



Folha de Dados

IDGED:

0255/01

LOTE:

2667

AUTOR:

TSA – PROJETO DE ENGENHARIA LTDA; SRH

TÍTULO:

ELABORAÇÃO DOS PROJETOS DE ADUTORAS E DE TURBO-BOMBAS NO AÇUDE FOGAREIRO PARA O RIO PIRABIBU

SUBTÍTULO:

RELATÓRIO GERAL; VOLUME 1 - TEXTO

AGOSTO DE 2000

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO DOS PROJETOS DE ADUTORAS E DE TURBO-BOMBAS NO AÇUDE FOGAREIRO PARA O RIO PIRABIBU

TOMO 1

RELATÓRIO GERAL

VOLUME 1 - TEXTO

Lote: 02667 - Prep Scan Index

Projeto Nº 255101

Volume _____

Qtd. A4 _____

Qtd. A3 _____

Qtd. A2 _____

Qtd. A1 _____

Qtd. A0 _____

Outros _____



TSA - PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA.

FORTALEZA
AGOSTO/00

0255/01

ex.2

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

**ELABORAÇÃO DOS PROJETOS DE ADUTORAS E DE
TURBO-BOMBAS NO AÇUDE FOGAREIRO PARA O RIO
PIRABIBU**

RELATÓRIO GERAL

VOLUME 1 - TEXTO

ÍNDICE

ÍNDICE

ÍNDICE	2
1 - APRESENTAÇÃO	4
2 - INTRODUÇÃO	6
2.1 - Caracterização da Região Atendida e Finalidade	7
2.1.1 - Localização e Acesso	7
2.1.2 - Aspectos Sócio-econômicos	9
3 - SISTEMA PROPOSTO	10
3.1 - Premissas de Projeto	11
3.2 - Fonte Hídrica, Captação e Operação do Sistema	11
4. - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	15
4.1 - Vazões Bombeadas	16
4.2 - Especificação da Turbina	18
4.3 - Especificação da Bomba	18
4.4 - Especificação do Sistema Hidráulico Açude-Barrilete	18
4.5 - Especificação dos Barriletes de Adução e Recalque.....	18
4.5.1 Espessura da Parede das Tubulações	18
4.6 - Número de Conjuntos Turbo-Bomba.....	18
4.7 - Metodologia de Cálculo	18
5 - ADUTORA.....	18
5.1 - Escolha do Traçado do Sistema Adutor.....	18
5.2 - Escolha do Diâmetro e Número de Adutoras.....	18
6 - MACROMEDIÇÃO	18

1 - APRESENTAÇÃO

1 - APRESENTAÇÃO

O presente documento consolida os trabalhos executados através do contrato nº 32/99/SRH-CE firmado entre a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará e a TSA Projetos de Engenharia Ltda. para a elaboração do Projeto Executivo do Sistema de Transposição do Açude Fogareiro para o Rio Pirabibu, cujo objetivo principal é a perenização de trecho do Rio Pirabibu, além da oferta hídrica para irrigação na região cortada pelo eixo de transposição.

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

Este documento constitui o Volume 1 – Texto – Relatório Geral.

TOMO I – RELATÓRIO GERAL

Volume 1 – Texto

Volume 2 – Memorial de Cálculo

Volume 3 – Quantitativos e Custos

Volume 4 – Especificações Técnicas

Volume 5 – Normas de Medição e Pagamento

TOMO II – DESENHOS

Volume 1 – Arquitetura, Hidromecânica e Plantas Complementares.

Volume 2 – Projeto Estrutural da Estação de Recalque

Volume 3 – Perfil e Caminhamento – Adutora.

Volume 4 – Cadernetas de Campo

2 - INTRODUÇÃO

2 - INTRODUÇÃO

A transposição de água entre bacias hidrográficas visando atender a populações do interior do Estado, carentes quanto ao abastecimento de água para consumo, pecuária e irrigação é um problema fundamental para o desenvolvimento sócio-econômico das regiões interioranas do Estado do Ceará, face à escassez de água.

O Governo do Ceará, buscando atender à demanda crescente das cidades e no objetivo de promover o desenvolvimento das regiões no interior do estado, tem partido para soluções definitivas com o intuito de disponibilizar água através da integração de suas bacias e sub-bacias hidrográficas.

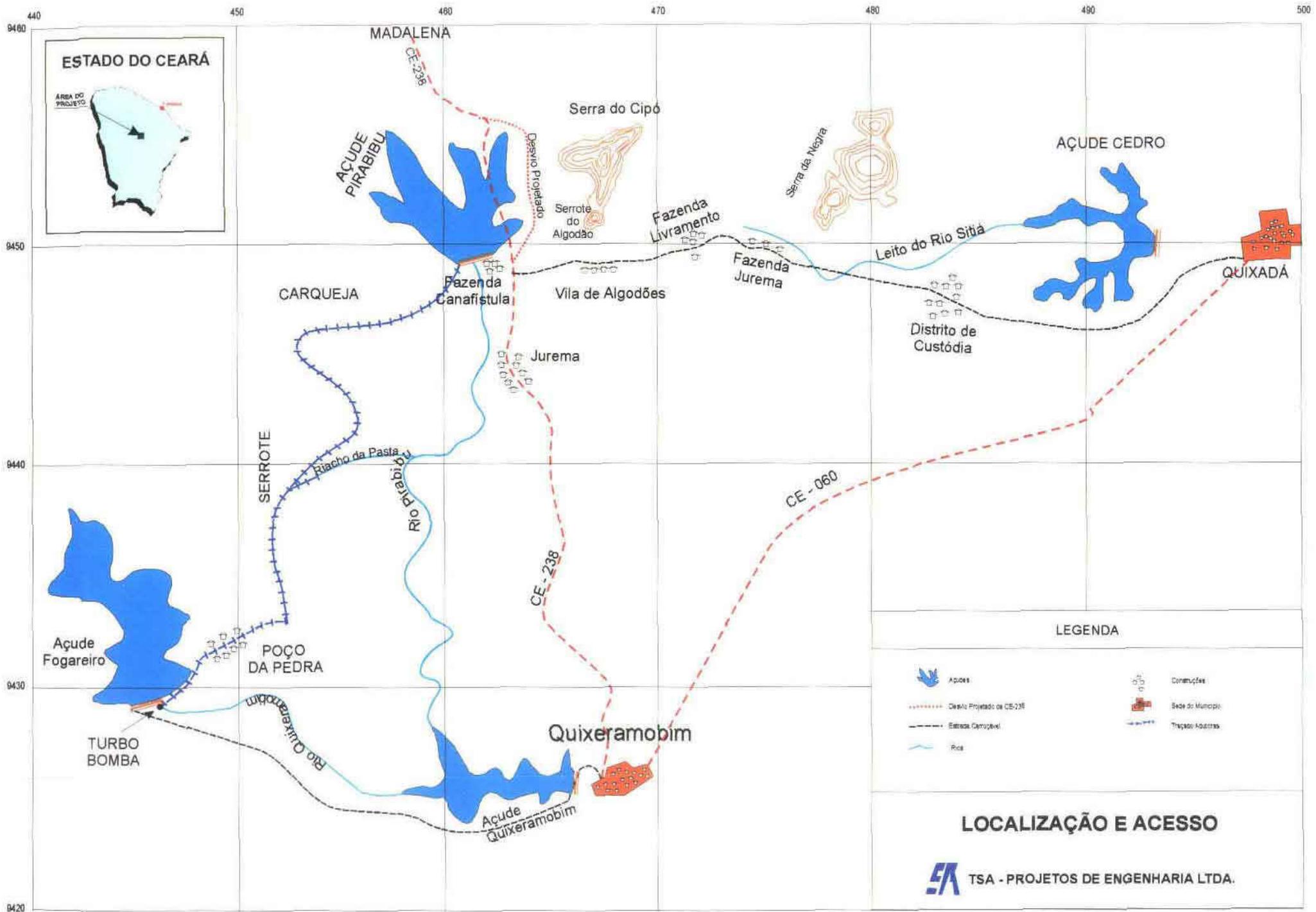
A elaboração dos projetos para transposição de águas denominados Sistema de Transposição Fogareiro - Pirabibu, cuja característica principal é a utilização de energia hidráulica para o recalque na estação de bombeamento, permitirá a transposição das águas do açude Fogareiro para a bacia do Rio Pirabibu, podendo vir a atender também localidades e demandas que se encontram no eixo de interligação das bacias, através de pequenos canais e/ou adutoras, vindo de encontro com o programa da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará que visa a integração destas bacias.

2.1 - Caracterização da Região Atendida e Finalidade

2.1.1 - Localização e Acesso

O açude Fogareiro, que começou a ser construído em 1992 e foi finalizado em 1996, localiza-se na bacia do Banabuiú no Estado do Ceará, com coordenadas geográficas 5° 11' 57" (S) de latitude e 39° 17' 34" (W) de longitude. Limita-se ao Norte com os municípios de Madalena, Canindé e Choró e ao sul com os municípios de Senador Pompeu e Milhã.

O acesso rodoviário é feito pela cidade de Quixeramobim, a partir de Fortaleza através da BR - 116 até o entroncamento da BR 122 no Triângulo, em Chorozinho, prosseguindo até Quixadá e a partir daí pela CE - 060 até Quixeramobim . Outra opção é ir de Fortaleza a Quixeramobim diretamente pela CE - 060.



000010

A partir de Quixeramobim o acesso é por estrada carroçável, em direção ao distrito Vila da Pedra, próximo ao qual se encontra o açude Fogareiro.

A distância entre este açude e a capital do Estado é de aproximadamente 260 Km.

2.1.2 - Aspectos Sócio-econômicos

A transposição das águas do açude Fogareiro para a bacia do Rio Pirabibu tem como objetivo melhorar as condições da estrutura fundiária existente nas regiões vizinhas ao eixo de interligação das bacias envolvidas. Busca-se com esta transposição a perenização do Riacho da Pasta, assim como o abastecimento do Riacho do Tenente, que cruzam o eixo de transposição e desaguam no Rio Pirabibu, ou seja, todo o volume de água excedente que for transposto retornará ao próprio Rio Quixeramobim, em seções a jusante do açude Fogareiro.

O alcance do projeto em termos quantitativos prevê o abastecimento regular no eixo de transposição, com a vazão de projeto, até o ano de 2020, com os equipamentos funcionando em tempo integral, sem sazonalidades. Os únicos fatores limitantes são o próprio volume do açude e a possibilidade de liberação de água.

Os objetivos principais do projeto são:

- abastecimento de regiões carentes de recursos hídricos em todo o eixo de transposição, assim como dos riachos que o cruzam, beneficiando direta e indiretamente uma população estimada em 800 habitantes;
- Promover o crescimento econômico da região, que tem como principal identidade econômica a agricultura e pecuária;
- Proporcionar o aproveitamento, através da irrigação, de duas manchas de solo (Projeto Travessia) ao longo do eixo da adutora.

3 - SISTEMA PROPOSTO

3 - SISTEMA PROPOSTO

3.1 - Premissas de Projeto

O projeto é baseado a partir do melhor traçado para a adutora, que se estende por uma distância de 10.280 m a partir do açude Fogareiro, servindo os riachos e terras irrigáveis que cortam o eixo de transposição.

A estação de recalque foi projetada para operar com 2 conjuntos de recalque permitindo diferentes condições de operação para o sistema, que variam de acordo com a necessidade hídrica e também de acordo com as variações do ano hidrológico.

As vazões recalçadas foram obtidas através do cruzamento das curvas dos sistemas com as bombas utilizadas no projeto. O desenho do conjunto formado pelo acoplamento da turbina à bomba, pode ser visto no Tomo II, volume 1, referente aos desenhos de hidromecânica.

A vazão máxima a ser recalçada foi determinada em função da vazão regularizada, onde parte desta é utilizada pelas turbinas para o recalque. Também foram analisados o custo da tubulação de recalque e a vazão necessária para viabilizar o projeto. A carga no sistema das turbinas também foi considerada. Sendo assim, o sistema foi dimensionado para operar com a máxima capacidade possível dentro dos limites de energia hidráulica disponível baseado nos dados hidrológicos fornecidos pela COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará.

3.2 - Fonte Hídrica, Captação e Operação do Sistema

A fonte hídrica para este projeto de adução e recalque é o açude Fogareiro, cuja bacia hidrográfica é apresentada na figura 1.

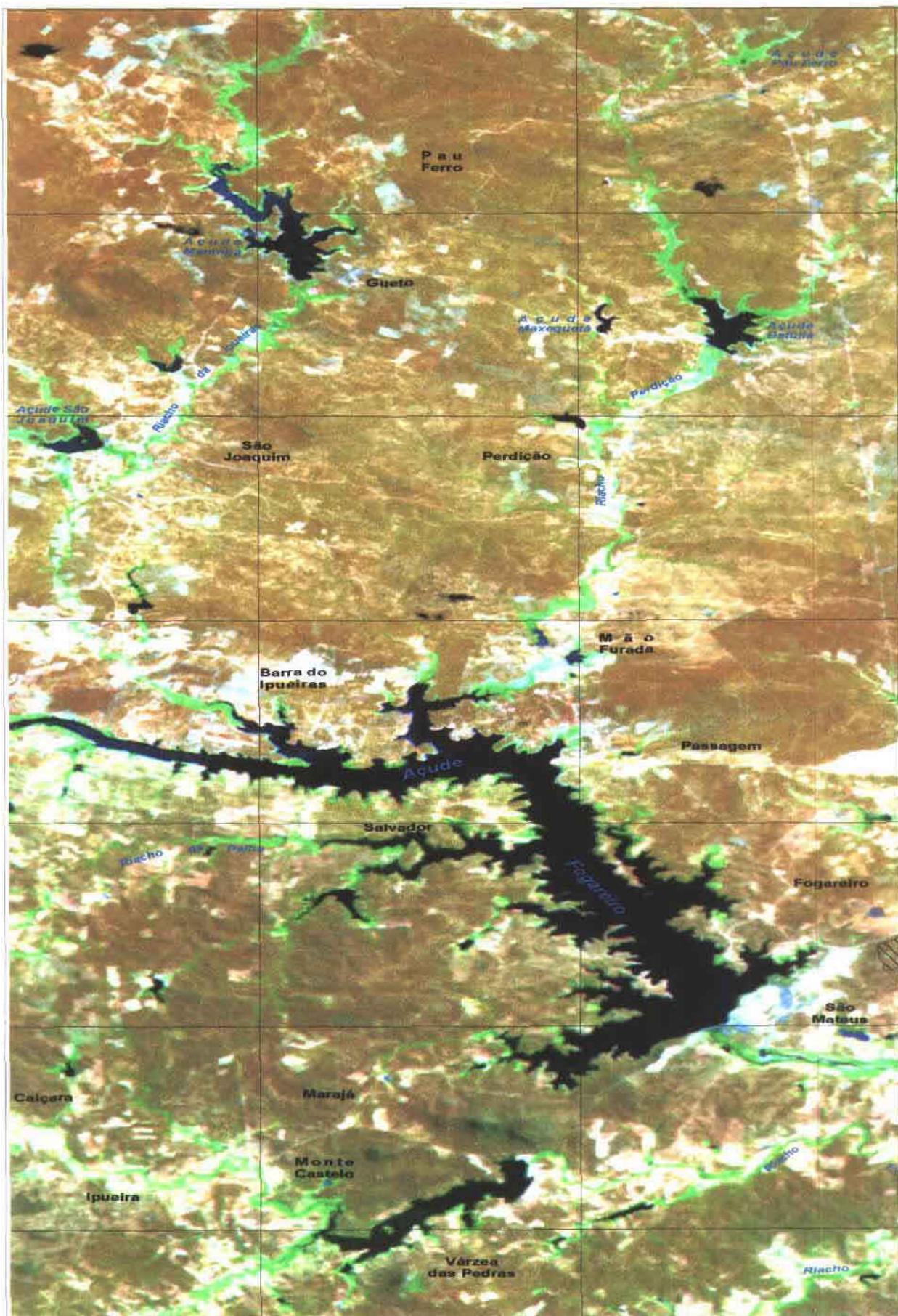


FIGURA 01 - BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE FOGAREIRO

As máquinas motoras (turbinas) serão alimentadas da mesma forma que o sistema de captação das bombas; serão provenientes de uma das tomadas d'água do açude que são do tipo galeria tubular dupla com diâmetros de 1,50 m no flange que faz a conexão com as válvula dispersoras cônicas atualmente instaladas.

O sistema hidráulico principal (ou coletor de adução) terá como ponto inicial a extremidade da atual tubulação de acesso a uma das válvulas dispersoras, no flange, devendo ser removida esta válvula dispersora cônica existente para a conexão deste sistema hidráulico. Cabe ressaltar que a válvula retirada poderá, se necessário no futuro, ser reinstalada na outra extremidade do sistema.

Em relação ao manancial, as retiradas de água a montante não foram consideradas por serem de baixíssima magnitude, a não ser, em certas e raras condições, para o abastecimento e irrigação ribeirinhas.

As retiradas a jusante são baseadas nas liberações históricas da COGERH, levando sempre em conta a demanda mínima de abastecimento a jusante.

O sistema baseado na utilização de turbo-bombas tem em sua simplicidade de operação uma das grandes vantagens de utilização. O sistema pode ser operado com apenas duas(uma por turno) pessoas previamente instruídas e treinadas, intercalando-se em turnos de oito horas. Uma equipe de manutenção, composta por dois técnicos(que ficariam de sobreaviso em relação a alguma emergência) faria as tarefas rotineiras, preventivas e corretivas, quando for o caso, com periodicidade de 15 ou 30 dias, de acordo com as recomendações do fabricante. O atual encarregado de fiscalização do açude também seria aproveitado, fazendo a mesma função atual e comunicando eventuais ocorrências e leituras de volumes totalizados e vazões do sistema a seus superiores regionais.

As regras de operação do sistema seriam ditadas pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos - COGERH de acordo com a necessidade de transporte de água para a bacia do Pirabibu e principalmente pela possibilidade de liberação de água e demanda a jusante do açude Fogareiro.

O sistema teoricamente pode se manter ativo 24 horas por dia, por não sofrer aquecimentos ou outros inconvenientes inerentes a sistemas dotados de moto-bombas convencionais.

4. - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

4. - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

4.1 - Vazões Bombeadas

As vazões bombeadas foram determinadas tendo como parâmetro a vazão regularizada de projeto e a cota do nível d'água do açude Fogareiro. A cota do nível do reservatório para o projeto foi determinada com:

- Método Determinístico, com o auxílio da Estatística Descritiva, onde foram considerados os registros mensais das cotas dos níveis do reservatório no período dos anos de 1986 a 2000, obtidos junto à COGERH, perfazendo um total de 169 meses.

Obs: Procurou-se realizar o estudo por projeções pelo método de simulação através do software ModSim, mas os dados registrados disponíveis referentes ao açude Fogareiro não foram suficientes para uma geração de dados confiáveis.

A partir da cota de projeto (230,72 m) é determinada a carga bruta, que é da ordem de 14,9 m. A curva da cota em função do tempo para o açude Fogareiro pode ser vista na figura 2. A vazão regularizada de projeto, que é de 2,088 m³/s, foi tomada como parâmetro na determinação das vazões bombeadas.

Tendo o padrão de operação historicamente aplicado ao açude(estaria operando a segunda bomba no período de agosto a dezembro, em média), fixou-se a vazão turbinada como devendo ser próxima(para melhor aproveitamento do potencial energético) e inferior(para evitar ociosidade do equipamento) à vazão regularizada, ou seja, em torno de 1,34 m³/s. Os resultados obtidos neste projeto mostram uma vazão total (bombeada+turbinada) de 1,45 m³/s.

Com a potência hidráulica obtida através da carga disponível e vazão regularizada foi possível a determinação dos conjuntos de recalque constituídos por uma bomba centrífuga acoplada a uma turbina do tipo Michell-Banki.

Com o levantamento topográfico do trajeto a ser percorrido pela adutora, da estação de recalque até o ponto final, foi possível determinar o ponto de funcionamento do sistema hidráulico, através da elaboração do gráfico apresentado na figura 3, onde consta a curva resultante da associação das duas bombas em paralelo e as curvas do sistema com diferentes pontos de abertura da válvula.

Embora a válvula borboleta não tenha se mostrado de alta eficiência no cálculo do ponto de funcionamento para as características da instalação em decorrência da grande extensão do sistema, a mesma poderá ser utilizada tendo o controle de vazão auxiliado pelas válvulas na saída da adutora e válvulas que controlam a vazão na turbina.

Curva Cota em Função do Tempo - Açude Fogareiro

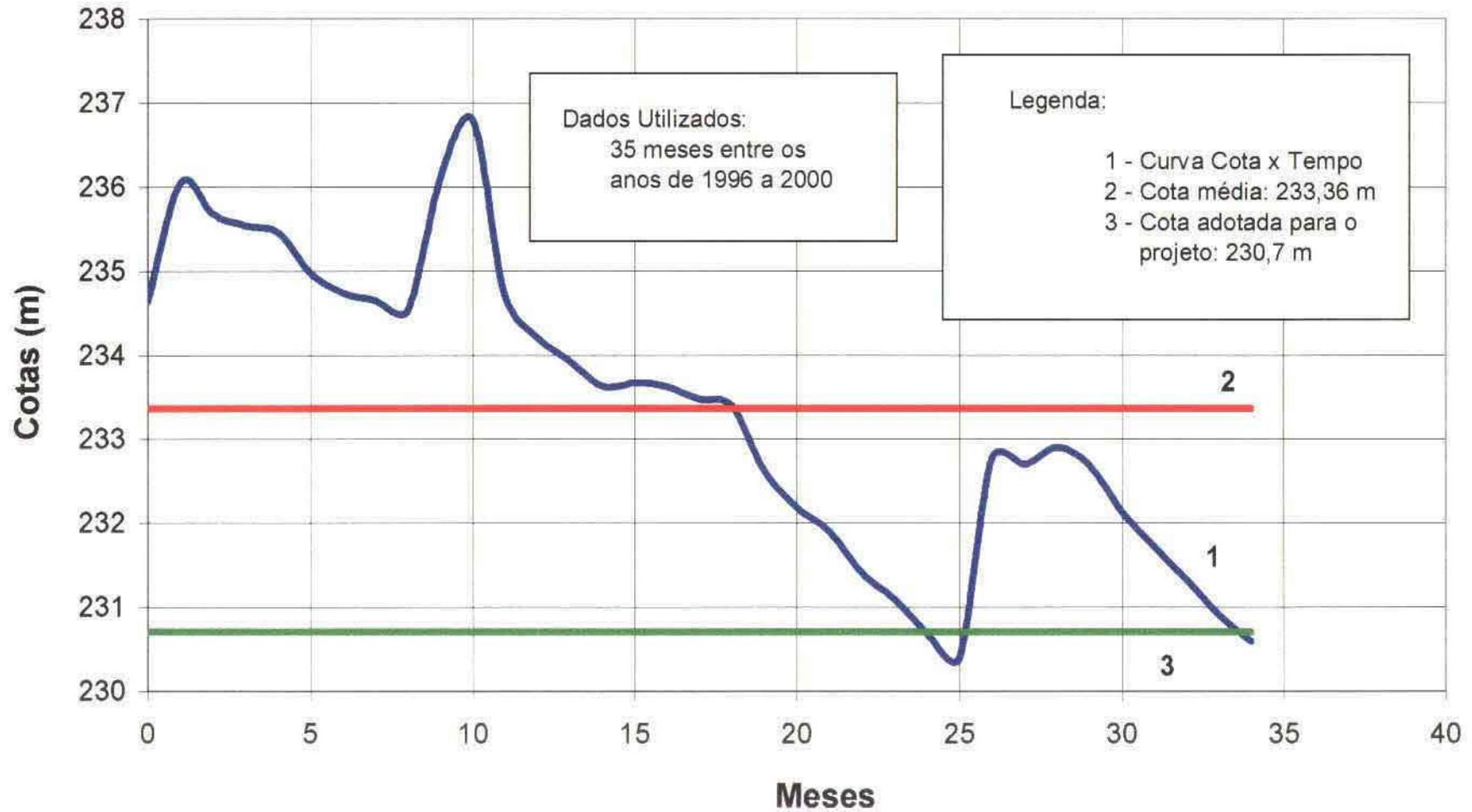


Figura 2 – Curva Cota x Tempo

Adutora Fogareiro - Duas Bombas em Paralelo Sistema com Diferentes Pontos de Operação

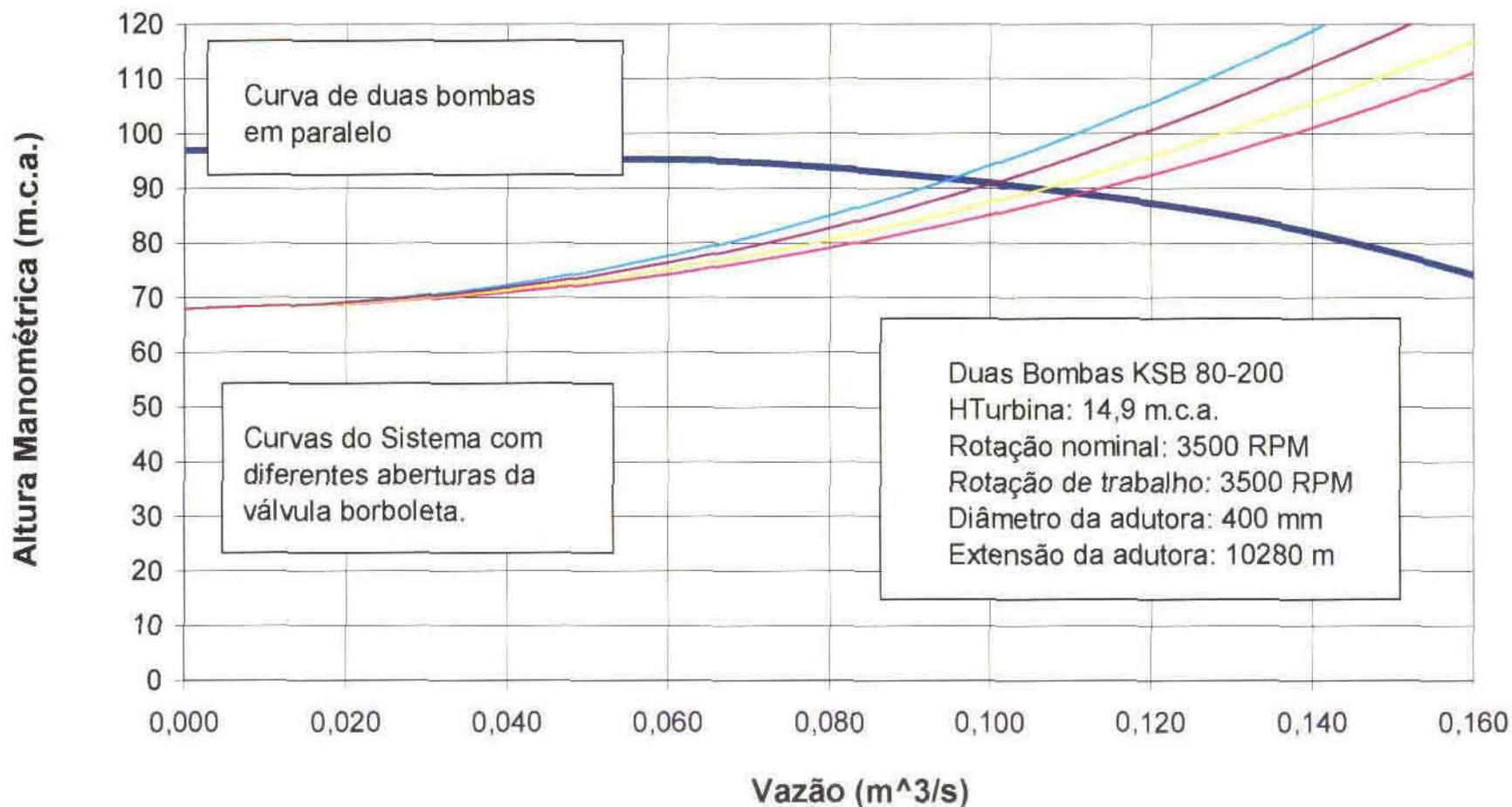


Figura 3 - Pontos de Funcionamento do Sistema Hidráulico de Recalque - Adutora Fogareiro

A vazão esperada para o recalque é de 0,110 m³/s, tida como suficiente para o abastecimento e viabilidade deste projeto.

A energia hidráulica disponível, função da vazão regularizada e carga na turbina, é suficiente para o seu recalque.

O sistema de recalque é constituído de 2 (dois) conjuntos Turbo-Bomba, o que permite diferentes formas de operação.

A tabela 1 apresenta o ponto de funcionamento (vazão) para diferentes números de conjuntos operando, assim como a vazão obtida pelo sistema para uma carga bruta na turbina reduzida de aproximadamente 25%, ou seja, uma carga de 11,2 m.c.a.

Tabela 1 - Vazões de Recalque para Diferentes Condições de Operação

Número de conjuntos de recalque	Número de conjuntos por Adutora (φ=400 mm)	Número de conjuntos operando por adutora	Carga na turbina (m.c.a.)	Rotação na Bomba (RPM)	Vazão recalçada por adutora (m ³ /s)	Vazão total Turbinada (m ³ /s)
2	2	1	14,9	3500	0,075	0,797
			11,2	3031	0,035	0,45
		2	14,9	3500	0,11	1,34
			11,2	3031	0,045	0,62

4.2 - Especificação da Turbina

A turbina especificada é do tipo fluxo-cruzado (cross-flow), está dentro das características exigidas pelo aproveitamento (carga, vazão e rotação) e apresenta um custo de fabricação e manutenção menor em relação a sua concorrente direta, a Francis. A turbina Michell-Banki possui a característica de manter o mesmo rendimento para diferentes condições de vazão, além de não estar sujeita a cavitação. A turbina Michell-Banki é apresentada na figura 4.

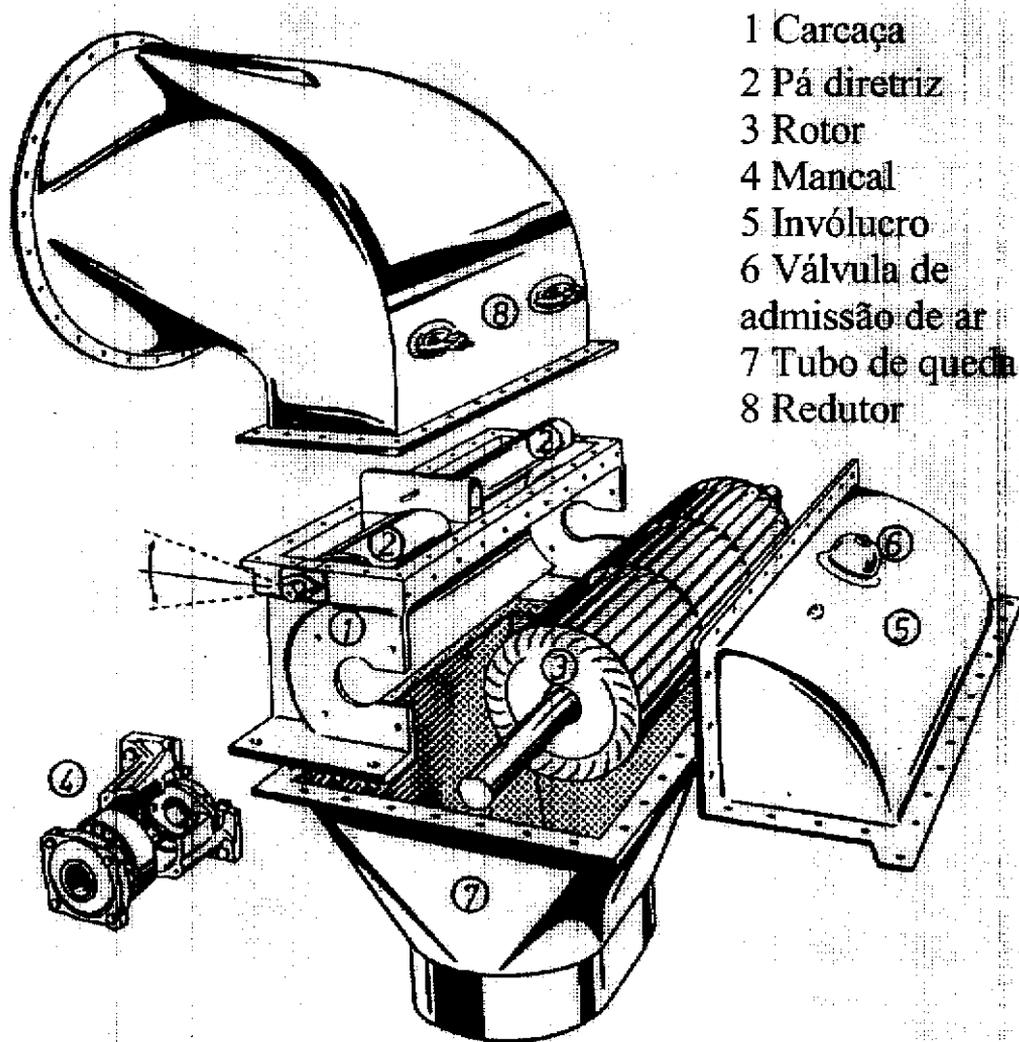


Figura 4 - Turbina Michell-Banki

4.3 - Especificação da Bomba

Para a especificação das bombas foram consideradas as seguintes variáveis: altura manométrica, vazão e rendimento necessárias na linha de recalque assim como a potência máxima possível de ser fornecida pela turbina, que é função das características do aproveitamento hidráulico.

4.4 - Especificação do Sistema Hidráulico Açude-Barrilete

A conexão hidráulica entre açude e barrilete será feita através de uma tubulação em aço, tendo seu início no flange que liga a válvula dispersora (a ser removida) e seu término se dará após passar pela casa de máquinas. A válvula removida poderá ser futuramente instalada na extremidade final deste sistema, onde está previsto um flange cego.

Este sistema hidráulico de adução parte com o diâmetro do flange da válvula retirada (1,50 m) e segue até o final com esse diâmetro, possuindo três derivações antes do seu término, na altura da estação de recalque (casa de máquinas).

As derivações são (2) para os barriletes de adução das turbinas e (1) captação das bombas. O diâmetro destas derivações obedecem aos critérios técnicos de velocidade, fornecidos por fabricantes de turbinas e bombas, sendo o limite máximo de 2 m/s para as bombas e 4 m/s para as turbinas. As figuras 5, 6, 7 e 8 são fotografias do local e o esquema geral deste Sistema Hidráulico Açude-Barrilete pode ser visto na figura 9; as figuras são apresentadas a seguir.



Figura 5 – Vista das Válvulas a Partir do Coroamento do Açude

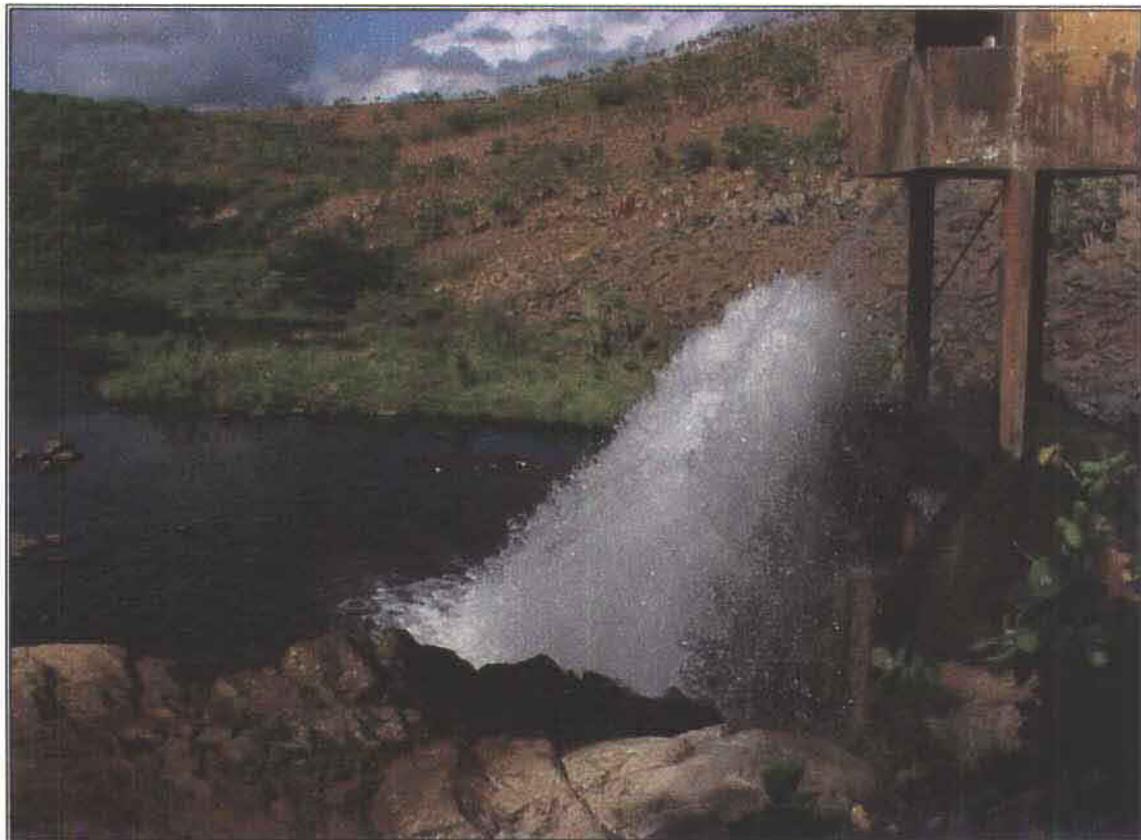


Figura 6 – Vista Lateral das Válvulas Dispensoras



Figura 7 – Vista Superior da Válvula Dispensora a ser Retirada



Figura 8 – Vista da Área Alagada logo a Jusante das Válvulas Dispensoras

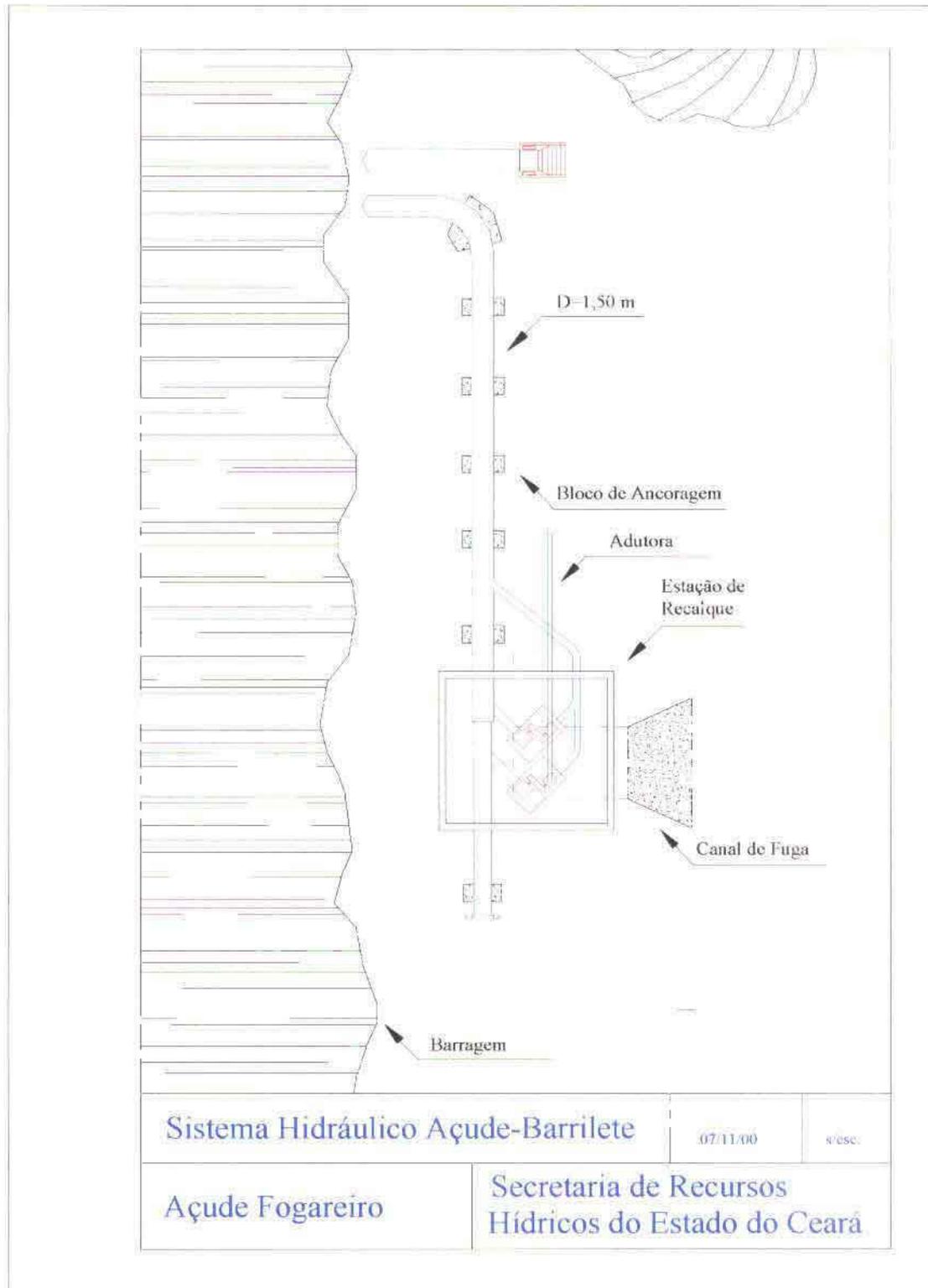


Figura 9 – Sistema Hidráulico Açude-Barrilete

4.5 - Especificação dos Barriletes de Adução e Recalque

Os barriletes foram projetados de forma que possibilitem o máximo de uniformidade na distribuição e coleta da água. O critério principal utilizado para o dimensionamento foi o critério de velocidade, tanto na adução da turbina e bomba, quanto no recalque das bombas até a conexão com a adutora.

Os barriletes de recalque são ampliados a partir da saída da primeira bomba até atingir o diâmetro da adutora. Já os de adução das turbinas são reduzidos até a última turbina a ser atendida.

4.5.1 Espessura da Parede das Tubulações

a) Espessura da Tubulação do Sistema Hidráulico Açude-Barrilete e Barriletes (Adução turbina e Sucção bombas)

Para a especificação da espessura da tubulação no sistema hidráulico Açude-Barrilete foi necessário determinar-se a carga máxima de projeto no sistema, que neste caso, não é considerada a carga de 14,9 m.c.a., mas sim a carga máxima em decorrência das variações do nível do reservatório.

Portanto a carga máxima de projeto neste item foi de 21,0 m.c.a., valor obtido quando o reservatório atinge a cota de 236,78 metros somada ao incremento de carga devido a algum transitório gerado por operações inerentes a instalação, ou ainda por falhas humanas e ou de equipamentos.

A partir desta pressão de projeto, com base na tensão admissível do aço, e coeficientes de segurança, determina-se a espessura da tubulação do Sistema Hidráulico Açude-Barrilete, onde foram verificadas as resistências a pressão interna e externa.

O transitório foi calculado a partir da equação de MICHAUD, onde para o fechamento lento da válvula (30 segundos) tem-se uma sobre carga de 18,75 m.c.a..

Portanto a carga de projeto neste item será de 39,75 m.c.a., resultante da soma da carga que é função do nível do reservatório mais a sobrecarga devido ao transitório.

Os resultados obtidos da espessura de cálculo tanto para adução das turbinas (caso mais crítico) quanto para sucção das bombas foram inferiores a espessura mínima de cálculo.

A espessura de projeto e dados principais, no caso em questão, ficaram sendo os seguintes:

- Diâmetro utilizado no cálculo (adução turbinas): 1500 mm
- Diâmetro utilizado no cálculo (sucção bombas): 425 e 300 mm
- Espessura calculada (adução turbinas): $e = 2,66$ mm
- **Espessura de projeto (adução turbina): $e > (15+3) = 18$ mm**
- Espessura calculada (sucção bomba): $e = 0,75$ e $0,53$ mm
- **Espessura de projeto (sucção bomba): $e > 9$ mm**
- Espaçamento máximo entre apoios (adução turbina): 5 m
- Espaçamento máximo entre apoios (sucção bomba): 3 m
- Flecha máxima admitida: 0,0025 m

Obs: Os valores da espessura de projeto foram compostos com base na espessura mínima (1% do diâmetro ou o valor mínimo de 9 mm para meios agressivos) e na sobre espessura para meios agressivos de 3 mm. Devido a grande diferença entre o valor de calculo e o de projeto, desprezou-se as imperfeições na fabricação que são de 0,25 mm.

b) Espessura da Tubulação do Barrilete de Recalque

A carga de projeto para este sistema foi considerada como sendo a carga do ponto de operação (da ordem de 90 m.c.a.), acrescida por uma carga devida a um transitório decorrente de alguma manobra ou falha no sistema.

O tempo de fechamento para a válvula foi considerado como sendo de 30 segundos para o cálculo do transitório à partir da equação de MICHAUD e também

através do método das características, que resulta em uma sobre carga de 61,2 m.c.a., dando origem a uma carga de projeto de 151 m.c.a.

A partir desta pressão de projeto, com base na tensão admissível do aço, e coeficientes de segurança, determina-se a espessura da tubulação do Sistema Hidráulico de recalque, que tem origem na saída das bombas até o encontro com a adutora.

O barrilete de recalque neste caso terá dois diâmetros internos, um de 400 mm que é o trecho do barrilete propriamente dito até a adutora de mesmo diâmetro, e outro diâmetro correspondente às derivações e o trecho anterior a contribuição da segunda bomba.

Os coletores das duas bombas que fazem a ligação entre as mesmas e o barrilete possuem diâmetro interno de 280 mm, assim como o início do barrilete até o coletor da Segunda bomba, onde o barrilete toma o diâmetro de 400 mm. Os resultados obtidos foram:

- Diâmetro utilizado no cálculo (recalque bombas): 280 e 400 mm
- Espessura calculada (recalque bombas): 1,88 e 2,69 mm (menor que o mínimo de 1% do diâmetro e que 9 mm, critérios presentes nas referências citadas anteriormente)
- Espessura de projeto (recalque bombas): $e > 9$ mm (mínimo para meios agressivos, local não agressivo adotar 7 mm)
- Espaçamento máximo entre apoios (recalque bombas): 3 m
- Flecha máxima admitida: 0,0025 m

4.6 - Número de Conjuntos Turbo-Bomba

O número de conjuntos Turbo-Bomba foi determinado a partir da vazão a ser recalçada, da altura manométrica exigida e potência da bomba, sendo que esta última limitada pela potência máxima fornecida pela turbina. Portanto após a escolha da bomba, determina-se a turbina em função da potência exigida pela bomba, buscando-se maximizar a potência da turbina, resultando assim em um número de conjuntos menores. A maximização da potência da turbina está limitada por fatores construtivos.

Conseguiu-se assim fixar o número de conjuntos em 2 unidades, buscando-se aproveitar ao máximo a potência fornecida pelo sistema hidráulico, que é dada pela vazão regularizada e carga disponível. A soma das vazões de recalque mais a turbinada é superior à vazão regularizada de projeto, porém como admitiu-se a possibilidade do sistema operar de forma não contínua, tomou-se como parâmetro o fato de que a vazão total utilizada para projeto deva ser próxima ao valor da vazão regularizada.

4.7 - Metodologia de Cálculo

Uma vez definido o traçado e perfil topográfico da adutora, estima-se para os cálculos iniciais uma vazão a ser recalçada. Determina-se o diâmetro da adutora a princípio baseando-se no critério de velocidade.

Calcula-se a altura manométrica, determina-se a(s) bomba(s) necessária(s) para o recalque, verifica-se a potência necessária para acionamento da(s) bomba(s) pela(s) turbina(s), fixa-se a carga na turbina, determina-se a vazão necessária para que a turbina forneça a potência requerida pela bomba. A soma de todas as vazões (turbinada e recalçada) deve ser próxima à vazão regularizada de projeto no caso de operação descontínua do sistema de recalque.

Verifica-se também os limites construtivos da turbina e também o tamanho da casa de máquinas, pois caso opte-se por um número elevado de conjuntos de recalque incorre-se em casa de máquinas com grande extensão.

Caso seja extrapolado o limite construtivo da turbina, uma bomba de menor potência deve ser escolhida, mas que atinja a altura manométrica necessária, porém com vazão menor.

O cálculo é repetido até que se encontre a melhor opção dentro das bombas existentes e possibilidades de construção e operação das turbinas. O número de conjuntos é alterado de acordo com a escolha da bomba, que é função da potência, e também com a vazão a ser recalçada.

5 - ADUTORA

5 - ADUTORA

5.1 - Escolha do Traçado do Sistema Adutor

O sistema adutor proposto tem seu percurso sendo realizado em adutora, devendo ser observado na figura 10 as opções de caminhamento. O sistema de transporte por adutora foi adotado porque os custos relativos a cortes, aterros e estruturas de apoio necessários para uma eventual utilização de canal seriam proibitivos, devido às condições geográficas do eixo de transposição, que atravessa algumas gargantas criadas por riachos e outros cursos d'água .

O traçado definitivo foi definido com base em cartas e levantamentos topográficos, sendo considerado no caso da adutora o menor desnível geométrico, a possibilidade de margear as estradas carroçáveis facilitando assim a manutenção e reduzindo custos de desapropriação, como também a menor distância dentro das alternativas possíveis sendo que,

Após a escolha do melhor traçado, foi feito o levantamento topográfico em campo, onde também foram verificadas outras alternativas possíveis.

Na figura 11 é mostrado o perfil esquemático do eixo de transposição

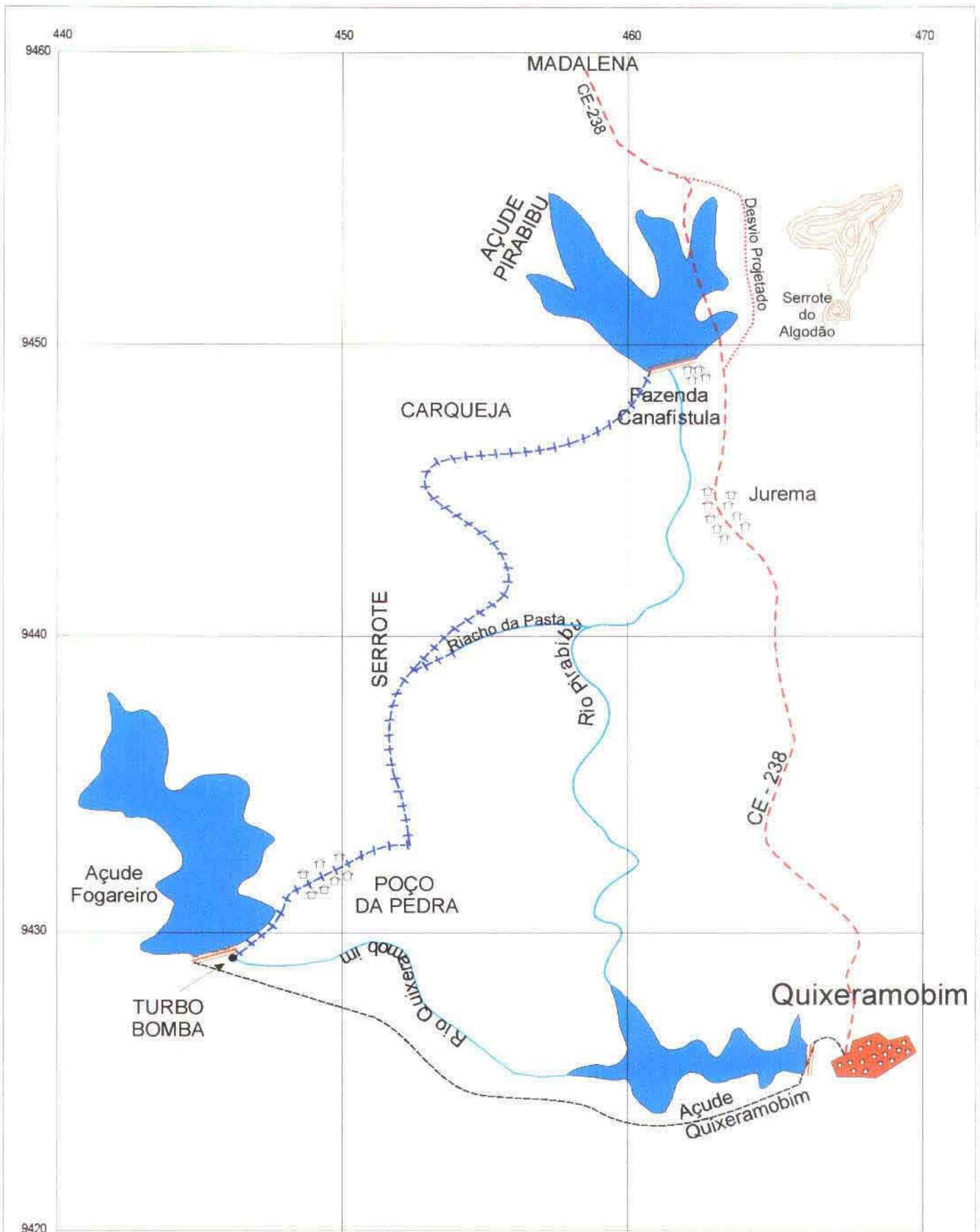
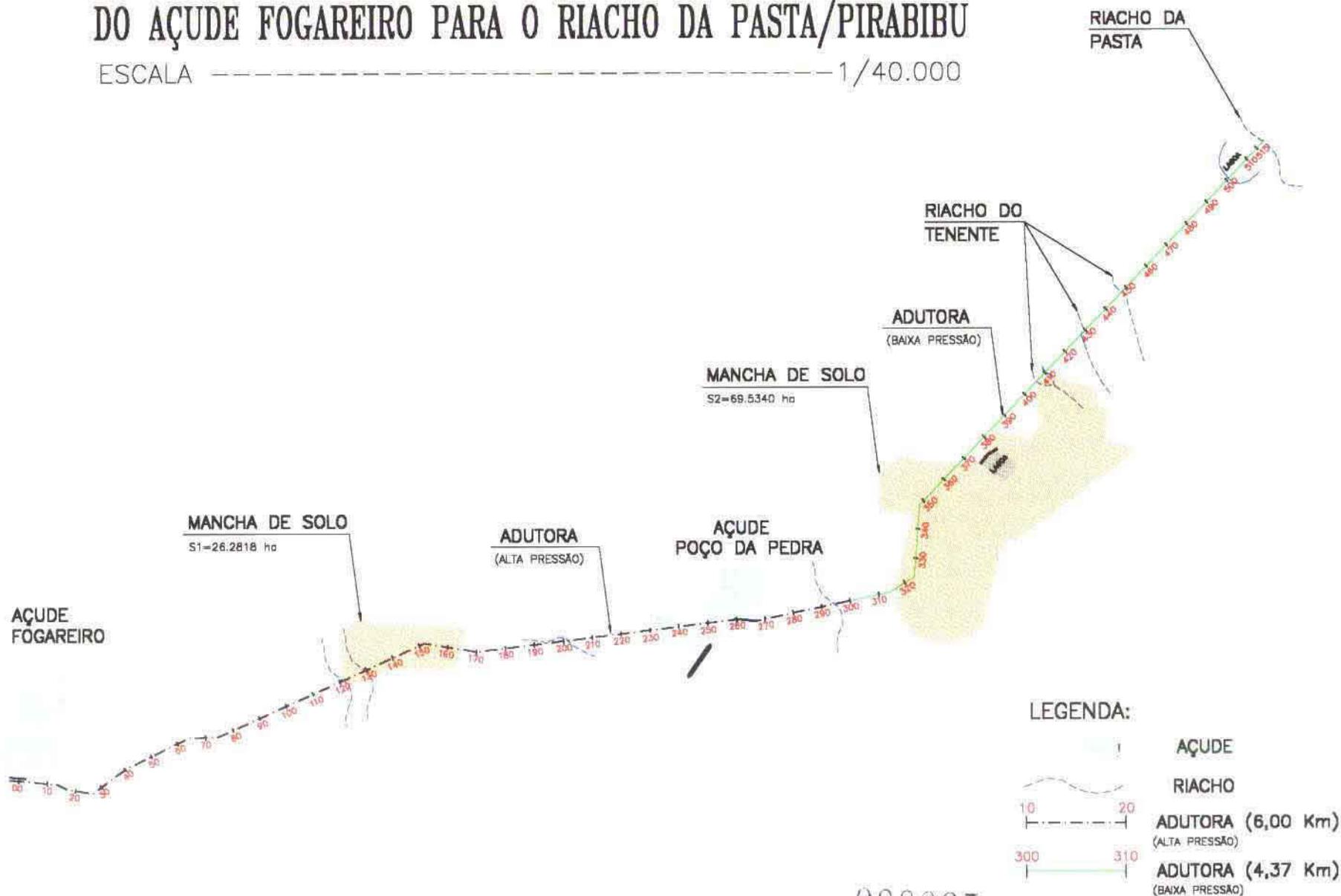


FIGURA 10 - ALTERNATIVAS DE TRAÇADO

FIGURA 11 - DESENHO ESQUEMÁTICO DO PERFIL CAMINHAMENTO DA ADUTORA/CANAL E MANCHA DE SOLOS DO AÇUDE FOGAREIRO PARA O RIACHO DA PASTA/PIRABIBU

ESCALA ----- 1/40.000



000035

5.2 - Escolha do Diâmetro e Número de Adutoras

Normalmente na escolha do diâmetro em sistemas de recalque, é feita uma aproximação através da fórmula de Bresse, fórmula que em sua concepção considera o custo de consumo de energia elétrica no sistema e o custo da tubulação. Para uma maior precisão deve-se traçar as duas curvas características do sistema (custo devido ao consumo de energia elétrica x custo da tubulação) em função do aumento do diâmetro.

No caso de sistemas operados com Turbo-Bombas, o diâmetro escolhido está limitado pelo seu custo (no caso de diâmetros maiores) e pelo baixo aproveitamento da energia hidráulica, no caso de diâmetros menores se considerada a mesma vazão, uma vez que grande parte da energia nestes casos é gasta em perda de carga.

Devido às características do sistema de recalque proposto, o diâmetro escolhido foi de 400 mm, onde os fatores que mais influenciaram a escolha deste foram o custo da tubulação e vazão recalçada. Um diâmetro menor implicaria em grandes perdas de carga, resultando em uma vazão baixa e bombas que exigiriam potências elevadas das turbinas, o que encarece o custo das mesmas, além de necessitarem de uma energia hidráulica maior, resultando em vazões reduzidas.

Já a possibilidade de uma adutora com um diâmetro mais elevado resultaria em um grande sobrecarga no investimento. A solução escolhida, com uma adutora de recalque e dois conjuntos turbo-bomba, permite a implantação em uma primeira etapa de um único conjunto turbo-bomba, o que possibilita a implantação do outro conjunto de recalque em ocasião posterior.

O número de adutoras foi fixado em uma devido principalmente ao fato de que com a utilização de duas adutoras, instaladas em períodos diferentes, oneraria demais o valor final do projeto porque o volume do movimento de terra seria muito elevado tendo em vista o grande comprimento do eixo de transposição (aproximadamente 10 km).

6 - MACROMEDIÇÃO

6 - MACROMEDIÇÃO

Devido à atual importância da gestão e valorização dos recursos hídricos, todo e qualquer tipo de transferência de água deste porte, deve ser quantificado. Para tal deve(m) ser previsto(s) macromedidor(es) para a totalização tanto do volume turbinado quanto do bombeado.

A escolha correta do tipo de macromedidor também permite o conhecimento da vazão instantânea o que auxilia a operar todo o sistema sempre próximo de seu ponto ótimo, independente da vazão liberada ou do nível d'água do açude.

O macromedidor mais adequado para a medição de vazão instantânea e volume totalizado tanto na entrada do barrilete de adução quanto na saída do barrilete de recalque é do tipo ultrassônico, por apresentar várias vantagens que tornam o seu custo-benefício atraente sobre os demais tipos, como por exemplo:

- Alta precisão ($\pm 1\%$)
- Boa repetibilidade
- Facilidade de manutenção e em longos períodos
- Data-logger interno
- Capacidade de transmissão 4-20 mA ou RS-232
- Software de tratamento de dados
- Possibilidade de alimentação variada em AC ou DC
- Não descalibra por não possuir partes móveis
- Instalação não-intrusiva
- Previamente testado e aprovado em adutoras do estado

O medidor mais apropriado para a situação é o Panametrics DF-868-2 por possuir dois canais de entrada independentes num único conversor, o que desonera bastante a macromedição em dois pontos próximos, que é o caso. Este medidor trabalha com o princípio tempo de trânsito, mais recomendado para a situação(água bruta com baixo índice de sólidos em suspensão).

O medidor deverá ser instalado respeitando a condição de que não exista nenhuma singularidade (válvula, registro, tê, ventosa, etc.) ou evidência de qualquer distúrbio do fluxo a 10 diâmetros a montante e a 5 diâmetros a jusante do ponto de instalação.

Deverá ser previsto a instalação de painéis solares geradores de energia com capacidade mínima de 100W e controladores de carga e bateria selada com capacidade de 70Ah para a alimentação do medidor. Desta forma, garante-se a alimentação do medidor independente de qualquer falta de energia, além de se prever o equipamento de possíveis surtos na linha de alimentação.