.06	.60	.00	.57	.30	.06	4.26	29
48.59	.55	.00	.57	.24	.18	4.38	30
49.68	.51	.00	.57	.19	.30	4.50	31

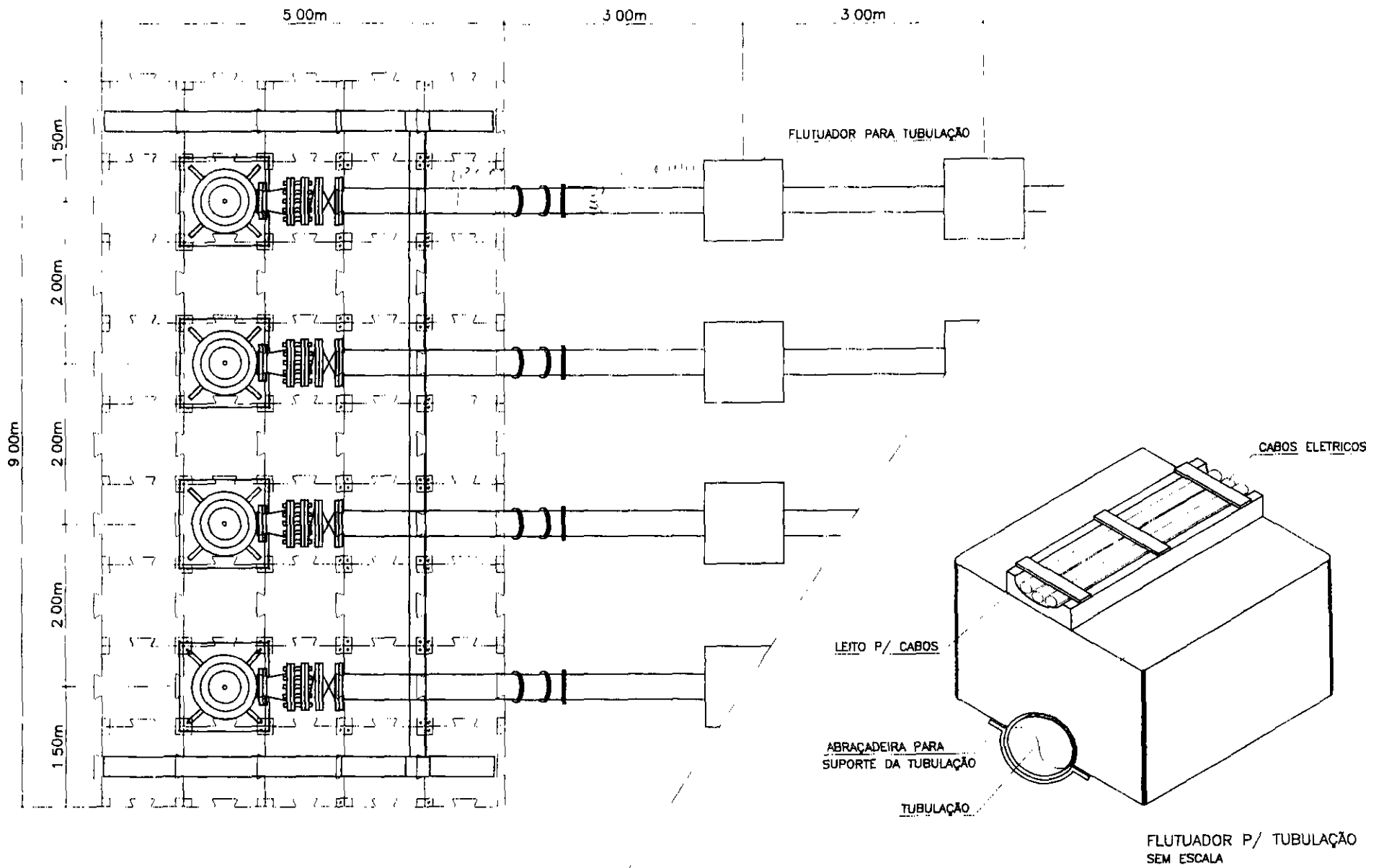
2 CURVAS HIDROSTATICAS

- Z - CALADO EM RELACAO A LINHA DE BASE (m)
- V - VOLUME DESLOCADO (m x m x m)
- DELTA - DESLOCAMENTO (t)
- LCB - POSICAO LONGITUDINAL DO CENTRO DE CAPELA (m)
AVANTE (+)
A PE (-)
- KB - POSICAO VERTICAL DO CENTRO DE CARENA (m)
- KMT - POSICAO VERTICAL DO METACENTRO TRANSVERSAIS (m)
- AWL - AREA DA LINHA D'AGUA (m x m)
- LCF - POSICAO LONGITUDINAL DO CENTRO DE FLUTUACAO DA LINHA D'AGUA (m)
AVANTE (+)
A PE (-)
- KML - POSICAO VERTICAL DO METACENTRO LONGITUDINAL (m)
- CB - COEFICIENTE DE BLOCO
- SM - SUPERFICIE MOLHADA (m x m)
- CPL - COEFICIENTE PRISMATICO LONGITUDINAL
- CPV - COEFICIENTE PRISMATICO VERTICAL
- TCI - TONELADAS POR CENTIMETRO DE IMERSAO (t)
- MTI - MOMENTO PARA TRIMAR UM CENTIMETRO (t.m)
- CDCT - CORRECCAO DO DESLOCAMENTO POR CENTIMETROS DE TRIM (t)

Z	V	DELTA	LCB	KB	KMT
.20	9.0	9.0	.00	.10	10.52
.40	18.0	18.0	.00	.20	5.41
.60	27.0	27.0	.00	.30	3.77
.80	36.0	36.0	.00	.40	3.00
1.00	45.0	45.0	.00	.50	2.58
1.20	54.0	54.0	.00	.60	2.34

Z	AWL	LCF	KML	CB	SM
.20	45.00	.00	33.85	1.00	50.60
.40	45.00	.00	17.08	1.00	56.20
.60	45.00	.00	11.55	1.00	61.80
.80	45.00	.00	8.84	1.00	67.40
1.00	45.00	.00	7.25	1.00	73.00
1.20	45.00	.00	6.22	1.00	78.60

Z	CFL	CFR	TCI	MT1	CDCT
.20	1.00	1.00	.5	.3	.000
.40	1.00	1.00	.5	.3	.000
.60	1.00	1.00	.5	.3	.000
.80	1.00	1.00	.5	.3	.000
1.00	1.00	1.00	.5	.3	.000
1.20	1.00	1.00	.5	.3	.000



Revisão	Assunto		
0	ESTUDO PLATAFORMA 4 BOMBAS		
Data	Data	Escala	Desenho
0	MAIO 1999	1 50	Dorinha

7.5 – Subestação Abaixadora

7.5.1- Potência da Subestação

A carga instalada prevista na captação será de (03) três motores elétricos de 250 CV cada, para recalque na adutora

- Características dos Motores

Potência nominal	250 cv
Tensão nominal	380 v
Corrente nominal	345 A
Fator de potência	0.89
Rendimento	0.91
Rotação	1750 rpm
Frequência	60Hz

- Potência Instalada da Subestação

$$P_{se} = \frac{3 \times 250 \times 0.736}{0.91 \times 0.89} = 681,56 \text{ KVA}$$

Será instalada uma subestação abrigada de 750 KVA – 13800/380/220 V

- Demanda Máxima Prevista

$$D_{max} = \sum (0.87 P_{nm} \times F_u) F_s$$

Onde P_{nm} = Potência nominal dos motores = 250 CV

F_u = Fator de utilização = 0.87

F_s = Fator de simultaneidade = 1.0

$$D_{m\acute{a}x} = 567,67 \text{ KVA}$$

7.5.2- Condutores

– Circuito Secundário do Transformador

A determinação da seção dos condutores que interligam o transformador ao quadro de comando dos motores será

$$I_{cs} = \frac{750}{\sqrt{3} \times 0,38} = 1139,5 \text{ A}$$

S fase = 3 x (2 x 400) mm² (2 condutores para fase – EPR/XLPE – 0.6/1kv)

S fase = 1 x 400 mm² (1 condutor neutro – EPR/XLPE – 0.6/1kv)

Instalação em canaleta 50 x 50 cm

– Circuito dos Motores – 250 cv

A determinação da seção dos condutores que interligam os motores ao quadro de comando será

a) Pela capacidade de corrente

$$I_n = 345 \text{ A} \quad f_s = 1,0 \Rightarrow S_c = 240 \text{ mm}^2$$

b) Pela queda de tensão

$$S_c = \frac{173 \times (1/56) \times 200 \times 345 \times 0,85}{380 \times 2} = 238,4 \text{ mm}^2$$

Logo será adotada a maior seção do item a

S_{fase-motor} = 3 x 240 mm² (1 condutor para fase – EPR/XLPE-0.6/1kv)

Instalação em eletroduto – 4" (100 mm) flexível, tipo SPIRAFLEX ou SEALTUBO

7.5.3 – Corrente de Curto Circuito

– Corrente de Curto Circuito Simétrica

$$I_{cc} = \frac{1139.5}{5.5} \times 100 = 20718 \text{ A} = 20.7 \text{ KA}$$

A corrente de curto circuito nos terminais secundários do transformador e 20.7 KA

7.5.5 – Partida dos Motores

$$P_m = \frac{250 \times 0.736}{0.89 \times 0.91} = 227.2 \text{ KVA} \text{ potência nominal em KVA do motor}$$

$$X_{mb} = \frac{I_n \cdot P_b}{I_p \cdot P_n} = \frac{1}{6.5} \times \frac{750}{227.2} = 0.509 \text{ pu} \text{ impedância do motor (pu)}$$

$$I_p = \frac{1}{Z_t - Z_{mb}} \Rightarrow \text{Onde } Z_t = 0.0113 + j0.0538 \text{ - Impedância do transformador}$$

$$Z_{mb} = j0.508 \text{ - impedância do motor}$$

$$I_p = \frac{1}{0.0113 - j0.0538 - j0.508} = \frac{1}{0.562} = 1.78$$

A corrente de partida de um motor vale

$$I_p = 1.78 \times I_b \quad \text{onde } I_b = \frac{750}{\sqrt{3} \times 380} = 1139.5$$

$$I_p = 1.78 \times 1139.5 = 2028.31$$

– Queda de tensão na partida do 3º motor com os outros ligados

$$I_m = \frac{I_{nm}}{I_b} = \frac{345}{1139.5} = 0.303 \text{ pu}$$

$$I_{pa} = 1.78 \times 0.4 + 2 \times 0.303 \times 0.87 = 1.239 \text{ pu}$$

$$I_{pr} = 1.78 \times 0.91 + 2 \times 0.303 \times 0.49 = 1.917 \text{ pu}$$

$$I_p = \sqrt{1.239^2 + 1.917^2} = 2.28 \text{ pu}$$

$$I_p = 2.28 \times 1139.5 = 2598 \text{ A}$$

A queda de tensão secundária com a partida do 3º motor será

$$\Delta V_s = Z_t \times I_p = (0.055) \times 2.28 = 0.1254 \text{ pu}$$

$$\Delta V_s = 12.54 \%$$

A queda de tensão secundária com a partida do 1º motor será

$$\Delta V_s = Z_t \times I_p = (0.055) \times 1.78 = 0.0979 \text{ pu}$$

$$\Delta V_s = 9.79 \%$$

Com base na queda de tensão secundária, os motores de 250 CV terão partida auto compensada com chave automática

7.5.6 – Fator de Potência

A cada motor de 250 CV será ligado um banco de capacitor de potência nominal igual até

$$Q = \sqrt{3} V I_o = \sqrt{3} \times 380 \times 0.25 \times 345 = 56.7 \text{ KVAR}$$

Potência nominal do banco trifásico acoplado ao motor de 1800 rpm 45 KVAR

7.5.7 - Proteção

– Proteção Primária do Transformador

$$I_p = \frac{750}{\sqrt{3} \times 13.8} = 31.3 \text{ A}$$

Relé primário

$$I_r = 1.5 \times 31.3 \text{ A} = 47 \text{ A}$$

Serão utilizados (3) três relés de ação direta com as seguintes características

- c) Corrente nominal 50 A
- d) Faixa regulagem 40 – 60 A
- e) Ajuste 47 A

– Proteção Secundária do Transformador

$$I_s = 1139.5 \text{ A}$$

Características do disjuntor geral baixa tensão. tripolar

$$I_n = 1250 \text{ A} - \text{Corrente nominal}$$

Relé térmico bimetálico 700 – 1250 A

Relé eletromagnético 4 000 – 8 000 A

– Proteção dos Motores

f) Corrente nominal do motor

$$I_n = 345 \text{ A}$$

g) Relé bimetálico 250 – 400 A. ajuste 345 A

h) Fusível de sobrecarga e Curto Circuito 500 A

i) Partida Chave automática auto compensada com Taps 65/80%. Tensão 380 V trifásica. para cada motor de 250 CV

8 - SISTEMA ELÉTRICO

8 - SISTEMA ELÉTRICO

8.1 - Introdução

Estas especificações visam estabelecer os requisitos principais para fabricação, ensaios, inspeção, transporte e supervisão de montagem dos equipamentos necessários à instalação de subestações abaixadoras de tensão

Todos os materiais (exemplo conectores, fita isolante, parafusos, porcas, arruelas, etc) que sejam necessários à montagem de qualquer equipamento ou sistema de interligação elétrica e que não estejam contidos na lista de material, serão de responsabilidade do montador, o qual deverá ter ciência de que o custo dos mesmos estão embutidos no preço dos equipamentos ou serviços

Serão denominados equipamentos todas as peças destinadas à condução de energia elétrica, seu seccionamento, proteção, transformação, comando e controle

Os equipamentos elétricos além de atenderem as presentes especificações técnicas, deverão estar dotados de todos os acessórios e melhoramentos que a tecnologia moderna sugerir, no sentido de constituírem um sistema completo e em condições de perfeito funcionamento

A abrangência destas especificações vai do ponto de entrega da Concessionária, na tensão de 13,8 kV, até aos terminais de interligação dos motores, na tensão de 380/220 Volts

8.2 - Normas Técnicas

Os equipamentos objeto destas especificações, para fins de projeto, inspeção, aquisição, emprego de matéria-prima, fabricação e ensaios, deverão satisfazer às últimas revisões das normas aplicáveis, referentes às seguintes instituições

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), nas seguintes normas

NBR 5356-Transformador de Potência - especificações,

NBR 5380 -Transformador de potência - método de ensaio.

NBR 5405 - Materiais isolantes sólidos - determinação da rigidez dielétrica sob frequência industrial - método de ensaios.

NBR 5414-Execução de Instalações Elétricas de Alta Tensão – 06 a 15 KV

NBR 5432-Máquinas Elétricas Girantes – Dimensões e Potências Nominais

NBR 5433-Redes de distribuição aérea rural de energia elétrica - padronização.

NBR 5458-Eletrotécnica e eletrônica - transformadores - terminologia.

NBR 5906- Chapas finas a quente de aço-carbono para estampagem - especificações.

NBR 5915- Chapas finas a frio de aço-carbono para estampagem o especificações

NBR 6146- Involucros de Equipamentos Elétricos - Proteção.

NBR 6323-Aço ou ferro fundido - revestimento de zinco por imersão a quente

NBR 6529- Ensaio de vernizes utilizados para isolamento elétrico - método de ensaios

NBR 6649- Chapas finas à frio de aço-carbono para uso estrutural - especificações

NBR 6650-Chapas finas à quente de aço-carbono para uso estrutural - especificações

NBR 6663- Chapas finas de aço-carbono e de aço de baixa liga e a alta resistência - requisitos gerais

NBR 6808- Conjuntos de Manobra e Controle de Baixa Tensão

NBR 7094- Máquinas Elétricas Girantes – Motores de Indução.

- ANSI (American National Standard Institute) nas seguintes normas.

z55 1 - Gray finishes for industrial apparatus and equipment.

C37 09a - Ensaio

- ASTM (American Society for Testing and Materials), nas seguintes normas

B117-6/79- Salt spray (fog) testing.

D35/80 - Water for testing of organic coatings.

D3359/78 - Measuring adhesion by tape test.

D970/79 - Parts red and toluidine red pigments.

523/70 - Test for specular gloss

- DIN (Deutsche Industrie Normen - Alemanha)

- NEMA (National Electrical Manufacturers Association - USA)

- IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)

- IEC (International Electrotechnical Commission - USA)

- COELCE Normas técnicas para fornecimento de energia elétrica em tensão de distribuição (NT 002/91)

O fabricante ou fornecedor poderá apresentar equipamentos projetados ou fabricados de acordo com outras normas desde que equivalentes às especificadas contudo deverá sempre explicitar qual a norma ou normas utilizadas

8.3 - Sistema Elétrico

Denominamos de sistema elétrico o conjunto de equipamentos elétricos e/ou componentes destinados a receber a energia elétrica na tensão de 13,8 kV. seu seccionamento proteção abaixamento para a tensão de 380-220 Volts. medição distribuição e comando dos motores

8.3.1 - Disposições Gerais Relativas aos Materiais

Todo material empregado ou fornecido segundo estas especificações. deverão atender as seguintes condições básicas

- a) Ser apropriados para trabalhos nas condições de clima tropical quente. acima do nível do mar
- b) Ser detalhados na proposta indicando as normas utilizadas na fabricação e desenhos
- c) Todos os elementos passíveis de reposição deverão ser facilmente substituíveis do ponto de vista de acesso retirada e reposição
- d) Todos os materiais utilizados deverão ser novos. sem defeitos imperfeições. devendo serem testados em fábrica e constar a data de fabricação. ensaios e garantias
- e) Os equipamentos elétricos foram divididos em dois lotes. constando o primeiro lote da subestação abaixadora e o segundo lote dos quadros de medição e proteção. cabos e eletrodutos e chaves de partida dos motores

8.3.2 - Transporte

- a) Os equipamentos elétricos deverão ser acondicionados em embalagens que garantam um transporte seguro sem quaisquer condições e limitações, e que facilitem manuseio, e armazenamento. A embalagem deverá proteger o produto contra quebras, danos e perdas por rupturas do encaixotamento até sua chegada ao local de destino.
- b) Deverá trazer escrito na parte externa inscrições que identifiquem a origem e o destino dos volumes.
- c) Deverá ser especificado claramente a qual sistema de adutora e bombeamento pertence o equipamento.
- d) Cada volume deverá ser marcado pelo fabricante com o número de peças que contem, o tipo, o nome do fabricante, o número de ordem de compra, o número de embarque, local de destino e peso bruto e líquido.
- e) Os transformadores deverão ser fornecidos com a tampa do tanque marcada idelévelmente com o número de série constante na placa de identificação, com altura dos caracteres não superior a 5 mm.

8.4 - Equipamentos Elétricos

Estas especificações estabelecem os requisitos a que deverão satisfazer quaisquer fornecimentos e instalações de equipamentos. Todos os equipamentos serão considerados recebidos após montados e testados.

8.4.1 - Subestação Transformadora

- Generalidades

A subestação transformadora de força será ligada à linha de distribuição primária da concessionária local por intermédio de ligação aérea em derivação simples.

A subestação transformadora será do tipo abrigada ou de instalação interior, cujos equipamentos elétricos não estão sujeitos à intempéries

A tensão de alimentação será no nível de 13,8 kV, frequência de 60 Hz

A medição de energia será realizada na tensão primária de 13 800 V através de transformadores de potencial e corrente de fornecimento da COELCE, bem como os medidores de energia ativa, reativa e de demanda

A Subestação estará situada em local seguro acima do nível do solo não alagável e o mais próximo possível do conjunto de moto-bombas instaladas no flutuante

O adquirente deverá obter a aprovação, pela concessionária local do projeto e instalação elétrica da subestação transformadora e com ela coordenará a ligação elétrica da mesma ao sistema elétrico

- Condutores

Os condutores são todos de cobre série metrificada, unipolares têmpera mole sendo que

a) Condutores de alta tensão serão nus e obedecerão as normas NBR 5111 e NBR 6524

b) Condutores de baixa tensão isoladamente em PVC até 1000 Volts obedecerão as normas para o condutor NBR 5111 e NBR 6880 e para isolamento e capa NBR 6251

Na interligação entre o transformador e o quadro de comando e proteção dos motores, os condutores serão instalados em canaleta fechada com tampas de concreto armado ou Chapa de aço corrugado

Os condutores serão contínuos em toda sua extensão e o dimensionamento dos mesmos se fará pelos critérios da capacidade de corrente e queda de tensão admissível, adotando o de maior diâmetro

- Isoladores

Os isoladores deverão ser de vidro temperado de boa qualidade, isentos de trincas rachaduras e apresentar cor uniforme

- Postes

Os postes serão em concreto, seção duplo T nas alturas e esforços indicados no projeto. Deverão apresentar baixa porosidade, ausência de fissuras e rebarbas que denotem fuga de nata. Quando na posição inercial, não deverão apresentar flexa superior a 0,2% da sua altura

O dimensionamento dos postes será determinado em função dos esforços solicitantes, tendo coeficiente de ruptura mínima de 3 (três)

O período de garantia deverá ser de 15 anos a partir da data da entrega ficando o fabricante responsável por qualquer substituição por má fabricação, sem ônus para a contratante

- Cruzetas

As cruzetas serão em concreto armado do tipo retangular, esforço nominal 400 kg. Estas observações são válidas também, para os postes

- Eletrodutos

Os eletrodutos, curvas e luvas utilizadas na subestação serão em PVC rígido roscável

Para interligação dos motores no flutuador ao quadro de comando será utilizado o eletroduto flexível, tipo KANA FLEX ou SEALTUBO

- Ferragens

As ferragens de fixação das cruzetas isoladores, pára-raios, transformador, chaves e condutores, serão de aço galvanizado a quente por imersão, com profundidade de 150 micras no mínimo

- Pára-raios

Os pára-raios serão de distribuição, tipo bloco válvula, instalação vertical, invólucro externo em porcelana com desligador automático, tensão nominal 12 kV corrente nominal 5 kA

O aterramento do pára-raio deve ser na malha de terra da subestação

- Chaves Desligadoras Fusíveis

As chaves fusíveis deverão ser monopolares, corrente nominal de 100 A tensão nominal de 14.4 kV frequência 60 Hz, nível básico de impulso 110 kV

Serão montadas na posição com inclinação de operação por deslocamento do cartucho para uma posição de circuito aberto, previsto para instalação e remoção do cartucho por meio de vara de manobra

- Transformador de Força

Potência nominal

A potência nominal em KVA padronizada por esta especificação é 750 Toda a potência é trifásica

Derivação e Relações de Tensão

-Primário 13 800 - 13 200 - 12 600 Volts,

-Secundário 380/220 V

-A ligação primária é em triângulo e a secundária em estrela, com neutro acessível

-O transformador deverá ser capaz de suportar uma sobretensão de 5% no enrolamento secundário sem ultrapassar os limites de elevação de temperatura operando com potência nominal e fator de potência igual ou maior que 80%.

-O transformador operando sem carga deverão suportar uma sobretensão de 10% no enrolamento secundário sem ultrapassar os limites de elevação de temperatura

Frequência Nominal

A frequência nominal é de 60Hz, com máxima variação normal de 57 a 63Hz (+/- 5%)

Perdas, corrente de excitação e tensão de curto-circuito (75°C)

Os valores médios de perdas e correntes de excitação deverá ser garantido pelo fabricante em sua proposta conforme padrões da ABNT

As tolerâncias sobre as perdas garantidas para o transformador são as seguintes.

PERDAS EM VAZIO - 10%

PERDAS TOTAIS - 6%

A tolerância sobre o valor da corrente de excitação garantida para o transformador é de 20%

A tensão de curto-circuito deverá corresponder aos valores prescritos pela ABNT. A tolerância sobre a impedância percentual garantida para o transformador será de +/- 7,5%

Elevação de Temperatura

A elevação de temperatura dos enrolamentos sobre a temperatura ambiente não deverá exceder 550C

O transformador deverá ser projetado de modo que a elevação do ponto mais quente sobre a temperatura ambiente não seja superior a 650C

Características de Curto-Circuito

O transformador deverá ser capaz de suportar, sem sofrer danos, os efeitos mecânicos e térmicos causados por curto-circuito nos terminais secundários com tensão nominal aplicada nos terminais primários, com valor da corrente simétrica rms 25 vezes a corrente nominal e com duração máxima de 2 segundos

Características Construtivas

Os materiais isolantes dos transformadores deverão ser da classe A (1050C). As características da amostra do óleo mineral isolante tipo B, retirada do transformador sem tratamento previo, deverá estar de acordo com a tabela constante na norma NBR 5356

O tanque deverá ser feito de chapa de aço reforçada, sendo suficientemente forte para conter óleo sob temperatura correspondente a qualquer condição de operação e suficiente rígido para facilitar o transporte. A tampa do tanque deverá impedir a entrada de água para o interior, devendo ser equipado com janelas de inspeção para facilitar a manutenção das partes internas, sem remoção das buchas

Todas as porcas, parafusos, arruelas, grampos e peças similares deverão ser de aço galvanizado a quente, ou de outro material metálico, imune à ferrugem e corrosão

Todas as soldas externas do tanque deverão ser contínuas e contornarem toda a peça soldada afim de evitar fresta entre partes metálicas

A espessura mínima das chapas dos radiadores deverá ser de 1.2 mm. conforme a NBR 5906 e NBR 5915. e a espessura mínima dos tubos de 1 6 mm. desde que sua fabricação resista aos ensaios previstos na NBR 5380

As buchas serão de porcelana vitrificada. na cor marrom. com as seguintes características

TIPO DE ENROLAMENTO	AT	BT
Tensão nominal	25.8 kV	1.3 kV
Corrente nominal	160 A	1200 A
Tensão aplic 60Hz. 1 min a sêco e sob chuva	60 kVef	10 kVef
Tensão suportável de impulso atmosferico (crista)	150 kVcr	30 kVcr
Distância de arco externo	305 mm	47 mm
Distância de escoamento	450 mm	50 mm

Os terminais de baixa tensão deverão ser dimensionados conforme necessidades do projeto

O núcleo deverá ser construído de chapa de aço silício de granulação orientada laminada a frio. de reduzidas perdas e alta permeabilidade e ser aterrado ao tanque do transformador

Os enrolamentos dos transformadores deverão ser do tipo panqueca (pastilhas) de cobre. com gradiente de tensão máxima de 3450 V Os transformadores

serão projetados e construídos para resistirem sem sofrerem danos aos efeitos mecânicos e térmicos causados por curto-circuitos externos, de acordo com o indicado nesta especificação. A classe de tensão será de 15 kV e o NBI igual a 95 kV

8.4.2 - Quadros Elétricos

- Objetivo

A presente especificação descreve os requisitos para projeto e fabricação de Quadros Elétricos de Medição, como também, Quadros Elétricos de Comando de Motores de B T até 250 CV

- Conteúdo do Fornecimento

Quadro Elétrico de Medição em A T

O quadro elétrico de medição em A T é constituído basicamente do seguinte

Um (1) Quadro de medição.

Quadro de medição - destinado à instalação dos medidores e acessórios utilizados na medição da energia elétrica pela concessionária - COELCE

O mesmo deverá consistir essencialmente de um quadro blindado com barramento e dimensões de acordo com o desenho 22 da NT 002/91. Os transformadores de medição bem como, os medidores são de fornecimento da COELCE

Quadro Elétrico de Comando e Proteção de Motores

O quadro blindado para comando de um motor trifásico até 250 CV - 380V, consiste essencialmente de uma chave compensadora composta de

três (3) bases unipolares NH com fusível

tensão nominal 500 V

corrente nominal até 500 A

três (3) contadores tripolar. a seco

tensão nominal 500 V

corrente nominal conforme projeto

Um (1) relé bimetálico trifásico

tensão nominal 380 V

faixa de ajuste (250 – 400 A)

Um (1) relé supervisor trifásico com proteção para variação de tensão, falta de fase e inversão da fase com as seguintes características

Tensão nominal 380 Vca

Montagem em painel e ajuste para máxima e mínima tensão

Um (1) botão de comando duplo (liga - desliga)

Um (1) auto-transformador para partida de motor de 250 CV – 380 V com Taps 65/80%

Um (1) horímetro - 220V - Hz

No fornecimento estão também incluídos

Conectores terminais para todas ligações externas dos armários

Todos os materiais, dispositivos e acessórios, para interligações internas dos armários

- **Dados Construtivos**

O quadro de medição deverá ser formado de uma caixa blindada, fabricada em chapas de aço nº 14 MSG, justapostas, de modo a formar uma estrutura contínua provida de portas, maçaneta e fechadura

O quadro de comando de motores deverá ser fabricado em cubículos metálicos de aço de espessura mínima de 2.0 mm (14 MSG), estrutura auto-portante, garantindo sua estabilidade e segurança de terceiros, bem como a perfeita fixação dos equipamentos e materiais utilizados na confecção deste quadro, respeitando-se o que prescrevem as Normas ABNT NBR 5414, 6808 e 6146. Deverão Ter grau de proteção mínimo de IP - 44

Todas as partes metálicas dos quadros deverão ser submetidos a um processo de limpeza, através de jateamento de areia até metal branco, após o qual as superfícies internas e externas sofrerão a aplicação de primer anticorrosivo e não menos do que duas demãos de tinta de acabamento a base de epoxi, na cor cinza claro, notação, Munsell 11 3,5

O barramento principal do quadro de comando, deverá ser de cobre eletrolítico e montado sobre suportes de material isolante com propriedades dielétricas adequadas e resistentes aos efeitos térmicos e mecânicos produzidos por correntes de interrupção e momentânea

Uma barra de terra em cobre eletrolítico deverá ser fixada solidamente ao longo de toda estrutura

A sequência de fase do barramento deverá ser A, B, C da esquerda para a direita e de cima para baixo, quando visto por um observador situado em frente a vista frontal do quadro de comando dos motores

Toda a fiação será identificada com marcadores na forma de anel em ambas as extremidades

Os fios serão uniformemente agrupados e presos por fitas de amarração plásticas colocadas em intervalos de 150 a 200 mm

As extremidades dos cabos receberão terminais de compressão com luva isolante. Para facilidade de identificação, os condutores de isolamento termoplástico serão fornecidos em cores diversas devendo-se observar nos alimentadores as cores vermelho, azul e preto para as fases A, B e C e branco para o neutro

Os quadros de comando dos motores deverão ser adequados para a saída dos cabos pela parte inferior

- Inspeção e Testes

Os equipamentos cobertos por esta especificação deverão ser submetidos no mínimo aos seguintes ensaios de rotina

- Inspeção visual esta inspeção abrange todos os aspectos (dimensões, acabamento, fixação, localização, montagem, identificação e fiação) referentes a construção do sistema elétrico

- Inspeção do fornecimento verificar o confronto do material aplicado na construção do sistema elétrico com a especificação e aprovado e constante da relação do material. Em divergência de tipos verificar a adequabilidade do similar empregado quanto a operação e qualidade.

- Teste de operação funcional para verificação do funcionamento elétrico do comando e proteção dos motores

- Teste de operação mecânica para verificação do funcionamento adequado intertravamentos, comandos, alavancas, etc.

- Relatórios certificados de teste de tipo deverão ser fornecidos para transformadores de força, chaves desligadoras fusíveis pára-raios e quadros elétricos, previamente realizados e equipamentos idênticos.

- Além da inspeção final de aceitação e dos testes, a critério da concessionária local - COELCE, poderá ser solicitados outros ensaios.

- Defeitos ou erros verificados durante as inspeções deverão ser reparados sem qualquer ônus para o comprador

9 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

9 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

9.1 – Serviços Preliminares

9.1.1 - Objetivo

Esta seção trata dos serviços preliminares que deverão ser executados pela Empreiteira e que são necessários à realização das obras. Estes serviços incluem, sem se limitar, o fornecimento de toda mão-de-obra e todos os materiais e equipamentos relativos à instalação da Empreiteira e à construção do acampamento e canteiro de serviço de acordo com os Documentos Contratuais, inclusive a mobilização e desmobilização dos equipamentos.

9.1.2 – Mobilização e Desmobilização

9.1.2.1 - Serviços

A Empreiteira deverá tomar todas as providências relativas à mobilização, imediatamente após a assinatura do contrato e correspondente ordem de serviço, de forma a poder dar início efetivo e concluir a obra dentro do prazo contratual.

No final da obra a Empreiteira deverá remover todas as instalações do Acampamento e Canteiro de Serviço, Equipamentos, Construções Provisórias, detritos e restos de materiais de modo a entregar as áreas utilizadas, totalmente limpas.

9.1.2.2 – Medição e Pagamento

A remuneração correspondente à mobilização da Empreiteira antes do início da obra e a desmobilização após o término do contrato, será efetuada de forma global, sendo o pagamento efetuado conforme o cronograma físico-financeiro proposto pela licitante.

Os custos correspondentes a este item incluem, mas não se limitam necessariamente, aos seguintes:

- despesas relativas ao transporte de todo o equipamento de construção, de propriedade da Empreiteira ou sublocado, até o canteiro de obra e sua posterior retirada.
- despesas relativas à movimentação de todo o pessoal ligado à Empreiteira ou às suas subempreiteiras, em qualquer tempo, até o canteiro de obras e posterior regresso a seus locais de origem
- despesas relativas às viagens necessárias para execução dos serviços ou determinadas pela fiscalização, realizadas por qualquer pessoa ligada a Empreiteira, qualquer que seja sua duração ou natureza

9 1 3 – Acampamento e Canteiro de Serviços

9 1 3 1 - Serviços

O Acampamento e Canteiro de Serviços será construído a partir do projeto preparado pela Empreiteira, desde que aprovado pela SRH-CE, o qual, por sua vez, será baseado no plano apresentado na Proposta Técnica da Licitante

O Acampamento deverá ser construído pela Empreiteira no local destinado para este fim. O projeto, construção, administração, durante todo o período de execução da obra são de responsabilidade da Empreiteira

Normalmente o Acampamento deverá ser construído em dois setores

- setor residencial da Empreiteira e da Fiscalização, onde deverão estar localizados os alojamentos e refeitórios
- setor administrativo, que conterà o escritório central da Empreiteira e também da Fiscalização, almoxarifado, oficinas, laboratórios etc

No caso de obras de pequeno porte essas especificações deveram ser adaptadas de acordo com a natureza dos serviços

Todas as instalações de acampamento executadas pela empreiteira permanecerão, após concluída a obra, como sua propriedade, salvo disposições em contrario

Nos alojamentos deverão ser previstos

- no máximo quatro (4) pessoas por quarto de doze (12) metros quadrados com pé direito de dois e sessenta (2.6) metros. com ventilação natural
- um (01) leito com colchão travesseiro. par de lençóis e dois (02) cobertores. por homem
- corredores iluminados com lâmpadas espaçadas de no máximo dez (10) metros
- mínimo de um (01) WC para cada doze (12) pessoas.
- mínimo de uma (01) ducha para quinze (15) pessoas.
- lavatório coletivo com uma (01) torneira para cada doze (12) pessoas.
- instalações elétricas de força e luz.
- quartos iluminados eletricamente.

O refeitório deverá ser perfeitamente iluminado. dotado de WC e lavabo com sala de refeição concebida de forma a permitir servir as refeições em mesas de no máximo doze (12) pessoas A cozinha deverá ser contígua à sala de refeição e. dotada de instalações de água potável Deve ser dada especial atenção à higiene e salubridade nas áreas do refeitório afim de evitar riscos à saúde dos operários

9 1 3 2 – Medição e Pagamento

Os serviços materiais e equipamentos necessários à execução das obras e toda e qualquer outra despesa relativa as instalações do Acampamento e do Canteiro da Empreiteira inclusive projeto. construção. demolição e limpeza de áreas após a conclusão dos serviços serão remunerados pelo preço global do Acampamento e Canteiro de Serviço da Planilha de Orçamento de Obras O pagamento será feito de acordo com o cronograma financeiro proposto

Estão incluídos neste preço global para Acampamento e Canteiro de Serviços. entre outros

- Os custos relativos à instalação e montagem de todos os equipamento de construção. necessários a execução da obra, inclusive às instalações de
 - Ar comprimido.

- Fornecimento de água potável e industrial para o Canteiro e Acampamento
- Armazenamento, estocagem, processamento, manuseio e transporte de materiais de construção.
- Fabricação, transporte, lançamento e controle do concreto.
- Fabricação, transporte, colocação e ajustagem de formas e armaduras.
- Instalações requeridas para a transmissão, transformação e distribuição de energia elétrica aos vários locais do canteiro, a partir da linha existente
- Construção de escritórios, oficinas, almoxarifado, laboratórios, garagens, pátios e vias de acesso, alojamentos, refeitórios, ambulatórios, rede de água e esgoto, etc.
- Construção e manutenção de todas as estradas de serviço, quer sejam definidas no projeto ou não.
- Limpeza e preparação do local da obra no início e após a conclusão da construção e retirada do equipamento.

9.1.4 – Locação de Obra

9.1.4.1 - Serviços

A SRH-CE fornecerá os elementos topográficos básicos para a implantação da obra, sendo responsabilidade da Empreiteira o fornecimento e construção de todos os piquetes, testemunhos e gabaritos, equipamentos, materiais e mão-de-obra necessários para a execução dos trabalhos de locação das obras, a partir de marcos e pontos de referência estabelecidos pela SRH-CE.

Será responsabilidade da Empreiteira manter todas as estacas e marcos até que seja autorizada a removê-los.

A SRH-CE fará verificações à medida que os trabalhos progredirem, a fim de conferir as linhas e níveis estabelecidos pela Empreiteira e determinar a fiel execução da obra com relação às exigências dos Documentos de Contrato. Tais verificações, feitas pela SRH-CE, não desobrigarão a Empreiteira de sua responsabilidade de executar a obra de acordo com os Documentos de Contrato.

100110

A Empreiteira é responsável única pela locação da obra, a partir dos elementos básicos fornecidos

9.2 – Assentamento de Tubulação

9.2.1 - Materiais

As tubulações deverão obedecer as prescrições contidas nas normas correspondentes da ABNT, ISU, ANSI, AWWA, DIN, ASIM e SSP além do especificado a seguir

Nos casos do fornecimento de material pela SRH-CE, após a entrega oficializada do mesmo à Empreiteira, esta assumirá a inteira responsabilidade pela guarda, vigilância, manuseio e todo e qualquer dano que por ventura possa ocorrer com os mesmos até a entrega definitiva da obra

9.2.2 - Escavações

As escavações para as valas serão executadas segundo as normas respectivas destas especificações técnicas

9.2.3 – Reaterro de Valas

Depois de instalar pelo menos três tubos incluindo as juntas e acessórios a vala (exceto nos trechos das juntas) será reaterrada com material brando, livre de pedras e compactada manualmente abaixo e em redor do tubo até 0,30m acima da geratriz superior do tubo. A compactação será efetuada até que seja obtida uma densidade relativa não inferior a 97% (noventa e sete por cento) da densidade aparente máxima seca obtida no ensaio Proctor Normal

O reaterro seguinte, no caso de ser compactado, será colocado e consolidado em camadas de 0,15m até os níveis indicados no projeto

O reaterro do material colocado acima da geratriz superior do tubo será efetuado somente nos casos prescritos no projeto, ou determinado pela Fiscalização

Não será permitido alocar material brando a uma profundidade menor a 0,30 m em cruzamento de estradas

A Empreiteira deverá retirar todo o material não adequado para reaterro das valas e o material empregado deverá ser previamente aprovado pela Fiscalização

9.2.4 – Transporte e Manuseio dos Tubos, e Conexões

Deverão ser obedecidas as recomendações do fabricante

Nos trabalhos de carregar, descarregar e manusear tubulações de FoFo, válvulas e acessórios deverão ser evitados choques e atritos que podem produzir fissuras ou outros danos aos tubos, acessórios ou nos revestimentos, e para isto, os tubos e peças muito pesados para ser manuseado manualmente serão carregados usando guindastes ou outras medidas para içamento com eslingas apoiadas adequadamente

O carregamento e descarregamento de tubos PVC ou RPVC será feito geralmente a mão. Quando se utilizar meios mecânicos a Empreiteira deverá evitar que as eslingas metálicas ou correntes, fiquem em contato direto com o tubo. Para o transporte dos tubos serão utilizados caminhões de leito plano, livre de cravos e outras imperfeições. Os tubos ficarão apoiados uniformemente ao longo de todo seu comprimento

Os veículos terão suportes laterais adequados, separados aproximadamente 2,00m e os tubos estarão perfeitamente amarrados à carroceria

A estocagem dos tubos PVC ou RPVC deve ser feita em locais sombreados livres da ação direta ou da exposição contínua ao sol

Assim como no transporte, os tubos não agrupados em feixes devendo ser empilhados com as pontas e as bolsas alternadas

A primeira camada de tubos tem que estar totalmente apoiada, ficando livres apenas as bolsas

9 2 5 – Instalação da Tubulação

9 2 5 1 - Geral

É necessário procurar um leito perfeitamente nivelado para os tubos. Os tubos serão instalados geralmente em trechos retos em planta, mas se precisar curvas de raio grande é possível fazê-la por meio de pequenas deflexões nas juntas, as deflexões máximas permissíveis serão as recomendadas pelo fabricante, mas geralmente não excederão 4°. Nenhum tubo será descido na vala rolando sobre o terreno, precisa-se utilizar entabramento liso para se proteger o revestimento.

Se é utilizado um guindaste para descer os tubos, estes serão envolvidos por eslingas amplas de balata. Será preciso escavar um recesso sob o fundo da vala para permitir a extração das eslingas sem danos para o revestimento.

Antes de descer os tubos na vala, a Empreiteira deve submetê-los a uma inspeção visual a fim de se certificar de seu bom estado e para limpá-los.

As valas deverão também previamente ter liberação topográfica pela Fiscalização.

Depois de construir a junta segundo os catálogos, as instruções do fornecedor e as indicações da Fiscalização, os tubos serão limpos para que fiquem livres de terra, pedras, etc. e a vala será reaterada segundo indicado nestas especificações.

9 2 5 2 - Reparos

Os tubos de RPVC e PVC serão reparados cortando os trechos danificados ou torneando. Os reparos no revestimento de tubos de FoFo serão feitos segundo as instruções do fornecedor.

9 2 5 3 - Juntas

As juntas nas tubulações de FoFo. do tipo elástico serão feitas segundo as recomendações do fornecedor

As soldas nos tubos de aço deverão ser feitas por soldadores devidamente habilitado. Serão permitidas soldagens de topo por fusão ou por resistência para cordões de solda retos ou em espiral, e solda de topo por indução executadas de acordo com as normas AWWA ou brasileiras correspondentes

Os elementos que serão usados para a soldagem, deverão ser especificados pelo fabricante dos tubos. Além da inspeção visual das soldas a Fiscalização da SRH-CE pode exigir testes destrutivos e não destrutivos de amostras das soldas terminadas

Esses testes serão feitos pela Empreiteira sem nenhum ônus para a SRH-CE

9 2 5 4 – Conexões, Ventosas e Acessórios

Onde forem indicados nos projetos, ou segundo as condições encontradas no campo as curvas, tês, reduções e outros acessórios serão revisados, limpos e descidos nas valas para ser conectados. As ligações serão feitas por sistema adequado entre as peças metálicas e os tubos. As juntas rosqueadas serão executadas com interposição de vedante adequado sobre o filete da rosca macho. Normalmente todos os acessórios serão de fabricação padronizada, e serão fornecidos com os tubos.

9 2 5 5 - Ancoragens

Em todas as curvas, derivações, reduções, tês, válvulas e quando ordenado pela Fiscalização e indispensável a ancoragem

O concreto empregado será de 15.0 Mpa. Em nenhum caso a espessura do concreto será menor que 15 cm

A Empreiteira deverá verificar se existe contato entre o concreto e o solo não escavado e quando for utilizado madeira para proteção das escavações, esta madeira deverá ser removida antes de colocar o concreto

9.2.6 – Ensaio da Linha

Antes do completo cobrimento da tubulação, cumpre verificar se não houve falhas da montagem de juntas, conexões etc. ou se não foram instalados tubos avariados no transporte ou manejo etc

Os testes serão feitos em trechos que não excedam 500 m de comprimento ou outros indicados pela Fiscalização

Para isso são recobertas as partes centrais dos tubos deixando as juntas e ligações de conexões etc. sem reaterrar

Os testes serão feitos no mínimo após 7 dias da construção das ancoragens

As extremidades dos trechos que serão testados precisam ser ancoradas para resistir as forças axiais. Antes de testar os trechos serão gradualmente enchidos com água para comprovar seu bom funcionamento

Cada trecho será testado aplicando-se a tubulação, peças especiais, etc., uma pressão 50% superior à pressão hidrostática máxima, não devendo descer em ponto algum da canalização a menos de 1Kg f/cm^2 . Quando o trecho estiver enchendo-se com água e antes de aplicar a pressão é preciso soltar o ar da tubulação por meio de válvulas de ar ou torneiras localizadas em pontos altos da linha. O teste será feito após 24 horas do enchimento de água nas linhas

Depois de testar os trechos e fazer as ligações é preciso testar toda a linha

A Empreiteira fornecera as bombas, manômetros e conexões necessárias para fazer o ensaio da linha sem ônus adicionais para SRH-CE

A Empreiteira apresentara a SRH, para aprovação, um programa detalhado para o ensaio da linha, indicando os equipamentos e métodos que utilizará nos testes

Nenhuma linha será testada sem a aprovação escrita da Fiscalização

Após terminar o teste a Empreiteira reaterrará todas as juntas

Antes da aplicação da pressão deverá verificar o estado de todas as juntas válvulas acessórios, etc. Todas as juntas que apresentarem defeitos serão removidas ou reparadas sem ônus para a SRH e será feito, novamente, o teste de pressão

A pressão de teste será mantida durante 24 (vinte e quatro) horas

O trecho testado será aceito se não ocorrerem vazamentos

Todas as linhas que não cumpram as condições importas nas cláusulas anteriores serão reparadas e testadas novamente, sem ônus adicionais para a SRH-CE

9.2.7 – Montagem de Válvulas

As válvulas serão instaladas nas posições indicadas nos projetos ou segundo as instruções da SRH-CE e ficarão niveladas e a prumo

Antes da instalação das válvulas, procederá-se-á a operação de limpeza das mesmas

As válvulas fornecidas com pintura ou revestimentos, deverão ser pintadas ou revestidas novamente quando se encontrarem com defeitos. A pintura e o revestimento serão aplicados após a instalação

As válvulas serão instaladas segundo as recomendações do fornecedor sem o emprego de golpe de martelo ou outros métodos que podem danificar sua estrutura. Para se verificar a operação correta, cada válvula será operada abrindo-a e fechando-a antes e depois de sua instalação

Após a instalação cada válvula deverá ser limpa e deverá ficar pronta para sua operação

As válvulas serão instaladas em câmaras conforme indicadas no projeto

As válvulas ficarão apoiadas nas paredes ou em blocos de concreto e o tubos deverão ser do tipo e dimensões indicadas no projeto, e as exigências da EB-3 MB-227 EB-103 e MB-228 da ABNT

9 2 8 – Cruzamento de Estradas ou Áreas Alagáveis

Quando as tubulações cruzam estradas, ou áreas alagáveis, serão envolvidas por concreto de 15 0 MPa nas dimensões e seções indicadas nos desenhos ou indicadas pela fiscalização

A Empreiteira fará os desvios e proverá todas as seguranças exigidas pelas autoridades para construir os cruzamentos de estradas e construirá novamente a camada de asfalto se for o caso na mesma espessura e na mesma qualidade do existente

9 2 9 – Medição e Pagamento

9 2 9 1 – Escavação

As escavações das valas para instalação de tubulações, serão medidas e pagas conforme estas especificações

O pagamento representa a compensação integral pelos serviços executados incluindo a escavação nas profundidades especificadas, escoramentos necessários carga transporte, conforme as faixas discriminadas descarga e disposição dos materiais e seleção dos materiais adequados para o reaterro

9 2 9 2 – Desmatamento

Este serviço sera medido e pago conforme a planilha de quantificação e orçamento

9 2 9 3 – *Cruzamento de Estradas Asfaltadas ou Área Alagáveis*

Será medida em metro linear, a projeção horizontal do cruzamento ao longo do eixo da tubulação entre os limites da estrada incluindo a largura do asfalto mais as larguras das bermas não asfaltadas

O pagamento será feito de acordo com os preços unitários propostos e com base nas medições especificadas

Este pagamento representa a compensação integral por todos serviços executados incluindo quebra de asfalto, reparo do asfalto, desvios do trânsito sinalização etc com todos os materiais, ferramentas, equipamentos, mão-de-obra e outros serviços necessários, para a perfeita execução dos referidos serviços

9 2 9 4 – *Camada de Areia para Assentamento*

Será medida tomando por unidade o metro cúbico colocado e compactado na largura indicada nos projetos ou aprovada pela Fiscalização O pagamento será feito de acordo com os preços unitários propostos que compreendem todos os materiais equipamentos transporte mão-de-obra, encargos e incidências necessárias a execução dos serviços como especificados

9 2 9 5 – *Reaterros de Valas*

As medições serão efetuadas conforme as dimensões indicadas no projeto descontados os volumes correspondentes as tubulações

A unidade de medida será o metro cúbico de material reaterado ou não, com a previa aprovação da Fiscalização

A determinação dos volumes anteriores far-se-á utilizando o método da Média das áreas Extremas entre estações de 20 m ou outros que exija a configuração do terreno ou determine a Fiscalização

Será pago pelos preços correspondentes da Planilha de Orçamento de Obra para reaterro compactado ou reaterro não compactado

Nos preços unitários para o serviço de reaterro deverão estar incluídos, fornecimento do material, quando o material de escavação não for adequado, umedecimento homogeneização distribuição e compactação quando o reaterro for compactado. Tais preços unitários incluirá também, ferramentas, equipamentos mão-de-obra e toda e qualquer operação necessária para a perfeita execução dos serviços

9 2 9 6 – Assentamento de Tubulações, Conexões e Válvulas

O Assentamento de tubulações será medido nas valas ao longo do eixo das tubulações para cada diâmetro, após feitos os testes da linha e aprovados pela Fiscalização tomando como unidade o metro linear

A instalação de Válvulas e conexões será medida tomando como unidade cada peça devidamente instalada, testada e aprovada pela Fiscalização

O pagamento do assentamento de tubulações, medido como especificações, será feito aos preços unitários constantes das planilhas de Orçamento de Obras

Nestes preços deverão estar previstos a compensação integral pelo fornecimento dos materiais quando for o caso, equipamentos, transporte até o local da instalação reparos mão-de-obra encargos e incidências necessárias para execução dos serviços

O pagamento da instalação de válvulas, conexões e acessórios, será efetuado aos preços unitários correspondentes da planilha de Orçamento de Obras

Estes preços representam a compensação integral pelo fornecimento dos materiais quando for o caso transporte até o local da obra, montagem, encargos e incidências necessárias para execução dos serviços

9 2 9 7 – Caixas de registros ou Ventosas

As caixas de registros ou ventosas serão avaliadas conforme as dimensões e prescrições de projeto, sendo avaliadas por unidade efetivamente construídas conforme o projeto e aprovadas pela Fiscalização

Serão pagas pelos preços unitários correspondentes da planilha de Orçamento de Obras e contemplarão o fornecimento de todos os materiais necessários, bem como mão-de-obra, ferramentas e equipamentos

9 2 9 8 – Teste Hidrostático de Linha

Os testes das linhas feitos conforme especificados serão avaliados por metro de teste devidamente realizado e aprovado pela Fiscalização

O pagamento será efetuado pelo preço unitário da planilha de Orçamentação de Obras. Neste preço, deverá incluir compensação integral pelo fornecimento de bombas, manômetro, conexões necessárias, água para fazer o ensaio da linha, bem como ferramentas, mão-de-obra, encargos e toda e qualquer operação necessária para executar o serviço

9 2 9 9 – Ancoragem de Concreto

As ancoragens, coberturas e bases de concreto serão medidas tomando como unidade o metro cúbico construído segundo os projetos e/ou instrução da Fiscalização

9.3 – Escavação de Valas

9 3 1 – Serviços

A escavação para as valas serão executadas segundo cotas, linhas e taludes necessários para poder alojar corretamente as tubulações, tal como é indicado nos desenhos correspondentes ou como for sugerido pela Fiscalização

Para execução do serviço e segundo a natureza dos materiais que encontrar, a Empreiteira poderá efetuar o serviço de forma manual, mecânica ou usando, quando necessário, explosivos

Neste caso, entretanto, será necessário obter prévia aprovação do plano de fogo pela Fiscalização e não se permitirá que o uso de explosivos venha a produzir alterações no terreno adjacente

A largura (L) da vala será obtida conforme descrito a seguir

No caso de vala destinada a receber apenas um tubo, $L = d + 40$

Onde L = Largura da Vala (cm)

D = diâmetro externo da tubulação (cm)

Para casos em que a vala receber duas tubulações a largura será obtida pela soma dos diâmetros externos, acrescida de 50 cm

Outros casos serão dirimidos pela Fiscalização

Os taludes das valas manter-se-ão verticais em todas elas. Para isso, a Empreiteira preparará e se responsabilizará pelo escoramento necessário

Quanto a profundidade das valas, esta será a necessária para permitir a colocação da tubulação na situação e cota indicada no projeto

Se apresentar escavação em rocha a um nível maior que o fundo projetado, a escavação será feita até uma profundidade de 10 cm abaixo do nível do fundo projetado, para permitir a construção do leito de areia ou concreto

O material proveniente da escavação, será transportado até os locais de botafora indicados no projeto ou aprovados pela Fiscalização, devendo ser disposto de

preferência lateralmente e cercado em montes, que deverão ser nivelados obedecendo critérios por ela pre-estabelecidos

9.3.2 – Medição e Pagamento

As escavações de valas descritas nesta especificações serão medidas tomando-se por unidade o metro cúbico de material escavado e colocado na forma e local que indiquem o projeto ou fixe a Fiscalização. Nessa medição será usado o método da Média das Áreas Extremas, entre estações de 20 m ou outras que sejam necessárias, segundo a configuração do terreno, tomadas antes e depois da execução do trabalho.

A medida que se forem executando as escavações, a Fiscalização irá determinar o tipo de material encontrado, para ulterior cálculo da quantidade corresponde de cada coletor. A classificação de acordo com as características de material, será feita, portanto, cada vez que houver variações no tipo de material escavado.

Não serão estimados, para fins de pagamento, as escavações em excesso nem os volumes de escavação, cujos materiais não hajam sido corretamente dispostos, de acordo com o especificado e/ou indicado pela Fiscalização.

As escavações medidas e classificadas de acordo com o prescrito no CADERNO DE ENCARGOS, serão pagas à Empreiteira aos preços unitários correspondentes da planilha de Orçamentação de Obras, enquadrando estes serviços, nas diversas faixas de distâncias de transporte.

Quando houver necessidade de transporte o material resultante da escavação além de 1000 m do local de sua extração, este transporte, deverá ser previamente aprovado pela Fiscalização e, será pago de acordo com o preço.

9.4 – Escavações para Fundações ou Obra

9.4.1 – Serviços

As escavações para fundações ou obra serão executadas segundo as cotas, linhas e taludes necessários para poder construir todas as estruturas, suportes, caixas

e instalações tal como são indicados nos projetos ou de acordo com as indicações da Fiscalização

Estarão incluídas neste item as escavações necessárias a alojar todas as estruturas canal de aproximação suportes caixas e instalações, incluindo o acerto final das linhas para o recebimento das formas e do concreto

Todas as operações necessárias a execução do serviço poderão ser efetuadas a mão ou por meio de equipamento mecânico Além disto, segundo a natureza dos materiais encontrados a Empreiteira também poderá fazer uso de explosivos desde que tenha prévia autorização da Fiscalização

Deverão ser tomadas todas as precauções necessárias para se alterar o mínimo possível a rocha ou o terreno adjacentes a fundação Toda escavação realizada por conveniência da Empreiteira, ou em excesso, por qualquer motivo que não o autorizado pela Fiscalização correrá por conta da Empreiteira assim como, o reenchimento de excessos que deverá ser em concreto de regularização

Se, durante o andamento da obra, julgue-se necessário ou conveniente modificar os taludes inclinações cotas ou dimensões das escavações citadas, no lugar dos indicados nos projetos ou determinados pela Fiscalização, estas modificações serão realizadas sem que a Empreiteira tenha, por isso, direito a uma compensação adicional sobre o preço unitário estabelecido no Contrato para este tipo de serviço

Devera ainda, a Empreiteira, escavar todas as valas de drenagem adicionais necessarias para interceptar escoamento a fim de proteger os taludes da escavação ou para conduzir as águas dos bueiros ou valetas interceptoras

Todo material proveniente das escavações, que, a juízo da Fiscalização for adequado para outras obras, deverá ser transportado e disposto pela Empreiteira no local de sua utilização, ou em lugar previamente escolhido Os materiais não utilizaveis serão transportados até as zonas de bota-fora indicadas nos projetos ou em locais aprovados pela Fiscalização, devendo ser dispostos de preferência – lateralmente e cercados em montes que deverão ser nivelados obedecendo critérios pré-estabelecidos pela Fiscalização

A execução dos esgotamentos será de responsabilidade da Empreiteira, em todas as obras em que seja necessário para assegurar uma boa execução dos trabalhos

Para o caso de fundações para obras em concreto, o esgotamento deverá ser contínuo e efetuado no mínimo até a pega e o endurecimento da argamassa ou do concreto

As instalações deverão ter capacidade suficiente para manter as áreas de construção isentas de água de qualquer natureza

O controle das escavações será exercido por verificações das dimensões estabelecidas e pelo nivelamento do fundo para efeito de assentamento das fundações

9.4.2 – Medição e Pagamento

As escavações para as fundações serão medidas tomando por unidade o metro cúbico de material escavado e colocado na forma e local que indiquem os desenhos ou fixe a Fiscalização. Nesta medição será utilizado o método da Média das Áreas Extremas entre estações de 20 m ou outras, a critério da Fiscalização, tomadas antes e depois da execução dos trabalhos até as seções definidas pelo contorno das estruturas indicadas no projeto

A medida que forem efetuadas as escavações, a Fiscalização irá determinando o tipo de material encontrado para ulterior cálculo da quantidade correspondente à cada categoria. A classificação, de acordo com as características do material, definidas no CADERNO DE ENCARGOS, será feita, portanto cada vez que houver variações do tipo de material escavado

A Fiscalização terá todo o direito de considerar indevidas quaisquer escavações cujas tolerâncias ultrapassem os valores mínimos necessários à perfeita execução da obra ou escavações de acessos desnecessariamente longos. Nestes casos serão pagas as escavações julgadas a critério da Fiscalização, necessárias e suficientes

O preenchimento das escavações realizadas em excesso deverá ser em concreto de regularização, sendo este ônus por conta da Empreiteira

As escavações, medidas e classificadas, serão pagas à Empreiteira, a preços unitários da planilha de Orçamentação de Obras, correspondentes aos preços de escavações para fundações

Quando a distância de transporte for superior á 1000 m, o transporte será pago de acordo com o preço unitário estabelecido no item correspondente a movimento extraordinario de transporte

Nos preços das Planilhas de Orçamentação de Obras, deverá haver a compensação integral pelos serviços executados incluindo a escavação, esgotamento carga e transporte conforme as faixas discriminadas, descarga e espalhamento dos materiais quando for o caso bem como toda mão-de-obra, ferramentas e equipamentos necessários a execução dos serviços