

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

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

AÇUDE PÚBLICO JERIMUM
TOMO 6 PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA
VOLUME I - ADUTORA DE ITAPAJÉ
A- TEXTO

AGUASOLOS

SDU

BEC

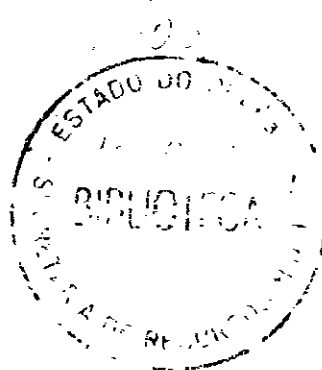
FORTALEZA- CE
OUTUBRO DE 1993



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO
PRO-URB / CE

AÇUDE PÚBLICO JERIMUM
TOMO 6 - PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA
VOLUME I - ADUTORA DE ITAPAJÉ
A - TEXTOS

Lote 00623 - Prep () Scan () Index ()
Projeto Nº _____
Volume _____
Qtd A4 104 Qtd A3 _____
Qtd A2 _____ Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ Outros _____



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
CIRO FERREIRA GOMES
GOVERNADOR

SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE
MARFISA MARIA DE AGUIAR FERREIRA
SECRETÁRIA

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
JOSÉ MOREIRA DE ANDRADE
SECRETÁRIO

BANCO DO ESTADO DO CEARÁ
PEDRO BRITO DO NASCIMENTO
PRESIDENTE

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DO CEARÁ -
PRO-URB/CE
MARCONI MARTINS MORONI DA SILVEIRA
GERENTE GERAL

NOVEMBRO/93

SRH - SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

AÇUDE PÚBLICO JERIMUM

TOMO 6 - PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS

VOLUME I - ADUTORA DE ITAPAJÉ

A - TEXTOS

Novembro/93

000004

SUMÁRIO

	PÁGINAS
APRESENTAÇÃO	4
1 - INTRODUÇÃO	6
1 1 - Generalidades	7
1 2 - Caracterização da Área	8
1 2 1 - Itapajé	8
2 - MEMORIAL DESCRITIVO	10
2 1 - O Sistema Existente	11
2 1 1 - Generalidades	11
2 1 2 - Manancial	11
2 1 3 - Adução	11
2 1 4 - Tratamento	11
2 1 5 - Reservação	12
2 2 - O Sistema Proposto	12
2 2 1 - Fonte Hídrica	12
2 2 2 - Captação	12
2 2 3 - Adutora	13
2 2 4 - Estação de Tratamento	13
2 2 5 - Reservação	17
2 3 - Premissas do Projeto	17
2 3 1 - Itapajé	17
2 4 - Vazão de Projeto	18
2 4 1 - Generalidades	18
2 4 2 - Itapajé	18
2 5 - Área de Proteção Ambiental	19
3 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS	20
3 1 - Fonte Hídrica	21
3 1 1 - Itapajé - Águas Superficiais	21
3 1 2 - Itapajé - Águas Subterrâneas	24
3.2 - Estudo do Diâmetro Econômico e Melhor Caminhamento	24
3 2 1 - Generalidades	24
3 2 2 - Caminhamento da Adutora	25
3.3 - Cálculo do Diâmetro Econômico	29
3 3 1 - Generalidades	29
4 - DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE RECALQUE	32
4 1 - Estação Elevatória Principal	33
4 1 1 - Generalidades	33
4 1 2 - Curva Característica da Tubulação	33

4 1 3 - Escolha da Bomba	36
4 1 4 - Equipamento Eléctrico	40
4 2 - Estudo do Golpe de Ariete	42
4 2 1 - Generalidades	42
4 2 2 - Verificação do Golpe de Ariete	43
4 3 - Características da Tubulação da Adutora	49
4 3 1 - Itapajé	48
4 4 - Instalações de recalque na ETA	60
4 4 1 - Generalidades	50
4 4 2 - Critérios de Dimensionamento	50
4 4 3 - Curva Característica da Tubulação	50
4 4 4 - Equipamento Eléctrico	55
5 - ESPECIFICAÇÕES	59
5 1 - Generalidades	60
5 2 - Termos e Definições	60
5 3 - Descrição dos Trabalhos e Responsabilidades Previstas para a Implantação das Obras	62
5 3 1 - Generalidades	62
5 3 2 - Encargos e Responsabilidades da SRH	62
5 3 3 - Encargos e Responsabilidades da Fiscalização	63
5 3 4 - Encargos e Responsabilidades do construtor	64
5 4 - Obra Civil	69
5 4 1 - Assentamento de Tubos e Peças	69
5 5 - Tubos, Conexões e Acessórios	73
5 5 1 - Ferro Fundido	73
5 5 2 - Válvulas de Gaveta	74
5 5 3 - Ensaio da linha	74
5 5 4 - Limpeza e Desinfecção	75
5 6 - Serviços de Concreto	77
5 6 1 - Concreto Simples	77
5 6 2 - Concreto estrutural	77
5 6 3 - Concreto ciclópico	85
5 6 4 - Formas	85
5 6 5 - Aço dobrado e colocado	87
5 7 - Impermeabilização de Superfície em Contacto com Água e Outros	88
6 - ORÇAMENTO	91
RESUMO DOS CUSTOS	92
DETALHAMENTO DOS CUSTOS	94

APRESENTAÇÃO

000000

O presente documento constitui o Volume 1 A - Textos do Tomo 6 Projeto Executivo da Adutora de Itapajé, Açude Público Jerimum. Foram propostas neste relatório a utilização do Açude Jerimum como fonte hídrica para o abastecimento d'água da cidade de Itapajé e a ampliação do sistema de tratamento e reservatórios existentes.

Os preços usados neste relatório foram obtidos através de uma consulta de mercado, sendo os praticados em julho de 1993, quando o preço do dólar era de Cr\$ 71 152,00 (Setenta e um mil, cento e cinquenta e dois cruzeiros).



1 - INTRODUÇÃO

000010

1.1 - Generalidades

O presente relatório versa sobre o Projeto Técnico do sistema de abastecimento d'água da cidade de Itapajé

O Tomo 6, que trata do Projeto Executivo das adutoras das cidades de Itapajé e Irauçuba, é apresentado em dois volumes assim denominados

VOLUME I - Adutora de Itapajé

A - Textos

B - Plantas

VOLUME II - Adutora de Irauçuba

A - Textos

B - Plantas

A finalidade e o conteúdo do relatório são a seguir descritos

- descrever sumariamente as premissas do projeto a serem consideradas,
- desenvolver a solução adotada para a área a nível de Projeto Executivo,
- fornecer especificações à administração da obra para a execução de serviços e fornecimento de materiais, de modo a prover condições para a correta execução do projeto,
- fornecer quantitativos de material para o sistema de abastecimento d'água;
- fornecer desenhos do Projeto do sistema de abastecimento d'água, contendo plantas de cálculo e de execução

1.2 - Caracterização da Área

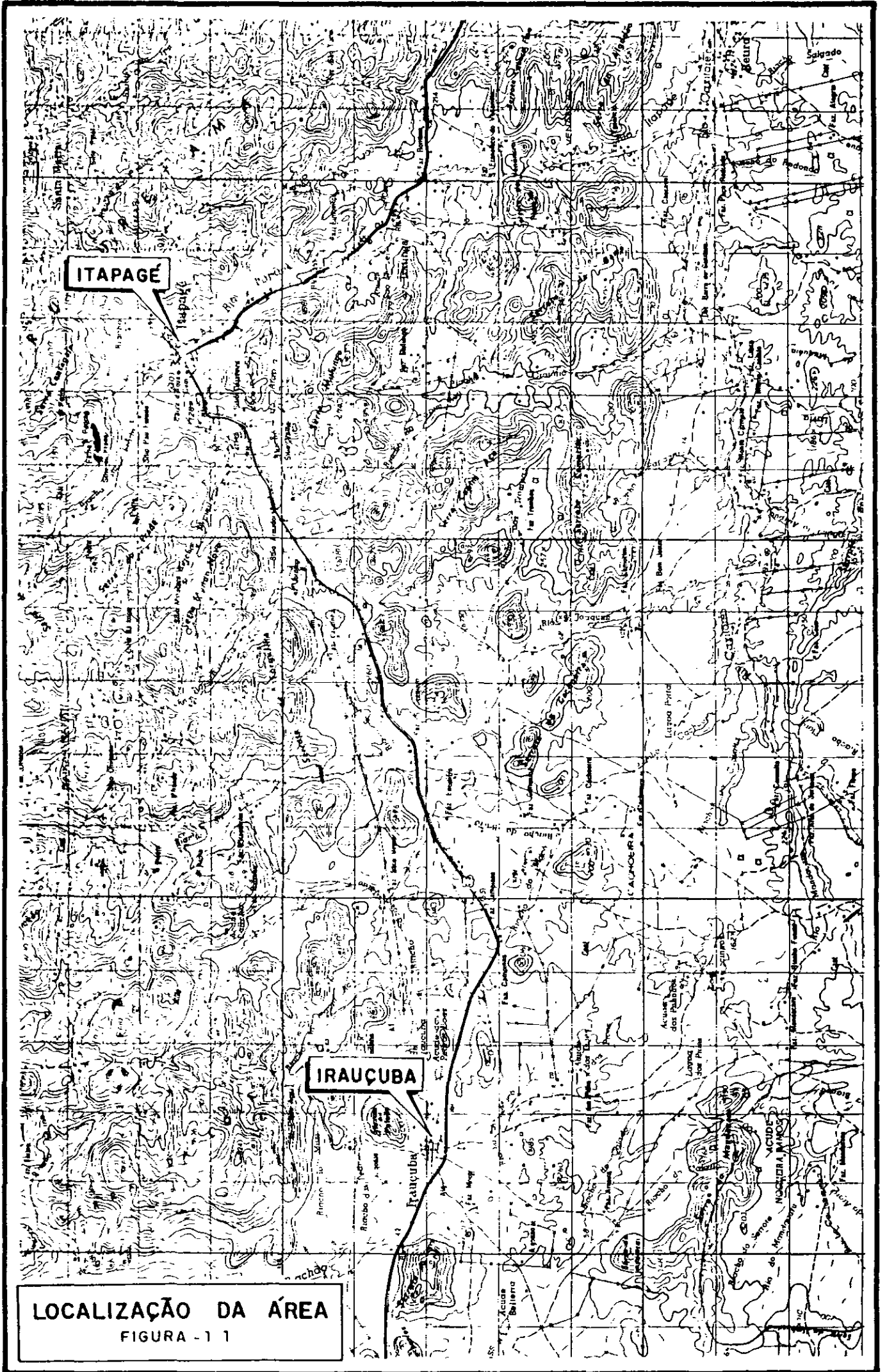
1.2.1 - Itapajé

O município de Itapajé está localizado a nordeste do Estado do Ceará, na microrregião de Uruburetama, fazendo limite com os municípios de Uruburetama, Pentecoste, Apuiarés, General Sampaio, Canindé, Irauçuba e Itapipoca. A via de acesso rodoviário, partindo da capital do Estado, é a Rodovia Federal BR-222. O município dista cerca de 120 km da capital Fortaleza e é mostrado de forma esquemática na Figura 1.4.

A população do município, conforme a sinopse preliminar do Censo Demográfico de 1991, compreende um total de 33.648 habitantes, dos quais, 50,12% pertencem ao sexo masculino e 49,88% ao sexo feminino. No período intercensitário de 1980/1991 a população total apresentou uma taxa anual de crescimento de 1,11%. A densidade demográfica registrada foi de 84,59 hab/km².

O setor primário da economia do município é representado principalmente pelas culturas do algodoeiro arbóreo e milho, sendo predominantemente de subsistência. A pecuária é representada, sobretudo, pelo pequeno criatório. O comércio varejista é mais expressivo que o atacadista com destaque para os estabelecimentos de vendas de produtos alimentares.

No tocante ao abastecimento d'água, em 1991, a cidade de Itapajé dispunha de apenas 2.405 ligações d'água, atendendo a 12.025 pessoas, o que representa, aproximadamente, 60,0% da população urbana.



ITAPAGÉ

IRAUÇUBA

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA
FIGURA - 1 1

000015

2.1 - O Sistema Existente

2.1.1 - Generalidades

O sistema de abastecimento de água de Itapajé foi projetado e construído pelo órgão regional da Fundação de Serviços de Saúde Pública (FSESP) no Ceará, Diretoria Regional de Engenharia Sanitária do Ceará (DRESCE). A obra foi concluída em fevereiro de 1970. Como o projeto foi estudado em 1968 com um horizonte de 20 anos, 1988 seria o ano limite do alcance do projeto.

Em 1974 foi feito um novo estudo pela PLANIDRO, onde foi proposta uma ampliação do sistema, mas mantendo a mesma linha de fonte hídrica, ou seja, a água subterrânea. Com o aumento da demanda, o estudo sugere a construção de barragem subterrânea para aumentar a vazão dos poços. A população do ano do horizonte do projeto é de 15.486, sendo que já em 1991 a população estava em 16.208, ou seja, a partir de então o sistema já estava em colapso. Outro problema grave é a necessidade de soluções para aumentar o potencial da fonte hídrica, que não teve a facilidade de ser ampliada conforme previa o projeto, sendo inclusive adotado um pequeno barramento para auxiliar, mas a população tem que suportar racionamentos violentos, estando sujeita à contaminação.

2.1.2 - Manancial

Apesar do projeto da PLANIDRO prever a utilização de 4 poços tubulações, a fonte em colapso vem exigindo soluções emergenciais, ou seja, uma adutora de 75 mm aduz água de um pequeno barramento até a estação de tratamento. Estão sendo escavados cacimbões, onde é simulado um sistema de tratamento artesanal e a água é lançada diretamente na rede, alimentando determinados pontos, ou seja, todos os poços previstos no projeto estão atualmente secos, sem nenhuma capacidade de produção.

2.1.3 - Adução

Há uma gama de ramais, de diferentes diâmetros e materiais, responsáveis pela adução da água dos pontos de captação até a rede ou até a estação de tratamento.

2.1.4 - Tratamento

Como o projeto prevê o uso de água subterrânea, o único tratamento previsto no projeto é uma desinfecção com a aplicação de cloro, mas, dada a alternância de fonte hídrica, foram instalados 4 filtros com a capacidade de até 15 l/s.

A aplicação de hipoclorito de sódio é feita na tubulação de chegada, para tal foi construída uma pequena casa com área suficiente para tanques e bombas dosadoras, instalação sanitária e depósito de hipoclorito de sódio

2 1 5 - Reservação

O sistema conta com dois reservatórios, perfazendo o total de 578 m³, sendo um reservatório apoiado com capacidade para 200 m³ e outro elevado com capacidade para 378 m³

2 2 - O Sistema Proposto

2 2 1 - Fonte Hídrica

A nova fonte hídrica do projeto é o açude Jerimum, sendo que a vazão é liberada na tomada d'água do açude e percorre um trecho de 17,6 km no leito do rio Caxitoré até a comunidade Retiro, onde será implantada uma estação de bombeamento. O açude Jerimum é capaz de regularizar uma vazão de 450 l/s com 90% de garantia. Como a demanda média no horizonte do projeto é de 56,09 l/s, a capacidade do açude está bem acima da demanda.

2 2 2 - Captação

Na margem esquerda do rio Caxitoré deverá ser construída uma obra civil para instalação de 2 bombas centrífugas de eixo horizontal de múltiplo estágio, sendo 1 de reserva, ligadas em paralelo através de 1 barrilete localizado externamente à casa de bombas.

A bomba captará a água à uma cota mínima, no poço de sucção, igual a 95,50m e a recalcará através de uma adutora de 6000m de comprimento até à cota 292,50m em uma chaminé de equilíbrio. A partir daí a água segue por gravidade até à cota 280m através de uma adutora de 10,48 km de comprimento.

As características das bombas escolhidas são.

- Bomba KSB ou similar
- Modelo WKL 125/5
- Rotor 320 x 24mm
- Potência de cada estágio 52 CV
- Nº de estágios 5
- Potência do motor (p/ 5 estágios) 300 CV

- Potência do motor (p/ 5 estágios) 300 CV
- Rotação 1750 rpm
- Rendimento 78%
- Vazão 242,32 m³/h
- Altura Manométrica 222,23 mca
- Número de bombas 2 (sendo 1 de reserva)

Para proteção contra cheia, a casa de bombas será do tipo poço seco, ou seja, as bombas serão instaladas abaixo do nível d'água e a entrada da casa terá uma cota trinta centímetros acima da cota da cheia de trinta anos de recorrência

Para a alimentação das bombas é necessário a construção de uma estação rebaixadora 13,8KV/ 380 - 220V

Os desenhos 1/24 a 3/24 mostram os detalhes da casa de bombas, da estação rebaixadora e da instalação elétrica de baixa tensão

2 2 3 - Adutora

Para aduzir a água do rio Caxitoré até a estação de tratamento, será implantada uma adutora de ferro fundido com 400 mm de diâmetro e uma extensão de 17,08 km O dimensionamento econômico e a justificativa do diâmetro adotado pode ser visto no item 3.3.2. Será instalada uma chaminé de equilíbrio a, aproximadamente, 6,0 km da estação de bombeamento, a partir da qual a água será aduzida por gravidade através de uma adutora de 10,48 km Devido à topografia do local, a partir da estaca 274 (5,48 km) há um desvio no caminhamento da adutora de, aproximadamente, 500m para a chaminé de equilíbrio que estará localizada em um ponto mais alto A tubulação de saída da chaminé de equilíbrio percorre novamente mais 500m, aproximadamente, retornando ao caminhamento da adutora na estaca 289

Os Desenhos 4/23 a 11/23 mostram o perfil da adutora e o caminhamento da mesma, assim como o desvio para a chaminé de equilíbrio mostrado em linhas pontilhadas.

2 2 4 - Estação de Tratamento

As instalações existentes deverão ser ampliadas A estação de tratamento de água proposta não precisa estar localizada, obrigatoriamente, junto da ETA existente. As alternativas de tratamento são:

- a) Instalação de outra bateria de três filtros de fluxo ascendente, de resina poliéster estruturada com fibra de vidro, com 3 m de diâmetro e 4 m de altura, tendo a capacidade total de 68 l/s. Como os filtros instalados têm uma capacidade muito abaixo da exigida, eles ficarão apenas como reserva. Como esse tipo de filtro é pré-fabricado, são mostrados, de forma esquemática no desenho 24/24, os detalhes do filtro. Caso esta alternativa seja a escolhida, o fabricante deverá fornecer todas as especificações técnicas de construção, implantação e operação dos filtros.
- b) Instalação de um sistema de filtração direta ascendente, construída *in loco*.

As principais vantagens do sistema de filtração direta, segundo Azevedo Neto (1987) são

- Realiza boa coagulação,
- evita a necessidade de tratamento prévio,
- reduz o consumo de coagulante
- realiza filtração no sentido favorável da redução da porosidade,
- utiliza todo meio filtrante para a remoção de partículas em suspensão,
- apresenta carreiras de filtração mais longas,
- aproveita melhor a carga hidráulica disponível

As principais desvantagens colocadas pelo mesmo autor são

- Possibilidade de mistura da água de lavagem com a água filtrada,
- limitação relativa à qualidade da água bruta,
- facilidade de fluidificação do meio filtrante,
- água obtida no início da carreira de filtração é de qualidade inferior

O método de filtração direta ascendente tem sido utilizada com sucesso no tratamento de água com turbidez, cor verdadeira, ferro, manganês, etc. A oxidação do ferro e do manganês pode ser feita por meio de cloração ou outro oxidante para a produção dos precipitados desses metais. A coagulação da cor ou da turbidez deve ter atenção especial neste tipo de tratamento e ensaios prévios. O ensaio em papel de filtro deve ser efetuado para a determinação das concentrações de coagulantes que devem ser utilizadas, antes do início de operação do sistema. A figura 2.1, mostra um esquema do dispositivo utilizado para a realização do ensaio em papel de filtro.

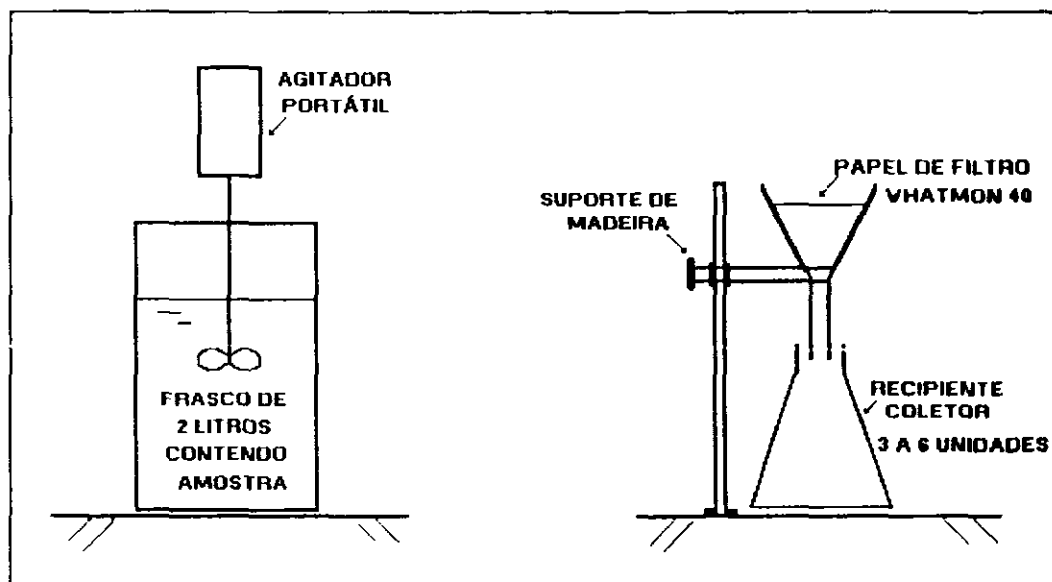


FIGURA 2 1 - DISPOSITIVOS EMPREGADOS PARA A REALIZAÇÃO DE ENSAIO EM PAPEL DE FILTRO

No dispositivo mostrado na Figura 2 1, tem-se um frasco com água bruta onde se promove a mistura rápida, após a adição de coagulante, por um período de 10 a 60 segundos, com gradiente de velocidade superior à 700 s^{-1} . Na falta de equipamento apropriado, pode-se utilizar um misturador manual. Uma vez realizada a mistura de coagulante com água bruta, a água resultante é filtrada, utilizando-se pipeta, até obter-se um volume suficiente para a execução de análises de cor, turbidez ou outras que se façam necessárias para a caracterização da eficiência da filtração direta.

O número de filtros adotados para este projeto foi de 4 módulos de 2 filtros cada um, conforme os desenhos e detalhes da folha 16/24. A taxa de filtração adotada foi de $280 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$.

A carga hidráulica disponível para a filtração está relacionada, principalmente, com a espessura da camada de areia do filtro e com a taxa de filtração ($\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$) aplicada ao mesmo. Denominando-se h_{o1} , h_{o2} , h_{od} , as perdas de carga na camada de areia limpa, camada suporte limpa e no sistema de drenagem, tubulações e acessórios, respectivamente, a condição para que, no início da carreira de filtração, tenha-se uma determinada taxa de filtração é a igualdade entre a carga hidráulica disponível e a perda de carga H_o , onde $H_o = h_{o1} + h_{o2} + h_{od}$. Com o decorrer do tempo, as perdas de carga na camada de areia e pedregulho, aumentam em virtude da retenção de impurezas. Em um tempo t qualquer a carga hidráulica disponível será igual à perda de carga H_t , onde $H_t = H_o + h_t$, para que a taxa de filtração seja mantida constante. A Figura 2 2 ilustra o esquema de um filtro ascendente com indicação das perdas de carga na câmara de carga.

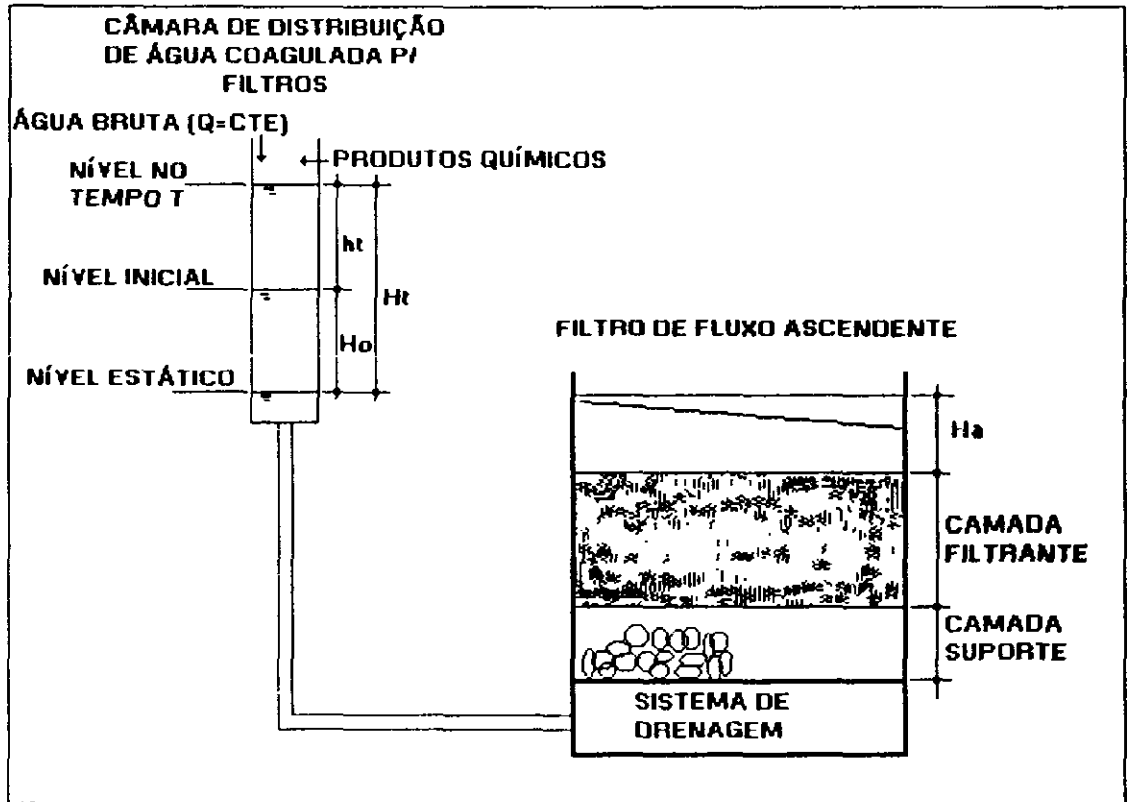


FIGURA 2 2 - ESQUEMA DE UM FILTRO ASCENDENTE COM INDICAÇÃO DAS PERDAS DE CARGA NA CÂMARA DE CARGA

A altura de água sobre o topo da camada de areia H_a , geralmente é compreendida entre 0,6 e 1,2m, dependendo da velocidade ascensional adotada e da altura das calhas de coleta de água de lavagem. Os detalhes construtivos do projeto em questão encontram-se no desenho 16/24.

A operação adequada do sistema de filtração ascendente é extremamente importante para o bom desempenho da mesma. A alimentação dos filtros deste sistema será efetuada através de câmara de distribuição única, conforme detalhado nas folhas dos desenhos 15/24 e 16/24. Toda vez que for efetuada a descarga de fundo de um filtro, os demais receberão a água daquela unidade por um período curto de tempo, geralmente inferior à 1 minuto. Para que os filtros não funcionem com taxa de filtração muito diferentes, descargas de fundo intermediárias deverão ser executadas em todos os filtros da bateria. Assume-se, no presente trabalho, que a perda de carga na camada de pedregulho e de areia limpa seja de 0,4 m, e a perda de carga na tubulação, válvulas, sistema de drenagem, etc, seja igual a 0,6 m, resultando portanto em uma perda total, no início da filtração, de 1,0 m. A perda de carga nas camadas de pedregulho e areia, no final da carreira, será adotada como sendo igual a 2,2m, restando assim uma perda de 1,8m para as impurezas. A primeira descarga de fundo deverá ocorrer quando a câmara de carga estiver 1,36m acima do nível de água no interior dos filtros, a segunda quando o nível indicar

1,72m, a terceira quando o nível estiver em 2,08m e a quarta quando estiver em 2,44m. Portanto a carga hidráulica restante (0,36m) será utilizada no intervalo de tempo compreendido entre a última descarga e o final da carreira de filtração.

A água a ser utilizada na lavagem dos filtros, deverá estar disponível em um reservatório elevado com 7m de altura. O seu enchimento se dará com água filtrada derivada do filtro, antes do tratamento de desinfecção, através de bombeamento, utilizando-se uma bomba com as mesmas características do poço de sucção 1.

Esta recomendação de operação é basicamente teórica e os níveis sugeridos deverão ser adequados à operação do sistema, de acordo com a qualidade da água que estará sendo tratada. Pode ocorrer, no caso de dias em que a turbidez esteja particularmente elevada, ter-se que proceder mais descargas do filtro, porém os níveis acima representam uma boa indicação inicial para a operação do sistema. Recomenda-se que o sistema seja operado por pessoal qualificado à reconhecer possíveis necessidades de mudanças na operação do sistema, caso a água a ser tratada tenha muita variação em sua qualidade.

2.2.5 - Reservação

O reservatório elevado existente, como tem um volume de 400 m³, suporta a vazão do dia de maior demanda no ano de estabilização (2013) por 1 hora e 58 minutos. Portanto, a ampliação se dará apenas no reservatório apoiado. Deverão ser construídos mais três módulos do reservatório padrão apoiado de 400 m³. Do que foi exposto, a reserva ficará da seguinte maneira: os 512 m³ existentes (400 m³ elevados e 112 m³ apoiados) somados com os 1.200 m³ que deverão ser construídos, perfazendo um total de 1.712 m³, correspondendo a um terço do volume necessário no dia de maior consumo para o ano horizonte do projeto. Os reservatórios apoiados deverão estar a uma distância máxima de 1000m do reservatório elevado.

2.3 - Premissas do Projeto

2.3.1 - Itapajé

População urbana atual	17 257 habitantes
Nº de ligações	2 700 ligações
Ano horizonte do projeto	2013
População para o ano de 2013	32 308 habitantes
Nº de ligações para o ano 2013	6 462 ligações
Taxa de ocupação	5 hab/residência
Coeficiente do dia de maior consumo (k1)	1,2

Coefficiente da hora de maior consumo (k2)

1,5

Consumo "per capita"

150 l/hab dia

2 4 - Vazão de Projeto

2 4 1 - Generalidades

As vazões de projeto foram determinadas pela expressão

$$Q = \frac{K \times p \times q}{86\,400} \quad \text{onde}$$

P = população abastecível a ser considerada no projeto,

q = taxa de consumo "per capita" em l/habitante por dia;

K = 1,0 (coeficiente médio)

2 4 2 - Itapajé

2 4 2 1 - Vazão média

$$Q = \frac{1,0 \times (32\,308 \times 150)}{86\,400}$$

$$Q = 56,09 \text{ l/s}$$

2 4 2 2 - Vazão do dia de maior consumo

$$Q1 = 1,2 \times Q$$

$$Q1 = 1,2 \times 56,09$$

$$Q1 = 67,31 \text{ l/s}$$

2 4 2 3 - Vazão dos dias de maior consumo na hora de maior demanda

$$Q2 = Q1 \times 1,5$$

$$Q2 = 67,31 \times 1,5$$

$$Q2 = 100,97 \text{ l/s}$$

2.5 - Área de Proteção Ambiental

O Conselho Nacional do Meio Ambiente, no uso das atribuições que lhe confere o Art 7º, inciso IX, do Decreto 88.351, 1ª de junho de 1983 e o que estabelece a RESOLUÇÃO/CONAMA, de 05 de junho de 1984, resolve estabelecer a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional

Para tal resolução, os seguintes itens dentre outros, foram considerados

- a classificação das águas é essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes,
- a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados, como consequência da deterioração da qualidade das águas

As águas do açude público Jerimum deverão se enquadrar, no máximo, na Classe III da classificação das águas, após tratamento convencional, de acordo com a resolução Nº 020 de 18 de junho de 1986 do Conselho Nacional de Meio Ambiente. No Tomo 3 Estudo de Impacto Ambiental, Volume 2 - EIA são apresentadas medidas de gerenciamento e monitoramento da qualidade da água



3 1 - Fonte Hídrica

3 1 1 - Itapajé - Águas Superficiais

3 1 1 1 - Generalidades

Para suprir as demandas hídricas foi feita uma análise, a nível de estudo de reconhecimento dos boqueirões, próximo à cidade de Itapajé

Foram localizados os possíveis boqueirões para barramento e foram delimitadas as bacias de contribuição para os diferentes locais de barramento. Para tal, foram usadas as cartas da SUDENE, na escala de 1 100 000

A Figura 3 1 mostra as quatro opções de boqueirões. O Quadro 3 apresenta as características de cada boqueirão estudado

QUADRO 3 - DADOS DOS BOQUEIRÕES PRÓXIMOS À CIDADE DE ITAPAJÉ

BOQUEIRÃO	RIO BARRADO	ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA (km ²)	LÂMINA MÉDIA ESCOADA ANUAL (mm)	VOLUME AFLUENTE MÉDIO ANUAL (m ³)	VOLUME DO RESERVATÓRIO	VOLUME REGULARIZADO MÉDIO ANUAL (m ³)	% DESTINADO AO ABASTECIMENTO	VOLUME DESTINADO AO ABASTECIMENTO (m ³)	POPULAÇÃO ABASTECIDA (hab./ano)
1	Itapajé	17,89	120,3	1 670 898,1	3 341 798,1	888 358,6	100,0	888 358,6	12 207,6
2	Escovado	21,89	120,3	2 639 349,2	5 278 698,6	1 043 739,7	100,0	1 043 739,7	19 083,7
3	Itapajé	72,31	120,3	8 697 810,8	17 395 621,6	3 478 132,3	100,0	3 478 132,3	63 646,8
4	Fortaleza	47,72	120,3	5 738 596,9	11 477 193,7	2 055 434,7	100,0	2 055 434,7	37 542,2

3 1 1 2 - Hipóteses de cálculo

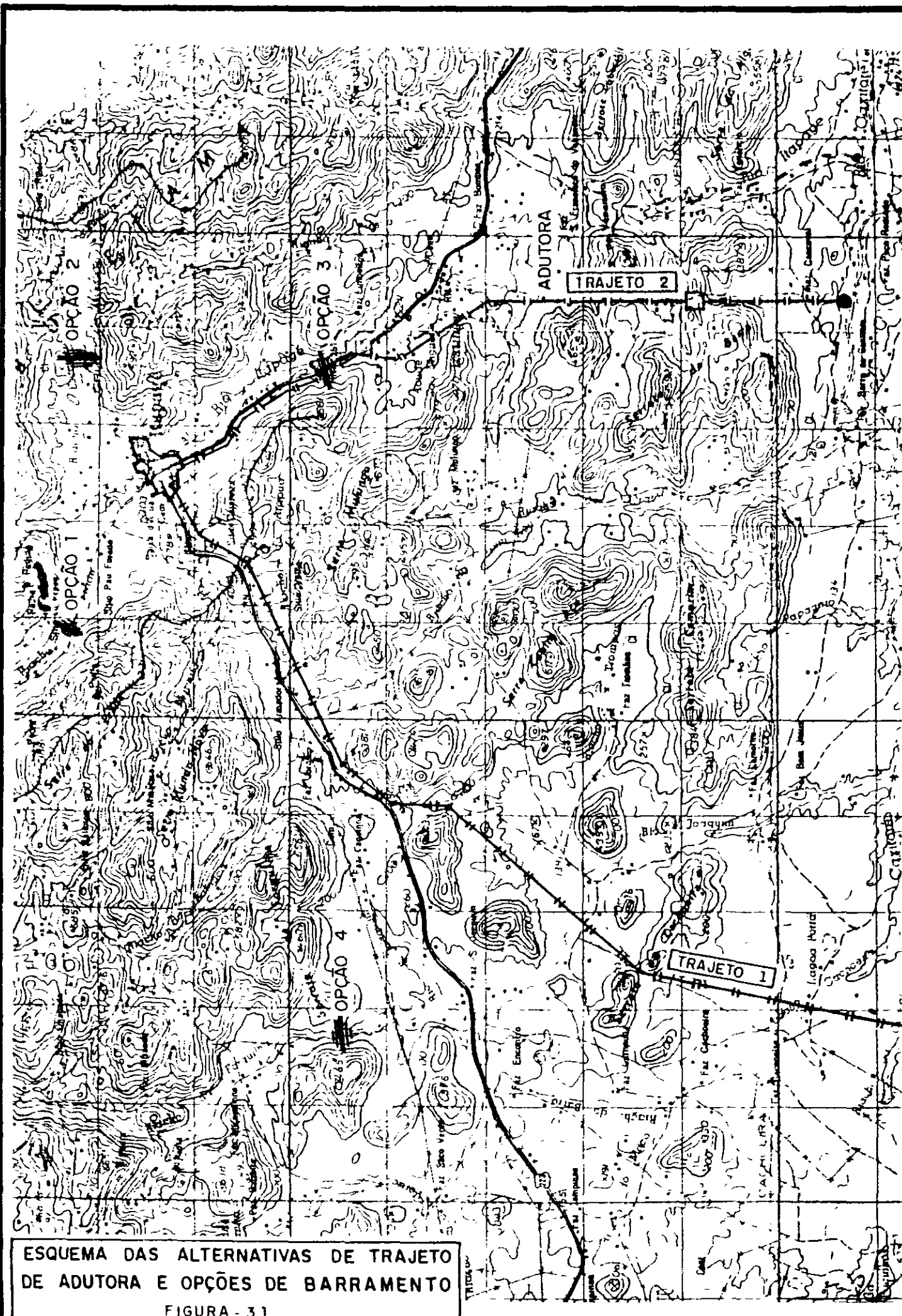
A sequência de cálculos foi efetuada na seguinte ordem e com as considerações hipotéticas relacionadas a seguir

i) Cálculo do Volume Afluente Médio Anual (V_{af})

Por DNOCS (1979), para o rio Itapajé na área estudada, temos

R = Coeficiente de rendimento = 11,1%

U = Coeficiente de correção = 1,3 (bacia pequena, íngreme e rochosa)



ESQUEMA DAS ALTERNATIVAS DE TRAJETO DE ADUTORA E OPÇÕES DE BARRAMENTO
FIGURA - 31

P = Pluviometria média anual = 836 mm (posto de Itapajé)

L = Lâmina média escoada anual = R U P = 120,3 mm

Assim

$V_{afi} = L \cdot A$

Onde A = Área da Bacia Hidrográfica

ii) Cálculo do Volume acumulado do reservatório (Vac)

Pela fórmula do Eng^o Aguiar (DNOCS, 1979):

$V_{ac} = 2 \times V_{afi}$

Nesse caso, supõe-se que os boqueirões em estudo têm uma topografia que permite uma bacia hidráulica com esse volume de acumulação

iii) Estimativa do Volume regularizado médio anual (Vreg)

Destinando uma parcela do volume acumulado para perdas por evaporação e/ou percolação e reserva intangível do reservatório, adotou-se

$V_{reg} = V_{afi} \times 0.4$

iv) Estimativa do Volume anual destinado à irrigação (Vir)

Considerando que o estudo em questão é essencialmente para abastecimento da população de Itapajé, não considerou-se um volume destinado à irrigação

v) Estimativa do Volume anual destinado ao abastecimento das populações (Vab)
Baseado no objetivo principal do estudo, adotou-se

$V_{ab} = V_{reg}$

vi) Cálculo da área irrigável anualmente (Ai)

Considerando que o estudo em questão é essencialmente para abastecimento da população de Itapajé, não considerou-se uma área irrigável

vii) Cálculo da População abastecida anualmente (P_{ab})

Considerando um consumo diário de 150 litros por habitante, tem-se

$$P_{ab} = V_{ab} / (0,15 \times 365)$$

3.1.1.3 - Conclusões

A opção do boqueirão 3 apresenta o maior volume regularizado, entretanto é economicamente inviável pela proximidade da BR-222, a qual teria que ser deslocada e a existência de vilarejos no vale do Rio Itapajé

As opções 1 e 2 não atendem a demanda de consumo projetada de 2 anos para a população, que é de 1 768 863 m³/ano, nem somando o volume dos 2 açudes

A opção 4 é a que apresenta o 2º maior volume regularizado anual, mas a diferença de nível entre o local do boqueirão e a cidade é quase igual a diferença de nível da adutora do Jerimum

A opção escolhida é a da barragem do Jerimum com a captação para abastecer Itapajé a 20 km à jusante, próximo à Fazenda Cascavel, que tem capacidade para fornecer água para Itapajé, Irauçuba e ainda irrigar as terras à jusante do barramento

3.1.2 - Itapajé - Águas Subterrâneas

Na região, assim como na maior parte do território cearense, há muito pouca possibilidade de captação de água subterrânea devido à extensão do cristalino, no qual só é possível se encontrar pequena quantidade de águas subterrâneas nas fraturas de rochas. Nos escassos locais com alguma água acumulada nos aluviões, também são encontradas águas subterrâneas, mas estas dependem essencialmente do regime das chuvas, não sendo solução confiável

3.2 - Estudo do Diâmetro Econômico e Melhor Caminhamento

3.2.1 - Generalidades

Para escolha do diâmetro a ser empregado foi utilizada a Metodologia descrita no item 3.3.1 e para o melhor traçado da adutora foi feito um estudo comparativo dos custos, fazendo variar o diâmetro da tubulação. No caso de Itapajé, foram propostos dois trajetos.

Para melhor efeito comparativo foram estimados os custos anuais do sistema para os diferentes diâmetros simulados. Nessa estimativa de custo anual levou-se em conta os itens gastos com energia elétrica, custo de manejo e manutenção e a recuperação de capital.

Para estimar os custos de energia levou-se em conta a demanda e o consumo. O consumo foi estimado a partir da evolução da população durante os vinte primeiros anos de vida do projeto. Foram considerados os seguintes valores unitários, ou seja, Cr\$ 1.733,08/kWh e Cr\$ 2.512.473,72/kVA ano.

O custo de operação do sistema foi estimado considerando 2 funcionários ganhando 3 salários mínimos cada um e 95% de obrigações sociais.

Os custos com manutenção foram: a adutora, 3% do investimento inicial das obras civis e 10% dos equipamentos hidro-eleto-mecânicos.

A recuperação de capital foi estimada tendo em vista os juros de 12% ao ano e as seguintes vidas úteis: trinta anos para as obras civis e adutora, vinte e cinco para equipamento eletromecânico e quinze para material hidromecânico.

3.2.2 - Caminhamento da Adutora

3.2.2.1 - Generalidades

Em Itapajé o ponto mais próximo não coincide com o ponto mais alto de captação, como pode ser visto na Figura 3.1. Ao ser analisada a área, pode-se perceber que o relevo é bastante movimentado e os estudos geológicos mostram uma alta incidência de afloramentos rochosos. Pode-se perceber que o número de trajetos diminuiu drasticamente, reduzindo-se basicamente a dois. Esses dois trajetos mais prováveis foram escolhidos para uma análise de custo comparativa e que são a seguir discriminadas:

3.2.2.2 - Trajeto 1

3.2.2.2.1 - Captação

Consta de um sistema flutuante com 4 bombas centrífugas de eixo horizontal, cada uma com vazão de 60,58 m³/h e uma altura manométrica total de 170,18 mca, tendo uma potência total de 215 kVA. O Quadro 3.1 apresenta a discriminação dos custos da captação.

QUADRO 3 1 - ESTIMATIVA DE CUSTOS DO INVESTIMENTO DA CAPTACAO E DA ADUCAO
DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'AGUA DE ITAPAJE PARA OS DOIS TRAJETOS

DISCRIMINACAO DA ESTIMATIVA DE CUSTO	TRAJETO 1	TRAJETO 2
CAPTACAO E ADUCAO	41.933.915.064,70	26.003.387.306,50
1 - CAPTACAO	7.887.919.021,82	8.617.809.172,25
1.1 - EQUIPAMENTO HIDRO-MECANICO	4.251.936.325,04	4.870.293.083,59
1.2 - OBRA CIVIL	2.082.994.933,39	2.082.994.933,39
1.3 - EQUIPAMENTO ELETROMECHANICO	1.552.987.763,39	1.664.521.155,28
2 - ADUTORA	34.045.996.042,89	17.385.578.134,25

3 2 2 2 2 - Adutora

Será composta de um tubo de ferro fundido com um diâmetro de 400 mm. Essa adutora tem um comprimento total de 26,0 km. Partindo da margem esquerda do açude Jerimum próximo da barragem, seguindo pelas margens do riacho do Mocó, a adutora parte em direção à BR-222. A travessia da estrada é feita na ponte onde a BR-222 atravessa o rio São Joaquim, a partir daí, todo o percurso é feito paralelo à BR-222.

O custo da adutora desse trajeto é apresentado no Quadro 3.1.

3 2 2 3 - Trajeto 2

3 2 2 3 1 - Captação

Consta de uma obra civil instalada na margem esquerda do riacho Caxitoré, próximo à comunidade de Retiro. Aí são instaladas 2 bombas centrífugas de eixo horizontal, sendo uma de reserva, cada uma com a vazão de 262,32 m³/h e uma altura manométrica total de 222,23 mca, tendo uma potência total de 300 CV. O Quadro 3.1 apresenta a discriminação dos custos da captação para esse trajeto.

3 2 2 3 2 - Adução

Terá um comprimento total de 16,48 km, sendo composta por um tubo de ferro fundido com diâmetro de 400 mm. Do rio Caxitoré à BR-222, a adutora segue paralelamente a estrada carroçável que liga Itapajé à comunidade de Retiro. A travessia da BR-222 é feita sob a ponte onde a BR atravessa o rio Itapajé, a partir daí, o percurso é feito paralelo à BR 222.

O custo deste sistema adutor é apresentado no Quadro 3.1.

3 2 2 4 - Conclusões

Conforme pode ser verificado no Quadro 3.2, os custos anuais de ambos os trajetos são praticamente iguais, no entanto o investimento inicial do trajeto 1 supera o investimento do trajeto 2 em 61,26%, conforme pode ser visto no Quadro 3.1.

De acordo com o que foi exposto, optou-se pelo trajeto 2.

QUADRO 3 2 - CUSTOS ANUAIS (OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE CAPITAL)
PARA OS DOIS DIFERENTES TRAJETOS

DATA	TRAJETO 1			TRAJETO 2		
	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	RECUPERAÇÃO DE CAPITAL	TOTAL	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	RECUPERAÇÃO DE CAPITAL	TOTAL
1993	4 070 803 566	439 230 730	4.510 034 295	3 828 550 871	276 355 726	4 104 906 596
1994	4 108 750 458	439 230 730	4 547 981 188	3 872 256 558	276 355 726	4 148 612 283
1995	4 147 881 332	439 230 730	4 587 112 062	3 917 325 906	276 355 726	4 193 681 632
1996	4 188 233 128	439 230 730	4 627 463 858	3 963 801 463	276 355 726	4 240 157 189
1997	4 229 843 940	439 230 730	4 669 074 670	4 011 727 104	276 355 726	4 288 082 829
1998	4 272 753 052	439 230 730	4 711 983 781	4 061 148 072	276 355 726	4 337 503 798
1999	4 317 000 970	439 230 730	4 756 231 700	4 112 111 025	276 355 726	4 388 466 750
2000	4 362 629 468	439 230 730	4 801 860 198	4 164 664 072	276 355 726	4 441 019 798
2001	4 409 681 621	439 230 730	4 848 912.350	4 218 856 827	276 355 726	4 495 212 553
2002	4 458 201 848	439 230 730	4 897 432 577	4 274 740 450	276 355 726	4 551 096 176
2003	4.508 235 954	439 230 730	4 947 466 684	4 332 367 698	276 355 726	4 608 723 424
2004	4 559 831 175	439 230 730	4 999 061 904	4 391 792 974	276 355 726	4 668 148 700
2005	4.613 036 218	439 230 730	5 052 266 947	4 453 072 378	276 355 726	4 729 428 104
2006	4.667 901 311	439 230 730	5 107 132 041	4 516 263 761	276 355 726	4 792 619 486
2007	4 724 478 251	439 230 730	5 163 708 980	4 581 426 777	276 355 726	4 857 782 503
2008	4 782 820 447	439 230 730	5 222 051 177	4 648 622 946	276 355 726	4 924 978 671
2009	4 842 982 979	439 230 730	5 282 213 708	4 717 915 701	276 355 726	4 994 271 427
2010	4.905 022 641	439 230 730	5 344 253 371	4 789 370 461	276 355 726	5 065 726 186
2011	4 968 998 003	439 230 730	5 408 228 733	4 863 054 680	276 355 726	5 139 410 405
2012	5 034 969 460	439 230 730	5 474 200 190	4 939 037 920	276 355 726	5 215 393 646
2013	5 102 999 293	439 230 730	5 542 230 023	5 017 391 913	276 355 726	5 293 747 639

TRAJETO WQ1

3.3 - Cálculo do Diâmetro Econômico

3.3.1 - Generalidades

Para escolha do diâmetro a ser empregado na adutora do trajeto 2, foi feito um estudo comparativo dos custos, fazendo variar o diâmetro da tubulação de Itapajé, sendo analisados os diâmetros 200 mm, 250 mm, 300 mm, 400 mm e 500 mm. A metodologia utilizada, o cálculo do diâmetro e o estudo comparativo dos custos da adutora podem ser vistos a seguir:

O diâmetro mais econômico de uma adutora, conforme citado acima, pode ser expresso por

$$D = \left(\frac{\mu b}{a\gamma} * \frac{9,88Q^3}{\eta cm} \right)^{\frac{1}{(\mu+\gamma)}}$$

Onde

D = diâmetro econômico da adutora (m)

b e μ = são coeficientes que, para adutora de ferro fundido, valem

$$b = 0,00245 \text{ e } \mu = 5,38$$

a e ν = são coeficientes que definem o peso, por metro, da tubulação e valem

$$a = 451,9 \text{ e } \nu = 1,37, \text{ para tubos de ferro fundido}$$

θ = é o coeficiente que define o valor instalado do KW

$$\theta = \frac{ta+r}{i} \left[1 - \frac{1}{(1+i)^T} \right]$$

Onde

ta = é o número de horas de funcionamento por ano, que, no caso em questão, adotou-se 5 000 horas, levando em conta as diversas etapas das culturas

i = é a taxa de juros do financiamento da obra que, nesse caso, será adotado igual a 12% ao ano, considerando as incertezas sobre a inflação

r = é o custo do kW/h, adotado igual a Cr\$ 1 733,08 (jul/93)

T = número de anos de amortização da obra, adotado igual a 20 (vida média do sistema)

Q = vazão do projeto igual a 0,06731 m³/s

η = rendimento do grupo motor-bomba, adotado igual a 0,70

c = custo por kg da tubulação, adotado como Cr\$ 10 702,34/kg (jul/93)

m = é um coeficiente que leva em conta o custo das juntas, peças especiais, mão-de-obra de instalação, etc No caso em questão adotado igual a 1,10, por se tratar de adutora longa

A potência perdida na adutora é dada por

$$P_p = \frac{9,8 \cdot Q \cdot \Delta H}{\eta}$$

Onde

H = perda de carga total na adutora, calculada pela fórmula de Hazen-Williams com

C = 100 para adutora de ferro fundido

O custo anual das perdas de energia elétrica é calculado por

$$P_p \cdot ta \cdot r$$

O custo das perdas (cp), atualizado, considerando 20 anos e a taxa de juros de 12% é dado por

$$cp = \frac{P_p \cdot ta \cdot r}{i} \left[1 - \frac{1}{(1+i)^T} \right]$$

Na Tabela 3.1 encontra-se o Estudo Comparativo de uma adutora de ferro fundido obtido pelo critério do dimensionamento econômico

TABELA 3 1 - ESTUDO COMPARATIVO DE UMA ADUTORA DE FERRO FUNDIDO

Vazão (m³/s)	Comprim.(m)	Ta(hs)	r(Cr\$/kwh)	c(Cr\$/kg)	m(pecas)	n(rendim.)
0.06731	16480.00	5000.00	1733.08	\$10,702.34	1.1	0.7

T(anos)	Taxa(%)	- Coeficientes da adutora de ferro fundido -				
20	12.0%	b	mi	a	ni	C(H-W)
		0.00245	5.38	451.9	1.37	100

- Cálculos -

Teta	Diam. Econ.(m)	Diâmetro (poleg.)
73773435.06	0.314	12

DN(m)	Custo dos tubos		Potência		Custo das Perdas		Soma dos custos
	P/metro	Total	Perda	Perdida(kw)	Anual	Atual	
0.15	\$283.612,04	\$4 673.926.419,20	2445,016	2304,04	\$19.965.394.103,05	\$169 976.654.886,43	\$174.650.581.305,6
0.20	\$395 986,62	\$6 525.859 497,60	602,324	567,59	\$4.918.427 114,30	\$41.873.342.638,62	\$48.399.202.136,2
0.25	\$588 628,77	\$9.700 602 063,68	203,179	191,46	\$1.659.107.309,36	\$14 124.915.796 18	\$23.825.517.859,6
0.30	\$783 411,37	\$11.834.734 459,68	83,611	78,79	\$682 750.156,57	\$5 812.636.962.61	\$17 647.371.422,2
0.40	\$973 913,05	\$16.050 087 064,00	20,597	19,41	\$168.193 869,10	\$1.431.929.221.88	\$17.482.016.285,6
0.50	\$1.327.090,30	\$21 870.448 144,00	6,948	6,55	\$56 735 958,70	\$483 025.199 58	\$22.353.473.343,5

Data base para os preços em Cr\$ julho/93

A Tabela 3 1 mostra que, segundo o critério adotado, o diâmetro mais econômico é de 400 mm



4 - DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE RECALQUE

4.1 - Estação Elevatória Principal

4.1.1 - Generalidades

O dimensionamento da Estação Elevatória Principal será feito apenas para a adutora do Trajeto 2 que, conforme demonstrado no Quadro 3.1, foi a alternativa mais viável, determinando-se as curvas características das tubulações desde a sucção até o final da adutora. As perdas de carga serão calculadas usando-se a fórmula de Hazen-Williams considerando, para as peças especiais, seus comprimentos equivalentes

Dados do projeto

- Cota do leito do rio	= 95,20 m
- Cota do N.A. mín. na captação	= 95,50 m
- Cota do N.A. na chaminé	= 293,10 m
- Cota de chegada no poço de sucção na estação de tratamento	= 280,00 m
- Vazão total de projeto	= 242,32 m ³ /h
- Desnível geométrico (1.º trecho) (293,10 - 95,50m)	= 197,60m

4.1.2 - Curva Característica da Tubulação

Para a captação fixa serão utilizadas 2 bombas centrífugas de múltiplo estágio, sendo uma de reserva, instaladas em poço seco. Cada bomba será ligada a uma tubulação de ferro fundido. Ambas, através de um barrilete externo à casa das bombas, unem-se a uma adutora de 400 mm de ferro fundido. A adutora, após o barrilete, seguirá enterrada durante todo o seu percurso. A vazão de dimensionamento é

$$Q_{10} = 242,32 \text{ m}^3/\text{h}$$

a) Perda de Carga na Sucção (Δh_s)

O diâmetro recomendado para as tubulações de sucção é de 200 mm e os comprimentos equivalentes para as peças especiais são:

Peças (D = 200 mm)	leq. (m)
- 1 válvula de pé com crivo	50,00
- 1 toco	0,70
- 1 registro de gaveta	1,60

- 1 redução (200x150) 1,20
- leqt 53,50 m

$$\Delta h_s = 10,64 \cdot \left(\frac{Q}{100} \right)^{1,85} \cdot 0,20^{-4,87} \cdot 53,50$$

$$\Delta h_s = 287,92 \cdot Q^{1,85}$$

Sendo

$$C = 100$$

$$D = 0,20 \text{ m}$$

$$leqt = 53,50 \text{ m}$$

Tem-se

$$\Delta h_s = 10,64 \cdot \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,85} \cdot D^{-4,87} \cdot leqt$$

b) Perda de Carga no Recalque até o Início da Adutora (Δh_R)

Será calculada desde a saída da bomba 1 até a junção no início da adutora de 400 mm

Peças Especiais	leq (m)
- 1 ampliação de 125 x 150	1,80
- 1 ampliação de 150 x 200	2,40
- 3 curvas de 90° 200 mm	18,00
- 1 toco 200 mm	1,20
- 1 toco 200 mm	3,85
- 1 toco 200 mm	2,75
- 1 válvula de retenção 200 mm	20,00
- 1 registro de gaveta 200 mm	1,60
- 1 curva de 45° 200 mm	3,00
- 1 junção 250 mm	7,50

- 1 ampliação 200 x 250 mm	3,00
- 1 ampliação 250 x 300 mm	3,60
- 1 ampliação 300 x 400 mm	4,80
- leqt	73,50

TABELA 4 1 - PERDA DE CARGA NO RECALQUE ATÉ O INÍCIO DA ADUTORA

Q_c	leq (m)	D(m)	Δh_g
1Q	1,80	0,15	$39,32 Q^{1,85}$
1Q	54,60	0,20	$293,84 Q^{1,85}$
1Q	10,50	0,25	$19,04 Q^{1,85}$
1Q	3,60	0,30	$2,69 Q^{1,85}$
1Q	4,80	0,40	$0,88 Q^{1,85}$
TOTAL			$355,77 Q^{1,85}$

Sendo

$$\Delta h_R = 10,64 \cdot \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85} \cdot D^{-4,87} \cdot leqt$$

$$\Delta h_R = 355,77 \cdot Q^{1,85} \text{ , sendo } Q \text{ a vazão de 1 bomba}$$

c) Perda de Carga na Adutora (h_A)

$$\Delta h_R = 10,64 \cdot \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85} \cdot D^{-4,87} \cdot leqt$$

$$\Delta h_R = 355,77 \cdot Q^{1,85} \text{ , sendo } Q \text{ a vazão de 1 bomba}$$

d) Perda de Carga Total (Δh_t)

$$\Delta h_t = \Delta h_s + \Delta h_R + \Delta h_A$$

$$\Delta h_t = (287,92 + 355,77 + 3\,020,96)Q^{1,85}$$

$$\Delta h_t = 3\,664,65 \cdot Q^{1,85}$$

4.1.3 - Escolha da Bomba

A Tabela 4.2 mostra a planilha de cálculo das perdas de carga na adutora desde a sucção até a entrada no poço de sucção, na Estação de Tratamento (ETA) em Itapajé e também a curva característica da bomba escolhida, considerando a altura manométrica dos 5 estágios

TABELA 4.2 - PERDA DE CARGA NA ADUTORA DESDE A SUCÇÃO ATÉ A ENTRADA NO ETA E CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA

Q em uma Bomba		DHS	DHR	DHAD	HTQ na adutora			H.man	Bomba KSB - WKL 125/5	
(m ³ /h)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³ /h)	(m ³ /s)	(m)	H man (m) - (rotor 324x24mm)	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	197.60		299.00
100.00	0.03	0.38	0.47	3.99	4.84	100.00	0.03	202.44		285.00
150.00	0.04	0.81	0.99	8.45	8.25	150.00	0.04	207.85		270.00
180.00	0.05	1.13	1.39	11.84	8.36	180.00	0.05	211.96		260.00
200.00	0.06	1.37	1.69	14.38	7.45	200.00	0.06	215.05		251.00
220.00	0.06	1.64	2.02	17.16	6.81	220.00	0.06	218.41		245.00
240.00	0.07	1.92	2.37	20.15	6.45	240.00	0.07	222.05		235.00
260.00	0.07	2.23	2.75	23.37	6.35	260.00	0.07	225.95		225.00
280.00	0.08	2.55	3.16	26.81	6.52	280.00	0.08	230.12		214.00
300.00	0.08	2.90	3.59	30.46	6.94	300.00	0.08	234.54		202.50

As Figuras 4.1 e 4.2 mostram a curva característica da bomba com altura manométrica dos 5 estágios e a curva característica da adutora, respectivamente, e a Figura 4.3 mostra as duas curvas e o ponto de funcionamento do sistema

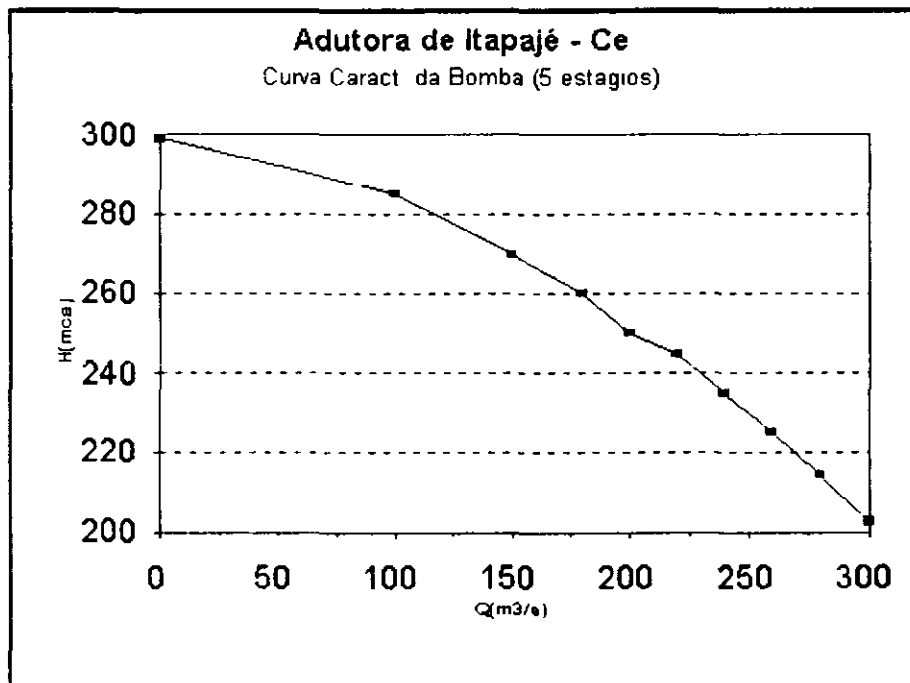


FIGURA 4 1 - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA COM ALTURA MANOMÉTRICA DOS 5 ESTÁGIOS

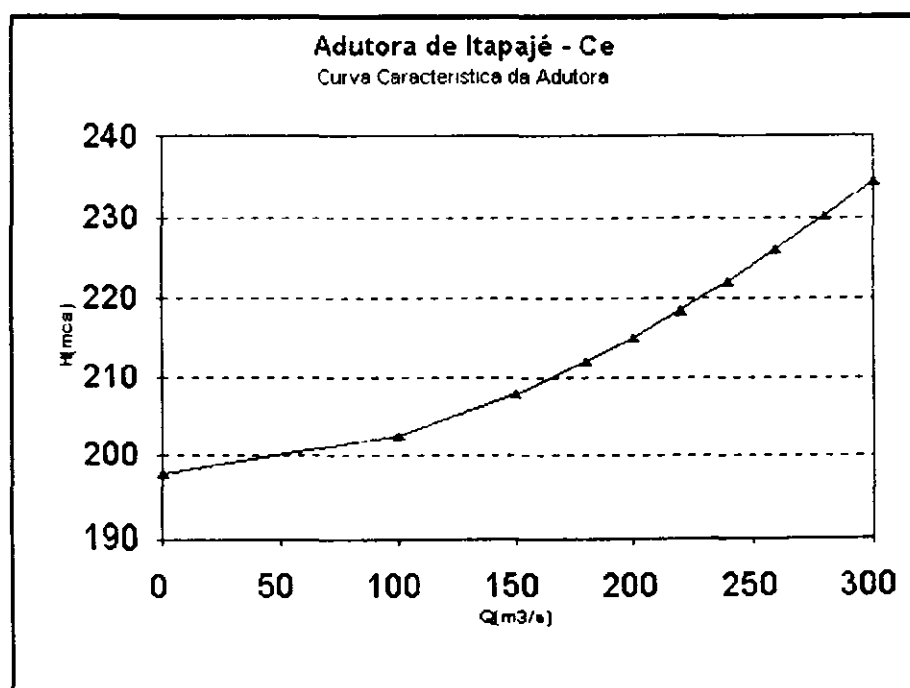


FIGURA 4 2 - CURVA CARACTERÍSTICA DA ADUTORA

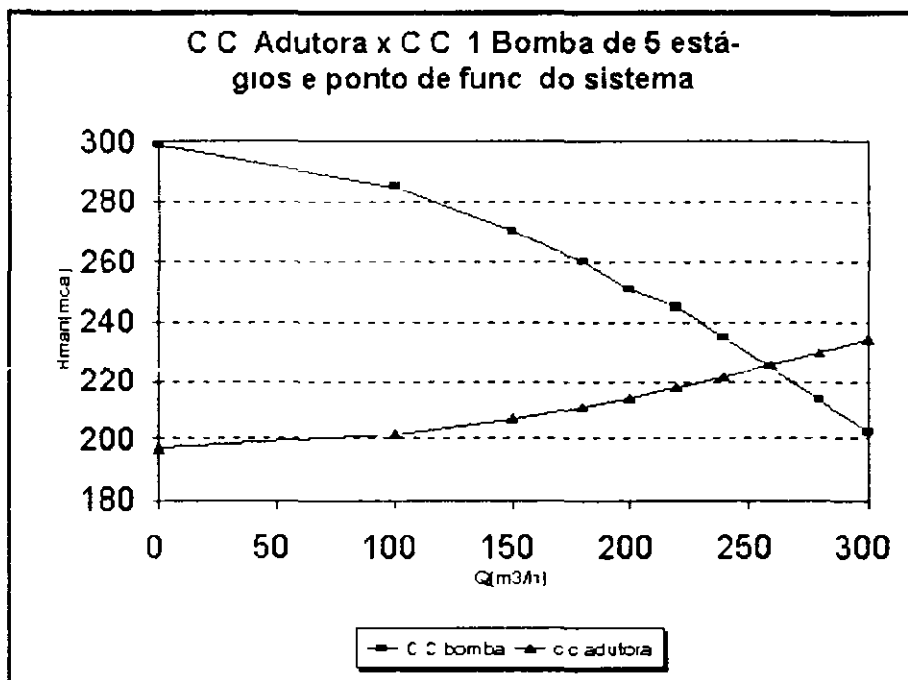


FIGURA 4 3 - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA, CURVA CARACTERÍSTICA DA ADUTORA E O PONTO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

Como pode ser visto na Figura 4 3, no ponto de funcionamento do sistema ter-se-á

Vazão	255,00 m³/h
Altura Manométrica	224,93 m.c a
Rendimento	78%

A vazão e a altura manométrica estão um pouco acima dos valores de projeto. Caso não se deseje esta pequena folga, deverá ser solicitado ao fabricante que seja feito um reajuste nos rotores para que se tenha, no ponto de funcionamento do sistema, o seguinte

Vazão	242,32 m³/h
Altura Manométrica	222,48 m c a

A figura 4 4 mostra a curva da bomba escolhida

WKL125

1750 rpm

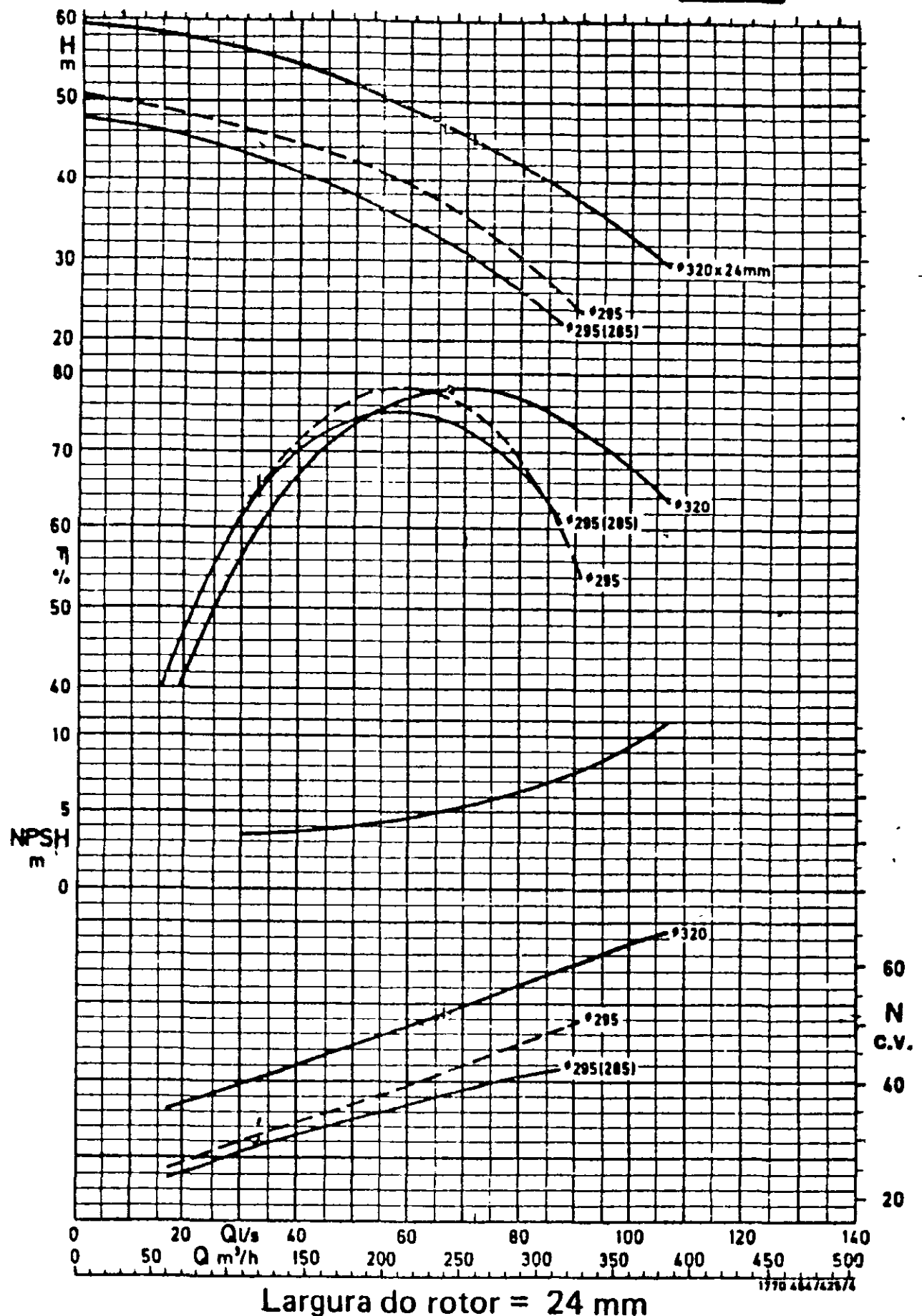


Figura 4 4 - Curva característica da bomba escolhida

4 1 4 - Equipamento Elétrico

4 1 4 1 - Carga Instalada

- Motores

Potência nominal	300 CV
Número de motores	02 (1 efetivo + 1 reserva)
Tensão nominal	380 V
Corrente nominal	430 A
Frequência	60 Hz
Fator de potência	0,9
Rendimento	0,9

- Iluminação

Lâmpadas VM	3 x 80 W
Lâmpadas fluorescentes	2 x (2 x 40 W)

4 1 4 2 - Potência da Subestação

$$P_t = \frac{300 \times 0,736}{0,9 \times 0,9} \times 0,87 = 237,0 \text{ kVA}$$

Logo, será utilizado um transformador de 300 kVA - 13 800/380/220 V, em subestação tipo abrigada

4 1 4 3 - Condutores

a) Baixa tensão

$$I_t = \frac{300}{\sqrt{3} \times 0,38} = 455 \text{ A}$$

$S_t = 300 \text{ mm}^2$ (1 condutor p/fase, 750 V, PVC)

$S_n = 150 \text{ mm}^2$ (1 condutor neutro, 750 V, PVC)

b) Motor 300 CV

$I = 430 \text{ A}$ (valor médio de fabricante)

$S_r = 300 \text{ mm}^2$ (1 condutor p/fase, 750 V, PVC) ou

$2 \times 150 \text{ mm}^2$ (2 condutores p/fase, 750 V, PVC)

$S_p = 150 \text{ mm}^2$ (1 condutor cobre nú)

4 1 4 4 - Proteção

a) Corrente de curto-circuito

$$I_{cc} = \frac{300}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,045} = 10\,129 \text{ A}$$

b) Corrente primária

$$I_{np} = \frac{300}{\sqrt{3} \times 13,8} = 12,5 \text{ A, elo fusível primário } 15k$$

1 relé primário $1,5 \times 12,5 = 18,8 \text{ A}$

- faixa de ajuste 10-20 A

- corrente de ajuste 20 A

c) Corrente secundária

$$I_s = \frac{300}{\sqrt{3} \times 0,38} = 455 \text{ A}$$

d) Disjuntor geral de baixa tensão

$$I_d = \frac{455}{0,95} = 479 \text{ A}$$

Disjuntor geral de 500 A/500 V, capacidade de ruptura 16 kVA

4.1.4.5 - Proteção do motor fusível

a) $I_p = I_m = 430 \text{ A}$

$I_{\text{fusível}} = 500 \text{ A}$ - será utilizado fusível de 500 A tipo NH

b) Relé de sobrecarga

$I_{\text{relé}} = 1,05 \times 430 = 451,5 \text{ A}$ - Será utilizado relé bimetálico de sobrecarga, com faixa de regulação de 325-500 A, com ajuste para 452 A

4.2 - Estudo do Golpe de Ariete

4.2.1 - Generalidades

A análise do fenômeno do golpe de ariete, nas instalações de recalque, será feita com vista a determinar as linhas piezométricas mínimas e máximas durante o evento da interrupção do fornecimento de energia elétrica. Para atingir este objetivo será utilizada a seguinte bibliografia:

KINNO, H e Kennedy, J F - Water Hammer Charts for Centrifugal Pump Systems. Journal of the Hydraulics Division, American Society of Civil Engineers, Volume 91, nro HY 3, May 1965, Part 1 of 2 parts

O método calcula as cotas piezométricas máximas e mínimas, na bomba e no ponto médio da adutora.

Os fatores que devem ser calculados para servir como entrada nos gráficos são:

- Constante da linha (ρ) (adimensional)

Sendo

$$\rho = \frac{aV_r}{2gH_r}$$

Onde

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

V_r = velocidade da água na adutora para o ponto de funcionamento ótimo (m/s);

H_R = altura manométrica no ponto de ótimo rendimento (m),

g = aceleração da gravidade (m/s)

$$a = \frac{9.900}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}}$$

- Constante da bomba (K1) (s⁻¹)

$$K1 = 896\,000 \frac{H_R Q_R}{(WR^2 E_R (N_R)^2)}$$

Onde

Q_R = vazão no ponto de máximo rendimento (total de todas as bombas) (m³/s);

WR^2 = momento de inércia das massas girantes (inclui todas as bombas, motores e eventuais volantes) (kfgm²),

E_R = rendimento no ponto de funcionamento (adimensional);

N_R = rotação do grupo motor-bomba (rpm)

Com o valor de K1, calcula-se o adimensional dado por

$$\tau = \frac{1}{k_1 + 2 \frac{L}{a}}$$

4 2 2 - Verificação do Golpe de Ariete

São dados

- diâmetro $D = 16''$ (0,400 m)
- material = ferro fundido $K = 1,00$
- comprimento $L = 6\,000$ m
- espessura $e = 0,0081$ m
- vazão $Q_R = 0,06731$ m³/s
- rotação $N_R = 1\,750$ rpm
- rendimento do grupo motor-bomba $E_R = 0,78$
- altura manométrica $H_R = 222,48$ m
- número de bombas funcionando simultaneamente 1
- cota piezométrica mínima 95,5 m

Assim, calcula-se

- A celeridade (a) do golpe de ariete

$$a = 1\,001,67 \text{ m/s}$$

- A velocidade para o ponto de funcionamento ótimo

$$V_r = \frac{Q_r}{\pi D^2 / 4} = \frac{0,06731}{\pi \cdot (0,400)^2 / 4} = 0,54 \text{ m/s}$$

Assim, tem-se a constante de linha

$$\rho = \frac{1\,001,67 + 0,54}{2 \cdot 9,81 \cdot 222,48} = 0,12$$

Os valores de WR^2 foram adotados a partir de catálogos de fornecedores de bombas e motores. No caso em questão, tem-se para um conjunto motor-bomba

$$WR^2 \text{ (bomba)} = 0,103 \text{ Kgf m}^2 \text{ (1 estágio)} \text{ e } 0,09095 \text{ Kgf.m}^2 \text{ (por estágio adicional)}$$

Portanto

$$WR^2 \text{ (bomba)} = 0,103 + 3 \times 0,09095 = 0,466 \text{ Kgf m}^2$$

$$WR^2 \text{ (motor)} = 6,66 \text{ Kgf m}^2$$

$$K1 = \frac{896.000 \times 222,48 \times 0,06731}{7,126 \times 0,78 \times (1\,750)^2} = 0,79 \text{ s}^{-1}$$

Sendo

L = comprimento da adutora x (m)

Assim, tem-se o fator de perda de carga (hf) (adimensional)

Sendo

$$hf = \frac{H_f}{H_R}$$

Onde

H_f = perda de carga na adutora (m)

H_R = altura manométrica (m)

Os gráficos da Figura 4.5 dão os valores das pressões mínimas na bomba e no meio da adutora para o evento da parada de funcionamento de energia elétrica. As Figuras 4.6 e 4.7 dão os valores das pressões máximas na bomba e no ponto médio da adutora para o mesmo evento.



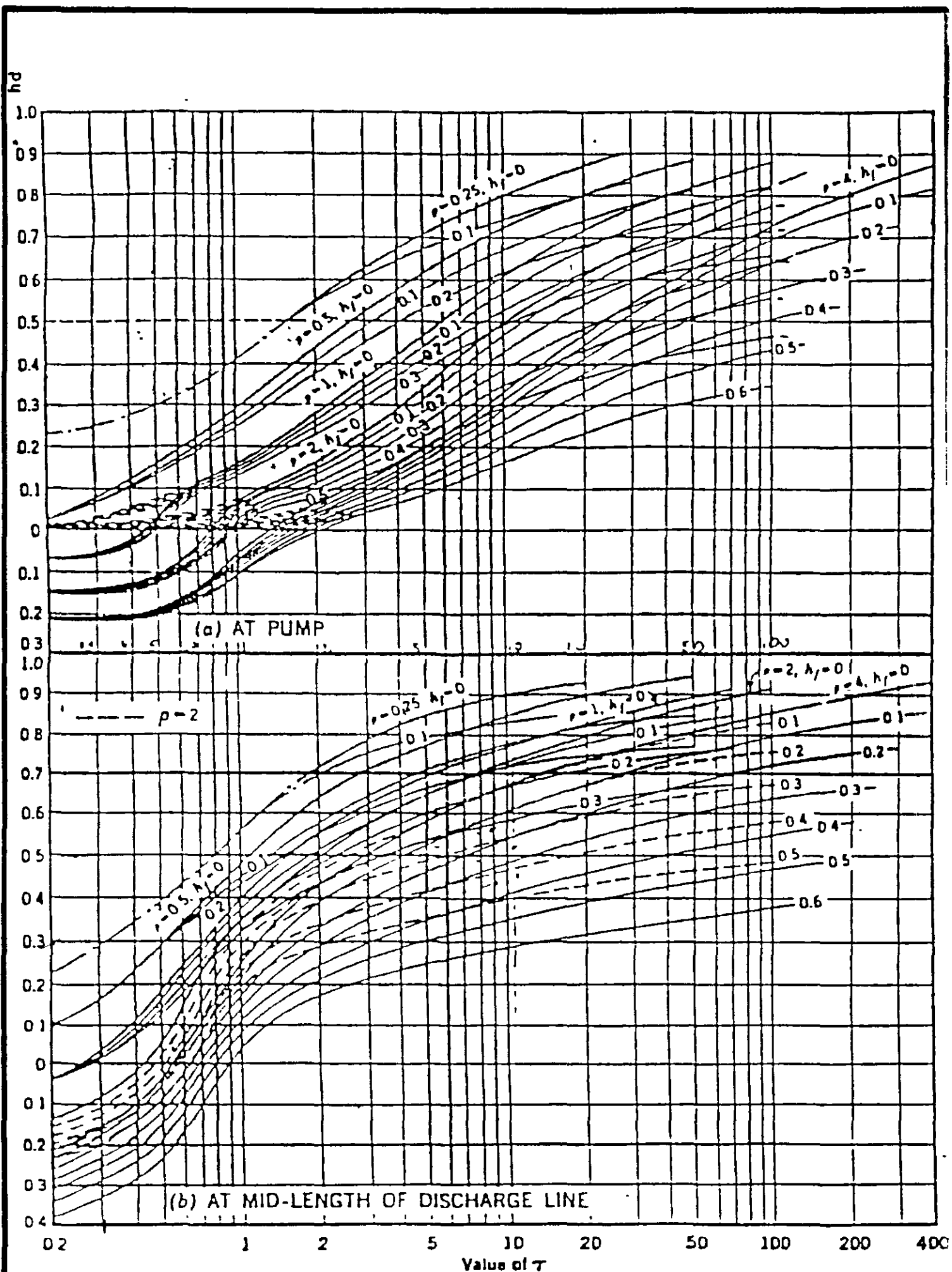


FIGURA 4.5 - PRESSÃO MÍNIMA NO REGIME TRANSIENTE (KINNO E KENNEDY-1965)

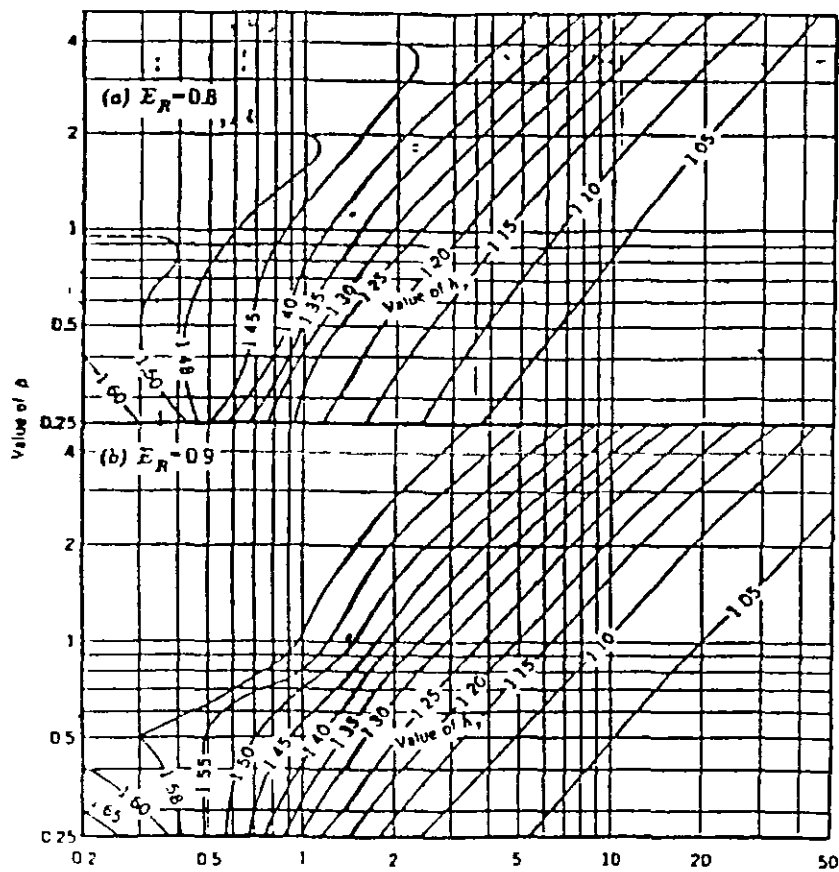


FIGURA 4.6 - PRESSÃO MÁXIMA NA BOMBA NO REGIME TRANSIENTE (KINNO E KENNEDY - 1965)

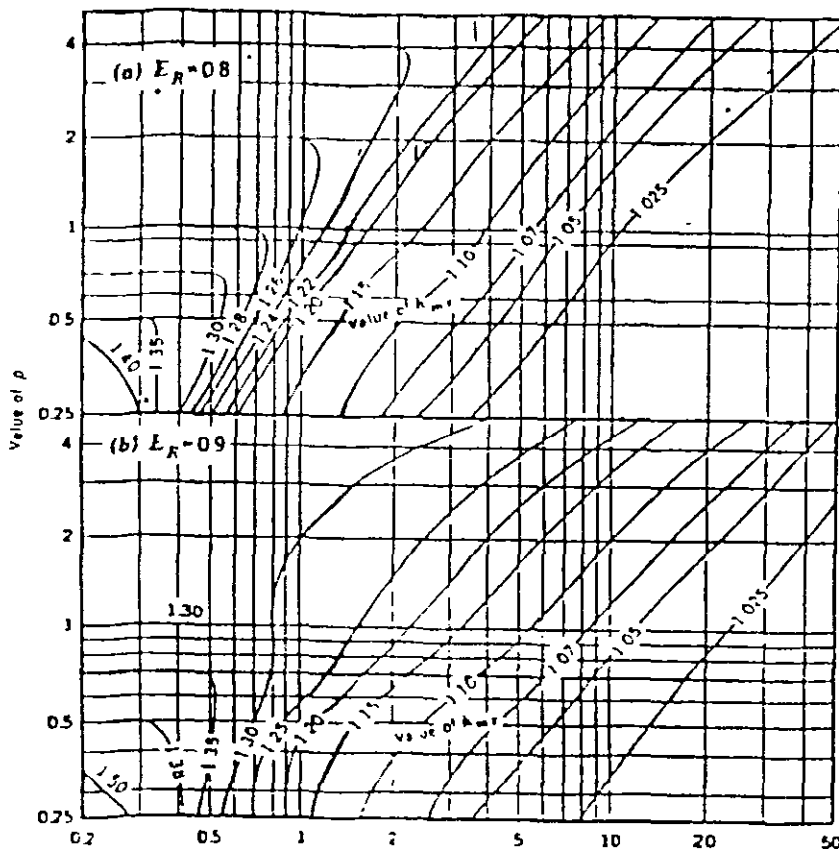


FIGURA 4.7 - PRESSÃO MÁXIMA NO MEIO DA ADUTORA NO REGIME TRANSIENTE (KINNO E KENNEDY - 1965)

A perda de carga na adutora mais as perdas no barrilete são iguais a

$$H_f = 24,86 \text{ m}$$

Daf, tem-se

$$hf = \frac{H_f}{H_R} = \frac{24,86}{222,48} = 0,11$$

Entrando nos gráficos da Figura 4 5, com $\tau = 0,1$, $\rho = 0,2$ e $h_f = 0,11$ ter-se-á a pressão adimensional mínima na bomba ($h_a = 0,30$) e no meio da adutora ($h_m = 0,31$) Então, calcula-se

- A pressão mínima na bomba

$$H_d = 0,30 \times 222,48 \text{ m}$$

$$H_d = 66,74 \text{ m c a}$$

- A cota piezométrica mínima na bomba

$$CP_{\text{mínB}} = 66,74 \text{ m} + 95,5 \text{ m.}$$

$$CP_{\text{mínB}} = 162,24 \text{ m c a}$$

- A pressão mínima no meio da adutora

$$H_{\text{mín}} = 0,31 \times 222,48 \text{ m}$$

$$H_{\text{mín}} = 68,96 \text{ m c a}$$

- A cota piezométrica mínima no meio da adutora.

$$CP_{\text{mínM}} = 95,5 \text{ m} + 68,96 \text{ m}$$

$$CP_{\text{mínM}} = 164,46 \text{ m c a}$$

Entrando nos gráficos das Figuras 4 6 e 4 7 , com $\tau = 0,1$, $\rho = 0,2$ e $h_f = 0,11$ ter-se-á a pressão adimensional mínima na bomba ($h_a = 1,62$) e no meio da adutora ($h_m = 1,42$) Então, calcula-se

A pressão máxima na bomba

$$H_i = 1,62 \text{ m} \times 222,48 \text{ m}$$

$$H_i = 360,41 \text{ m c a}$$

A cota piezométrica máxima na bomba

$$CP_{\text{maxB}} = 95,5 \text{ m} + 360,41 \text{ m}$$

$$CP_{\text{maxB}} = 455,91 \text{ m c a}$$

A pressão máxima no meio da adutora

$$H_{mr} = 1,42 \text{ m} \times 222,48 \text{ m}$$

$$H_{mr} = 315,92 \text{ m c a}$$

- A cota piezométrica no meio da adutora

$$CP_{\text{maxM}} = 95,5 \text{ m} + 315,92 \text{ m}$$

$$CP_{\text{maxM}} = 411,42 \text{ m c a}$$

Os desenhos 8/22 e 9/22 mostram as linhas piezométricas máxima, mínima e normal ao longo de todo o perfil. Como pode ser visto no desenho 8/22, não houve nenhum ponto da tubulação em que a curva da carga piezométrica mínima, durante o estado transitório, apresentasse valores abaixo da linha da adutora, ou seja, em qualquer tempo a pressão absoluta interna da adutora será maior que a pressão atmosférica.

Tendo em vista a linha de carga máxima, o valor máximo da pressão interna será no trecho próximo do barrilete e o valor é de 360,41 m c a., o que significa que neste caso a tubulação deve suportar a pressão de 4,0 M P A.

4.3 - Características da Tubulação da Adutora

4.3.1 - Itapajé

A tubulação, apesar de ter o mesmo diâmetro, terá classes distintas, uma vez que serão submetidas à pressões diferentes.

O percurso foi dividido em três trechos: 6.000 m, 7.600 m e 3.480 m. Foi proposto um desvio de 600 m para a instalação de uma chaminé de equilíbrio. Baseado no estudo do

golpe de ariete, propõe-se que o primeiro trecho seja em aço, com espessura de 9,53 mm, uma vez que está submetido a alta pressão. O segundo trecho será de ferro fundido classe K-9 (capaz de suportar uma pressão de até 4,0 MPa) e o terceiro trecho, também em ferro fundido, mas de classe K-7 (capaz de suportar uma pressão de até 2,5 MPa).

4.4 - Instalações de recalque na ETA

4.4.1 - Generalidades

A chegada da adutora na Estação de Tratamento de Água (ETA) em Itapajé se dá em no poço de sucção 1 à cota 280. Do poço de sucção a água bruta é recalçada através de 2 bombas centrífugas de eixo horizontal (Elevatória 1) até à câmara de carga única, onde são introduzidos os produtos químicos para coagulação. Após o tratamento através dos filtros a água é encaminhada para os reservatórios semi-enterrados e daí são recalcados do poço de sucção 2 (Elevatória 2) até o reservatório elevado.

4.4.2 - Critérios de Dimensionamento

O dimensionamento das Estações Elevatórias serão feitos determinando-se as curvas características das tubulações, desde a sucção até a entrada na câmara única ou no reservatório elevado. As perdas de carga serão calculadas usando-se a fórmula de Hazen-Williams considerando, para as peças especiais, seus comprimentos equivalentes.

Dados do projeto para a Elevatória 1

- Cota do N.A. mín. no poço de sucção	= 280,00 m
- Cota do N.A. na câmara única	= 287,00 m
- Cota de chegada no poço de sucção na estação de tratamento	= 280,00 m
- Vazão total de projeto	= 242,32 m ³ /h
- Desnível geométrico (287,00 - 280,00)	= 7,00 m

4.4.3 - Curva Característica da Tubulação

Para o recalque serão utilizadas 2 bombas centrífugas de eixo horizontal, instaladas ao nível do piso da ETA, cada bomba será ligada a uma tubulação de ferro fundido que vai diretamente ao fundo da câmara única. A vazão de dimensionamento das bombas é:

$$Q_{vb} = 242,32 / 2 = 121,16 \text{ m}^3/\text{h}$$

a) Perda de Carga na Sucção (Δh_s)

O diâmetro recomendado para as tubulações de sucção é de 150 mm e os comprimentos equivalentes para as peças especiais são

Peças (D = 150 mm)	leq (m)
- 1 válvula de pé com crivo	37,50
- 1 toco	2,40
- 1 curva de 90°	4,50
- 1 redução (150x125)	0,90
- leqt	49,65 m

$$\Delta h_s = 10,64 \cdot \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,85} \cdot D^{-4,87} \cdot leqt$$

Sendo

$$C = 100$$

$$D = 0,15 \text{ m}$$

$$leqt = 49,65 \text{ m}$$

Tem-se

$$\Delta h_s = 10,64 \cdot \left(\frac{Q}{100} \right)^{1,85} \cdot 0,15^{-4,87} \cdot 49,65$$

$$\Delta h_s = 1\,084,66 \cdot Q^{1,85}$$

b) Perda de Carga no Recalque até o Início da Adutora (Δh_R)

Será calculada desde a saída da Bomba até a entrada na câmara única

Peças Especiais	leq (m)
- 1 ampliação de 100 x 150	1,80
- 2 curvas de 90° Ø 150 mm	9,00
- 2 toco Ø 150 mm	2,50
- 1 registro de gaveta Ø 150 mm	1,20
- 1 saída de canalização Ø 150 mm	5,25
- leqt (150 mm)	19,75 m

c) Perda de Carga na Adutora (Δh_R)

$$\Delta h_R = 10,64 \cdot \left(\frac{Q}{100} \right)^{1,85} + 0,15^{-4,87} \cdot 19,75$$

$$\Delta h_R = 431,46 \cdot Q^{1,85} \quad \text{sendo } Q \text{ a vazão de 1 bomba}$$

d) Perda de Carga Total (Δh_t)

$$\Delta h_t = \Delta h_s + \Delta h_R$$

$$\Delta h_t = (1\,084,66 + 431,46) Q^{1,85}$$

$$\Delta h_t = 1\,516,12 \cdot Q^{1,85}$$

A Tabela 4.4.1 mostra a planilha de cálculo das perdas de carga na tubulação, desde a sucção até a entrada na câmara única na Estação de Tratamento (ETA) em Itapajé, considerando o desnível geométrico igual a 7,0m e também a curva característica da bomba escolhida

TABELA 4 4 1 - PERDA DE CARDA NA TUBULAÇÃO DESDE A SUÇÃO ATÉ A ENTRADA NA CÂMARA UNICA NA ETA E CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA

Q em uma Bomba (m ³ /h)	DHS (m ³ /s)	DHR (m)	DHT (m)	Q na adutora (m ³ /h) (m ³ /s)		H.man Bomba KSB - ETA -100-33 H.man (m) - (rotor 290mm)	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	16.20
20.00	0.01	0.07	0.03	0.10	20.00	7.10	16.10
30.00	0.01	0.15	0.06	0.22	30.00	7.22	16.00
40.00	0.01	0.26	0.10	0.37	40.00	7.37	15.80
50.00	0.01	0.40	0.16	0.56	50.00	7.56	15.40
60.00	0.02	0.56	0.22	0.78	60.00	7.78	15.00
80.00	0.02	0.95	0.38	1.33	80.00	8.33	13.80
100.00	0.03	1.43	0.57	2.00	100.00	9.00	12.00
120.00	0.03	2.01	0.80	2.81	120.00	9.81	9.80
150.00	0.04	3.03	1.21	4.24	150.00	11.24	5.50

As Figuras 4 8 e 4 9 mostram a curva característica da bomba e a curva característica da tubulação, respectivamente e a Figura 4.10 mostra as duas curvas e o ponto de funcionamento do sistema

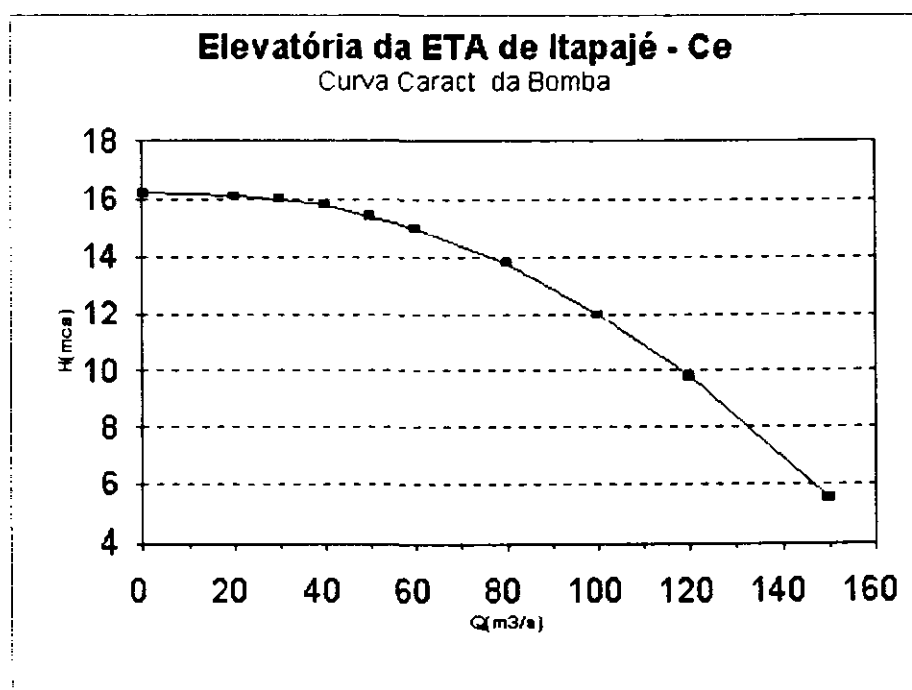


FIGURA 4 8 - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA

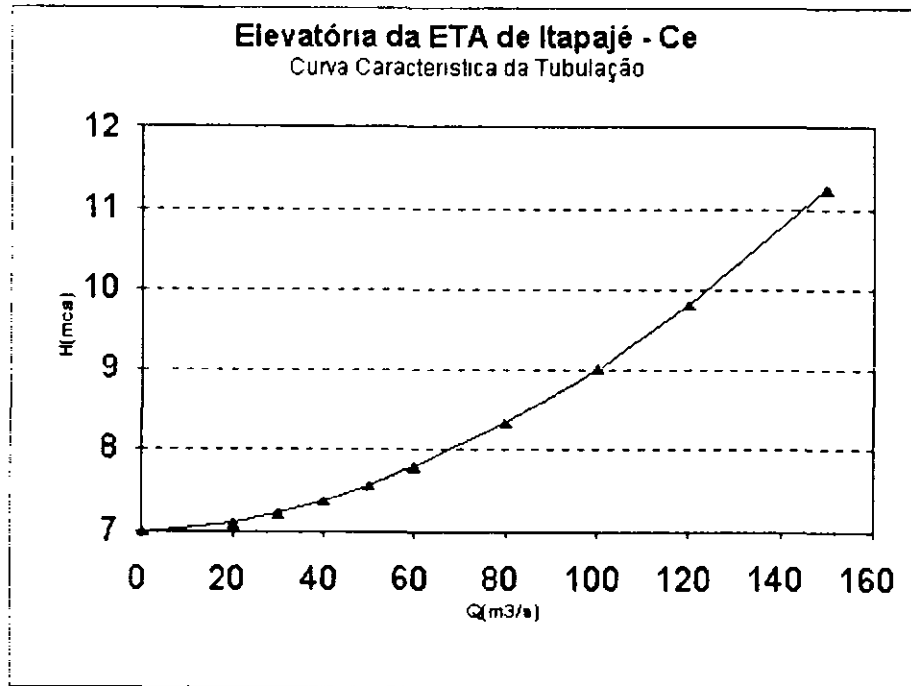


FIGURA 4 9 - CURVA CARACTERÍSTICA DA TUBULAÇÃO

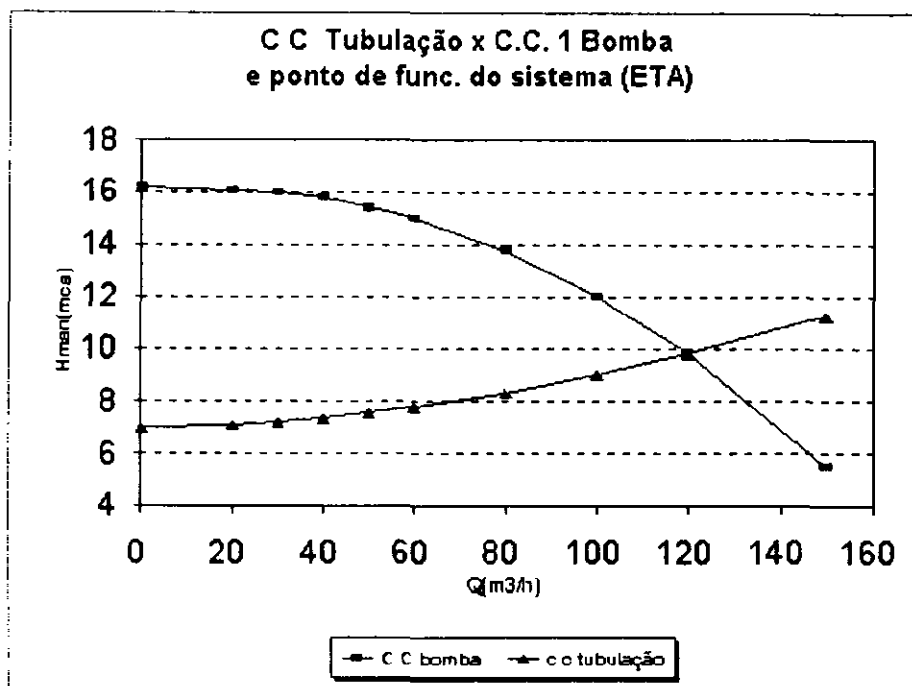


FIGURA 4 10 - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA, CURVA CARACTERÍSTICA DA TUBULAÇÃO E PONTO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

Como pode ser visto na Figura 4.10, o ponto de funcionamento do sistema está fornecendo exatamente os valores de projeto, isto é:

Vazão de cada bomba 121,2 m³/h
 Altura manométrica 9,85 m c.a.

As características da bomba escolhida são

- Bomba KSB ou similar
- Modelo ETA -100-33
- Rotor 290 mm
- Rotação 1120 rpm
- Potência 7,5 CV
- Rendimento 68%
- Número de bombas 2
- Potência Total Instalada 15 CV
- Estação Elevatória 2

Considerando que o reservatório elevado estará a uma distância máxima de 1000m da Estação de Tratamento de Água, que a vazão é a mesma da Elevatória 1 e que a tubulação de recalque é de 200mm, as bombas deverão ter as seguintes características

- Bomba KSB ou similar
- Modelo ETA 80-26
- Rotor 260 mm
- Rotação 1750 rpm
- Rendimento 77%
- Potência do motor 20 CV
- Número de bombas 2
- Potência Total Instalada 40 CV

4.4.4 - Equipamento Elétrico

4.4.4.1 - Carga Instalada

- Motores	PS 1	PS 2
número de motores	02	02
potência nominal	20 CV	7,5 CV

corrente nominal	32 A	12 A
tensão nominal	380 V (3 Ø)	380 V (3 Ø)
frequência	60 Hz	60 Hz
rotação	1800	1800
fator de potência	0,91	0,88
rendimento	0,88	0,81

4 4 4 2 - Potência Nominal da Subestação

$$P_n = \left(\frac{2 \times 20 \times 0,736}{0,91 \times 0,88} + \frac{2 \times 7,5 \times 0,736}{0,88 \times 0,81} \right) \times 0,9$$

$$P_n = (36,76 + 15,48) \times 0,9 = 47 \text{ KVA}$$

Será instalado um transformador de 75 KVA, tensões 13 800/380/220 V, instalado ao tempo, em poste de concreto armado duplo T, 300/11 (padrão COELCE)

4 4 4 3 - Condutores

a) Condutor de Baixa do Transformador

$$I_t = \frac{75}{\sqrt{3} \times 0,38} = 114 \text{ A}$$

$S_{fase} = 50 \text{ mm}^2$ (1 condutor p/fase, 750 V, PVC)

$S_{neuro} = 25 \text{ mm}^2$ (1 condutor neutro, 750 V, PVC)

b) Condutores dos Motores

b1) Motor 20 CV

$$I_m = 32 \text{ A}$$

$S_{fase} = 10 \text{ mm}^2$ (1 condutor p/fase, 750 V, PVC)

$S_{proteção} = 10 \text{ mm}^2$ (1 condutor cobre nu)

b2) Motor 7,5 CV

$$I_m = 12 \text{ A}$$

$$S_{\text{base}} = 2,5 \text{ mm}^2 \text{ (1 condutor p/fase, 750 V, PVC)}$$

$$S_{\text{proteção}} = 2,5 \text{ mm}^2 \text{ (1 condutor cobre nu)}$$

4.4.4.4 - Proteção

a) Corrente primária

$$I_p = \frac{75}{\sqrt{3} \times 13,8} = 3,13 \text{ A}$$

$$I_{\text{proteção}} = 3,13 \times 1,5 = 4,7 \text{ A}$$

Será utilizada chave indicadora fusível 100 A - 2 KA - 15 KV com elo fusível de 5A (5H)

b) Corrente secundária

$$I_s = \frac{75}{\sqrt{3} \times 0,38} = 114 \text{ A}$$

$$I_{\text{disjuntor geral}} = 114 \text{ A}/0,8 = 142,5 \text{ A}$$

Será utilizado disjuntor tripolar 380 V - 150 A - 10 kV de corrente de interrupção

c) Motor 20 CV $I_m = 32 \text{ A}$

$$I_{\text{fusível}} \geq I_m$$

Será utilizado fusível tipo NH = 63 A - Motor com partida auto compensada (chave automática compensadora)

d) Motor 7,5 CV $I_m = 12$ A

$$I_{\text{fusível}} \leq I_m$$

Será utilizado fusível tipo NH = 25 A - Motor com partida auto compensada (chave automática compensadora)

e) Motor 20 CV Corrente de sobrecarga

$$I_{sc} = 1,05 \times 32 \text{ A} = 33,6 \text{ A}$$

Será utilizado relé bimetálico de sobrecarga com faixa de regulagem 32 - 50 A, ajuste 34 A

f) Motor 7,5 CV - Corrente de sobrecarga

$$I_{sc} = 1,05 \times I_m = 1,05 \times 12 = 12,6 \text{ A}$$

Será utilizado relé bimetálico de sobrecarga com faixa de regulagem 10 - 16 A, ajuste 13 A

5 - ESPECIFICAÇÕES

000065

5.1 - Generalidades

As especificações contidas neste relatório se destinam a regulamentar as disposições para a construção das obras pertinentes a Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Itapajé, elaborado para a Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará - SRH

Estas especificações são de caráter abrangente, devendo ser admitidas como válidas para qualquer uma das obras integrantes do sistema, no que for aplicável a cada uma delas

5.2 - Termos e Definições

Quando, nas presentes especificações e em outros documentos do contrato, figurarem as palavras, expressões ou abreviaturas abaixo, as mesmas deverão ser interpretadas como a seguir

- SRH - Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará, entidade responsável pela manutenção do sistema de abastecimento d'água do Estado e que subscreverá o contrato para execução das obras a que se referem estas especificações
- FISCALIZAÇÃO - Pessoa, pessoas, firma ou associação de firmas (consórcio) designadas e credenciadas pela SRH para examinar, verificar e fiscalizar, nos termos do contrato, a execução das obras de que tratam estas especificações
- CONSTRUTOR - Pessoa, pessoas, firmas ou associação de firmas (consórcio) que subscreverem o contrato para a execução e fornecimento de todos os materiais e equipamentos permanentes, a que se referem estas especificações
- CONTRATO - Documento subscrito pela SRH e pelo construtor de acordo com a legislação em vigor e que define as obrigações de ambas as partes com relação à execução das obras, a que se referem estas especificações
- RESIDENTE DO CONSTRUTOR - O representante credenciado do construtor com função executiva no canteiro das obras, durante todo o decorrer dos trabalhos e autorizado a receber e cumprir as decisões da fiscalização
- ESPECIFICAÇÕES - As instruções, diretrizes, exigências, métodos e disposições da forma de execução dos trabalhos

- CAUSAS IMPREVISÍVEIS - São os cataclismas, tais como inundações, incêndios e transformações geológicas bruscas de grande amplitude, desastres e perturbações graves na ordem social, tais como motins e epidemias
- DIAS - Dias corridos de calendário, exceto se explicitamente indicado de outra maneira
- FORNECEDOR - O fornecimento dos equipamentos, aparelhos e materiais a serem adquiridos pela SRH
- RELAÇÕES DE QUANTIDADE E LISTAS DE MATERIAL - Relações detalhadas, com as respectivas quantidades de todos os serviços, materiais e equipamentos necessários à implantação do projeto
- ORDENS DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS - Determinações, por escrito, da SRH, para início de execução de serviços contratuais
- DESENHOS - Todas as plantas, perfis, seções, vistas, perspectivas, esquemas, diagramas ou reproduções que indiquem as características, dimensões e disposições das obras a executar
- CRONOGRAMA - Organização e distribuição dos diversos prazos para execução das obras, que será proposto pelo concorrente e submetido à aprovação da SRH
- CONCORRENTE - Pessoa, pessoas, firmas ou grupo de firmas (consórcio) que apresentarem propostas à concorrência para execução das obras
- OBRAS - Conjunto de estruturas de caráter permanente que o construtor terá de executar de acordo com o contrato
- DOCUMENTO DO CONTRATO - Conjunto de todos os documentos que definem e regulam a execução das obras, compreendendo os editais de concorrência, especificações, o projeto executivo, a proposta do construtor, o cronograma ou quaisquer outros documentos suplementares que se façam necessários à execução das obras, de acordo com as presentes especificações e as condições contratuais
- PROJETO TÉCNICO - Todos os desenhos de detalhamento de obras civis a executar e instalações, que serão fornecidos ao construtor em tempo hábil a lhe permitir o ataque dos serviços

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Compreende as Normas (NB), Especificações (EB), Métodos (MB) e as Padronizações Brasileiras (PB)
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- AWG - American Wire Gage
- BWG - British Wire Gage
- DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem Métodos de Ensaio (ME)

5.3 - Descrição dos Trabalhos e Responsabilidades Previstas para a Implantação das Obras

5.3.1 - Generalidades

Em qualquer uma das etapas de implantação das obras, os trabalhos serão executados pela SRH, pela fiscalização e pelo construtor, que terão encargos e responsabilidades distintas. Estas atribuições são descritas e definidas a seguir:

5.3.2 - Encargos e Responsabilidades da SRH

A SRH, entidade contratante dos serviços, se encarregará e responsabilizará pelas (os):

- a) Indenizações a proprietários, pela ocupação dos terrenos necessários ao estabelecimento das obras
- b) Despesas de reparação de estragos nas partes já executadas, resultantes de cheias ou outros fenômenos naturais, desde que se comprove que independente do cumprimento de todos os itens atinentes ao cronograma e estas especificações, até a data respectiva, tais estragos não poderiam ser evitados e desde que se verifique que foram tomadas, pelo construtor, todas as providências necessárias a fim de terem sido evitados ou reduzidos os prejuízos
- c) Pagamentos dos serviços executados pelo construtor, de acordo com o projeto, as especificações e o contrato
- d) Recebimentos e pagamentos dos equipamentos e tudo aquilo que for da responsabilidade dos fornecedores

- e) Fornecimento e transporte, para a área do projeto, de materiais, tais como motobombas, juntas, válvulas e demais equipamentos que, por demandarem longo prazo para sua entrega, tenham sido alvo de fornecimento através de concorrência pública realizada pela SRH
- f) Emissão, por escrito, das Ordens de Execução de Serviços, que serão consideradas como documento, que permitirá ao construtor iniciar os trabalhos
- g) Fornecimento, em tempo hábil, de todos os dados e documentos pertinentes ao projeto e especificações que o construtor julgar necessários para a execução das obras

À SRH será reservado o direito de fornecer os materiais que julgar convenientes, quando, então, não serão pagos os adicionais previstos no contrato, relativos ao fornecimento pelo construtor

Os materiais reaproveitáveis serão de propriedade da COHAB e transportados ao local por ela designado. As despesas decorrentes do transporte desses materiais serão pagas pelo construtor

5.3.3 - Encargos e Responsabilidades da Fiscalização

A fiscalização terá sob seus cuidados tanto os encargos técnicos como os administrativos, que deverão ser desempenhados de maneira rápida e diligente. Estes encargos são descritos a seguir:

5.3.3.1 - Encargos administrativos

- a) Representar a SRH como órgão fiscalizador e supervisor das obras
- b) Exigir o fiel cumprimento do contrato e seus aditivos pelo construtor e fornecedores
- c) Verificar o fiel cumprimento pelo construtor das obrigações legais e sociais, da disciplina nas obras, da segurança dos trabalhadores e do público e de outras medidas necessárias à boa administração desta
- d) Verificar as medições e encaminhá-las para a aprovação da SRH

5 3 3 2 - Encargos técnicos

- a) Zelar pela fiel execução do projeto, com pleno atendimento às especificações, explícitas ou implícitas
- b) controlar a qualidade dos materiais utilizados e dos serviços executados, rejeitando aqueles julgados não satisfatórios
- c) *Assistir ao construtor na escolha dos métodos executivos mais adequados, para a melhor qualidade e economia das obras*
- d) Exigir do construtor a modificação de técnicas de execução inadequadas, e a recomposição dos serviços não satisfatórios
- e) Revisar, quando necessário, o projeto e as disposições técnicas adaptando-os a situações específicas do local e momento
- f) Executar todos os ensaios necessários ao controle de construção das obras e interpretá-los devidamente
- g) Dirimir as eventuais omissões e discrepâncias dos desenhos e especificações
- h) Verificar a adequabilidade dos recursos empregados pelo construtor quanto à *produtividade, exigindo deste acréscimos e melhorias necessárias à execução dos serviços dentro dos prazos previstos*

5 3 4 - Encargos e Responsabilidades do construtor

Os encargos e responsabilidades do construtor serão aqueles que se encontram descritos a seguir

5 3 4 1 - Conhecimento das Obras

O construtor deve estar plenamente informado de tudo o que se relaciona com a natureza e localização das obras, suas condições gerais e locais e tudo o mais que possa influir sobre sua execução, conservação e custo, especialmente no que diz respeito a transporte, aquisição, manuseio e armazenamento de materiais, disponibilidade de mão-de-obra, água e energia elétrica, vias de comunicação, instabilidades e variações meteorológicas, vazões dos cursos d'água e suas flutuações de nível, conformação e condições do terreno, tipo dos

equipamentos necessários, facilidades requeridas antes ou durante a execução das obras e outros assuntos a respeito dos quais seja possível obter informações que possam, de qualquer forma, interferir na execução, conservação e no custo das obras contratadas

O construtor também deve estar plenamente informado de tudo o que se relaciona com os tipos, qualidades e quantidades dos materiais que se encontram na superfície do solo e do subsolo, até o ponto em que essa informação possa ser obtida por meio de reconhecimento e investigação dos locais das obras

De modo a facilitar o conhecimento das obras a serem construídas, todos os relatórios que compõem o projeto se encontrarão à disposição do construtor. Entretanto, em nenhum caso serão concedidos reajustes ou quaisquer tipos de ressarcimentos que sejam alegados pelo construtor, tomando por base o desconhecimento total ou parcial das obras a executar

5.3.4.2 - Instalação e manutenção do canteiro de obras, acampamentos e estradas de serviços e operação

Caberá ao construtor, de acordo com os cronogramas físicos de implantação, a execução de todos os serviços relacionados com a construção e manutenção de todas as instalações do canteiro de obra, de alojamentos, depósitos, escritórios e outras obras indispensáveis à realização dos trabalhos. Ainda a seu encargo ficará a construção e conservação das estradas necessárias ao acesso e a exploração de empréstimos e de quaisquer outras estradas de serviço que se façam necessárias, assim como a conservação ou melhoramentos das estradas já existentes

Todos os canteiros e instalações deverão dispor de suficientes recursos materiais e técnicos, inclusive pessoal especializado, visando poder prestar assistência rápida e eficiente ao seu equipamento, de modo a não ficar prejudicado o bom andamento dos serviços. Além disto, todos os canteiros e acampamentos deverão permanecer em perfeitas condições de asseio e, após à conclusão dos trabalhos, deverão ser removidas todas as instalações, sucatas e detritos de modo a restabelecer o bom aspecto local

As instalações do canteiro e métodos empregados deverão ser submetidos à aprovação da fiscalização, cabendo ao construtor o transporte, montagem e desmontagem de todos os equipamentos, máquinas e ferramentas, bem como as despesas diretas e indiretas relacionadas com a colocação e retirada do canteiro e de todos os elementos necessários ao bom andamento dos serviços

o construtor deverá colocar, na entrada do canteiro de obras, uma placa na qual deverá constar o nome do Órgão Contratante, nome e área do projeto, orçamento e prazo de conclusão das obras e nome da firma projetista, ficando a fiscalização com a responsabilidade da aprovação do esboço do mesmo

A aprovação da fiscalização, relativa à organização e às instalações dos canteiros propostos pelo construtor, não eximirá, este último, em caso algum, de todas as responsabilidades inerentes à perfeita realização das obras no tempo previsto

5.3.4.3 - Locação das Obras

A locação das obras será encargo do construtor, respeitadas as seguintes condições

- a) A fiscalização implantará marcos de referências básicos, a seu critério, julgados necessários para a locação das obras. Tais marcos serão devidamente coordenados e nivelados. Serão de responsabilidade do construtor os trabalhos de locação e condução das obras. O construtor proporcionará as necessárias facilidades para que estas locações sejam conferidas pela fiscalização
- b) O construtor não dará início a qualquer serviço sem que sua locação tenha sido verificada pela fiscalização, mas tal verificação não eximirá o construtor da responsabilidade da exata execução dos trabalhos
- c) O construtor será responsável pela conservação e manutenção dos marcos de referência básicos instalados pela fiscalização e, em caso de destruição ou dano dos mesmos, por empregado ou por terceiros, intencionalmente ou por negligência, será o construtor debitado pelas despesas resultantes de sua reposição e ficará responsável por quaisquer erros causados pela perda dos mesmos
- d) Execução de todos os serviços topográficos necessários à locação das obras, de acordo com o projeto. As locações deverão ser referidas a marcos de referência básicos implantados pela fiscalização

5.3.4.4 - Execução das Obras

A execução das obras será responsabilidade do construtor, que deverá, entre outras, se encarregar das seguintes tarefas

- a) Fornecer todos os materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários à execução dos serviços e seus acabamentos
- b) controlar as águas durante a construção, por meio de bombeamento ou quaisquer outras providências necessárias
- c) Construir todas as obras de acordo com estas especificações e projeto
- d) Adquirir, armazenar e colocar na obra todos os materiais necessários ao desenvolvimento dos trabalhos
- e) Adquirir e colocar na obra todos os materiais constantes das listas de material
- f) Permitir a inspeção e o controle, por parte da fiscalização, de todos os serviços, materiais e equipamentos, em qualquer época e lugar, durante a construção das obras. Tais inspeções não isentam o construtor das obrigações contratuais e das responsabilidades legais, nos termos do artigo 1245 do Código Civil Brasileiro

A execução das obras seguirá, em todos os seus pormenores, as presentes especificações, bem como os desenhos do projeto técnico, que serão fornecidos em cópias ao construtor, em tempo hábil para a execução das obras e que farão parte integrante do contrato

Todos os detalhes das obras que constarem destas especificações sem estarem nos desenhos ou que, estando nos desenhos, não constem explicitamente destas especificações, deverão ser executados e/ou fornecidos pelo construtor como se constasse de ambos os documentos

O construtor se obriga a executar quaisquer trabalhos de construção que não estejam eventualmente detalhados ou previstos nas especificações ou desenhos, direta ou indiretamente, mas que sejam necessários à devida realização das obras em apreço, de modo tão completo como se estivessem particularmente delineados e descritos. O construtor empenhar-se-á em executar tais serviços em tempo hábil para evitar atrasos em outros trabalhos que deles dependam

5.3.4.5 - Administração das Obras

O construtor compromete-se a manter, em caráter permanente, à frente dos serviços, um Engenheiro Civil de reconhecida capacidade e um substituto, escolhidos por eles e aceitos pela SRH. O primeiro terá a posição de residente e representará o construtor, sendo todas as

instruções, dadas a ele, válidas como sendo ao próprio construtor. Esses representantes, além de possuírem os conhecimentos e capacidade profissional requeridos, deverão ter autoridade suficiente para resolver qualquer assunto relacionado com as obras a que se referem as presentes especificações. O residente só poderá ser substituído com o prévio conhecimento e a aprovação da SRH.

O construtor será inteiramente responsável por tudo quanto for pertinente ao pessoal necessário à execução dos serviços e, particularmente

- a) Pelo cumprimento da legislação social em vigor no Brasil
- b) Pela segurança de seu pessoal contra acidentes de trabalho, adotando para tanto as medidas necessárias para a prevenção dos mesmos
- c) Pela contratação ou engajamento de qualquer empregado da SRH sem prévia autorização desta por escrito
- d) Pelo afastamento, no prazo de 24 (vinte e quatro) horas, de qualquer empregado seu, cuja permanência nos serviços seja julgada inconveniente, por qualquer forma, aos interesses da SRH
- e) Pelo transporte, ao local das obras, de seu pessoal com residência em localidades circunvizinhas a esta

5.3.4.6 - Proteção das obras, equipamentos e materiais

O construtor deverá, a todo momento, proteger e conservar todas as instalações, equipamentos, maquinaria, instrumentos, provisões e materiais de qualquer natureza, assim como todas as obras executadas até sua aceitação final pela fiscalização.

O construtor responsabilizar-se-á, durante a vigência do contrato até a entrega definitiva das obras, por quaisquer danos, pessoais ou materiais, causados a terceiros por negligência ou imperícia na execução das obras.

O construtor deverá executar todas as obras provisórias e trabalhos necessários para drenar e proteger contra inundações as faixas de construções dos diques e obras conexas, estações de bombeamento, fundações de obras, zonas de empréstimos e demais zonas, onde a presença da água afete a qualidade ou economia da construção, ainda quando elas não estejam indicadas nos desenhos nem hajam sido determinadas pela fiscalização.

Deverá também prover e manter nas obras, equipamentos suficientes para as emergências possíveis de ocorrer durante a execução das obras

A aprovação pela fiscalização do plano de trabalho e a autorização para que execute qualquer outro trabalho com o mesmo fim, não exime o construtor de sua responsabilidade quanto a este. Por conseguinte, deverá ter cuidado para executar as obras e trabalhos de controle da água, durante a construção, de modo a não causar danos nem prejuízos ao contratante ou a terceiros, sendo considerado como único responsável pelos danos que se produzam em decorrência destes trabalhos

5.3.4.7 Remoção de trabalhos defeituosos ou em desacordo com o projeto e/ou especificações

Qualquer material ou trabalho executado que não satisfaça às especificações ou que difira do indicado nos desenhos do projeto, ou qualquer trabalho não previsto, executado sem autorização escrita da fiscalização, serão considerados como não aceitáveis ou não autorizados, devendo o construtor remover, reconstituir ou substituir o mesmo ou qualquer parte da obra comprometida pelo trabalho defeituoso, ou não autorizado, sem direito a qualquer pagamento extra

Qualquer omissão ou falta por parte da fiscalização em rejeitar algum trabalho que não satisfaça às condições do projeto ou das especificações, não eximirá o construtor da responsabilidade em relação a estes

A negativa do construtor em cumprir prontamente as ordens da fiscalização de reconstrução e remoção dos referidos materiais e trabalho, implicará na permissão à COHAB para promover, por outros meios, a execução da ordem, sendo os custos dos serviços e materiais debitados e deduzidos de quaisquer quantias devidas ao construtor

5.4 - Obra Civil

5.4.1 - Assentamento de Tubos e Peças

5.4.1.1 - Locação e Abertura de Valas

A tubulação deverá ser locada de acordo com o projeto respectivo, admitindo-se certa flexibilidade na escolha definitiva de sua posição em função das peculiaridades da obra. A vala deve ser escavada de modo a resultar uma seção retangular. Caso o solo não possua coesão suficiente para permitir a estabilidade das paredes, admitem-se taludes inclinados

A largura da vala deverá ser tão reduzida quanto possível, respeitando o limite mínimo de $D + 30$ cm, onde D = diâmetro externo do tubo a assentar, em cm

As valas, para receberem as tubulações, serão escavadas segundo a linha do eixo, obedecendo ao projeto

A escavação será feita pelo processo mecânico ou manual julgado mais eficiente

O material escavado será colocado de um lado da vala, de tal modo que, entre a borda de escavação e o pé do monte de terra, fique pelo menos um espaço de 30 cm

A fiscalização poderá exigir escoramento das valas abertas para o assentamento das tubulações

O escoramento poderá ser do tipo contínuo ou descontínuo, à juízo da fiscalização.

5 4 1 2 - Assentamento

Antes do assentamento, os tubos devem ser dispostos linearmente ao longo da vala, bem como as conexões e peças especiais

Para a montagem das tubulações deverão ser obedecidas, rigorosamente, as instruções dos fabricantes respectivos

Sempre que houver paralisação dos trabalhos de assentamento, a extremidade do último tubo deverá ser fechada para impedir a introdução de corpos estranhos

A imobilização dos tubos durante a montagem deverá ser conseguida por meio de terra colocada ao lado da tubulação e adensada cuidadosamente, não sendo permitido a introdução de pedras e outros corpos duros

No caso de assentamento de tubulação de materiais diferentes, deverão ser utilizadas peças especiais (adaptadores) apropriados

Nas extremidades das curvas das linhas e nas curvas acentuadas, será executado um sistema de ancoragem adequada, a fim de resistir ao empuxo causado pela pressão interna do tubo

Após a colocação definitiva dos tubos e peças especiais na base de assentamento, as partes laterais da vala serão reenchidas com material absolutamente isento de pedras, em camadas não superiores a 10 cm, até uma cota de 30 cm acima da geratriz superior do tubo

O adensamento deverá ser feito cuidadosamente com soquetes manuais, evitando choque com os tubos já assentados, de maneira que a estabilidade transversal da canalização fique perfeitamente garantida

Em seguida, o preenchimento continuará em camadas de 10 cm de espessura, com material ainda isento de pedras, até cerca de 30 cm acima da geratriz superior da canalização. Em cada camada será feito um adensamento manual somente nas partes laterais, fora da zona ocupada pelos tubos

O reaterro descrito nos itens acima, numa primeira fase, não será aplicado na região das juntas. Estas só serão cobertas após o cadastro das linhas e os ensaios hidrostáticos a serem efetuados

O restante do aterro, até a superfície do terreno, será preenchido, sempre que possível, com material da própria escavação, mas não contendo pedras com dimensões superiores a 5 cm.

A tubulação deve ser testada por trechos com extensões não superiores a 500 m.

5.4.1.3 - Cadastro

Deverá ser apresentado o cadastro das tubulações constando, o mesmo, de plantas e perfis na escala indicada pela fiscalização, codificando todos os pontos onde houver peças e apresentando detalhes, das mesmas, devidamente referenciados, para fácil localização

5.4.1.4 - Remanejamento de Redes

Nos serviços de remanejamento de rede de distribuição de água, a construtora deverá empregar todos os meios e recursos necessários a fim de tornar o executado melhor ou, no mínimo, equivalente ao substituído

Tais serviços deverão ser executados de acordo com as especificações previstas para as redes a implantar, cabendo à fiscalização definir a solução para casos específicos

No caso de remanejamento ou reposição de outros condutos de serviços públicos, serão cumpridas, pela construtora, as instruções pertinentes a cada serviço, providas da respectiva concessionária (SRH) e da fiscalização

Estas operações deverão ser executadas em comum acordo com a concessionária local (SRH)

Os materiais a serem removidos poderão ser reaproveitados, caso apresentem boa condição de uso

Devem ser executados com ferramental especializado para remoção e fixação dos tubos

5 4 1 5 - Caixas de Registros

As caixas de registro serão executadas de acordo com projeto padronizado da CAGECE

5 4 1 6 - Armazenamento de Materiais

Os tubos poderão ser armazenados ao tempo. Peças, conexões e anéis ficarão no interior do almoxarifado e deverão ser estocados em grupos, de acordo com o seguinte critério

- a) Tipo de peças,
- b) Diâmetro

5 4 1 7 - Transporte, carga e descarga de materiais

O veículo utilizado no transporte deve ser adaptado ao tipo de material a transportar. Quando se tratar de tubos transportados por caminhão, a sua carroceria deverá ter as dimensões necessárias para que não sobrem partes dos tubos fora do veículo

A carga e descarga dos materiais devem ser feitas manualmente ou com dispositivos compatíveis com os mesmos. As operações devem ser feitas sem golpes ou choques.

Ao proceder-se a amarração da carga no veículo, deve-se tomar precauções para que as amarras não danifiquem as tubulações. A fixação deve ser firme, de modo a impedir qualquer movimento da carga em trânsito

Somente será permitida a descarga manual para os materiais que possam ser suportados por duas pessoas. Para os materiais mais pesados, deverão ser usados dispositivos adequados como pranchões, talhas, guindastes, etc.

Jamais será permitido deixar cair o material sobre o solo ou se chocar com outros materiais.

Na descarga, não será permitida a formação de estoque provisório. Deverão os materiais ser encaminhados aos lugares pré-estabelecidos para a estocagem definitiva.

A movimentação dos materiais deve ser feita com cuidados apropriados para que não sejam danificados.

Não será permitido que sejam arrastados pelo chão, devendo para tanto ser empregadas talhas, carretas, guinchos, etc.

Para a movimentação de materiais, não devem ser empregados guinchos, cabos de aço e correntes com patolas desprotegidas. Os ganchos devem ser envolvidos com borracha ou lona.

5.5 - Tubos, Conexões e Acessórios

5.5.1 - Ferro Fundido

- Geral

Todos os tubos e conexões de ferro fundido deverão ser revestidos com argamassa de cimento, exceto aqueles usados para drenos, os quais não receberão revestimento.

- Tubos

Os tubos de ferro fundido deverão ser fabricados pelo processo de centrifugação, de acordo com as Especificações Brasileiras EB-137 e EB-303.

As juntas do tipo ponta e bolsa elástica (com anel de borracha) e juntas mecânicas (do tipo Gibault) deverão estar de conformidade com as especificações EB-137 e EB-303, classe normal da ABNT.

As juntas flangeadas deverão obedecer à Norma PB-15 da ABNT.

O assentamento das tubulações deverá obedecer às normas da ABNT-126 e ao indicado no item especial das presentes especificações

- Conexões

Todas as conexões de ferro fundido deverão ser fabricadas de conformidade com a Norma PB-15 da ABNT

Os tipos de juntas de ligação para as conexões serão as mesmas especificadas para os tubos e deverão obedecer às normas já citadas para os tubos

As arruelas para as juntas flangeadas serão fabricadas em placas de borracha vermelha

Os anéis de borracha para as juntas mecânicas e elásticas deverão estar de acordo com a Norma EB-137 da ABNT

5 5 1 2 - PVC Rígido

Os tubos, conexões e acessórios de PVC rígido deverão ser fabricados de acordo com a P-EB-183 da ABNT, para os diâmetros nominais de 50 mm a 100 mm - classe 12

O assentamento das tubulações deverá obedecer à P-NB-115 da ABNT

5 5 2 - Válvulas de Gaveta

Todas as válvulas de gaveta, com diâmetro de 50 mm (2") ou maiores, deverão ter corpo de ferro fundido centrifugado e deverão obedecer ao projeto de Norma P-EB-37 da ABNT.

Para as tubulações de PVC as válvulas de ferro fundido serão do tipo especial. As bolsas desses registros, fornecidas com os respectivos anéis de borracha, serão dimensionadas para se adaptar aos tubos de PVC com os diâmetros padronizados pela ABNT-183

O diâmetro gravado no corpo da válvula deve coincidir com o diâmetro nominal do tubo de PVC, isto é, com seu diâmetro externo

5 5 3 - Ensaio da linha

Serão efetuados de acordo com as exigências das normas da ABNT

Ensaio da Pressão Hidrostática

Deverá ser observada a seguinte sistemática

- enche-se lentamente de água a tubulação,
- aplica-se pressão de ensaio de acordo com a pressão de serviço com que a linha irá trabalhar,
- o ensaio deverá ter a duração de uma hora,
- durante o teste, a canalização deverá ser observada em todos os seus pontos

Ensaio de Estanqueidade

Uma vez concluído satisfatoriamente o ensaio de pressão, deverá ser verificado se, para manter a pressão de ensaio, foi necessário fazer algum suprimento de água

Se for o caso, este suprimento deverá ser medido e a aceitação da adutora ficará condicionada a que o valor obtido seja inferior ao dado pela fórmula

Onde

Q = vazão em litros por hora

N = número de juntas da tubulação ensaiada

D = diâmetro da canalização

P = pressão média do teste em kgf/cm^2

5.5.4 - Limpeza e Desinfecção

O construtor fornecerá todo o equipamento, mão-de-obra e materiais apropriados para a desinfecção das tubulações assentadas

A desinfecção será feita pelo fechamento das válvulas ou por tamponamentos adequados

A desinfecção se processará da seguinte forma

Utilizando-se um alimentador de solução de água e cloro, isto é, um tipo de clorador, à medida que a tubulação for cheia com água, por uma das extremidades, o clorador aplicará o cloro de mistura com a água, mas de tal forma que a dosagem aplicada não seja superior a 50 mg/l

Cuidados especiais deverão ser tomados para evitar que fortes soluções de água clorada, aplicadas às tubulações em desinfecção, possam refluir a outras tubulações em uso

Como teste simultâneo de vazamento, será considerada a vazão de água clorada que entrar na tubulação em desinfecção, menos a vazão resultante medida nos tamponamentos ou nas válvulas situadas nas extremidades opostas às extremidades de aplicação da água clorada

O índice de vazamento tolerado não deverá ultrapassar 4 litros para cada 1 600 m de extensão da tubulação em teste, durante 24 horas, em números redondos. A fiscalização, para cada teste, dará o seu pronunciamento

A água clorada para desinfecção deverá ser mantida na tubulação o tempo suficiente, a critério da fiscalização, para a sua ação germicida. Este tempo será, no mínimo, de 24 horas consecutivas. Após o período de retenção da água clorada, os resíduos de cloro nas extremidades dos tubos e outros pontos representativos, serão, no mínimo, de 25 mg/l. O processo de cloração especificado será repetido, se necessário e a juízo da fiscalização, até que as amostras demonstrem que a tubulação está esterilizada

Durante o processo de cloração da tubulação, as válvulas e outros acessórios serão mantidos sem manobras, enquanto as tubulações estiverem sob cargas de água fortemente clorada. As válvulas que se destinarem a ligações com outros ramais do sistema permanecerão fechadas até que os testes e os resultados finais dos trechos em carga estejam finalizados

Após a desinfecção, toda a água de tratamento será esgotada da tubulação e suas extremidades

Análises bacteriológicas das amostras serão feitas pelo contratante e, caso venham a demonstrar resultados negativos da desinfecção das tubulações, o construtor ficará obrigado a repetir os testes, tantas vezes quantas exigidas pela fiscalização e correção por sua conta integral, não somente a obrigação de fornecer ao contratante as conexões e aparelhos necessários para a retirada das amostras de água, como também as despesas para repetição do processo de desinfecção

Na lavagem deverão ser utilizadas, sempre que possível, velocidades superiores a 0,75 m/s

5.6 - Serviços de Concreto

5.6.1 - Concreto Simples

O concreto simples, bem como os seus materiais componentes, deverão satisfazer as normas, especificações e métodos da ABNT

O concreto pode ser preparado manual ou mecanicamente

Manual, se for concreto magro, traços 1 4 8 para base de piso, lastros, sub-bases de blocos, e cintas etc, em quantidade até 350 litros de amassamento

Mecanicamente, se for concreto gordo, traço 1 3 6 para cintas, blocos de ancoragens, base de caixas de visitas, peças pré- moldadas, etc

Normalmente, adota-se um consumo mínimo de 175 kg de cimento/m³ de concreto magro e 220 kg de cimento/m³ para concreto gordo

O concreto simples poderá receber adição de aditivos impermeabilizantes ou outros aditivos, quando for o caso

MEDIÇÃO Em m³

5.6.2 - Concreto estrutural

O consumo de cimento não deve ser inferior a 300 kg por m³ de concreto

A pilha de sacos de cimento não poderá ser superior a 10 sacos e não devem ser misturados lotes de recebimento de épocas diferentes, de maneira a facilitar inspeção, controle e emprego cronológico deste material básico. Todo cimento com sinais indicativos de hidratação será rejeitado.

O emprego de aditivos é frequentemente utilizado e o preparo é exclusivamente mecânico, salvo casos especiais

a) Dosagem

A dosagem poderá ser não experimental ou empírica e racional

No primeiro caso, o consumo mínimo é de 300 kg de cimento por m^3 de concreto, a tensão de ruptura $T_c = 28$ deverá ser igual ou maior que 150 kg por cm^2 , previstos nos projetos estruturais sem indicação de controle rigoroso ou, ainda, $f_{ck} = 16$ MPa. Mesmo assim, será exigida a resistência do concreto à compressão para cada jornada de lançamento de concreto com volume superior a 50 m^3 , para 7 e 28 dias, devendo ser utilizados os corpos de prova necessários e serem identificados quanto à data e etapa de trabalho. A proporção de agregado miúdo no volume total do agregado será fixada entre 30 e 50%, de maneira a obter-se um concreto de trabalhabilidade adequada a seu emprego. A quantidade de água será mínima e compatível e o ótimo grau de estanqueidade.

No caso de controle racional, será providenciada a obtenção de traços econômicos e trabalháveis, de modo a serem obtidos concretos homogêneos, compactos e econômicos. O concreto deve possuir uma consistência que dê uma trabalhabilidade compatível com o tipo de obra e com os tipos de equipamentos nestas especificações.

Será sempre exigido nas obras em que for fixado o valor f_{ck} no projeto superior a 135 kg/ m^2 ou ainda, cujo volume seja superior a 150 m^3 ou por exigência da Fiscalização dada à natureza da obra.

O laudo da dosagem, executada por firma especializada, deve ser apresentado à Fiscalização com antecedência superior a 3 dias antes de se iniciar as jornadas de concretagem.

Na modalidade de controle, os lotes não deverão ter jornada superior a 100 m^3 , nem corresponder a mais de 1 fase de concretagem (blocos e vigas, laje de fundo, paredes e pilares e laje de cobertura).

A cada lote corresponderá uma amostra, com exemplares retirados de maneira que a amostra seja representativa do lote todo.

Cada exemplar será constituído por 2 corpos de provas de mesma massa e moldados no mesmo ato, tomando-se, como resistência exemplar o maior dos dois valores.

O laudo do rompimento 7 a 28 dias dos corpos de prova, devem ser encaminhados à Fiscalização pela Contratada.

O controle e retirada dos corpos de prova, como também as análises, devem ser executadas por firma especializada e atender a NB-2

b) Amassamento ou mistura

O concreto deverá ser misturado mecanicamente, de preferência em betoneira de eixo vertical, que possibilita mais uniformidade e rapidez na mistura

A ordem de colocação dos diferentes componentes do concreto na betoneira é a seguinte

- camada de brita,
- camada de areia,
- a quantidade de cimento,
- o restante da areia e da brita

Depois de lançado no tambor, adicionar a água com aditivo

O tempo de revolução da betoneira deverá ser, no máximo, de 2 minutos, com todos os agregados

c) Transporte

O tempo decorrido entre o término da alimentação da betoneira e o término do lançamento do concreto na forma deve ser inferior ao tempo de pega

O transporte do concreto deverá obedecer a condições tais que evitem a **segregação dos materiais, a perda da argamassa e a compactação do concreto por vibração**

Os equipamentos usados são carro-de-mão, carro transporte tipo DUMPER e equipamento de lançamento tipo bomba de concreto, caminhões basculantes, caminhões betoneira

O concreto será lançado nas formas, depois das mesmas estarem limpas de todos os detritos

d) Lançamento

Deverá ser efetuado o mais próximo possível de sua posição final, evitando-se incrustações de argamassa nas paredes das formas e nas armaduras

A altura de queda livre não poderá ultrapassar a 1,5 m e, para o caso de concreto aparente, o lançamento deve ser feito paulatinamente. Para o caso de peças estreitas e altas, o concreto deverá ser lançado por janelas abertas na parte lateral da forma ou por meio de funis ou trombas

Recomenda-se lançar o concreto em camadas horizontais com espessura não superior a 45 cm ou 3/4 do comprimento da agulha do vibrador. Cada camada deve ser lançada antes que o precedente tenha tido início de pega, de modo que as duas sejam vibradas conjuntamente

Se o lançamento não for direto dos transportes, deverá a quantidade de concreto transportado ser lançado numa plataforma de 2,0 x 2,0, revestida com folha de aço galvanizado e com proteção lateral, numa altura de 15 cm, para evitar a saída da água

e) Adensamento

O adensamento do concreto deve ser feito por meio de vibrador

Os vibradores de agulha devem trabalhar e ser movimentados verticalmente na massa de concreto, devendo ser introduzidos rapidamente e retirados lentamente, em operação que deve durar de 5 a 10 segundos. Devem ser aplicados em pontos que distem entre si cerca de 1,5 vezes o seu raio de ação

O adensamento deve ser cuidadoso, para que o concreto preencha todos os recantos da forma. Durante o adensamento deverão ser tomadas as precauções necessárias para que não se formem ninhos ou haja segregações dos materiais, dever-se-á evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios ao seu redor, com prejuízo da aderência

Os vibradores de parede só deverão ser usados se forem tomados cuidados especiais, no sentido de se evitar que as armaduras saiam da posição.

Não será permitido empurrar o concreto com o vibrador

f) Cura

Deverá ser feita por qualquer processo que mantenha as superfícies e dificulte a evaporação da água de amassamento do concreto. Deve ser iniciada tão logo as superfícies expostas o permitirem (após o início da pega) e prosseguir pelo menos durante os 7 (sete) primeiros dias, após o lançamento do concreto, sendo recomendável a continuidade por mais tempo.

g) Junta de concretagem

Este tipo de junta ocorre quando, devido à paralisação prevista ou imprevista na concretagem, o concreto da última camada lançada iniciou a pega, não permitindo, portanto, que uma nova camada seja lançada e vibrada com ela.

As juntas devem ser, preferivelmente, localizadas nas secções tangenciais mínimas, ou seja

- nos pilares, devem ser localizadas na altura das vigas,
- nas vigas bi-apoiadas, devem ser localizadas no terço central do vão,
- nos blocos, devem ser localizadas na base do pilar,
- nas paredes bi-engastadas, devem ser localizadas acima do terço inferior,
- nas paredes em balanço, devem ser localizadas a uma altura, no mínimo, igual à largura da parede.

A junta deve ser tratada por qualquer processo que elimine a camada superficial de nata de cimento, deixando os grãos de agregado parcialmente expostos, a fim de garantir boa aderência do concreto seguinte.

Pode-se empregar qualquer dos métodos seguintes:

- jato de ar e água na superfície da junta, após o início do endurecimento,
- jato de areia, após 12 horas de interrupção,
- picoteamento da superfície da junta, após 12 horas de interrupção;

- passar escova de aço e, logo após, lavar a superfície e aplicar argamassa de concreto ou pintura tipo colmafix 2 mm de camada, o lançamento do novo concreto deve ser imediatamente procedido do lançamento de uma nova, de 1 a 3 cm de argamassa sobre a superfície da junta

O traço dessa argamassa deve ser o mesmo do concreto, excluído o agregado graúdo

h) Reposição de concreto falhado

Todo e qualquer reparo que se faça necessário executar para corrigir defeitos na superfície do concreto e falhas de concretagem, deverão ser feitos pela Firma Empreiteira, sem ônus para a SRH, executados após a desforma e teste de operação da estrutura, a critério da Fiscalização

São discriminados a seguir os principais tipos de falhas

l) Cobrimento insuficiente de armadura

Deve ser adotada a seguinte sistemática

- demarcação da área a reparar,
- apiloamento da superfície e limpeza,
- chapisco com peneira 1/4", com argamassa de traço igual a do concreto (optativo),
- aplicativo de adesivo estrutural na espessura máxima de 1 mm sobre a superfície perfeitamente seca,
- aplicação de argamassa especialmente dosada, por gunitagem ou rufo (chapeamento),
- proteção da superfície contra ação de chuva, sol e vento,
- aplicação de segunda demão de argamassa para uniformizar a superfície, após 24 horas de aplicação da primeira demão,
- alisamento da superfície com desempenadeira metálica,

- proteção da superfície contra intempéries usando-se verniz impermeabilizante, cobertura plástica ou camada de areia, molhando-se periodicamente durante 5 dias

Obs No caso de paredes e tetos, a espessura da camada em cada aplicação não deve exceder a 1 cm

II) Desagregação do concreto

Esta falha, que resulta num concreto poroso, deve ser corrigida pela remoção da porção defeituosa ou pelo enchimento dos vazios, com nata ou argamassa especial e aplicação adicional de uma camada de cobrimento, para proteção da armadura. A solução deve ser adotada, tendo em vista a extensão da falha, sua posição (no piso, na parede ou no teto da estrutura) e sua influência na resistência ou na durabilidade da estrutura. Para recomposição da parte removida, deve-se adotar a mesma sequência já referida.

III) Vazamentos

Será adotada a seguinte sistemática

- demarcação, na parte externa e na parte interna, da área de infiltração,
- remoção da porção defeituosa,
- mesma sequência já referida

Obs Dependendo da extensão da falha e do seu grau de porosidade, como opção poderá se aplicar várias demãos de pintura impermeabilizante à base de silicato ou de resina plástica, diretamente sobre a superfície interna

IV) Trincas e fissuras

É necessário verificar se há movimento na trinca ou fissura e qual a amplitude desse movimento, para escolha do material adequado para vedação

- Quando a trinca ou fissura puder ser transformada em junta natural, adota-se a sequência

demarcação da área a tratar abertura da trinca ou fissura, de tal modo que seja possível introduzir o material de vedação.

na amplitude máxima da trinca introduz-se cunhas de aço inoxidável a fim de criar tensões que impeçam o fechamento,

aplicação de material de plasticidade perene, fortemente aderente ao concreto Esses materiais são elastômeros. cuja superfície de contato, com o ar, se polimeriza, obtendo resistência física e química, mantendo, entretanto, a flexibilidade e elasticidade

- Quando deve ser mantida a continuidade monolítica da estrutura, adotar a seguinte sistemática

repete-se 1, 2, 3 do item anterior,

aplica-se uma película de adesivo estrutural,

aplica-se argamassa especial, semi-seca, que permita adensamento por percussão, na qual se adiciona aglutinante de pega rápida e adesivo expensor

- Quando não há tensões a considerar e é desejado apenas vedar a trinca, adotar a seguinte sistemática

executam-se furos feitos com broca de diamante ao longo da trinca, espaçados de 10 cm e com 5 e 6 cm de profundidade, sem atingir a armadura,

cobre-se a trinca com um material adesivo, posicionando os tubinhos de injeção,

injeta-se material selante adesivo (epoxi) com bomba elétrica ou manual apropriada

No caso de concreto usinado, todas, as exigências do controle de concreto são mantidas, devendo a responsabilidade da qualidade do concreto ser da Contratada, portanto os corpos de prova serão retirados na obra para testes de rompimento

MEDIÇÃO Em m³. das dimensões do projeto e estão inclusos, a mistura, transporte, lançamento, acabamento e curagem. O controle de resistência do concreto está incluso no preço

5 6 3 - Concreto ciclópico

Entende-se por concreto ciclópico aquele que é constituído por concreto simples preparado à parte com teor mínimo de 165 kg de cimento/m³ de concreto, com consumo de 0 3 m³ de pedra amarrada

As pedras de mão não deverão ter dimensões superiores a 0,30 m e serão incorporadas progressivamente à massa de concreto

A percentagem do agregado miúdo, sobre o volume total de agregado do concreto, será fixado, de acordo com a consistência, entre 30 a 45%

A percentagem de pedra-de-mão sobre o volume total de agregado, a incorporar à massa de concreto já preparada, será de 30%, no máximo

Deverá ter-se o cuidado de verificar que as pedras-de-mão fiquem perfeitamente imersas e envolvidas pela massa do concreto, de modo a não permanecerem apertadas entre si contra as formas e, ainda, que a massa do concreto ciclópico se mantenha integralmente plástica, mesmo depois do lançamento das pedras-de-mão

MEDIÇÃO Em m³

5 6 4 - Formas

Todas as formas para concreto armado serão confeccionadas em folhas de compensado, com espessura mínima de 12 mm, para utilização repetidas, no máximo, 4 vezes. A precisão de colocação das formas será de mais ou menos 5 mm

Para o caso de concreto não aparente, aceita-se o compensado resinado, entretanto, visando a boa técnica e a qualidade e aspecto plastificado, pode-se adotar preferencialmente o compensado plastificado

Serão aceitas, também, formas em virolas, tábuas de pinho, desde, que sejam para concreto rebocado e estrutura de até 2 pavimentos de obras simples. Não são válidas para obras em que haja a montagem de equipamentos vibratórios

Nas costelas não serão admitidos ripões, devendo ser as mesmas preparadas a partir da tábua de pinho ou virola de 1" de espessura

Nas lajes, onde houver necessidade de emendas de barrotes, as mesmas não deverão coincidir com suas laterais

No escoramento (cimbramento) serão utilizados, de preferência, barrotes de secção de 10 cm, se quadrada, podendo ser usadas madeiras cilíndricas tipo estronca, diâmetro médio de 12 cm

As formas deverão ter as armações e escoramentos necessários para não sofrerem deslocamento ou deformações quando do lançamento do concreto e não se deformarem, também, sob a acção das cargas e das variações de temperatura e umidade

As passagens de canalizações através de quaisquer elementos estruturais deverão obedecer rigorosamente às determinações do projeto, não sendo permitida a mudança de posição das mesmas, salvo casos especiais

As peças que transmitirão os esforços de barroteamento das lajes para o escoramento deverão ser de madeira de pinho de 3^a ou virola, com largura de 1' (um pé) e espessura de 1" O escoramento da laje superior deverá ser contraventado no sentido transversal, cada 3,0 m de desenvolvimento longitudinal, com peças de madeira de pinho de 3^a ou virola e espessura de 1" A posição das formas prume e nível será objeto de verificação permanente, principalmente durante o lançamento do concreto

Para um bom rendimento da madeirite, facilidade de desforma e aspecto do concreto, devem as formas serem tratadas com modeliso ou similar, que impeçam a aderência do concreto à forma Os pregos serão rebatidos de modo a ficarem embutidos nas formas

Por ocasião da desforma não serão permitidos choques mecânicos

Será permitida amarração das formas com parafusos especiais devidamente distribuídos, se for para concreto aparente ou a introdução de ferros de amarração nas formas, através da ferragem do concreto

Deverão ser observados, além da reprodução fiel do projeto, a necessidade ou não de contra-flecha, superposição de pilares, nivelamento das lajes e vigas, verificação do escoramento, contraventamento dos painéis e vedação das formas, para evitar a fuga da nata de cimento

O cimbramento será executado de modo a não permitir que, uma vez definida a posição das formas, seus alinhamentos, secções e prumadas, ocorram deslocamentos de qualquer espécie, antes, durante e após o lançamento

Deverão ser feitos estudos de posicionamento e dimensionamento do conjunto e seus componentes, para que, por ocasião da desforma, sejam atendidas as secções e cotas determinadas sem projeto. As peças utilizadas para travessas, contraventamento, etc, deverão possuir secção condizente com as necessidades. Nenhuma peça componente deverá possuir mais que uma emenda em três metros e, esta emenda, se situar sempre fora do terço médio

O cimbramento poderá, também, ser efetuado com estrutura de aço tubular

Prazo mínimo para retirada das formas: faces laterais - 3 dias, faces inferiores - 14 dias com escoras, faces inferiores - 21 dias, com pontalete

MEDIÇÃO Em m², tanto para formas planas quanto curvas. Considera-se forma curva toda aquela que apresenta raio de curvatura e serão medidas pela área desenvolvida em contacto com o concreto. Estão inclusas as costelas, andaimes, cimbramento, contraventamento, etc

5.6.5 - Aço dobrado e colocado

Observar-se-á, na execução das armaduras, se o dobramento das barras, o número de barras e suas bitolas, a posição correta das mesmas, a amarração e o recobrimento, conferem com o projeto das armaduras

Não será permitido alterar o número de barras, diâmetros, bitolas e tipos de aço, a não ser com autorização por escrito do autor do projeto

As armaduras, antes de serem colocadas nas formas, deverão ser perfeitamente limpas de quaisquer detritos ou excessos de oxidação

As armaduras deverão ser colocadas nas formas de modo a permitir um recobrimento das mesmas, pelo concreto. Para tanto, poderão ser utilizados calços de concreto pré-moldados ou plásticos, estes calços deverão ser colocados com espaçamento conveniente

As emendas das barras da armadura deverão ser feitas conforme o projeto, as não previstas só poderão ser localizadas e executadas conforme o item 6.3.5 da NB-1 (ABNT)

As armaduras a serem utilizadas deverão obedecer as prescrições da EB-3 e EB-233, da ABNT

MEDIÇÃO Em (kg), medição pelo peso, determinado no projeto das armaduras cortadas, dobradas, amarradas e colocadas nas formas, inclusive arame e pedras

5.7 - Impermeabilização de Superfície em Contacto com Água e Outros

Estas especificações vão abranger serviços de impermeabilização

- 1) de superfície em contacto com água, com emprego de aditivos comuns,
- 2) de superfície, utilizando-se produtos plásticos/asfálticos,
- 3) de superfície, utilizando-se de produtos especiais à base de epoxi

a) Aditivos comuns

As superfícies de concreto a serem impermeabilizadas deverão ser cuidadosamente limpas, removendo-se os excessos de argamassa e outros materiais estranhos. Falhas e buracos serão corrigidos com argamassa de cimento e areia, sendo que os cantos serão arredondados e as superfícies lisas serão picoteadas e raspadas com escovas de aço

As impermeabilizações deverão ser executadas em superfícies secas, preferencialmente, e, no caso de lajes, em dias de sol ou sob baixo índice de umidade relativa do ar

As superfícies serão então chapiscadas com impermeabilização em argamassa de cimento e areia 1:3. Decorrido 48 horas do chapisco, inicia-se o reboco, diluído na argamassa com o aditivo, com dosagem de acordo com o fabricante, terá espessura mínima de 1,5 cm e o acabamento será feito com desempenadeira metálica

Após à pega do reboco, será dada uma camada de nata de cimento diluído novamente com aditivo, suficientemente plástico para se obter espessura de até 1 cm, com acabamento à colher. Quando começar a pega, a superfície deve ser alisada com brocha molhada, para recobrir as pequenas trinchas com restrição de nata

Nas superfícies assemelhadas a pisos, haverá entranhagem com cimento em pó e acabamento à colher. Pode-se acrescentar, em pisos, revestimentos com pinturas de tintas betuminosas inertes, tipo Inertol ou Isofirm

Este processo pode ser aplicado nas superfícies em contacto direto com o solo, ou a água, tais como alvenaria de embasamento, vigas de baldrame, paredes de reservatórios, calhas de concreto e outros

Nas lajes, deverão ser tomados cuidados especiais nas concordâncias das impermeabilizações com bordas, ralos, greihas e canalizações. Os encontros devem ser boleados ou arredondados

b) Produtos plásticos asfálticos

Em caso de insucesso no processo anterior, pode-se aplicar como complemento ou mesmo como unico processo, produtos plásticos asfálticos

Este sistema consiste basicamente na colagem de membranas de feltro-asfáltico com asfalto oxidado, muito usado em marquises, lajes de cobertura e terracos

As superfícies, antes da aplicação, devem estar devidamente regularizadas com caimentos definidos

Regularizada a superfície, faz-se a impregnação com asfalto isento de óleo, misturado com solvente olifático e aguarrás mineral. A proporção será de 35 a 50% entre asfalto e solvente. O asfalto será do tipo ASDM-D-41/41

O consumo de asfalto é de 500 a 700 m²

Após a secagem da impregnação, será providenciada a colocação da membrana de feltro asfáltico. O feltro poderá ser do tipo 250/15, 330/20, 420/25, 50/30

Com o objetivo de eliminar a formação de bolsas de ar e no sentido de obter-se colagem perfeita, o feltro será apertado e batido contra o asfalto

Estes serviços devem ser realizados por firmas especializadas ou sob a orientação técnica dos próprios fabricantes ou seus representantes

c) Produtos com Epoxi

Este sistema consistirá na impermeabilização, da superfície, por aplicação de argamassa colmatada por hidrófugo de massa e recobrimento com resina epoxi sob capeamento

As superfícies devem ser preparadas, devendo ser lavadas e escovadas com escovas de aço

Todas as arestas e cantos internos vivos serão arredondados ou chanfrados, com argamassa cimento:areia 1 2

A superfície será então chapiscada com diluído, aditivo promotor de adesão e, posteriormente, com o preparo de argamassa colmatada de cimento, areia e hidrófugo, na proporção indicada pelo fabricante

A espessura mínima de argamassa colmatada é 3 cm, em 2 camadas de 1,5 cm

A cura da argamassa colmatada será obtida pela manutenção de um estado de saturação na superfície, por 72 horas, sempre umedecendo a superfície

Depois aplica-se novos chapiscos e nova camada de argamassa sem hidrófugo. A espessura será de 2 cm

Após a superfície estar absolutamente seca e isenta de manchas de óleo, graxas ou limo, aplica-se a resina epoxi de base de alcatrão, que é apresentado sob a forma de 2 componentes A e B, os quais, após misturados energicamente, reagem entre si de maneira irreversível. Estes produtos, após misturados, devem ser aplicados imediatamente, pois têm duração de 10 minutos o estado de novo componente, quando se dará a secagem e então será impossível a utilização

6 - ORÇAMENTO

000095

RESUMO DOS CUSTOS

000090

DISCRIMINACAO	CUSTO FINANCEIRO		CUSTO ECONOMICO	
	TOTAL Cr\$	TOTAL US\$	TOTAL Cr\$	TOTAL US\$
AMPLIACAO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'AGUA DE ITAPAJE	36 834 363 503,17	517 678,29	23 543 690 892,73	330 888,24
1.0 CAPTACAO	8 373 989 011,55	117 689,89	6 191 879 197,46	87 022,04
1.1 EQUIPAMENTO HIDRO MECANICO	3 012 508 617,43	42 338,46	2 601 379 932,81	36 560,37
1.2 OBRA CIVIL	2 750 794 635,72	38 660,28	2 913 835 796,67	28 302,89
1.3 EQUIPAMENTO ELETROMECANICO	2 610 685 758,40	36 691,16	1 576 663 467,97	22 158,78
2.0 ADUTORA	21 125 568 371,09	296 903,41	12 003 429 590,34	168 698,85
3.0 AMPLIACAO DA ETA	7 334 806 120,53	103 084,99	5 348 382 104,93	75 167,35
3.1 - POCO DE SUCCAO 1 - ELEVATORIA 1	461 490 737,05	6 485,89	312 180 548,18	4 387,45
3.1.1 EQUIPAMENTOS HIDRO-MECANICOS	123 656 095,82	1 737,89	96 102 002,70	1 350,64
3.1.2 Obra civil	150 139 677,23	2 110,10	102 845 678,90	1 445,42
3.1.3 Equipamento Eletromecanico	187 694 964,00	2 637,91	113 232 866,58	1 591,40
3.2 POCO DE SUCCAO 2 - ELEVATORIA 2	409 025 867,99	5 748,54	256 407 239,68	3 603,60
3.2.1 EQUIPAMENTO HIDRO-MECANICOS	258 209 890,76	3 628,94	145 042 836,91	2 038,46
3.2.2 - Obra civil	150 139 677,23	2 110,10	110 953 221,47	1 559,36
3.2.3 - Equipamento eletromecanico	676 300,00	9,50	411 181,30	5,78
3.3 - SUB-ESTACAO AEREA-TIPO POSTE 75 KVA 13 800/380/220 V	806 310,00	11,33	486 222,66	6,83
3.4 - FILTRO CONVENCIONAL	1 319 552 763,42	18 545,29	948 548 064,77	13 331,10
3.4.1 - EQUIPAMENTO HIDROMECHANICO	397 014 431,59	5 579,73	266 792 237,55	3 749,56
3.4.2 - Obra civil	922 538 331,83	12 965,56	681 755 827,22	9 581,55
3.5 - RESERVATORIO SEMI-ENTERRADO	5 552 956 310,06	78 042,48	4 087 167 269,32	57 441,95
3.5.1 - Canalizacoes e Conexoes	72 543 805,34	1 019,55	37 142 428,33	522,01
3.5.2 - Obra Civil	5 480 412 504,72	77 022,93	4 050 024 840,99	56 919,94
4 MANUTENCAO	1 545 580 814,61	21 721,93	1 025 167 632,53	14 407,93
5 OPLRACAO	4 196 306 751,35	58 975,82	4 101 730 487,54	57 646,63
ENERGIA (Para o ano de alcance do projeto) FC = 0,955	3 546 254 751,35	49 839,85	3 386 673 287,54	47 597,06
PLSSOAL FC = 1,100	650 052 000,00	9 135,97	715 057 200,00	10 049,57

PROJETOS DE RIMUNABASTEAGOCUSTOITA.WOI

DETALHAMENTO DOS CUSTOS

000096

A TÉCNICA QUE CONDUZ AO FUTURO



Projeto Curu - Paraipaba



Prata de Itacema



Projeto Curu - Paraipaba

Quando uma empresa acompanha a evolução de seu tempo utilizando inovadoras e avançadas técnicas para a execução de seus serviços com eficiência e responsabilidade, cumpre o seu papel perante o futuro, contribuindo, desta forma, para o progresso do homem.



FAZ PARTE DA EVOLUÇÃO

000101