

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**



**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH**

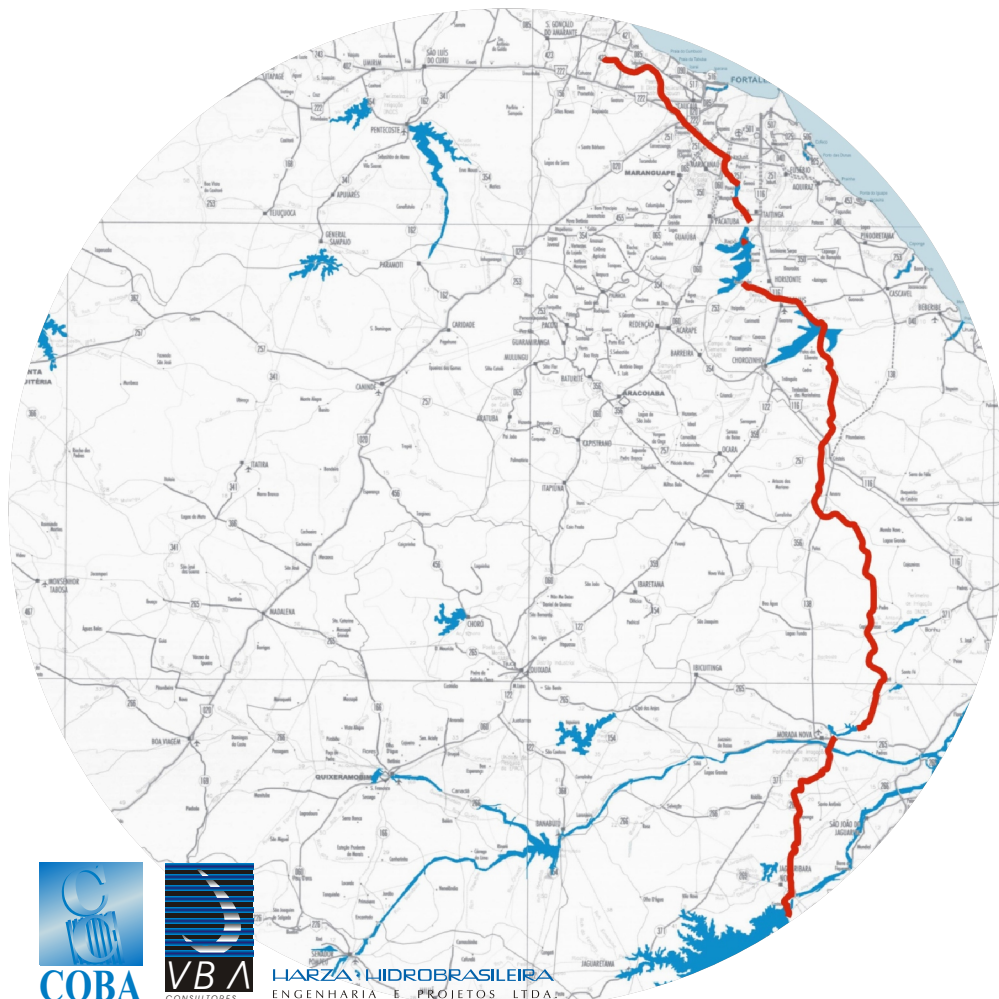
**PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ (PROGERIRH)**

**PARTE III - PROJETO BÁSICO**

**Trecho 1: Açude Castanhão - Açude Curral Velho**

**TOMO 1 - CAPTAÇÃO DE ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO**

**Volume 1- Memória Descritiva**



**HARZA HIDROBRASILEIRA**  
ENGENHARIA E PROJETOS LTDA

## **ORGANIZAÇÃO DO PROJETO**

**SÍNTESE DOS ESTUDOS**

**DOSSIÊ GERAL DO PROJETO**

**PARTE I – DIAGNÓSTICO**

**PARTE II – ESTUDO DE VIABILIDADE**

**PARTE III – PROJETOS BÁSICO DO TRECHO 1 : AÇUDE CASTANHÃO-AÇUDE CURRAL VELHO**

**PARTE IV – PROJETOS EXECUTIVOS**

**PARTE V – PROJETOS COMPLEMENTARES**

**PARTE VI – PLANOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

**FASE III – PROJETO BÁSICO**  
**AÇUDE CASTANHÃO – AÇUDE CURRAL VELHO**  
**TOMO 1 – CAPTAÇÃO DE ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO**

**LISTA DE VOLUMES**

**TOMO 1 – CAPTAÇÃO DE ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO**

VOLUME 1 – MEMÓRIA DESCRITIVA

VOLUME 2 – DESENHOS

**TOMO 2 – CANAIS E ADUTORAS GRAVITÁRIAS**

VOLUME 1 – MEMÓRIA DESCRITIVA

VOLUME 2 – DESENHOS

**TOMO 3 – DOSSIÊ**

VOLUME 1 – ESPECIFICAÇÕES E QUANTITATIVOS

VOLUME 2 – ORÇAMENTO

## APRESENTAÇÃO

**FASE III – PROJETO BÁSICO**  
**AÇUDE CASTANHÃO – AÇUDE CURRAL VELHO**  
**TOMO 1 – CAPTAÇÃO DE ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO**  
**VOLUME 1 – MEMÓRIA DESCRITIVA**

## **APRESENTAÇÃO**

O presente documento se constitui no “VOLUME 1 - MEMÓRIA DESCRITIVA” relativo à CAPTAÇÃO D’ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO, que integra, juntamente com um trecho do canal de adução, o Projeto Básico do Trecho 1 do Sistema de Adução Castanhão-Fortaleza, entre o açude Castanhão e o Açude Curral Velho.

Esta fase dos estudos integra-se na Etapa C – Projetos Básicos/Executivos dos “Estudos Visando o Atendimento das Demandas Hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza”, em desenvolvimento no âmbito do contrato nº 008/PROGERIRH-PILOTO/CE/SRH/2000, firmado entre o Consórcio COBA/VBA/HARZA e a Secretaria de Recursos Hídricos do estado do Ceará – SRH-CE.

O relatório elaborado compreende a descrição e justificação da solução adotada para a captação no açude Castanhão, que compreende como componentes principais a derivação para tomada de água, a estação de bombeamento, as adutoras de sucção e de recalque e a estrutura de ligação ao canal de adução.

## ÍNDICES

**FASE III – PROJETO BÁSICO**  
**AÇUDE CASTANHÃO – AÇUDE CURRAL VELHO**  
**TOMO 1 – CAPTAÇÃO DE ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO**  
**VOLUME 1 – MEMÓRIA DESCRITIVA**

**ÍNDICE DO TEXTO**

	página
<b>APRESENTAÇÃO</b>	
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1-1</b>
1.1. ENQUADRAMENTO DOS ESTUDOS.....	1-1
1.2. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO .....	1-1
1.3. DESCRIÇÃO GERAL DO APROVEITAMENTO.....	1-2
1.4. DADOS DE BASE .....	1-5
1.4.1 Considerações gerais.....	1-5
1.4.2 Cartografia e topografia.....	1-5
1.4.3 Geologia e geotecnia.....	1-6
1.4.4 Açude Castanhão.....	1-6
1.5. COMPOSIÇÃO DO TRECHO 1.....	1-11
<b>2. DESCRIÇÃO GERAL DA CAPTAÇÃO .....</b>	<b>2-1</b>
2.1. LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS.....	2-1
2.2. CARACTERÍSTICAS DA CAPTAÇÃO.....	2-1
2.2.1 Características gerais.....	2-1
2.2.2 Estação de bombeamento.....	2-2
2.2.3 Adutoras de sucção e de recalque .....	2-3
2.2.4 Derivação para tomada de água.....	2-5
2.2.5 Reservatórios uni-direcionais .....	2-5
2.2.6 Estrutura de transição para o canal adutor .....	2-5
2.2.7 Acessos.....	2-6

<b>3.</b>	<b>ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS .....</b>	<b>3-1</b>
3.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	3-1
3.2.	MAPEAMENTO GEOLÓGICO .....	3-1
3.3.	INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS .....	3-3
3.4.	CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO DAS ESTRUTURAS.....	3-4
<b>4.</b>	<b>ESTUDOS HIDRÁULICOS .....</b>	<b>4-1</b>
4.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	4-1
4.2.	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA CAPTAÇÃO.....	4-1
4.2.1	Vazão de dimensionamento da transposição .....	4-1
4.2.2	Níveis de água no reservatório do açude Castanhão .....	4-4
4.2.3	Transição entre a captação e a adução.....	4-4
4.3.	DIÂMETRO ECONÔMICO DAS TUBULAÇÕES .....	4-7
4.4.	FUNCIONAMENTO EM REGIME PERMANENTE .....	4-8
4.5.	FUNCIONAMENTO EM REGIME TRANSITÓRIO.....	4-14
4.5.1	Caracterização e comportamento do sistema hidráulico.....	4-14
4.5.2	Situações analisadas.....	4-16
4.5.3	Sistema sem dispositivos de protecção .....	4-17
4.5.4	Sistema com reservatórios uni-direcionais .....	4-18
<b>5.</b>	<b>DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS .....</b>	<b>5-1</b>
5.1.	DESCRIÇÃO GERAL DA CAPTAÇÃO.....	5-1
5.2.	ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO .....	5-2
5.2.1	Concepção e características gerais.....	5-2
5.2.2	Implantação e acessos.....	5-3
5.2.3	Disposição dos equipamentos.....	5-4
5.2.4	Descrição das estruturas.....	5-6
5.3.	ADUTORAS DE SUCCÃO E DE RECALQUE.....	5-7
5.3.1	Concepção das adutoras de sucção e de recalque .....	5-7
5.3.2	Descrição das adutoras de sucção e de recalque .....	5-7
5.3.3	Materiais e instalação das tubulações .....	5-9
5.4.	TOMADA DE ÁGUA .....	5-11
5.4.1	Concepção da tomada de água.....	5-11
5.4.2	Descrição da tomada de água.....	5-11
5.5.	RESERVATÓRIO UNI-DIRECIONAL .....	5-13
5.6.	ESTRUTURA DE TRANSIÇÃO PARA O CANAL ADUTOR .....	5-13
5.6.1	Concepção da estrutura de ligação ao canal adutor .....	5-13
5.6.2	Descrição .....	5-15



<b>6.</b>	<b>EQUIPAMENTOS HIDRO E ELETROMECÂNICOS</b>	<b>6-1</b>
6.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS	6-1
6.2.	EQUIPAMENTOS DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO	6-1
6.2.1	Bombas e motores	6-1
6.2.2	Válvulas	6-4
6.2.3	Instrumentação	6-5
6.2.4	Tubulações	6-5
6.2.5	Equipamento de elevação e transporte	6-5
6.2.6	Equipamentos de ventilação e ar condicionado	6-5
6.2.7	Drenagem	6-6
6.2.8	Comando da estação	6-6
6.3.	ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE	6-7
6.3.1	Tubulações	6-7
6.3.2	Tomada de água	6-9
6.3.3	Estrutura de transição para o canal de adução	6-9
6.3.4	Outros equipamentos das adutoras	6-10
<b>7.</b>	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>	<b>7-1</b>
7.1.	GENERALIDADES	7-1
7.2.	POTÊNCIA TOMADA PELA INSTALAÇÃO	7-1
7.3.	ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA	7-1
7.4.	TRANSFORMADORES PRINCIPAIS	7-2
7.4.1	Potência dos transformadores principais	7-2
7.4.2	Características elétricas	7-2
7.4.3	Proteção dos transformadores de força	7-4
7.5.	EQUIPAMENTO DE 69 KV	7-4
7.6.	MEDIÇÃO DA ENERGIA RECEBIDA	7-5
7.7.	INSTALAÇÃO DE 13,8 KV	7-5
7.8.	MOTORES DAS BOMBAS PRINCIPAIS	7-5
7.8.1	Potência nominal	7-5
7.8.2	Tipo de motores	7-5
7.8.3	Variação de velocidade	7-6
7.8.4	Proteção dos motores	7-7
7.9.	QUADRO DOS SERVIÇOS AUXILIARES	7-7
7.10.	COMANDO DA ESTAÇÃO	7-7
7.11.	TRANSFORMADOR DOS SERVIÇOS AUXILIARES	7-8
7.12.	GERADOR DE EMERGÊNCIA	7-8
7.13.	TENSÃO DE COMANDO	7-8
7.14.	COMPENSAÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA	7-9
7.15.	SISTEMA DE ATERRAMENTO	7-9
7.16.	DETECÇÃO DE INTRUSÃO	7-9

7.17. ILUMINAÇÃO .....	7-9
<b>8. QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO .....</b>	<b>8-1</b>
8.1. QUANTITATIVOS.....	8-1
8.2. ORÇAMENTO .....	8-1
<b>9. PROGRAMA DE TRABALHOS .....</b>	<b>9-1</b>
9.1. FASEAMENTO DAS OBRAS .....	9-1
9.2. PROGRAMA DE TRABALHOS .....	9-3

## LISTA DE ANEXOS

- ANEXO I - RESULTADOS DE SONDAGENS
- ANEXO II - REGIMES TRANSITÓRIOS
- ANEXO III - CÁLCULO DO DIÂMETRO ECONÔMICO DAS TUBULAÇÕES
- ANEXO IV - CÁLCULO DOS MACIÇOS DE ANCORAGEM
- ANEXO V - CÁLCULO DAS ESTRUTURAS

## LISTA DE QUADROS

- 4.1. EVOLUÇÃO ANUAL DOS VOLUMES E DAS VAZÕES DA TRANSPOSIÇÃO CASTANHÃO-FORTALEZA
- 4.2. COTAS PIEZOMÉTRICAS, PERDAS DE CARGA E ALTURAS DE ELEVAÇÃO
- 4.3. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DAS ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE
- 4.4. ENVOLVENTES DAS COTAS PIEZOMÉTRICAS EM REGIME TRANSITÓRIO. SISTEMA SEM DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO
- 4.5. ENVOLVENTES DAS COTAS PIEZOMÉTRICAS EM REGIME TRANSITÓRIO. SISTEMA COM RESERVATÓRIO UNI-DIRECIONAL
- 6.1. VAZÕES RECALCADAS EM FUNÇÃO DO NUMERO DE BOMBAS
- 8.1. PRINCIPAIS QUANTITATIVOS DE OBRA A REALIZAR
- 8.2. RESUMO DO ORÇAMENTO

## LISTA DE FIGURAS

- 1.1. LOCALIZAÇÃO DO TRANSPOSIÇÃO. TRAÇADO DA ADUÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA CAPTAÇÃO
- 1.2. IMPLANTAÇÃO DO AÇUDE CASTANHÃO
- 1.3. CURVA COTA-ÁREA-VOLUME DO RESERVATÓRIO CASTANHÃO
- 4.1. EVOLUÇÃO ANUAL DAS VAZÕES DERIVADAS PELA TRANSPOSIÇÃO CASTANHÃO-FORTALEZA
- 4.2. EXPLORAÇÃO DO RESERVATÓRIO CASTANHÃO. VOLUMES ÚTEIS ARMazenados e NÍVEIS NO RESERVATÓRIO
- 4.3. EXPLORAÇÃO DO RESERVATÓRIO CASTANHÃO. FREQUÊNCIAS DOS NÍVEIS DE ÁGUA NO RESERVATÓRIO
- 4.4. LINHAS PIEZOMÉTRICAS AO LONGO DAS ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE
- 4.5. COMPORTAMENTO EM REGIME TRANSITÓRIO DO SISTEMA DA CAPTAÇÃO. SISTEMA SEM DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO
- 4.6. COMPORTAMENTO EM REGIME TRANSITÓRIO DO SISTEMA DA CAPTAÇÃO. SISTEMA COM RESERVATÓRIO UNI-DIRECIONAL
- 6.1. CURVAS CARACTERÍSTICAS DOS GRUPOS E DA INSTALAÇÃO PARA A ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DO CASTANHÃO
- 9.1. CAPTAÇÃO D'ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO PROGRAMA DE TRABALHOS

## LISTA DE DESENHOS

01. CAPTAÇÃO NO AÇUDE CASTANHÃO. LOCALIZAÇÃO
02. PLANTA GERAL E PERFIL HIDRÁULICO
03. PLANTA, CORTES E PERFIL GEOTÉCNICOS
04. ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DO CASTANHÃO. IMPLANTAÇÃO GERAL
05. ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DO CASTANHÃO. PLANTA DO PISO DOS GRUPOS (60,85)
06. ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DO CASTANHÃO. PLANTA DO PISO PRINCIPAL (65,00)
07. ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DO CASTANHÃO. PLANTAS DA COBERTURA (69,25 E 74,05) E DO PISO DA SALA DE COMANDO (69,25)
08. ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DO CASTANHÃO. CORTE LONGITUDINAL E CORTE TRANSVERSAL
09. ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DO CASTANHÃO. CORTES TRANSVERSAIS
10. ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DO CASTANHÃO. ALÇADOS
11. ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DO CASTANHÃO. MAPA DE VÃOS
12. ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DO CASTANHÃO. MAPA DE ACABAMENTOS
13. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. ADUTORA DE SUCÇÃO. PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL
- 13A. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. ALTERNATIVA DE TRAÇADO DA ADUTORA DE SUCÇÃO
14. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. ADUTORA DE RECALQUE. PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL (KM 0+000 A 1+500)
15. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. ADUTORA DE RECALQUE. PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL (KM 1+500 A 2+500)
16. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. DERIVAÇÃO NA TUBULAÇÃO DE TOMADA DE ÁGUA DO AÇUDE. IMPLANTAÇÃO E ESTRUTURAS EXISTENTES
17. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. DERIVAÇÃO NA TUBULAÇÃO DE TOMADA DE ÁGUA DO AÇUDE. PLANTA E CORTES

18. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. RESERVATÓRIO UNIDIRECIONAL E MACIÇO DE ANCORAGEM M5. PLANTA E CORTES
19. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. MACIÇOS DE ANCORAGEM M1 E M2. PLANTA E CORTES
20. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. MACIÇOS DE ANCORAGEM M3 E M4. PLANTA E CORTES
21. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. MACIÇO DE ANCORAGEM M6, M7 E M8. PLANTA E CORTES
22. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. DESCARGA DE FUNDO. PLANTA E CORTES
23. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. ATRAVESSAMENTOS DE RIOS E DE ESTRADAS
24. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. ESTRUTURA DE TRANSIÇÃO PARA O CANAL DE ADUÇÃO. PLANTA E CORTES
25. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. INSTALAÇÃO DAS TUBULAÇÕES
26. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS. DIAGRAMA UNIFILAR GERAL
27. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS. DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÕES
28. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS. SUB-ESTAÇÃO 69/13,8 kV. PLANTA E CORTES
29. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS. QUADRO DOS SERVIÇOS AUXILIARES. DIAGRAMA UNIFILAR
30. IMPLANTAÇÃO GERAL. ILUMINAÇÃO EXTERIOR. ALIMENTAÇÃO DO ARMÁRIO DE 15 kV.
31. PLANTA DO PISO DOS GRUPOS (60, 85). ILUMINAÇÃO INTERIOR.
32. PLANTA DO PISO PRINCIPAL (65,00). ILUMINAÇÃO INTERIOR.
33. PLANTA DO PISO DA SALA DE COMANDO (69,25). ILUMINAÇÃO INTERIOR.
34. PLANTA DO PISO DOS GRUPOS (60, 85). IMPLANTAÇÃO DE TOMADAS.
35. PLANTA DO PISO PRINCIPAL (65,00). IMPLANTAÇÃO DE TOMADAS.
36. PLANTA DO PISO DA SALA DE COMANDO (69,25). IMPLANTAÇÃO DE TOMADAS.
37. PLANTAS DOS PISOS (60,85) E (65,00). TRAÇADO DE CABOS DE 15 kV E 3,3 kV.
38. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. DERIVAÇÃO NA TUBULAÇÃO DE TOMADA DE ÁGUA NO AÇUDE. INSTALAÇÃO ELÉTRICA.

39. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. RESERVATÓRIO UNIDIRECIONAL E MACIÇO DE ANCORAGEM M5. INSTALAÇÃO ELÉTRICA.
40. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE. ESTRUTURA DE TRANSIÇÃO PARA O CANAL DE ADUÇÃO. INSTALAÇÃO ELÉTRICA.

## **CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO**

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. ENQUADRAMENTO DOS ESTUDOS

O presente documento, VOLUME 1 - MEMÓRIA DESCRITIVA, corresponde ao Projeto Básico da CAPTAÇÃO D'ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO, que é uma das componentes que integram o Trecho 1 do Sistema de Adução Castanhão-Fortaleza. O Trecho 1 do Sistema de Adução compreende a captação d'água e os primeiros cerca de 45 km de adução, entre o açude Castanhão e o Açude Curral Velho.

Este relatório integra-se na ETAPA C : PROJETO BÁSICO/PROJETO EXECUTIVO dos estudos que visam o "ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA". Este estudo foi contratado pela Secretaria dos Recursos Hídricos do Governo do Estado do Ceará (SRH-CE) ao consórcio COBA/VBA/HARZA, sendo financiado pelo Banco Mundial no âmbito do Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (PROGERIRH), constituindo um dos Projetos Piloto desse programa.

O estudo de alternativas realizado na Etapa B : Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental conduziu à solução de localização da captação e de traçado para a adução adotada para a Transposição Castanhão-RMF. As variantes específicas de concepção da captação no açude Castanhão foram objeto de um relatório próprio ("Estudo de Alternativas Para a Captação d'Água no Açude Castanhão", COBA/VBA/HARZA, Outubro 2000), onde se definiu a solução adotada para a captação. Uma versão preliminar do presente relatório foi elaborada em Dezembro 2000.

O presente relatório compreende a descrição das soluções técnicas adotadas para a captação d'água no açude Castanhão, que integra como componentes principais a derivação para tomada de água, a estação de bombeamento, as adutoras de sucção e de recalque e a estrutura de ligação ao canal de adução.

### 1.2. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O Projeto Básico da Captação d'Água no Açude Castanhão é composto pelo Volume 1 - Memória Descritiva e pelo Volume 2 - Desenhos. Os Quantitativos e Orçamento são apresentados num volume independente, em juntamente com as restantes obras que integram



o Trecho 1 da adução. Os Dossiers de Licitação para as duas concorrências previstas constituem também volumes independentes.

O presente Volume 1 - Memória Descritiva, encontra-se organizado em 9 capítulos, sendo no presente capítulo 1 apresentado o enquadramento dos estudos, o objetivo do relatório e os dados de base utilizados no estudo. No capítulo 2 é feita uma descrição geral da captação, no capítulo 3 são apresentados os estudos geológico-geotécnicos e no capítulo 4 os estudos hidráulicos realizados.

Nos capítulos 5, 6 e 7 são apresentadas as soluções técnicas adotadas para as diferentes estruturas da captação, são indicadas as características dos equipamentos hidromecânicos e eletromecânicos seleccionados e são descritas as instalações elétricas, respetivamente.

O capítulo 8 refere-se aos quantitativos e ao orçamento, e no capítulo 9 é apresentado o programa de execução das obras.

Em anexo apresentam-se os resultados das investigações geotécnicas executadas e os cálculos realizados.

Os desenhos do Projeto Básico, referenciados ao longo do texto, são apresentados no Volume 2.

### **1.3. DESCRIÇÃO GERAL DO APROVEITAMENTO**

O aproveitamento em estudo visa fundamentalmente o reforço do abastecimento de água à Região Metropolitana de Fortaleza, actualmente deficitária em água, através da derivação do rio Jaguaribe, perenizado pelo açude Castanhão.

O aproveitamento a executar possibilitará a plena satisfação das demandas hídricas previstas num horizonte de pelo menos 30 anos, através da integração hídrica das bacias hidrográficas do rio Jaguaribe com as bacias dos rios da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). Essa integração será concretizada com a construção de uma captação no açude Castanhão e de uma adução que efetuará a transposição das águas do rio Jaguaribe para a RMF, terminando no sistema de açudes das Bacias Metropolitanas (Pacajús-Pacoti-Riachão-Gavião) - "Eixo Castanhão-Fortaleza".

Para além do atendimento das demandas hídricas humanas e industriais da RMF, a transposição irá também permitir o reforço da alimentação dos projetos de irrigação existentes ou previstos ao longo do traçado da adução.

O Sistema de Adução Castanhão-RMF será constituído basicamente pelas estruturas de captação e por um canal de adução. A captação localiza-se junto ao açude Castanhão, a cerca de 180 km da foz do rio Jaguaribe, desenvolvendo-se o eixo da transposição ao longo de uma direção aproximadamente Sul-Norte. A Transposição integra-se com os projetos de irrigação previstos para o chapadão da margem esquerda do rio Jaguaribe (Chapada do Castanhão, São Brás, Xique-Xique e Altinho) e com os projetos de irrigação das zonas baixas do vale do rio Banabuiú (Tabuleiro de Russas e Morada Nova).

A captação de água compreenderá uma tomada de água constituída por uma derivação na tubulação da tomada de água existente no açude Castanhão, uma estação de bombeamento situada na margem esquerda do rio Jaguaribe, adutoras de sucção e de recalque e uma estrutura de transição entre a captação e o canal de adução. A captação elevará as vazões derivadas para uma zona alta da margem esquerda do rio Jaguaribe, situada junto do limite norte da cidade de Nova Jaguaribara, local onde terá início a adução.

Na Figura 1.1 representa-se o traçado geral da adução e o local de captação, junto ao açude Castanhão.

Na passagem pelo açude Curral Velho, a transposição integra-se com o Projeto de Irrigação de Tabuleiro de Russas, atendendo parte das demandas hídricas desse projeto. Após a passagem pela Serra do Félix a adução segue em direção ao açude Pacajús, fazendo “bypass” a esse reservatório, aproveitando a energia disponível e evitando o bombeamento atualmente realizado para a derivação dos volumes armazenados nesse açude para o açude Pacoti.

Está também previsto no âmbito do presente projeto a realização de um eixo de transposição Oeste, que consiste no prolongamento do eixo com origem no Jaguaribe (eixo leste), complementando os recursos disponíveis nas bacias a oeste de Fortaleza (rios Ceará, Cauhipe e São Gonçalo) e possibilitando a alimentação do Porto do Pecém e da zona turística litoral.

**FIGURA 1.1 – LOCALIZAÇÃO DA TRANSPOSIÇÃO. TRAÇADO DA ADUÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA CAPTAÇÃO**

(A3 – Microstation – 1:500000 – arquivo “LOCALIZAÇÃO.DGN”)

## 1.4. DADOS DE BASE

### 1.4.1 Considerações gerais

Os dados de base necessários para o projeto da captação dizem respeito essencialmente aos seguintes aspectos:

- Características das infra-estruturas existentes e que interferem com a captação;
- Cartografia e topografia;
- Geologia e geotecnia.

A captação a realizar interfere necessariamente com as obras em execução ou já construídas do açude Castanhão, que condicionam quer a implantação das estruturas quer a concepção dos seus diferentes componentes. Foi assim necessário recolher informação detalhada relativa às obras já concluídas e ao projeto desse açude, designadamente no que diz respeito à tomada de água executada ao corpo em concreto rolado atualmente em construção. Na seção 1.5 é apresentada a caracterização do açude Castanhão.

### 1.4.2 Cartografia e topografia

A cartografia disponível na zona da captação consiste nas cartas à escala 1:100 000 da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste DRN-DC (folha 895 - Limoeiro do Norte) e nas cartas à escala 1:25 000 do DNOS.

Existem disponíveis na zona da captação levantamentos topográficos nas escalas 1:10 000, 1:5000 e 1:2000, realizados para o projeto do açude Castanhão e projetos de irrigação situados da margem esquerda do rio Jaguaribe.

O levantamento à escala 1:10000 abrange as diferentes componentes da captação, incluindo as tubulações de sucção e de recalque, enquanto que o levantamento à escala 1:5 000 inclui apenas a zona de transição entre as tubulações de recalque e o canal de adução. O levantamento disponível à escala 1:2000 abrange áreas da ombreira esquerda do açude, a montante do reservatório, que contudo foram sujeitas a profundas alterações durante a construção do açude, dado que os terrenos foram utilizados como zonas de empréstimo de materiais para o açude. É ainda provável que venham a sofrer novas alterações até ao fim da construção do açude.

No âmbito do presente estudo foi realizado um levantamento na escala 1:5000, da ombreira esquerda do açude Castanhão e do leito do rio Jaguaribe imediatamente a jusante da barragem, abrangendo as áreas de implantação das diferentes estruturas que integram a captação. Foi também realizado o levantamento à escala 1:2000 de uma faixa ao longo do traçado das adutoras de sucção e de recalque e o levantamento à escala 1:500 da área de implantação da estação de bombeamento.

Complementando estes elementos foi igualmente realizado para o presente estudo o levantamento aerofogramétrico de todo o Trecho 1 do Sistema de Adução, incluindo a zona da captação.

### **1.4.3 Geologia e geotecnia**

Os elementos geológicos básicos disponíveis consistem fundamentalmente na carta geológica do Ceará na escala 1:250 000 e respetivas memórias descritivas.

No que diz respeito à geotecnia encontram-se disponíveis resultados de sondagens e outros trabalhos de investigação realizados para a construção do açude Castanhão que, embora não tenham sido executados nos locais exatos de implantação das estruturas da captação, podem fornecer uma caracterização bastante detalhada das condições de fundação esperadas na zona.

No âmbito do presente estudo foram realizadas sondagens mistas na zona de implantação da estação de bombeamento e sondagens à percussão ao longo do traçado das adutoras.

Os aspetos geológicos e geotécnicos relativos à captação são objeto do capítulo 3 do presente relatório.

### **1.4.4 Açude Castanhão**

Um dos condicionantes básicos da definição das variantes para a captação é o açude Castanhão, atualmente em construção, dada a interferência que existirá entre as duas estruturas. Este açude, que tem por objetivo a perenização do rio Jaguaribe, constituirá a origem das vazões a derivar pela transposição Jaguaribe-Bacias Metropolitanas.

Seguidamente enunciam-se os principais dados relativos ao açude Castanhão, a considerar no projeto da transposição:

- Localização, implantação geral e seções tipo do corpo em aterro e do corpo em concreto rolado (CCR);
- Características do reservatório (curva cotas-áreas-volumes, níveis máximos e mínimos de exploração, frequência de ocorrência das cotas do nível de água);
- Características da tomada de água (implantação, seção da entrada, diâmetros e comprimentos de tubulações, perdas de carga, equipamentos e regras de operação);
- Regras de exploração do reservatório, incluindo a avaliação das diferentes demandas hídricas dependentes do reservatório e respectivas vazões médias e máximas a captar e sua distribuição mensal e anual.
- Demandas de água a satisfazer pelo açude e critérios de alocação de água a estabelecer.

Foram recolhidos no DNOCS os desenhos de projeto do corpo em concreto compactado a rolo da barragem.

É também necessário o conhecimento da situação atual de avanço das obras e o planejamento geral previsto até à conclusão do açude, de forma a se poder evitar ou planejar atempadamente eventuais interferências do presente Projeto com a construção do açude. Esta coordenação será importante de forma a evitar que fiquem inviabilizadas determinadas soluções de integração das duas obras.

Na Figura 1.2 apresenta-se a fotografia aérea disponível para a zona envolvente do açude Castanhão, com indicação da implantação da barragem. Seguidamente descrevem-se de forma sumária as principais características do açude Castanhão.

O açude Castanhão no rio Jaguaribe encontra-se em fase adiantada de construção, embora recentemente (final de 2000 e início de 2001) as obras estejam praticamente suspensas.

O paramento central, em concreto compactado a rolo (CCR), encontra-se construído na ombreira direita até aproximadamente a cota 62 m. A parte central foi construída até à cota 59,00 m, com menor largura que a final, constituindo um vertedouro provisório. Na ombreira esquerda foi construído apenas um dique com coroamento à cota 62,00 m, permitindo assim o armazenamento de cerca de 100 hm<sup>3</sup>.



<p>GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH</p>	
<p>PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERIRH</p>	
<p>ESTUDO VISANDO O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA</p>	
<p>CAPTAÇÃO D'ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO</p>	
TÍTULO:	<p><b>Figura 2.1</b> <b>Implantação do Açude Castanhão</b></p>

Os diques laterais em aterro encontram-se concluídos até à cota do coroamento, em ambas as margens, à exceção dos trechos que irão envolver a estrutura em betão. Os diques auxiliares da ombreira direita, que constituem uma rodovia com alguns quilómetros, e o dique fusível na ombreira esquerda, com um desenvolvimento de cerca de 1 000 m, encontram-se também concluídos.

Posteriormente a barragem será completada até à cota de projeto de 111,00 m, dispondo-se então, para o nível máximo no reservatório à cota 100,00 m, da capacidade de armazenamento total prevista de 4 452 hm<sup>3</sup>, a que corresponde a capacidade útil de 4 200 hm<sup>3</sup>. O reservatório dispõe ainda de um volume de espera de 2 300 hm<sup>3</sup>, entre as cotas 100,00 e 106,00, destinado a controlo de cheias. O nível mínimo de exploração, definido pela estrutura de tomada de água, encontra-se à cota 71,00 m. Na Figura 1.3 representa-se a curva cota-área volume do reservatório.

As estruturas da tomada de água e do vertedouro encontram-se praticamente concluídas, faltando somente a instalação de parte dos equipamentos hidromecânicos.

O vertedouro, dimensionado para uma vazão máxima de descarga de 14 820 m<sup>3</sup>/s, correspondente ao período de retorno de 10 000 anos, tem a crista à cota 95,00 m e está equipado com 12 comportas setor com 11,55 m de altura e 10,00 m de largura.

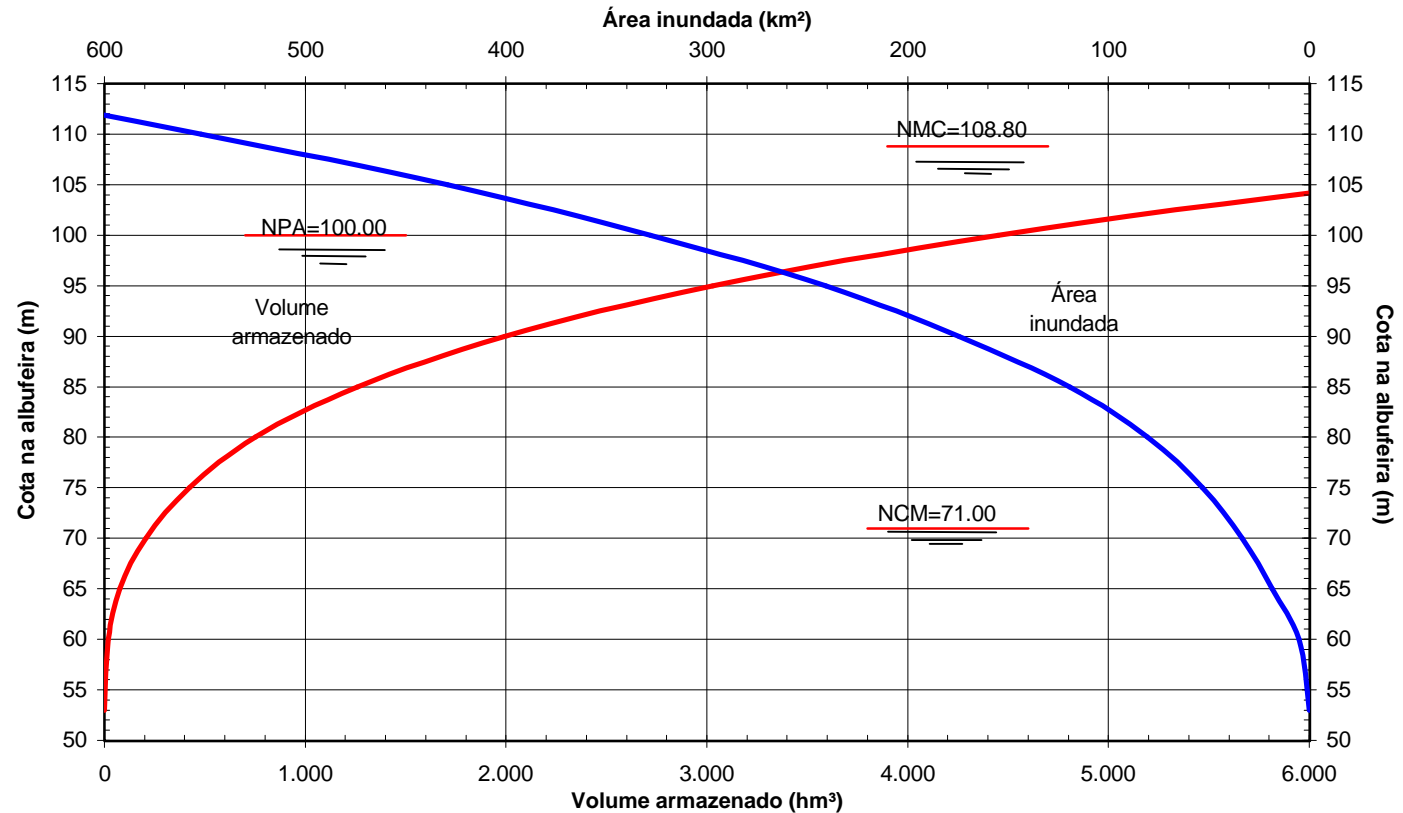
A tomada de água no açude do Castanhão, que serve também de descarga de fundo, situa-se do lado da margem direita e encontra-se dimensionada para uma vazão máxima de 100 m<sup>3</sup>/s. A tomada de água é constituída por uma torre de tomada com entrada a um único nível de dimensões 3,00x4,00 m<sup>2</sup>, seguida de uma galeria em concreto com secção 13,0x6,0 m<sup>2</sup> (lxh aproximado) dividida por um septo vertical, no interior da qual serão instaladas duas tubulações em aço de 3 700 mm de diâmetro e cerca de 180 m de comprimento e afastadas em planta de aproximadamente 2,00 m. A tomada de água está equipada a montante com grades (6,00x8,00 m<sup>2</sup>), com uma comporta vagão (3,00x4,00 m<sup>2</sup>) e com uma comporta ensecadeira (3,00x4,00 m<sup>2</sup>); a jusante quatro válvulas de jato oco com 1 524 mm de diâmetro restituem para o rio as vazões armazenadas, promovendo simultaneamente a dissipação de energia.

As tubulações da tomada de água desenvolvem-se, no seu trecho final, sob uma plataforma existente em pé-de-barragem situada à cota aproximada de 65,00 m. O eixo das tubulações à saída da galeria e junto ao edifício das válvulas dispersoras encontra-se a cerca da cota 58,00 m.



Cotas Z (m)	Áreas inundadas (km²)	Volumes armazenados (hm³)
53,00	0	0
60,00	5	18
65,00	18	77
70,00	34	207
75,00	53	423
80,00	81	752
85,00	119	1.258
90,00	174	1.993
95,00	241	3.028
100,00	328	4.452
105,00	429	6.345
110,00	552	8.797
115,00	684	11.887
120,00	823	15.655

NOTA: Valores medidos em topografia (ortofotomapas) à escala 1:5000.



**Características do reservatório**

Nível de pleno armazenamento (NPA).....	100,00 m
Nível de máximo de controle de cheias (NV)	106,00 m
Nível de máxima cheia (NMC).....	108,80 m
Nível de capacidade morta (NCM).....	71,00 m
Área inundada no NPA.....	328 km²
Volume total.....	4.452 hm³
Volume morto.....	241 hm³
Volume útil.....	4.211 hm³
Volume de espera.....	2.300 hm³

**Curva de superfícies**

$$S = 2,2247 \times (Z - 65,00)^{1,404}$$

**Curva de volumes**

$$V = 5,9283 \times (Z - 65,00)^{1,862}$$

**FIGURA 1.3**  
**CURVAS DE ÁREAS INUNDADAS E DE VOLUMES ARMZENADOS NO RESERVATÓRIO CASTANHÃO**  
**(CORRIGIDAS CONSIDERANDO DEPÓSITO DE SEDIMENTOS EM 75 ANOS)**

A tubulação do lado esquerdo (já instalada) destina-se à tomada de água para irrigação no vale do Jaguaribe, que funcionará simultaneamente como descarga de fundo do reservatório, sendo as vazões captadas restituídas ao leito do rio através das referidas quatro válvulas dispensoras. A tubulação do lado direito (que se encontra instalada apenas no início da galeria de tomada) foi prevista para alimentação de uma futura central hidroelétrica, a ser construída em data posterior, pelo que essa tubulação terminará numa junta cega dentro da galeria.

As demandas de água a satisfazer por este açude e os critérios de operação do reservatório não se encontram ainda definitivamente definidos.

Os projetos de irrigação previstos na baixa aluvionar ao longo do rio Jaguaribe recebem as vazões com origem no Castanhão, liberadas através das referidas válvulas dispensoras. A sua interferência com a Transposição limitar-se-á aos volumes de água utilizados e à necessidade de transporte simultâneo da totalidade da vazão (para o Jaguaribe e para a RMF) nas tubulações de tomada de água da barragem.

Como acima referido, no projeto do açude Castanhão é prevista a construção de uma central hidrelétrica no pé-de-barragem. Foi reservado um local para a sua implantação, adjacente à câmara das válvulas dispensoras da tomada de água, sendo uma das duas tubulações de 3 700 mm de diâmetro da tomada de água do açude destinada à alimentação da central. A construção da central hidroelétrica não está ainda decidida, ainda que tudo indique que seja um aproveitamento bastante rentável, pelo que a sua implementação apenas será realizada após a conclusão da barragem e, provavelmente, após a conclusão da construção da transposição para a RMF.

As características apresentadas para o açude Castanhão correspondem a cotas e dimensões de projeto e ao reconhecimento preliminar realizado às obras, necessitando de confirmação na fase de Projeto Executivo, em função do reconhecimento e levantamento a realizar às estruturas efetivamente construídas ou a construir.

## **1.5. COMPOSIÇÃO DO TRECHO 1**

O presente Projeto Básico compreenderá as obras da Captação d'Água no Açude Castanhão, que constituem uma das componentes do que se designou por Trecho 1 (Castanhão-Curral Velho) do Sistema de Adução Castanhão-RMF.

Prevê-se que a construção das obras que integram o Trecho 1, captação e adução, sejam objeto de duas Concorrências, compreendendo as seguintes componentes:

- Concorrência 1 – constitui-se das obras civis e execução de sifões e adutoras para todo o Trecho 1, incluindo as obras da estação de bombeamento com fornecimento e montagem dos equipamentos hidromecânicos do barrilete; e
- Concorrência 2 – fornecimento de conjuntos moto-bombas, inversores de frequência e fornecimento e execução das instalações elétricas da estação de bombeamento, incluindo a sub-estação.

Cada concorrência será objeto de um Dossier de Licitação próprio incluindo uma descrição sumária do aproveitamento e das obras, especificações técnicas e os respectivos quantitativos.

## **CAPÍTULO 2**

### **DESCRIÇÃO GERAL DA CAPTAÇÃO**

## **2. DESCRIÇÃO GERAL DA CAPTAÇÃO**

### **2.1. LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS**

As estruturas de captação situam-se na margem esquerda do rio Jaguaribe, junto à barragem do Castanhão, distando cerca de 200 km de Fortaleza. Essa barragem, atualmente em construção, situa-se no rio Jaguaribe a cerca de 180 km da foz no Oceano Atlântico.

A barragem é facilmente acessível pela rodovia federal BR116. Na margem direita o acesso ao coroamento é direto e na margem esquerda faz-se a partir da estrada que liga a BR116 à cidade de Nova Jaguaribara. Não é possível a passagem entre as duas margens do rio através do coroamento da barragem.

A estação de bombeamento localiza-se na margem esquerda, em pé-de-barragem, sendo o acesso realizado através de estradas de terra batida com origem na cidade de Nova Jaguaribara.

A derivação para tomada de água e a adutora de sucção podem ser acedidas a partir da margem esquerda, através dos acessos existentes à galeria de tomada de água do açude Castanhão. A adutora de recalque acompanhará o traçado do futuro acesso à estação de bombeamento, a construir, terminando junto à ombreira esquerda do vertedouro fusível do açude Castanhão.

No Desenho 777-T1-1-01 é representada a localização das diferentes obras que constituem a captação.

### **2.2. CARACTERÍSTICAS DA CAPTAÇÃO**

#### **2.2.1 Características gerais**

A captação de água compreenderá uma derivação para tomada de água, uma estação de bombeamento, adutoras de sucção e de recalque e uma estrutura de transição entre a captação e a adução, que elevará as vazões derivadas para uma zona alta da margem esquerda do rio Jaguaribe, situada junto do limite urbano da cidade de Nova Jaguaribara, local onde terá início a adução.

Nos itens seguintes apresentam-se as principais características das obras que integram a captação d'água no açude Castanhão.

## 2.2.2 Estação de bombeamento

A estação de bombeamento, situada na margem esquerda do rio Jaguaribe, imediatamente a jusante do açude Castanhão, apresenta as seguintes características principais:

### • Edifício

- Dimensões máximas em planta ..... 65,4 x 27,9 m<sup>2</sup>
- Altura máxima ..... 15,3 m
- Cotas dos pisos
  - Cota do piso dos grupos ..... 60,85 m
  - Cota do piso principal ..... 65,00 m
  - Cota do piso da sala de comando ..... 69,25 m
  - Cota da cobertura ..... 69,25 e 74,05 m
- Cota da plataforma exterior (acesso) ..... 64,85 m
- Cota do eixo dos grupos ..... 62,50 m
- Cota do eixo das adutoras de sucção e recalque ..... 66,70 m

### • Grupos

- Número
  - 1<sup>a</sup> fase ..... 4 (sem reserva)
  - 2<sup>a</sup> fase (ou a instalar em mais fases) ..... 8 (1 de reserva)
- Vazão total ..... 22,0 m<sup>3</sup>/s
- Vazão unitária ..... 3,15 m<sup>3</sup>/s
- Altura nominal de recalque (vazão máxima; 22,0 m<sup>3</sup>/s) ..... 54,0 m
- Altura máxima de recalque (vazão reduzida; 18,0 m<sup>3</sup>/s) ..... 61,6 m
- Rendimento médio ..... 85,0 à 90,0 %
- Velocidade de rotação ..... 507 a 614 t/min
- Potência nominal do motor ..... 2 200 kW
- Potência total elétrica ..... 2 x 10 MVA
- Tensão de alimentação ..... 69 kV

### • Equipamento mecânico e hidromecânico

- Tubulações unitárias de sucção
  - diâmetro ..... 1 400 mm
  - pressão nominal ..... PN 8 bar
  - válvulas de seccionamento (borboleta) ..... 8 x 1 400 mm
- Tubulações unitárias de recalque
  - diâmetro ..... 1 200 mm
  - pressão nominal ..... PN 8 bar
  - válvulas de seccionamento (borboleta) ..... 8 x 1 200 mm
  - válvulas anti-retorno ..... 8 x 1 200 mm
- Exaustores de teto ..... 22 unidades
- Ponte rolante ..... 20 ton.

- **Equipamento elétrico**
  - Inversores de frequência (8 unidades).
  - Transformadores dos grupos (8 unidades).
  - Armário 13,8 kV.
  - Quadro de baixa tensão, comando e dos serviços auxiliares.
  - Transformador de serviços auxiliares.
  - Baterias .
  - Grupo Diesel.
  
- **Sub-estação 69 kV**
  - Dimensões em planta .....38,0 x 18,0 m<sup>2</sup>
  - Cota da plataforma..... 68,00 m
  - Transformadores (69/10 kV) .....2 x 10,0 MVA

### 2.2.3 Adutoras de sucção e de recalque

#### Características gerais

As adutoras entre a tomada de água, estação de bombeamento e o canal de adução têm um comprimento total de 3 300 m, sendo 800 m relativos à adutora de sucção e 2 500 m correspondentes à adutora de recalque.

As principais características hidráulicas das adutoras são as seguintes:

- Vazão de dimensionamento..... 22,0 m<sup>3</sup>/s
- Perdas de carga na adução (incluindo estação)..... 8,0 m
- Altura geométrica de recalque (22 m<sup>3</sup>/s):
  - mínima ..... 27,0 m
  - média ..... 35,0 m
  - máxima..... 56,0 m
- Altura manométrica de recalque (22 m<sup>3</sup>/s):
  - mínima ..... 35,0 m
  - média ..... 43,0 m
  - máxima..... 64,0 m

#### Adutora de sucção

- **Traçado** - O traçado entre a derivação e a estação de bombeamento segue a jusante do paramento em concreto do açude Castanhão, atravessando o leito do rio Jaguaribe e acompanhando aproximadamente a direção do eixo do açude. Instalação enterrada em vala a montante e aérea no trecho final.
  
- **Tubulações**
  - Comprimento ..... 793 m
  - Diâmetro .....2 x 2 500 mm

- Pressão de serviço..... 4 a 6 bar
- Material .....aço

- **Obras especiais**

- Descarga de fundo (0+556)
- Maciços de ancoragem (0+186, 0+420 e 0+556).
- Travessias do leito menor do rio.

- **Equipamentos**

- Ventosas de triplo efeito (4) na secção de montante, junto à derivação;
- Ventosas de triplo efeito (4) na secção de jusante, junto à estação;
- Juntas de dilatação;
- Entradas de homem;

### **Aduutora de recalque (alta pressão)**

- **Traçado** - O traçado entre a estação de bombeamento e a chaminé de equilíbrio segue a jusante da ombreira esquerda do açude Castanhão, acompanhando aproximadamente a direção do eixo do açude. Instalação à superfície apoiada m maciços em concreto.

- **Tubulações**

- Comprimento ..... 556 m
- Diâmetro ..... 2 x 2 200 mm
- Pressão de serviço..... 4 à 8 bar
- Material .....aço

- **Obras especiais**

- Medidor de vazão (0+100)
- Maciços de ancoragem (0+346 e 0+556)

- **Equipamentos**

- Ventosas de triplo efeito (2) na seção de montante, junto à estação;
- Ventosas de triplo efeito (2) no maciço M4 e (2) no maciço M5;
- Juntas de dilatação;
- Entradas de homem;

### **Aduutora de recalque (baixa pressão)**

- **Traçado** - O traçado entre a chaminé de equilíbrio e o canal de adução segue a jusante do dique fusível do açude Castanhão, acompanhando aproximadamente a direção do eixo do açude. Instalação enterrada em vala.

- **Tubulações**

- Comprimento ..... 1 954 mm
- Diâmetro ..... 2 x 2 500 mm
- Pressão de serviço..... 2 a 4 bar



– Material ..... aço ou PRV

• **Obras especiais**

- Descarga de fundo (1+418)
- Maciço de ancoragem (0+790, 1+835 e 2+335)

• **Equipamentos**

- Ventosas de triplo efeito (2) ao km 1+990;
- Juntas de dilatação;
- Entradas de homem;

## 2.2.4 Derivação para tomada de água

A tomada de água da captação é constituída por um derivante na tubulação existente (DN 3 700 mm) da tomada de água do açude Castanhão, envolvido em concreto, seguido de uma câmara onde serão instaladas duas válvulas de seccionamento, a jusante da qual tem início a adutora de sucção.

- Dimensões do maciço do derivante
  - dimensões exteriores em planta.....8,70 x 12,00 m<sup>2</sup>
  - altura máxima..... 10,10 m
- Dimensões da câmara
  - dimensões exteriores em planta.....7,40 x 10,00 m<sup>2</sup>
  - altura máxima..... 9,85 m
- Equipamento principal
  - tubulações em aço .....2 x DN 2 500
  - válvulas borboleta .....2 x DN 2 200

## 2.2.5 Reservatórios uni-direcionais

A chaminé de equilíbrio encontra-se ao km 0+556 da adutora de recalque, num local onde também é prevista a construção de um maciço de ancoragem, fazendo-se aí a transição entre o trecho em alta pressão e o trecho em baixa pressão. As dimensões máximas de toda a estrutura são de 32,00 m por 20,50 m.

- Dimensões de cada reservatório sobre as tubulações em pressão
  - Dimensões de cada reservatório.....8,00x12,00 m<sup>2</sup>
  - Altura máxima ..... 4,40 m
- Cotas
  - Fundo do reservatório ..... 106,00 m
  - Nível de água máximo..... 109,50 m
  - Soleira do vertedouro ..... 109,60 m
  - Topo das paredes ..... 109,80 m

## 2.2.6 Estrutura de transição para o canal adutor

A jusante da adutora de recalque encontra-se a estrutura de transição entre a captação e a adução, constituída por uma câmara de válvulas na tubulação em pressão e por uma zona de transição com escoamento em superfície livre.

- Dimensões da câmara sobre as tubulações em pressão
  - dimensões exteriores em planta..... 9,40 x 15,75 m<sup>2</sup>
  - altura máxima..... 10,15 m
- Dimensões da transição em superfície livre
  - dimensões exteriores em planta..... 16,25 x 14,00 m<sup>2</sup>
  - altura máxima..... 6,90 m
- Equipamento principal
  - comportas vagão com servomotor ..... 4 x 1,80x2,20 m<sup>2</sup>

## 2.2.7 Acessos

É prevista a construção de uma estrada de acesso com origem na rodovia de ligação entre a cidade de Nova Jaguaribara e a BR116, cujo traçado acompanhará as adutoras de sucção e de recalque, com um desenvolvimento total de cerca de 2,5 km, largura de 5,0 m e piso revestido.

A área exterior de implantação da estação de bombeamento será delimitada por uma vedação, definindo um recinto com áreas para circulação, com gramado e iluminação. A sub-estação possuirá vedação e iluminação próprias.

## **CAPÍTULO 3**

# **ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS**

### **3. ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS**

#### **3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

As investigações geotécnicas realizadas na área da captação e incluídas neste relatório foram realizadas especificamente para o presente projeto. Estas investigações continuam em curso com o objetivo de complementar a informação disponível.

As diversas fotografias a que se faz referência ao longo do texto são apresentadas no final do capítulo.

#### **3.2. MAPEAMENTO GEOLÓGICO**

A área definida para o sistema de captação e adução, logo a jusante da barragem do Açude Castanhão está inserida numa zona em que são visíveis superficialmente três unidades litoestratigráficas mapeadas geologicamente: embasamento cristalino, formado por rochas pré-cambrianas; Formação Faceira, constituída de sedimentos conglomeráticos de idade Tércio-Quaternária; sedimentos aluvionares, de idade Quaternária, ao longo do leito e da planície de inundação do Rio Jaguaribe.

Na margem esquerda do Rio Jaguaribe, cuja cota topográfica é em torno de 60,00m, ocorre uma faixa de terrenos formados por sedimentos aluvionares constituídos de areias, cascalhos e argilas com espessura média de três metros, fazendo contato com as rochas gnáissicas-migmatíticas do embasamento cristalino, conforme observa-se na Foto 4.1.

No local definido para a estação de bombeamento, onde o terreno apresenta cota topográfica em torno de 70,00 m, ocorrem afloramentos de rochas do embasamento cristalino, com migmatitos granitizados, exibindo sua estrutura bastante homogeneizada, com textura nebulítica. A camada de recobrimento é formada por um solo de formação areno-argilosa, de granulação média, contendo seixos de quartzo e fragmentos de rocha, de coloração avermelhada e espessura média de 1,00 m.

Localmente, bem próximo ao eixo locado, junto da sondagem SM-02, ocorre um grande afloramento de rocha, a nível de superfície, como se pode ver na Foto 4.2.

Seguindo ao longo do traçado, percorre-se através de uma elevação, numa extensão de aproximadamente 700 metros, onde ocorrem diversos afloramentos de grandes proporções,

ora em forma de lajedos, ora em forma de grandes blocos alinhados concordantemente com a lineação regional da foliação, segundo NE-SW, recobertos por uma vegetação mais densa, Foto 4.3.

Quando a topografia do terreno atinge a cota em torno 107,00 m a litologia muda, e as rochas do embasamento cristalino são encobertas por sedimentos conglomeráticos da Formação Faceira, contendo seixos bem rolados de quartzo em uma matriz de solo areno-argilosa de coloração variegada, onde predominam os tons vermelho e amarelo. Próximo ao contato discordante com o embasamento cristalino apresentam-se impregnados por óxido de ferro, formando um horizonte laterítico que caracteriza-se por um aumento na dureza e na coesão. Ocasionalmente é possível visualizar o contato entre as duas formações, como se vê na Foto 4.4.

A linha da adutora prossegue paralelamente à jusante do dique fusível do Açude Castanhão, onde o terreno é formado pelos sedimentos conglomeráticos da Formação Faceira, mantendo-se plano ao longo de toda a extensão do dique (Foto 4.5), sendo que, atualmente a topografia é condicionada pela dissecação mecânica feita na área, para retirada de material para o maciço compactado do Açude Castanhão, tendo sido o terreno cortado, a partir da superfície natural, até profundidades que alcançam quatro metros (Foto 4.6), restando ainda um manto com espessura média da 4,00 m.

A partir da ombreira esquerda do dique fusível, a linha da adutora prossegue ao longo de mais 800 metros de extensão, até o Km 2+500, onde acontece a interseção com a estrada de acesso a Nova Jaguaribara. Nesse trecho o terreno possui uma topografia suave em aclave, e é formado também por sedimentos da Formação Faceira, cuja espessura pode atingir profundidades além de 20,00 m.

Para uma visualização mais clara da geologia local foi elaborado um mapa geológico na escala 1:5 000 (Desenho 777-T1-1-03), exibindo os contatos litológicos, identificados através de fotointerpretação com utilização de fotografias aéreas na escala 1:15 000, inserida na base cartográfica com sistema de coordenadas UTM, e ratificada em campo através de caminhamentos com identificação, classificação e localização, através de GPS, dos pontos caracterizados pelas ocorrências e afloramentos existentes.

Além dos contatos litológicos é possível visualizar no mapa a direção preferencial da foliação, na unidade em que ocorrem as rochas gnáissicas-migmatíticas do embasamento cristalino,

segundo NE-SW , e medidas de atitude feitas com utilização de bússola em alguns afloramentos.

Os corpos de afloramentos rochosos mais expressivos estão delimitados e localizados no mapa geológico através de achúrias. São formados por gnáisses e migmatitos com diversas estruturas bandadas e dobradas e algumas vezes bastante homogêneos sem exibição nítida da foliação, apresentando um aspecto nebulítico e uma estrutura granítica de elevada dureza, muitas vezes recortados por diques ácidos que apresentam variadas formas, texturas, espessuras e comprimentos, cujos minerais principais são feldspato e quartzo, ocorrendo como corpos graníticos filonéticos, veios de quartzo e sílica criptocristalina, e corpos pegmatíticos. Esses afloramentos (Foto 4.7) ocorrem bem próximo aos locais de implantação das estruturas de captação e adução, e caso não hajam impedimentos de ordem ambiental ou outra razão qualquer, podem ser explorados como pedreiras para atender à demanda de materiais pétreos.

### 3.3. INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS

No local definido para a estação de bombeamento foram executados dois furos de sondagem mista, iniciadas a percussão e prosseguidas com rotativa ( SM-01 e SM-02), indicadas no mapa geológico apresentado Desenho 777-T1-1-03. A sondagem SM-01 (coordenadas: N-9.393.622 E-561.098) indicou um recobrimento de solo areno-argiloso até 1,40 m de profundidade, com alta resistência de SPT e foi prosseguida através de perfuração com rotativa em rocha até a profundidade de 5,40 m, com recuperação média de testemunhos de 70%. A sondagem SM-02 ( coordenadas: N-9.393.625 E-561.057) evidenciou a camada de solo areno-argiloso a 1,00m de profundidade, sendo prosseguida com rotativa até 5,00 m de profundidade, com recuperação média, em rocha, de 68%. A sondagem SM-02 é apresentada em corte no perfil geológico-geotécnico apresentado desenho acima referido. Por motivo de superposição com a SM-02, não é apresentada em perfil a sondagem SM-01. Os resultados dessas sondagens indicam o topo da rocha variando entre a cota 65,00 m a 70,00 m.

Além das sondagens mistas no local da estação de bombeamento, foram executadas, ao longo da adutora, três sondagens a percussão, nas posições indicadas no mapa geológico do des. nº 4.1, ou seja: SP-01 (coordenadas: N-9.394.173 E-561.116), SP-02 (coordenadas: N-9.394.316 E-561.303) e SP-03 (coordenadas: N-9.395.194 E-561.130). Os resultados dessas sondagens indicam a espessura dos sedimentos situados no trecho correspondente à extensão do dique fusível do Açude Castanhão, que em média é de 4,00 m, a partir da superfície de cota 105,00 m. Todas as sondagens à percussão estão apresentadas no perfil geológico-geotécnico do desenho acima referido.

As condições geomecânicas da área, através dos resultados obtidos pelas sondagens, indicam uma situação bastante favorável em termos de capacidade de suporte, permitindo a adoção de fundações rasas, tipo sapatas isoladas ou corridas, ou ainda radier.

Os perfis individuais de cada sondagem são indicados no Anexo 1, no final deste relatório, conforme a seguinte numeração: SM-01, SM-02, SP-01, SP-02 e SP-03.

### **3.4. CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO DAS ESTRUTURAS**

Na zona do derivante das condutas de tomada da barragem, onde se inicia a captação no primeiro trecho até junto da baixa aluvionar do rio, não se prevêem quaisquer problemas de fundação das adutoras, sendo mesmo visível, em diversos cortes de escavações já efetuadas na zona, o substrato rochoso consistente aflorando a pouca profundidade. Para assegurar a regularidade e homogeneidade do terreno de fundação poderá ser necessário o recurso pontual a desmorte por explosivo.

Os trechos seguintes do traçado das adutoras, que correspondem ao atravessamento da baixa aluvionar e da calha do rio Jaguaribe, interessam uma zona onde as formações aluvionares têm espessuras importantes que poderão dificultar a implantação da tubulação, havendo essencialmente que prevenir a ocorrência de eventuais movimentos de reajustamento. A instalação da tubulação enterrada em vala, devidamente protegida dos níveis de jusante do rio, e fixada criteriosamente, poderá ser uma solução adequada ao problema.

Na margem esquerda a instalação da adutora e a fundação da estação de bombeamento não levantarão em princípio dificuldades significativas, dado que ocorrem aí superficialmente formações rochosas consistentes. Haverá sobretudo que acautelar a necessidade de regularizar a fundação da estação, o que devido à ocorrência frequente de blocos de grande dimensão e ao reconhecimento de algumas zonas de maior ou menor alteração do maciço, poderá obrigar a algum trabalho de desmorte a fogo e de enchimento de concreto.

O trecho da tubulação de recalque correrá num traçado topograficamente adequado, interessando essencialmente uma cava entre dois pequenos morros, numa faixa perto de onde hoje se implantam os postes de uma linha elétrica, e com o substrato aflorante ou ocorrendo, em princípio, a pequena profundidade.

O trecho final desta tubulação, e a área de implantação da estrutura de ligação ao canal de adução, interessa terrenos consistentes com um nível superficial de espessura importante de solos finos, correspondendo-lhe uma topografia muito regular. Nesta zona podem observar-se

diversos cortes com alguma importância, inerentes à utilização desta área como empréstimo de solos finos para a barragem. Estas formações apresentam boa consistência e homogeneidade, pelo que, face à dimensão e solicitação moderadas das infraestruturas a implantar, não se prevê quaisquer dificuldades significativas de fundação ou de execução dos trabalhos respetivos de terraplenagem.





**Foto 4.1 – Contato entre o sedimento aluvionar e o embasamento cristalino, na margem esquerda do Rio Jaguaribe, na Est. 31 do eixo locado, próximo ao local da captação.**



**Foto 4.2 – Afloramento de rocha granitizada, em forma de lajedo, próximo ao local da estação de bombeamento.**



**Foto 4.3 – Vista geral da área de captação na calha do Rio Jaguaribe, e da elevação onde será implantada a estação de bombeamento. Em segundo plano as obras do Açude Castanhão, vendo-se a torre da tomada d'água.**



**Foto 4.4 – Contato do conglomerado da Formação Faceira com o embasamento cristalino.**



**Foto 4.5 – Eixo da adutora no terreno plano escavado, formado por sedimentos da Formação Faceira, à jusante do dique fusível do Açude Castanhão.**



**Foto 4.6 – Corte do terreno sedimentar da Formação Faceira, à jusante do dique fusível do Açude Castanhão.**



**Foto 4.7. – Grande afloramento de rocha, próximo à área de captação.**

## **CAPÍTULO 4**

### **ESTUDOS HIDRÁULICOS**

## **4. ESTUDOS HIDRÁULICOS**

### **4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

No presente capítulo são apresentadas as condições de funcionamento hidráulico da captação, compreendendo uma primeira parte onde se inclui uma descrição das condições de operação previstas para o reservatório Castanhão, a que se segue a descrição do funcionamento em regime permanente e o funcionamento em regime transitório, designadamente o estudo da protecção do sistema de recalque contra os efeitos do golpe de aríete.

Os cálculos hidráulicos detalhados são apresentados em anexo. O estudo dos regimes transitórios (choque hidráulico) é apresentado no Anexo II e a determinação do diâmetro económico adotado para as tubulações no Anexo III. No Anexo IV é apresentado o cálculo dos maciços de ancoragem das adutoras de sucção e de recalque.

### **4.2. CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA CAPTAÇÃO**

#### **4.2.1 Vazão de dimensionamento da transposição**

A determinação da vazão de dimensionamento da transposição resultou dos estudos de simulação da operação integrada dos sistemas de reservatórios das bacias do Jaguaribe e das Bacias Metropolitanas, de forma a otimizar a utilização simultânea dos recursos hídricos de ambas as bacias hidrográficas, procurando maximizar o volume global de água fornecido para o conjunto da região e minimizar a vazão de dimensionamento da transposição.

Deste estudo resultou que a vazão máxima (na origem) a considerar para a transposição e para o ano horizonte de projeto (2030) será de 22 m<sup>3</sup>/s, sendo 15 m<sup>3</sup>/s destinados à satisfação das demandas da RMF e 7 m<sup>3</sup>/s para irrigação ao longo da transposição. A vazão de dimensionamento da captação d'água no açude Castanhão será assim de 22 m<sup>3</sup>/s. Na primeira etapa de construção serão instalados os equipamentos para uma vazão de 11 m<sup>3</sup>/s.

No estudo de demandas realizado também no âmbito do presente Projeto, foi estimada a evolução anual dos volumes e das vazões da transposição Castanhão-Fortaleza até ao ano horizonte de projeto, que se recapitula no Quadro 4.1 e na Figura 4.1.

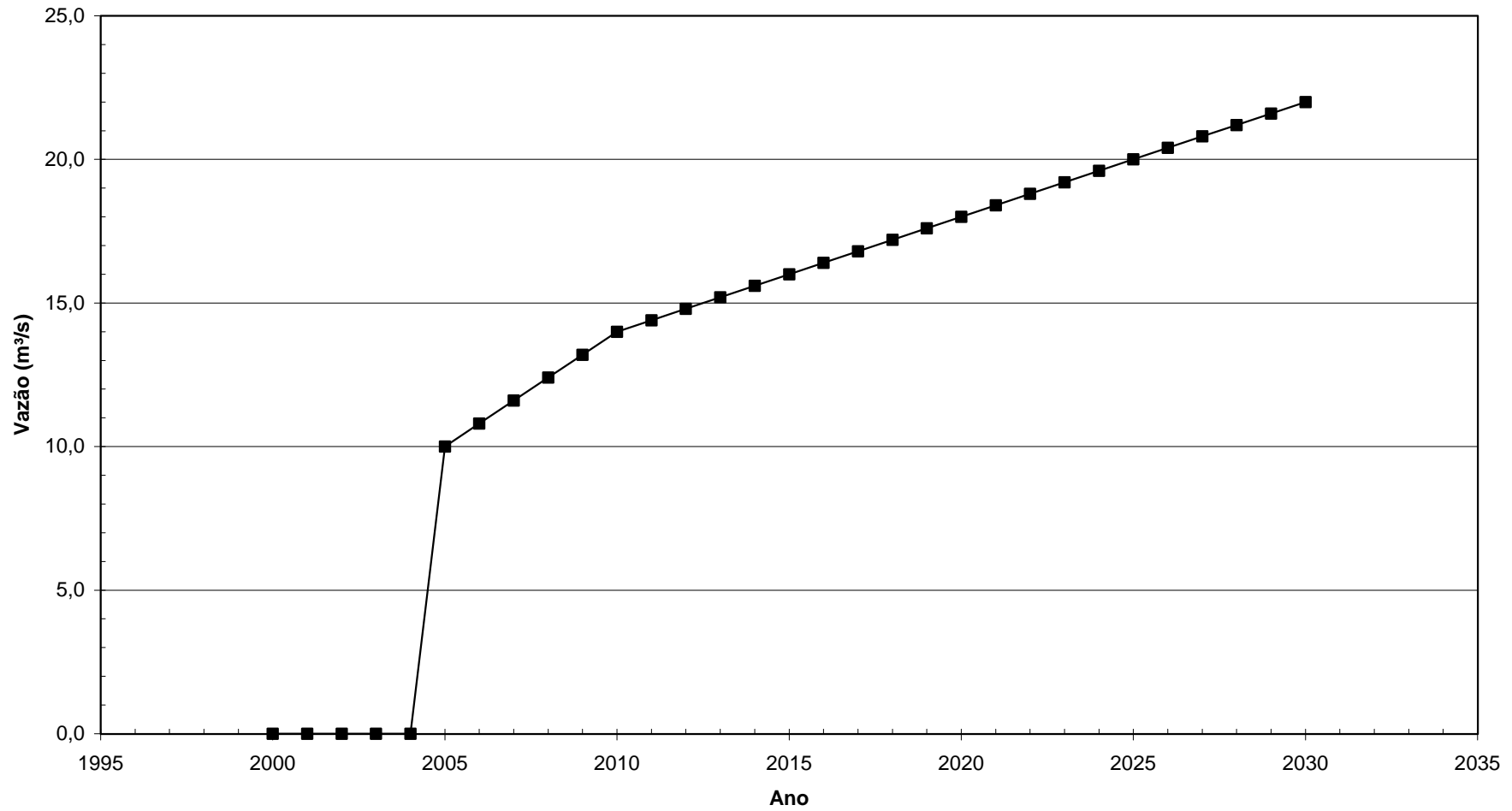
Verifica-se que a evolução da vazão prevista para a transposição, permite considerar o faseamento da execução das obras da captação, embora o crescimento inicial das demandas previsto seja bastante rápido.

**QUADRO 4.1**  
**EVOLUÇÃO ANUAL DOS VOLUMES E DAS VAZÕES DA TRANSPOSIÇÃO CASTANHÃO-FORTALEZA**

Ano	Volumes anuais aduzidos (hm <sup>3</sup> /ano)				Vazão máxima aduzida (m <sup>3</sup> /s)					Vazão por trechos (m <sup>3</sup> /s)			
	Para a RMF	Para o Banabuiú	Para o Pirangí	Total	Para a RMF	Para o Banabuiú	Para o Pirangí	Das bacias metropolitanas	Total captação	1 (Castanhão-Banabuiú)	2 (Banabuiú-Pirangí)	3 (Pirangí-Pacajús)	4 (Pacajús Pacoti)
1999 - atual	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2003	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	144,1	2,0	4,1	211,4	3,0	6,0	1,0	-3,0	10,0	10,0	4,0	3,0	0,0
2006	155,6	2,6	4,1	228,3	3,8	6,0	1,0	-3,0	10,8	10,8	4,8	3,8	0,8
2007	167,2	3,1	4,1	245,2	4,6	6,0	1,0	-3,0	11,6	11,6	5,6	4,6	1,6
2008	178,7	3,7	4,1	262,1	5,4	6,0	1,0	-3,0	12,4	12,4	6,4	5,4	2,4
2009	190,2	4,2	4,1	279,0	6,2	6,0	1,0	-3,0	13,2	13,2	7,2	6,2	3,2
2010	201,8	4,8	4,1	295,9	7,0	6,0	1,0	-3,0	14,0	14,0	8,0	7,0	4,0
2011	207,5	5,0	4,1	304,4	7,4	6,0	1,0	-3,0	14,4	14,4	8,4	7,4	4,4
2012	213,3	5,3	4,1	312,8	7,8	6,0	1,0	-3,0	14,8	14,8	8,8	7,8	4,8
2013	219,0	5,6	4,1	321,3	8,2	6,0	1,0	-3,0	15,2	15,2	9,2	8,2	5,2
2014	224,8	5,9	4,1	329,7	8,6	6,0	1,0	-3,0	15,6	15,6	9,6	8,6	5,6
2015	230,6	6,1	4,1	338,2	9,0	6,0	1,0	-3,0	16,0	16,0	10,0	9,0	6,0
2016	236,3	6,4	4,1	346,6	9,4	6,0	1,0	-3,0	16,4	16,4	10,4	9,4	6,4
2017	242,1	6,7	4,1	355,1	9,8	6,0	1,0	-3,0	16,8	16,8	10,8	9,8	6,8
2018	247,9	7,0	4,1	363,5	10,2	6,0	1,0	-3,0	17,2	17,2	11,2	10,2	7,2
2019	253,6	7,2	4,1	372,0	10,6	6,0	1,0	-3,0	17,6	17,6	11,6	10,6	7,6
2020	259,4	7,5	4,1	380,5	11,0	6,0	1,0	-3,0	18,0	18,0	12,0	11,0	8,0
2021	265,2	7,8	4,1	388,9	11,4	6,0	1,0	-3,0	18,4	18,4	12,4	11,4	8,4
2022	270,9	8,0	4,1	397,4	11,8	6,0	1,0	-3,0	18,8	18,8	12,8	11,8	8,8
2023	276,7	8,3	4,1	405,8	12,2	6,0	1,0	-3,0	19,2	19,2	13,2	12,2	9,2
2024	282,5	8,6	4,1	414,3	12,6	6,0	1,0	-3,0	19,6	19,6	13,6	12,6	9,6
2025	288,2	8,9	4,1	422,7	13,0	6,0	1,0	-3,0	20,0	20,0	14,0	13,0	10,0
2026	294,0	9,1	4,1	431,2	13,4	6,0	1,0	-3,0	20,4	20,4	14,4	13,4	10,4
2027	299,8	9,4	4,1	439,6	13,8	6,0	1,0	-3,0	20,8	20,8	14,8	13,8	10,8
2028	305,5	9,7	4,1	448,1	14,2	6,0	1,0	-3,0	21,2	21,2	15,2	14,2	11,2
2029	311,3	10,0	4,1	456,5	14,6	6,0	1,0	-3,0	21,6	21,6	15,6	14,6	11,6
2030	317,0	10,2	4,1	465,0	15,0	6,0	1,0	-3,0	22,0	22,0	16,0	15,0	12,0

**Notas:**

- Volumes (465,0 hm<sup>3</sup>/ano) e vazões (27,0 m<sup>3</sup>/s) aduzidas no horizonte de projeto (2030) obtidos da simulação da operação dos reservatórios.
- Evolução anual das vazões aduzidas obtida do balanço concentrado entre demandas e recursos ao longo do tempo.



**FIGURA 4.1**  
**EVOLUÇÃO ANUAL DAS VAZÕES DERIVADAS PELA TRANSPOSIÇÃO CASTANHÃO-FORTALEZA**



#### 4.2.2 Níveis de água no reservatório do açude Castanhão

Os estudos de simulação da operação integrada dos sistemas de reservatórios das bacias hidrográficas do Jaguaribe e das Bacias Metropolitanas indicam também, como dado de base para o dimensionamento da captação, a variação mensal de níveis verificada no reservatório do açude Castanhão ao longo do período de simulação.

O conhecimento da variação do nível de água no reservatório permite por um lado a seleção dos equipamentos de bombeamento mais adequados e, por outro, a estimativa da energia consumida no bombeamento.

Na Figura 4.2 é apresentada a variação dos níveis de água e dos volumes armazenados no reservatório Castanhão para o período de simulação considerado de 83 anos. Na Figura 4.3 encontra-se representada a curva de frequências dos diferentes níveis de água no reservatório Castanhão. O nível de água médio no reservatório corresponde à cota 92,4 m, e nível atingido com uma frequência de 50% corresponde à cota 93,9 m. Nessa figura são também indicados os volumes fornecidos através do canal e a energia de bombeamento por metro de altura de elevação.

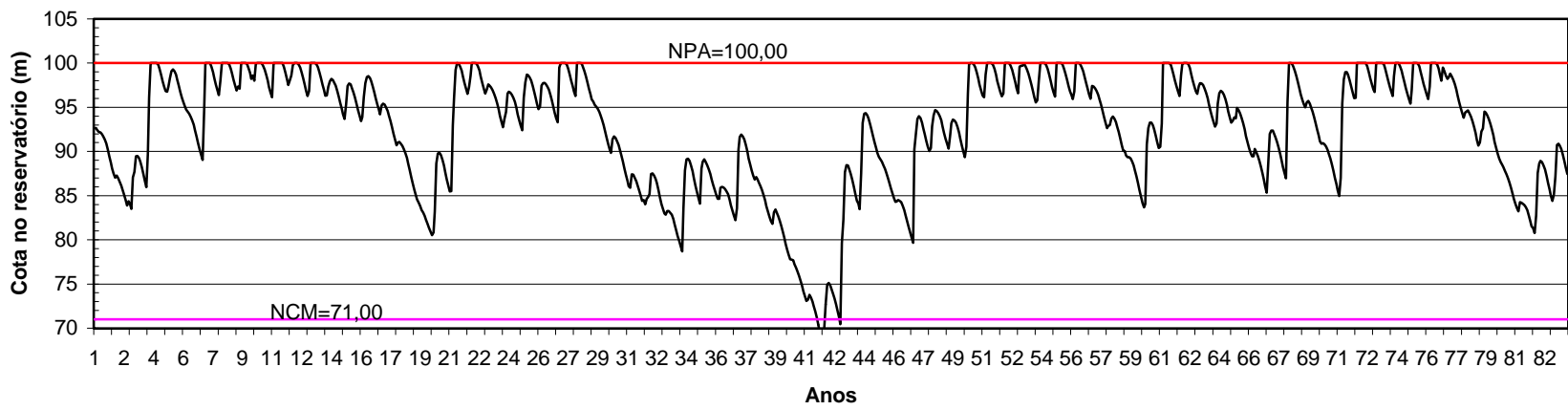
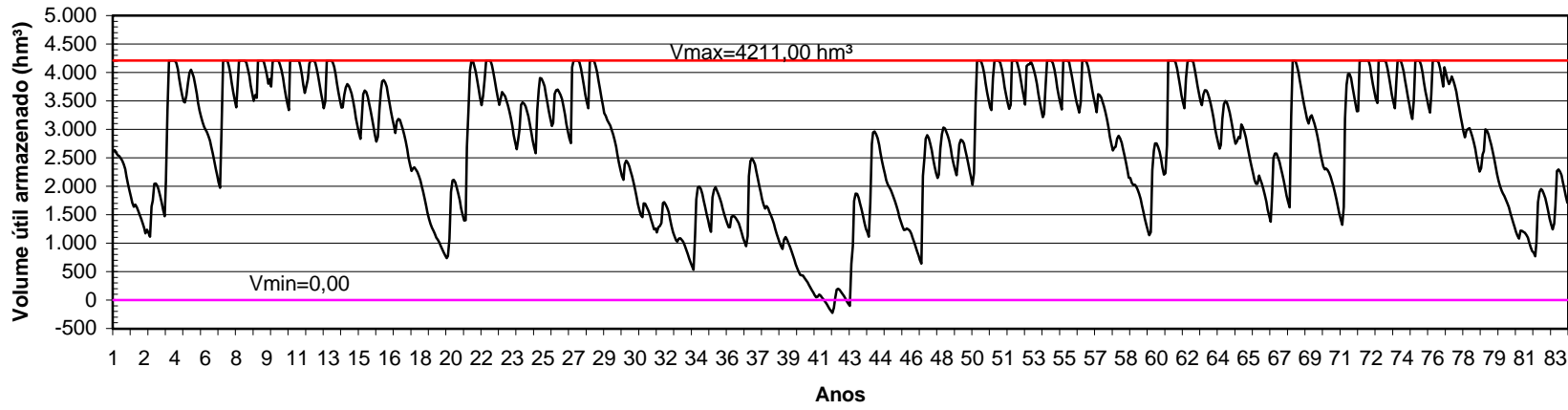
Para a estimativa da energia consumida no bombeamento interessa o nível médio da água no reservatório Castanhão, ponderado com os volumes efetivamente derivados em cada instante (mês) da simulação (sem a transferência do rio São Francisco). Este valor médio corresponde à cota 92,0 m (volume armazenado de 2 500 hm<sup>3</sup>), que será considerada como nível de referência para dimensionamento.

#### 4.2.3 Transição entre a captação e a adução

A ligação da tubulação de recalque da captação com o canal de adução situa-se num ponto alto da margem esquerda do Jaguaribe, próximo da estação de bombeamento, que permite a adução por gravidade até aos açudes do atual sistema de abastecimento da RMF.

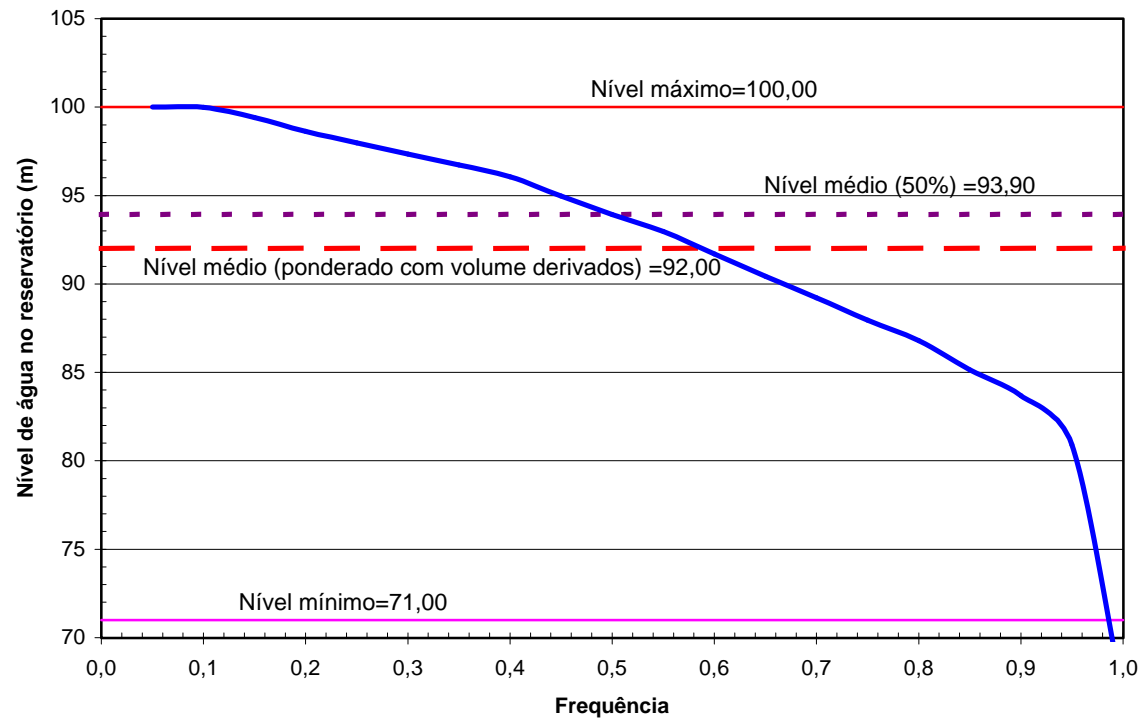
A cota piezométrica a garantir no início do canal de adução é de cerca de 112,00 m, valor este que resulta dos estudos hidráulicos realizados para o canal de adução.

A ligação entre a captação e a adução é realizada através da construção de uma pequena câmara de transição entre o escoamento em pressão da captação e o escoamento em superfície livre no canal de adução. Esta estrutura não é utilizada para regulação do arranque e paragem dos grupos da estação de bombeamento, pelo que possui dimensões reduzidas.



**FIGURA 4.2**  
**EXPLORAÇÃO DO RESERVATÓRIO CASTANHÃO. VOLUMES ÚTEIS ARMAZENADOS E NÍVEIS NO RESERVATÓRIO**

Frequência (-)	Cota (m)	Vol. fornecido (hm <sup>3</sup> /an)	Energia (GWh/ano/m)
1,00	66,7	1,2	0,004
0,95	80,9	5,0	0,016
0,90	83,7	6,2	0,020
0,85	85,1	6,7	0,021
0,80	86,8	9,7	0,031
0,75	88,0	33,1	0,106
0,70	89,2	47,5	0,152
0,65	90,4	47,6	0,152
0,60	91,7	48,4	0,155
0,55	93,0	49,6	0,159
<b>0,50</b>	<b>93,9</b>	<b>50,1</b>	<b>0,160</b>
0,45	95,0	51,5	0,165
0,40	96,1	53,2	0,170
0,35	96,7	54,5	0,175
0,30	97,3	54,7	0,175
0,25	98,0	55,1	0,176
0,20	98,6	55,3	0,177
0,15	99,4	55,3	0,177
0,10	100,0	56,2	0,180
0,05	100,0	60,4	0,193
0,00	-	-	-
média	92,4	-	-



**FIGURA 4.3**  
**EXPLORAÇÃO DO RESERVATÓRIO CASTANHÃO. CURVA DE FREQUÊNCIAS DOS NÍVEIS DE ÁGUA NO RESERVATÓRIO**

### 4.3. DIÂMETRO ECONÔMICO DAS TUBULAÇÕES

O diâmetro adotado para as tubulações das adutoras de sucção e de recalque resultou de uma otimização entre os custos de investimento para construção da tubulação e o valor atualizado da energia consumida em perdas de carga durante o período de vida útil das tubulações. São também considerados os custos de manutenção ao longo desse período.

Foram considerados diferentes diâmetros de tubulações, número de tubulações, condições de instalação e pressões de serviço, de forma a estabelecer para cada situação específica qual o diâmetro que conduz ao menor custo global.

Foi considerada como solução base o escoamento da vazão de dimensionamento prevista de 22 m<sup>3</sup>/s, contudo os cálculos foram também realizados para diferentes valores da vazão. Considerou-se um coeficiente de perda de carga de Manning-Strickler de 90 m<sup>1/3</sup>/s e um rendimento médio dos grupos de 85%.

A espessura das tubagens, considerando a sua construção em aço, foi dimensionada através da fórmula de Mariotte com pressão em regime transitório de 1,25 vezes a pressão máxima de serviço e com um fator de segurança de 2,0. Admitiu-se um peso adicional de aço de 10% para reforços. Considerou-se um custo de 4,50 R\$/kg para o aço em tubulações e que os maciços de apoio e de ancoragem representam 20% do custo total.

O preço médio considerado para a energia consumida foi de 0,030 R\$/kWh, a que acresce o preço médio da potência disponível de 32 R\$/kW/ano. Adicionalmente considerou-se também um preço médio para a potência marginal instalada de 1 200 R\$/kW, representando a variação do custo da estação de bombeamento com a potência instalada.

Admitiu-se a taxa de atualização dos investimentos de 12% e considerou-se um período de vida útil das obras de 40 anos. Para a determinação do valor atualizado da energia consumida considerou-se a série de vazões derivadas obtidas nos estudos de simulação da operação do açude Castanhão.

Foram consideradas situações com pressões de serviço de 4 e 7 bar, correspondentes a diferentes trechos de tubulação das adutoras sucção e de recalque e considerando a instalação de 1, 2 ou 3 tubulações (para a vazão de 22,0 m<sup>3</sup>/s). No Anexo III apresentam-se os cálculos detalhados realizados.

Em função dos resultados obtidos foram adotados para a captação os seguintes diâmetros de tubulações:

- 2 x 2 500 mm para as tubulações de sucção, resultando uma velocidade de escoamento de 2,2 m/s e perda de carga de 1,16 m/km.
- 2 x 2 200 mm para as tubulações de recalque de maior pressão (a montante do reservatório uni-direcional), resultando uma velocidade de escoamento de 2,9 m/s e perda de carga de 2,30 m/km.
- 2 x 2 500 mm para as tubulações de recalque de menor pressão (a jusante do reservatório uni-direcional), resultando uma velocidade de escoamento de 2,2 m/s e perda de carga de 1,16 m/km.

Os diâmetros adotados correspondem sempre a diâmetros cerca de 100 a 200 mm inferiores ao diâmetro ótimo de cálculo, atendendo a que o aumento no valor atualizado líquido é mínimo e que se obtém um custo de construção significativamente inferior.

Embora as adutoras de sucção e de recalque apresentem pressões de serviço semelhantes, foi adotado um diâmetro superior para a adutora de sucção atendendo ao interesse em limitar as perdas de carga nesse trecho a montante da estação de bombeamento. Poderá assim implantar-se a estação a cotas mais altas (terrenos de características mais adequadas e acima do nível de cheia do rio Jaguaribe) e evita-se a necessidade de instalação de dispositivos de protecção contra o choque hidráulico na adutora de sucção.

Serão utilizadas duas tubulações, quer para a sucção quer para o recalque, embora em termos de custos de instalação a solução de uma única apresente sempre um custo inferior. A utilização de duas tubulações permitirá contudo o faseamento da sua construção, com o benefício econômico associado. A importante vazão prevista, de 22 m<sup>3</sup>/s, e as questões de segurança de exploração e facilidade de manutenção aconselham também a utilização de duas tubulações.

#### **4.4. FUNCIONAMENTO EM REGIME PERMANENTE**

O sistema de bombeamento da captação, destina-se à alimentação do canal de adução através de adutoras de sucção e de recalque com cerca de 3 300 m de comprimento, com origem na tomada de água existente do açude Castanhão.

A adutora de sucção entre a captação e a estação de bombeamento, com um desenvolvimento de cerca de 800 m, é constituída por duas tubulações de diâmetro constante e igual a 2 500 mm, não existindo derivações ao longo do seu desenvolvimento. Esta adutora tem início numa derivação a construir na tubulação de aço existente da tomada de água do açude Castanhão, com diâmetro de 3700 mm. O desenvolvimento dessa tubulação, no trecho entre a entrada da tomada de água e a secção de derivação, é de cerca de 200 m.

A adutora de recalque entre a estação de bombeamento e o canal de adução, tem um primeiro trecho de alta pressão com 560 m de desenvolvimento e duas tubulações de 2 200 mm, que termina no reservatório uni-direcional. O segundo trecho da adutora de recalque faz a ligação entre o reservatório uni-direcional e o canal de adução, tendo um desenvolvimento de 1 940 m e sendo constituída por duas tubulações de 2 500 mm de diâmetro.

O caudal nominal da estação de bombeamento é de 22,0 m<sup>3</sup>/s repartido por sete grupos funcionando em paralelo, sendo instalado um grupo adicional de reserva. Numa primeira fase serão instalados apenas 4 grupos para um caudal nominal de 12,6 m<sup>3</sup>/s.

O caudal máximo nas adutoras é de 22,0 m<sup>3</sup>/s. A montante da derivação, no trecho comum à tomada de água do açude Castanhão, considerou-se o escoamento de uma vazão máxima adicional de 14 m<sup>3</sup>/s, libertada pelas válvulas dispersoras e destinada à irrigação no vale do rio Jaguaribe, resultando uma vazão total de 36 m<sup>3</sup>/s.

Os níveis de água a montante da estação de bombeamento são variáveis entre a cota 71,00 m do nível mínimo de operação do açude e a cota 100,00 m do nível de pleno armazenamento; o nível máximo poderá atingir a cota 106,00 m para controlo de cheias ou a cota 108,80 m em situação de cheia excepcional (período de retorno de 10 000 anos). Para dimensionamento das tubagens foi considerada a cota 106,00 m. O nível médio de referência adotado, ponderando os níveis de água no reservatório com os volumes derivados no período de simulação da operação do reservatório, foi de 92,0 m.

A cota piezométrica necessária a jusante, no início do canal de adução, é de 127,00 m, considerando a vazão máxima da transposição. Este valor foi considerado constante.

A diferença entre as cotas piezométricas a jusante e montante define a altura geométrica de elevação, que é variável entre 27 e 56 m, sendo o valor médio de 35 m.

O dimensionamento hidráulico das tubulações foi efectuado atendendo às perdas de carga provocadas pela vazão máxima a escoar no ano do horizonte de projeto. As perdas de carga

foram calculadas pela fórmula de Colebrook-White, tendo-se admitido uma rugosidade absoluta equivalente da conduta de 0,10 mm. Este valor permite ter em conta as perdas de carga localizadas em condutas de grande comprimento e diâmetro, provocadas pelas juntas, curvas, válvulas, etc. Para as tubagens do interior da estação de bombeamento as perdas de carga contínuas foram calculadas pela fórmula de Manning-Strickler com um coeficiente de perda de carga contínua,  $K_s$ , de 90  $m^{1/3}/s$ . As perdas localizadas são calculadas em função da energia cinética do escoamento,  $\Delta H = K V^2/(2g)$ , sendo o coeficiente de perda de carga localizada, K, função do tipo de elemento.

As perdas de carga totais são calculadas em função dos comprimento das tubulações de sucção e de recalque e das tubulações no interior da estação de bombeamento, resultando as respetivas alturas manométricas de elevação. Para a vazão máxima de 22  $m^3/s$  as perdas de carga são de 8,00 m, sendo 2,40 m na adutora de sucção e 5,60 m na adutora de recalque.

As perdas de carga no conjunto do sistema elevatório ( $\Delta H$ ) são dadas pelas seguintes expressões em função da vazão bombeada (Q):

- Tubulação de sucção (incluindo tomada de água):  $\Delta H = 0.00496 Q^{2.0}$
- Tubulação de recalque:  $\Delta H = 0.01156 Q^{2.0}$
- Total:  $\Delta H = 0.01653 Q^{2.0}$

A altura manométrica de elevação varia assim entre 35 e 64 m, sendo o valor médio calculado de 43 m.

Em regime permanente, a pressão máxima na adutora de sucção é de 6 bar; na adutora de recalque a pressão máxima atinge 8 bar a montante da chaminé de equilíbrio e 4 bar a jusante. A pressão máxima para as tubagens no interior da estação elevatória é de 8 bar.

No Quadro 4.2 apresentam-se os cálculos das perdas de carga nas tubulações de sucção e de recalque, assim como as alturas de elevação na estação de bombeamento. São também indicadas as cotas piezométricas em diversos pontos ao longo do circuito hidráulico. Na Figuras 4.4 e no Desenho 777-T1-1-02 representam-se as linhas piezométricas ao longo das adutoras de sucção e de recalque.

## QUADRO 4.2 COTAS PIEZOMÉTRICAS, PERDAS DE CARGA E ALTURAS DE ELEVAÇÃO DA CAPTAÇÃO

FUNCIONAMENTO PARA A VAZÃO MÁXIMA DERIVADA:

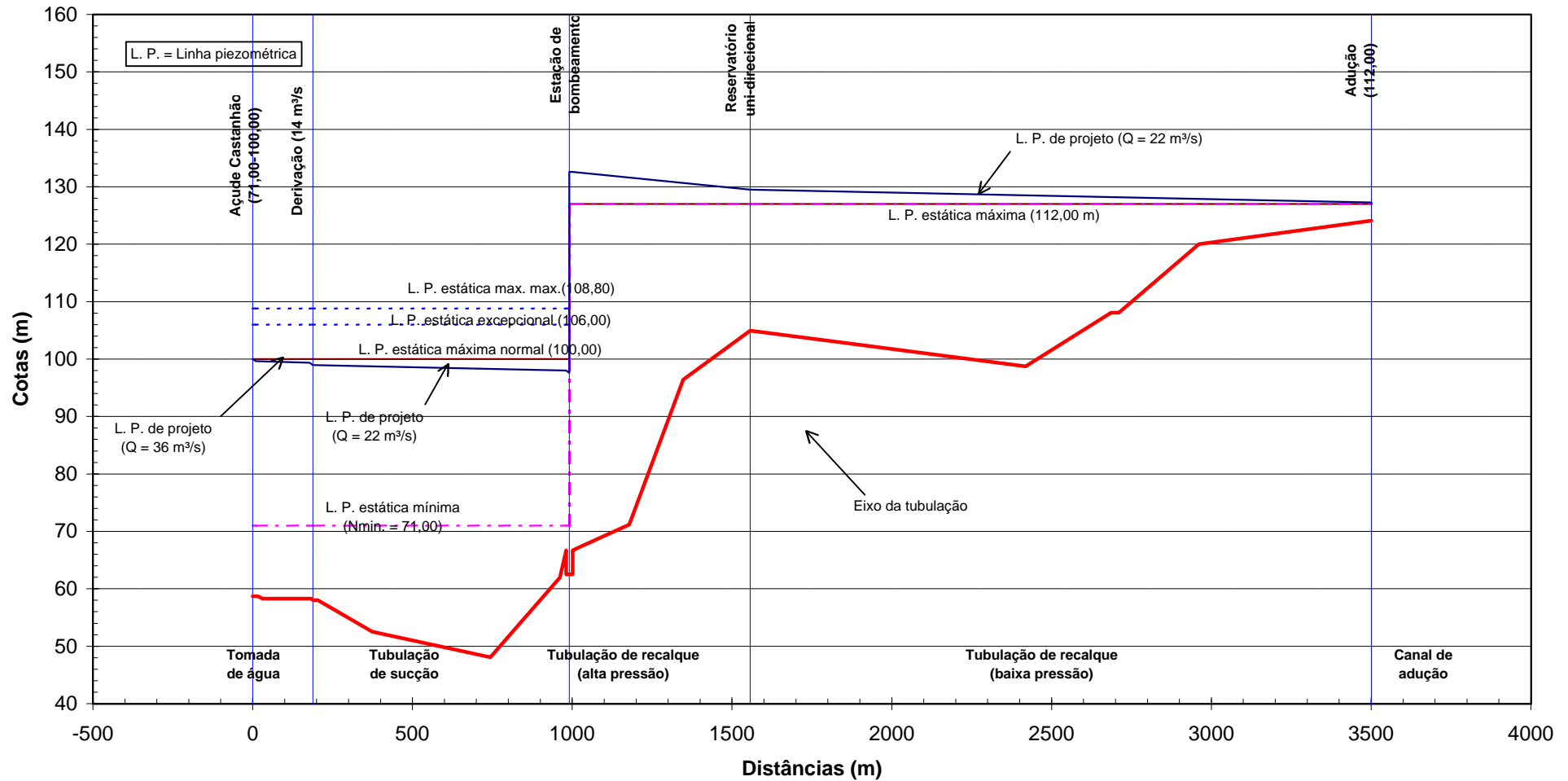
- Transposição (RMF e Irrigação)..... 2 x 11,0 m³/s = 22,0 m³/s  
 - Irrigação a jusante do açude..... 2 x 7,0 m³/s = 14,0 m³/s  
 - Total..... 2 x 18,0 m³/s = 36,0 m³/s

Trecho / Local		Distância à origem (m)		Comprimento do troço (m)	Diâmetro (m)	Vazão (1 tubulação) (m³/s)	Velocidade (m/s)	Perdas de carga				Perda de carga total (m)	Cota piezométrica para a vazão máxima (m)						
		mont.	jus.					Contínuas		Localizadas			Mínima		Média		Máxima		
								Coef. Ks (-)	Valor (m)	Coef. K (-)	Valor (m)		montante	jusante	montante	jusante	montante	jusante	
Sucção	Reservatório	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71,00	-	92,00	-	100,00		
	Tomada de água	0	10	10	1 x 3,70	36,0	3,35	90	0,02	0,60	0,34	0,36	70,66	70,64	91,66	91,64	99,66	99,64	
	Tubulações de tomada	10	178	168	1 x 3,70	36,0	3,35	90	0,26	0,05	0,03	0,29	70,61	70,35	91,61	91,35	99,61	99,35	
	Derivação	178	188	10	1 x 3,70	36,0	3,35	90	0,02	0,70	0,40	0,42	69,95	69,94	90,95	90,94	98,95	98,94	
	Tubulação de sucção	188	981	793	2 x 2,50	11,0	2,24	90	0,92	0,10	0,03	0,95	69,91	68,99	90,91	89,99	98,91	97,99	
	Tubulações unitárias	981	991	10	2 x 2,50	11,0	2,24	90	0,01	1,50	0,38	0,40	68,61	68,60	89,61	89,60	97,61	97,60	
Estação de bombeamento		991	991	0											132,60		132,60		132,60
Recalque	Tubulações unitárias	991	1.001	10	2 x 2,20	11,0	2,89	90	0,02	4,18	1,79	1,81	132,60	132,57	132,60	132,57	132,60	132,57	
	Tubulação de recalque (alta pressão)	1.001	1.557	556	2 x 2,20	11,0	2,89	90	1,28	0,00	0,00	1,28	130,79	129,51	130,79	129,51	130,79	129,51	
	Tubulação de recalque (baixa pressão)	1.557	3.491	1.934	2 x 2,50	11,0	2,24	90	2,24	0,00	0,00	2,24	129,51	127,27	129,51	127,27	129,51	127,27	
	Chegada ao canal	3.491	3.501	10	2 x 2,50	11,0	2,24	90	0,01	1,00	0,26	0,27	127,27	127,26	127,27	127,26	127,27	127,26	
	Início do canal	3.501	3.501	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127,00	127,00	127,00	127,00	127,00	127,00	
TOTAL SUCÇÃO		-	-	991	-	-	-	-	1,22	-	1,18	2,40	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL RECALQUE		-	-	2.510	-	-	-	-	3,56	-	2,04	5,60	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL SUCÇÃO+RECALQUE		-	-	3.501	-	-	-	-	4,78	-	3,22	8,00	-	-	-	-	-	-	-
Altura geométrica de elevação da estação de bombeamento												máxima:	56,00	média:	35,00	mínima:	27,00		
Altura manométrica de elevação da estação de bombeamento												máxima:	64,00	média:	43,00	mínima:	35,00		

EXPRESSÕES APROXIMADAS:

SUCÇÃO	Q = 22,00 m³/s DH = 2,40 m	$Q = a (Z - Z_0)^b$	a = 14,193 b = 2,0	Q = 14,193 DH <sup>0.5</sup> DH = 0,00496 Q <sup>2</sup>
RECALQUE	Q = 22,00 m³/s DH = 5,60 m	$Q = a (Z - Z_0)^b$	a = 9,299 b = 2,0	Q = 9,299 DH <sup>0.5</sup> DH = 0,01156 Q <sup>2</sup>
SUCÇÃO E RECALQUE	Q = 22,00 m³/s DH = 8,00 m	$Q = a (Z - Z_0)^b$	a = 7,778 b = 2,0	Q = 7,778 DH <sup>0.5</sup> DH = 0,01653 Q <sup>2</sup>





**FIGURA 4.4**  
**LINHAS PIEZOMÉTRICAS AO LONGO DAS ADUTORAS DE SUÇÃO E DE RECALQUE DA CAPTAÇÃO**

No Quadro 4.3 apresentam-se as principais características hidráulicas das adutoras de sucção e de recalque da captação.

**QUADRO 4.3**  
**PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DAS ADUTORAS**  
**DE SUCÇÃO E DE RECALQUE**

Trecho	Designação	Vazão máxima (m <sup>3</sup> /s)	Tubulação		Velocidade (m)	Perda de carga (m)	Pressão máxima (bar)
			Diâmetro (mm)	Comprimento (m)			
1	Tubulações da tomada de água do açude	36	3 700	188	3,4	0,65	5
2	Adutora de sucção	22	2 x 2 500	793	2,2	1,75	6
3	Adutora de recalque (alta pressão)	22	2 x 2 200	556	2,9	3,00	8
4	Adutora de recalque (baixa pressão)	22	2 x 2 500	1 954	2,2	2,60	4
-	Total	-	-	2 691	-	8,00	-

Considerando que os níveis de água mais baixos no reservatório Castanhão, correspondentes às maiores alturas de elevação, têm uma frequência de ocorrência muito baixa, são admitidas as seguintes limitações no funcionamento da estação de bombeamento (ver Capítulo 6):

- Capacidade de fornecer a vazão máxima (22,0 m<sup>3</sup>/s) para a altura de recalque de 53,0 m (10,0 m abaixo da altura máxima).
- Capacidade de garantir a altura manométrica de recalque máxima (61,6 m) para uma vazão de 18,0 m<sup>3</sup>/s (com 7 grupos em operação).

Considerou-se ainda que o grupo de reserva poderá ser operado simultaneamente com os restantes (compatível com a capacidade da instalação elétrica), fornecendo assim uma vazão total de cerca de 20,0 m<sup>3</sup>/s para a altura de recalque máxima.

Esta restrição corresponde a limitar a vazão máxima derivada para níveis no reservatório Castanhão inferiores à cota 81,0 m, a que corresponde uma capacidade de armazenamento de 800 hm<sup>3</sup> (20% da capacidade de armazenamento útil), sendo uma situação que ocorrerá aproximadamente 5% do tempo no ano horizonte de projeto (2030). Nesta situação é de esperar que se estabeleçam restrições nas vazões máximas derivadas quer para a RMF quer para os projetos de irrigação ao longo da transposição e no vale do rio Jaguaribe.

## 4.5. FUNCIONAMENTO EM REGIME TRANSITÓRIO

### 4.5.1 Caracterização e comportamento do sistema hidráulico

Para sistemas de bombagem deste tipo a situação mais desfavorável relativamente ao comportamento em regime transitório é geralmente a saída de serviço não programada e simultânea dos grupos electrobomba quando estes se encontram a funcionar à máxima capacidade. Esta situação poderá ocorrer por falha de energia na estação ou por disparo inopinado dos grupos. O arranque dos grupos admite-se que é efectuado com a conduta cheia de água e contra a válvula de seccionamento fechada, abrindo esta de forma controlada, não ocorrendo conseqüentemente fenómenos transitórios importantes durante esta fase.

Efetuuou-se o estudo dos comportamento deste sistema em regime transitório, através da sua modelação do sistema hidráulico da captação em computador, para o que se utilizou o programa ERTEP, desenvolvido pela COBA, que permite o cálculo de sistemas complexos de condutas, incluindo redes de distribuição, e o dimensionamento de diversos dispositivos de protecção. Este programa recorre ao método das características para a modelação do escoamento, de utilização comum para a modelação de sistemas deste tipo em computador. Cada sistema hidráulico é discretizado num conjunto de condutas e condições de fronteira (nós) que estabelecem as ligações entre as condutas e que representam os órgãos hidráulicos do sistema.

A adutora de recalque deste sistema tem um traçado altimétrico relativamente favorável, no que diz respeito ao comportamento em regime transitório, com um alinhamento em planta sensivelmente reto. O traçado em perfil apresenta um primeiro trecho de forte inclinação, aproximadamente constante, que se desenvolve desde a estação de bombeamento (cota aproximada de 65,00 m) até se atingir um ponto alto do traçado ao km 0+550 (cota 105,00 m), e um segundo trecho com traçado inicialmente plano seguido de uma zona de reduzida inclinação que termina na estrutura de transição captação-canal ao km 2+500. A secção de maior oscilação de cotas piezométricas será a secção de montante da adutora (junto à estação), sendo simultaneamente a secção mais desfavorável em termos de pressões máximas em regime transitório. No ponto alto entre os dois trechos de adutora é de esperar a ocorrência de importantes pressões negativas.

Verifica-se assim a existência de um ponto alto no traçado da adutora de recalque, pelo que o sistema elevatório necessitará certamente da instalação de dispositivos de proteção contra o choque hidráulico.

A adutora de sucção desenvolve-se a cotas baixas, de cerca de 50-60 m, exceptuando-se o trecho final junto à estação de bombeamento onde sobe para a cota 66,70 m. Atendendo ao grande desenvolvimento da adutora de sucção (800 m) verificar-se-à uma oscilação de cotas piezométricas na secção de jusante (junto à estação) que poderá originar pressões negativas para situações de nível de água baixos no reservatório Castanhão.

O sistema de bombagem composto pela estação de bombeamento, adutoras de sucção e de recalque, derivante na tomada de água e estrutura de transição para o canal de adução é caracterizado, relativamente ao comportamento em regime transitório, pelos seguintes parâmetros principais:

- Grupos electrobomba
  - A estação elevatória é modelada como um único grupo com características equivalentes aos sete grupos em funcionamento simultâneo.
  - Cota do reservatório de aspiração,  $N_m = 71,0$  m.
  - Altura de elevação nominal máxima,  $H_n = 63,0$  m.
  - Caudal nominal,  $Q_n = 11,0$  m<sup>3</sup>/s por tubulação (22 m<sup>3</sup>/s no total).
  - Número de rotações nominal,  $N_n = 725$  rpm.
  - Rendimento máximo,  $\eta = 0.85$ .
  - $PD^2 = 300\ 000$  N.m<sup>2</sup>.
  
- Adutoras
  - Pequenos troços para interligação aos dispositivos de protecção e outros órgãos hidráulicos.
  - Discretização das adutoras em cerca de 75 secções de cálculo com afastamento de aproximadamente 50 m.
  - Comprimento total,  $L = 3\ 500$  m (incluindo interior da estação de bombeamento).
  - Diâmetro,  $D = 2\ 200$  e  $2\ 500$  mm.
  - Rugosidade absoluta,  $k = 0,10$  mm.
  - Celeridade das ondas elásticas,  $c = 1000$  m/s.
  
- Reservatório de jusante

- Nível de água = 127,0 m.
- Intervalo de tempo de cálculo
  - Tempo total de cálculo,  $\Delta t = 150$  s
  - Passo de cálculo,  $\delta t = 0,05$  s

As perdas de carga são calculadas pela fórmula de Colebrook-White, utilizando uma formulação explícita. Na modelação do escoamento não se admitiu a ocorrência de cavitação ou a possibilidade de separação da coluna líquida.

#### 4.5.2 Situações analisadas

Como se indicou anteriormente será necessária a instalação de dispositivos de protecção contra o choque hidráulico no sistema da captação.

Para os dispositivos de protecção contra o choque hidráulico a instalar poderão encarar-se as seguintes alternativas:

- Instalação de reservatórios de ar comprimido imediatamente a jusante da estação de bombeamento, ou;
- Instalação de reservatórios uni-direccionais, chaminés de equilíbrio ou reservatórios de ar comprimido em pontos altos do traçado do circuito hidráulico.

Para este caso optou-se pela instalação de reservatórios uni-direccionais, dado que são dispositivos adequados às condições hidráulicas e de implantação da adutora e que apresentam reduzidas necessidades de manutenção dado que o seu funcionamento depende apenas da atuação de válvulas de retenção. Refira-se que a protecção oferecida por estes dispositivos é limitada a um trecho de tubulação relativamente curto.

A solução de reservatórios de ar comprimido é também considerada adequada, embora seja uma estrutura/equipamento mais complexo e com exigências particulares de manutenção (detetores de nível, compressores de ar, etc.).

A solução de chaminés de equilíbrio situadas no ponto alto do traçado não é considerada viável, atendendo à grande altura que teria de apresentar uma estrutura deste tipo.

Para o estudo e dimensionamento da solução a adoptar para o controlo dos regimes transitórios que se desenvolvem neste sistema foram consideradas as seguintes configurações:

- Situação sem dispositivos de protecção.
- Situação com reservatórios uni-direccionais.

Nas simulações realizadas considerou-se a situação mais desfavorável de altura de recalque máxima (63,0 m), correspondente ao nível mínimo no reservatório de montante à cota 71,00 m, e de funcionamento para a vazão máxima (22,0 m<sup>3</sup>/s). Para a situação com dispositivos de protecção analisaram-se também as duas situações limite de operação admitidas para os grupos: i) vazão máxima e altura de recalque limitada a 53,0 m e ii) altura de elevação máxima e vazão limitada a 18,0 m<sup>3</sup>/s.

No Anexo II apresenta-se a representação esquemática da topologia do sistema hidráulico, para cada uma das configurações estudadas, e os respectivos ficheiros de dados e de resultados, com indicação detalhada dos valores dos diversos parâmetros que caracterizam os diferentes elementos.

A análise do comportamento do sistema para cada uma destas situações é apresentada nas alíneas seguintes, assim como o dimensionamento dos dispositivos de protecção adoptados.

Refira-se que nesta fase dos estudos procedeu-se a um análise detalhada dos regimes transitórios no circuito hidráulico, contudo esta análise necessita de ser revista após a selecção dos equipamentos de bombeamento a instalar em função das características reais apresentadas pelos grupos, designadamente do parâmetro PD<sup>2</sup>. Também a utilização de materiais diferentes do previsto para as adutoras exigirá a revisão do presente estudo.

#### **4.5.3 Sistema sem dispositivos de protecção**

Após a saída de serviço dos grupos verificar-se-á uma apreciável e rápida redução da pressão imediatamente a jusante dos grupos, que se propagará para jusante. A extensão relativamente grande da conduta elevatória, de cerca de 2 500 m, a não muito grande inércia dos grupos e a existência de um ponto alto no traçado da adutora, conduz a que ocorram pressões negativas ao longo de grande parte do traçado da adutora.

Com a reflexão desta onda de depressão no reservatório de jusante a pressão junto aos grupos voltará a aumentar, verificando-se a inversão do sentido de escoamento através dos grupos 14,5 s após a saída de serviço destes, com o conseqüente fecho das válvulas de retenção, mantendo-se caudal nulo nesta secção ao longo de todo o período de simulação.

Após o fecho das válvulas as principais características verifica-se a oscilação no tempo dos valores das cotas piezométricas e dos caudais nas diferentes secções da conduta. Estas oscilações tenderão a dissipar-se lentamente no tempo, até se atingir a pressão estática e caudal nulo.

Na secção da adutora de recalque junto aos grupos (a jusante das válvulas de retenção) as cotas piezométricas mínimas e máximas atingidas são de respectivamente 58,8 e 152,5 m, resultando uma pressão mínima de -3,7 m e máxima de 91,0 m.

As pressões mínimas ao longo de praticamente toda a adutora de recalque são negativas, atingindo valores que ocasionariam cavitação e a ruptura da coluna líquida. As pressões máximas são relativamente baixas, não apresentando inconvenientes.

Na secção da adutora de sucção junto aos grupos as cotas piezométricas mínimas e máximas atingidas são de respectivamente 56,6 e 99,3 m, resultando uma pressão mínima de -10,1 m e máxima de 32,6 m.

Verifica-se assim a necessidade de instalação de dispositivos no ponto alto da adutora de recalque, que promovam o controlo da pressões durante o regime transitório, situação que é analisada na alínea seguinte.

No Quadro 4.4 indicam-se as envolventes das cotas piezométricas e vazões máximas e mínimas. Na Figura 4.5 apresentam-se as envolventes das cotas piezométricas máximas e mínimas ao longo das adutoras, a variação no tempo dos parâmetros característicos das bombas e a variação no tempo das cotas piezométricas e caudais na secção de montante da conduta.

#### **4.5.4 Sistema com reservatórios uni-direcionais**

Como se referiu, para a protecção deste sistema elevatório optou-se por considerar a instalação de reservatórios uni-direcionais no ponto alto do traçado da adutora de recalque (km 0+560).

Um reservatório uni-direcional contém água separada da adutora por uma válvula anti-retorno, permitindo a rápida alimentação da adutora quando a pressão que se verifica na secção da tubulação é inferior ao nível de água no reservatório a que está ligado. A entrada de água no reservatório faz-se lentamente através de uma tubulação de “by-pass” à válvula de retenção,

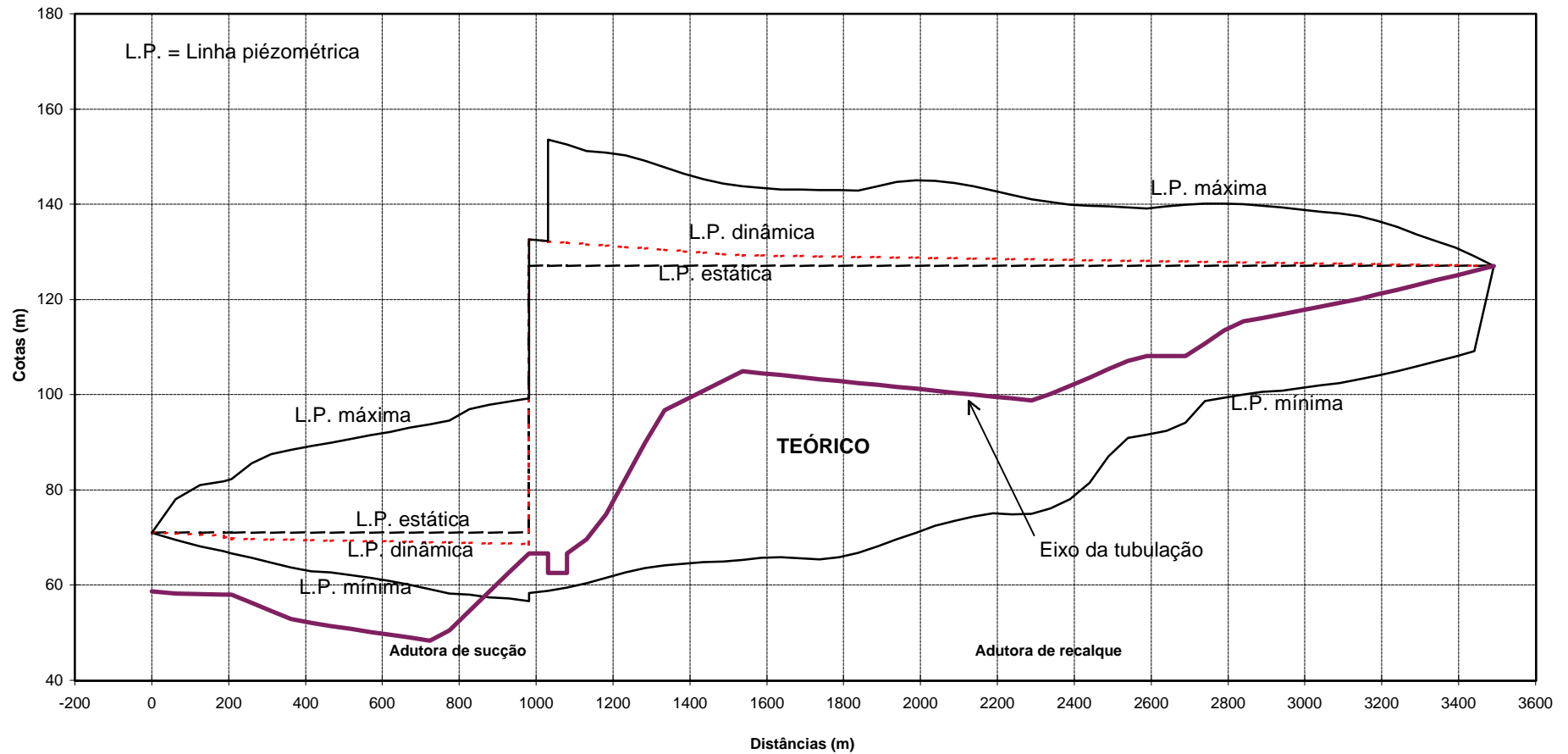
munida de uma válvula de flutuador e uma válvula de seccionamento. Deste modo consegue-se o controlo e o amortecimento das variações de pressão máximas e mínimas.



**QUADRO 4.4**  
**ENVOLVENTES DAS COTAS PIEZOMÉTRICAS EM REGIME TRANSITÓRIO**  
**SISTEMA SEM DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO**

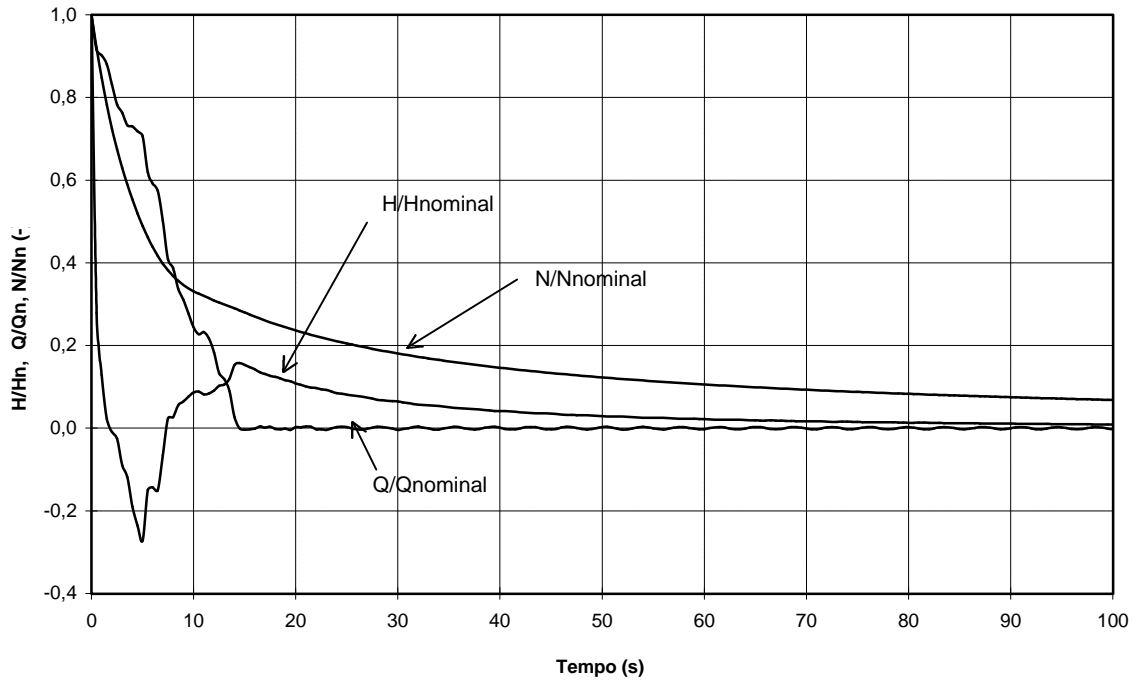
Tubulação	Seção	Distância parcial (m)	Distância total (m)	Cota topográfica (m)	Cotas piezométricas (m)				Pressão (m)			
					estática	dinâmica	mínimo	máximo	estática	dinâmica	mínimo	máximo
1 (tomada de água)	1	0,0	0,0	58,7	71,0	71,0	71,0	71,0	12,3	12,3	12,3	12,3
	2	62,7	62,7	58,2	71,0	70,8	69,5	78,0	12,8	12,5	11,2	19,8
	3	125,3	125,3	58,1	71,0	70,6	68,1	81,1	12,9	12,5	10,0	22,9
	4	188,0	188,0	58,0	71,0	70,4	67,1	81,8	13,0	12,4	9,1	23,8
2 (derivação)	1	0,0	188,0	58,0	71,0	70,0	67,1	81,8	13,0	12,0	9,1	23,8
	2	20,0	208,0	58,0	71,0	69,8	66,7	82,3	13,0	11,8	8,7	24,3
3 (sucção)	1	0,0	208,0	58,0	71,0	69,7	66,7	82,3	13,0	11,7	8,7	24,3
	2	51,5	259,5	56,3	71,0	69,6	65,8	85,5	14,7	13,3	9,5	29,2
	3	103,1	311,1	54,6	71,0	69,6	64,7	87,5	16,4	15,0	10,1	33,0
	4	154,6	362,6	52,9	71,0	69,5	63,7	88,4	18,1	16,6	10,8	35,5
	5	206,1	414,1	52,0	71,0	69,4	63,0	89,2	19,0	17,4	10,9	37,2
	6	257,7	465,7	51,4	71,0	69,3	62,7	89,9	19,6	17,9	11,2	38,5
	7	309,2	517,2	50,8	71,0	69,3	62,1	90,7	20,2	18,5	11,3	39,9
	8	360,7	568,7	50,2	71,0	69,2	61,5	91,4	20,8	19,0	11,3	41,3
	9	412,3	620,3	49,6	71,0	69,1	60,9	92,2	21,4	19,5	11,3	42,6
	10	463,8	671,8	49,0	71,0	69,0	60,1	93,0	22,0	20,1	11,1	44,1
	11	515,3	723,3	48,4	71,0	69,0	59,1	93,8	22,7	20,6	10,8	45,5
	12	566,9	774,9	50,5	71,0	68,9	58,3	94,5	20,5	18,4	7,7	44,0
	13	618,4	826,4	54,6	71,0	68,8	58,0	97,0	16,4	14,3	3,5	42,4
	14	669,9	877,9	58,6	71,0	68,8	57,5	97,9	12,4	10,1	-1,1	39,3
	15	721,5	929,5	62,7	71,0	68,7	57,2	98,6	8,4	6,0	-5,5	35,9
	16	773,0	981,0	66,7	71,0	68,6	56,6	99,3	4,3	1,9	-10,1	32,6
4	1	0,0	981,0	66,7	127,0	132,6	58,4	132,6	60,3	65,9	-8,3	65,9
	2	50,0	1031,0	66,7	127,0	132,1	58,8	132,3	60,3	65,4	-7,9	65,6
5	1	0,0	1031,0	62,5	127,0	132,0	58,8	153,6	64,5	69,5	-3,7	91,1
	2	50,0	1081,0	62,5	127,0	131,9	59,4	152,5	64,5	69,4	-3,1	90,0
6 (recalque alta pressão)	1	0,0	1081,0	66,7	127,0	131,9	59,4	152,5	60,3	65,2	-7,3	85,8
	2	50,7	1131,7	69,7	127,0	131,6	60,4	151,2	57,3	61,9	-9,3	81,5
	3	101,3	1182,3	74,8	127,0	131,3	61,6	150,8	52,2	56,5	-13,3	76,0
	4	152,0	1233,0	82,4	127,0	131,0	62,7	150,3	44,6	48,6	-19,7	67,9
	5	202,7	1283,7	89,9	127,0	130,7	63,6	149,2	37,1	40,8	-26,4	59,3
	6	253,3	1334,3	96,7	127,0	130,4	64,2	147,8	30,3	33,7	-32,5	51,1
	7	304,0	1385,0	98,8	127,0	130,1	64,5	146,5	28,3	31,4	-34,2	47,7
	8	354,7	1435,7	100,8	127,0	129,8	64,8	145,2	26,2	29,0	-36,0	44,4
	9	405,3	1486,3	102,9	127,0	129,5	65,0	144,3	24,2	26,7	-37,9	41,5
	10	456,0	1537,0	104,9	127,0	129,2	65,2	143,8	22,1	24,3	-39,7	38,9
7 (recalque baixa pressão)	1	0,0	1537,0	104,9	127,0	129,2	65,2	143,8	22,1	24,3	-39,7	38,9
	2	50,1	1587,1	104,5	127,0	129,1	65,7	143,4	22,5	24,7	-38,8	38,9
	3	100,2	1637,2	104,1	127,0	129,1	65,9	143,1	22,9	25,0	-38,2	39,0
	4	150,3	1687,3	103,7	127,0	129,0	65,7	143,1	23,3	25,4	-38,0	39,4
	5	200,4	1737,4	103,3	127,0	129,0	65,5	142,9	23,7	25,7	-37,8	39,7
	6	250,5	1787,5	102,9	127,0	128,9	65,8	143,0	24,1	26,1	-37,1	40,1
	7	300,6	1837,6	102,5	127,0	128,9	66,8	142,9	24,6	26,4	-35,7	40,4
	8	350,7	1887,7	102,0	127,0	128,8	68,1	143,8	25,0	26,8	-33,9	41,8
	9	400,8	1937,8	101,6	127,0	128,8	69,6	144,7	25,4	27,1	-32,0	43,0
	10	450,9	1987,9	101,2	127,0	128,7	71,0	145,1	25,8	27,5	-30,2	43,8
	11	501,0	2038,0	100,8	127,0	128,6	72,4	144,9	26,2	27,8	-28,4	44,1
	12	551,1	2088,1	100,4	127,0	128,6	73,5	144,5	26,6	28,2	-26,9	44,1
	13	601,2	2138,2	100,0	127,0	128,5	74,4	143,8	27,0	28,5	-25,6	43,8
	14	651,3	2188,3	99,6	127,0	128,5	75,1	142,9	27,4	28,9	-24,5	43,3
	15	701,4	2238,4	99,2	127,0	128,4	74,9	141,9	27,8	29,2	-24,3	42,7
	16	751,5	2288,5	98,8	127,0	128,4	74,9	141,0	28,2	29,6	-23,9	42,2
	17	801,6	2338,6	100,1	127,0	128,3	76,1	140,5	26,9	28,2	-24,0	40,4
	18	851,7	2388,7	101,9	127,0	128,2	78,0	139,9	25,1	26,4	-23,8	38,1
	19	901,9	2438,9	103,6	127,0	128,2	81,5	139,6	23,4	24,6	-22,2	36,0
	20	952,0	2489,0	105,4	127,0	128,1	87,0	139,5	21,6	22,8	-18,3	34,2
	21	1002,1	2539,1	107,2	127,0	128,1	90,9	139,3	19,9	20,9	-16,3	32,2
	22	1052,2	2589,2	108,1	127,0	128,0	91,6	139,1	18,9	19,9	-16,5	31,0
	23	1102,3	2639,3	108,1	127,0	128,0	92,4	139,5	18,9	19,9	-15,7	31,4
	24	1152,4	2689,4	108,1	127,0	127,9	94,1	139,9	18,9	19,8	-14,0	31,8
	25	1202,5	2739,5	110,8	127,0	127,9	98,7	140,1	16,3	17,1	-12,0	29,4
	26	1252,6	2789,6	113,5	127,0	127,8	99,4	140,1	13,5	14,3	-14,1	26,6
	27	1302,7	2839,7	115,4	127,0	127,7	100,0	140,0	11,6	12,4	-15,3	24,6
	28	1352,8	2889,8	116,1	127,0	127,7	100,6	139,7	10,9	11,5	-15,6	23,6
	29	1402,9	2939,9	116,9	127,0	127,6	100,9	139,3	10,1	10,7	-16,1	22,4
	30	1453,0	2990,0	117,7	127,0	127,6	101,4	138,9	9,3	9,9	-16,3	21,2
	31	1503,1	3040,1	118,5	127,0	127,5	102,0	138,4	8,5	9,0	-16,5	19,9
	32	1553,2	3090,2	119,3	127,0	127,5	102,5	138,0	7,7	8,2	-16,8	18,8
	33	1603,3	3140,3	120,1	127,0	127,4	103,2	137,5	6,9	7,3	-16,9	17,4
	34	1653,4	3190,4	121,1	127,0	127,3	104,1	136,5	5,9	6,3	-17,0	15,4
	35	1703,5	3240,5	122,1	127,0	127,3	105,0	135,2	5,0	5,2	-17,1	13,2
	36	1753,6	3290,6	123,0	127,0	127,2	105,9	133,7	4,0	4,2	-17,1	10,7
	37	1803,7	3340,7	124,0	127,0	127,2	107,0	132,2	3,0	3,1	-17,1	8,2
	38	1853,8	3390,8	125,0	127,0	127,1	108,0	131,0	2,0	2,1	-17,0	5,9
	39	1903,9	3440,9	126,0	127,0	127,1	109,2	129,1	1,0	1,1	-16,8	3,1
	40	1954,0	3491,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	0,0	0,0	0,0	0,0

### Envoltorios das cotas piezométricas

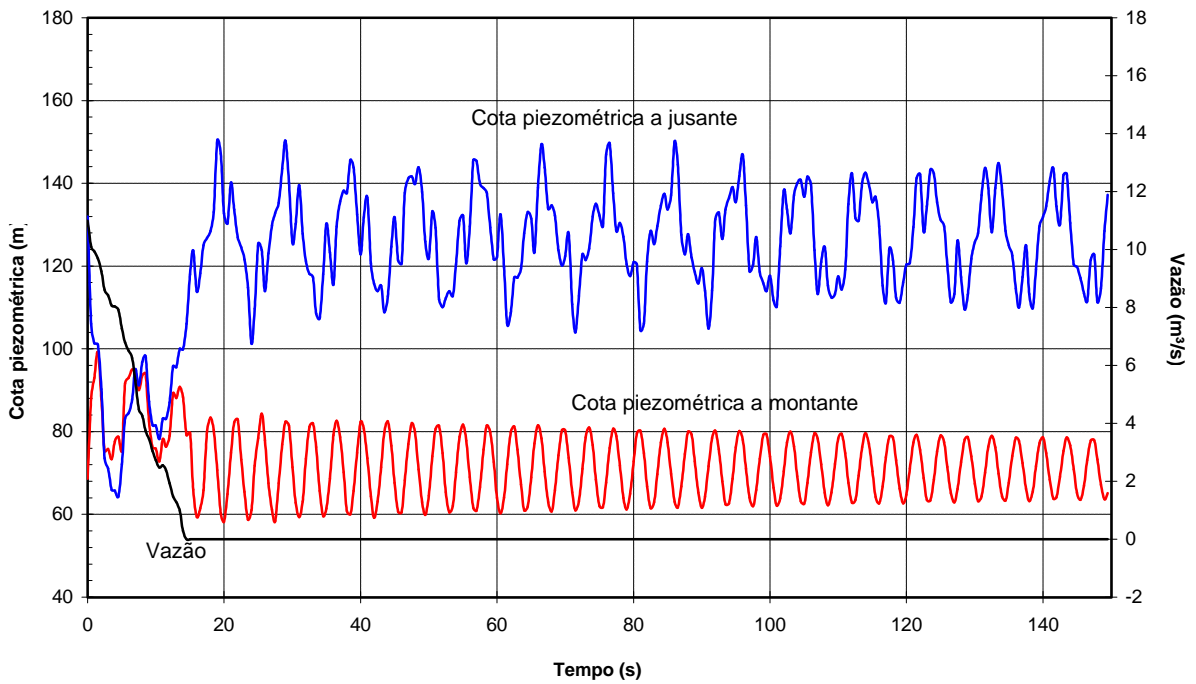


**FIGURA 4.5 (fl. 1/2)**  
**COMPORTAMENTO EM REGIME TRANSITÓRIO DO SISTEMA DA CAPTAÇÃO**  
**SISTEMA SEM DISPOSITIVOS DE PROTECÇÃO**

**Parâmetros característicos dos grupos**



**Cotas piezométricas e vazões na seção de montante da adutora de recalque**



**FIGURA 4.5 (fl. 2/2)**  
**COMPORTAMENTO EM REGIME TRANSITÓRIO DO SISTEMA DA CAPTAÇÃO**  
**SISTEMA SEM DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO**

Este dispositivo de protecção foi modelado como um único reservatório com a capacidade total, sendo caracterizado pelos seguintes parâmetros principais:

- Secção transversal,  $S$ ,  $m^2$ .
- Coeficientes de vazão para entrada e saída de caudal,  $C_e$  e  $C_s$ .
- Cota máxima/inicial da água,  $Z_{máx}$ .
- Cota mínima da água,  $Z_{mín}$ .

O dimensionamento deste dispositivo de protecção consiste na determinação de cada um dos quatro primeiros parâmetros acima referidos, de forma a cumprir as restrições impostas relativamente a pressões máximas e mínimas admissíveis. Admitiram-se os seguintes valores extremos:

- Pressão máxima de 95 m na secção de montante da adutora de recalque (secção mais desfavorável com eixo à cota aproximada de 65 m) a que corresponde uma cota piezométrica máxima de 160 m e a uma sobrepressão de 40% relativamente à pressão de regime permanente.
- Pressão mínima de -5 m na secção do ponto alto da adutora de recalque junto à chaminé de equilíbrio (secção mais desfavorável) a que corresponde uma cota piezométrica mínima de 99 m.
- Pressão mínima de -5 m na secção de jusante da adutora de sucção (secção mais desfavorável) a que corresponde uma cota piezométrica mínima de 60 m.

Para o dimensionamento do reservatório uni-direcional efectuaram-se simulações do comportamento do sistema para diferentes valores da secção transversal e do nível de água inicial, o que permitiu dimensionar a altura e dimensões em planta a adotar.

Por forma a garantir o cumprimento dos limites de pressão fixados será necessário dispôr de uma secção transversal útil de cerca de 100  $m^2$  em cada reservatório, e considerando o nível máximo de água à cota 109,50 m. Admite-se que a ligação da chaminé de equilíbrio à adutora não tem perdas de carga significativas e que o reservatório não poderá esvaziar completamente de forma a não entrar ar para a conduta.

O comportamento da instalação em regime transitório para esta situação é inicialmente semelhante ao descrito na alínea anterior, no entanto assim que a pressão na secção de ligação ao reservatório fica inferior ao nível inicial de água no reservatório haverá alimentação

de água a partir do reservatório. A inversão do sentido de escoamento junto aos grupos e o fecho das válvulas de retenção ocorrerá um pouco mais cedo, após 12,0 s. O período de oscilação das cotas piezométricas e dos caudais é semelhante à da situação sem proteção, sendo as respectivas amplitudes também semelhantes. A vazão máxima saída da chaminé é de 6,8 m<sup>3</sup>/s. No interior do reservatório a cota do nível de água oscilará entre os valores mínimos e máximos de 108,43 e 109,50 m, respetivamente.

Com a instalação de reservatórios uni-direcionais, com as características acima indicadas, a cota piezométrica máxima atingida a montante da adutora de recalque é de 160,0 m, a que corresponde uma pressão máxima de 95,0 m, que é considerado aceitável. A cota piezométrica mínima é de 82,0 m a que corresponde uma pressão de 17,0 m.

No ponto alto da conduta a cota piezométrica mínima é de 108,2 m, correspondendo a uma pressão mínima de cerca de 3,3 m.

Na adutora de recalque a montante do reservatório uni-direcional a pressão mínima atingida é de -4,0 m, ocorrendo a uma distância de cerca de 200 m do reservatório. Esta situação não apresenta inconvenientes dado que a pressão é inferior à que originaria a rutura da veia líquida. Previu-se contudo a instalação de ventosas de triplo efeito (entrada e saída de ar em grande e saída de ar dissolvido) no ponto alto junto aos reservatórios.

Na adutora de recalque a jusante do reservatório a pressão mínima atingida é superior a -10 m, o que originará a entrada de ar nas tubulações e a rutura da veia líquida, sem contudo se atingirem valores de pressão negativa muito elevados o que poderia ocasionar a rotura da coluna líquida. Esta situação não têm consequências de maior já que se verifica em zonas onde o ar tem facilidade de entrar e sair pela câmara de transição para o canal de adução. As baixas pressões nesta zona conduzem também a que eventuais cavidades de ar que se formem não colapsem.

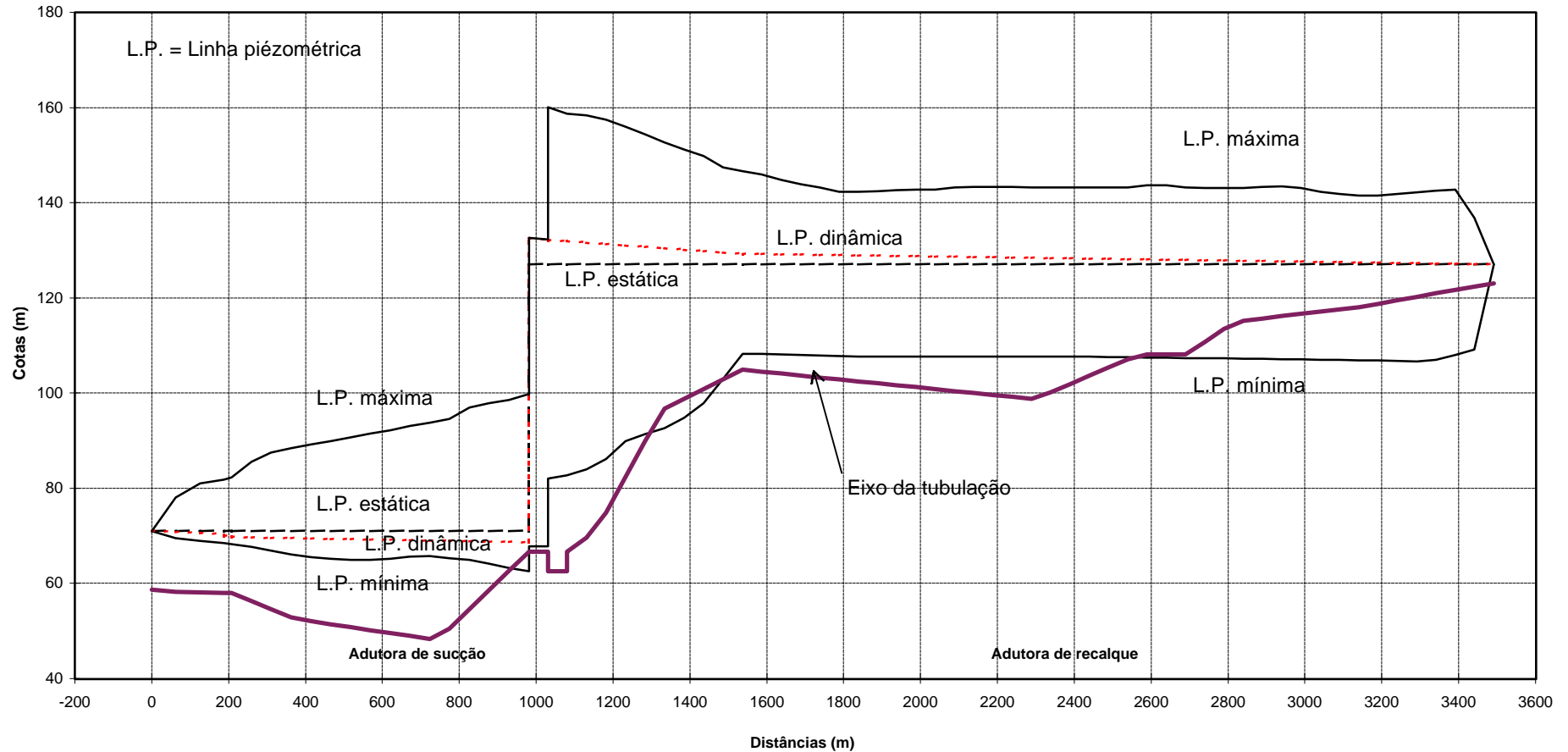
Na adutora de sucção, na seção junto aos grupos, as cotas piezométricas máximas e mínimas atingidas são de respetivamente 62,6 e 99,8 m, resultando uma pressão mínima de -4,1 m e máxima de 33,1 m. Nesta secção da adutora é prevista a instalação de ventosas de triplo efeito (entrada e saída de ar em grandes quantidade e saída de ar dissolvido) como medida de segurança adicional, embora se possa considerar que a ocorrência do nível mínimo no reservatório a montante é pouco frequente e que para essas situações a vazão máxima bombeada será inferior ao valor máximo considerado na simulação em regime transitório.

No Quadro 4.5 indicam-se as envolventes das cotas piezométricas e vazões máximas e mínimas. Na Figura 4.6 apresentam-se as envolventes das cotas piezométricas máximas e mínimas ao longo das adutoras, a variação no tempo dos parâmetros característicos das bombas e a variação no tempo das cotas piezométricas e caudais na secção de montante da conduta.

**QUADRO 4.5**  
**ENVOLVENTES DAS COTAS PIEZOMÉTRICAS EM REGIME TRANSITÓRIO**  
**SISTEMA COM RESERVATÓRIO UNI-DIRECIONAL**

Tubulação	Seção	Distância parcial (m)	Distância total (m)	Cota topográfica (m)	Cotas piezométricas (m)				Pressão (m)			
					estática	dinâmica	mínimo	máximo	estática	dinâmica	mínimo	máximo
1 (tomada de água)	1	0,0	0,0	58,7	71,0	71,0	71,0	71,0	12,3	12,3	12,3	12,3
	2	62,7	62,7	58,2	71,0	70,8	69,6	78,0	12,8	12,5	11,3	19,8
	3	125,3	125,3	58,1	71,0	70,6	68,9	81,1	12,9	12,5	10,8	22,9
	4	188,0	188,0	58,0	71,0	70,4	68,5	81,8	13,0	12,4	10,5	23,8
2 (derivação)	1	0,0	188,0	58,0	71,0	70,0	68,5	81,8	13,0	12,0	10,5	23,8
	2	20,0	208,0	58,0	71,0	69,8	68,3	82,3	13,0	11,8	10,3	24,3
3 (succção)	1	0,0	208,0	58,0	71,0	69,7	68,3	82,3	13,0	11,7	10,3	24,3
	2	51,5	259,5	56,3	71,0	69,6	67,7	85,5	14,7	13,3	11,4	29,2
	3	103,1	311,1	54,6	71,0	69,6	66,9	87,5	16,4	15,0	12,3	33,0
	4	154,6	362,6	52,9	71,0	69,5	66,1	88,4	18,1	16,6	13,2	35,5
	5	206,1	414,1	52,0	71,0	69,4	65,6	89,2	19,0	17,4	13,6	37,2
	6	257,7	465,7	51,4	71,0	69,3	65,2	89,9	19,6	17,9	13,8	38,5
	7	309,2	517,2	50,8	71,0	69,3	65,0	90,7	20,2	18,5	14,2	39,9
	8	360,7	568,7	50,2	71,0	69,2	64,9	91,4	20,8	19,0	14,7	41,3
	9	412,3	620,3	49,6	71,0	69,1	65,2	92,2	21,4	19,5	15,6	42,6
	10	463,8	671,8	49,0	71,0	69,0	65,7	93,0	22,0	20,1	16,7	44,1
	11	515,3	723,3	48,4	71,0	69,0	65,7	93,8	22,7	20,6	17,4	45,5
	12	566,9	774,9	50,5	71,0	68,9	65,3	94,5	20,5	18,4	14,8	44,0
	13	618,4	826,4	54,6	71,0	68,8	65,0	97,0	16,4	14,3	10,4	42,4
	14	669,9	877,9	58,6	71,0	68,8	64,2	97,9	12,4	10,1	5,6	39,3
	15	721,5	929,5	62,7	71,0	68,7	63,2	98,6	8,4	6,0	0,6	35,9
	16	773,0	981,0	66,7	71,0	68,6	62,6	99,8	4,3	1,9	-4,1	33,1
4	1	0,0	981,0	66,7	127,0	132,6	67,8	132,6	60,3	65,9	1,1	65,9
	2	50,0	1031,0	66,7	127,0	132,1	67,8	132,3	60,3	65,4	1,1	65,6
5	1	0,0	1031,0	62,5	127,0	132,0	82,0	160,0	64,5	69,5	19,5	97,5
	2	50,0	1081,0	62,5	127,0	131,9	82,7	158,7	64,5	69,4	20,2	96,2
6 (recalque alta pressão)	1	0,0	1081,0	66,7	127,0	131,9	82,7	158,7	60,3	65,2	16,0	92,0
	2	50,7	1131,7	69,7	127,0	131,6	83,9	158,4	57,3	61,9	14,3	88,7
	3	101,3	1182,3	74,8	127,0	131,3	86,1	157,4	52,2	56,5	11,3	82,6
	4	152,0	1233,0	82,4	127,0	131,0	89,9	156,0	44,6	48,6	7,6	73,6
	5	202,7	1283,7	89,9	127,0	130,7	91,4	154,4	37,1	40,8	1,4	64,4
	6	253,3	1334,3	96,7	127,0	130,4	92,6	152,7	30,3	33,7	-4,1	56,0
	7	304,0	1385,0	98,8	127,0	130,1	94,8	151,1	28,3	31,4	-3,9	52,4
	8	354,7	1435,7	100,8	127,0	129,8	97,9	149,9	26,2	29,0	-2,9	49,1
	9	405,3	1486,3	102,9	127,0	129,5	103,1	147,5	24,2	26,7	0,2	44,6
	10	456,0	1537,0	104,9	127,0	129,2	108,2	146,6	22,1	24,3	3,3	41,7
7 (recalque baixa pressão)	1	0,0	1537,0	104,9	127,0	129,2	108,2	146,6	22,1	24,3	3,3	41,7
	2	50,1	1587,1	104,5	127,0	129,1	108,3	146,0	22,5	24,6	3,8	41,5
	3	100,2	1637,2	104,1	127,0	129,1	108,1	144,8	22,9	25,0	4,1	40,7
	4	150,3	1687,3	103,7	127,0	129,0	108,0	143,9	23,3	25,4	4,3	40,3
	5	200,4	1737,4	103,3	127,0	129,0	107,9	143,2	23,7	25,7	4,6	39,9
	6	250,5	1787,5	102,9	127,0	128,9	107,7	142,3	24,1	26,1	4,9	39,4
	7	300,6	1837,6	102,5	127,0	128,9	107,7	142,3	24,6	26,4	5,3	39,8
	8	350,7	1887,7	102,1	127,0	128,8	107,7	142,5	25,0	26,8	5,7	40,4
	9	400,8	1937,8	101,6	127,0	128,8	107,7	142,6	25,4	27,1	6,1	41,0
	10	450,9	1987,9	101,2	127,0	128,7	107,7	142,7	25,8	27,5	6,5	41,5
	11	501,0	2038,0	100,8	127,0	128,6	107,7	142,8	26,2	27,8	6,9	42,0
	12	551,1	2088,1	100,4	127,0	128,6	107,7	143,2	26,6	28,2	7,3	42,7
	13	601,2	2138,2	100,0	127,0	128,5	107,7	143,3	27,0	28,5	7,7	43,3
	14	651,3	2188,3	99,6	127,0	128,5	107,7	143,3	27,4	28,9	8,1	43,7
	15	701,4	2238,4	99,2	127,0	128,4	107,7	143,3	27,8	29,2	8,5	44,1
	16	751,5	2288,5	98,8	127,0	128,4	107,7	143,3	28,2	29,6	8,9	44,5
	17	801,6	2338,6	100,1	127,0	128,3	107,7	143,2	26,9	28,2	7,6	43,1
	18	851,7	2388,7	101,9	127,0	128,2	107,7	143,2	25,1	26,4	5,8	41,3
	19	901,9	2438,9	103,6	127,0	128,2	107,6	143,2	23,4	24,6	4,0	39,6
	20	952,0	2489,0	105,4	127,0	128,1	107,6	143,2	21,6	22,7	2,2	37,8
	21	1002,1	2539,1	107,2	127,0	128,1	107,5	143,2	19,9	20,9	0,4	36,1
	22	1052,2	2589,2	108,1	127,0	128,0	107,5	143,7	18,9	19,9	-0,6	35,6
	23	1102,3	2639,3	108,1	127,0	128,0	107,4	143,6	18,9	19,9	-0,7	35,5
	24	1152,4	2689,4	108,1	127,0	127,9	107,4	143,2	18,9	19,8	-0,7	35,1
	25	1202,5	2739,5	110,8	127,0	127,9	107,3	143,1	16,2	17,1	-3,4	32,3
	26	1252,6	2789,6	113,5	127,0	127,8	107,3	143,1	13,5	14,3	-6,2	29,6
	27	1302,7	2839,7	115,2	127,0	127,7	107,2	143,1	11,8	12,5	-8,0	27,9
	28	1352,8	2889,8	115,7	127,0	127,7	107,2	143,3	11,3	12,0	-8,5	27,7
	29	1402,9	2939,9	116,2	127,0	127,6	107,1	143,4	10,8	11,5	-9,1	27,2
	30	1453,0	2990,0	116,6	127,0	127,6	107,1	143,1	10,4	10,9	-9,6	26,5
	31	1503,1	3040,1	117,1	127,0	127,5	107,0	142,4	9,9	10,4	-10,1	25,3
32	1553,2	3090,2	117,6	127,0	127,5	107,0	141,8	9,4	9,9	-10,6	24,2	
33	1603,3	3140,3	118,1	127,0	127,4	106,9	141,5	9,0	9,3	-11,2	23,4	
34	1653,4	3190,4	118,8	127,0	127,3	106,9	141,6	8,2	8,6	-11,9	22,8	
35	1703,5	3240,5	119,5	127,0	127,3	106,8	141,9	7,5	7,8	-12,7	22,4	
36	1753,6	3290,6	120,2	127,0	127,2	106,7	142,2	6,8	7,0	-13,6	22,0	
37	1803,7	3340,7	120,9	127,0	127,2	107,0	142,5	6,1	6,2	-14,0	21,6	
38	1853,8	3390,8	121,7	127,0	127,1	108,0	142,8	5,3	5,5	-13,6	21,1	
39	1903,9	3440,9	122,4	127,0	127,1	109,2	136,8	4,6	4,7	-13,2	14,4	
40	1954,0	3491,0	123,1	127,0	127,0	127,0	127,0	3,9	3,9	3,9	3,9	

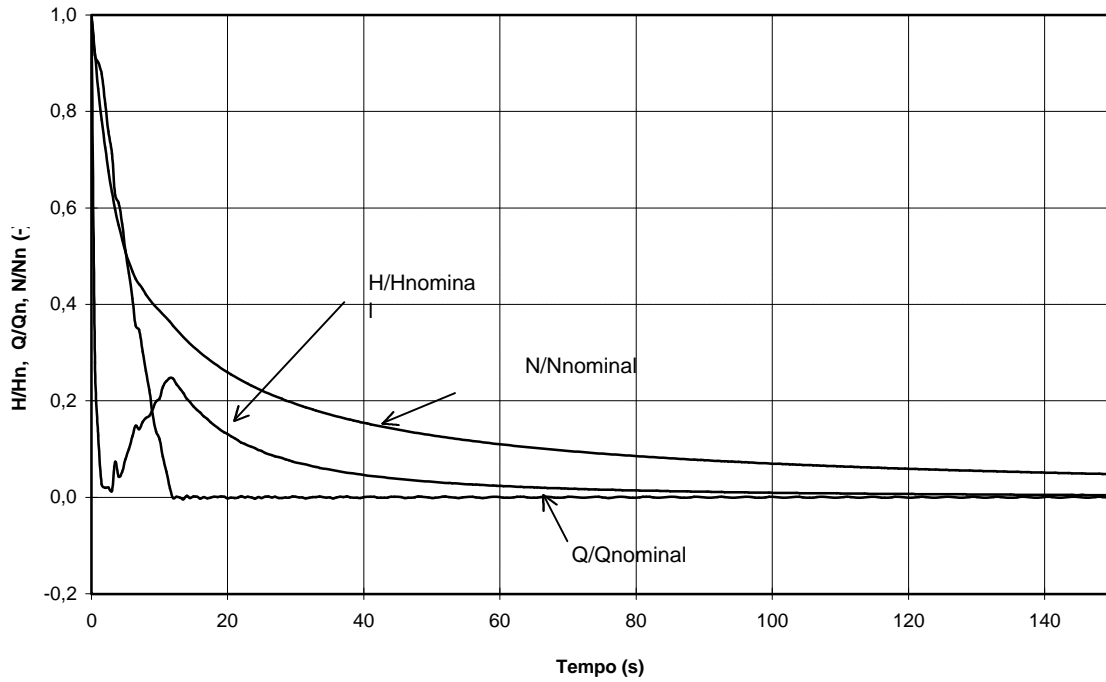
### Envolventes das cotas piezométricas



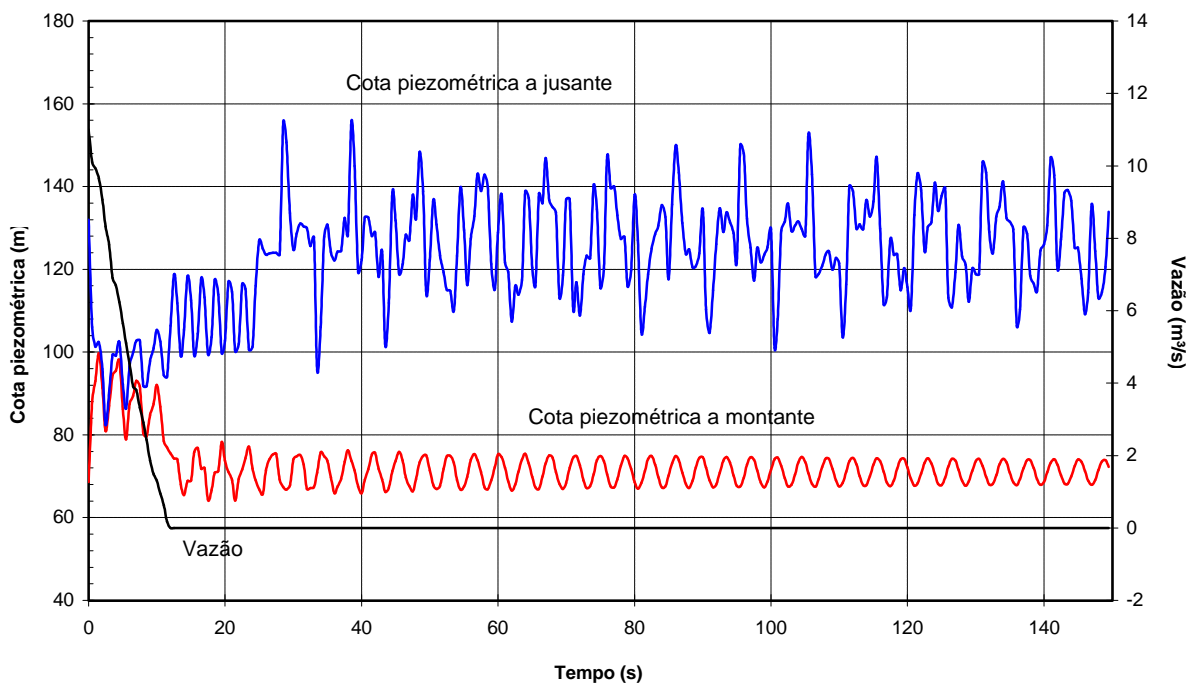
**FIGURA 4.6 (fl. 1/3)**  
**COMPORTAMENTO EM REGIME TRANSITORIO DO SISTEMA DA CAPTAÇÃO**  
**SISTEMA COM RESERVATORIO UNI-DIRECIONAL**



### Parâmetros característicos dos grupos

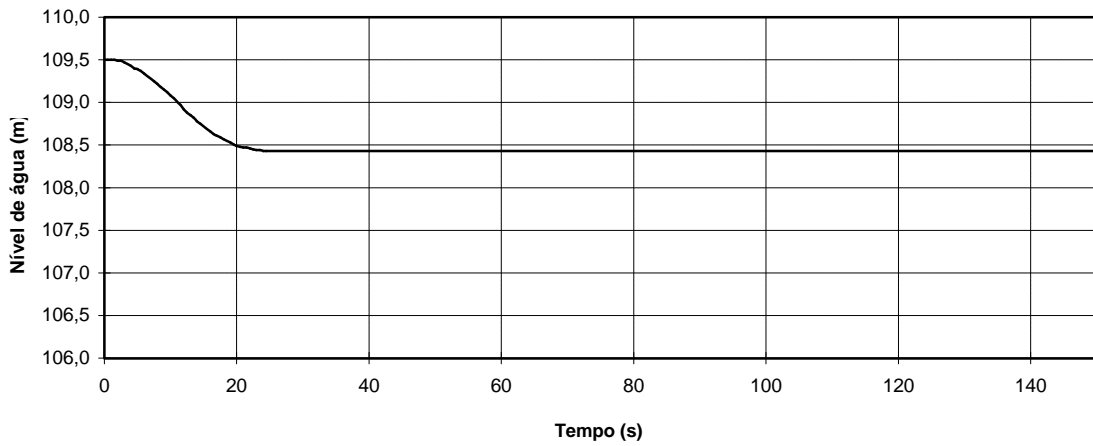


### Cotas piezométricas e vazões na seção de montante da adutora de recalque

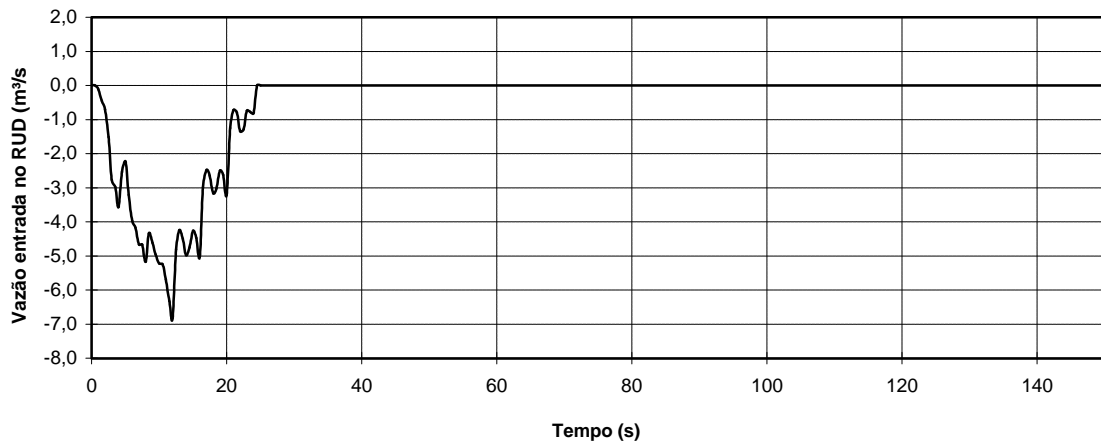


**FIGURA 4.6 (fl. 2/3)**  
**COMPORTAMENTO EM REGIME TRANSITÓRIO DO SISTEMA DA CAPTAÇÃO**  
**SISTEMA COM RESERVATÓRIO UNI-DIRECIONAL**

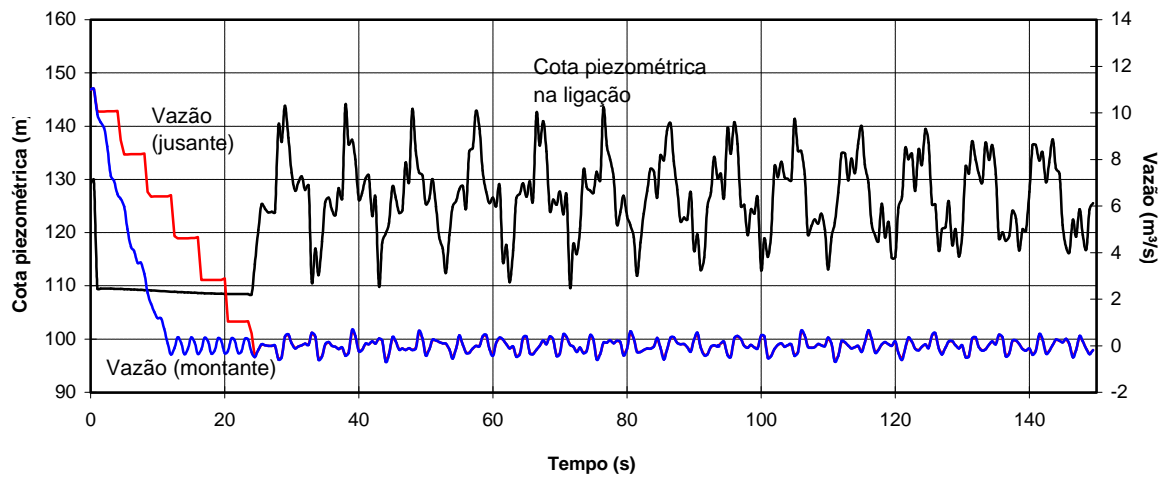
Nível de água no reservatório uni-direcional



Vazão entrada no reservatório uni-direcional



Cotas piezométricas e vazões na seção de ligação



**FIGURA 4.6 (fl. 3/3)**  
**COMPORTAMENTO EM REGIME TRANSITÓRIO DO SISTEMA DA CAPTAÇÃO**  
**SISTEMA COM RESERVATÓRIO UNI-DIRECIONAL**

## **CAPÍTULO 5**

### **DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS**

## 5. DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS

### 5.1. DESCRIÇÃO GERAL DA CAPTAÇÃO

A transposição de águas da bacia do Jaguaribe para a Região Metropolitana de Fortaleza – Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza – terá como origem o açude Castanhão, onde ficará localizada a estrutura de captação d'água (Desenho 777-T1-1-01).

Atendendo às condições topográficas do vale do Jaguaribe, à cota dos reservatórios existentes na bacia receptora (sistema de açudes Pacajús-Pacoti-Riachão-Gavião) e à morfologia da região atravessada, a captação d'água exigirá a montante o bombeamento das vazões derivadas. Este bombeamento será realizado para uma zona alta situada a curta distância na margem esquerda do rio Jaguaribe, a partir da qual será possível prever a adução por gravidade até ao ponto final de entrega da água na região metropolitana de Fortaleza, sem a necessidade de bombeamentos intermédios ao longo da adução. O bombeamento inicial será realizado numa única etapa.

A concepção geral prevista para a captação integrará as seguintes obras componentes principais:

- Tomada de água na tubulação (do lado esquerdo) da estrutura existente de tomada de água do açude Castanhão;
- Estação de bombeamento implantada na margem esquerda do rio Jaguaribe;
- Adutoras de sucção e de recalque, fazendo a ligação entre a tomada de água, a estação de bombeamento e um ponto alto na margem esquerda do rio Jaguaribe, junto à cidade de Nova Jaguaribara.
- Estrutura de transição entre as adutoras de recalque em pressão e a adução por gravidade em superfície livre.

Será assim utilizada a tomada de água existente do açude Castanhão, que servirá em simultâneo as necessidades da transposição e as demandas do vale do Jaguaribe. A captação da transposição ficará assim hidráulicamente dependente da tomada de água atualmente existente no açude.

No presente capítulo apresenta-se e justifica-se a concepção adotada para as obras que integram a captação, sendo indicados os critérios e características de dimensionamento. É efetuada a descrição da instalação, designadamente dos edifícios, tubulações, estruturas anexas, arranjos exteriores, etc.

## **5.2. ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO**

### **5.2.1 Concepção e características gerais**

A estação de bombeamento ficará implantada na margem esquerda a jusante da barragem, numa plataforma aproximadamente à cota 65,00 m, ficando assim acima do nível máximo de água a jusante da barragem, estimada em 63,40 m para a enchente de dimensionamento do vertedouro (valor indicado no projeto do açude Castanhão). A cota fixada para a plataforma da estação de bombeamento é semelhante à cota das plataformas da margem direita que envolvem as estruturas hidráulicas anexas ao açude Castanhão. A sub-estação foi implantada a uma cota cerca de 3,0 m superior.

As condições topográficas do local selecionado a jusante da barragem do lado da margem esquerda, garantem amplo espaço para a implantação do edifício da estação, da sub-estação e áreas de circulação envolventes. O acesso a partir das rodovias existente na margem esquerda é também relativamente fácil de executar.

A estação de bombeamento foi implantada de forma a garantir o NPSH mínimo a montante dos grupos, proporcionando condições de funcionamento adequadas, sem cavitação. Este condicionamento, a cumprir para a situação de nível mínimo de exploração no reservatório de montante (cota 71,00 m), definirá a cota máxima de instalação das bombas e em consequência do piso dos grupos.

O número e tipo de grupos foi determinado em função das regras de operação previstas para a transposição, da variação dos níveis de água a montante e a jusante, e do custo de aquisição, instalação, operação e manutenção dos equipamentos.

Atendendo à grande variação (mensal) do nível de água no açude Castanhão, foi necessário recorrer a grupos de velocidade variável. Os equipamentos de variação de velocidade, embora de elevado custo, têm a vantagem de otimizar o rendimento dos grupos para cada situação de bombeamento, adequando-se à variação de nível no reservatório.

Considerando que os níveis mais baixos de operação do reservatório ocorrem com uma frequência muito reduzida, admite-se para essa situação a operação dos grupos fora dos parâmetros ótimos de funcionamento, com rendimento menor. Para as situações em que os níveis de água no reservatório se encontram a cotas mais baixas, próximo do nível mínimo de exploração previsto (71,00 m), a que corresponde um aumento da altura geométrica, aceita-se a redução da vazão máxima derivada (ver capítulo 4).

Foram selecionados grupos de fabrico corrente, de forma a reduzir prazos de entrega, fixar custos e possibilitar a concorrência do maior número possível de fabricantes. É assim prevista a utilização de um maior número de grupos de menor capacidade para atender à vazão máxima prevista, possibilitando também o funcionamento em diversas condições de operação.

Considerou-se a instalação dos grupos abrigados no interior de um edifício e previram-se instalações para pessoal de exploração.

Como anteriormente se referiu, prevê-se a possibilidade de faseamento da instalação dos grupos de bombeamento, considerando a instalação numa primeira fase de metade dos grupos e respetivas instalações elétricas (inversores de frequência, transformadores, etc.). O edifício da estação de bombeamento será construído numa única fase.

### **5.2.2 Implantação e acessos**

O Desenho 777-T1-1-04 mostra a implantação da estação de bombeamento e o arranjo da plataforma exterior.

Nesta solução a estação de bombeamento ficará implantada imediatamente a jusante da barragem, numa plataforma estabelecida à cota 64,85 m na margem esquerda do rio Jaguaribe, onde o terreno apresenta as cotas aproximadas de 65 a 70 m.

A cota de implantação fixada para a estação, ficando o eixo das bombas à cota 62,50 m, é também compatível com a necessidade de garantir uma cota piezométrica mínima na sucção dos grupos electrobomba, compatível com o NPSH mínimo requerido, considerando as perdas de carga no circuito hidráulico de sucção e o reservatório ao nível mínimo de operação previsto (71,00 m). Existe uma segurança de cerca de 5 m relativamente ao NPSH mínimo requerido pelos grupos.

O local de implantação selecionado conduz também ao desenvolvimento mínimo do circuito hidráulico entre o local de captação e a ligação ao canal adução. Nesse local existe amplo

espaço disponível para a implantação do edifício da estação, da sub-estação e áreas de circulação envolventes, sem exigir escavações importantes (máximo de cerca de 12 m).

A sub-estação ficará implantada do lado norte da estação de bombeamento, numa plataforma cerca de 3,0 m acima da plataforma da estação de bombeamento, fazendo-se a entrada da linha de suprimento de energia do lado da encosta e ficando os transformadores situados próximo da zona dos equipamentos elétricos do edifício da estação.

São previstas estradas de circulação e parqueamentos no interior do recinto da estação de bombeamento, que será delimitado por uma vedação. Uma segunda vedação independente delimitará a zona reservada à sub-estação.

O acesso ao recinto da estação de bombeamento será realizado através de uma rodovia asfaltada com origem na estrada que liga a cidade de Nova Jaguaribara à rodovia BR116, possuindo um desenvolvimento total de cerca de 2,5 km, acompanhando o traçado da adutora de recalque.

### **5.2.3 Disposição dos equipamentos**

Os Desenhos 777-T1-1-05 a 10 mostram a disposição dos diferentes equipamentos da estação de bombeamento e a solução estrutural adotada.

Considerou-se a instalação de grupos eletrobomba de eixo vertical protegidos no interior de um edifício convencional de estrutura em pórticos. O tipo de grupos selecionado permite também a instalação com eixo horizontal, contudo a disposição vertical permitirá limitar a dimensão longitudinal do edifício.

Para o apoio dos motores dos grupos eletrobomba admitiram-se duas soluções alternativas:

- Apoio do motor sobre uma estrutura metálica integrada com o corpo da bomba, minimizando a altura do veio;
- Apoio do motor sobre uma estrutura em concreto; esta situação poderá minimizar o custo da estrutura de apoio, contudo a manobra da bomba com a ponte rolante ficará dificultada.

O custo da estrutura de apoio dos grupos, seja metálica seja em concreto, considera-se como fazendo parte integrante do fornecimento dos grupos. Os apoios representados nos desenhos são apresentados a título indicativo, devendo ser definidos pelo fornecedor dos equipamentos.

Os grupos, em número de 8, serão instalados num piso enterrado, à cota 60,85 m, dispostos simetricamente a um eixo definido pelas tubulações de sucção e de recalque. Foi adotado um espaçamento entre eixos de 4,50 m, resultando numa instalação relativamente compacta, mas permitindo a adequada circulação de pessoas no piso dos grupos para acesso aos diferentes equipamentos, para o que se previu escadas com origem no piso principal.

Os grupos serão ligados aos barriletes de sucção e de recalque através de tubulações individuais. Nesta tubulações serão instaladas válvulas de seccionamento tipo borboleta a montante e a jusante, permitindo a desmontagem dos grupos mantendo a estação em funcionamento. Nas tubulações individuais a jusante dos grupos serão também instaladas válvulas de retenção, impedindo a passagem de vazões em sentido inverso através dos grupos.

As tubulações unitárias terão o eixo 4,20 m acima do eixo das tubulações de sucção e de recalque adjacentes ao edifício da estação, fazendo ambas ângulos de 90° com os respectivos barriletes fazendo um ângulo de 90° e uma curva ascendente antecedendo o ponto de ligação. Os barriletes possuirão diâmetro variável. Previram-se diâmetros para as tubulações que garantem velocidades de escoamento suficientemente baixas na ligação entre as diferentes tubulações de forma a limitar as perdas de carga.

O piso principal da estação é implantado à cota 65,00 m, semelhante à da plataforma exterior, possuindo acesso de nível com essa plataforma. Do lado este dos grupos ficará o hall de descarga e de montagem, e do lado oeste uma zona com dois pisos que compreenderá as instalações do pessoal de exploração e os equipamentos auxiliares. No piso inferior dessa zona existirão salas para oficina e armazém, instalações sanitárias, uma sala de baterias, uma sala para o grupo diesel auxiliar e um compartimento para o transformador de baixa tensão, ficando o quadro de baixa tensão e de comando instalado no hall de entrada. No piso superior, à cota 69,25 m, ficará a sala de comando, um escritório, um quarto e sanitários.

Numa ala do edifício à cota 65,00 m do piso térreo, do lado norte do piso dos grupos, serão instalados os equipamentos elétricos principais, compreendendo os conversores de frequência, os transformadores dos grupos e as celas de alta tensão.

Uma ponte rolante dará acesso aos grupos e hall de descarga, possibilitando o acesso aos equipamentos a partir do exterior do edifício.



Para ventilação são previstos exaustores de teto e venezianas de admissão de ar na parede lateral sudeste.

#### **5.2.4 Descrição das estruturas**

A estação de bombeamento é constituída por um edifício retangular estruturado com um entramado em concreto armado, com os pórticos principais afastados de 4,5 m e 5,8 m. As dimensões do edifício em planta são aproximadamente 65 m por 28 m.

A construção desenvolve-se em três pisos, sendo o piso inferior ocupado com os grupos eletrobombas e outros dois, pelo piso técnico, e pelas sala de comando e escritórios que ocuparão o piso superior. A altura da construção atinge aproximadamente os 13 m em relação à laje soleira inferior do edifício.

As lajes dos pisos serão em concreto armado e a da cobertura será isolada e impermeabilizada numa solução do tipo terraço.

Anexo à estrutura principal e contíguo à mesma desenvolve-se um piso térreo onde se localiza o piso técnico. A estrutura deste anexo, será também em concreto armado.

As paredes das fachadas e as das divisórias serão em alvenaria de blocos de concreto ou de tijolo, não tendo função resistente.

A título indicativo e nesta fase do estudo, a fundação da estrutura será constituída por um ensoleiramento geral no corpo principal do edifício e por meio de sapatas na parte restante.

Para dar apoio às montagens dos equipamentos e à sua operação na fase de exploração, está prevista a montagem de uma ponte rolante com uma capacidade de 20 ton. As vigas de caminho de rolamento apoiaram em vigas de concreto armado que contribuiram também para o travamento longitudinal dos pórticos.

Os equipamentos e tubagens metálicas serão fixas aos elementos de suporte em concreto armado através de peças fixas que serão seladas por concretagens em segunda fase.

Nos Desenhos 777-T1-1-11 e 12 são indicados respetivamente os mapas de vãos e de acabamentos da estrutura da estação de bombeamento.

### **5.3. ADUTORAS DE SUCÇÃO E DE RECALQUE**

#### **5.3.1 Concepção das adutoras de sucção e de recalque**

O circuito hidráulico da captação compreenderá adutoras de sucção e de recalque fazendo a ligação entre a tomada de água, a estação de bombeamento e a estrutura de ligação ao canal de adução. A localização da estação de bombeamento, o traçado das adutoras e a localização da estrutura de transição tubulação-canal, definem o comprimento total do circuito hidráulico.

Para as dimensões de tubulação exigidas pela importante vazão a transportar, o material a utilizar na construção das tubulações de sucção e de recalque deverá ser o aço, que se considera corresponder à solução mais econômica, sendo simultaneamente uma solução tecnicamente adequada e permitindo grande flexibilidade de traçado e facilidade de ligação aos diferentes componentes da captação. Serão utilizadas duas tubulações, quer na sucção quer no recalque.

De seguida enunciam-se outros aspetos de concepção considerados no projeto das adutoras de sucção e de recalque:

- Construção de maciços de ancoragem em todas as mudanças de direção em planta e em perfil.
- Instalação de dispositivos de seccionamento das adutoras, e de dispositivos de medição da vazão bombeada.
- Dimensionamento dos órgãos de proteção contra os efeitos do choque hidráulico (golpe de aríete) e definição das manobras de válvulas.
- Definição das características de acessórios como sejam juntas de desmontagem, juntas de dilatação, ventosas, descargas de fundo, etc.
- Sistemas de pintura e proteção catódica a utilizar.

Seguidamente descrevem-se os traçados das adutoras de sucção e de recalque.

### 5.3.2 Descrição das adutoras de sucção e de recalque

A localização da tomada de água existente, da estação de bombeamento, e da estrutura de transição captação-adução, definem o traçado do circuito hidráulico, que terá um desenvolvimento total de aproximadamente 3,3 km (Desenhos 777-T1-L1-13, 14 e 15).

As duas tubulações de sucção de diâmetro 2 500 mm terão um desenvolvimento de 800 m, sendo os restantes 2 500 m correspondentes às duas tubulações de recalque com 2 200 mm de diâmetro no trecho de montante de maior pressão (560 m) e de 2 500 mm no trecho de menor pressão (1 940 m).

A adutora de sucção inicia-se na câmara de válvulas a jusante do derivante das tubulações da tomada de água do açude, próximo da câmara das válvulas dispersoras, atravessando o rio Jaguaribe a jusante da barragem e terminando na estação de bombeamento situada na outra margem.

O atravessamento do rio Jaguaribe será efetuado com um traçado em planta próximo do pé de jusante do paramento em concreto, de forma a interessar terrenos com cotas mais elevadas. Admitiu-se a instalação enterrada em vala, e considerou-se a proteção da tubulação para as sub-pressões. Nos trechos de atravessamento das calhas do rio Jaguaribe previu-se um traçado em perfil a uma cota inferior e o envelopamento em concreto de forma a garantir adequadas condições de fundação; essa situação ocorre em três pequenos trechos com um desenvolvimento total de 167 m.

A adutora de recalque desenvolve-se desde a estação de bombeamento até a um ponto alto onde se localiza a ligação ao canal de adução, situado junto ao lado direito do dique fusível. Esta adutora tem um traçado sempre ascendente atravessando um terreno com pendente aproximadamente constante, intersetando ao longo do seu trajeto uma pequena linha de água.

A relativamente longa extensão da adutora de sucção poderá resultar na necessidade de instalação de dispositivos para controle das variações de pressão. Da análise realizada do funcionamento em regime transitório previu-se apenas a instalação de ventosas junto da estação de bombeamento.

#### Alternativa de traçado da adutora de sucção

Admitiu-se a possibilidade de ser executada uma alternativa para o traçado inicial da adutora de sucção que consiste na construção do derivante mais a montante da tomada de água do

açude Castanhão, imediatamente após a saída da galeria do corpo em concreto rolado da barragem.

As tubulações de sucção seriam implantadas no pé-de-jusante do paramento em concreto da barragem, sendo envelopadas em concreto ao longo de todo o seu desenvolvimento. A adutora seguiria o paramento de concreto até atingir a saia do aterro de jusante da barragem, donde infletiria em direção até ao maciço de ancoragem M3, seguindo para jusante o traçado da solução base.

Esta alternativa de traçado justificar-se-à caso não seja possível concluir a construção do açude Castanhão antecipadamente ao Sistema Adutor. Nessa situação as vazões do rio Jaguaribe continuariam a passar por cima do trecho já construído do paramento em concreto exigindo dessa forma a proteção da adutora de sucção que atravessa o vale do rio Jaguaribe.

### **5.3.3 Materiais e instalação das tubulações**

#### Materiais das tubulações

Como se referiu anteriormente é prevista a construção da tubulações em aço, que se considera a solução tecnicamente mais adequada e economicamente mais vantajosa.

Admite-se contudo que possam ser utilizados outros materiais alternativos, como seja o PRFV (polietileno reforçado com fibra de vidro), concreto pré-esforçado ou outro.

No dimensionamento das tubulações deverão ser consideradas as pressões máximas de funcionamento em regime permanente e em regime transitório e respectivas vazões transportadas. O dimensionamento terá ainda de considerar a pressão de vácuo interior e os esforços associados ao transporte e à instalação das tubulações.

#### Instalação das tubulações

Para a instalação das tubulações foram utilizadas duas soluções: instalação aérea e instalação enterrada em vala (Desenho 777-T1-1-25). Seguidamente descrevem-se essas duas soluções complementares:

- Instalação enterrada em vala

A tubulação será assente no interior de uma vala escavada, sobre uma camada inferior em areia com cerca de 0,40 m de espessura. A vala será aterrada com

materiais compactados selecionados, em princípio provenientes da escavação, até uma altura de 0,60 m acima do topo da tubulação. A altura restante da vala será aterrada com materiais compactados provenientes da escavação, ficando o topo da tubulação a uma profundidade mínima de 1,50 m. Nas zonas de atravessamentos de rodovias a tubulação deverá ser protegida, prevendo-se o seu envolvimento em concreto.

- Instalação aérea ao ar livre, apoiada sobre maciços em concreto.

A tubulação ficará apoiada sobre maciços em concreto a uma altura mínima de 0,80 m acima do solo. Os maciços envolvem a parte inferior da tubulação num ângulo de 120°. A face do maciço em contato com a tubulação será revestido por uma chapa de aço, sendo a tubulação na zona do apoio reforçada também com uma chapa de aço. Interpondo-se entre a tubulação e o apoio será aplicada uma tela de proteção de forma a minimizar o atrito entre as duas superfícies.

A solução de instalação enterrada foi adotada para a adutora de sucção no atravessamento do rio Jaguaribe e para a adutora de recalque de menor pressão, no atravessamento em face do dique fusível do açude Castanhão e no traçado para jusante até à estrutura de transição adutora-canal. Nos restantes trechos será adotada a instalação aérea (à superfície).

Nos trechos de instalação aérea será aberta uma vala de reduzida altura, de forma a definir diversos trechos de inclinação constante, limitando assim o número de curvas no traçado em perfil, dado que nesses locais será necessário prever a construção de maciços de ancoragem. O fundo desta vala será revestido por uma laje em concreto de reduzida espessura e fracamente armada, de forma a garantir a estabilidade da fundação.

#### Critérios do traçado

A inclinação mínima admitida para as tubulações será de 0,5% nos trechos descendentes e de 0,2% nos trechos ascendentes, de forma a garantir a saída do ar em direção aos pontos altos do traçado.

Nas mudanças de direção da tubulação, quer em planta quer em perfil (significativas), serão construídos maciços em betão, devendo assim procurar fazer-se coincidir essas duas curvas.

### Equipamentos e acessórios

Nos pontos altos do traçado e de forte mudança de inclinação serão instaladas ventosas para saída de ar dissolvido no escoamento, permitindo simultaneamente a entrada e saída de ar em grande para enchimento e esvaziamento da tubulação e proteção em regimes transitórios. As ventosas serão instaladas no interior de caixas, protegidas dos elementos.

Nos pontos baixos do traçado existirão descargas de fundo para permitir o esvaziamento da tubulação.

A montante de cada maciço de amarração será instalada uma junta de dilatação, permitindo deslocamentos axiais.

Serão ainda previstas entradas de homem, com um afastamento máximo de cerca de 100 m, para possibilitar a inspeção interior das tubulações.

## **5.4. TOMADA D'ÁGUA**

### **5.4.1 Concepção da tomada d'água**

A tomada de água deverá garantir a captação do caudal máximo previsto para as diferentes condições de exploração do reservatório Castanhão consideradas, designadamente deverá considerar as variações do nível de água no reservatório, de cerca de 30 m, desde o nível mínimo de exploração previsto até ao nível máximo em situação de enchente. Deverão também ser considerados os níveis máximos normais de operação e níveis médios, havendo eventualmente também a necessidade de definir outros níveis mínimos de operação a que correspondem determinadas condicionantes de operação da captação.

Outros aspetos considerados na concepção e no projeto da tomada de água, foram a garantia de adequadas condições hidráulicas na entrada da tomada de água, designadamente uma submersão suficiente para evitar a entrada de ar e formação de vórtices, e a utilização de transições graduais nas formas hidráulicas das estruturas para limitar as perdas de carga.

Os equipamentos hidromecânicos a instalar deverão proporcionar segurança da operação e possibilitar a inspeção e manutenção periódica dos equipamentos e estruturas.

### **5.4.2 Descrição da tomada de água**

A tomada de água será realizada através de uma bifurcação a construir nas tubulações existentes da tomada de água da barragem (Desenhos 777-T1-1-16 e 17), próximo da estrutura das válvulas dispersoras do açude.

A tubulação da tomada de água do açude, com diâmetro de 3 700 mm, possui capacidade adequada para o transporte simultâneo das vazões destinadas aos projetos de irrigação a jusante do açude e à transposição para a RMF.

O derivante será executada na tubulação esquerda (tomada de água prevista para os projetos de irrigação do vale do Jaguaribe), dado que a tubulação direita (tomada de água prevista para uma futura central hidroelétrica) não será construída a curto prazo. A utilização da tubulação esquerda facilita também a ligação à estação de bombeamento, contudo nessa tubulação circularão simultaneamente as vazões dos referidos projetos de irrigação originando assim maiores perda de carga. A tubulação direita ficará obturada no início da galeria até que seja construída a central hidrelétrica.

Por questões de segurança na operação da captação foi considerada a execução de dois derivantes DN 2500 mm, um para cada tubulação de sucção.

A solução adotada para a derivação consiste na demolição de um pequeno trecho da tubulação existente (demolição do concreto envolvente e corte da tubulação), que seria substituído pela peça do derivante, num local entre a saída da galeria da tomada de água e a câmara das válvulas dispersoras existentes numa zona em que o eixo da tubulação se encontra à cota aproximada de 58,00 m. Este derivante fará um ângulo de cerca de 90° relativamente ao eixo da tomada de água, tomado a direção da adutora de recalque.

A possibilidade de execução do derivante numa junta cega existente aproximadamente no mesmo local não foi considerada vantajosa, dado que esta se situa do lado direito da tomada de água, dificultando o traçado do trecho inicial da adutora, quer em planta (curva a 180°) quer em perfil (necessidade de atravessamento por cima da galeria de tomada de água).

No interior dessa câmara é prevista a instalação de duas válvulas de seccionamento DN 2200 mm tipo borboleta, uma por tubulação, de forma a possibilitar a inspeção e manutenção de cada uma das tubulações sem comprometer a operacionalidade da tomada de água. Para jusante desta câmara as duas tubulações de sucção serão instaladas enterradas em vala.

Apesar da necessidade de realização da derivação na tomada existente, poderá considerar-se que a interferência da captação com as estruturas do açude Castanhão não é muito significativa, podendo ser realizada facilmente mesmo após a conclusão da barragem.

## **5.5. RESERVATÓRIO UNI-DIRECIONAL**

Ao km 0+556 da adutora de recalque será construído um reservatório uni-direcional, uma estrutura independente por tubulação, num local que corresponde a um ponto alto do traçado, que divide os trechos de alta e de baixa pressão (Desenho 777-T1-1-18).

Cada reservatório possuirá uma seção interior de 12,00 x 8,00 m<sup>2</sup>, e uma altura máxima de cerca de 4 m acima do nível do terreno na zona. Esta estrutura será construída em concreto, integrada com o maciço M5 da adutora de recalque. As dimensões máxima em planta de toda estrutura são de 32,00 m por 20,50 m.

A ligação à adutora será realizada através de tubulações metálicas de 1200 mm de diâmetro (uma por reservatório) envolvidas em concreto. Estas tubulações serão equipadas com válvulas anti-retorno DN 1200 mm, sendo permitido escoamento apenas na direção reservatório-adutora. Para enchimento do reservatório é prevista uma tubulação de by-pass DN200, munida de uma válvula de seccionamento e de uma válvula de flutuador. Neste local serão instaladas ventosas nas tubulações da adutora.

O nível inicial de água no reservatório é previsto à cota 109,50 m e o fundo à cota 106,00 m. O reservatório não esvaziará totalmente durante o regime de escoamento transitório.

## **5.6. ESTRUTURA DE TRANSIÇÃO PARA O CANAL ADUTOR**

### **5.6.1 Concepção da estrutura de ligação ao canal adutor**

A ligação entre a captação e a adução é realizada através da construção de uma pequena câmara de transição, fazendo a dissipação de energia do escoamento em pressão e proporcionando adequadas condições para o escoamento em superfície livre à entrada no canal de adução.

Como se referiu anteriormente a cota do nível máximo de água no canal foi fixada em 127,00 m, definindo a localização em planta da estrutura que deverá ser compatível com a altimetria do terreno e o traçado do canal.

A transição entre as tubulações de recalque e o canal de adução deverá proporcionar o controlo do funcionamento dos grupos da estação de bombeamento e garantir adequadas condições hidráulicas para a admissão da vazão aduzida.

O regime de funcionamento previsto para a transposição, com operação a nível mensal, semanal ou diária, em que é fixado um valor constante de vazão a transferir em cada momento,



não exige a criação de dispositivos de controlo da operação do sistema com capacidade de regulação do arranque e paragem dos grupos em função dos níveis de água a jusante. Será apenas necessário efetuar o controlo da segurança do funcionamento, estabelecendo níveis máximos e mínimos de água na estrutura de transição tubulação-canal, para alarme e indicação de paragem aos grupos, em caso de ocorrência de situações de emergência (transbordamento do canal ou rotura das tubulações ou do canal).

Verifica-se também que a reduzida inclinação do canal adutor (da ordem de 0,02%), com regime de escoamento lento, proporciona um adequado controlo por jusante do nível de água e da dissipação de energia na transição entre o escoamento em pressão (rápido) e em superfície livre (lento).

As condições de funcionamento hidráulico descritas possibilitam a adoção de uma concepção simplificada para a estrutura de transição entre o recalque (tubulações) e a adução (canal), dispondo de uma capacidade de armazenamento de água mínima e sem dispositivos específicos para controlo do nível de água; a capacidade de armazenamento e o controlo de nível de água são assegurados pelo volume de água no canal.

As características do sistema de bombeamento não exigem também a construção de reservatórios de regulação do arranque e paragem dos grupos ou de regulação das vazões bombeadas para minimizar o consumo de energia ao longo do dia (parando o bombeamento em horas de ponta, período no qual o custo de energia significativamente mais elevado). Efetivamente, a vazão indicada de 22 m<sup>3</sup>/s considera o funcionamento da adução 24 horas por dia períodos longos (meses) contudo em grande parte do tempo a transposição funcionará com uma vazão inferior, sendo possível estabelecer períodos de bombeamento e paragem ao longo do dia de forma a fornecer a vazão média diária desejada sem necessidade de funcionamento em horas de ponta.

Os principais aspetos adicionais a considerar na concepção e dimensionamento da estrutura de transição tubulação-canal serão os seguintes:

- Submersão da entrada em todos os regimes de funcionamento da adução de forma a melhor controlar a dissipação de energia, limitando a ondulação no canal, e evitar a entrada de ar na tubulação de recalque.
- Redução gradual da velocidade na transição entre o escoamento em pressão e o escoamento em superfície livre (abertura da secção de escoamento), limitando a

ondulação no canal sem necessidade de criação de dispositivos específicos para o efeito.

- Possibilidade de seccionamento, para esvaziamento das tubulações sem esvaziamento do canal, através da instalação de equipamentos motorizados, com funcionamento automático e com possibilidade de comando à distância. Deverá ser instalado um seccionamento independente para cada tubulação de recalque.

### 5.6.2 Descrição

A descrição efetuada desta componente da captação é válida para todas as variantes consideradas, mudando apenas a sua localização em planta.

A estrutura de ligação entre as tubulações de recalque e o canal de adução será constituída por uma pequena câmara a jusante das tubulações e a montante do canal, cuja função é a dissipação de energia e transição do escoamento para superfície livre e para a geometria do canal (Desenho 777-T1-1-24).

Nesta câmara serão instaladas quatro comportas de seccionamento com dimensões 1,80x2,20 m<sup>2</sup>, duas por tubulação, permitindo o isolamento entre as tubulações e o canal, e garantindo a possibilidade de esvaziamento de uma das tubulações mantendo a captação operacional. A jusante destas comportas são previstas encaixas para possibilitar a manutenção das comportas. Um tubo desde a superfície e com ligação a montante das comportas garantirá o arejamento do escoamento, durante o esvaziamento das tubulações.

As tubulações de recalque à entrada da câmara serão envolvidas em concreto, numa zona de curva em perfil e de transição entre as seções circular e retangular.

Para jusante das comportas a seção das tubulações alarga gradualmente até atingir o máximo de 2,60x3,00 m<sup>2</sup>, reduzindo as perdas de carga e garantindo uma velocidade de escoamento suficientemente baixa na transição para o escoamento em superfície livre, de forma a garantir condições adequadas na seção inicial do canal. Esta saída ficará permanentemente afogada para os valores de vazão previstos.

A estrutura fechada que envolve as tubulações terá dimensões de 9,40x15,75 m<sup>2</sup>, a que acresce a zona de transição para a seção trapezoidal do canal, com escoamento em superfície livre, com um desenvolvimento adicional de 14,00 m e largura máxima de 16,25 m. A altura máxima dos muros laterais nesta zona final é de 6,90 m.

## **CAPÍTULO 6**

### **EQUIPAMENTOS HIDRO E ELETROMECAÑICOS**

## **6. EQUIPAMENTOS HIDRO E ELETROMECAÑICOS**

### **6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

No presente capítulo apresentam-se as características dos equipamentos hidromecânicos e eletromecânicos previstos para a captação, quer para a estação de bombeamento quer para as adutoras de sucção e de recalque.

Na estação de bombeamento são previstos equipamentos mecânicos e electromecânicos principais, equipamentos auxiliares e instalações de utilização geral ou segurança. Os equipamentos principais são os grupos electrobomba, e as válvulas principais da estação elevatória, dentro dos limites da empreitada respectiva. Os equipamentos auxiliares serão a ponte rolante, instrumentação, drenagem, ventilação e sistemas anti-intrusão / anti-incêndio.

Nos capítulos a seguir são indicadas as características dos equipamentos da estação de bombeamento (Desenhos 777-T1-1-05 a 10). São também referidos os aspetos de comando e de operação da estação de bombeamento e sistema de captação.

Na adutora de sucção e de recalque são previstos como equipamentos principais válvulas de seccionamento a montante e comportas a jusante. É ainda considerada a instalação de ventosas junto à estação de bombeamento, de juntas de dilatação ao longo da adução, de descargas de fundo nos pontos baixos e de entradas de homem.

### **6.2. EQUIPAMENTOS DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO**

#### **6.2.1 Bombas e motores**

A vazão total da estação de bombeamento é como descrito anteriormente de 22.0 m<sup>3</sup>/s.

A altura manométrica total varia com o nível de água a montante no reservatório do Castanhão, o nível na entrada do canal adutor, e a vazão total recalçada. O nível à entrada no canal adutor será praticamente constante a cota 127,00. O nível no reservatório do Castanhão varia entre as cotas 71,00 e 100,00. A altura geométrica de recalque varia assim entre 27,0 e 56,0 m.

As perdas de carga totais nas tubulações de montante e jusante a estação são de 8,0 m para a vazão máxima de projeto e de 5,6 m para a vazão de 18,0 m<sup>3</sup>/s.

A altura manométrica máxima é assim de 61,6 m e a altura manométrica mínima é de 32,6 m para a vazão de 18,0 m<sup>3</sup>/s.

Para a vazão de 22,0 m<sup>3</sup>/s limita-se a altura manométrica máxima a 54,0 m (nível a montante de 81,0 m) e a altura manométrica mínima é de 35,0 m.

Em virtude de se preverem duas etapas na instalação dos equipamentos de bombeamento se adotou por uma instalação com oito (7 + 1 de reserva) grupos eletrobomba de 3,15 m<sup>3</sup>/s e uma altura manométrica nominal de 54,0 m, no entanto a altura manométrica média mais freqüente será a de 43,0 m. O rendimento das bombas estará entre cerca de 90 a 85%.

Tendo em conta as curvas características das bombas e as curvas limites da instalação e prevendo que os grupos irão operar em regime de velocidade variável poderão ser determinadas as vazões de recalque (Figura 6.1), em função do número de grupos em funcionamento.

No Quadro 6.1 indicamos, em função do número de grupos em operação as vazões recalçadas e as alturas manométricas correspondentes para as condições extremas de níveis no reservatório do Castanhão. Entre parênteses é indicada a velocidade de rotação respetiva.

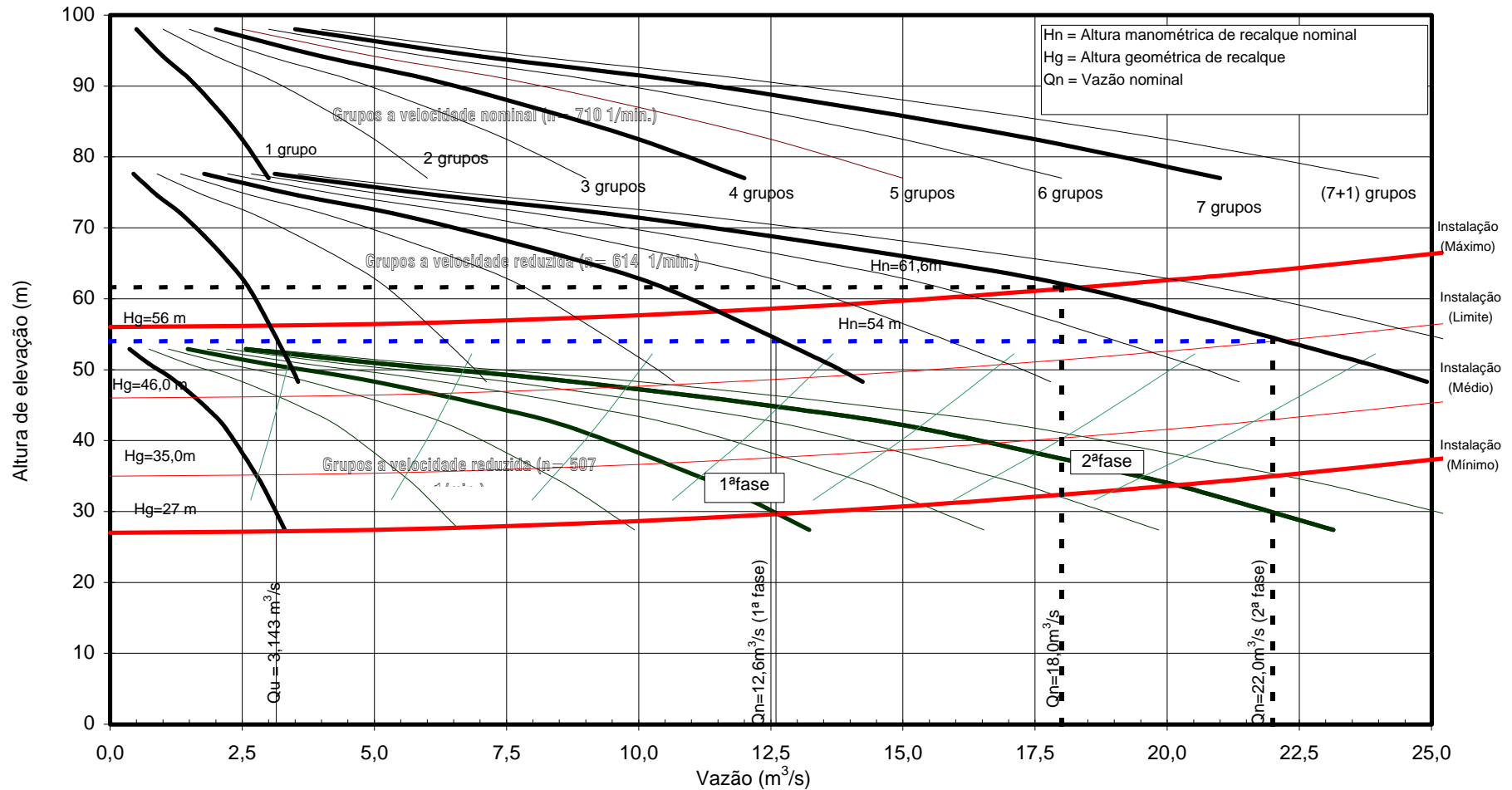
**QUADRO 6.1**  
**VAZÕES RECALÇADAS EM FUNÇÃO DO NUMERO DE BOMBAS**

NUMERO DE BOMBAS	NÍVEL MÁXIMO NO RESERVATÓRIO (100,00)		NÍVEL MÍNIMO NO RESERVATÓRIO (71,00)	
	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Altura (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Altura (m)
1	3,21 (n = 507)	27,43 (n = 600)	2,9 (n = 614)	53,8 (n = 614)
4	12,6 (n = 507)	30,00 (n = 507)	11,4 (n = 614)	58,0 (n = 614)
7	22,0 (n = 507)	34,50 (n = 507)	20,3 (n = 614)	61,6 (n = 614)

As condições menos favoráveis para o NPSH serão provavelmente para uma só bomba em funcionamento. Considerando que as perdas de carga nas tubulações de sucção são de 1,9 m, o NPSH disponível é de 18 m o que é suficiente para este tipo de bombas.

As bombas são do tipo centrifugo de dupla aspiração com rotor radial, montadas com o eixo vertical. Os motores elétricos a velocidade variável serão concebidos para funcionar eficazmente em toda a faixa de operação de alturas manométricas de recalque e de vazões previstas.

**Figura 6.1 - Curvas vazões-alturas de recalque e características da instalação  
ESTAÇÃO DE BOMBAMENTO DO CASTANHÃO**



As características principais dos grupos são as seguintes:

- Bomba

- Número 8 (7 + 1 de reserva )
- Tipo Centrífuga, de dupla aspiração rotor simples, câmara bipartida
- Montagem Vertical
- Alturas manométricas 54,0 m a 61,6 m
- Vazões correspondentes 3,14 m<sup>3</sup>/s a 2,65 m<sup>3</sup>/s
- Velocidade em carga 614 l/min
- Potência máxima absorvida 1 960 kW

- Motor elétrico

- Número 8 (7 + 1 de reserva )
- Tipo Trifásico assíncrono
- Montagem Vertical
- Tensão nominal 3,3 kV
- Potência nominal 2 200 kW
- Velocidade síncrona 900 l/min
- Proteção mecânica IP 54 (CEI 529)

Os grupos serão comandados manualmente através do quadro de comando local ou de acordo com uma programação preestabelecida através do autômato de comando da central. O autômato de comando recebe a indicação de funcionamento e de consumo de energia de cada grupo.

### 6.2.2 Válvulas

Para cada grupo eletrobomba serão montadas, na conduta individual de sucção uma válvula de seccionamento do tipo borboleta DN 1400 com motor elétrico e a jusante no recalque da bomba uma válvula de retenção do tipo “Clasar” DN 1200 e uma válvula de seccionamento tipo borboleta DN 1200 com motor elétrico. Estas válvulas serão com comando local ou automático.

O autômato de comando terá a indicação a respeito da posição de abertura das válvulas.

### 6.2.3 Instrumentação

A instrumentação previstas a instalar consiste em indicadores de nível e em medidores de vazão.

#### Indicadores de nível

Um indicador de nível do tipo sonda de pressão será instalado no reservatório do Castanhão e dois outros do tipo ultrasônico na estrutura de transição para o canal adutor, e enviarão as informações do nível de água ao autômato de comando.

#### Medidor de vazão

Um medidor de vazão do tipo ultra-sônico será instalado em cada conduta geral de recalque.

### 6.2.4 Tubulações

Todas as tubulações individuais e gerais de sucção e de recalque ou de “by-pass” serão em aço ASTM A-120.

Na estação de bombeamento serão instaladas duas tubulações de by-pass de DN 500 entre a sucção e o recalque das bombas para o arranque inicial da estação, ou em caso de esvaziamento da tubulação de recalque.

### 6.2.5 Equipamento de elevação e transporte

Para a montagem, desmontagem e manutenção dos equipamentos instalados está prevista uma ponte rolante de 20 t com o caminho de rolamento fixado a cota 70.85 com todos os movimentos acionados eletricamente por meio de caixa suspensa com botões de comando.

### 6.2.6 Equipamentos de ventilação e ar condicionado

Para a sala de comando e escritório está prevista a instalação de um aparelho de ar condicionado do tipo “split” com uma capacidade frigorífica de 1,5 TR e 1 TR respectivamente.

Para a sala dos grupos prevendo que a refrigeração dos motores elétricos e dos conversores de frequência seja do tipo ar-ar e os transformadores para os grupos arrefecidos naturalmente a ar, está previsto um sistema de ventilação composto por venezianas para uma velocidade de ar de 2,0 m/s, dotadas de filtro lavável e rede mosquiteira, e (16+6) exaustores de tecto a colocar na cobertura. Os 16 exaustores terão uma vazão de 18 000 m<sup>3</sup>/h a 5 mm c.a., e os 6



restantes cerca de 9 000 m<sup>3</sup>/h a 5 mm c.a. O comando do sistema de ventilação será realizado ou manualmente ou automaticamente por meio do autômato da central auxiliado por dois termostatos de ambiente.

### 6.2.7 Drenagem

Para a drenagem das águas eventuais dentro da estação serão instalados dois grupos elétricos submersíveis num poço de drenagem interior. As águas assim drenadas para uma fossa no exterior do edifício da estação, retornarão ao rio por gravidade.

### 6.2.8 Comando da estação

O sistema de comando da estação de bombeamento permitirá a adequação das características dos grupos em serviço (vazão unitária – altura manométrica) em função da vazão total pedida pelo sistema e dos níveis de água no reservatório do Castanhão e no reservatório a jusante, na estrutura de transição para o canal adutor.

No canal de adução a Fortaleza, bem como em todas as tomadas de água laterais, serão instalados sistemas de medição de nível/medição de vazão cujos valores medidos serão recolhidos no autômato da estação permitindo a correção da velocidade dos grupos em serviço e adequando a vazão total e conseqüentemente a vazão unitária a que está a ser solicitada a jusante.

O comando dos grupos será feito pelo autômato central que controlará o arranque e a paragem das bombas em função dos níveis de água nos dois reservatórios e outros dados do sistema.

Para o arranque de um grupo da estação se deverá observar simultaneamente as condições seguintes:

- O nível de água no reservatório do Castanhão está acima da cota 71,00 m;
- O nível de água no reservatório da estrutura de transição está abaixo da cota 127,00 m.
- As válvulas das condutas individuais de sucção estarão na posição de “abertas”

Para a paragem dos grupos basta a ocorrência de pelo menos uma das seguintes condições:

- O nível no reservatório do Castanhão descer abaixo da cota 71,00;
- O nível no reservatório da estrutura de transição atingiu a cota 127,50 m;
- O nível mínimo de alarme na estrutura de transição a jusante é de 124,00.

O funcionamento manual permitirá também a exploração da estação de bombeamento por um operador, que será responsável por ter em conta os dados hidráulicos disponíveis no quadro de comando da estação.

Em caso de manutenção ou reparação eventual de um ou mais grupos será possível ter os outros grupos em operação.

### 6.3. ADUTORAS DE SUCCÃO E DE RECALQUE

#### 6.3.1 Tubulações

As adutoras de sucção e de recalque da captação d'água apresentam as seguintes características gerais simples:

- Número de condutas..... 2
- Zona de sucção de cada conduta:
  - Comprimento aproximado..... 780 m
  - Diâmetro ..... 2 500 mm
- Zona de recalque de cada conduta:
  - Comprimento aproximado..... 1 730 m
  - Diâmetro ..... 2 200 mm

A adutora foi prevista em chapa de aço reforçada por cantoneiras de abas desiguais. A chapa deverá ser enrolada no sentido da laminagem.

Tendo em consideração os respectivos diâmetros, as pressões incluindo o golpe de aríete (choque hidráulico) para as condições desfavoráveis e ainda o fabrico, o transporte e o provisionamento do material, entendeu-se que a adutora devia ser executada com uma espessura uniforme de 7 mm. Este aço deverá ter as exigências mínimas correspondentes à especificação S 235 JRG 2 da norma europeia EN 10025+A1, equivalente à RSt 37-2 da norma DIN 17100.

A distância entre reforços será a seguinte:

- Para a zona de sucção com diâmetro igual a 2 500 mm..... 2 500 mm
- Para a zona de recalque com diâmetro igual a 2 200 mm..... 3 000 mm

Este afastamento entre reforços corresponde a um coeficiente de segurança de 2,15 e 1,79 respectivamente, em relação à pressão teórica de achatamento com o vazio absoluto.

Os reforços serão em cantoneira “L” e todos iguais com 150 mm de altura 90 mm de largura e 10 mm de espessura; ou dimensões aproximadas por excesso. Estas cantoneiras serão soldadas ao extradorso da conduta pela extremidade da aba maior.

Grande parte do trecho em sucção será enterrado. O trecho de recalque desenvolve-se a céu aberto a montante da chaminé de equilíbrio e enterrado para jusante.

A adutora vai funcionar com juntas de dilatação montadas imediatamente a jusante de cada maciço. Em cada vértice que faz a junção de dois trechos consecutivos fica instalado um maciço.

A conduta assentará entre berços distanciados de 12 m. Para estes optou-se pela solução mais econômica que corresponde a um pequeno maciço blindado superiormente onde assenta a conduta num comprimento correspondente a um ângulo ao centro do tubo de 120°.

Todos os 100 m aproximadamente haverá um postigo de visita montado no quarto inferior para maior facilidade de entrada e saída.

A conduta será protegida contra a corrosão em princípio de acordo com o seguinte esquema:

- **Interiormente:**
  - decapagem a jacto abrasivo de grau Sa3 conforme Norma Sueca SIS 055900;
  - metalização a zinco segundo Norma AFNOR A 91-201 com uma espessura mínima de 120  $\mu$ ;
  - uma demão de primário epoxi, rico em pó de zinco, com uma espessura mínima de 45  $\mu$ ;
  - três demãos de tinta epoxi – poliamida – alcatrão de hulha, com uma espessura mínima por demão de 130  $\mu$ .
  
- **Exteriormente:**
  - 1 – Zona enterrada
    - decapagem a jacto abrasivo de grau Sa 21/2;
    - enfitamento com fita tipo Poliken;
    - enfitamento com fita embebida em alcatrão.

## 2 – Zona a céu aberto

- decapagem a jacto abrasivo de grau Sa 21/2;
- uma demão de primário rico em cromato de zinco com uma espessura mínima de 50  $\mu\text{m}$ ;
- primer epoxi-betuminoso com pigmento de alumínio em uma demão com 125  $\mu\text{m}$ .
- acabamento epoxi com pigmento de alumínio em uma demão com 125  $\mu\text{m}$ .
- primer epoxi-betuminoso com pigmento de alumínio em uma demão com 150  $\mu\text{m}$ .
- acabamento epoxi-“hard-top” em uma demão com 100  $\mu\text{m}$ .

O peso total da Adutora será de aproximadamente 2 600 toneladas.

### **6.3.2 Tomada de água**

Na tomada de água, realizada por derivação das tubulações do açude Castanhão, é prevista a instalação de um válvula de seccionamento em cada tubulação da adutora de sucção.

As válvulas serão do tipo borboleta e terão o diâmetro nominal de 2 200 mm, inferior ao da tubulação, sendo instaladas no interior de uma câmara enterrada.

Estas válvulas serão manobradas por servomotor e disporão de contrapesos, prevendo-se a possibilidade do seu funcionamento para corte de caudal. É prevista uma tubulação de by-pass à válvula para enchimento da tubulação de recalque.

### **6.3.3 Estrutura de transição para o canal de adução**

Na estrutura de transição da adução para o canal de adução é prevista a instalação de duas comportas vagão em cada tubulação, servindo uma como segurança da outra.

O tabuleiro terá dimensões de 1,80x2,20 m<sup>2</sup>, sendo a estanqueidade da comporta de montante realizada a montante e a da comporta de jusante realizada a jusante.

O accionamento será realizado por servomotor a partir do topo da estrutura, sendo previsto o funcionamento para corte total da vazão no sentido canal-tubulações.

### **6.3.4 Outros equipamentos das adutoras**

#### Descargas de fundo

São previstas duas descargas de fundo em pontos baixos da adutora, uma na sucção e outra no recalque. Estas descargas de fundo serão munidas de duas válvulas de seccionamento por tubulação de descarga.

#### Ventosas

São também previstas ventosas para cada adutora a montante (4 unidades) e a jusante (2 unidades) da estação de bombeamento.

Outras ventosas são previstas para as adutoras de sucção (4 unidades) e de recalque (6 unidades).

As ventosas são de tripla função universais DN200, PN10, da Barbara ou marca similar, previstas com válvulas de isolamento, incorporada ou fornecida em separado, para permitir a sua manutenção.

#### Juntas de dilatação

São ainda previstas juntas de dilatação onde fôr necessário (duas juntas em cada ligação a estruturas de concreto) para as tubulações enterradas e a montante de cada maciço de amarração para as tubulações aéreas.

As juntas de dilatação a fornecer para as adutoras e para as tubagens de grande diâmetro serão do tipo Viking-Johnson ou similares e obedecerão às especificações AWWA.

## **CAPÍTULO 7 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

## **7. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

### **7.1. GENERALIDADES**

A instalação a executar constará de recepção de energia elétrica, transformação, alimentação dos motores e auxiliares, e sistema de comando.

### **7.2. POTÊNCIA TOMADA PELA INSTALAÇÃO**

A potência para alimentação dos motores constitui a parte mais significativa da potência a tomar pela instalação. Essa potência deriva das condições hidráulicas do sistema (caudais e alturas) e dos correspondentes rendimentos das bombas a instalar.

No caso presente o valor máximo estimado para acionamento de cada uma das bombas é de cerca de 1 960 kW, estando previsto o uso de motores elétricos com a potência nominal de 2 200 kW. Os motores disporão de equipamento para variação de velocidade por inversor de frequência.

A potência elétrica total necessária será igual à potência de acionamento das bombas dividida pelo rendimento do motor, equipamento de variação de velocidade e restante equipamento de alimentação (essencialmente os transformadores). Admitindo que este valor é de 0,925, e que funcionarão simultaneamente 7 grupos eletrobomba, a potência virá de 14,8 MW. Este valor poderá subir para 16,9 MW se, em casos excepcionais, funcionarem 8 grupos.

A potência dos serviços auxiliares, a adicionar, é estimada em cerca de 50 kW.

A potência aparente, para o fator de potência de 0,93, será de 16,0 MVA para 7 grupos em funcionamento e de 18,3 MVA para 8 grupos.

### **7.3. ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA**

A alimentação de energia será feita da rede de 69 kV da COELCE, por linha aérea.

Existirá uma subestação ao tempo, equipada com 2 transformadores.

## 7.4. TRANSFORMADORES PRINCIPAIS

### 7.4.1 Potência dos Transformadores Principais

O fator de potência da instalação será ligeiramente inferior a 1. A potência prevista para a estação é de cerca de 16,0 MVA ou, excepcionalmente, de 18,3 MVA.

A solução adotada, de uso de dois transformadores de 10 MVA cada, permite dispor de uma reserva de potência de transformação considerável, tendo em conta os aspectos seguintes:

- o regime de potência máxima é de baixa probabilidade de ocorrência;
- se necessário um transformador poderá fornecer 12,5 MVA com ventilação forçada.

### 7.4.2 Características Elétricas

Potência nominal unitária	10 MVA/12,5 MVA ONAN/ONAF
Tensão nominal primária	69 kV
Tensão nominal secundária	13,8 kV
Número de fases	3
Frequência	60 Hz
Ligação do primário	Triângulo
Ligação do secundário	Estrela, com neutro acessível
Grupo de ligações	Dy-1
Tensão primária, com derivações	71775/70950/70125/69300/68475/ 67650/66825/66000/65175/64350/ 63535/62700/61875/61050/60225/ 59400/58575 V
Tensão secundária, fixa	13800 V
Forma de comutação	Com carga e com tensão
Ponto central	66000 V/ 13800 V
Impedância de seqüência positiva, a 69300 V/ 13800 V	7% (base 10 MVA e 69,3 kV, 75°C, tolerância $\pm 7,5\%$ )
Impedância de seqüência zero, a 69300 V/ 13800 V	7% (base 10 MVA e 69,3 kV, 75°C, tolerância mínima de 90% da impedância de seqüência positiva)



## Caraterísticas do isolamento

### Enrolamento de 69 kV

Nível geral de isolamento	72,5 kV, isolamento uniforme
Nível de isolamento secundário	15 kV, isolamento uniforme
Nível de isolamento do neutro	15 kV, isolamento uniforme
Tensões suportáveis	
- Impulso atmosférico, onda plena (1,2/50 $\mu$ s)	350 kV, pico
- Impulso atmosférico, onda cortada	385 kV
- Aplicada, a 60 Hz, durante um minuto	140 kV

### Enrolamento de 13,8 kV

Nível geral de isolamento	15 kV, isolamento uniforme
- Impulso atmosférico, onda plena (1,2/50 $\mu$ s)	110 kV, pico
- Impulso atmosférico, onda cortada	121 kV, pico
- Aplicada, a 60 Hz, durante um minuto	34 kV

### Neutro

Nível geral de isolamento	15 kV, isolamento uniforme
- Impulso atmosférico, onda plena (1,2/50 $\mu$ s)	110 kV, pico
- Impulso atmosférico, onda cortada	121 kV, pico
- Aplicada, a 60 Hz, durante um minuto	34 kV

### Buchas do Enrolamento de 69 kV

Nível geral de isolamento	72,5 kV
Nível de isolamento secundário	15 kV, isolamento uniforme
Nível de isolamento do neutro	15 kV, isolamento uniforme
Tensões suportáveis	
- Impulso atmosférico, onda plena (1,2/50 $\mu$ s)	350 kV, pico
- Impulso atmosférico, onda cortada	385 kV
- Aplicada, a 60 Hz, durante um minuto	140 kV

### Buchas do Enrolamento de 13,8 kV

Tensão nominal	15 kV
- Impulso atmosférico, onda plena (1,2/50 $\mu$ s)	110 kV, pico
- Impulso atmosférico, onda cortada	121 kV, pico
- Aplicada, a 60 Hz, durante um minuto	34 kV

### Buchas do Neutro

Tensão nominal	15 kV
- Impulso atmosférico, onda plena (1,2/50 $\mu$ s)	110 kV, pico
- Impulso atmosférico, onda cortada	121 kV, pico
- Aplicada, a 60 Hz, durante um minuto	34 kV

### **7.4.3 – Proteção dos transformadores de força**

Cada transformador de força é dotado de proteção de sobrecorrente nos lados de alta e média tensão. Para defeito interno os transformadores possuem proteção através de relé de gás, diferencial e válvula de alívio de pressão, as quais atuam sobre o relé de bloqueio desligando instantaneamente o disjuntor de 72,5 kV e o disjuntor de 15kV correspondente ao transformador defeituoso.

Os transformadores são completos de termômetro do óleo, termômetro do enrolamento e relé nível de óleo, os quais só fazem sinalizar através do relé anunciador.

A proteção diferencial é alimentada por TC's tipo bucha instalados na entrada dos enrolamentos de alta do transformador, e por TC's instalados no módulo de entrada do "quadro de média tensão" dando assim também proteção aos cabos isolados de 15 kV, que interligam o transformador ao aludido quadro.

### **7.5. EQUIPAMENTO DE 69 KV**

A subestação terá disposição segundo o desenho respectivo. O barramento será em cabo de cobre de 70 mm<sup>2</sup> de seção. Disporá de um painel de chegada de linha e de dois painéis de proteção de transformador.

O material previsto consta do diagrama unifilar representado nos desenhos. Será, essencialmente, o seguinte:

#### **Chegada de linha**

- Pára-raios
- Transformadores de potencial
- Transformadores de corrente
- Chave seccionadora com lamina de terra
- Disjuntor
- Transformadores de corrente

#### **Proteção de transformador**

- Chave seccionadora
- Transformadores de corrente

## **7.6. MEDIÇÃO DA ENERGIA RECEBIDA**

A medição da energia recebida será efetuada em equipamento a instalar em cubículo de medição em alvenaria, a construir no local indicado nos desenhos.

Os transformadores de corrente e potencial necessários serão fornecidos pela COELCE.

## **7.7. INSTALAÇÃO DE 13,8 KV**

Em interior existirá, em quadro metálico, uma instalação a 13,8 kV, alimentada dos transformadores. A ligação entre transformadores e armário será feita em cabo isolado.

O armário disporá de um barramento simples, dividido em dois sub-barramentos. Cada um deles alimentará quatro grupos, e receberá energia de um dos transformadores. Existirá um disjuntor interbarras.

A potência de curto-circuito trifásica simétrica apresentará um valor máximo da ordem de 140 MVA, a que corresponde uma corrente próxima de 6 kA. O barramento será para a corrente nominal de 800 A e 12.5 kA.

Haverá cubículos de chegada dos transformadores, de saída para motores, de saída para o transformador dos serviços auxiliares, de interligação do barramento e de medição de tensão.

Os cubículos de saída para motores serão equipados com disjuntor e transformadores de corrente. Idêntico equipamento e pára-raios será instalado nos cubículos de chegada de transformador. Num dos cubículos de cada um dos sub-barramentos será instalado um conjunto de transformadores de potencial.

## **7.8. MOTORES DAS BOMBAS PRINCIPAIS**

### **7.8.1 Potência nominal**

Tendo em conta as condições hidráulicas de funcionamento, a potência dos motores foi fixada em 2 200 kW.

### **7.8.2 Tipo de motores**

Foi considerado que os motores a usar seriam assíncronos, trifásicos, de rotor em curto-circuito, de construção fechada com ventilação externa (proteção IP54).

Os motores serão preparados para funcionamento a velocidade de rotação inferior à nominal e com onda de tensão não sinusoidal.

Disporão de proteções térmicas incorporadas nos enrolamentos.

### **7.8.3 Variação de velocidade**

Os motores a usar serão dotados de equipamento de alimentação que permita que cada um funcione a velocidade variável. Esse equipamento será constituído por inversores de frequência trifásicos individuais (um por motor).

Para as potências em causa a tensão nominal preconizada para os inversores é de 3300 V, podendo eventualmente ser usados outros valores de tensão.

Pretendendo-se que os conversores funcionem com retificação a 12 impulsos, foram previstos transformadores com dois enrolamentos secundários. Assim sendo, cada um dos motores disporá de um transformador de alimentação, com as seguintes características básicas:

Potência nominal unitária	2 500 kVA
Tensão nominal primária	13,8 kV
Tensão nominal secundária	3300 V
Número de fases	3
Frequência	60 Hz
Impedância	6%
Grupo de ligações	Dy11Dd0
Tipo de arrefecimento	ONAN
Líquido isolante	Óleo mineral
Regulação da tensão secundária	Manual, com o transformador desligado

Os transformadores serão de construção especial para o serviço previsto.

Um aspecto importante a ter em conta é o da necessidade de filtração das tensões harmônicas introduzidas na rede elétrica pelos inversores de frequência, tanto na rede interna como na rede pública.

A nível interno haverá que evitar sobretudo os problemas nos sistemas de comando e auxiliares, que poderão por em causa o próprio funcionamento da estação.

A nível externo, tendo em conta a sensibilidade definida pela COELCE a este tipo de perturbação, deverão ser instalados filtros para redução da amplitude das correntes harmônicas produzidas.

#### **7.8.4 Proteção dos motores**

A proteção dos motores será assegurada pelo equipamento de variação de velocidade. Estão previstas proteções de curto-circuito, fuga a terra, corrente de seqüência inversa bem como proteção térmica direta por sensores no próprio motor.

O equipamento de variação de velocidade conterà ainda proteções contra sobretensões, subtensões e falta de fase.

### **7.9. QUADRO DOS SERVIÇOS AUXILIARES**

Existirá um quadro dos serviços auxiliares da subestação e estação de bombeamento. Nele serão instalados os equipamentos para alimentação dos sistemas da subestação e estação funcionando a 380 V, 60 Hz, e em corrente contínua (125 V) bem como os relés de proteção e equipamentos de comando e controle.

### **7.10. COMANDO DA ESTAÇÃO**

A estação disporá de um sistema de automação para o seu comando. Este sistema vigiará as funções básicas da instalação bem como de cada um dos motores e da subestação.

A instalação irá funcionar normalmente em regime automático. Todos os seus equipamentos, incluindo os de variação de velocidade e subestação, estarão ligados a um sistema de comando, baseado em autómatos convenientemente programados, preparados para comunicação com o exterior. Os autómatos receberão os comandos e os dados originados na instalação, e processarão as ordens necessárias

## 7.11. TRANSFORMADOR DOS SERVIÇOS AUXILIARES

Os serviços auxiliares serão alimentados de um transformador 13,8 kV/ 380 V, com a potência nominal de 112,5 kVA.

As suas características básicas serão as seguintes:

Potência nominal	112,5 kVA
Número de fases	3
Isolamento	Óleo
Ligação primária	Triângulo
Ligação secundária	Estrela, com neutro
Relação de transformação	13800/13200/12600 V - 380 V
Classe de isolamento primário	15 kV
Classe de isolamento secundário	1,2 kV
Impedância de seqüência positiva	4,5%

## 7.12. GERADOR DE EMERGÊNCIA

Foi considerada a instalação de um gerador de emergência com a potência de 100 kVA, capaz de alimentar os serviços auxiliares da instalação em caso de falta de rede.

## 7.13. TENSÃO DE COMANDO

Os circuitos auxiliares da subestação funcionarão em tensão contínua, de valor nominal 125 V. Existirá uma bateria de acumuladores alcalinos, em sala própria. Esta tensão poderá também ser usada nos sistemas auxiliares da estação elevatória.

A bateria funcionará em conjunto com um carregador retificador e terá a capacidade de descarga, em 10 horas, de 75 Ah, com tensão final de 1,36 V por elemento.

O carregador-retificador será de operação automática, com alimentação a 380 V, 60 Hz, com corrente de saída de 35 A.

## **7.14. COMPENSAÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA**

Os inversores de frequência considerados para alimentação dos motores poderão efetuar a compensação do fator de potência da estação.

## **7.15. SISTEMA DE ATERRAMENTO**

Será considerado um sistema de aterramento único, comum à subestação e estação de bombeamento.

O sistema de aterramento será constituído por eléctrodos horizontais (malha de terra) e por eléctrodos verticais.

A malha de terra será constituída por cabos de core nú. As hastes de terra a utilizar serão profundas.

Todos os equipamentos e partes metálicas da instalação serão ligadas à terra.

Nas estruturas de subestação serão instalados pára-raios tipo Franklin.

No local onde se situará a instalação, ocorrem afloramentos de rochas de embasamento cristalino, com migmatitos granitizados, exibindo a sua estrutura bastante homogeneizada, com textura nebulítica. A camada de recobrimento é formada por um solo de formação areno-argilosa, de granulação média, contendo seixos de quartzo e fragmentos de rocha, de coloração avermelhada e espessura média de 1,00 m.

## **7.16. DETECÇÃO DE INTRUSÃO**

O edifício disporá de uma instalação de detecção de intrusão. Esta instalação disporá de um conjunto de detetores de infravermelhos nas zonas de possível entrada e em áreas comuns, complementado por detetores magnéticos em portas e janelas.

Os equipamentos de detecção ligarão a uma central que produzirá um sinal de alarme, transmissível a distância.

## **7.17. ILUMINAÇÃO**

Será previsto um sistema de iluminação do edifício, da subestação e dos acessos.

Em exterior serão usadas luminárias com lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão, próprias para instalação ao tempo.

No edifício serão também usadas luminárias de sódio de alta pressão, na sala de máquinas, e luminárias fluorescentes nos restantes compartimentos e também como iluminação auxiliar na sala de máquinas.



## **CAPÍTULO 8**

### **QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO**

## **8. QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO**

### **8.1. QUANTITATIVOS**

Os quantitativos das obras realizados foram obtidos através da medição nos desenhos apresentados e têm um detalhe compatível com a presente fase dos estudos.

Algumas das parcelas, de menor relevo, foram estimadas por valor global ou por conjuntos de vários elementos.

No volume relativo aos quantitativos e orçamento do Trecho 1 do Sistema Adutor apresentam-se os quantitativos detalhados, envolvendo a captação d'água e o primeiro trecho de canal.

### **8.2. ORÇAMENTO**

A estimativa orçamental realizada teve como objetivo a estimativa do custo de realização das obras com um detalhe suficiente para permitir o lançamento das respectivas licitações.

Foram utilizados preços de mercado de dezembro 2000, tendo sido consultados preços unitários de outras obras da mesma natureza, recentemente construídas e/ou projetadas na região.

O preço dos equipamentos principais da estação de bombeamento, nomeadamente os grupos e as instalações elétricas, foram obtidos por consultas a fabricantes.

## **CAPÍTULO 9**

### **PROGRAMA DE TRABALHOS**

## 9. PROGRAMA DE TRABALHOS

### 9.1. FASEAMENTO DAS OBRAS

A evolução das demandas prevista até ao ano horizonte de projeto, permite considerar o faseamento da execução das obras da captação, designadamente da instalação dos equipamentos principais da estação de bombeamento (grupos, inversores de frequência, transformadores, etc.) e das adutoras de sucção e de recalque.

A análise da curva de evolução estimada para as demandas hídricas mostra um crescimento inicial bastante rápido, prevendo-se a transposição de uma vazão importante (11 m<sup>3</sup>/s) desde a data de início de exploração, pelo que se considerou a hipótese de execução das obras em duas etapas.

Poderá assim considerar-se a instalação numa primeira fase de metade da capacidade da captação (cerca de 11 m<sup>3</sup>/s), o que seria suficiente para atender ao crescimento das demandas num período um pouco inferior a 10 anos. Numa segunda fase, ou eventualmente em mais fases posteriores, seria realizada a parte restante da instalação em datas, sendo o real faseamento a definir em função da evolução verificada das demandas hídricas nos primeiros anos de operação. As obras civis da estação de bombeamento serão, em princípio, realizadas numa única fase, à exceção daquelas que interferem com a montagem dos equipamentos.

Relativamente às adutoras, constituídas por duas tubulações paralelas, considerou-se que na primeira etapa de construção apenas seria executada a tubulação do lado esquerdo, coincidente com os grupos a instalar na estação de bombeamento.

O faseamento da instalação dos equipamentos reduzirá as necessidades iniciais de investimento e beneficiará do desfasamento no tempo dos investimentos, podendo conduzir a uma solução globalmente mais econômica. O investimento total não atualizado será contudo sempre superior quando se considera o faseamento das obras.

Seguidamente indicam-se os aspetos relacionados com o faseamento da execução das diferentes estruturas da captação.

### Estação de bombeamento

Relativamente à estação de bombeamento, prevê-se a instalação numa primeira etapa de metade dos grupos e respectivas instalações elétricas. Numa segunda fase, ou eventualmente em mais fases posteriores, seriam instalados os restantes grupos. As tubulações individuais de sucção e de recalque dos grupos serão construídas até à seção das válvulas, ficando obturadas por uma junta cega.

A instalação dos equipamentos elétricos será também realizada em duas fases, em correspondência com a instalação dos grupos.

O edifício da estação de bombeamento e restantes instalações serão, construídas numa única fase.

### Aduadoras de sucção e de recalque

Para as adutoras de sucção e de recalque foi prevista a sua construção em duas fases, sendo inicialmente instalada apenas uma das duas tubulações previstas, do lado esquerdo, mais próxima do açude Castanhão.

Neste caso poderia haver vantagem em instalar ambas as tubulações de sucção e de recalque na primeira fase de construção da captação, atendendo ao fato de permitir a redução das perdas de cargas, e em consequência do consumo de energia, durante os primeiros anos de operação. Os aspetos relacionados com a segurança da operação são também favoráveis à instalação inicial das duas tubulações.

### Outras estruturas

A tomada de água, que é essencialmente uma obra civil, será construída numa única fase. Excetuam-se a instalação dos equipamentos hidromecânicos que deverão seguir o faseamento adotado para as adutoras de sucção. A tubulação do lado direito ficará seccionada por uma junta cega na flange da válvula de seccionamento prevista.

Relativamente aos reservatórios uni-direcionais, na primeira etapa de construção será apenas executado um dos reservatórios.

Também a estrutura de transição entre a captação e o canal de adução será realizada numa única fase, excetuando a instalação dos equipamentos hidromecânicos que deverão seguir o

faseamento adotado para a adutora de recalque. A tubulação do lado direito ficará assim seccionada por uma junta cega enterrada a montante da estrutura.

## 9.2. PROGRAMA DE TRABALHOS

O duração total prevista para o programa de trabalhos da execução da captação depende essencialmente do tempo para fornecimento dos equipamentos principais da estação de bombeamento.

Prevê-se que as obras de execução da captação possam ser realizadas num período total de cerca de ano e meio a dois anos, incluindo o tempo necessário para fabrico dos grupos.

Um fator condicionante da execução da captação d'água são as obras de construção do açude Castanhão, que atualmente decorrem. As principais interferências entre a execução das duas obras verificam-se ao nível da derivação para tomada de água e da adutora de sucção.

A execução da derivação na estrutura de tomada de água existente do açude Castanhão poderá ser realizada em qualquer momento, antecedendo ou sendo posterior à entrada em exploração do açude. Para viabilizar a execução da derivação após a entrada em exploração do açude bastará manter fechados os equipamentos de seccionamento existentes a montante da tomada de água durante o período necessário à demolição e construção da peça de bifurcação, que caso seja necessário poderá ser realizada em cerca de duas semanas.

Relativamente à adutora de sucção, cerca de 500 m do seu traçado atravessa o vale do rio Jaguaribe imediatamente a jusante do açude Castanhão, pelo que haverá que garantir a execução a seco dessas estruturas da captação.

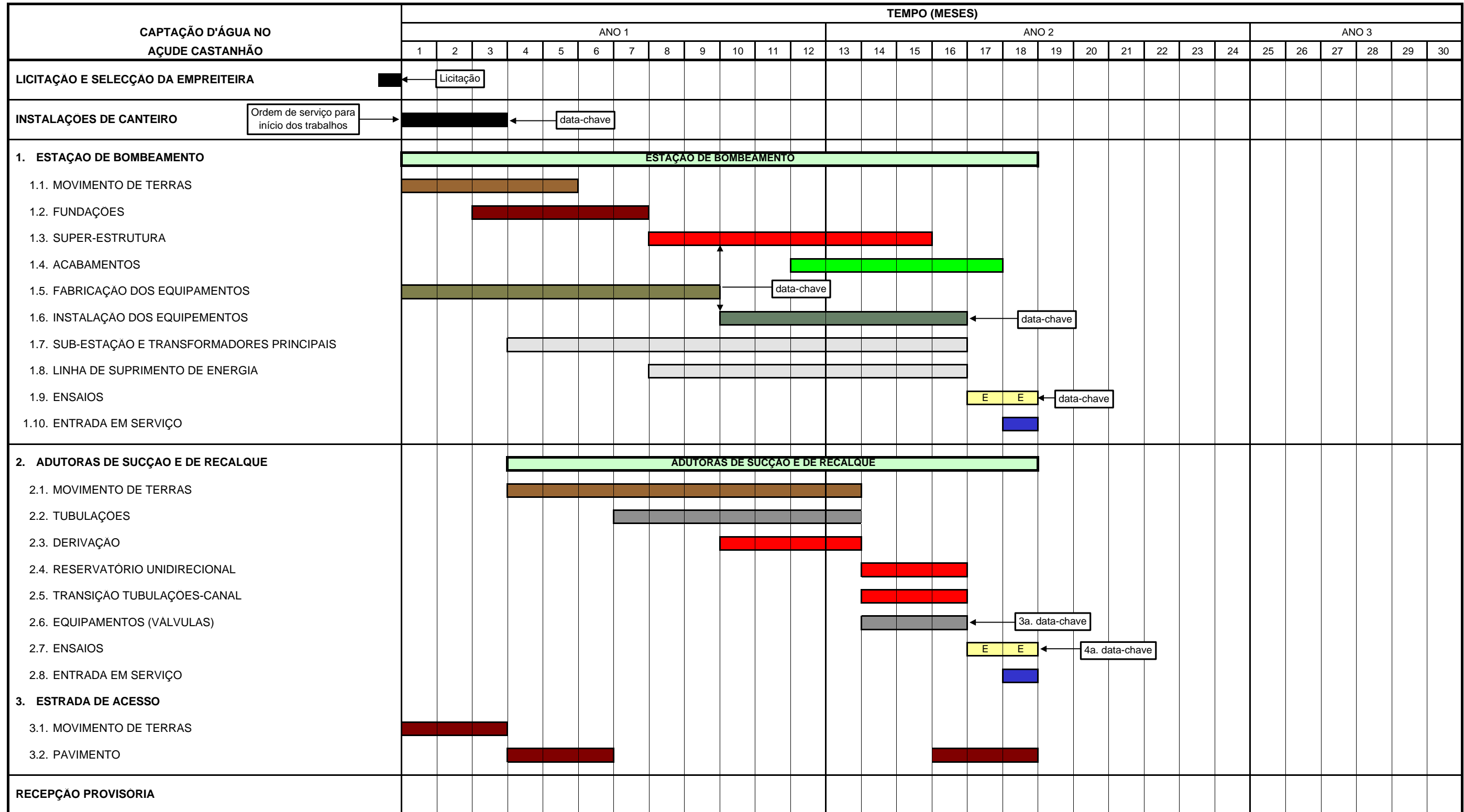
Com a conclusão da construção do açude, a execução da adutora de sucção apenas ficará dependente dos aspectos relacionados com a inundação dos terrenos situados a cotas mais baixas aquando do funcionamento do vertedouro da barragem.

Em qualquer das alternativas de traçado da adutora de sucção, caso não esteja concluído o açude Castanhão, haverá de proceder-se ao desvio provisório das vazões do rio Jaguaribe vertidas pelo coroamento do paramento em concreto do açude, de forma a permitir a construção da adutora.

A entrada em funcionamento do Sistema Adutor dependerá sempre da garantia da operacionalidade da tomada de água do açude Castanhão, podendo não estar ainda concluídas todas as estruturas do açude.

Na Figura 9.1 apresenta-se o programa de trabalhos previsto para a execução da captação d'água no açude Castanhão.

**FIGURA 9.1**  
**CAPTAÇÃO D'ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO - PROGRAMA DE TRABALHOS**



NOTAS: - Movimento de terras - Concreto em estruturas -   
 - Concreto em fundações - Pose de tuyaux



## **ANEXOS**

## **ANEXO I**

### **RESULTADOS DE SONDAGENS**

**FASE III – PROJETO BÁSICO DO TRECHO 1**  
**(AÇUDE CASTANHÃO – AÇUDE CURRAL VELHO)**

**TOMO 1 – CAPTAÇÃO DE ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO**

**ANEXO I – RESULTADOS DE SONDAgens**

**ÍNDICE**

**SONDAGEM SM-1**

(ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO)

**SONDAGEM SM-2**

(ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO)

**SONDAGEM SP-1**

(ADUTORA DE RECALQUE – INÍCIO DO DIQUE FUSÍVEL)

**SONDAGEM SP-2**

(ADUTORA DE RECALQUE – EM FACE DO DIQUE FUSÍVEL)

**SONDAGEM SP-3**

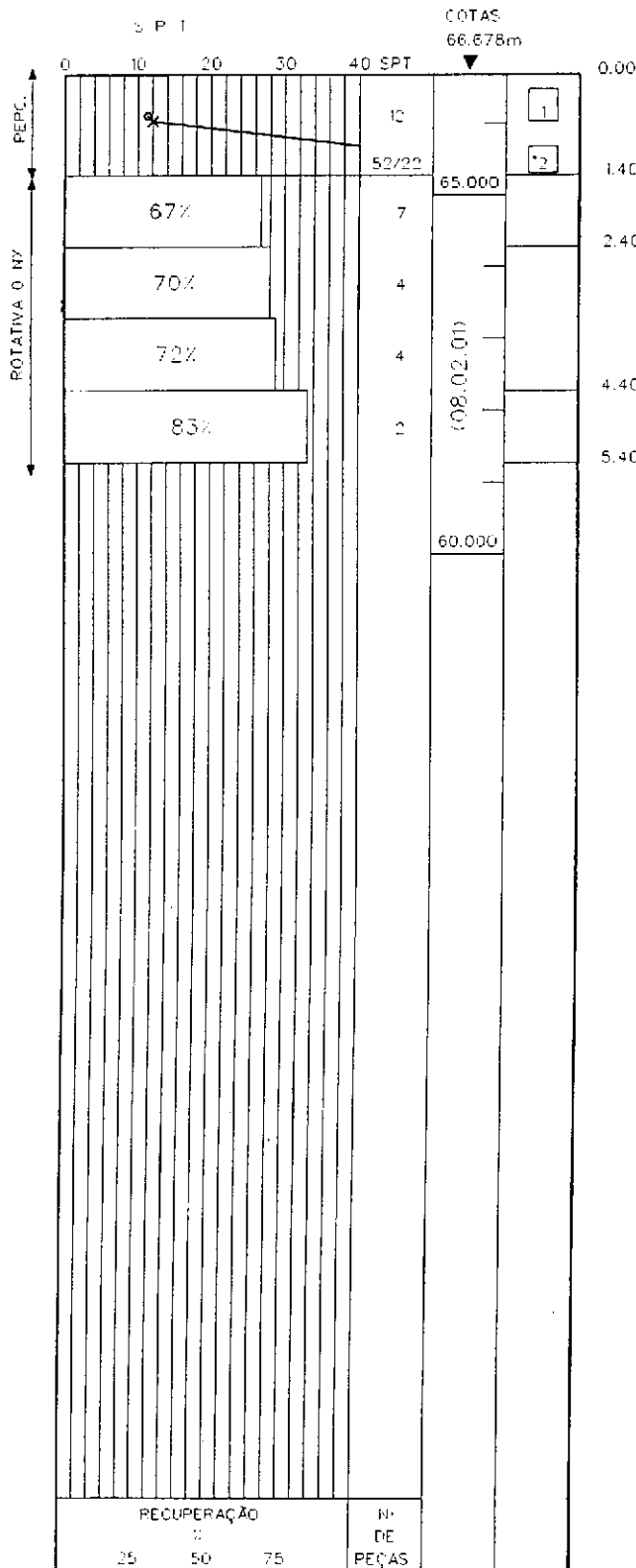
(ADUTORA DE RECALQUE – FIM DO DIQUE FUSÍVEL)

# SONDAGEM SM-1 $\varnothing 2\frac{1}{2}$ "

AMOSTRADOR -  $O_e = 2"$   $O_i = \frac{3}{8}"$   
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm

COORDENADAS

N - 9.393.622      E - 561.098



0.00 - 1.40: Areia fina e média, argilosa, com matéria orgânica (fritzes), com pedregulhos e seixos rolados, medianamente compacta a muito compacta, vermelha.

1.40 - 2.40: Granodiorito-Gnaiss, medianamente alterado, são, medianamente consistente a consistente, muito fraturado.

2.40 - 4.40: Granodiorito-Gnaiss, medianamente alterado a são, consistente, medianamente fraturado.

4.40 - 5.40: Granodiorito-Gnaiss, medianamente alterado a são, consistente, pouco fraturado.

**OBS.:**

- 1) Não foi encontrado.
- 2) Furo revestido de 0.00m até 1.40m de profundidade
- 3) Impenetrável ao trépano de lavagem na profundidade de 1.40m.

**ENSAIO DE LAVAGEM**

ESTACIO	TEMPO (min)	AVANÇO DO TREPANO (cm)
1.	10	2
2.	10	1
3.	10	0

(PROF. 1.40m)

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

**LEGENDA:**

- REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO "SPT"
- N.º DA AMOSTRA
- NÍVEL D'ÁGUA

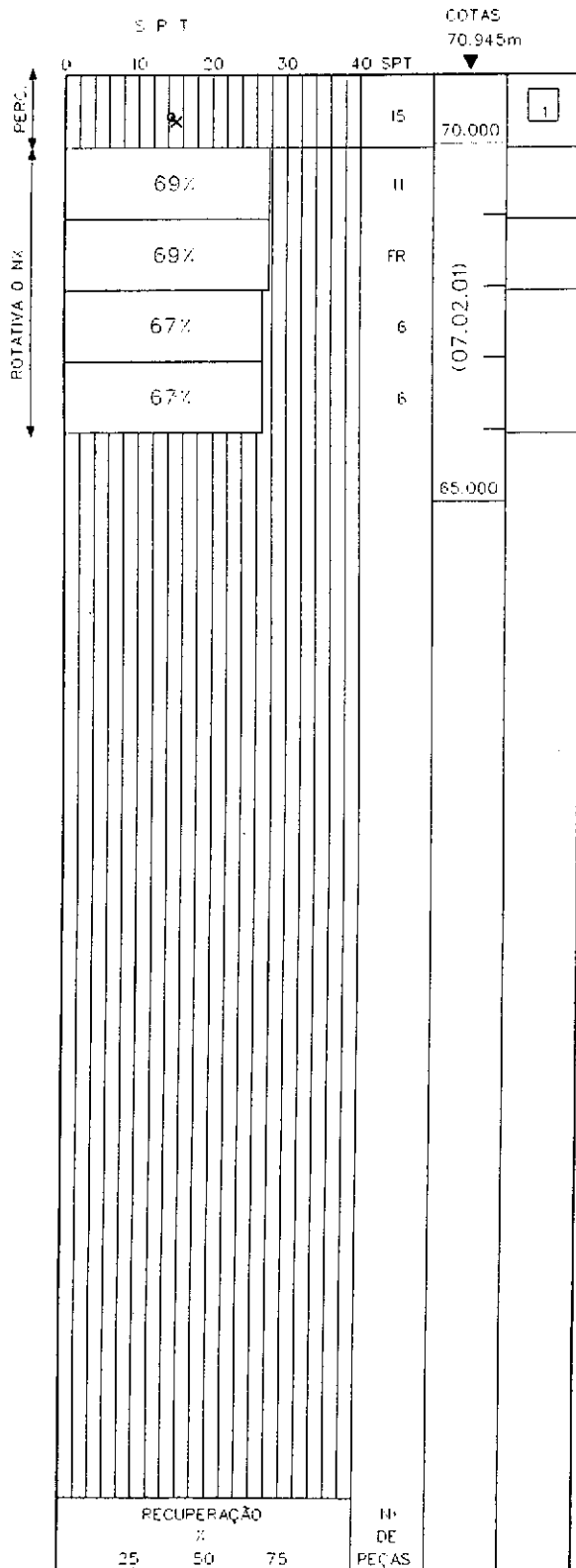
<b>CONSÓRCIO VBA/HARZA/COBA</b>			
DATA 09/02/2001	OP.	VISTO.	<b>Geonorte</b>
ESC. 1:100	APROV.		
SONDAGEM SM-1			T-272/00
TRANSPOSIÇÃO DA BACIA DO CASTANHÃO/CE.			DES.-

# SONDAGEM SM-2 Ø 2½"

AMOSTRADOR -  $\text{Oe} = 2''$   $\text{Oi} = \frac{3}{8}''$   
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm

## COORDENADAS

N - 9.393.625      E - 561.057



0,00	Área fina e média, argilosa, com matéria orgânica (traces), com pedregulhos e seixos rolados, medianamente compacta, vermelha.
1,00	Granodiorito-Gnaiss, medianamente alterado, medianamente consistente a consistente, muito fraturado.
2,00	Granodiorito-Gnaiss, medianamente alterado, medianamente consistente a consistente, extremamente fraturado.
3,00	
5,00	Granodiorito-Gnaiss, medianamente alterado, medianamente consistente a consistente, muito fraturado.

**OBS.:**

- 0) Não foi encontrado nível d'água.
- 2) Furo revestido de 0,00m até 1,00m de profundidade
- 3) Impenetrável o trepano de lavagem na profundidade de 1,00m.
- 4) FR - Fragmentado.

**ENSAIO DE LAVAGEM**

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANÇO DO TREPANO (cm)
1*	10	1
2*	10	1
3*	10	0

(PROF. 1,00m)

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

**LEGENDA:**

- ☉ - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO "SPT"
- ☐ - N.º DA AMOSTRA
- ≡ - NÍVEL D'ÁGUA

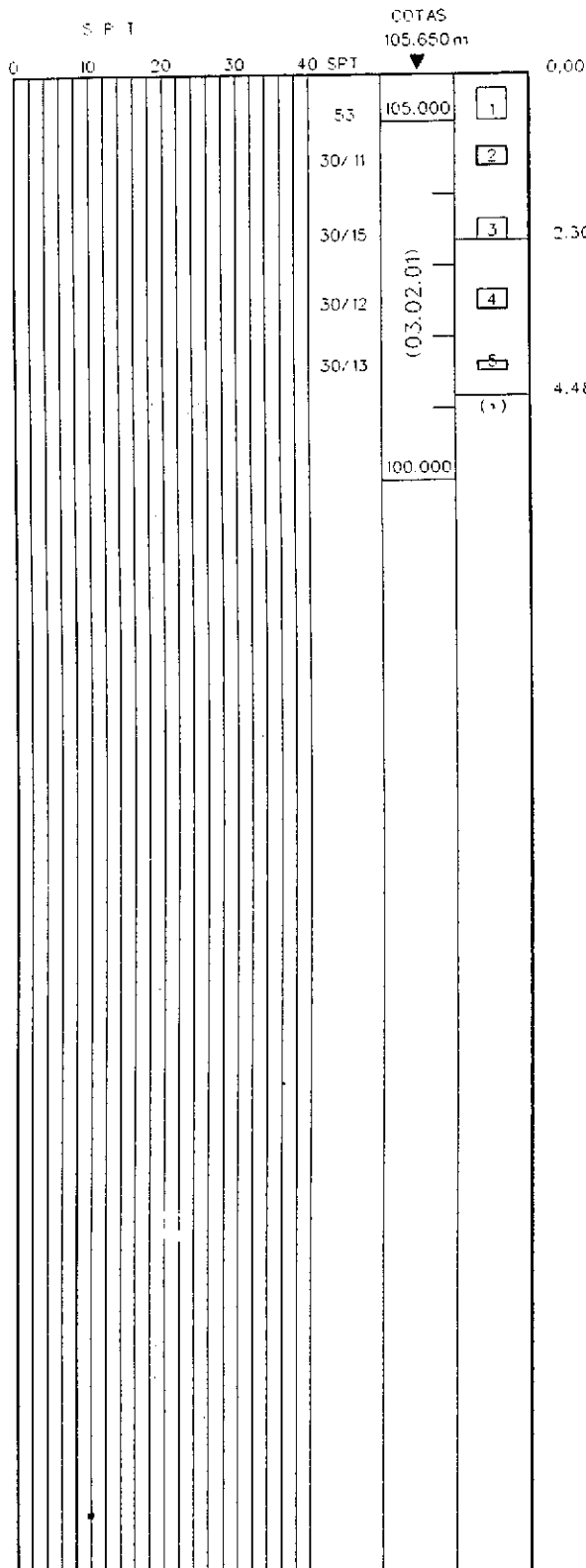
<b>CONSÓRCIO VBA/HARZA/COBA</b>			
DATA 09/02/2001	OP.	VISTO.	<b>Geonorte</b>
ESC. 1:100	APROV.		
SONDAGEM SM-2			T-272/00
TRANSPOSIÇÃO DA BACIA DO CASTANHÃO/CE.			DES.-

# S O N D A G E M    S P - 1    Ø 2 ½ " "

AMOSTRADOR - 0e - 2"    Oi - 3/8" 1..  
 MARTELO - 65 kg    QUEDA - 75 cm

COORDENADAS

N - 9.394.173    E - 561.116



Argila arenosa, com pedregulhos e seixos rolados, dura, amarela e vermelha.

Siltite arenosa, micáceo, muito compacto, cinza, vermelho e amarelo, variegado. (Solo Residual de Gnaíse)

OBS.:

- 1) Não foi encontrado nível d'água.
- 2) Furo revestido de 0,00m até 3,00m de profundidade
- 3) (\*) Impenetravel ao trépano de lavagem.

(\*) ENSAIO DE LAVAGEM

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANÇO DO TREPANO (cm)
1*	10	1
2*	10	1
3*	10	0

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

**LEGENDA:**

9. - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO "SPT"

1 - Nº DA AMOSTRA

N.A. - NÍVEL D'ÁGUA

## CONSÓRCIO VBA/HARZA/COBA

DATA 12/02/2001	OP.	VISTO.	<b>Geonorte</b>
ESC. 1:100	APROV.		
SONDAGEM SP-1			T-272/00
TRANSPosição DA BACIA DO CASTANHÃO/CE.			DES.-

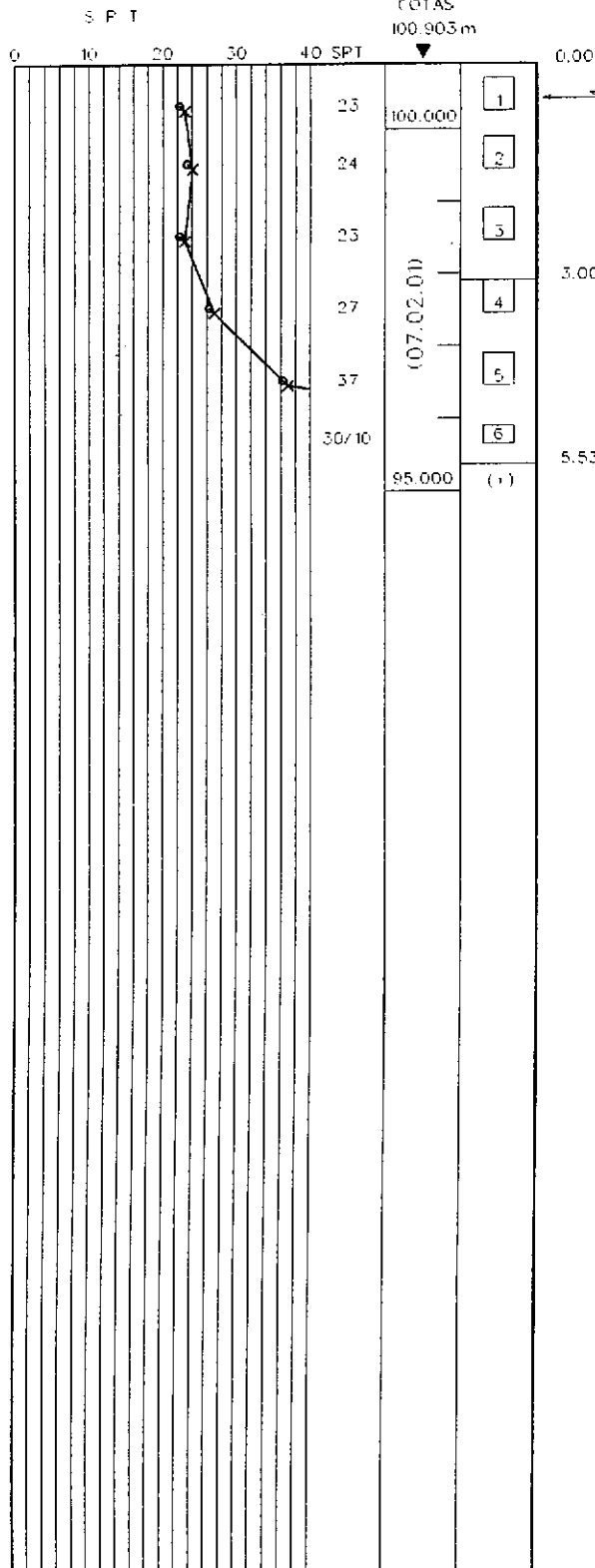
# SONDAGEM SP-2 $\varnothing 2\frac{59}{64}$ "

AMOSTRADOR -  $O_e = 2"$   $O_i = \frac{3}{8} 1"$   
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm

COORDENADAS

N - 9.394.316

E - 561.303



0.00 com concreções

Argilo arenosa, com pedregulhos e seixos rolados, dura, cinza e vermelha.

3.00

Silte arenoso, micáceo, muito compacto, cinza e amarelo. (Solo Residual de Gnaiss)

5.53

**OBS.:**

- 1) Não foi encontrado nível d'água.
- 2) Furo revestido de 0,00m até 2,00m de profundidade
- 3) (\*) Impenetrável ao trepano de lavagem.

**(\*) ENSAIO DE LAVAGEM**

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANÇO DO TREPANO (cm)
1.	10	3
2.	10	1
3.	10	0

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

**LEGENDA:**

○ - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO "SPT"

□ - Nº DA AMOSTRA

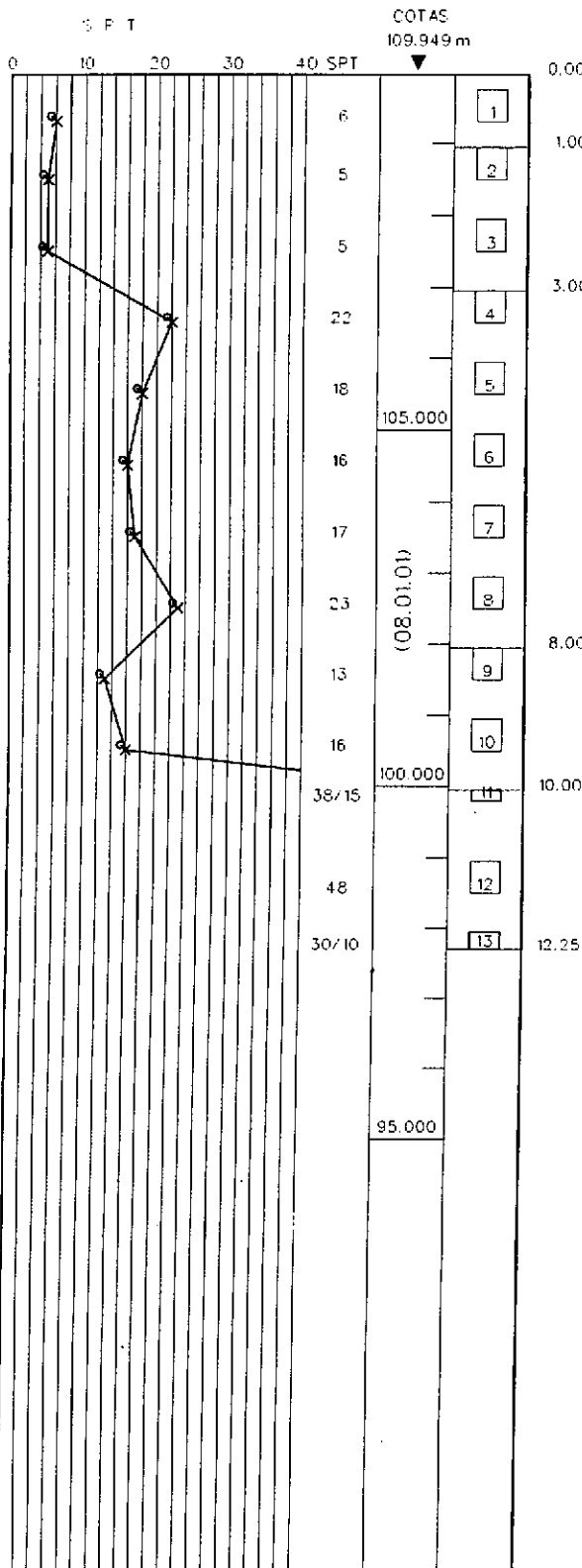
N.A. - NÍVEL D'ÁGUA

## CONSÓRCIO VBA/HARZA/COBA

DATA	12/02/2001	OP.	VISTO.	<b>Geonorte</b>
ESC.	1:100	APROV.		
SONDAGEM SP-2				T-272/00
TRANSPOSIÇÃO DA BACIA DO CASTANHÃO/CE.				DES.-

# SONDAGEM SP-3 Ø 2½"

AMOSTRADOR - Oe - 2" Oi - 3/8"  
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



COORDENADAS  
 N - 9.395.194    E - 561.130

0,00		1	Areia fina e media, pouco argilosa, pouco compacta, cinza escura.
1,00		2	
		3	Argila arenosa, com pedregulhos, mole, vermelha.
3,00		4	
		5	
	105.000	6	Argila arenosa, com pedregulhos e seixos rolados, rija e dura, vermelho e amarelo.
		7	
		8	
8,00		9	Areia media e grossa, com pedregulhos e seixos rolados, medianamente compacta, cinza.
		10	
10,00		11	Silte arenoso, micaceo, medianamente compacto a muito compacto, cinza, vermelha e amarela, variegada.
		12	
		13	
12,25		13	

OBS.:

- 1) Não foi encontrado nível d'água.
- 2) Avanço do furo feito a todo de 0,00m até 2,00m de profundidade.
- 3) Furo revestido de 2,00m até 11,00m de profundidade.

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

- LEGENDA:**
- - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO "SPT"
  - - Nº DA AMOSTRA
  - ≡ - NÍVEL D'ÁGUA

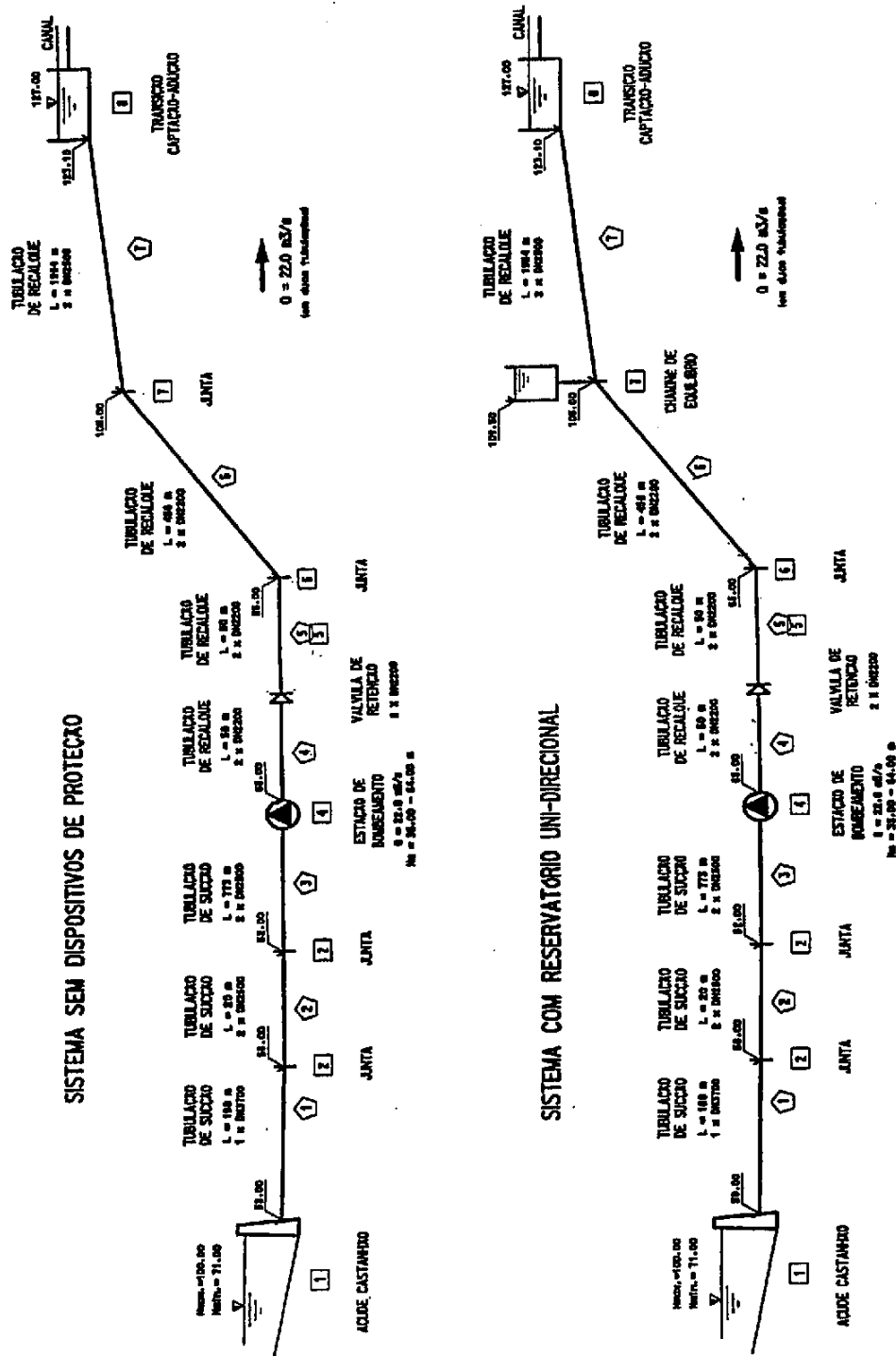
<b>CONSÓRCIO VBA/HARZA/COBA</b>			
DATA	12/02/2001	OP.	VISTO.
ESC.	1:100	APROV.	<b>Geonorte</b>
SONDAGEM SP-3			T-272/00
TRANSPOSIÇÃO DA BACIA DO CASTANHÃO/CE.			DES.-



## **ANEXO II**

### **REGIMES TRANSITÓRIOS**

# 1. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO SISTEMA HIDRÁULICO



REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO SISTEMA HIDRÁULICO DA CAPTAÇÃO

## 2. SISTEMA SEM DISPOSITIVOS DE PROTECÇÃO

### 2.1. FICHEIRO DE DADOS

ERTEP - ESTUDO DE REGIMES TRANSITÓRIOS EM ESCOAMENTOS SOB PRESSÃO - COBA / A. Pereira da Silva													
- Ficheiro de Dados -													
Descrição do caso em estudo:													
1. EIXO CASTANHÃO-FORTALEZA - CAPTAÇÃO D'ÁGUA													
2. ESTUDO DOS REGIMES TRANSITÓRIOS													
3. PARAGEM DOS GRUPOS - SEM PROTECÇÃO													
+													
CONDUTAS ( 7 )													
Nº	Condições de Fronteira		Comprimento (m)	Diâmetro (m)	Rugosidade absoluta (mm)	Celeridade (m/s)	C.cavitação C0(m²) (>=0)	Separação (0/1-N/S)					
+++	+++	+++	+++++.++	++.+++	++++.+++	++++.+++	++++.	+					
1	1	2	188.00	3.700	.100	1000.0	-1.	0.					
2	2	3	20.00	2.500	.100	1000.0	-1.	0.					
3	3	4	773.00	2.500	.100	1000.0	-1.	0.					
4	4	5	50.00	2.200	.100	1000.0	-1.	0.					
5	5	6	50.00	2.200	.100	1000.0	-1.	0.					
6	6	7	456.00	2.200	.100	1000.0	-1.	0.					
7	7	8	1954.00	2.500	.100	1000.0	-1.	0.					
+													
CONDICÕES DE FRONTEIRA ( 8 )													
1. Reservatórios ( 2 )													
Nº	Índice do nó	Cota da sup. (m)	Amplitude de oscilação(m)	Frequência (rad/s)	Coef. perda de carga								
+++	+++	+++++.+++	+++++.++	+++.	++++.++++								
1	1	71.00	.00	.000	.0000								
2	8	127.00	.00	.000	.0000								
2. Juntas entre condutas ( 4 )													
Nº	Índice do nó	Coef. perda de carga											
+++	+++	++++.++++											
1	2	.1000											
2	3	.1000											
3	6	.1000											
4	7	.1000											
3. Intersecções de condutas ( 0 )													
Nº	Índice do nó	Coef. perda de carga	Nº de condutas										
+++	+++	++++.++++	+										
4. Bombas centrífugas ( 1 )													
Nº	Índice do nó	Características nominais			Inércia-PD² (x10³ N.m²)	Coef. perda no "by-pass"	Fecho (1) Arranq(2)	VÁLVULA: Coef. vazão Em	Manobra (s) duração	instante	Cota do Res. (<0 => Não)		
+++	+++	+++.	++.	++++.	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.		
1	4	63.0	11.0000	725.	.85	300.000	-1.0	1.	100.0	1.0	999.0	.0	-1.0
5. Chaminés de equilíbrio ( 0 )													
Nº	Índice do nó	Secção (m²)	Cotas limite (m)		Coeficiente de vazão								
+++	+++	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.							
6. Reservatórios unidireccionais( 0 )													
Nº	Índice do nó	Secção (m²)	Cotas limite (m)		Coeficiente de vazão								
+++	+++	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.							
7. R.A.C.s ( 0 )													
Nº	Índice do nó	Secção (m²)	Capacidade (m³)	Coeficiente de vazão		Cota piezom. inicial (m)	Volume de ar inicial (m³)	Cota mínima da água (m)					
+++	+++	+++.	++++.	+++.	+++.	++++.	+++.	++++.					
8. Válvulas de sectionamento ( 0 )													
Nº	Índice do nó	Tempo de manobra (s)	Coeficiente Em	Coeficiente de vazão	Cota (m)	Aberta (1) Fechada (2)	Instante de manobra (s)	Diâmetro nominal (m)					
+++	+++	++++.	++.	+++.	++++.	+	++++.	++.					

9. Válvulas de retenção ( 1 )						
Nº	Índice do nó	Tipo (0=ideal)	Velocidade crítica (m/s)	Coefficiente de vazão	Diâmetro nominal (m)	
+++	+++	+	+++.	+++.	++.	
1	4	0.	.000	99.000	2.200	

10. Ventosas ( 0 )						
Nº	Índice do nó	Coef. vazão entrada	Diâmetro de entrada	Coef. vazão saída	Diâmetro de saída	Cota (m)
+++	+++	+++.	++.	+++.	++.	++++.

11. Válvulas de alívio ( 0 )					
Nº	Índice do nó	Pressão máx. (m)	Cota topogr. (m)	Coefficiente de vazão	Diâmetro nominal (m)
+++	+++	++++.	++++.	+++.	++.

12. Válvulas de flutuador ( 0 )								
Nº	Índice do nó	Diâmetro (m)	Fecho 0 (m) Cota Pressão	Fecho 1 (m) Cota Pressão	Área do tanque (m²)	Cota inicial (m)	Cota máxima (m)	Caudal saído (m³/s)
+++	+++	++.	+++.	+++.	+++.	+++.	++++.	++++.

13. Hidrantes ( 0 )						
Nº	Índice do nó	Q nominal (m³/s)	Cota (m)	Aberto (1) Fechado (2)	Pressão mínima (m)	Tempo de fecho (s)
+++	+++	++.	++++.	+	++++.	++++.

ALTIMETRIA DAS CONDUTAS

Nº	Distância	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.
+++	Cota (m)	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.
1	0.	17.	30.	183.	188.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
2	58.7	58.7	58.3	58.0	58.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
3	0.	20.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
4	58.0	58.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
5	0.	166.	536.	773.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
6	58.0	52.5	48.1	66.7	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
7	0.	40.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
8	66.7	62.5	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
9	0.	40.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
10	62.5	66.7	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
11	0.	77.	246.	456.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
12	66.7	71.2	96.4	104.9	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
13	0.	762.	1029.	1154.	1280.	1600.	1954.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
14	104.9	98.7	108.1	108.1	115.0	120.0	127.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

REGIME PERMANENTE

Conduta Nº	Cotas piezométricas (m)		Caudais (m³/s)	
	montante	jusante	montante	jusante
+++	++++.	++++.	+++.	+++.
1	71.00	70.35	11.0000	11.0000
2	69.95	69.80	11.0000	11.0000
3	69.70	68.60	11.0000	11.0000
4	132.60	132.10	11.0000	11.0000
5	132.00	131.90	11.0000	11.0000
6	131.90	129.20	11.0000	11.0000
7	129.20	127.00	11.0000	11.0000

TEMPO DE CÁLCULO

Intervalo de tempo = +++++.++ 149.90 seg.; dt = +++++.++++ .05000 seg.; Intervalo entre saídas = 2

GRÁFICO DE CÁLCULO

Número da conduta..... 6  
 Secção (índice)..... 1  
 Cotas piezométricas (m) - mínimo..... .00  
 - máximo..... 199.00  
 Caudais (m³/s) - mínimo..... .0000  
 - máximo..... 20.0000

## 2.2. REGIME PERMANENTE INICIAL

REGIME PERMANENTE INICIAL

Índices Cond. Sec.	Posição (m)	Altura piez (m)	Pressão (m)	Caudal (m³/s)
--------------------	-------------	-----------------	-------------	---------------

1	1	.00	71.00	12.30	11.0000
1	2	62.67	70.78	12.55	11.0000
1	3	125.33	70.57	12.45	11.0000
1	4	188.00	70.35	12.35	11.0000
2	1	.00	69.95	11.95	11.0000
2	2	20.00	69.80	11.80	11.0000
3	1	.00	69.70	11.70	11.0000
3	2	51.53	69.63	13.33	11.0000
3	3	103.07	69.55	14.97	11.0000
3	4	154.60	69.48	16.60	11.0000
3	5	206.13	69.41	17.38	11.0000
3	6	257.67	69.33	17.92	11.0000
3	7	309.20	69.26	18.46	11.0000
3	8	360.73	69.19	19.00	11.0000
3	9	412.27	69.11	19.54	11.0000
3	10	463.80	69.04	20.08	11.0000
3	11	515.33	68.97	20.62	11.0000
3	12	566.87	68.89	18.37	11.0000
3	13	618.40	68.82	14.25	11.0000
3	14	669.93	68.75	10.14	11.0000
3	15	721.47	68.67	6.02	11.0000
3	16	773.00	68.60	1.90	11.0000
4	1	.00	132.60	65.90	11.0000
4	2	50.00	132.10	132.10	11.0000
5	1	.00	132.00	69.50	11.0000
5	2	50.00	131.90	131.90	11.0000
6	1	.00	131.90	65.20	11.0000
6	2	50.67	131.60	61.94	11.0000
6	3	101.33	131.30	56.47	11.0000
6	4	152.00	131.00	48.62	11.0000
6	5	202.67	130.70	40.76	11.0000
6	6	253.33	130.40	33.70	11.0000
6	7	304.00	130.10	31.35	11.0000
6	8	354.67	129.80	29.00	11.0000
6	9	405.33	129.50	26.65	11.0000
6	10	456.00	129.20	24.30	11.0000
7	1	.00	129.20	24.30	11.0000
7	2	50.10	129.14	24.65	11.0000
7	3	100.21	129.09	25.00	11.0000
7	4	150.31	129.03	25.35	11.0000
7	5	200.41	128.97	25.70	11.0000
7	6	250.51	128.92	26.06	11.0000
7	7	300.62	128.86	26.41	11.0000
7	8	350.72	128.81	26.76	11.0000
7	9	400.82	128.75	27.11	11.0000
7	10	450.92	128.69	27.46	11.0000
7	11	501.03	128.64	27.81	11.0000
7	12	551.13	128.58	28.16	11.0000
7	13	601.23	128.52	28.51	11.0000
7	14	651.33	128.47	28.87	11.0000
7	15	701.44	128.41	29.22	11.0000
7	16	751.54	128.35	29.57	11.0000
7	17	801.64	128.30	28.20	11.0000
7	18	851.74	128.24	26.38	11.0000
7	19	901.85	128.18	24.56	11.0000
7	20	951.95	128.13	22.74	11.0000
7	21	1002.05	128.07	20.92	11.0000
7	22	1052.15	128.02	19.92	11.0000
7	23	1102.26	127.96	19.86	11.0000
7	24	1152.36	127.90	19.80	11.0000
7	25	1202.46	127.85	17.09	11.0000
7	26	1252.56	127.79	14.29	11.0000
7	27	1302.67	127.73	12.38	11.0000
7	28	1352.77	127.68	11.54	11.0000
7	29	1402.87	127.62	10.70	11.0000
7	30	1452.97	127.56	9.86	11.0000
7	31	1503.08	127.51	9.02	11.0000
7	32	1553.18	127.45	8.18	11.0000
7	33	1603.28	127.39	7.33	11.0000
7	34	1653.38	127.34	6.28	11.0000
7	35	1703.49	127.28	5.24	11.0000
7	36	1753.59	127.23	4.19	11.0000
7	37	1803.69	127.17	3.14	11.0000
7	38	1853.79	127.11	2.09	11.0000
7	39	1903.90	127.06	1.05	11.0000
7	40	1954.00	127.00	.00	11.0000

### 2.3. VALORES EXTREMOS DAS COTAS PIEZOMÉTRICAS E VAZÕES

Índices Conduta Seção	Posição (m)	Alturas piezom. (m)		Pressões (m)		Caudais (m³/s)		Celeridades (m³/s)		Separação 1 = Sim
		mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	
1	1	.00	71.00	12.30	12.30	- .9166	11.1073	1000.0	1000.0	0
	2	62.67	69.46	78.00	11.22	- .8620	11.1022	1000.0	1000.0	0
	3	125.33	68.12	81.05	10.00	- .7881	11.0944	1000.0	1000.0	0
	4	188.00	67.12	81.80	9.12	- .7214	11.0851	1000.0	1000.0	0
2	1	.00	67.12	81.80	9.12	- .7214	11.0851	400.0	400.0	0
	2	20.00	66.68	82.28	8.68	- .6658	11.0781	400.0	400.0	0
3	1	.00	66.68	82.28	8.68	- .6658	11.0781	1000.0	1000.0	0
	2	51.53	65.77	85.53	9.48	- .6176	11.0789	1000.0	1000.0	0
	3	103.07	64.67	87.53	10.08	- .6105	11.0796	1000.0	1000.0	0
	4	154.60	63.65	88.38	10.78	- .5978	11.0744	1000.0	1000.0	0
	5	206.13	62.95	89.18	10.93	- .5720	11.0573	1000.0	1000.0	0
	6	257.67	62.65	89.94	11.24	- .5402	11.0472	1000.0	1000.0	0
	7	309.20	62.11	90.68	11.32	- .5255	11.0362	1000.0	1000.0	0
	8	360.73	61.51	91.44	11.33	- .5165	11.0125	1000.0	1000.0	0
	9	412.27	60.89	92.20	11.31	- .4809	11.0054	1000.0	1000.0	0
	10	463.80	60.09	93.04	11.13	- .4278	11.0047	1000.0	1000.0	0
	11	515.33	59.13	93.80	10.78	- .3730	11.0039	1000.0	1000.0	0
	12	566.87	58.27	94.51	7.75	- .3311	11.0031	1000.0	1000.0	0
	13	618.40	58.02	97.01	3.46	- .2852	11.0023	1000.0	1000.0	0
	14	669.93	57.48	97.88	-1.13	- .2262	11.0016	1000.0	1000.0	0
	15	721.47	57.15	98.58	-5.50	- .1667	11.0008	1000.0	1000.0	0

Anexo II - 4

	16	773.00	56.59	99.26	-10.11	32.56	-0896	11.0000	1000.0	1000.0	0
4	1	.00	58.39	132.60	-8.31	65.90	-0896	11.0000	1000.0	1000.0	0
	2	50.00	58.82	132.25	-8.74	65.55	.0000	11.0091	1000.0	1000.0	0
5	1	.00	58.82	153.55	-3.68	91.05	.0000	11.0091	1000.0	1000.0	0
	2	50.00	59.44	152.52	-3.90	90.02	-.0984	11.0162	1000.0	1000.0	0
6	1	.00	59.44	152.52	-7.26	85.82	-.0984	11.0162	1000.0	1000.0	0
	2	50.67	60.37	151.15	-9.29	81.49	-.1805	11.0233	1000.0	1000.0	0
	3	101.33	61.56	150.80	-13.27	75.97	-.2408	11.0303	1000.0	1000.0	0
	4	152.00	62.70	150.29	-19.69	67.91	-.2937	11.0373	1000.0	1000.0	0
	5	202.67	63.58	149.18	-26.36	59.25	-.3600	11.0415	1000.0	1000.0	0
	6	253.33	64.15	147.77	-32.54	51.08	-.4151	11.0424	1000.0	1000.0	0
	7	304.00	64.54	146.45	-34.21	47.70	-.4554	11.0433	1000.0	1000.0	0
	8	354.67	64.80	145.24	-36.00	44.44	-.4809	11.0442	1000.0	1000.0	0
	9	405.33	64.95	144.34	-37.89	41.49	-.5022	11.0450	1000.0	1000.0	0
	10	456.00	65.24	143.80	-39.66	38.90	-.5246	11.0461	1000.0	1000.0	0
7	1	.00	65.24	143.80	-39.66	38.90	-.5246	11.0461	1000.0	1000.0	0
	2	50.10	65.69	143.40	-38.81	38.91	-.5469	11.0462	1000.0	1000.0	0
	3	100.21	65.88	143.11	-38.20	39.02	-.5646	11.0462	1000.0	1000.0	0
	4	150.31	65.68	143.05	-38.00	39.38	-.5774	11.0463	1000.0	1000.0	0
	5	200.41	65.45	142.93	-37.82	39.66	-.5841	11.0463	1000.0	1000.0	0
	6	250.51	65.81	142.98	-37.05	40.12	-.5830	11.0464	1000.0	1000.0	0
	7	300.62	66.78	142.86	-35.67	40.41	-.5734	11.0464	1000.0	1000.0	0
	8	350.72	68.10	143.82	-33.94	41.78	-.5749	11.0465	1000.0	1000.0	0
	9	400.82	69.61	144.67	-32.03	43.03	-.5849	11.0466	1000.0	1000.0	0
	10	450.92	71.01	145.06	-30.22	43.83	-.5987	11.0466	1000.0	1000.0	0
	11	501.03	72.42	144.94	-28.41	44.12	-.6090	11.0467	1000.0	1000.0	0
	12	551.13	73.54	144.51	-26.87	44.09	-.6135	11.0467	1000.0	1000.0	0
	13	601.23	74.42	143.80	-25.59	43.79	-.6182	11.0468	1000.0	1000.0	0
	14	651.33	75.08	142.89	-24.52	43.29	-.6387	11.0468	1000.0	1000.0	0
	15	701.44	74.91	141.93	-24.28	42.73	-.6769	11.0469	1000.0	1000.0	0
	16	751.54	74.93	141.00	-23.86	42.21	-.7243	11.0470	1000.0	1000.0	0
	17	801.64	76.08	140.49	-24.01	40.39	-.7706	11.0470	1000.0	1000.0	0
	18	851.74	78.03	139.93	-23.83	38.07	-.8126	11.0471	1000.0	1000.0	0
	19	901.85	81.47	139.63	-22.15	36.01	-.8469	11.0472	1000.0	1000.0	0
	20	951.95	87.04	139.54	-18.35	34.16	-.8684	11.0472	1000.0	1000.0	0
	21	1002.05	90.87	139.33	-16.28	32.18	-.8754	11.0473	1000.0	1000.0	0
	22	1052.15	91.63	139.05	-16.47	30.95	-.8584	11.0474	1000.0	1000.0	0
	23	1102.26	92.41	139.52	-15.69	31.42	-.8108	11.0474	1000.0	1000.0	0
	24	1152.36	94.11	139.91	-13.99	31.81	-.7661	11.0475	1000.0	1000.0	0
	25	1202.46	98.71	140.11	-12.05	29.36	-.7478	11.0476	1000.0	1000.0	0
	26	1252.56	99.38	140.13	-14.12	26.64	-.7418	11.0476	1000.0	1000.0	0
	27	1302.67	100.04	139.99	-15.31	24.63	-.7378	11.0477	1000.0	1000.0	0
	28	1352.77	100.58	139.72	-15.56	23.58	-.7375	11.0478	1000.0	1000.0	0
	29	1402.87	100.86	139.33	-16.06	22.42	-.7520	11.0478	1000.0	1000.0	0
	30	1452.97	101.44	138.91	-16.26	21.21	-.7733	11.0479	1000.0	1000.0	0
	31	1503.08	102.02	138.39	-16.47	19.90	-.7928	11.0480	1000.0	1000.0	0
	32	1553.18	102.45	138.04	-16.82	18.78	-.8263	11.0480	1000.0	1000.0	0
	33	1603.28	103.19	137.46	-16.87	17.39	-.8773	11.0481	1000.0	1000.0	0
	34	1653.38	104.05	136.50	-17.01	15.44	-.9308	11.0482	1000.0	1000.0	0
	35	1703.49	104.96	135.20	-17.09	13.15	-.9829	11.0521	1000.0	1000.0	0
	36	1753.59	105.94	133.69	-17.09	10.66	-1.0186	11.0601	1000.0	1000.0	0
	37	1803.69	106.96	132.23	-17.06	8.20	-1.0337	11.0680	1000.0	1000.0	0
	38	1853.79	108.03	130.95	-16.99	5.93	-1.0447	11.0760	1000.0	1000.0	0
	39	1903.90	109.18	129.13	-16.83	3.12	-1.1053	11.0839	1000.0	1000.0	0
	40	1954.00	127.00	127.00	.00	.00	-1.1533	11.0936	1000.0	1000.0	0

## 2.4. RESULTADOS NAS CONDIÇÕES DE FRONTEIRA

NOTAS: 1 = RESERVATÓRIO  
2 = JUNTA  
3 = BOMBAS  
4 = VÁLVULA DE RETENÇÃO  
5 = JUNTA  
6 = JUNTA  
7 = RESERVATÓRIO

CONDIÇÃO DE FRONTEIRA Nº 1			
Tipo: reservatório			
Cota: 58.70 m			
Condução de ligação	Índice	Secção	
1	1		
2			
3			
4			
Tempo (s)	Alturas piezom.(m) Condução1	Condução2	Caudal (m³/s)
0.00000	71.00	---	11.0000
.50000	71.00	---	11.0821
1.00000	71.00	---	10.4376
1.50000	71.00	---	8.8553
2.00000	71.00	---	8.8237
2.50000	71.00	---	8.1417
3.00000	71.00	---	8.3509
3.50000	71.00	---	8.3881
4.00000	71.00	---	8.0419
4.50000	71.00	---	7.8876
5.00000	71.00	---	7.6254
5.50000	71.00	---	7.4714
6.00000	71.00	---	7.1667
6.50000	71.00	---	5.3838
7.00000	71.00	---	5.4601
7.50000	71.00	---	5.0316
8.00000	71.00	---	4.1982
8.50000	71.00	---	3.3567
9.00000	71.00	---	3.1069
9.50000	71.00	---	2.4334
10.00000	71.00	---	2.9761
10.50000	71.00	---	2.7532
11.00000	71.00	---	2.3753

11.500000	71.00	---	2.4180
12.000000	71.00	---	2.1307
12.500000	71.00	---	2.1092
13.000000	71.00	---	1.4530
13.500000	71.00	---	.2903
14.000000	71.00	---	-.5578
14.500000	71.00	---	-.1398
15.000000	71.00	---	-.6760
15.500000	71.00	---	-.3279
16.000000	71.00	---	-.5046
16.500000	71.00	---	.4474
17.000000	71.00	---	.5840
17.500000	71.00	---	.4953
18.000000	71.00	---	.1722
18.500000	71.00	---	-.5715
19.000000	71.00	---	-.6364
19.500000	71.00	---	-.4323
20.000000	71.00	---	-.1370
20.500000	71.00	---	-.5577
21.000000	71.00	---	-.6684
21.500000	71.00	---	.1880
22.000000	71.00	---	-.2429
22.500000	71.00	---	-.5873
23.000000	71.00	---	-.6120
23.500000	71.00	---	-.0205
24.000000	71.00	---	.2800
24.500000	71.00	---	.6903
25.000000	71.00	---	.4518
25.500000	71.00	---	-.1509
26.000000	71.00	---	-.3930
26.500000	71.00	---	-.7337
27.000000	71.00	---	-.2049
27.500000	71.00	---	-.2498
28.000000	71.00	---	-.5289
28.500000	71.00	---	.6414
29.000000	71.00	---	.0660
29.500000	71.00	---	-.3580
30.000000	71.00	---	-.5985
30.500000	71.00	---	-.4904
31.000000	71.00	---	.0658
31.500000	71.00	---	.4741
32.000000	71.00	---	-.5843
32.500000	71.00	---	.3516
33.000000	71.00	---	-.2045
33.500000	71.00	---	-.5692
34.000000	71.00	---	-.5212
34.500000	71.00	---	-.2199
35.000000	71.00	---	-.3632
35.500000	71.00	---	.6033
36.000000	71.00	---	.4335
36.500000	71.00	---	.0656
37.000000	71.00	---	-.5027
37.500000	71.00	---	-.5779
38.000000	71.00	---	-.3319
38.500000	71.00	---	-.1049
39.000000	71.00	---	.5861
39.500000	71.00	---	.5201
40.000000	71.00	---	.2094
40.500000	71.00	---	-.2680
41.000000	71.00	---	-.6197
41.500000	71.00	---	-.4449
42.000000	71.00	---	-.0633
42.500000	71.00	---	.4007
43.000000	71.00	---	.6172
43.500000	71.00	---	.3419
44.000000	71.00	---	-.0944
44.500000	71.00	---	-.4960
45.000000	71.00	---	-.5832
45.500000	71.00	---	-.2081
46.000000	71.00	---	.2390
46.500000	71.00	---	.5533
47.000000	71.00	---	.5124
47.500000	71.00	---	.0564
48.000000	71.00	---	-.3585
48.500000	71.00	---	-.5768
49.000000	71.00	---	-.4063
49.500000	71.00	---	.0944
50.000000	71.00	---	.4506
50.500000	71.00	---	.6828
51.000000	71.00	---	.2720
51.500000	71.00	---	-.2342
52.000000	71.00	---	-.5150
52.500000	71.00	---	-.5086
53.000000	71.00	---	-.1228
53.500000	71.00	---	.3557
54.000000	71.00	---	.5444
54.500000	71.00	---	.4167
55.000000	71.00	---	-.0292
55.500000	71.00	---	-.4543
56.000000	71.00	---	-.5347
56.500000	71.00	---	-.2921
57.000000	71.00	---	-.1743
57.500000	71.00	---	-.5226
58.000000	71.00	---	.4861
58.500000	71.00	---	.1631
59.000000	71.00	---	-.3062
59.500000	71.00	---	-.5551
60.000000	71.00	---	-.4046
60.500000	71.00	---	-.0205
61.000000	71.00	---	.4159
61.500000	71.00	---	.5488
62.000000	71.00	---	.2969
62.500000	71.00	---	-.1219
63.000000	71.00	---	-.4956
63.500000	71.00	---	-.5054
64.000000	71.00	---	-.1708
64.500000	71.00	---	.2537
65.000000	71.00	---	.5391
65.500000	71.00	---	.4292
66.000000	71.00	---	.0343
66.500000	71.00	---	-.3661
67.000000	71.00	---	-.5453
67.500000	71.00	---	-.3261
68.000000	71.00	---	-.1033
68.500000	71.00	---	.4505
69.000000	71.00	---	.5147
69.500000	71.00	---	.2027
70.000000	71.00	---	-.2327
70.500000	71.00	---	-.5025
71.000000	71.00	---	-.4503
71.500000	71.00	---	-.0671
72.000000	71.00	---	.3439
72.500000	71.00	---	.5189
73.000000	71.00	---	.3566
73.500000	71.00	---	-.0711
74.000000	71.00	---	-.4303
74.500000	71.00	---	-.4397
75.000000	71.00	---	-.2402

75.50000	71.00	---	.2020
76.00000	71.00	---	.4860
76.50000	71.00	---	.4464
77.00000	71.00	---	-.1097
77.50000	71.00	---	-.3173
78.00000	71.00	---	-.5083
78.50000	71.00	---	-.3634
79.00000	71.00	---	-.0258
79.50000	71.00	---	.4091
80.00000	71.00	---	.4957
80.50000	71.00	---	.2565
81.00000	71.00	---	-.1572
81.50000	71.00	---	-.4722
82.00000	71.00	---	-.4496
82.50000	71.00	---	-.1338
83.00000	71.00	---	.2752
83.50000	71.00	---	.5023
84.00000	71.00	---	.3735
84.50000	71.00	---	.0038
85.00000	71.00	---	-.3726
85.50000	71.00	---	-.4981
86.00000	71.00	---	-.2730
86.50000	71.00	---	.1242
87.00000	71.00	---	.4429
87.50000	71.00	---	.4601
88.00000	71.00	---	.1556
88.50000	71.00	---	-.2421
89.00000	71.00	---	-.4819
89.50000	71.00	---	-.3918
90.00000	71.00	---	-.0293
90.50000	71.00	---	.3414
91.00000	71.00	---	.4873
91.50000	71.00	---	.2981
92.00000	71.00	---	-.0972
92.50000	71.00	---	-.4160
93.00000	71.00	---	-.4594
93.50000	71.00	---	-.1858
94.00000	71.00	---	.2151
94.50000	71.00	---	.4610
95.00000	71.00	---	.4006
95.50000	71.00	---	.0628
96.00000	71.00	---	-.3169
96.50000	71.00	---	-.4739
97.00000	71.00	---	-.3156
97.50000	71.00	---	.0624
98.00000	71.00	---	.3955
98.50000	71.00	---	.4542
99.00000	71.00	---	.2106
99.50000	71.00	---	-.1815
100.00000	71.00	---	-.4452
100.50000	71.00	---	-.4039
101.00000	71.00	---	-.0928
101.50000	71.00	---	.2861
102.00000	71.00	---	.4658
102.50000	71.00	---	.3268
103.00000	71.00	---	-.0293
103.50000	71.00	---	-.3697
104.00000	71.00	---	-.4535
104.50000	71.00	---	-.2285
105.00000	71.00	---	.1474
105.50000	71.00	---	.4267
106.00000	71.00	---	.4107
106.50000	71.00	---	.1163
107.00000	71.00	---	-.2536
107.50000	71.00	---	-.4540
108.00000	71.00	---	-.3406
108.50000	71.00	---	.0022
109.00000	71.00	---	.3407
109.50000	71.00	---	.4499
110.00000	71.00	---	.2486
110.50000	71.00	---	-.1188
111.00000	71.00	---	-.4033
111.50000	71.00	---	-.4154
112.00000	71.00	---	-.1410
112.50000	71.00	---	.2254
113.00000	71.00	---	.4373
113.50000	71.00	---	.3532
114.00000	71.00	---	.0257
114.50000	71.00	---	-.3152
115.00000	71.00	---	-.4411
115.50000	71.00	---	-.2680
116.00000	71.00	---	.0896
116.50000	71.00	---	.3821
117.00000	71.00	---	.4147
117.50000	71.00	---	.1661
118.00000	71.00	---	-.1972
118.50000	71.00	---	-.4220
119.00000	71.00	---	-.3606
119.50000	71.00	---	-.0544
120.00000	71.00	---	.2895
120.50000	71.00	---	.4326
121.00000	71.00	---	.2827
121.50000	71.00	---	-.0591
122.00000	71.00	---	-.3608
122.50000	71.00	---	-.4136
123.00000	71.00	---	-.1868
123.50000	71.00	---	.1668
124.00000	71.00	---	.4064
124.50000	71.00	---	.3667
125.00000	71.00	---	.0797
125.50000	71.00	---	-.2614
126.00000	71.00	---	-.4238
126.50000	71.00	---	-.2957
127.00000	71.00	---	.0312
127.50000	71.00	---	.3367
128.00000	71.00	---	.4121
128.50000	71.00	---	.2056
129.00000	71.00	---	-.1382
129.50000	71.00	---	-.3880
130.00000	71.00	---	-.3726
130.50000	71.00	---	-.1030
131.00000	71.00	---	.2341
131.50000	71.00	---	.4120
132.00000	71.00	---	.3084
132.50000	71.00	---	-.0051
133.00000	71.00	---	-.3126
133.50000	71.00	---	-.4076
134.00000	71.00	---	-.2243
134.50000	71.00	---	.1111
135.00000	71.00	---	.3685
135.50000	71.00	---	.3756
136.00000	71.00	---	.1263
136.50000	71.00	---	-.2080
137.00000	71.00	---	-.3986
137.50000	71.00	---	-.3185
138.00000	71.00	---	-.0252
138.50000	71.00	---	.2822
139.00000	71.00	---	.4011



139.50000	71.00	---	-.2407
140.00000	71.00	---	-.0837
140.50000	71.00	---	-.3495
141.00000	71.00	---	-.3762
141.50000	71.00	---	-.1477
142.00000	71.00	---	.1812
142.50000	71.00	---	.3851
143.00000	71.00	---	.3261
143.50000	71.00	---	.0462
144.00000	71.00	---	-.2649
144.50000	71.00	---	-.3940
145.00000	71.00	---	-.2546
145.50000	71.00	---	-.0568
146.00000	71.00	---	-.3292
146.50000	71.00	---	.3759
147.00000	71.00	---	-.1669
147.50000	71.00	---	-.1545
148.00000	71.00	---	-.3702
148.50000	71.00	---	-.3326
149.00000	71.00	---	-.0692
149.50000	71.00	---	-.2400
mínimos	71.00	---	-.7337
máximos	71.00	---	11.0821

CONDIÇÃO DE FRONTEIRA N° 2

Tipo: junta  
Cota: 58,00 m  
Conduitas de ligação Índice Seção  
1 1 4  
2 2 1  
3 4  
4

Tempo (s)	Alturas piezom. (m)		Caudal (m³/s)	
	Conduto1	Conduto2	Conduto1	Conduto2
.00000	70.35	69.95	11.0000	11.0000
.50000	71.15	71.15	11.0802	11.0802
1.00000	81.19	81.19	9.9749	9.9749
1.50000	69.08	69.08	8.9317	8.9317
2.00000	74.38	74.38	8.7182	8.7182
2.50000	70.35	70.35	8.2768	8.2768
3.00000	70.07	70.07	8.4094	8.4094
3.50000	72.72	72.72	8.3292	8.3292
4.00000	71.10	71.10	8.0436	8.0436
4.50000	72.13	72.13	7.8707	7.8707
5.00000	71.62	71.62	7.6242	7.6242
5.50000	70.91	70.91	7.5151	7.5151
6.00000	80.22	80.22	6.5784	6.5784
6.50000	69.81	69.81	5.5203	5.5203
7.00000	72.70	72.70	5.4417	5.4417
7.50000	73.58	73.58	4.9007	4.9007
8.00000	75.15	75.15	4.0672	4.0672
8.50000	70.91	70.91	3.4285	3.4285
9.00000	73.89	73.89	3.0447	3.0447
9.50000	70.22	70.22	2.6119	2.6119
10.00000	70.02	70.02	2.8832	2.8832
10.50000	72.99	72.99	2.7222	2.7222
11.00000	70.37	70.37	2.4620	2.4620
11.50000	72.34	72.34	2.3692	2.3692
12.00000	70.78	70.78	2.1645	2.1645
12.50000	73.30	73.30	1.9470	1.9470
13.00000	75.56	75.56	1.1876	1.1876
13.50000	69.89	69.89	-.5024	-.5024
14.00000	73.60	73.60	-.4362	-.4362
14.50000	72.47	72.47	-.1619	-.1619
15.00000	73.29	73.29	-.6926	-.6926
15.50000	68.77	68.77	-.4872	-.4872
16.00000	70.05	70.05	-.3080	-.3080
16.50000	68.87	68.87	-.3449	-.3449
17.00000	70.79	70.79	.6366	.6366
17.50000	73.40	73.40	.4415	.4415
18.00000	71.00	71.00	-.1223	-.1223
18.50000	73.96	73.96	-.4518	-.4518
19.00000	69.59	69.59	-.6124	-.6124
19.50000	70.03	70.03	-.3536	-.3536
20.00000	69.84	69.84	.0593	.0593
20.50000	68.47	68.47	.5350	.5350
21.00000	72.93	72.93	.6016	.6016
21.50000	71.59	71.59	.2080	.2080
22.00000	73.37	73.37	-.2201	-.2201
22.50000	71.98	71.98	-.6121	-.6121
23.00000	69.23	69.23	-.5385	-.5385
23.50000	69.78	69.78	-.0408	-.0408
24.00000	68.95	68.95	.3402	.3402
24.50000	71.18	71.18	.6471	.6471
25.00000	72.58	72.58	.4086	.4086
25.50000	72.71	72.71	-.1074	-.1074
26.00000	72.03	72.03	-.4368	-.4368
26.50000	70.66	70.66	-.6326	-.6326
27.00000	69.16	69.16	-.2561	-.2561
27.50000	69.40	69.40	.2316	.2316
28.00000	70.53	70.53	.5162	.5162
28.50000	71.18	71.18	.5976	.5976
29.00000	73.37	73.37	.1008	.1008
29.50000	72.09	72.09	-.3525	-.3525
30.00000	71.34	71.34	-.5649	-.5649
30.50000	70.04	70.04	-.4632	-.4632
31.00000	68.50	68.50	.0519	.0519
31.50000	70.46	70.46	.4593	.4593
32.00000	70.86	70.86	.5602	.5602
32.50000	72.67	72.67	.3318	.3318
33.00000	73.08	73.08	-.2017	-.2017
33.50000	71.21	71.21	-.5339	-.5339
34.00000	70.70	70.70	-.5096	-.5096
34.50000	68.99	68.99	-.1897	-.1897
35.00000	69.44	69.44	.3385	.3385
35.50000	71.00	71.00	.5647	.5647
36.00000	71.83	71.83	.4269	.4269
36.50000	73.00	73.00	.0386	.0386
37.00000	72.22	72.22	-.4542	-.4542
37.50000	70.66	70.66	-.5662	-.5662
38.00000	69.74	69.74	-.3215	-.3215
38.50000	69.14	69.14	-.1155	-.1155
39.00000	70.09	70.09	.5357	.5357
39.50000	71.84	71.84	.5110	.5110
40.00000	72.45	72.45	.1938	.1938
40.50000	72.71	72.71	-.2613	-.2613
41.00000	71.45	71.45	-.5777	-.5777
41.50000	69.71	69.71	-.4344	-.4344
42.00000	69.53	69.53	-.0522	-.0522
42.50000	69.49	69.49	-.3827	-.3827
43.00000	71.13	71.13	.5796	.5796
43.50000	72.33	72.33	.3297	.3297
44.00000	72.45	72.45	-.0928	-.0928

44.500000	72.18	72.18	- 4736	- 4736
45.000000	70.33	70.33	- 5459	- 5459
45.500000	69.37	69.37	- 2034	- 2034
46.000000	69.61	69.61	- 2282	- 2282
46.500000	70.27	70.27	- 5296	- 5296
47.000000	72.09	72.09	- 4773	- 4773
47.500000	72.69	72.69	- 0628	- 0628
48.000000	72.22	72.22	- 3456	- 3456
48.500000	71.22	71.22	- 5499	- 5499
49.000000	69.59	69.59	- 3777	- 3777
49.500000	69.32	69.32	- 0798	- 0799
50.000000	70.10	70.10	- 4365	- 4365
50.500000	71.26	71.26	- 5319	- 5319
51.000000	72.64	72.64	- 2534	- 2534
51.500000	72.55	72.55	- 2148	- 2148
52.000000	71.50	71.50	- 4971	- 4971
52.500000	70.33	70.33	- 4778	- 4778
53.000000	69.21	69.21	- 1151	- 1150
53.500000	69.70	69.70	- 3328	- 3328
54.000000	70.90	70.90	- 5229	- 5229
54.500000	72.03	72.03	- 3912	- 3912
55.000000	72.83	72.83	- 0281	- 0281
55.500000	71.95	71.95	- 4278	- 4278
56.000000	70.70	70.70	- 5126	- 5126
56.500000	69.67	69.67	- 2794	- 2794
57.000000	69.27	69.27	- 1660	- 1660
57.500000	70.44	70.44	- 4928	- 4928
58.000000	71.67	71.67	- 4664	- 4664
58.500000	72.53	72.53	- 1505	- 1505
59.000000	72.51	72.51	- 2906	- 2906
59.500000	71.14	71.14	- 5241	- 5241
60.000000	69.99	69.99	- 3888	- 3888
60.500000	69.39	69.39	- 0142	- 0142
61.000000	69.81	69.81	- 3932	- 3932
61.500000	71.28	71.28	- 5190	- 5190
62.000000	72.29	72.29	- 2857	- 2857
62.500000	72.57	72.57	- 1210	- 1210
63.000000	71.82	71.82	- 4676	- 4676
63.500000	70.32	70.32	- 4794	- 4794
64.000000	69.54	69.54	- 1648	- 1648
64.500000	69.59	69.59	- 2455	- 2454
65.000000	70.60	70.60	- 5087	- 5087
65.500000	72.04	72.04	- 4079	- 4079
66.000000	72.53	72.53	- 0340	- 0340
66.500000	72.17	72.17	- 3513	- 3513
67.000000	70.97	70.97	- 5147	- 5147
67.500000	69.67	69.67	- 3104	- 3104
68.000000	69.50	69.50	- 0973	- 0973
68.500000	70.15	70.15	- 4308	- 4308
69.000000	71.86	71.86	- 4855	- 4855
69.500000	72.52	72.52	- 1932	- 1932
70.000000	72.36	72.36	- 2204	- 2204
70.500000	71.48	71.48	- 4796	- 4796
71.000000	70.15	70.15	- 4243	- 4243
71.500000	69.40	69.40	- 0650	- 0650
72.000000	69.87	69.87	- 3265	- 3265
72.500000	70.93	70.93	- 4946	- 4946
73.000000	72.16	72.16	- 3353	- 3353
73.500000	72.58	72.58	- 0658	- 0658
74.000000	71.83	71.83	- 4091	- 4091
74.500000	70.67	70.67	- 4757	- 4757
75.000000	69.61	69.61	- 2252	- 2252
75.500000	69.54	69.54	- 1899	- 1899
76.000000	70.53	70.53	- 4624	- 4624
76.500000	71.70	71.70	- 4244	- 4244
77.000000	72.53	72.53	- 1016	- 1016
77.500000	72.24	72.24	- 2994	- 2994
78.000000	71.08	71.08	- 4838	- 4838
78.500000	69.98	69.98	- 3450	- 3450
79.000000	69.45	69.45	- 0266	- 0266
79.500000	70.05	70.05	- 3867	- 3867
80.000000	71.31	71.31	- 4718	- 4718
80.500000	72.41	72.41	- 2431	- 2431
81.000000	72.47	72.47	- 1508	- 1508
81.500000	71.59	71.59	- 4466	- 4466
82.000000	70.33	70.33	- 4280	- 4280
82.500000	69.59	69.59	- 1263	- 1263
83.000000	69.71	69.71	- 2625	- 2625
83.500000	70.50	70.50	- 4753	- 4753
84.000000	71.99	71.99	- 3557	- 3557
84.500000	72.46	72.46	- 0026	- 0026
85.000000	72.03	72.03	- 3546	- 3546
85.500000	70.81	70.81	- 4714	- 4714
86.000000	69.77	69.77	- 2603	- 2603
86.500000	69.59	69.59	- 1192	- 1192
87.000000	70.30	70.30	- 4208	- 4208
87.500000	71.57	71.57	- 4356	- 4356
88.000000	72.39	72.39	- 1487	- 1487
88.500000	72.26	72.26	- 2311	- 2311
89.000000	71.33	71.33	- 4574	- 4574
89.500000	70.70	70.70	- 3709	- 3709
90.000000	69.55	69.55	- 0286	- 0287
90.500000	69.97	69.97	- 3254	- 3254
91.000000	71.05	71.05	- 4622	- 4622
91.500000	72.17	72.17	- 2821	- 2821
92.000000	72.41	72.41	- 0916	- 0916
92.500000	71.73	71.73	- 3961	- 3961
93.000000	70.57	70.57	- 4355	- 4355
93.500000	69.65	69.65	- 1757	- 1757
94.000000	69.72	69.72	- 2037	- 2037
94.500000	70.62	70.62	- 4387	- 4387
95.000000	71.77	71.77	- 3795	- 3795
95.500000	72.44	72.44	- 0591	- 0591
96.000000	72.06	72.06	- 3004	- 3004
96.500000	71.01	71.01	- 4508	- 4508
97.000000	69.95	69.95	- 2987	- 2987
97.500000	69.57	69.57	- 0596	- 0596
98.000000	70.22	70.22	- 3751	- 3751
98.500000	71.35	71.35	- 4319	- 4319
99.000000	72.25	72.25	- 1988	- 1988
99.500000	72.32	72.32	- 1724	- 1724
100.000000	71.44	71.44	- 4233	- 4233
100.500000	70.32	70.32	- 3839	- 3839
101.000000	69.64	69.64	- 0871	- 0871
101.500000	69.97	69.97	- 2715	- 2715
102.000000	70.92	70.92	- 4420	- 4420
102.500000	71.97	71.97	- 3105	- 3105
103.000000	72.38	72.38	- 0289	- 0289
103.500000	71.86	71.86	- 3508	- 3508
104.000000	70.72	70.72	- 4304	- 4304
104.500000	69.92	69.92	- 2171	- 2171
105.000000	69.69	69.69	- 1409	- 1409
105.500000	70.46	70.46	- 4048	- 4048
106.000000	71.61	71.61	- 3897	- 3897
106.500000	72.31	72.31	- 1103	- 1103
107.000000	72.14	72.14	- 2416	- 2416
107.500000	71.19	71.19	- 4305	- 4305
108.000000	70.10	70.10	- 3233	- 3233

108.50000	69.66	69.66	.0023	.0023
109.00000	70.10	70.10	.3241	.3241
109.50000	71.17	71.17	.4265	.4265
110.00000	72.13	72.13	.2359	.2359
110.50000	72.29	72.29	-.1131	-.1131
111.00000	71.60	71.60	-.3834	-.3834
111.50000	70.49	70.49	-.3937	-.3937
112.00000	69.73	70.92	-.1338	-.1338
112.50000	69.85	69.85	.2143	.2143
113.00000	70.73	70.73	.4155	.4155
113.50000	71.81	71.81	.3346	.3346
114.00000	72.33	72.33	.0243	.0243
114.50000	71.83	71.83	-.2986	-.2986
115.00000	69.95	70.92	-.4189	-.4189
115.50000	69.95	69.95	-.2538	-.2538
116.00000	69.71	69.71	-.0851	-.0851
116.50000	70.35	70.35	.3630	.3630
117.00000	71.41	71.41	.3937	.3937
117.50000	72.21	72.21	.1570	.1570
118.00000	72.17	72.17	-.1872	-.1872
118.50000	71.33	71.33	-.4009	-.4009
119.00000	70.29	70.29	-.3421	-.3421
119.50000	69.71	69.71	-.0511	-.0511
120.00000	70.03	70.03	.2748	.2748
120.50000	71.00	71.00	.4108	.4108
121.00000	71.96	71.96	.2681	.2681
121.50000	72.28	72.28	-.0567	-.0567
122.00000	71.71	71.71	-.3424	-.3424
122.50000	70.66	70.66	-.3927	-.3927
123.00000	69.86	69.86	-.1769	-.1769
123.50000	69.81	69.81	-.1588	-.1588
124.00000	70.99	70.99	.3857	.3857
124.50000	71.64	71.64	.3482	.3482
125.00000	72.24	72.24	.0752	.0752
125.50000	72.01	72.01	-.2485	-.2485
126.00000	71.08	71.08	-.4022	-.4022
126.50000	70.11	70.11	-.2806	-.2806
127.00000	69.75	69.75	-.0301	-.0301
127.50000	70.23	70.23	.3199	.3199
128.00000	71.25	71.25	.3910	.3910
128.50000	72.09	72.09	-.1951	-.1951
129.00000	72.18	72.18	-.1317	-.1317
129.50000	71.48	71.48	-.3684	-.3684
130.00000	70.44	70.44	-.3534	-.3534
130.50000	69.80	69.80	-.0976	-.0976
131.00000	69.97	69.97	.2226	.2226
131.50000	70.84	70.84	.3910	.3910
132.00000	71.82	71.82	-.2925	-.2925
132.50000	72.23	72.23	-.0050	-.0050
133.00000	71.81	71.81	-.2971	-.2971
133.50000	70.84	70.84	-.3868	-.3868
134.00000	69.98	69.98	-.2126	-.2126
134.50000	69.82	69.82	.1057	.1057
135.00000	70.46	70.46	.3502	.3502
135.50000	71.47	71.47	.3563	.3563
136.00000	72.16	72.16	-.1195	-.1195
136.50000	72.05	72.05	-.1976	-.1976
137.00000	71.23	71.23	-.3786	-.3786
137.50000	70.26	70.26	-.3020	-.3020
138.00000	69.79	69.79	-.0198	-.0198
138.50000	70.16	70.16	-.2747	-.2747
139.00000	71.08	71.08	.3808	.3808
139.50000	71.95	71.95	.2281	.2281
140.00000	72.18	72.18	-.0797	-.0797
140.50000	71.59	71.59	-.3319	-.3319
141.00000	70.61	70.61	-.3571	-.3571
141.50000	69.90	69.90	-.1398	-.1398
142.00000	69.94	69.94	-.1722	-.1722
142.50000	70.70	70.70	.3656	.3656
143.00000	71.66	71.66	.3094	.3094
143.50000	72.17	72.17	.0434	.0434
144.00000	71.88	71.88	-.2516	-.2516
144.50000	70.99	70.99	-.3740	-.3740
145.00000	70.11	70.11	-.2415	-.2415
145.50000	69.84	69.84	-.0544	-.0544
146.00000	70.36	70.36	.3126	.3126
146.50000	71.31	71.31	.3568	.3568
147.00000	72.05	72.05	.1582	.1582
147.50000	72.07	72.07	-.1470	-.1470
148.00000	71.36	71.36	-.3514	-.3514
148.50000	70.41	70.41	-.3156	-.3156
149.00000	69.87	69.87	-.0654	-.0654
149.50000	70.09	70.09	.2281	.2281
mínimos	68.47	68.47	-.6926	-.6926
máximos	81.19	81.19	11.0802	11.0802

CONDIÇÃO DE FRONTEIRA N° 3

Tipo: junta  
Cota: 58,00 m  
Condutas de ligação Índice Secção  
1 2 2  
2 3 1  
3  
4

Tempo (s)	Alturas piezom. (m)		Caudal (m³/s)	
	Conduta1	Conduta2	Conduta1	Conduta2
.00000	69.80	69.70	11.0000	11.0000
.50000	71.15	71.15	11.0772	11.0772
1.00000	81.44	81.44	9.9363	9.9363
1.50000	69.48	69.48	8.9752	8.9752
2.00000	74.81	74.81	8.6804	8.6804
2.50000	70.57	70.57	8.3084	8.3084
3.00000	70.05	70.05	8.4236	8.4236
3.50000	72.90	72.90	8.2998	8.2998
4.00000	71.26	71.26	8.0528	8.0528
4.50000	72.29	72.29	7.8645	7.8645
5.00000	71.78	71.78	7.6251	7.6251
5.50000	70.90	70.90	7.5354	7.5354
6.00000	80.56	80.56	6.5139	6.5139
6.50000	70.26	70.26	5.5769	5.5769
7.00000	72.86	72.86	5.4272	5.4272
7.50000	73.97	73.97	4.8852	4.8852
8.00000	75.79	75.79	4.0344	4.0344
8.50000	71.36	71.36	3.4563	3.4563
9.00000	74.46	74.46	3.0075	3.0075
9.50000	70.00	70.00	2.6878	2.6878
10.00000	69.98	69.98	2.8566	2.8566
10.50000	73.34	73.34	2.7021	2.7021
11.00000	70.53	70.53	2.4859	2.4859
11.50000	72.55	72.55	2.3485	2.3485
12.00000	70.87	70.87	2.1862	2.1862
12.50000	73.45	73.45	1.9254	1.9254
13.00000	76.30	76.30	1.1017	1.1017

Anexo II - 10

13.500000	70.11	70.11	.6075	.6075
14.000000	73.86	73.86	-3733	-3733
14.500000	72.96	72.96	-1601	-1601
15.000000	73.50	73.50	-6658	-6658
15.500000	68.59	68.59	-5746	-5746
16.000000	69.72	69.72	-1979	-1979
16.500000	68.25	68.25	.2885	.2885
17.000000	70.57	70.57	.6518	.6518
17.500000	73.61	73.61	.4124	.4124
18.000000	71.42	71.42	-.0872	-.0872
18.500000	74.46	74.46	-.3951	-.3951
19.000000	69.53	69.53	-.6069	-.6069
19.500000	69.70	69.70	-.3120	-.3120
20.000000	69.47	69.47	.0252	.0252
20.500000	68.21	68.21	.5208	.5208
21.000000	73.21	73.21	.5665	.5665
21.500000	71.92	71.92	-.2159	-.2159
22.000000	73.68	73.68	-.2045	-.2045
22.500000	72.12	72.12	-.6138	-.6138
23.000000	68.90	68.90	-.4947	-.4947
23.500000	69.45	69.45	-.0750	-.0750
24.000000	68.62	68.62	-.3653	-.3653
24.500000	71.10	71.10	.6159	.6159
25.000000	72.96	72.96	-.3829	-.3829
25.500000	73.07	73.07	-.0813	-.0813
26.000000	72.33	72.33	-.4590	-.4590
26.500000	70.61	70.61	-.5746	-.5746
27.000000	68.71	68.71	-.2611	-.2611
27.500000	69.06	69.06	.2206	.2206
28.000000	70.36	70.36	.5103	.5103
28.500000	71.58	71.58	.5226	.5226
29.000000	73.93	73.93	.1190	.1190
29.500000	72.35	72.35	-.3475	-.3475
30.000000	71.39	71.39	-.5444	-.5444
30.500000	69.76	69.76	-.4425	-.4425
31.000000	68.05	68.05	.0418	.0418
31.500000	70.28	70.28	.4477	.4477
32.000000	70.89	70.89	.5428	.5428
32.500000	73.02	73.02	-.3178	-.3178
33.000000	73.51	73.51	-.1961	-.1961
33.500000	71.32	71.32	-.5116	-.5116
34.000000	70.58	70.58	-.4998	-.4998
34.500000	68.58	68.58	-.1721	-.1721
35.000000	69.07	69.07	.3218	.3218
35.500000	70.98	70.98	.5412	.5412
36.000000	72.05	72.05	.4206	.4206
36.500000	73.43	73.43	.0231	.0231
37.000000	72.50	72.50	-.4247	-.4247
37.500000	70.57	70.57	-.5413	-.5413
38.000000	69.86	69.86	-.3137	-.3137
38.500000	68.73	68.73	-.1211	-.1211
39.000000	69.91	69.91	.5037	.5037
39.500000	72.02	72.02	.5030	.5030
40.000000	72.78	72.78	.1841	.1841
40.500000	73.08	73.08	-.2561	-.2561
41.000000	71.52	71.52	-.5497	-.5497
41.500000	69.46	69.46	-.4268	-.4268
42.000000	69.17	69.17	-.0458	-.0458
42.500000	69.18	69.18	.3704	.3704
43.000000	71.16	71.16	.5545	.5545
43.500000	72.85	72.85	.3220	.3220
44.000000	72.80	72.80	-.0918	-.0918
44.500000	72.41	72.41	-.4581	-.4581
45.000000	70.20	70.20	-.5218	-.5218
45.500000	69.00	69.00	-.2002	-.2002
46.000000	69.28	69.28	.2214	.2214
46.500000	70.14	70.14	.5129	.5129
47.000000	72.32	72.32	.4549	.4550
47.500000	73.07	73.07	-.0665	-.0665
48.000000	72.49	72.49	-.3366	-.3366
48.500000	71.25	71.25	-.5313	-.5313
49.000000	69.28	69.28	-.3596	-.3596
49.500000	69.05	69.05	.0708	.0708
50.000000	69.90	69.90	.4262	.4262
50.500000	71.33	71.33	.5114	.5114
51.000000	73.00	73.00	.2416	.2416
51.500000	72.89	72.89	-.2023	-.2023
52.000000	71.62	71.62	-.4845	-.4845
52.500000	70.16	70.16	-.4578	-.4578
53.000000	68.82	68.82	-.1102	-.1102
53.500000	69.41	69.41	.3176	.3176
54.000000	70.88	70.88	.5081	.5081
54.500000	72.28	72.28	.3744	.3744
55.000000	73.22	73.22	-.0270	-.0270
55.500000	72.17	72.17	-.4102	-.4102
56.000000	70.63	70.63	-.4975	-.4975
56.500000	69.36	69.36	-.2670	-.2670
57.000000	68.90	68.90	.1600	.1600
57.500000	70.31	70.31	.4732	.4732
58.000000	71.83	71.83	.4529	.4529
58.500000	72.98	72.98	.1225	.1225
59.000000	72.83	72.83	-.2798	-.2798
59.500000	71.18	71.18	-.5036	-.5036
60.000000	69.75	69.75	-.3780	-.3780
60.500000	69.03	69.03	-.0106	-.0106
61.000000	69.55	69.55	-.3779	-.3779
61.500000	71.84	71.84	.4995	.4995
62.000000	72.58	72.58	.2781	.2781
62.500000	72.91	72.91	-.1198	-.1198
63.000000	71.99	71.99	-.4490	-.4490
63.500000	70.17	70.17	-.4621	-.4621
64.000000	69.21	69.21	-.1607	-.1607
64.500000	69.27	69.27	.2394	.2394
65.000000	70.52	70.52	.4884	.4884
65.500000	72.27	72.27	.3938	.3938
66.000000	72.88	72.88	.0339	.0339
66.500000	72.43	72.43	-.3410	-.3410
67.000000	70.95	70.95	-.4943	-.4943
67.500000	69.38	69.38	-.3000	-.3000
68.000000	69.17	69.17	.0932	.0932
68.500000	69.97	69.97	.4173	.4173
69.000000	71.57	71.57	.4663	.4663
69.500000	72.85	72.85	-.1871	-.1871
70.000000	72.66	72.66	-.2121	-.2121
70.500000	71.87	71.87	.4641	.4641
71.000000	69.96	69.96	-.4072	-.4072
71.500000	69.05	69.05	-.0637	-.0637
72.000000	69.62	69.62	.3148	.3148
72.500000	70.92	70.92	.4782	.4782
73.000000	72.42	72.42	.3255	.3255
73.500000	72.93	72.93	-.0622	-.0622
74.000000	72.01	72.01	-.3948	-.3948
74.500000	70.59	70.59	-.4596	-.4596
75.000000	69.30	69.30	-.2155	-.2155
75.500000	69.22	69.22	.1818	.1818
76.000000	70.47	70.47	.4465	.4465
76.500000	71.87	71.87	.0966	.0966
77.000000	72.86	72.86	-.0966	-.0966

77.50000	72.52	72.52	-.2874	-.2874
78.00000	71.10	71.10	-.4673	-.4673
78.50000	69.75	69.75	-.3328	-.3328
79.00000	69.11	69.11	-.0267	-.0267
79.50000	69.85	69.85	.3717	.3717
80.00000	71.38	71.38	.4557	.4557
80.50000	72.54	72.54	.2343	.2343
81.00000	72.79	72.79	-.1462	-.1462
81.50000	71.72	71.72	-.4296	-.4296
82.00000	70.18	70.18	-.4136	-.4136
82.50000	69.27	69.27	-.1215	-.1215
83.00000	69.43	69.43	.2537	.2537
83.50000	70.76	70.76	.4573	.4573
84.00000	72.21	72.21	.3438	.3438
84.50000	72.79	72.79	.0020	.0020
85.00000	72.25	72.25	-.3423	-.3423
85.50000	70.76	70.76	-.4537	-.4537
86.00000	69.50	69.50	-.2519	-.2519
86.50000	69.28	69.28	.1156	.1156
87.00000	70.15	70.15	.4059	.4059
87.50000	71.70	71.70	.4193	.4193
88.00000	72.70	72.70	.1441	.1441
88.50000	72.54	72.54	-.2235	-.2235
89.00000	71.40	71.40	-.4410	-.4410
89.50000	69.90	69.90	-.3571	-.3571
90.00000	69.23	69.23	-.0283	-.0283
90.50000	69.75	69.75	.3145	.3145
91.00000	71.07	71.07	.4454	.4454
91.50000	72.42	72.42	.2716	.2716
92.00000	72.73	72.73	-.0878	-.0878
92.50000	71.88	71.88	-.3827	-.3827
93.00000	70.97	70.97	-.4196	-.4196
93.50000	69.35	69.35	-.1692	-.1692
94.00000	69.44	69.44	.1960	.1960
94.50000	70.54	70.54	.4237	.4237
95.00000	71.94	71.94	.3655	.3655
95.50000	72.75	72.75	.0568	.0568
96.00000	72.30	72.30	-.2893	-.2893
96.50000	71.01	71.01	-.4352	-.4352
97.00000	69.72	69.72	-.2875	-.2875
97.50000	69.26	69.26	.0575	.0575
98.00000	70.05	70.05	.3615	.3615
98.50000	71.43	71.43	.4169	.4169
99.00000	72.53	72.53	.1912	.1912
99.50000	72.61	72.61	-.1661	-.1661
100.00000	71.54	71.54	-.4080	-.4080
100.50000	70.16	70.16	-.3705	-.3705
101.00000	69.33	69.33	-.0834	-.0834
101.50000	69.63	69.63	.2617	.2617
102.00000	70.90	70.90	.4261	.4261
102.50000	72.18	72.18	.2997	.2997
103.00000	72.69	72.69	-.0283	-.0283
103.50000	72.05	72.05	-.3380	-.3380
104.00000	70.66	70.66	-.4150	-.4150
104.50000	69.56	69.56	-.2095	-.2095
105.00000	69.41	69.41	.1363	.1363
105.50000	70.34	70.34	.3901	.3901
106.00000	71.75	71.75	.3758	.3758
106.50000	72.60	72.60	.1065	.1065
107.00000	72.39	72.39	-.2334	-.2334
107.50000	71.23	71.23	-.4149	-.4149
108.00000	69.90	69.90	-.3118	-.3118
108.50000	69.36	69.36	.0022	.0022
109.00000	69.90	69.90	.3129	.3129
109.50000	71.21	71.21	.4110	.4110
110.00000	72.38	72.38	.2275	.2275
110.50000	71.58	71.58	-.1090	-.1090
111.00000	71.73	71.73	-.3699	-.3699
111.50000	70.38	70.38	-.3793	-.3793
112.00000	69.45	69.45	-.1292	-.1292
112.50000	69.60	69.60	.2068	.2068
113.00000	70.67	70.67	.4009	.4009
113.50000	71.99	71.99	.4224	.4224
114.00000	72.62	72.62	.0236	.0236
114.50000	72.13	72.13	-.2890	-.2890
115.00000	70.90	70.90	-.4041	-.4041
115.50000	69.72	69.72	-.2444	-.2444
116.00000	69.42	69.42	.0820	.0820
116.50000	70.21	70.21	.3502	.3502
117.00000	71.51	71.51	.3797	.3797
117.50000	72.48	72.48	.1511	.1511
118.00000	72.43	72.43	-.1803	-.1803
118.50000	71.40	71.40	-.3867	-.3867
119.00000	70.12	70.12	-.3299	-.3299
119.50000	69.42	69.42	-.0490	-.0490
120.00000	69.81	69.81	.2648	.2648
120.50000	71.01	71.01	.3962	.3962
121.00000	72.18	72.18	.2584	.2584
121.50000	72.56	72.56	-.0548	-.0548
122.00000	71.87	71.87	-.3301	-.3301
122.50000	70.78	70.78	-.3789	-.3789
123.00000	69.60	69.60	-.1705	-.1705
123.50000	69.55	69.55	.1532	.1532
124.00000	70.51	70.51	.3718	.3718
124.50000	71.78	71.78	.3358	.3358
125.00000	72.52	72.52	.0723	.0723
125.50000	72.33	72.33	-.2397	-.2397
126.00000	71.09	71.09	-.3877	-.3877
126.50000	69.91	69.91	-.2707	-.2707
127.00000	69.47	69.47	.0292	.0292
127.50000	70.06	70.06	.3085	.3085
128.00000	71.31	71.31	.3769	.3769
128.50000	72.33	72.33	.1882	.1882
129.00000	72.44	72.44	-.1271	-.1271
129.50000	71.58	71.58	-.3552	-.3552
130.00000	70.32	70.32	-.3407	-.3407
130.50000	69.53	69.53	-.0941	-.0941
131.00000	69.75	69.75	.2149	.2149
131.50000	70.81	70.81	.3770	.3770
132.00000	72.00	72.00	.2819	.2819
132.50000	72.50	72.50	-.0048	-.0048
133.00000	71.98	71.98	-.2867	-.2867
133.50000	70.80	70.80	-.3729	-.3729
134.00000	69.75	69.75	-.2049	-.2049
134.50000	69.56	69.56	.1019	.1019
135.00000	70.35	70.35	.3378	.3378
135.50000	71.57	71.57	.3435	.3435
136.00000	72.41	72.41	.1151	.1151
136.50000	72.28	72.28	-.1906	-.1906
137.00000	71.28	71.28	-.3652	-.3652
137.50000	70.10	70.10	-.2911	-.2911
138.00000	69.53	69.53	-.0190	-.0190
138.50000	69.97	69.97	.2649	.2649
139.00000	71.11	71.11	.3672	.3672
139.50000	72.17	72.17	.2198	.2198
140.00000	72.43	72.43	-.0769	-.0769
140.50000	71.72	71.72	-.3200	-.3200
141.00000	70.52	70.52	-.3444	-.3444









15.500000	75.29	123.77	.0000	.0000
16.000000	68.46	113.85	.0000	.0000
16.500000	70.06	118.26	.0000	.0000
17.000000	73.98	125.03	.0000	.0000
17.500000	88.06	126.81	.0000	.0000
18.000000	91.24	128.48	.0000	.0000
18.500000	88.05	133.02	.0000	.0000
19.000000	77.97	150.27	.0000	.0000
19.500000	67.22	147.10	.0000	.0000
20.000000	64.87	132.75	.0000	.0000
20.500000	71.48	130.28	.0000	.0000
21.000000	81.31	140.20	.0000	.0000
21.500000	88.45	133.65	.0000	.0000
22.000000	89.11	126.95	.0000	.0000
22.500000	79.16	124.53	.0000	.0000
23.000000	71.27	121.64	.0000	.0000
23.500000	64.29	114.82	.0000	.0000
24.000000	66.37	101.28	.0000	.0000
24.500000	77.04	109.70	.0000	.0000
25.000000	83.51	125.36	.0000	.0000
25.500000	89.39	123.83	.0000	.0000
26.000000	82.82	113.95	.0000	.0000
26.500000	72.31	123.11	.0000	.0000
27.000000	65.78	129.79	.0000	.0000
27.500000	62.75	132.80	.0000	.0000
28.000000	71.93	135.27	.0000	.0000
28.500000	81.21	143.58	.0000	.0000
29.000000	86.65	150.26	.0000	.0000
29.500000	85.61	140.14	.0000	.0000
30.000000	75.41	125.61	.0000	.0000
30.500000	66.69	130.15	.0000	.0000
31.000000	63.08	139.08	.0000	.0000
31.500000	66.79	127.80	.0000	.0000
32.000000	76.98	121.24	.0000	.0000
32.500000	84.75	118.12	.0000	.0000
33.000000	85.51	117.31	.0000	.0000
33.500000	79.75	108.55	.0000	.0000
34.000000	69.03	107.95	.0000	.0000
34.500000	62.80	118.02	.0000	.0000
35.000000	64.57	130.24	.0000	.0000
35.500000	71.67	123.27	.0000	.0000
36.000000	82.22	115.48	.0000	.0000
36.500000	85.66	129.58	.0000	.0000
37.000000	81.63	135.38	.0000	.0000
37.500000	73.14	138.24	.0000	.0000
38.000000	63.56	137.58	.0000	.0000
38.500000	62.81	145.64	.0000	.0000
39.000000	68.37	143.82	.0000	.0000
39.500000	77.94	132.54	.0000	.0000
40.000000	85.05	122.83	.0000	.0000
40.500000	83.28	131.78	.0000	.0000
41.000000	76.14	136.54	.0000	.0000
41.500000	66.82	120.64	.0000	.0000
42.000000	61.58	115.72	.0000	.0000
42.500000	65.42	113.96	.0000	.0000
43.000000	73.71	115.29	.0000	.0000
43.500000	82.14	108.86	.0000	.0000
44.000000	84.82	112.68	.0000	.0000
44.500000	78.82	124.66	.0000	.0000
45.000000	69.84	131.78	.0000	.0000
45.500000	62.82	121.84	.0000	.0000
46.000000	62.55	120.60	.0000	.0000
46.500000	70.27	137.69	.0000	.0000
47.000000	78.97	141.20	.0000	.0000
47.500000	84.09	141.60	.0000	.0000
48.000000	81.80	139.87	.0000	.0000
48.500000	70.09	143.88	.0000	.0000
49.000000	64.85	137.92	.0000	.0000
49.500000	61.74	125.90	.0000	.0000
50.000000	66.31	121.80	.0000	.0000
50.500000	75.81	133.20	.0000	.0000
51.000000	82.40	129.24	.0000	.0000
51.500000	83.99	111.92	.0000	.0000
52.000000	76.54	110.10	.0000	.0000
52.500000	67.10	112.21	.0000	.0000
53.000000	62.15	113.94	.0000	.0000
53.500000	63.68	112.80	.0000	.0000
54.000000	71.72	120.43	.0000	.0000
54.500000	80.40	130.95	.0000	.0000
55.000000	83.28	132.20	.0000	.0000
55.500000	79.47	120.67	.0000	.0000
56.000000	70.56	129.54	.0000	.0000
56.500000	63.05	145.68	.0000	.0000
57.000000	62.37	145.43	.0000	.0000
57.500000	68.04	139.84	.0000	.0000
58.000000	77.12	138.86	.0000	.0000
58.500000	82.90	137.73	.0000	.0000
59.000000	81.25	129.31	.0000	.0000
59.500000	74.09	121.60	.0000	.0000
60.000000	65.35	122.17	.0000	.0000
60.500000	63.00	132.33	.0000	.0000
61.000000	65.36	119.65	.0000	.0000
61.500000	73.40	105.92	.0000	.0000
62.000000	81.15	108.67	.0000	.0000
62.500000	82.58	117.24	.0000	.0000
63.000000	76.93	117.17	.0000	.0000
63.500000	68.98	119.84	.0000	.0000
64.000000	62.18	127.92	.0000	.0000
64.500000	63.06	133.05	.0000	.0000
65.000000	70.12	131.49	.0000	.0000
65.500000	78.33	123.33	.0000	.0000
66.000000	82.71	138.95	.0000	.0000
66.500000	79.57	149.45	.0000	.0000
67.000000	71.51	143.81	.0000	.0000
67.500000	64.06	133.79	.0000	.0000
68.000000	61.81	134.69	.0000	.0000
68.500000	66.88	132.22	.0000	.0000
69.000000	75.34	123.85	.0000	.0000
69.500000	81.46	123.15	.0000	.0000
70.000000	81.43	122.36	.0000	.0000
70.500000	74.73	127.84	.0000	.0000
71.000000	66.41	110.75	.0000	.0000
71.500000	61.98	103.97	.0000	.0000
72.000000	64.17	122.77	.0000	.0000
72.500000	71.98	122.83	.0000	.0000
73.000000	79.56	121.42	.0000	.0000
73.500000	81.98	124.20	.0000	.0000
74.000000	77.75	131.99	.0000	.0000
74.500000	69.34	135.09	.0000	.0000
75.000000	62.90	132.27	.0000	.0000
75.500000	62.64	129.70	.0000	.0000
76.000000	68.54	146.99	.0000	.0000
76.500000	76.93	149.67	.0000	.0000
77.000000	81.65	137.62	.0000	.0000
77.500000	79.83	128.45	.0000	.0000
78.000000	74.66	130.43	.0000	.0000
78.500000	62.81	127.06	.0000	.0000
79.000000	62.01	120.45	.0000	.0000

79.500000	65.78	117.60	.0000	.0000
80.000000	75.66	121.02	.0000	.0000
80.500000	80.41	120.46	.0000	.0000
81.000000	81.11	104.54	.0000	.0000
81.500000	75.63	106.11	.0000	.0000
82.000000	67.56	121.15	.0000	.0000
82.500000	62.30	128.51	.0000	.0000
83.000000	63.70	125.34	.0000	.0000
83.500000	70.44	129.67	.0000	.0000
84.000000	78.12	134.61	.0000	.0000
84.500000	81.52	137.44	.0000	.0000
85.000000	78.12	133.64	.0000	.0000
85.500000	70.56	137.12	.0000	.0000
86.000000	63.76	150.13	.0000	.0000
86.500000	62.39	144.50	.0000	.0000
87.000000	67.49	127.55	.0000	.0000
87.500000	75.32	122.81	.0000	.0000
88.000000	80.76	127.75	.0000	.0000
88.500000	80.02	122.09	.0000	.0000
89.000000	73.54	118.60	.0000	.0000
89.500000	65.96	115.77	.0000	.0000
90.000000	62.21	119.55	.0000	.0000
90.500000	64.94	114.06	.0000	.0000
91.000000	72.31	104.89	.0000	.0000
91.500000	79.10	134.11	.0000	.0000
92.000000	80.91	131.29	.0000	.0000
92.500000	76.38	132.95	.0000	.0000
93.000000	68.62	126.54	.0000	.0000
93.500000	63.04	133.70	.0000	.0000
94.000000	63.23	136.48	.0000	.0000
94.500000	69.20	139.08	.0000	.0000
95.000000	76.81	135.43	.0000	.0000
95.500000	80.79	141.72	.0000	.0000
96.000000	78.61	146.88	.0000	.0000
96.500000	71.61	134.69	.0000	.0000
97.000000	64.65	118.84	.0000	.0000
97.500000	62.49	120.28	.0000	.0000
98.000000	66.45	127.05	.0000	.0000
98.500000	73.96	118.62	.0000	.0000
99.000000	79.80	115.89	.0000	.0000
99.500000	79.99	113.95	.0000	.0000
100.000000	74.52	117.69	.0000	.0000
100.500000	67.00	111.68	.0000	.0000
101.000000	62.04	110.25	.0000	.0000
101.500000	64.39	124.75	.0000	.0000
102.000000	70.94	138.27	.0000	.0000
102.500000	77.95	133.71	.0000	.0000
103.000000	80.53	127.93	.0000	.0000
103.500000	76.98	137.12	.0000	.0000
104.000000	69.79	139.98	.0000	.0000
104.500000	63.74	140.76	.0000	.0000
105.000000	63.06	136.75	.0000	.0000
105.500000	68.13	141.62	.0000	.0000
106.000000	75.45	139.71	.0000	.0000
106.500000	80.01	133.87	.0000	.0000
107.000000	78.86	113.25	.0000	.0000
107.500000	72.62	120.99	.0000	.0000
108.000000	65.67	124.63	.0000	.0000
108.500000	62.66	115.26	.0000	.0000
109.000000	65.72	112.42	.0000	.0000
109.500000	72.67	113.27	.0000	.0000
110.000000	78.77	117.49	.0000	.0000
110.500000	79.93	114.34	.0000	.0000
111.000000	75.29	119.15	.0000	.0000
111.500000	68.10	134.98	.0000	.0000
112.000000	63.23	142.38	.0000	.0000
112.500000	60.05	131.97	.0000	.0000
113.000000	69.82	131.93	.0000	.0000
113.500000	76.74	140.20	.0000	.0000
114.000000	80.05	142.58	.0000	.0000
114.500000	77.52	139.79	.0000	.0000
115.000000	70.83	135.46	.0000	.0000
115.500000	64.81	154.72	.0000	.0000
116.000000	63.06	129.61	.0000	.0000
116.500000	67.19	115.26	.0000	.0000
117.000000	74.23	111.16	.0000	.0000
117.500000	79.30	124.22	.0000	.0000
118.000000	79.01	121.43	.0000	.0000
118.500000	73.97	112.20	.0000	.0000
119.000000	66.66	111.15	.0000	.0000
119.500000	63.05	116.01	.0000	.0000
120.000000	65.12	120.35	.0000	.0000
120.500000	71.46	120.75	.0000	.0000
121.000000	77.76	129.41	.0000	.0000
121.500000	79.99	141.24	.0000	.0000
122.000000	75.99	142.17	.0000	.0000
122.500000	69.18	128.35	.0000	.0000
123.000000	63.89	134.47	.0000	.0000
123.500000	63.75	143.24	.0000	.0000
124.000000	68.78	142.33	.0000	.0000
124.500000	75.98	135.45	.0000	.0000
125.000000	79.50	131.18	.0000	.0000
125.500000	77.86	129.63	.0000	.0000
126.000000	71.85	120.27	.0000	.0000
126.500000	65.52	111.22	.0000	.0000
127.000000	63.20	113.27	.0000	.0000
127.500000	66.86	126.18	.0000	.0000
128.000000	73.03	117.33	.0000	.0000
128.500000	78.45	109.55	.0000	.0000
129.000000	79.04	113.12	.0000	.0000
129.500000	74.38	121.78	.0000	.0000
130.000000	67.71	125.80	.0000	.0000
130.500000	63.53	127.98	.0000	.0000
131.000000	64.69	137.13	.0000	.0000
131.500000	70.39	143.69	.0000	.0000
132.000000	76.70	138.85	.0000	.0000
132.500000	79.36	128.14	.0000	.0000
133.000000	76.55	138.87	.0000	.0000
133.500000	70.20	144.86	.0000	.0000
134.000000	64.67	138.36	.0000	.0000
134.500000	63.67	128.45	.0000	.0000
135.000000	67.90	125.04	.0000	.0000
135.500000	74.45	122.56	.0000	.0000
136.000000	78.84	114.59	.0000	.0000
136.500000	78.11	109.99	.0000	.0000
137.000000	72.76	117.33	.0000	.0000
137.500000	66.46	125.04	.0000	.0000
138.000000	63.49	113.27	.0000	.0000
138.500000	65.85	109.82	.0000	.0000
139.000000	71.93	119.21	.0000	.0000
139.500000	77.56	129.84	.0000	.0000
140.000000	78.92	131.87	.0000	.0000
140.500000	75.11	134.52	.0000	.0000
141.000000	68.71	140.51	.0000	.0000
141.500000	64.12	143.62	.0000	.0000
142.000000	64.43	134.42	.0000	.0000
142.500000	69.41	130.01	.0000	.0000
143.000000	75.66	142.06	.0000	.0000

143.50000	78.92	142.34	.0000	.0000
144.00000	76.98	130.40	.0000	.0000
144.50000	71.18	120.35	.0000	.0000
145.00000	65.48	119.85	.0000	.0000
145.50000	63.76	117.09	.0000	.0000
146.00000	67.16	113.37	.0000	.0000
146.50000	73.36	111.45	.0000	.0000
147.00000	78.13	121.48	.0000	.0000
147.50000	78.21	122.79	.0000	.0000
148.00000	73.59	111.29	.0000	.0000
148.50000	67.42	114.61	.0000	.0000
149.00000	63.89	128.52	.0000	.0000
149.50000	65.40	137.21	.0000	.0000
mínimos	61.58	64.28	.0000	.0000
máximos	132.10	150.27	11.0000	11.0000

CONDIÇÃO DE FRONTEIRA Nº 6				
Tipo: junta				
Cota: .00 m				
Condução de ligação Índice Secção				
1 2 1				
2 5 2				
3 6 1				
4				

Tempo (s)	Alturas piezom.(m)		Caudal (m³/s)	
	Condução1	Condução2	Condução1	Condução2
.00000	131.90	131.90	11.0000	11.0000
.50000	106.53	106.53	10.1219	10.1219
1.00000	101.58	101.58	9.9504	9.9504
1.50000	101.46	101.46	9.7075	9.7075
2.00000	91.90	91.90	9.3140	9.3140
2.50000	73.67	73.67	8.6082	8.6082
3.00000	72.18	72.18	8.4327	8.4327
3.50000	66.20	66.20	8.0788	8.0788
4.00000	66.01	66.01	8.0351	8.0351
4.50000	64.58	64.58	7.9436	7.9436
5.00000	77.61	77.61	7.0831	7.0831
5.50000	84.06	84.06	6.7890	6.7890
6.00000	85.06	85.06	6.5002	6.5002
6.50000	90.36	90.36	6.1609	6.1609
7.00000	99.03	99.03	5.3996	5.3996
7.50000	91.22	91.22	4.4902	4.4902
8.00000	98.37	98.37	4.2324	4.2324
8.50000	98.56	98.56	3.7683	3.7683
9.00000	87.99	87.99	3.4788	3.4788
9.50000	82.49	82.49	3.0306	3.0306
10.00000	81.82	81.82	2.7703	2.7703
10.50000	78.49	78.49	2.4686	2.4686
11.00000	82.88	82.88	2.5374	2.5374
11.50000	83.08	83.08	2.3318	2.3318
12.00000	89.68	89.68	1.8430	1.8430
12.50000	95.82	95.82	1.4935	1.4935
13.00000	96.41	96.41	1.2584	1.2584
13.50000	101.54	101.54	.9495	.9495
14.00000	101.51	101.51	-.2771	-.2771
14.50000	106.09	106.09	-.0117	-.0117
15.00000	117.99	117.99	-.0488	-.0488
15.50000	123.77	123.77	.0419	.0419
16.00000	114.05	114.05	.0275	.0275
16.50000	118.24	118.24	-.0394	-.0394
17.00000	125.02	125.02	-.0012	-.0012
17.50000	126.86	126.86	-.0058	-.0058
18.00000	128.84	128.84	-.0038	-.0038
18.50000	133.34	133.34	-.0834	-.0834
19.00000	150.43	150.43	-.0783	-.0783
19.50000	146.89	146.89	.0323	.0323
20.00000	132.67	132.67	.0598	.0598
20.50000	130.27	130.27	-.0378	-.0378
21.00000	140.06	140.06	-.0130	-.0130
21.50000	133.63	133.63	-.0458	-.0458
22.00000	126.94	126.94	.0080	.0080
22.50000	124.51	124.51	.0176	.0176
23.00000	121.76	121.76	.0132	.0132
23.50000	114.88	114.88	.0867	.0867
24.00000	102.09	102.09	.0128	.0128
24.50000	109.82	109.82	-.0582	-.0582
25.00000	125.11	125.11	-.0546	-.0546
25.50000	123.86	123.86	.0360	.0360
26.00000	114.09	114.09	.0048	.0048
26.50000	123.04	123.04	-.0492	-.0492
27.00000	129.78	129.78	-.0102	-.0102
27.50000	132.75	132.75	-.0178	-.0178
28.00000	135.17	135.17	-.0079	-.0079
28.50000	143.36	143.36	-.0546	-.0546
29.00000	150.10	150.10	.0452	.0452
29.50000	140.21	140.21	.0641	.0641
30.00000	125.75	125.75	.0284	.0284
30.50000	130.21	130.21	-.0398	-.0398
31.00000	139.45	139.45	.0072	.0072
31.50000	127.88	127.88	.0465	.0465
32.00000	121.27	121.27	.0062	.0062
32.50000	118.19	118.19	.0081	.0081
33.00000	117.24	117.24	-.0153	-.0153
33.50000	108.68	108.68	-.0236	-.0236
34.00000	107.17	107.17	-.0375	-.0375
34.50000	117.90	117.90	-.0503	-.0503
35.00000	130.12	130.12	-.0096	-.0096
35.50000	123.19	123.19	.0513	.0513
36.00000	115.64	115.64	-.0217	-.0217
36.50000	129.53	129.53	-.0453	-.0453
37.00000	135.56	135.56	-.0005	-.0005
37.50000	138.24	138.24	-.0004	-.0004
38.00000	137.76	137.76	.0019	.0019
38.50000	145.67	145.67	-.0136	-.0136
39.00000	143.93	143.93	-.0155	-.0155
39.50000	132.53	132.53	-.0390	-.0390
40.00000	122.91	122.91	-.0020	-.0020
40.50000	131.77	131.77	-.0555	-.0555
41.00000	136.36	136.36	.0414	.0414
41.50000	120.97	120.97	-.0472	-.0472
42.00000	115.64	115.64	.0030	.0030
42.50000	113.84	113.84	.0042	.0042
43.00000	115.11	115.11	.0201	.0201
43.50000	108.82	108.82	-.0144	-.0144
44.00000	112.81	112.81	-.0182	-.0182
44.50000	124.80	124.80	-.0451	-.0451
45.00000	131.69	131.69	.0070	.0070
45.50000	121.37	121.37	-.0508	-.0508
46.00000	120.74	120.74	-.0608	-.0608
46.50000	137.61	137.61	-.0495	-.0495
47.00000	141.26	141.26	-.0103	-.0103
47.50000	141.77	141.77	-.0067	-.0067
48.00000	139.91	139.91	-.0288	-.0288

48.500000	143.76	143.76	-0021	-0021
49.000000	137.74	137.74	.0401	.0401
49.500000	125.88	125.88	.0513	.0513
50.000000	121.93	121.93	-0158	-0158
50.500000	133.15	133.15	-0468	-0468
51.000000	129.18	129.18	.0744	.0744
51.500000	112.09	112.09	.0389	.0389
52.000000	110.15	110.15	.0055	.0055
52.500000	112.39	112.39	-0175	-0175
53.000000	113.99	113.99	-0192	-0192
53.500000	112.93	112.93	-0198	-0198
54.000000	120.48	120.48	-0536	-0536
54.500000	130.80	130.80	-0339	-0339
55.000000	132.08	132.08	.0276	.0276
55.500000	120.83	120.83	.0347	.0347
56.000000	129.51	129.51	-0778	-0778
56.500000	145.50	145.50	-0185	-0185
57.000000	145.34	145.34	.0118	.0118
57.500000	139.81	139.81	.0386	.0386
58.000000	138.23	138.23	-0077	-0077
58.500000	137.72	137.72	.0255	.0255
59.000000	129.41	129.41	.0454	.0454
59.500000	121.69	121.69	.0129	.0129
60.000000	122.23	122.23	-0347	-0347
60.500000	133.34	133.34	-0141	-0141
61.000000	119.59	119.59	.0741	.0741
61.500000	106.03	106.03	.0012	.0012
62.000000	108.72	108.72	-0292	-0292
62.500000	117.09	117.09	-0342	-0342
63.000000	117.16	117.16	.0059	.0059
63.500000	119.31	119.31	-0181	-0181
64.000000	127.81	127.81	-0259	-0259
64.500000	133.08	133.08	-0080	-0080
65.000000	131.49	131.49	.0333	.0333
65.500000	123.52	123.52	-0074	-0074
66.000000	138.94	138.94	-0706	-0706
66.500000	149.42	149.42	.0071	.0071
67.000000	143.83	143.83	.0385	.0385
67.500000	133.96	133.96	.0152	.0152
68.000000	134.67	134.67	-0083	-0083
68.500000	132.18	132.18	.0168	.0168
69.000000	123.87	123.87	.0168	.0168
69.500000	120.10	120.10	.0149	.0149
70.000000	122.87	122.87	-0268	-0268
70.500000	127.66	127.66	.0274	.0274
71.000000	110.75	110.75	.0692	.0692
71.500000	103.99	103.99	-0111	-0111
72.000000	112.74	112.74	-0431	-0431
72.500000	122.76	122.76	-0026	-0026
73.000000	121.50	121.50	.0551	.0551
73.500000	124.30	124.30	-0273	-0273
74.000000	132.00	132.00	-0153	-0153
74.500000	135.06	135.06	-0183	-0183
75.000000	132.20	132.20	.0259	.0259
75.500000	129.86	129.86	-0459	-0459
76.000000	146.90	146.90	-0609	-0609
76.500000	149.59	149.59	.0208	.0208
77.000000	137.58	137.58	.0526	.0526
77.500000	128.46	128.46	.0014	.0014
78.000000	130.37	130.37	-0007	-0007
78.500000	127.01	127.01	.0376	.0376
79.000000	120.49	120.49	.0100	.0100
79.500000	117.71	117.71	.0113	.0113
80.000000	121.09	121.09	-0301	-0301
80.500000	120.36	120.36	.0533	.0533
81.000000	104.71	104.71	.0402	.0402
81.500000	106.23	106.23	.0385	.0385
82.000000	121.16	121.16	-0622	-0622
82.500000	128.47	128.47	-0002	-0002
83.000000	125.35	125.35	.0046	.0046
83.500000	129.64	129.64	-0378	-0378
84.000000	134.58	134.58	-0017	-0017
84.500000	137.33	137.33	-0006	-0006
85.000000	133.66	133.66	.0288	.0288
85.500000	137.16	137.16	-0542	-0542
86.000000	149.96	149.96	-0152	-0152
86.500000	144.42	144.42	.0554	.0554
87.000000	127.65	127.65	.0587	.0587
87.500000	122.91	122.91	-0102	-0102
88.000000	127.71	127.71	-0108	-0108
88.500000	122.15	122.15	.0313	.0313
89.000000	118.57	118.57	.0007	.0007
89.500000	115.80	115.80	-0048	-0048
90.000000	119.46	119.46	-0202	-0202
90.500000	114.85	114.85	.0488	.0488
91.000000	104.99	104.99	-0030	-0030
91.500000	114.13	114.13	-0642	-0642
92.000000	131.14	131.14	-0424	-0424
92.500000	132.87	132.87	.0254	.0254
93.000000	126.67	126.67	.0066	.0066
93.500000	133.06	133.06	-0271	-0271
94.000000	136.56	136.56	-0083	-0083
94.500000	139.09	139.09	.0031	.0031
95.000000	135.52	135.52	.0099	.0099
95.500000	141.71	141.71	-0406	-0406
96.000000	146.82	146.82	.0135	.0135
96.500000	134.68	134.68	.0665	.0665
97.000000	118.94	118.94	.0262	.0262
97.500000	120.30	120.30	-0359	-0359
98.000000	126.88	126.88	.0094	.0094
98.500000	118.66	118.66	.0267	.0267
99.000000	115.85	115.85	.0159	.0159
99.500000	113.96	113.96	-0013	-0013
100.000000	117.61	117.61	-0025	-0025
100.500000	111.71	111.71	.0303	.0303
101.000000	110.34	110.34	-0233	-0233
101.500000	124.77	124.77	-0674	-0674
102.000000	138.20	138.20	-0168	-0168
102.500000	133.71	133.71	.0413	.0413
103.000000	128.06	128.06	-0265	-0265
103.500000	137.04	137.04	-0236	-0236
104.000000	139.97	139.97	-0160	-0160
104.500000	140.70	140.70	.0064	.0064
105.000000	136.83	136.83	-0012	-0012
105.500000	141.58	141.58	-0178	-0178
106.000000	139.60	139.60	.0363	.0363
106.500000	123.88	123.88	.0659	.0659
107.000000	113.34	113.34	.0085	.0085
107.500000	121.00	121.00	-0473	-0473
108.000000	124.58	124.58	.0358	.0358
108.500000	115.96	115.96	.0169	.0169
109.000000	112.46	112.46	.0087	.0087
109.500000	113.34	113.34	-0163	-0163
110.000000	117.43	117.43	.0022	.0022
110.500000	114.39	114.39	.0049	.0049
111.000000	119.24	119.24	-0484	-0484
111.500000	134.23	134.23	.0570	.0570
112.000000	142.24	142.24	.0056	.0056

112.50000	131.60	131.60	-0521	-0521
113.00000	130.95	130.95	-0389	-0389
113.50000	140.15	140.15	-0127	-0127
114.00000	142.53	142.53	-0009	-0009
114.50000	139.75	139.75	.0246	.0246
115.00000	135.51	135.51	-0021	-0021
115.50000	136.68	136.68	.0046	.0046
116.00000	129.57	129.57	.0532	.0532
116.50000	115.34	115.34	.0422	.0422
117.00000	111.30	111.30	-.0235	-.0235
117.50000	124.09	124.09	-.0470	-.0470
118.00000	121.40	121.40	.0426	.0426
118.50000	112.31	112.31	.0131	.0131
119.00000	111.18	111.18	-.0092	-.0092
119.50000	116.01	116.01	-.0288	-.0288
120.00000	120.32	120.32	-.0010	-.0010
120.50000	120.78	120.78	-.0100	-.0100
121.00000	129.41	129.41	-.0502	-.0502
121.50000	141.20	141.20	-.0292	-.0292
122.00000	142.07	142.07	.0377	.0377
122.50000	128.55	128.55	.0295	.0295
123.00000	134.51	134.51	-.0487	-.0487
123.50000	143.21	143.21	-.0128	-.0128
124.00000	142.31	142.31	.0169	.0169
124.50000	135.47	135.47	.0303	.0303
125.00000	131.18	131.18	.0014	.0014
125.50000	129.58	129.58	.0143	.0143
126.00000	120.28	120.28	.0431	.0431
126.50000	111.24	111.24	.0225	.0225
127.00000	113.34	113.34	-.0459	-.0459
127.50000	125.99	125.99	-.0077	-.0077
128.00000	117.24	117.24	.0525	.0525
128.50000	109.61	109.61	.0064	.0064
129.00000	113.14	113.14	-.0258	-.0258
129.50000	121.75	121.75	-.0307	-.0307
130.00000	125.80	125.80	-.0041	-.0041
130.50000	128.04	128.04	-.0199	-.0199
131.00000	137.10	137.10	-.0340	-.0340
131.50000	143.65	143.65	-.0182	-.0182
132.00000	138.78	138.78	.0517	.0517
132.50000	128.28	128.28	-.0092	-.0092
133.00000	138.81	138.81	-.0498	-.0498
133.50000	144.79	144.79	.0054	.0054
134.00000	138.35	138.35	.0354	.0354
134.50000	128.49	128.49	.0297	.0297
135.00000	125.04	125.04	.0044	.0044
135.50000	122.50	122.50	.0248	.0248
136.00000	114.63	114.63	.0226	.0226
136.50000	110.07	110.07	.0102	.0102
137.00000	117.38	117.38	-.0562	-.0562
137.50000	124.94	124.94	.0196	.0196
138.00000	113.34	113.34	.0429	.0429
138.50000	109.89	109.89	-.0189	-.0189
139.00000	119.21	119.21	-.0436	-.0436
139.50000	129.58	129.58	-.0256	-.0256
140.00000	131.87	131.87	-.0009	-.0009
140.50000	134.55	134.55	-.0260	-.0260
141.00000	140.49	140.49	-.0112	-.0112
141.50000	143.51	143.51	.0019	.0019
142.00000	134.44	134.44	.0551	.0551
142.50000	130.11	130.11	-.0273	-.0273
143.00000	141.98	141.98	-.0350	-.0350
143.50000	142.28	142.28	.0312	.0312
144.00000	130.41	130.41	.0486	.0486
144.50000	120.42	120.42	.0177	.0177
145.00000	119.85	119.85	-.0043	-.0043
145.50000	117.09	117.09	.0229	.0229
146.00000	113.36	113.36	.0046	.0046
146.50000	111.54	111.54	-.0127	-.0127
147.00000	121.40	121.40	-.0460	-.0460
147.50000	122.69	122.69	.0349	.0349
148.00000	111.38	111.38	.0255	.0255
148.50000	114.66	114.66	-.0425	-.0425
149.00000	128.50	128.50	-.0502	-.0502
149.50000	137.14	137.14	-.0072	-.0072
mínimos	64.58	64.58	-0834	-0834
máximos	150.43	150.43	11.0000	11.0000

CONDIÇÃO DE FRONTEIRA N° 7  
 Tipo: junta  
 Cota: 104,90 m  
 Conduitas de ligação Índice Seção  
 1 10  
 2 7 1  
 3  
 4

Tempo (s)	Alturas piezom. (m)		Caudal (m³/s)	
	Conduto1	Conduto2	Conduto1	Conduto2
.00000	129.20	129.20	11.0000	11.0000
.50000	129.95	129.95	11.0366	11.0366
1.00000	108.16	108.16	9.9907	9.9907
1.50000	104.17	104.17	9.1915	9.1915
2.00000	101.19	101.19	9.6618	9.6618
2.50000	91.41	91.41	9.1952	9.1952
3.00000	76.40	76.40	8.4786	8.4786
3.50000	73.07	73.07	8.3242	8.3242
4.00000	66.46	66.46	8.0273	8.0273
4.50000	80.63	80.63	7.4585	7.4585
5.00000	88.50	88.50	7.0061	7.0061
5.50000	88.26	88.26	6.6566	6.6566
6.00000	92.74	92.74	6.4303	6.4303
6.50000	103.70	103.70	5.7780	5.7780
7.00000	112.88	112.88	5.3026	5.3026
7.50000	112.40	112.40	4.8289	4.8289
8.00000	104.57	104.57	3.9815	3.9815
8.50000	102.64	102.64	4.0341	4.0341
9.00000	99.31	99.31	3.7014	3.7014
9.50000	93.91	93.91	3.2078	3.2078
10.00000	87.42	87.42	2.8231	2.8231
10.50000	84.78	84.78	2.6127	2.6127
11.00000	82.16	82.16	2.3311	2.3311
11.50000	93.61	93.61	2.1545	2.1545
12.00000	101.47	101.47	1.6900	1.6900
12.50000	100.01	100.01	1.4470	1.4470
13.00000	104.68	104.68	1.1469	1.1469
13.50000	111.16	111.16	.7020	.7020
14.00000	116.30	116.30	.3810	.3810
14.50000	112.96	112.96	-.1939	-.1939
15.00000	114.82	114.82	-.3282	-.3282
15.50000	115.79	115.79	.0766	.0766
16.00000	121.15	121.15	.1026	.1026
16.50000	119.50	119.50	-.2062	-.2062
17.00000	122.48	122.48	-.1619	-.1619

17.500000	126.75	126.75	-0.644	-0.644
18.000000	130.03	130.03	-1.203	-1.203
18.500000	139.50	139.50	-4.100	-4.100
19.000000	139.91	139.91	-2.649	-2.649
19.500000	141.30	141.30	.3256	.3256
20.000000	138.78	138.78	-3.124	-3.124
20.500000	136.59	136.59	-1.364	-1.364
21.000000	131.83	131.83	-0.623	-0.623
21.500000	133.53	133.53	.2460	.2460
22.000000	129.13	129.13	.1735	.1735
22.500000	124.28	124.28	.1005	.1005
23.000000	119.56	119.56	.1873	.1873
23.500000	111.42	111.42	.3828	.3828
24.000000	119.49	119.49	.0974	.0974
24.500000	113.49	113.49	-4.496	-4.496
25.000000	116.62	116.62	-2.642	-2.642
25.500000	119.54	119.54	.2092	.2092
26.000000	123.61	123.61	.0126	.0126
26.500000	121.91	121.91	-2.2950	-2.2950
27.000000	127.90	127.90	-1.849	-1.849
27.500000	132.51	132.51	-1.024	-1.024
28.000000	138.26	138.26	-2.058	-2.058
28.500000	142.70	142.70	-2.765	-2.765
29.000000	141.65	141.65	.0643	.0643
29.500000	137.94	137.94	.4633	.4633
30.000000	135.32	135.32	.1877	.1877
30.500000	132.64	132.64	-2.579	-2.579
31.000000	128.84	128.84	.0445	.0445
31.500000	130.40	130.40	.3421	.3421
32.000000	123.02	123.02	.1840	.1840
32.500000	119.31	119.31	.0726	.0726
33.000000	113.31	113.31	.1806	.1806
33.500000	112.37	112.37	.1817	.1817
34.000000	113.42	113.42	-1.779	-1.779
34.500000	118.75	118.75	-4.298	-4.298
35.000000	120.48	120.48	-0.983	-0.983
35.500000	122.86	122.86	.2731	.2731
36.000000	126.58	126.58	-1.175	-1.175
36.500000	125.51	125.51	-3.753	-3.753
37.000000	133.83	133.83	-1.640	-1.640
37.500000	136.56	136.56	-0.368	-0.368
38.000000	141.96	141.96	-1.387	-1.387
38.500000	140.68	140.68	-1.145	-1.145
39.000000	139.01	139.01	.2456	.2456
39.500000	133.35	133.35	.3923	.3923
40.000000	132.31	132.31	.0131	.0131
40.500000	129.63	129.63	-2.531	-2.531
41.000000	126.04	126.04	.2071	.2071
41.500000	126.18	126.18	.3898	.3898
42.000000	117.37	117.37	.1273	.1273
42.500000	115.48	115.48	.0088	.0088
43.000000	111.39	111.39	.0956	.0956
43.500000	114.03	114.03	.0485	.0485
44.000000	116.84	116.84	-2.958	-2.958
44.500000	122.21	122.21	-3.564	-3.564
45.000000	122.85	122.85	.0625	.0625
45.500000	126.29	126.29	.2051	.2051
46.000000	129.68	129.68	-3.045	-3.045
46.500000	130.82	130.82	-3.874	-3.874
47.000000	139.57	139.57	-0.764	-0.764
47.500000	140.56	140.56	.0226	.0226
48.000000	142.74	142.74	-0.433	-0.433
48.500000	138.80	138.80	.0367	.0367
49.000000	134.79	134.79	.3376	.3376
49.500000	129.93	129.93	.3016	.3016
50.000000	129.71	129.71	-1.360	-1.360
50.500000	125.99	125.99	-1.349	-1.349
51.000000	122.41	122.41	.3963	.3963
51.500000	119.77	119.77	.3611	.3611
52.000000	112.15	112.15	-0.033	-0.033
52.500000	112.00	112.00	-0.698	-0.698
53.000000	112.51	112.51	-0.126	-0.126
53.500000	117.21	117.21	-1.228	-1.228
54.000000	121.92	121.92	-4.413	-4.413
54.500000	126.20	126.20	-2.208	-2.208
55.000000	125.68	125.68	.1916	.1916
55.500000	131.03	131.03	.0462	.0462
56.000000	133.28	133.28	-4.648	-4.648
56.500000	137.84	137.84	-3.002	-3.002
57.000000	142.66	142.66	.1094	.1094
57.500000	142.17	142.17	.1223	.1223
58.000000	138.80	138.80	.0432	.0432
58.500000	133.99	133.99	.1803	.1803
59.000000	129.68	129.68	.3028	.3028
59.500000	125.87	125.87	-1.340	-1.340
60.000000	127.13	127.13	-2.039	-2.039
60.500000	120.73	120.73	.0496	.0496
61.000000	119.18	119.18	.4946	.4946
61.500000	114.33	114.33	.2074	.2074
62.000000	111.65	111.65	-2.127	-2.127
62.500000	112.97	112.97	-1.596	-1.596
63.000000	118.26	118.26	-0.427	-0.427
63.500000	122.60	122.60	-2.018	-2.018
64.000000	126.18	126.18	-2.570	-2.570
64.500000	129.60	129.60	-0.665	-0.665
65.000000	128.18	128.18	.1806	.1806
65.500000	125.99	125.99	-1.412	-1.412
66.000000	136.38	136.38	-4.860	-4.860
66.500000	141.20	141.20	-0.924	-0.924
67.000000	141.59	141.59	.2932	.2932
67.500000	139.32	139.32	.1717	.1717
68.000000	133.02	133.02	.0314	.0314
68.500000	129.23	129.23	.2024	.2024
69.000000	126.19	126.19	.2266	.2266
69.500000	123.18	123.18	.0273	.0273
70.000000	123.98	123.98	-1.412	-1.412
70.500000	116.40	116.40	.2188	.2188
71.000000	115.85	115.85	.4452	.4452
71.500000	111.94	111.94	-0.350	-0.350
72.000000	113.39	113.39	-3.522	-3.522
72.500000	117.01	117.01	-1.634	-1.634
73.000000	123.54	123.54	-0.273	-0.273
73.500000	126.74	126.74	-1.972	-1.972
74.000000	129.64	129.64	-2.054	-2.054
74.500000	132.07	132.07	-0.048	-0.048
75.000000	132.43	132.43	.0968	.0968
75.500000	139.77	139.77	-2.766	-2.766
76.000000	139.60	139.60	-3.731	-3.731
76.500000	142.12	142.12	.1739	.1739
77.000000	139.09	139.09	.3964	.3964
77.500000	134.11	134.11	.1368	.1368
78.000000	127.70	127.70	.0282	.0282
78.500000	125.41	125.41	.1863	.1863
79.000000	122.36	122.36	.1793	.1793
79.500000	120.80	120.80	-0.117	-0.117
80.000000	118.97	118.97	-0.494	-0.494
80.500000	112.66	112.66	.3082	.3082
81.000000	113.42	113.42	.2680	.2680

81.500000	113.02	113.02	-3104	-3104
82.000000	117.26	117.26	-4193	-4193
82.500000	123.14	123.14	-0814	-0814
83.000000	129.15	129.15	-0240	-0240
83.500000	129.99	129.99	-1725	-1725
84.000000	133.50	133.50	-1473	-1473
84.500000	134.07	134.07	0198	0198
85.000000	137.35	137.35	0024	0024
85.500000	141.96	141.96	-3067	-3067
86.000000	140.64	140.64	-1374	-1374
86.500000	138.70	138.70	4230	4230
87.000000	133.75	133.75	-4066	-4066
87.500000	127.77	127.77	-0007	-0007
88.000000	122.39	122.39	0151	0151
88.500000	123.16	123.16	1697	1697
89.000000	118.99	118.99	-1196	-1196
89.500000	119.11	119.11	-0191	-0191
90.000000	114.83	114.83	0345	0345
90.500000	112.18	112.18	2716	2716
91.000000	136.74	136.74	-0018	-0018
91.500000	118.17	118.17	-4944	-4944
92.000000	123.39	123.39	-3535	-3535
92.500000	128.81	128.81	0862	0862
93.000000	133.41	133.41	-0142	-0142
93.500000	131.54	131.54	-1849	-1849
94.000000	136.84	136.84	-1018	-1018
94.500000	135.92	135.92	0202	0202
95.000000	140.47	140.47	-0514	-0514
95.500000	141.16	141.16	-2119	-2119
96.000000	138.03	138.03	1325	1325
96.500000	132.83	132.83	5249	5249
97.000000	127.05	127.05	2702	2702
97.500000	122.99	122.99	-1510	-1510
98.000000	119.35	119.35	0307	0307
98.500000	121.45	121.45	2089	2089
99.000000	116.33	116.33	-0885	-0885
99.500000	116.82	116.82	-0331	-0331
100.000000	112.77	112.77	0440	0440
100.500000	114.00	114.00	1370	1370
101.000000	118.38	118.38	-2455	-2455
101.500000	124.26	124.26	-5241	-5241
102.000000	129.06	129.06	-1683	-1683
102.500000	133.10	133.10	1899	1899
103.000000	130.22	130.22	-1627	-1627
103.500000	133.95	133.95	-2267	-2267
104.000000	138.89	138.89	-0691	-0691
104.500000	138.34	138.34	0592	0592
105.000000	141.23	141.23	-0170	-0170
105.500000	138.18	138.18	-0531	-0531
106.000000	132.81	132.81	3334	3334
106.500000	126.51	126.51	4954	4954
107.000000	122.62	122.62	0548	0548
107.500000	118.91	118.91	-2091	-2091
108.000000	118.02	118.02	1051	1051
108.500000	114.56	114.56	2302	2302
109.000000	114.92	114.92	0376	0376
109.500000	114.97	114.97	-0940	-0940
110.000000	113.77	113.77	-0204	-0204
110.500000	118.40	118.40	-0336	-0336
111.000000	124.77	124.77	-3876	-3876
111.500000	130.69	130.69	-0353	-0353
112.000000	133.09	133.09	0632	0632
112.500000	136.72	136.72	2109	2109
113.000000	136.00	136.00	-1584	-1584
113.500000	136.69	136.69	-2192	-2192
114.000000	139.93	139.93	0082	0082
114.500000	139.02	139.02	1325	1325
115.000000	138.29	138.29	0588	0588
115.500000	132.45	132.45	1122	1122
116.000000	125.92	125.92	4025	4025
116.500000	120.50	120.50	3456	3456
117.000000	119.90	119.90	-1671	-1671
117.500000	116.20	116.20	-1899	-1899
118.000000	118.15	118.15	2197	2197
118.500000	116.37	116.37	1934	1934
119.000000	114.22	114.22	-0700	-0700
119.500000	115.74	115.74	-1718	-1718
120.000000	118.35	118.35	-0905	-0905
120.500000	124.96	124.96	-1719	-1719
121.000000	131.03	131.03	-3841	-3841
121.500000	135.65	135.65	-2385	-2385
122.000000	134.69	134.69	2404	2404
122.500000	138.45	138.45	1424	1424
123.000000	135.88	135.88	-2757	-2757
123.500000	135.00	135.00	-1482	-1482
124.000000	139.27	139.27	1461	1461
124.500000	136.78	136.78	2088	2088
125.000000	132.57	132.57	1110	1110
125.500000	125.66	125.66	2059	2059
126.000000	120.41	120.41	3450	3450
126.500000	116.01	116.01	1304	1304
127.000000	118.76	118.76	-2781	-2781
127.500000	115.14	115.14	-0750	-0750
128.000000	117.83	117.83	3094	3094
128.500000	115.35	115.35	0801	0801
129.000000	115.73	115.73	-2251	-2251
129.500000	119.78	119.78	2379	2379
130.000000	124.86	124.86	-1185	-1185
130.500000	131.51	131.51	-2134	-2134
131.000000	135.84	135.84	-2948	-2948
131.500000	137.85	137.85	-0312	-0312
132.000000	135.89	135.89	2882	2882
132.500000	139.02	139.02	-0007	-0007
133.000000	136.49	136.49	-3116	-3116
133.500000	138.48	138.48	0085	0085
134.000000	136.61	136.61	3078	3078
134.500000	131.75	131.75	2505	2505
135.000000	125.52	125.52	1130	1130
135.500000	119.78	119.78	1964	1964
136.000000	116.29	116.29	2362	2362
136.500000	116.09	116.09	-0529	-0529
137.000000	117.51	117.51	-2786	-2786
137.500000	115.14	115.14	0753	0753
138.000000	117.48	117.48	2853	2853
138.500000	116.88	116.88	-1105	-1105
139.000000	119.75	119.75	-3717	-3717
139.500000	125.47	125.47	-2386	-2386
140.000000	132.08	132.08	-0942	-0942
140.500000	136.21	136.21	-1617	-1617
141.000000	139.04	139.04	-1710	-1710
141.500000	137.36	137.36	1160	1160
142.000000	136.85	136.85	2518	2518
142.500000	138.39	138.39	-1411	-1411
143.000000	136.09	136.09	-2291	-2291
143.500000	136.09	136.09	2178	2178
144.000000	131.36	131.36	4124	4124
144.500000	125.21	125.21	1951	1951
145.000000	118.72	118.72	0634	0634

145.50000	116.60	116.60	.1208	.1208
146.00000	114.32	114.32	- .1059	- .1059
146.50000	117.51	117.51	- .1537	- .1537
147.00000	117.05	117.05	- .2099	- .2099
147.50000	116.26	116.26	.1886	.1886
148.00000	118.81	118.81	.1517	.1517
148.50000	120.03	120.03	- .3223	- .3223
149.00000	125.86	125.86	- .4239	- .4239
149.50000	131.97	131.97	- .1346	- .1346
mínimos	66.46	66.46	- .5241	- .5241
máximos	142.74	142.74	11.0366	11.0366

CONDIÇÃO DE FRONTEIRA Nº 8

Tipo: reservatório

Cota: 127.00 m

Conduitas de ligação Índice Seção

1 7 40

2

3

4

Tempo (s)	Alturas piezom. (m) Conduital	Conduita2	Caudal (m³/s)
.00000	127.00	---	11.0000
.50000	127.00	---	11.0007
1.00000	127.00	---	11.0014
1.50000	127.00	---	11.0021
2.00000	127.00	---	11.0108
2.50000	127.00	---	11.0936
3.00000	127.00	---	8.9514
3.50000	127.00	---	8.5938
4.00000	127.00	---	8.3124
4.50000	127.00	---	7.1788
5.00000	127.00	---	6.0001
5.50000	127.00	---	5.6154
6.00000	127.00	---	5.0705
6.50000	127.00	---	5.2239
7.00000	127.00	---	5.0885
7.50000	127.00	---	4.7503
8.00000	127.00	---	4.7557
8.50000	127.00	---	4.6485
9.00000	127.00	---	4.5936
9.50000	127.00	---	3.9595
10.00000	127.00	---	2.9010
10.50000	127.00	---	2.8037
11.00000	127.00	---	2.3021
11.50000	127.00	---	1.5386
12.00000	127.00	---	.9027
12.50000	127.00	---	.5259
13.00000	127.00	---	-.2130
13.50000	127.00	---	-.5883
14.00000	127.00	---	-.4209
14.50000	127.00	---	-.1503
15.00000	127.00	---	.0656
15.50000	127.00	---	-.0534
16.00000	127.00	---	-.1831
16.50000	127.00	---	-.9320
17.00000	127.00	---	-.9055
17.50000	127.00	---	-.4142
18.00000	127.00	---	-.2175
18.50000	127.00	---	-.5892
19.00000	127.00	---	-.3373
19.50000	127.00	---	-.0736
20.00000	127.00	---	.0462
20.50000	127.00	---	.2115
21.00000	127.00	---	.4480
21.50000	127.00	---	1.0922
22.00000	127.00	---	.8435
22.50000	127.00	---	.2603
23.00000	127.00	---	-.2033
23.50000	127.00	---	-.5683
24.00000	127.00	---	-.2247
24.50000	127.00	---	-.0405
25.00000	127.00	---	-.2011
25.50000	127.00	---	-.3733
26.00000	127.00	---	-.6812
26.50000	127.00	---	-1.0821
27.00000	127.00	---	-.7032
27.50000	127.00	---	-.0995
28.00000	127.00	---	-.1812
28.50000	127.00	---	-.3352
29.00000	127.00	---	-.0894
29.50000	127.00	---	.1712
30.00000	127.00	---	.3590
30.50000	127.00	---	.4606
31.00000	127.00	---	.8116
31.50000	127.00	---	.9338
32.00000	127.00	---	.5272
32.50000	127.00	---	-.0139
33.00000	127.00	---	.1706
33.50000	127.00	---	.4931
34.00000	127.00	---	-.0549
34.50000	127.00	---	-.3010
35.00000	127.00	---	-.4871
35.50000	127.00	---	-.5041
36.00000	127.00	---	-.8460
36.50000	127.00	---	-.7922
37.00000	127.00	---	-.3698
37.50000	127.00	---	.0843
38.00000	127.00	---	-.1881
38.50000	127.00	---	-.4195
39.00000	127.00	---	.2109
39.50000	127.00	---	.4241
40.00000	127.00	---	.5833
40.50000	127.00	---	.5458
41.00000	127.00	---	.8328
41.50000	127.00	---	.6852
42.00000	127.00	---	-.2342
42.50000	127.00	---	-.1289
43.00000	127.00	---	-.2130
43.50000	127.00	---	-.3003
44.00000	127.00	---	-.3859
44.50000	127.00	---	-.5545
45.00000	127.00	---	-.6654
45.50000	127.00	---	-.5987
46.00000	127.00	---	-.7935
46.50000	127.00	---	-.5653
47.00000	127.00	---	-.0917
47.50000	127.00	---	-.1697
48.00000	127.00	---	-.2217
48.50000	127.00	---	-.1336
49.00000	127.00	---	-.5786
49.50000	127.00	---	-.6918
50.00000	127.00	---	-.7185



50.50000	127.00	---	.6292
51.00000	127.00	---	.7038
51.50000	127.00	---	.3973
52.00000	127.00	---	-.0545
52.50000	127.00	---	-.2022
53.00000	127.00	---	-.2188
53.50000	127.00	---	-.0673
54.00000	127.00	---	-.7495
54.50000	127.00	---	-.7978
55.00000	127.00	---	-.6821
55.50000	127.00	---	-.6001
56.00000	127.00	---	-.5574
56.50000	127.00	---	-.2059
57.00000	127.00	---	.1558
57.50000	127.00	---	.2177
58.00000	127.00	---	-.1926
58.50000	127.00	---	.2764
59.00000	127.00	---	.8712
59.50000	127.00	---	.8373
60.00000	127.00	---	.5655
60.50000	127.00	---	.5181
61.00000	127.00	---	.4032
61.50000	127.00	---	.0397
62.00000	127.00	---	-.2079
62.50000	127.00	---	-.2231
63.00000	127.00	---	.1280
63.50000	127.00	---	-.4748
64.00000	127.00	---	-.9454
64.50000	127.00	---	-.8080
65.00000	127.00	---	-.4296
65.50000	127.00	---	-.4168
66.00000	127.00	---	-.2772
66.50000	127.00	---	-.0794
67.00000	127.00	---	.2490
67.50000	127.00	---	.2368
68.00000	127.00	---	-.0223
68.50000	127.00	---	.6598
69.00000	127.00	---	.9856
69.50000	127.00	---	.7251
70.00000	127.00	---	.3073
70.50000	127.00	---	.3154
71.00000	127.00	---	-.1660
71.50000	127.00	---	-.1704
72.00000	127.00	---	-.3084
72.50000	127.00	---	-.2719
73.00000	127.00	---	-.1190
73.50000	127.00	---	-.8272
74.00000	127.00	---	-.9944
74.50000	127.00	---	-.5993
75.00000	127.00	---	-.1886
75.50000	127.00	---	-.2102
76.00000	127.00	---	-.0445
76.50000	127.00	---	.2515
77.00000	127.00	---	.3830
77.50000	127.00	---	.1558
78.00000	127.00	---	.2807
78.50000	127.00	---	.9552
79.00000	127.00	---	.9528
79.50000	127.00	---	.4216
80.00000	127.00	---	.0551
80.50000	127.00	---	.1078
81.00000	127.00	---	-.0860
81.50000	127.00	---	-.3148
82.00000	127.00	---	-.4519
82.50000	127.00	---	-.3522
83.00000	127.00	---	-.4385
83.50000	127.00	---	-1.0111
84.00000	127.00	---	-.8440
84.50000	127.00	---	-.2021
85.00000	127.00	---	.0833
85.50000	127.00	---	-.0334
86.00000	127.00	---	-.2036
86.50000	127.00	---	.3570
87.00000	127.00	---	.5055
87.50000	127.00	---	.3845
88.00000	127.00	---	.5691
88.50000	127.00	---	.9894
89.00000	127.00	---	.6720
89.50000	127.00	---	-.0212
90.00000	127.00	---	-.1970
90.50000	127.00	---	-.0053
91.00000	127.00	---	-.2962
91.50000	127.00	---	-.3982
92.00000	127.00	---	-.5513
92.50000	127.00	---	-.4216
93.00000	127.00	---	-.6570
93.50000	127.00	---	-.9081
94.00000	127.00	---	-.4628
94.50000	127.00	---	.2135
95.00000	127.00	---	.2682
95.50000	127.00	---	.0320
96.00000	127.00	---	.3744
96.50000	127.00	---	.4597
97.00000	127.00	---	.5990
97.50000	127.00	---	.4594
98.00000	127.00	---	.6965
98.50000	127.00	---	.7857
99.00000	127.00	---	.2357
99.50000	127.00	---	-.3707
100.00000	127.00	---	-.3024
100.50000	127.00	---	-.0754
101.00000	127.00	---	-.4513
101.50000	127.00	---	-.5408
102.00000	127.00	---	-.6426
102.50000	127.00	---	-.4847
103.00000	127.00	---	-.6821
103.50000	127.00	---	-.6269
104.00000	127.00	---	-.0032
104.50000	127.00	---	.5035
105.00000	127.00	---	.3067
105.50000	127.00	---	.1414
106.00000	127.00	---	.5239
106.50000	127.00	---	.6215
107.00000	127.00	---	.6605
107.50000	127.00	---	.4825
108.00000	127.00	---	.6115
108.50000	127.00	---	.4295
109.00000	127.00	---	-.2192
109.50000	127.00	---	-.6097
110.00000	127.00	---	-.2786
110.50000	127.00	---	-.2158
111.00000	127.00	---	-.5845
111.50000	127.00	---	-.6807
112.00000	127.00	---	-.6377
112.50000	127.00	---	-.4446
113.00000	127.00	---	-.4911
113.50000	127.00	---	-.2055
114.00000	127.00	---	-.4080

114.50000	127.00	---	.6736
115.00000	127.00	---	-.2217
115.50000	127.00	---	-.2882
116.00000	127.00	---	-.6387
116.50000	127.00	---	-.7086
117.00000	127.00	---	-.5735
117.50000	127.00	---	-.3705
118.00000	127.00	---	-.3392
118.50000	127.00	---	-.0206
119.00000	127.00	---	-.5455
119.50000	127.00	---	-.6865
120.00000	127.00	---	-.1617
120.50000	127.00	---	-.3622
121.00000	127.00	---	-.6939
121.50000	127.00	---	-.7032
122.00000	127.00	---	-.4749
122.50000	127.00	---	-.2651
123.00000	127.00	---	-.1748
123.50000	127.00	---	-.2249
124.00000	127.00	---	-.6368
124.50000	127.00	---	-.6571
125.00000	127.00	---	-.1276
125.50000	127.00	---	-.4453
126.00000	127.00	---	-.7446
126.50000	127.00	---	-.6603
127.00000	127.00	---	-.3450
127.50000	127.00	---	-.1340
128.00000	127.00	---	-.0082
128.50000	127.00	---	-.3935
129.00000	127.00	---	-.6975
129.50000	127.00	---	-.6019
130.00000	127.00	---	-.1300
130.50000	127.00	---	-.5314
131.00000	127.00	---	-.7719
131.50000	127.00	---	-.5739
132.00000	127.00	---	-.1871
132.50000	127.00	---	-.0127
133.00000	127.00	---	-.1555
133.50000	127.00	---	-.5186
134.00000	127.00	---	-.7359
134.50000	127.00	---	-.5272
135.00000	127.00	---	-.1577
135.50000	127.00	---	-.6063
136.00000	127.00	---	-.7578
136.50000	127.00	---	-.4401
137.00000	127.00	---	-.0077
137.50000	127.00	---	-.1583
138.00000	127.00	---	-.3078
138.50000	127.00	---	-.5927
139.00000	127.00	---	-.7463
139.50000	127.00	---	-.4399
140.00000	127.00	---	-.1952
140.50000	127.00	---	-.6579
141.00000	127.00	---	-.6953
141.50000	127.00	---	-.2658
142.00000	127.00	---	-.1788
142.50000	127.00	---	-.2835
143.00000	127.00	---	-.4351
143.50000	127.00	---	-.6179
144.00000	127.00	---	-.7245
144.50000	127.00	---	-.3531
145.00000	127.00	---	-.2353
145.50000	127.00	---	-.6830
146.00000	127.00	---	-.5850
146.50000	127.00	---	-.0625
147.00000	127.00	---	-.3547
147.50000	127.00	---	-.3759
148.00000	127.00	---	-.5258
148.50000	127.00	---	-.6097
149.00000	127.00	---	-.6774
149.50000	127.00	---	-.2847
mínimos	127.00	---	-1.0821
máximos	127.00	---	11.0936

### 3. SISTEMA COM RESERVATÓRIO UNIDIRECIONAL

#### 3.1. FICHEIRO DE DADOS

FICHEIRO DE RESULTADOS - s02pro1.ER0 - 5/ 5/\*\* [17:16]

ERTEP - ESTUDO DE REGIMES TRANSITÓRIOS EM ESCOAMENTOS SOB PRESSÃO - COBA / A. Pereira da Silva

- Ficheiro de Dados -

Descrição do caso em estudo:

1. EIXO CASTANHÃO-FORTALEZA - CAPTA +0 D'--GUA
2. ESTUDO DOS REGIMES TRANSITÓRIOS
3. PARAGEM DOS GRUPOS - COM PROTE +0

+  
+

CONDUTAS ( 7 )

Nº	Condições de montante	Fronteira jusante	Comprimento (m)	Diâmetro (m)	Rugosidade absoluta (mm)	Celeridade (m/s)	C.cavitação C0(m²)(>=0)	Separação (0/1-N/S)
+++	+++	+++	+++++.++	+++.+++	++++.+++	+++++.++	++++.	+
1	1	2	188.00	3.700	.100	1000.0	-1.	0.
2	2	3	20.00	2.500	.100	1000.0	-1.	0.
3	3	4	773.00	2.500	.100	1000.0	-1.	0.
4	4	5	50.00	2.200	.100	1000.0	-1.	0.
5	5	6	50.00	2.200	.100	1000.0	-1.	0.
6	6	7	456.00	2.200	.100	1000.0	-1.	0.
7	7	8	1954.00	2.500	.100	1000.0	-1.	0.

+  
+

CONDIÇÕES DE FRONTEIRA ( 8 )

1. Reservatórios ( 2 )

Nº	Índice do nó	Cota da sup. (m)	Amplitude de oscilação(m)	Frequência (rad/s)	Coef. perda de carga
+++	+++	+++++.+++	+++++.++	+++.	++++.++++
1	1	71.00	.00	.000	.0000
2	8	127.00	.00	.000	.0000

2. Juntas entre condutas ( 3 )

Nº	Índice do nó	Coef. perda de carga
+++	+++	++++.++++
1	2	.1000
2	3	.1000
3	6	.1000

3. Intersecções de condutas ( 0 )

Nº	Índice do nó	Coef. perda de carga	Nº de condutas
+++	+++	++++.++++	+

4. Bombas centrífugas ( 1 )

Nº	Índice do nó	Características nominais H(m) Q(m³/s) N(rpm)	Inércia-PD² niu(-) (x10³ N.m²)	Coef. perda no "by-pass"	Fecho (1) Arranq(2)	VÁLVULA: Coef. Coef. vazão Em	Manobra (s) duração	instante	Cota do Res. (<0 => Não)	
+++	+++	++++.++	++++.++	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.	+++.	
1	4	63.0 11.0000	725.	.85	300.000	-1.0	1.	100.0 1.0	999.0 .0	+++.

5. Chaminés de equilíbrio ( 0 )

Nº	Índice do nó	Secção (m²)	Cotas limite (m) máximo mínimo	Coefficiente de vazão entrada saída		
+++	+++	+++.	++++.++	++++.++	+++.	+++.

6. Reservatórios unidirecionais( 1 )

Nº	Índice do nó	Secção (m²)	Cotas limite (m) máximo mínimo	Coefficiente de vazão entrada saída		
+++	+++	+++.	++++.++	++++.++	+++.	+++.
1	7	72.00	109.50 106.00	10.000	10.000	

7. R.A.C.s ( 0 )

Nº	Índice do nó	Secção (m²)	Capacidade (m³)	Coefficiente de vazão entrada saída	Cota piezom. inicial (m)	Volume de ar inicial (m³)	Cota mínima da água (m)
+++	+++	+++.	++++.++	+++.	++++.++	+++.	++++.++

8. Válvulas de seccionamento ( 0 )

Nº	Índice do nó	Tempo de manobra (s)	Coefficiente Em	Coefficiente de vazão	Cota (m)	Aberta (1) Fechada (2)	Instante de manobra (s)	Diâmetro nominal (m)
+++	+++	++++.++	++.++	+++..+++	++++.++	+	++++.++	++.+++

9. Válvulas de retenção ( 1 )

Nº	Índice do nó	Tipo (0=ideal)	Velocidade crítica(m/s)	Coefficiente de vazão	Diâmetro nominal (m)
+++	+++	+	+++..+++	+++..+++	++.+++
1	4	0.	.000	99.000	2.200

10. Ventosas ( 0 )

Nº	Índice do nó	Coef. vazão entrada	Diâmetro de entrada	Coef. vazão saída	Diâmetro de saída	Cota (m)
+++	+++	+++..+++	++.+++	+++..+++	++.+++	++++.++

11. Válvulas de alívio ( 0 )

Nº	Índice do nó	Pressão máx. (m)	Cota topogr. (m)	Coefficiente de vazão	Diâmetro nominal (m)
+++	+++	++++.++	++++.++	+++..+++	++.+++

12. Válvulas de flutuador ( 0 )

Nº	Índice do nó	Diâmetro (m)	Fecho 0 (m) Cota Pressão	Fecho 1 (m) Cota Pressão	Área do tanque (m²)	Cota inicial (m)	Cota máxima (m)	Caudal saído (m³/s)
+++	+++	++.++	+++.+	+++.+	+++.+	+++.+	+++.+	+++..+++

13. Hidrantes ( 0 )

Nº	Índice do nó	Q nominal (m³/s)	Cota (m)	Aberto (1) Fechado (2)	Pressão mínima (m)	Tempo de fecho (s)
+++	+++	++.++++	++++.++	+	++++.++	++++.++

+  
+

ALTIMETRIA DAS CONDUTAS

Nº	Distância Cota (m)	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.	++++.
+++	+++	++++.+	++++.+	++++.+	++++.+	++++.+	++++.+	++++.+	++++.+	++++.+	++++.+	++++.+	++++.+	++++.+	++++.+	++++.+	++++.+	++++.+
1	0.	17.	30.	183.	188.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	58.7	58.7	58.3	58.0	58.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2	0.	20.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	58.0	58.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3	0.	166.	536.	773.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	58.0	52.5	48.1	66.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4	0.	40.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	66.7	62.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
5	0.	40.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	62.5	66.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6	0.	77.	246.	456.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	66.7	71.2	96.4	104.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7	0.	762.	1029.	1154.	1280.	1600.	1954.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	104.9	98.7	108.1	108.1	115.0	118.0	123.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0

+  
+

REGIME PERMANENTE

Conduta Nº	Cotas piezométricas (m)		Caudais (m³/s)	
	montante	jusante	montante	jusante
+++	++++.++	++++.++	++++.+++	++++.+++
1	71.00	70.35	11.0000	11.0000
2	69.95	69.80	11.0000	11.0000
3	69.70	68.60	11.0000	11.0000
4	132.60	132.10	11.0000	11.0000
5	132.00	131.90	11.0000	11.0000
6	131.90	129.20	11.0000	11.0000
7	129.20	127.00	11.0000	11.0000

+  
+

TEMPO DE CÁLCULO

Intervalo de tempo = +++++.++ 149.90 seg.; dt = +++++.+++ .05000 seg.; Intervalo entre saídas = +

+  
+

GRÁFICO DE CÁLCULO

Número da conduta..... 6  
 Secção (índice)..... 99  
 Cotas piezométricas (m) - mínimo..... .00  
 - máximo..... 199.00  
 Caudais (m³/s) - mínimo..... .0000  
 - máximo..... 20.0000

### 3.2. REGIME PERMANENTE INICIAL

REGIME PERMANENTE INICIAL

Índices Cond. Sec.	Posição (m)	Altura piez (m)	Pressão (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
1 1	.00	71.00	12.30	11.0000
1 2	62.67	70.78	12.55	11.0000
1 3	125.33	70.57	12.45	11.0000
1 4	188.00	70.35	12.35	11.0000
2 1	.00	69.95	11.95	11.0000
2 2	20.00	69.80	11.80	11.0000
3 1	.00	69.70	11.70	11.0000
3 2	51.53	69.63	13.33	11.0000
3 3	103.07	69.55	14.97	11.0000
3 4	154.60	69.48	16.60	11.0000
3 5	206.13	69.41	17.38	11.0000
3 6	257.67	69.33	17.92	11.0000
3 7	309.20	69.26	18.46	11.0000
3 8	360.73	69.19	19.00	11.0000
3 9	412.27	69.11	19.54	11.0000
3 10	463.80	69.04	20.08	11.0000
3 11	515.33	68.97	20.62	11.0000
3 12	566.87	68.89	18.37	11.0000
3 13	618.40	68.82	14.25	11.0000
3 14	669.93	68.75	10.14	11.0000
3 15	721.47	68.67	6.02	11.0000
3 16	773.00	68.60	1.90	11.0000
4 1	.00	132.60	65.90	11.0000
4 2	50.00	132.10	132.10	11.0000
5 1	.00	132.00	69.50	11.0000
5 2	50.00	131.90	131.90	11.0000
6 1	.00	131.90	65.20	11.0000
6 2	50.67	131.60	61.94	11.0000
6 3	101.33	131.30	56.47	11.0000
6 4	152.00	131.00	48.62	11.0000
6 5	202.67	130.70	40.76	11.0000
6 6	253.33	130.40	33.70	11.0000
6 7	304.00	130.10	31.35	11.0000
6 8	354.67	129.80	29.00	11.0000
6 9	405.33	129.50	26.65	11.0000
6 10	456.00	129.20	24.30	11.0000
7 1	.00	129.20	24.30	11.0000
7 2	50.10	129.14	24.65	11.0000
7 3	100.21	129.09	25.00	11.0000
7 4	150.31	129.03	25.35	11.0000
7 5	200.41	128.97	25.70	11.0000
7 6	250.51	128.92	26.06	11.0000
7 7	300.62	128.86	26.41	11.0000
7 8	350.72	128.81	26.76	11.0000
7 9	400.82	128.75	27.11	11.0000
7 10	450.92	128.69	27.46	11.0000
7 11	501.03	128.64	27.81	11.0000
7 12	551.13	128.58	28.16	11.0000
7 13	601.23	128.52	28.51	11.0000
7 14	651.33	128.47	28.87	11.0000
7 15	701.44	128.41	29.22	11.0000
7 16	751.54	128.35	29.57	11.0000
7 17	801.64	128.30	28.20	11.0000
7 18	851.74	128.24	26.38	11.0000
7 19	901.85	128.18	24.56	11.0000
7 20	951.95	128.13	22.74	11.0000
7 21	1002.05	128.07	20.92	11.0000
7 22	1052.15	128.02	19.92	11.0000
7 23	1102.26	127.96	19.86	11.0000
7 24	1152.36	127.90	19.80	11.0000
7 25	1202.46	127.85	17.09	11.0000
7 26	1252.56	127.79	14.29	11.0000
7 27	1302.67	127.73	12.52	11.0000
7 28	1352.77	127.68	11.99	11.0000
7 29	1402.87	127.62	11.47	11.0000
7 30	1452.97	127.56	10.94	11.0000
7 31	1503.08	127.51	10.42	11.0000
7 32	1553.18	127.45	9.89	11.0000
7 33	1603.28	127.39	9.35	11.0000
7 34	1653.38	127.34	8.57	11.0000
7 35	1703.49	127.28	7.79	11.0000
7 36	1753.59	127.23	7.01	11.0000
7 37	1803.69	127.17	6.23	11.0000
7 38	1853.79	127.11	5.46	11.0000
7 39	1903.90	127.06	4.68	11.0000
7 40	1954.00	127.00	3.90	11.0000



### 3.4. RESULTADOS NAS CONDIÇÕES DE FRONTEIRA

NOTAS: 1 = RESERVATÓRIO  
2 = JUNTA  
3 = BOMBAS  
4 = VÁLVULA DE RETENÇÃO  
5 = JUNTA  
6 = RESERVATÓRIO UNIDIRECIONAL  
7 = RESERVATÓRIO

CONDIÇÃO DE FRONTEIRA Nº 1  
Tipo: reservatório  
Cota: 58.70 m  
Conduitas de ligação Índice Seção  
1 1  
2  
3  
4

Tempo (s)	Alturas piezom.(m)		Caudal (m³/s)
	Conduta1	Conduta2	
.00000	71.00	---	11.0000
.50000	71.00	---	11.0821
1.00000	71.00	---	10.4376
1.50000	71.00	---	8.8553
2.00000	71.00	---	8.8237
2.50000	71.00	---	8.0847
3.00000	71.00	---	7.9165
3.50000	71.00	---	7.8240
4.00000	71.00	---	6.7423
4.50000	71.00	---	5.4291
5.00000	71.00	---	5.5613
5.50000	71.00	---	4.7247
6.00000	71.00	---	4.9690
6.50000	71.00	---	4.6364
7.00000	71.00	---	3.4463
7.50000	71.00	---	2.9005
8.00000	71.00	---	2.6978
8.50000	71.00	---	2.1990
9.00000	71.00	---	2.5089
9.50000	71.00	---	1.8797
10.00000	71.00	---	1.0383
10.50000	71.00	---	.5993
11.00000	71.00	---	.2052
11.50000	71.00	---	.1451
12.00000	71.00	---	-.2492
12.50000	71.00	---	-.1774
13.00000	71.00	---	-.2632
13.50000	71.00	---	-.1082
14.00000	71.00	---	-.1746
14.50000	71.00	---	.1934
15.00000	71.00	---	.3474
15.50000	71.00	---	-.0042
16.00000	71.00	---	-.1618
16.50000	71.00	---	-.3498
17.00000	71.00	---	-.2971
17.50000	71.00	---	-.0565
18.00000	71.00	---	-.1237
18.50000	71.00	---	-.4545
19.00000	71.00	---	-.1507
19.50000	71.00	---	-.0305
20.00000	71.00	---	.0202
20.50000	71.00	---	-.4535
21.00000	71.00	---	-.0579
21.50000	71.00	---	-.0062
22.00000	71.00	---	.0985
22.50000	71.00	---	.3931
23.00000	71.00	---	-.0225
23.50000	71.00	---	-.0554
24.00000	71.00	---	-.1772
24.50000	71.00	---	-.3371
25.00000	71.00	---	.0162
25.50000	71.00	---	.1293
26.00000	71.00	---	.1944
26.50000	71.00	---	.2927
27.00000	71.00	---	-.0906
27.50000	71.00	---	-.1703
28.00000	71.00	---	-.1952
28.50000	71.00	---	-.2459
29.00000	71.00	---	.1715
29.50000	71.00	---	.1715
30.00000	71.00	---	.2036
30.50000	71.00	---	.1707
31.00000	71.00	---	-.2344
31.50000	71.00	---	-.1679
32.00000	71.00	---	-.2067
32.50000	71.00	---	-.0749
33.00000	71.00	---	.2682
33.50000	71.00	---	.1675
34.00000	71.00	---	.1786
34.50000	71.00	---	-.0188
35.00000	71.00	---	-.2847
35.50000	71.00	---	-.1618
36.00000	71.00	---	-.2453
36.50000	71.00	---	-.0917
37.00000	71.00	---	.2920
37.50000	71.00	---	.1372
38.00000	71.00	---	.0662
38.50000	71.00	---	-.1508
39.00000	71.00	---	-.2911
39.50000	71.00	---	-.0956
40.00000	71.00	---	-.0106
40.50000	71.00	---	.2014
41.00000	71.00	---	.2712
41.50000	71.00	---	.0440
42.00000	71.00	---	-.0429
42.50000	71.00	---	-.2417
43.00000	71.00	---	-.2313
43.50000	71.00	---	.0077
44.00000	71.00	---	.0936
44.50000	71.00	---	.2618
45.00000	71.00	---	.1764
45.50000	71.00	---	-.0580

46.00000	71.00	---	- 1398
46.50000	71.00	---	- 2602
47.00000	71.00	---	- 1162
47.50000	71.00	---	- 1065
48.00000	71.00	---	- 1738
48.50000	71.00	---	- 2393
49.00000	71.00	---	- 0523
49.50000	71.00	---	- 1524
50.00000	71.00	---	- 1924
50.50000	71.00	---	- 2046
51.00000	71.00	---	- 0132
51.50000	71.00	---	- 1892
52.00000	71.00	---	- 1942
52.50000	71.00	---	- 1582
53.00000	71.00	---	- 0780
53.50000	71.00	---	- 2133
54.00000	71.00	---	- 1819
54.50000	71.00	---	- 1031
55.00000	71.00	---	- 1361
55.50000	71.00	---	- 2224
56.00000	71.00	---	- 1568
56.50000	71.00	---	- 0416
57.00000	71.00	---	- 1838
57.50000	71.00	---	- 2181
58.00000	71.00	---	- 1204
58.50000	71.00	---	- 0208
59.00000	71.00	---	- 2175
59.50000	71.00	---	- 2000
60.00000	71.00	---	- 0742
60.50000	71.00	---	- 0796
61.00000	71.00	---	- 2367
61.50000	71.00	---	- 1697
62.00000	71.00	---	- 0224
62.50000	71.00	---	- 1300
63.00000	71.00	---	- 2403
63.50000	71.00	---	- 1278
64.00000	71.00	---	- 0310
64.50000	71.00	---	- 1699
65.00000	71.00	---	- 2288
65.50000	71.00	---	- 0778
66.00000	71.00	---	- 0815
66.50000	71.00	---	- 1967
67.00000	71.00	---	- 2022
67.50000	71.00	---	- 0229
68.00000	71.00	---	- 1263
68.50000	71.00	---	- 2093
69.00000	71.00	---	- 1632
69.50000	71.00	---	- 0326
70.00000	71.00	---	- 1620
70.50000	71.00	---	- 1064
71.00000	71.00	---	- 1143
71.50000	71.00	---	- 0856
72.00000	71.00	---	- 1865
72.50000	71.00	---	- 1891
73.00000	71.00	---	- 0594
73.50000	71.00	---	- 1324
74.00000	71.00	---	- 1977
74.50000	71.00	---	- 1585
75.00000	71.00	---	- 0019
75.50000	71.00	---	- 1703
76.00000	71.00	---	- 1951
76.50000	71.00	---	- 1176
77.00000	71.00	---	- 0542
77.50000	71.00	---	- 1963
78.00000	71.00	---	- 1789
78.50000	71.00	---	- 0692
79.00000	71.00	---	- 1054
79.50000	71.00	---	- 2093
80.00000	71.00	---	- 1506
80.50000	71.00	---	- 0169
81.00000	71.00	---	- 1482
81.50000	71.00	---	- 2081
82.00000	71.00	---	- 1121
82.50000	71.00	---	- 0359
83.00000	71.00	---	- 1800
83.50000	71.00	---	- 1934
84.00000	71.00	---	- 0663
84.50000	71.00	---	- 0851
85.00000	71.00	---	- 1988
85.50000	71.00	---	- 1660
86.00000	71.00	---	- 0162
86.50000	71.00	---	- 1277
87.00000	71.00	---	- 2039
87.50000	71.00	---	- 1282
88.00000	71.00	---	- 0345
88.50000	71.00	---	- 1605
89.00000	71.00	---	- 1949
89.50000	71.00	---	- 0824
90.00000	71.00	---	- 0825
90.50000	71.00	---	- 1818
91.00000	71.00	---	- 1729
91.50000	71.00	---	- 0320
92.00000	71.00	---	- 1243
92.50000	71.00	---	- 1900
93.00000	71.00	---	- 1396
93.50000	71.00	---	- 0199
94.00000	71.00	---	- 1573
94.50000	71.00	---	- 1850
95.00000	71.00	---	- 0975
95.50000	71.00	---	- 0694
96.00000	71.00	---	- 1792
96.50000	71.00	---	- 1672
97.00000	71.00	---	- 0495
97.50000	71.00	---	- 1135
98.00000	71.00	---	- 1889
98.50000	71.00	---	- 1382
99.00000	71.00	---	- 0008
99.50000	71.00	---	- 1492
100.00000	71.00	---	- 1855
100.50000	71.00	---	- 0999
101.00000	71.00	---	- 0502
101.50000	71.00	---	- 1743
102.00000	71.00	---	- 1697
102.50000	71.00	---	- 0554
103.00000	71.00	---	- 0951
103.50000	71.00	---	- 1873
104.00000	71.00	---	- 1426
104.50000	71.00	---	- 0076
105.00000	71.00	---	- 1328
105.50000	71.00	---	- 1874
106.00000	71.00	---	- 1052
106.50000	71.00	---	- 0400
107.00000	71.00	---	- 1607
107.50000	71.00	---	- 1749
108.00000	71.00	---	- 0632
108.50000	71.00	---	- 0843
109.00000	71.00	---	- 1771
109.50000	71.00	---	- 1509



110.00000	71.00	---	-.0164
110.50000	71.00	---	-.1221
111.00000	71.00	---	-.1811
111.50000	71.00	---	-.1171
112.00000	71.00	---	-.0308
112.50000	71.00	---	-.1511
113.00000	71.00	---	-.1726
113.50000	71.00	---	-.0759
114.00000	71.00	---	-.0752
114.50000	71.00	---	-.1693
115.00000	71.00	---	-.1525
115.50000	71.00	---	-.0304
116.00000	71.00	---	-.1140
116.50000	71.00	---	-.1757
117.00000	71.00	---	-.1223
117.50000	71.00	---	-.0165
118.00000	71.00	---	-.1445
118.50000	71.00	---	-.1700
119.00000	71.00	---	-.0842
119.50000	71.00	---	-.0614
120.00000	71.00	---	-.1647
120.50000	71.00	---	-.1528
121.00000	71.00	---	-.0410
121.50000	71.00	---	-.1014
122.00000	71.00	---	-.1735
122.50000	71.00	---	-.1253
123.00000	71.00	---	-.0043
123.50000	71.00	---	-.1338
124.00000	71.00	---	-.1705
124.50000	71.00	---	-.0898
125.00000	71.00	---	-.0486
125.50000	71.00	---	-.1566
126.00000	71.00	---	-.1559
126.50000	71.00	---	-.0486
127.00000	71.00	---	-.0889
127.50000	71.00	---	-.1684
128.00000	71.00	---	-.1311
128.50000	71.00	---	-.0048
129.00000	71.00	---	-.1224
129.50000	71.00	---	-.1686
130.00000	71.00	---	-.0977
130.50000	71.00	---	-.0388
131.00000	71.00	---	-.1471
131.50000	71.00	---	-.1573
132.00000	71.00	---	-.0582
132.50000	71.00	---	-.0791
133.00000	71.00	---	-.1614
133.50000	71.00	---	-.1355
134.00000	71.00	---	-.0154
134.50000	71.00	---	-.1135
135.00000	71.00	---	-.1644
135.50000	71.00	---	-.1049
136.00000	71.00	---	-.0278
136.50000	71.00	---	-.1396
137.00000	71.00	---	-.1561
137.50000	71.00	---	-.0676
138.00000	71.00	---	-.0684
138.50000	71.00	---	-.1558
139.00000	71.00	---	-.1374
139.50000	71.00	---	-.0263
140.00000	71.00	---	-.1038
140.50000	71.00	---	-.1612
141.00000	71.00	---	-.1095
141.50000	71.00	---	-.0161
142.00000	71.00	---	-.1315
142.50000	71.00	---	-.1556
143.00000	71.00	---	-.0746
143.50000	71.00	---	-.0567
144.00000	71.00	---	-.1499
144.50000	71.00	---	-.1395
145.00000	71.00	---	-.0352
145.50000	71.00	---	-.0928
146.00000	71.00	---	-.1579
146.50000	71.00	---	-.1141
147.00000	71.00	---	-.0060
147.50000	71.00	---	-.1220
148.00000	71.00	---	-.1550
148.50000	71.00	---	-.0814
149.00000	71.00	---	-.0452
149.50000	71.00	---	-.1425
mínimos	71.00	---	-.4535
máximos	71.00	---	11.0821

CONDIÇÃO DE FRONTEIRA Nº 2

Tipo: junta

Cota: 58,00 m

Condutas de ligação Índice Seção

1 1

2 2 1

3 4

4

Tempo (s)	Alturas piezom.(m)		Caudal (m³/s)	
	Conduta1	Conduta2	Conduta1	Conduta2
.00000	70.35	69.95	11.0000	11.0000
.50000	71.15	71.15	11.0802	11.0802
1.00000	81.19	81.19	9.9749	9.9749
1.50000	69.08	69.08	8.9317	8.9317
2.00000	74.38	74.38	8.7182	8.7182
2.50000	71.45	71.45	8.1602	8.1602
3.00000	70.76	70.76	7.9977	7.9977
3.50000	74.64	74.64	7.6308	7.6308
4.00000	74.65	74.65	6.5373	6.5373
4.50000	71.89	71.89	5.6655	5.6655
5.00000	73.14	73.14	5.4196	5.4196
5.50000	71.42	71.42	4.9079	4.9079
6.00000	71.52	71.52	4.9308	4.9308
6.50000	72.99	72.99	4.5677	4.5677
7.00000	74.10	74.10	3.5953	3.5953
7.50000	73.04	73.04	2.9224	2.9224
8.00000	71.66	71.66	2.6304	2.6304
8.50000	72.34	72.34	2.2747	2.2747
9.00000	70.27	70.27	2.3804	2.3804
9.50000	73.99	73.99	1.9423	1.9423
10.00000	74.36	74.36	1.0839	1.0839
10.50000	71.85	71.85	.5661	.5661
11.00000	72.02	72.02	.2408	.2408
11.50000	70.97	70.97	.1221	.1221
12.00000	70.32	70.32	-.2162	-.2162
12.50000	74.71	74.71	-.2136	-.2136
13.00000	68.51	68.51	-.2796	-.2796
13.50000	72.14	72.14	-.1216	-.1216
14.00000	70.14	70.14	-.1445	-.1445
14.50000	69.17	69.17	-.2407	-.2407

15.00000	73.17	73.17	.2748	.2748
15.50000	69.80	69.80	-.0726	-.0726
16.00000	72.45	72.45	.0919	.0919
16.50000	71.64	71.64	-.2902	-.2902
17.00000	69.80	69.80	-.2369	-.2369
17.50000	71.41	71.41	-.0378	-.0378
18.00000	69.78	69.78	-.0327	-.0327
18.50000	70.44	70.44	-.3366	-.3366
19.00000	72.06	72.06	.1748	.1748
19.50000	71.14	71.14	-.0050	-.0050
20.00000	71.84	71.84	-.0536	-.0536
20.50000	71.64	71.64	-.3558	-.3558
21.00000	69.43	69.43	-.1140	-.1140
21.50000	70.10	70.10	-.0280	-.0280
22.00000	70.18	70.18	.1276	.1276
22.50000	70.71	70.71	.3321	.3321
23.00000	72.78	72.78	.0558	.0558
23.50000	70.47	70.47	-.0728	-.0728
24.00000	72.06	72.06	-.1779	-.1779
24.50000	70.73	70.73	-.2944	-.2944
25.00000	69.53	69.53	-.0018	-.0018
25.50000	71.54	71.54	.1176	.1176
26.00000	69.89	69.89	.2020	.2020
26.50000	71.90	71.90	-.2484	-.2484
27.00000	72.05	72.05	-.0623	-.0623
27.50000	70.73	70.73	-.1572	-.1572
28.00000	71.78	71.78	-.2129	-.2129
28.50000	69.87	69.87	-.1942	-.1942
29.00000	70.20	70.20	.1270	.1270
29.50000	71.17	71.17	.1793	.1793
30.00000	70.64	70.64	.2085	.2085
30.50000	72.44	72.44	.1247	.1247
31.00000	71.68	71.68	-.1833	-.1833
31.50000	70.70	70.70	-.1888	-.1888
32.00000	71.13	71.13	-.1913	-.1913
32.50000	69.86	69.86	-.0499	-.0499
33.00000	70.48	70.48	.2221	.2221
33.50000	71.47	71.47	.1866	.1866
34.00000	70.96	70.96	-.1568	-.1568
34.50000	72.22	72.22	-.0252	-.0252
35.00000	71.24	71.24	-.2483	-.2483
35.50000	70.47	70.47	-.1752	-.1752
36.00000	70.91	70.91	-.1098	-.1098
36.50000	69.77	69.77	-.0918	-.0918
37.00000	71.10	71.10	.2606	.2606
37.50000	71.52	71.52	.1488	.1488
38.00000	71.27	71.27	.0537	.0537
38.50000	72.09	72.09	-.1492	-.1492
39.00000	70.63	70.63	-.2596	-.2596
39.50000	70.49	70.49	-.1104	-.1104
40.00000	70.59	70.59	.0027	.0027
40.50000	70.15	70.15	.1937	.1937
41.00000	71.55	71.55	.2417	.2417
41.50000	71.54	71.54	.0625	.0625
42.00000	71.46	71.46	-.0575	-.0575
42.50000	71.60	71.60	-.2251	-.2251
43.00000	70.31	70.31	-.2094	-.2094
43.50000	70.44	70.44	-.0112	-.0112
44.00000	70.58	70.58	.1067	.1067
44.50000	70.62	70.62	.2395	.2395
45.00000	71.83	71.83	.1637	.1637
45.50000	71.83	71.83	-.0416	-.0416
46.00000	71.35	71.35	-.1487	-.1487
46.50000	71.15	71.15	-.2370	-.2370
47.00000	70.05	70.05	-.1100	-.1100
47.50000	70.56	70.56	.0919	.0919
48.00000	70.74	70.74	.1784	.1784
48.50000	71.09	71.09	.2173	.2173
49.00000	71.99	71.99	.0506	.0506
49.50000	71.32	71.32	-.1375	-.1375
50.00000	71.16	71.16	-.1945	-.1945
50.50000	70.69	70.69	-.1841	-.1841
51.00000	70.04	70.04	.0100	.0100
51.50000	70.81	70.81	.1739	.1739
52.00000	70.97	70.97	.1953	.1953
52.50000	71.49	71.49	.1394	.1394
53.00000	71.87	71.87	-.0694	-.0694
53.50000	71.06	71.06	-.1991	-.1991
54.00000	70.88	70.88	-.1823	-.1823
54.50000	70.38	70.38	-.0869	-.0869
55.00000	70.25	70.25	.1227	.1227
55.50000	71.09	71.09	.2106	.2106
56.00000	71.26	71.26	.1559	.1559
56.50000	71.68	71.68	.0294	.0294
57.00000	71.60	71.60	-.1671	-.1671
57.50000	70.75	70.75	-.2086	-.2086
58.00000	70.63	70.63	-.1189	-.1189
58.50000	70.30	70.30	.0283	.0283
59.00000	70.58	70.58	.1990	.1990
59.50000	71.39	71.39	.1927	.1927
60.00000	71.44	71.44	.0731	.0731
60.50000	71.67	71.67	-.0826	-.0826
61.00000	71.22	71.22	-.2176	-.2176
61.50000	70.48	70.48	-.1646	-.1646
62.00000	70.52	70.52	-.0226	-.0226
62.50000	70.41	70.41	.1292	.1292
63.00000	70.99	70.99	.2213	.2213
63.50000	71.61	71.61	.1255	.1255
64.00000	71.49	71.49	-.0294	-.0294
64.50000	71.47	71.47	-.1660	-.1660
65.00000	70.81	70.81	-.2107	-.2107
65.50000	70.34	70.34	-.0786	-.0786
66.00000	70.54	70.54	.0786	.0786
66.50000	70.68	70.68	.1900	.1900
67.00000	71.37	71.37	.1862	.1862
67.50000	71.68	71.68	.0268	.0268
68.00000	71.39	71.39	-.1222	-.1222
68.50000	71.19	71.19	-.2006	-.2006
69.00000	70.45	70.45	-.1501	-.1501
69.50000	70.34	70.34	.0261	.0261
70.00000	70.71	70.71	.1567	.1567
70.50000	71.02	71.02	.1966	.1966
71.00000	71.62	71.62	.1046	.1046
71.50000	71.60	71.60	-.0768	-.0768
72.00000	71.16	71.16	-.1804	-.1804
72.50000	70.82	70.82	-.1792	-.1792
73.00000	70.31	70.31	-.0534	-.0534
73.50000	70.50	70.50	.1216	.1216
74.00000	70.98	70.98	.1911	.1911
74.50000	71.33	71.33	.1494	.1494
75.00000	71.00	71.00	-.0004	-.0004
75.50000	71.37	71.37	-.1581	-.1581
76.00000	70.88	70.88	-.1887	-.1887
76.50000	70.56	70.56	-.1100	-.1100
77.00000	70.32	70.32	.0527	.0527
77.50000	70.77	70.77	.1833	.1833
78.00000	71.25	71.25	.1733	.1733
78.50000	71.52	71.52	.0635	.0635

79.00000	71.60	71.60	-.1006	-.1006
79.50000	71.06	71.06	-.1952	-.1952
80.00000	70.62	70.62	-.1461	-.1461
80.50000	70.44	70.44	-.0135	-.0135
81.00000	70.51	70.51	.1405	.1405
81.50000	71.10	71.10	.1957	.1957
82.00000	71.47	71.47	.1091	.1091
82.50000	71.56	71.56	-.0367	-.0367
83.00000	71.36	71.36	-.1702	-.1702
83.50000	70.74	70.74	-.1823	-.1823
84.00000	70.46	70.46	-.0652	-.0652
84.50000	70.48	70.48	.0834	.0834
85.00000	70.80	70.80	.1876	.1876
85.50000	71.39	71.39	.1569	.1569
86.00000	71.56	71.56	.0172	.0172
86.50000	71.44	71.44	-.1236	-.1236
87.00000	71.03	71.03	-.1921	-.1921
87.50000	70.50	70.50	-.1214	-.1214
88.00000	70.45	70.45	.0314	.0314
88.50000	70.39	70.39	.1546	.1546
89.00000	71.13	71.13	.1834	.1834
89.50000	71.58	71.58	.0783	.0783
90.00000	71.50	71.50	-.0773	-.0773
90.50000	71.19	71.19	-.1745	-.1745
91.00000	70.72	70.72	-.1624	-.1624
91.50000	70.51	70.51	-.0308	-.0308
92.00000	70.58	70.58	.1174	.1174
92.50000	70.95	70.95	.1820	.1820
93.00000	71.41	71.41	.1307	.1307
93.50000	71.61	71.61	-.0182	-.0182
94.00000	71.31	71.31	-.1491	-.1491
94.50000	70.90	70.90	-.1769	-.1769
95.00000	70.50	70.50	-.0908	-.0908
95.50000	70.43	70.43	.0650	.0650
96.00000	70.82	70.82	.1702	.1702
96.50000	71.24	71.24	.1597	.1597
97.00000	71.56	71.56	.0454	.0454
97.50000	71.49	71.49	-.1068	-.1068
98.00000	71.04	71.04	-.1795	-.1795
98.50000	70.64	70.64	-.1318	-.1318
99.00000	70.42	70.42	.0022	.0022
99.50000	70.62	70.62	.1406	.1406
100.00000	71.11	71.11	.1765	.1765
100.50000	71.45	71.45	.0951	.0951
101.00000	71.55	71.55	-.0489	-.0489
101.50000	71.25	71.25	-.1644	-.1644
102.00000	70.76	70.76	-.1617	-.1617
102.50000	70.49	70.49	-.0526	-.0526
103.00000	70.51	70.51	.0913	.0913
103.50000	70.90	70.90	.1767	.1767
104.00000	71.36	71.36	.1360	.1360
104.50000	71.53	71.53	.0070	.0070
105.00000	71.40	71.40	-.1268	-.1268
105.50000	70.95	70.95	-.1770	-.1770
106.00000	70.49	70.49	-.1015	-.1015
106.50000	70.48	70.48	.0384	.0384
107.00000	70.72	70.72	.1530	.1530
107.50000	71.19	71.19	.1652	.1652
108.00000	71.52	71.52	.0606	.0606
108.50000	71.47	71.47	-.0805	-.0805
109.00000	71.15	71.15	-.1684	-.1684
109.50000	70.88	70.88	-.1425	-.1425
110.00000	70.46	70.46	-.0162	-.0162
110.50000	70.61	70.61	.1165	.1165
111.00000	70.99	70.99	.1720	.1720
111.50000	71.42	71.42	.1104	.1104
112.00000	71.49	71.49	-.0287	-.0287
112.50000	71.28	71.28	-.1440	-.1440
113.00000	70.87	70.87	-.1638	-.1638
113.50000	70.50	70.50	-.0715	-.0715
114.00000	70.51	70.51	.0709	.0709
114.50000	70.85	70.85	.1613	.1613
115.00000	71.46	71.46	.1445	.1445
115.50000	71.54	71.54	.0284	.0284
116.00000	71.41	71.41	-.1078	-.1078
116.50000	71.02	71.02	-.1673	-.1673
117.00000	70.63	70.63	-.1157	-.1157
117.50000	70.46	70.46	.0159	.0159
118.00000	70.70	70.70	.1368	.1368
118.50000	71.12	71.12	.1618	.1618
119.00000	71.45	71.45	.0795	.0795
119.50000	71.50	71.50	-.0585	-.0585
120.00000	71.18	71.18	-.1561	-.1561
120.50000	70.76	70.76	-.1454	-.1454
121.00000	70.50	70.50	-.0380	-.0380
121.50000	70.56	70.56	.0963	.0963
122.00000	70.95	70.95	.1645	.1645
122.50000	71.35	71.35	.1193	.1193
123.00000	71.51	71.51	-.0046	-.0046
123.50000	71.34	71.34	-.1270	-.1270
124.00000	70.51	70.51	-.1617	-.1617
124.50000	70.57	70.57	-.0855	-.0855
125.00000	70.51	70.51	.0466	.0466
125.50000	70.78	70.78	.1486	.1486
126.00000	71.21	71.21	.1479	.1479
126.50000	71.48	71.48	.0463	.0463
127.00000	71.43	71.43	-.0849	-.0849
127.50000	71.09	71.09	-.1597	-.1597
128.00000	70.67	70.67	-.1243	-.1243
128.50000	70.50	70.50	-.0046	-.0046
129.00000	70.65	70.65	.1166	.1166
129.50000	71.04	71.04	.1598	.1598
130.00000	71.41	71.41	.0927	.0927
130.50000	71.48	71.48	-.0368	-.0368
131.00000	71.24	71.24	-.1400	-.1400
131.50000	70.83	70.83	-.1490	-.1490
132.00000	70.53	70.53	-.0552	-.0552
132.50000	70.57	70.57	.0751	.0751
133.00000	70.88	70.88	.1535	.1535
133.50000	71.28	71.28	.1283	.1283
134.00000	71.50	71.50	.0146	.0146
134.50000	71.36	71.36	-.1078	-.1078
135.00000	70.99	70.99	-.1562	-.1562
135.50000	70.62	70.62	-.0922	-.0922
136.00000	70.51	70.51	.0253	.0253
136.50000	70.74	70.74	.1326	.1326
137.00000	71.14	71.14	.1483	.1483
137.50000	71.44	71.44	.0638	.0638
138.00000	71.45	71.45	-.0649	-.0649
138.50000	71.14	71.14	-.1480	-.1480
139.00000	70.75	70.75	-.1304	-.1304
139.50000	70.52	70.52	-.0247	-.0247
140.00000	70.62	70.62	.0984	.0984
140.50000	70.99	70.99	.1531	.1531
141.00000	71.35	71.35	.1039	.1039
141.50000	71.48	71.48	-.0156	-.0156
142.00000	70.88	70.88	-.1248	-.1248
142.50000	70.89	70.89	-.1478	-.1478

143.00000	70.58	70.58	- .0708	- .0708
143.50000	70.55	70.55	- .0541	- .0541
144.00000	70.83	70.83	.1422	.1422
144.50000	71.23	71.23	.1324	.1324
145.00000	71.46	71.46	.0333	.0333
145.50000	71.39	71.39	- .0883	- .0883
146.00000	71.05	71.05	- .1498	- .1498
146.50000	70.68	70.68	- .1084	- .1084
147.00000	70.53	70.53	.0059	.0059
147.50000	70.70	70.70	.1160	.1160
148.00000	71.08	71.08	.1470	.1470
148.50000	71.40	71.40	.0773	.0773
149.00000	71.44	71.44	- .0441	- .0441
149.50000	71.20	71.20	- .1353	- .1353
mínimos	68.51	68.51	- .3558	- .3558
máximos	81.19	81.19	11.0802	11.0802

CONDIÇÃO DE FRONTEIRA Nº 3

Tipo: junta

Cota: 58,00 m

Condução de ligação	Índice	Secção
1	2	2
2	3	1
3		
4		

Tempo (s)	Alturas piezom. (m) Condução1	Alturas piezom. (m) Condução2	Caudal (m³/s) Condução1	Caudal (m³/s) Condução2
.00000	69.80	69.70	11.0000	11.0000
.50000	71.15	71.15	11.0772	11.0772
1.00000	81.44	81.44	9.9363	9.9363
1.50000	69.48	69.48	8.9752	8.9752
2.00000	74.81	74.81	8.6804	8.6804
2.50000	71.86	71.86	8.1665	8.1665
3.00000	70.93	70.93	8.0317	8.0317
3.50000	75.47	75.47	7.5197	7.5197
4.00000	75.88	75.88	6.4819	6.4819
4.50000	72.26	72.26	5.7771	5.7771
5.00000	73.45	73.45	5.3502	5.3502
5.50000	71.50	71.50	5.0038	5.0038
6.00000	71.48	71.48	4.8953	4.8953
6.50000	73.82	73.82	4.5018	4.5018
7.00000	75.00	75.00	3.6645	3.6645
7.50000	73.32	73.32	2.9442	2.9442
8.00000	71.91	71.91	2.5973	2.5973
8.50000	72.35	72.35	2.3350	2.3350
9.00000	70.25	70.25	2.3072	2.3072
9.50000	74.58	74.58	1.9586	1.9586
10.00000	74.89	74.89	1.1075	1.1075
10.50000	72.18	72.18	.5517	.5517
11.00000	72.28	72.28	-.2614	-.2614
11.50000	73.00	73.00	-.2071	-.2071
12.00000	70.37	70.37	-.1955	-.1955
12.50000	75.07	75.07	-.2071	-.2071
13.00000	68.26	68.26	-.2866	-.2866
13.50000	72.16	72.16	-.1265	-.1265
14.00000	69.95	69.95	-.1238	-.1238
14.50000	68.77	68.77	-.2517	-.2517
15.00000	73.36	73.36	.2320	.2320
15.50000	69.78	69.78	.1119	.1119
16.00000	72.70	72.70	.0458	.0458
16.50000	71.91	71.91	-.2585	-.2585
17.00000	69.58	69.58	-.2060	-.2060
17.50000	71.42	71.42	-.0873	-.0873
18.00000	69.58	69.58	.0236	.0236
18.50000	70.33	70.33	.2721	.2721
19.00000	72.31	72.31	.1880	.1880
19.50000	71.13	71.13	.0264	.0264
20.00000	72.02	72.02	-.0951	-.0951
20.50000	71.67	71.67	-.2960	-.2960
21.00000	69.18	69.18	-.1459	-.1459
21.50000	71.08	71.08	.0366	.0366
22.00000	69.99	69.99	.1431	.1431
22.50000	70.73	70.73	.2918	.2918
23.00000	73.03	73.03	.0774	.0774
23.50000	70.51	70.51	-.0823	-.0823
24.00000	72.24	72.24	-.1786	-.1786
24.50000	70.56	70.56	-.2661	-.2661
25.00000	69.28	69.28	-.0147	-.0147
25.50000	71.52	71.52	-.1138	-.1138
26.00000	69.16	69.16	.2055	.2055
26.50000	72.05	72.05	.2207	.2207
27.00000	72.26	72.26	-.0444	-.0444
27.50000	70.72	70.72	-.1516	-.1516
28.00000	71.86	71.86	-.2205	-.2205
28.50000	69.67	69.67	-.1637	-.1637
29.00000	70.03	70.03	.0997	.0997
29.50000	71.18	71.18	.1834	.1834
30.00000	70.60	70.60	.2093	.2093
30.50000	72.36	72.36	.0983	.0983
31.00000	71.82	71.82	-.1521	-.1521
31.50000	70.67	70.67	-.2002	-.2002
32.00000	71.13	71.13	-.1814	-.1814
32.50000	69.62	69.62	-.0352	-.0352
33.00000	70.38	70.38	-.1938	-.1938
33.50000	71.52	71.52	.1977	.1977
34.00000	71.01	71.01	.1431	.1431
34.50000	72.45	72.45	-.0291	-.0291
35.00000	71.29	71.29	-.2253	-.2253
35.50000	70.38	70.38	-.1832	-.1832
36.00000	70.83	70.83	-.0986	-.0986
36.50000	69.55	69.55	.0911	.0911
37.00000	71.10	71.10	.2406	.2406
37.50000	71.63	71.63	.1558	.1558
38.00000	71.37	71.37	.0452	.0452
38.50000	72.28	72.28	-.1466	-.1466
39.00000	70.58	70.58	-.2401	-.2401
39.50000	70.37	70.37	-.1191	-.1191
40.00000	70.47	70.47	.0110	.0110
40.50000	70.00	70.00	.1875	.1875
41.00000	71.64	71.64	.2239	.2239
41.50000	71.67	71.67	.0732	.0732
42.00000	71.58	71.58	-.0662	-.0662
42.50000	71.70	71.70	-.2140	-.2140
43.00000	70.17	70.17	-.1959	-.1959
43.50000	70.31	70.31	-.0223	-.0223
44.00000	70.47	70.47	-.1142	-.1142
44.50000	70.57	70.57	.2251	.2251
45.00000	72.00	72.00	.1558	.1558
45.50000	71.66	71.66	-.0316	-.0316
46.00000	71.44	71.44	-.1536	-.1536
46.50000	71.15	71.15	-.2219	-.2219
47.00000	69.87	69.87	-.0637	-.0637
47.50000	70.45	70.45	-.0827	-.0827

48.00000	70.68	70.68	.1806	.1806
48.50000	71.13	71.13	.2030	.2030
49.00000	72.18	72.18	.0499	.0499
49.50000	71.41	71.41	-.1282	-.1282
50.00000	71.19	71.19	-.1951	-.1951
50.50000	70.60	70.60	-.1710	-.1710
51.00000	69.86	69.86	.0076	.0076
51.50000	70.74	70.74	.1643	.1643
52.00000	70.98	70.98	.1952	.1952
52.50000	71.61	71.61	.1275	.1275
53.00000	72.05	72.05	-.0636	-.0636
53.50000	71.09	71.09	-.1902	-.1902
54.00000	70.84	70.84	-.1817	-.1817
54.50000	70.24	70.24	-.0769	-.0769
55.00000	70.09	70.09	.1139	.1139
55.50000	71.09	71.09	.2030	.2030
56.00000	71.33	71.33	.1547	.1547
56.50000	71.83	71.83	.0220	.0220
57.00000	71.72	71.72	-.1562	-.1562
57.50000	70.71	70.71	-.2024	-.2024
58.00000	70.54	70.54	-.1174	-.1174
58.50000	70.15	70.15	.0326	.0326
59.00000	70.50	70.50	.1871	.1871
59.50000	71.47	71.47	.1879	.1879
60.00000	71.55	71.55	.0721	.0721
60.50000	71.81	71.81	-.0839	-.0839
61.00000	71.26	71.26	-.2052	-.2052
61.50000	70.38	70.38	-.1613	-.1613
62.00000	70.39	70.39	-.0226	-.0226
62.50000	70.28	70.28	.1282	.1282
63.00000	70.99	70.99	.2090	.2090
63.50000	71.23	71.23	.1239	.1239
64.00000	71.62	71.62	-.0284	-.0284
64.50000	71.57	71.57	-.1628	-.1628
65.00000	70.77	70.77	-.1991	-.1991
65.50000	70.20	70.20	-.0790	-.0790
66.00000	70.42	70.42	.0767	.0767
66.50000	70.62	70.62	.1852	.1852
67.00000	71.45	71.45	.1759	.1759
67.50000	71.83	71.83	.0291	.0291
68.00000	71.49	71.49	-.1194	-.1194
68.50000	71.18	71.18	-.1945	-.1945
69.00000	70.38	70.38	-.1417	-.1417
69.50000	70.19	70.19	-.0219	-.0219
70.00000	70.64	70.64	.1531	.1531
70.50000	71.03	71.03	.1899	.1899
71.00000	71.75	71.75	.0985	.0985
71.50000	71.73	71.73	-.0711	-.0711
72.00000	71.21	71.21	-.1761	-.1761
72.50000	70.77	70.77	-.1725	-.1725
73.00000	70.17	70.17	-.0498	-.0498
73.50000	70.39	70.39	.1147	.1147
74.00000	70.97	70.97	.1865	.1865
74.50000	71.41	71.41	.1434	.1434
75.00000	71.85	71.85	-.0015	-.0015
75.50000	71.46	71.46	-.1501	-.1501
76.00000	70.86	70.86	-.1842	-.1842
76.50000	70.45	70.45	-.1050	-.1050
77.00000	70.18	70.18	.0515	.0515
77.50000	70.72	70.72	.1749	.1749
78.00000	71.41	71.41	.1692	.1692
78.50000	71.55	71.55	.0598	.0598
79.00000	71.73	71.73	-.0972	-.0972
79.50000	71.08	71.08	-.1877	-.1877
80.00000	70.54	70.54	-.1429	-.1429
80.50000	70.31	70.31	-.0115	-.0115
81.00000	70.40	70.40	-.1353	-.1353
81.50000	71.12	71.12	.1877	.1877
82.00000	71.58	71.58	.1070	.1070
82.50000	71.69	71.69	-.0370	-.0370
83.00000	71.43	71.43	-.1636	-.1636
83.50000	70.69	70.69	-.1751	-.1751
84.00000	70.34	70.34	-.0644	-.0644
84.50000	70.37	70.37	.0820	.0820
85.00000	70.76	70.76	.1801	.1801
85.50000	71.48	71.48	.1509	.1509
86.00000	71.69	71.69	.0178	.0178
86.50000	71.53	71.53	-.1207	-.1207
87.00000	71.03	71.03	-.1843	-.1843
87.50000	70.39	70.39	-.1170	-.1170
88.00000	70.32	70.32	.0293	.0293
88.50000	70.60	70.60	.1505	.1505
89.00000	71.16	71.16	.1757	.1757
89.50000	71.70	71.70	.0757	.0757
90.00000	71.03	71.03	-.0759	-.0759
90.50000	71.23	71.23	-.1695	-.1695
91.00000	70.65	70.65	-.1555	-.1555
91.50000	70.25	70.25	-.0301	-.0301
92.00000	70.49	70.49	.1128	.1128
92.50000	70.94	70.94	.1765	.1765
93.00000	71.25	71.25	.1250	.1250
93.50000	71.74	71.74	-.0170	-.0170
94.00000	71.38	71.38	-.1436	-.1436
94.50000	70.88	70.88	-.1714	-.1714
95.00000	70.39	70.39	-.0866	-.0866
95.50000	70.31	70.31	.0620	.0620
96.00000	70.78	70.78	.1641	.1641
96.50000	71.29	71.29	.1546	.1546
97.00000	71.68	71.68	.0429	.0429
97.50000	71.59	71.59	-.1023	-.1023
98.00000	71.04	71.04	-.1733	-.1733
98.50000	70.56	70.56	-.1274	-.1274
99.00000	70.30	70.30	.0029	.0029
99.50000	70.54	70.54	.1348	.1348
100.00000	71.13	71.13	.1705	.1705
100.50000	71.55	71.55	.0919	.0919
101.00000	71.68	71.68	-.0478	-.0478
101.50000	71.30	71.30	-.1578	-.1578
102.00000	70.70	70.70	-.1563	-.1563
102.50000	70.38	70.38	-.0508	-.0508
103.00000	70.40	70.40	.0886	.0886
103.50000	70.88	70.88	.1697	.1697
104.00000	71.44	71.44	.1316	.1316
104.50000	71.65	71.65	.0067	.0067
105.00000	71.25	71.25	-.1227	-.1227
105.50000	70.94	70.94	-.1700	-.1700
106.00000	70.44	70.44	-.0984	-.0984
106.50000	70.37	70.37	.0372	.0372
107.00000	70.66	70.66	.1479	.1479
107.50000	71.24	71.24	.1587	.1587
108.00000	71.33	71.33	.0589	.0589
108.50000	71.57	71.57	-.0779	-.0779
109.00000	71.18	71.18	-.1625	-.1625
109.50000	70.61	70.61	-.1369	-.1369
110.00000	70.34	70.34	-.0161	-.0161
110.50000	70.53	70.53	-.1126	-.1126
111.00000	71.00	71.00	.1659	.1659
111.50000	71.52	71.52	.1061	.1061

112.00000	71.65	71.65	-0272	-0272
112.50000	71.34	71.34	-1392	-1392
113.00000	70.83	70.83	-1579	-1579
113.50000	70.39	70.39	-0687	-0687
114.00000	70.41	70.41	.0680	.0680
114.50000	70.81	70.81	.1559	.1559
115.00000	71.32	71.32	.1392	.1392
115.50000	71.65	71.65	.0272	.0272
116.00000	71.50	71.50	-1036	-1036
116.50000	71.02	71.02	-1617	-1617
117.00000	70.55	70.55	-1114	-1114
117.50000	70.34	70.34	.0155	.0155
118.00000	70.63	70.63	.1316	.1316
118.50000	71.14	71.14	.1564	.1564
119.00000	71.55	71.55	.0764	.0764
119.50000	71.61	71.61	-0564	-0564
120.00000	71.22	71.22	-1503	-1503
120.50000	70.71	70.71	-1405	-1405
121.00000	70.39	70.39	-0368	-0368
121.50000	70.47	70.47	.0928	.0928
122.00000	70.94	70.94	.1585	.1585
122.50000	71.43	71.43	.1153	.1153
123.00000	71.63	71.63	-0047	-0047
123.50000	71.41	71.41	-1224	-1224
124.00000	70.89	70.89	-1558	-1558
124.50000	70.47	70.47	-0827	-0827
125.00000	70.40	70.40	.0453	.0453
125.50000	70.73	70.73	.1431	.1431
126.00000	71.26	71.26	.1425	.1425
126.50000	71.59	71.59	.0448	.0448
127.00000	71.53	71.53	-0821	-0821
127.50000	71.11	71.11	-1538	-1538
128.00000	70.60	70.60	-1199	-1199
128.50000	70.39	70.39	-0046	-0046
129.00000	70.58	70.58	.1127	.1127
129.50000	71.05	71.05	.1539	.1539
130.00000	71.50	71.50	.0894	.0894
130.50000	71.35	71.35	-0355	-0355
131.00000	71.29	71.29	-1352	-1352
131.50000	70.79	70.79	-1435	-1435
132.00000	70.42	70.42	-0533	-0533
132.50000	70.47	70.47	.0724	.0724
133.00000	70.86	70.86	.1481	.1481
133.50000	71.35	71.35	.1235	.1235
134.00000	71.61	71.61	.0141	.0141
134.50000	71.43	71.43	-1039	-1039
135.00000	70.99	70.99	-1508	-1508
135.50000	70.54	70.54	-0955	-0955
136.00000	70.40	70.40	.0253	.0253
136.50000	70.69	70.69	.1279	.1279
137.00000	71.17	71.17	.1431	.1431
137.50000	71.54	71.54	.0614	.0614
138.00000	71.55	71.55	-0625	-0625
138.50000	71.17	71.17	-1428	-1428
139.00000	70.69	70.69	-1258	-1258
139.50000	70.42	70.42	-0236	-0236
140.00000	70.54	70.54	.0948	.0948
140.50000	70.98	70.98	.1477	.1477
141.00000	71.42	71.42	.1002	.1002
141.50000	71.59	71.59	-0151	-0151
142.00000	71.34	71.34	-1202	-1202
142.50000	70.86	70.86	-1426	-1426
143.00000	70.49	70.49	-0682	-0682
143.50000	70.45	70.45	.0522	.0522
144.00000	70.80	70.80	.1370	.1370
144.50000	71.28	71.28	.1278	.1278
145.00000	71.56	71.56	.0320	.0320
145.50000	71.47	71.47	-0852	-0852
146.00000	71.06	71.06	-1443	-1443
146.50000	70.60	70.60	-1045	-1045
147.00000	70.43	70.43	.0057	.0057
147.50000	70.63	70.63	.1119	.1119
148.00000	71.09	71.09	.1416	.1416
148.50000	71.49	71.49	.0745	.0745
149.00000	71.54	71.54	-0426	-0426
149.50000	71.24	71.24	-1305	-1305
mínimos	68.26	68.26	-2960	-2960
máximos	81.44	81.44	11.0772	11.0772

CONDIÇÃO DE FRONTEIRA N° 4

Tipo: bomba centrífuga

Cota: 66,70 m

Condução	Índice	Secção
1	3	16
2	4	1
3		
4		

Tempo (s)	Alturas piezom. (m) Condução1	Alturas piezom. (m) Condução2	Caudal (m³/s)	Tau (-)	N/Nr (-)	Q/Qr (-)	H/Hr (-)
.00000	68.60	132.60	11.00000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0159
.50000	88.07	105.65	10.0729	.9995	.9193	.9157	.2791
1.00000	93.21	98.75	9.9221	.9997	.8472	.9020	.1281
1.50000	99.75	101.41	9.6584	.9985	.7824	.8780	.0264
2.00000	91.39	92.61	8.9711	.9980	.7253	.8156	.0195
2.50000	80.92	82.19	8.3429	.9975	.6765	.7584	.0202
3.00000	87.05	87.88	7.8401	.9970	.6332	.7127	.0131
3.50000	94.43	99.03	6.8960	.9965	.5965	.6269	.0732
4.00000	95.43	98.13	6.7123	.9960	.5641	.6102	.0429
4.50000	97.95	101.28	6.2347	.9955	.5350	.5668	.0529
5.00000	86.18	91.14	5.6368	.9950	.5096	.5124	.0787
5.50000	78.88	85.19	5.1093	.9945	.4875	.4645	.1001
6.00000	87.41	95.36	4.5336	.9940	.4683	.4121	.1263
6.50000	89.39	98.75	3.9185	.9935	.4534	.3562	.1486
7.00000	93.08	101.98	3.8151	.9930	.4418	.3468	.1413
7.50000	91.70	101.56	3.3176	.9925	.4316	.3016	.1565
8.00000	80.27	90.63	2.8827	.9920	.4207	.2621	.1644
8.50000	79.63	90.28	2.4431	.9915	.4106	.2221	.1692
9.00000	84.82	96.31	1.8973	.9910	.4018	.1725	.1823
9.50000	87.50	100.05	1.5023	.9905	.3941	.1366	.1992
10.00000	92.07	104.98	1.3161	.9900	.3868	.1196	.2049
10.50000	86.78	101.21	.9235	.9895	.3796	.0840	.2290
11.00000	78.42	93.56	.5876	.9890	.3720	.0534	.2404
11.50000	76.97	92.56	.2077	.9885	.3639	.0189	.2476
12.00000	75.48	90.99	-.0183	.9880	.3555	-.0017	.2462
12.50000	74.30	89.05	-.0092	.9875	.3474	-.0008	.2341
13.00000	74.10	88.25	-.0096	.9870	.3397	-.0009	.2245
13.50000	68.02	81.63	-.0445	.9865	.3323	-.0040	.2161
14.00000	65.47	78.33	-.0338	.9860	.3252	-.0031	.2041
14.50000	68.83	81.28	-.0183	.9855	.3185	-.0017	.1977
15.00000	68.92	80.79	.0167	.9850	.3120	.0015	.1884
15.50000	70.80	87.22	-.0058	.9845	.3058	.0008	.1825
16.00000	76.25	87.91	-.0283	.9840	.2998	-.0026	.1755
16.50000	71.79	82.35	-.0069	.9835	.2940	-.0006	.1677







145.00000	74.00	74.30	-.0021	.8549	.0495	-.0002	.0047
145.50000	73.47	73.77	-.0058	.8544	.0493	-.0005	.0048
146.00000	71.28	71.58	-.0096	.8539	.0492	-.0009	.0047
146.50000	68.90	69.20	-.0071	.8534	.0490	-.0006	.0047
147.00000	67.95	68.25	-.0004	.8529	.0489	-.0000	.0046
147.50000	69.09	69.38	.0075	.8524	.0487	.0007	.0046
148.00000	71.51	71.80	.0094	.8519	.0486	.0009	.0045
148.50000	73.58	73.87	.0050	.8514	.0484	.0005	.0045
149.00000	73.89	74.17	-.0029	.8509	.0483	-.0003	.0045
149.50000	72.22	72.50	-.0088	.8504	.0481	-.0008	.0045
mínimos	64.14	67.86	-.0445	1.8504	1.0481	-.0040	.0045
máximos	99.75	132.60	11.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0159

CONDIÇÃO DE FRONTEIRA N° 5

Tipo: válvula de retenção

Cota: .00 m

Condutas de ligação Índice Seção  
1 4 2  
2 5 1  
3  
4

Tempo (s)	Alturas piezom. (m)		Caudal (m³/s)	
	Conduta1	Conduta2	Conduta1	Conduta2
.00000	132.10	132.00	11.0000	11.0000
.50000	106.05	106.05	10.0987	10.0987
1.00000	101.34	101.34	9.9363	9.9363
1.50000	102.41	102.41	9.6481	9.6481
2.00000	95.90	95.90	9.0710	9.0710
2.50000	82.35	82.35	8.3206	8.3206
3.00000	90.10	90.10	7.8216	7.8216
3.50000	99.37	99.37	6.8984	6.8984
4.00000	99.08	99.08	6.6946	6.6946
4.50000	102.41	102.41	6.2419	6.2419
5.00000	92.19	92.19	5.6490	5.6490
5.50000	86.33	86.33	5.1101	5.1101
6.00000	96.65	96.65	4.5300	4.5300
6.50000	99.98	99.98	3.9051	3.9051
7.00000	102.71	102.71	3.8056	3.8056
7.50000	102.82	102.82	3.3201	3.3201
8.00000	91.82	91.82	2.9128	2.9128
8.50000	91.71	91.71	2.4378	2.4378
9.00000	97.88	97.88	1.8635	1.8635
9.50000	100.98	100.98	1.4924	1.4924
10.00000	105.33	105.33	1.3083	1.3083
10.50000	102.60	102.60	.9539	.9539
11.00000	94.40	94.40	.6235	.6235
11.50000	94.02	94.02	.1777	.1777
12.00000	90.94	106.33	.0000	.0000
12.50000	89.07	118.84	.0000	.0000
13.00000	88.31	111.82	.0000	.0000
13.50000	81.73	98.99	.0000	.0000
14.00000	78.34	105.37	.0000	.0000
14.50000	81.32	118.38	.0000	.0000
15.00000	80.73	112.52	.0000	.0000
15.50000	87.22	99.20	.0000	.0000
16.00000	87.98	104.43	.0000	.0000
16.50000	82.26	117.91	.0000	.0000
17.00000	82.31	113.21	.0000	.0000
17.50000	73.97	99.49	.0000	.0000
18.00000	75.97	103.57	.0000	.0000
18.50000	80.02	117.45	.0000	.0000
19.00000	79.99	113.91	.0000	.0000
19.50000	86.89	99.80	.0000	.0000
20.00000	81.95	102.73	.0000	.0000
20.50000	78.98	116.97	.0000	.0000
21.00000	76.86	114.60	.0000	.0000
21.50000	71.52	100.18	.0000	.0000
22.00000	76.68	101.97	.0000	.0000
22.50000	78.63	116.51	.0000	.0000
23.00000	81.11	115.29	.0000	.0000
23.50000	83.75	100.60	.0000	.0000
24.00000	78.24	101.24	.0000	.0000
24.50000	75.20	116.02	.0000	.0000
25.00000	72.89	127.01	.0000	.0000
25.50000	71.46	125.04	.0000	.0000
26.00000	77.05	123.57	.0000	.0000
26.50000	79.63	123.82	.0000	.0000
27.00000	80.60	124.03	.0000	.0000
27.50000	80.71	124.01	.0000	.0000
28.00000	74.05	123.54	.0000	.0000
28.50000	72.35	155.39	.0000	.0000
29.00000	71.61	150.66	.0000	.0000
29.50000	72.36	133.61	.0000	.0000
30.00000	78.72	124.70	.0000	.0000
30.50000	79.25	128.64	.0000	.0000
31.00000	79.88	131.07	.0000	.0000
31.50000	77.09	130.33	.0000	.0000
32.00000	71.03	129.93	.0000	.0000
32.50000	71.18	125.61	.0000	.0000
33.00000	71.30	127.72	.0000	.0000
33.50000	74.67	95.79	.0000	.0000
34.00000	79.05	106.09	.0000	.0000
34.50000	78.50	127.84	.0000	.0000
35.00000	77.36	130.82	.0000	.0000
35.50000	73.26	124.12	.0000	.0000
36.00000	69.31	122.18	.0000	.0000
36.50000	70.93	124.31	.0000	.0000
37.00000	72.69	124.46	.0000	.0000
37.50000	76.70	132.41	.0000	.0000
38.00000	79.46	128.32	.0000	.0000
38.50000	76.87	155.60	.0000	.0000
39.00000	74.50	144.95	.0000	.0000
39.50000	70.51	119.43	.0000	.0000
40.00000	68.76	122.99	.0000	.0000
40.50000	72.01	132.56	.0000	.0000
41.00000	74.46	132.52	.0000	.0000
41.50000	78.03	127.99	.0000	.0000
42.00000	78.36	128.93	.0000	.0000
42.50000	74.44	138.23	.0000	.0000
43.00000	71.88	124.95	.0000	.0000
43.50000	68.77	101.45	.0000	.0000
44.00000	69.65	111.86	.0000	.0000
44.50000	73.73	138.44	.0000	.0000
45.00000	76.07	131.82	.0000	.0000
45.50000	78.26	118.95	.0000	.0000
46.00000	76.14	121.33	.0000	.0000
46.50000	71.96	128.30	.0000	.0000
47.00000	69.83	127.00	.0000	.0000
47.50000	68.55	138.01	.0000	.0000
48.00000	71.49	132.19	.0000	.0000
48.50000	75.45	148.36	.0000	.0000
49.00000	76.98	138.83	.0000	.0000
49.50000	77.16	114.10	.0000	.0000

50.00000	73.47	122.29	.0000	.0000
50.50000	69.79	136.78	.0000	.0000
51.00000	68.90	130.78	.0000	.0000
51.50000	69.62	123.32	.0000	.0000
52.00000	73.67	119.25	.0000	.0000
52.50000	76.70	114.99	.0000	.0000
53.00000	76.74	114.79	.0000	.0000
53.50000	75.11	109.92	.0000	.0000
54.00000	70.82	123.21	.0000	.0000
54.50000	68.52	139.89	.0000	.0000
55.00000	69.22	129.52	.0000	.0000
55.50000	71.51	116.22	.0000	.0000
56.00000	75.63	127.38	.0000	.0000
56.50000	76.97	132.85	.0000	.0000
57.00000	75.47	143.05	.0000	.0000
57.50000	72.59	138.94	.0000	.0000
58.00000	68.82	142.86	.0000	.0000
58.50000	68.40	140.02	.0000	.0000
59.00000	70.53	121.26	.0000	.0000
59.50000	73.76	115.12	.0000	.0000
60.00000	76.75	128.91	.0000	.0000
60.50000	76.16	138.13	.0000	.0000
61.00000	73.44	121.57	.0000	.0000
61.50000	70.22	119.35	.0000	.0000
62.00000	67.90	107.35	.0000	.0000
62.50000	69.77	115.92	.0000	.0000
63.00000	72.42	113.90	.0000	.0000
63.50000	75.39	117.46	.0000	.0000
64.00000	76.76	138.76	.0000	.0000
64.50000	74.43	137.26	.0000	.0000
65.00000	71.18	120.42	.0000	.0000
65.50000	68.00	116.00	.0000	.0000
66.00000	68.18	138.23	.0000	.0000
66.50000	71.13	136.01	.0000	.0000
67.00000	74.29	146.88	.0000	.0000
67.50000	76.23	136.75	.0000	.0000
68.00000	75.65	135.01	.0000	.0000
68.50000	72.20	137.77	.0000	.0000
69.00000	69.28	113.25	.0000	.0000
69.50000	68.05	118.56	.0000	.0000
70.00000	69.51	136.88	.0000	.0000
70.50000	73.16	137.02	.0000	.0000
71.00000	75.58	110.31	.0000	.0000
71.50000	75.97	116.88	.0000	.0000
72.00000	73.70	108.82	.0000	.0000
72.50000	70.04	118.81	.0000	.0000
73.00000	68.21	123.27	.0000	.0000
73.50000	68.65	122.65	.0000	.0000
74.00000	71.48	140.34	.0000	.0000
74.50000	74.88	134.50	.0000	.0000
75.00000	75.93	115.60	.0000	.0000
75.50000	74.66	120.21	.0000	.0000
76.00000	71.44	147.13	.0000	.0000
76.50000	68.46	139.65	.0000	.0000
77.00000	68.21	139.98	.0000	.0000
77.50000	70.16	133.04	.0000	.0000
78.00000	73.51	127.36	.0000	.0000
78.50000	75.83	127.86	.0000	.0000
79.00000	75.22	115.88	.0000	.0000
79.50000	72.70	119.75	.0000	.0000
80.00000	69.41	137.99	.0000	.0000
80.50000	67.85	126.99	.0000	.0000
81.00000	69.23	104.85	.0000	.0000
81.50000	72.10	110.96	.0000	.0000
82.00000	75.05	118.81	.0000	.0000
82.50000	75.74	124.97	.0000	.0000
83.00000	73.64	128.45	.0000	.0000
83.50000	70.59	130.59	.0000	.0000
84.00000	68.14	135.56	.0000	.0000
84.50000	68.31	132.69	.0000	.0000
85.00000	70.94	117.55	.0000	.0000
85.50000	73.93	135.65	.0000	.0000
86.00000	75.09	149.80	.0000	.0000
86.50000	74.65	143.36	.0000	.0000
87.00000	71.63	131.18	.0000	.0000
87.50000	68.89	123.67	.0000	.0000
88.00000	67.89	124.87	.0000	.0000
88.50000	69.68	120.48	.0000	.0000
89.00000	72.85	120.78	.0000	.0000
89.50000	75.13	123.88	.0000	.0000
90.00000	75.28	134.41	.0000	.0000
90.50000	72.85	110.31	.0000	.0000
91.00000	69.71	104.69	.0000	.0000
91.50000	68.02	114.95	.0000	.0000
92.00000	68.77	126.10	.0000	.0000
92.50000	71.55	134.76	.0000	.0000
93.00000	74.42	129.04	.0000	.0000
93.50000	75.38	133.76	.0000	.0000
94.00000	73.95	131.33	.0000	.0000
94.50000	70.81	128.68	.0000	.0000
95.00000	68.77	121.79	.0000	.0000
95.50000	68.18	149.97	.0000	.0000
96.00000	70.24	147.97	.0000	.0000
96.50000	73.40	132.19	.0000	.0000
97.00000	75.24	125.22	.0000	.0000
97.50000	74.63	117.29	.0000	.0000
98.00000	72.07	125.24	.0000	.0000
98.50000	69.07	121.71	.0000	.0000
99.00000	67.94	123.51	.0000	.0000
99.50000	69.26	125.30	.0000	.0000
100.00000	72.12	129.61	.0000	.0000
100.50000	74.73	101.04	.0000	.0000
101.00000	75.08	108.02	.0000	.0000
101.50000	73.11	129.35	.0000	.0000
102.00000	70.13	131.49	.0000	.0000
102.50000	68.06	135.93	.0000	.0000
103.00000	68.49	129.23	.0000	.0000
103.50000	70.94	130.61	.0000	.0000
104.00000	73.80	131.58	.0000	.0000
104.50000	75.19	129.72	.0000	.0000
105.00000	74.00	128.08	.0000	.0000
105.50000	71.22	152.72	.0000	.0000
106.00000	68.65	142.93	.0000	.0000
106.50000	68.01	118.18	.0000	.0000
107.00000	69.85	118.92	.0000	.0000
107.50000	72.74	120.81	.0000	.0000
108.00000	74.83	123.64	.0000	.0000
108.50000	74.68	124.30	.0000	.0000
109.00000	72.31	119.87	.0000	.0000
109.50000	69.40	122.73	.0000	.0000
110.00000	67.89	121.44	.0000	.0000
110.50000	68.89	103.56	.0000	.0000
111.00000	71.62	116.36	.0000	.0000
111.50000	74.17	140.19	.0000	.0000
112.00000	74.95	138.89	.0000	.0000
112.50000	73.26	129.80	.0000	.0000
113.00000	70.45	130.92	.0000	.0000
113.50000	68.33	129.71	.0000	.0000

114.00000	68.29	136.78	.0000	.0000
114.50000	70.43	132.74	.0000	.0000
115.00000	73.30	136.40	.0000	.0000
115.50000	74.85	147.15	.0000	.0000
116.00000	74.14	129.83	.0000	.0000
116.50000	71.58	111.55	.0000	.0000
117.00000	68.93	133.28	.0000	.0000
117.50000	68.05	127.32	.0000	.0000
118.00000	69.43	123.45	.0000	.0000
118.50000	72.20	123.67	.0000	.0000
119.00000	74.45	114.92	.0000	.0000
119.50000	74.60	120.26	.0000	.0000
120.00000	72.64	115.69	.0000	.0000
120.50000	69.83	110.51	.0000	.0000
121.00000	68.12	133.09	.0000	.0000
121.50000	68.68	143.16	.0000	.0000
122.00000	71.06	139.17	.0000	.0000
122.50000	73.71	124.31	.0000	.0000
123.00000	74.77	130.24	.0000	.0000
123.50000	71.52	131.36	.0000	.0000
124.00000	70.87	140.96	.0000	.0000
124.50000	68.56	134.13	.0000	.0000
125.00000	68.20	137.78	.0000	.0000
125.50000	70.03	139.63	.0000	.0000
126.00000	72.74	113.18	.0000	.0000
126.50000	74.56	110.00	.0000	.0000
127.00000	74.19	119.26	.0000	.0000
127.50000	71.91	130.73	.0000	.0000
128.00000	69.30	123.13	.0000	.0000
128.50000	68.08	121.06	.0000	.0000
129.00000	69.13	112.20	.0000	.0000
129.50000	71.70	120.22	.0000	.0000
130.00000	74.01	118.85	.0000	.0000
130.50000	74.55	118.82	.0000	.0000
131.00000	72.89	145.81	.0000	.0000
131.50000	70.21	143.44	.0000	.0000
132.00000	68.33	129.06	.0000	.0000
132.50000	68.00	123.83	.0000	.0000
133.00000	70.63	132.77	.0000	.0000
133.50000	73.23	135.14	.0000	.0000
134.00000	74.54	141.22	.0000	.0000
134.50000	73.69	132.35	.0000	.0000
135.00000	71.22	131.55	.0000	.0000
135.50000	68.06	129.58	.0000	.0000
136.00000	68.20	106.37	.0000	.0000
136.50000	69.65	110.29	.0000	.0000
137.00000	72.27	130.14	.0000	.0000
137.50000	74.22	128.63	.0000	.0000
138.00000	74.20	118.41	.0000	.0000
138.50000	72.24	116.52	.0000	.0000
139.00000	69.64	114.64	.0000	.0000
139.50000	68.22	124.55	.0000	.0000
140.00000	68.90	126.00	.0000	.0000
140.50000	71.22	130.58	.0000	.0000
141.00000	73.61	146.97	.0000	.0000
141.50000	74.42	142.73	.0000	.0000
142.00000	73.11	120.20	.0000	.0000
142.50000	70.59	127.23	.0000	.0000
143.00000	68.56	138.53	.0000	.0000
143.50000	68.42	139.17	.0000	.0000
144.00000	70.23	136.64	.0000	.0000
144.50000	72.77	125.13	.0000	.0000
145.00000	74.31	125.26	.0000	.0000
145.50000	73.78	117.71	.0000	.0000
146.00000	71.58	109.18	.0000	.0000
146.50000	69.19	114.44	.0000	.0000
147.00000	68.23	130.70	.0000	.0000
147.50000	69.37	124.37	.0000	.0000
148.00000	71.80	113.12	.0000	.0000
148.50000	73.88	114.49	.0000	.0000
149.00000	74.18	120.56	.0000	.0000
149.50000	72.51	133.92	.0000	.0000
mínimos	67.85	82.35	.0000	.0000
máximos	132.10	155.60	11.0000	11.0000

CONDIÇÃO DE FRONTEIRA Nº 6

Tipo: junta  
Cota: .00 m  
Condutas de ligação Índice Secção  
1 5 2  
2 6 1  
3  
4

Tempo (s)	Alturas piezom.(m)		Caudal (m³/s)	
	Conduta1	Conduta2	Conduta1	Conduta2
.00000	131.90	131.90	11.0000	11.0000
.50000	106.53	106.53	10.1219	10.1219
1.00000	101.58	101.58	9.9504	9.9504
1.50000	103.24	103.24	9.6415	9.6415
2.00000	97.84	97.84	9.1192	9.1192
2.50000	82.71	82.71	8.3098	8.3098
3.00000	93.50	93.50	7.7459	7.7459
3.50000	99.65	99.65	6.9205	6.9205
4.00000	100.25	100.25	6.6759	6.6759
4.50000	103.24	103.24	6.2540	6.2540
5.00000	93.11	93.11	5.6636	5.6636
5.50000	87.73	87.73	5.1146	5.1146
6.00000	97.80	97.80	4.5220	4.5220
6.50000	101.19	101.19	3.9037	3.9037
7.00000	103.50	103.50	3.7969	3.7969
7.50000	104.05	104.05	3.3311	3.3311
8.00000	93.30	93.30	2.9474	2.9474
8.50000	93.00	93.00	2.4351	2.4351
9.00000	99.21	99.21	1.8350	1.8350
9.50000	101.91	101.91	1.4801	1.4801
10.00000	105.62	105.62	1.2950	1.2950
10.50000	104.06	104.06	.9847	.9847
11.00000	95.34	95.34	.6554	.6554
11.50000	95.45	95.45	-.1486	-.1486
12.00000	106.94	106.94	-.0663	-.0663
12.50000	118.84	118.84	-.0241	-.0241
13.00000	111.81	111.81	-.0660	-.0660
13.50000	99.00	99.00	.0247	.0247
14.00000	105.39	105.39	-.0653	-.0653
14.50000	118.37	118.37	-.0250	-.0250
15.00000	112.49	112.49	.0649	.0649
15.50000	99.23	99.23	.0259	.0259
16.00000	104.46	104.46	-.0639	-.0639
16.50000	117.87	117.87	-.0263	-.0263
17.00000	113.18	113.18	.0633	.0633
17.50000	99.53	99.53	-.0273	-.0273
18.00000	103.61	103.61	-.0624	-.0624
18.50000	117.41	117.41	-.0281	-.0281

19.00000	113.87	113.87	.0616	.0616
19.50000	99.84	99.84	-.0292	-.0292
20.00000	102.77	102.77	-.0605	-.0605
20.50000	116.92	116.92	-.0301	-.0301
21.00000	114.55	114.55	-.0595	-.0595
21.50000	100.24	100.24	-.0313	-.0313
22.00000	102.02	102.02	-.0583	-.0583
22.50000	116.45	116.45	-.0324	-.0324
23.00000	115.23	115.23	-.0570	-.0570
23.50000	100.66	100.66	-.0336	-.0336
24.00000	101.31	101.31	-.0555	-.0555
24.50000	115.96	115.96	-.0349	-.0349
25.00000	127.01	127.01	-.0075	-.0075
25.50000	125.05	125.05	-.0048	-.0048
26.00000	123.58	123.58	-.0009	-.0009
26.50000	123.83	123.83	-.0007	-.0007
27.00000	124.03	124.03	.0001	.0001
27.50000	124.01	124.01	.0000	.0000
28.00000	123.54	123.54	-.0061	-.0061
28.50000	153.12	153.12	-.2577	-.2577
29.00000	150.62	150.62	-.0594	-.0594
29.50000	133.91	133.91	-.0658	-.0658
30.00000	124.71	124.71	-.0154	-.0154
30.50000	128.59	128.59	-.0128	-.0128
31.00000	131.06	131.06	-.0029	-.0029
31.50000	130.34	130.34	-.0023	-.0023
32.00000	129.93	129.93	-.0012	-.0012
32.50000	125.58	125.58	-.0046	-.0046
33.00000	127.72	127.72	-.0138	-.0138
33.50000	96.24	96.24	-.0191	-.0191
34.00000	106.09	106.09	-.0571	-.0571
34.50000	127.02	127.02	-.1065	-.1065
35.00000	130.82	130.82	-.0227	-.0227
35.50000	124.11	124.11	-.0384	-.0384
36.00000	122.18	122.18	-.0057	-.0057
36.50000	124.33	124.33	-.0089	-.0089
37.00000	124.46	124.46	-.0037	-.0037
37.50000	132.41	132.41	-.0057	-.0057
38.00000	128.33	128.33	-.0197	-.0197
38.50000	155.69	155.69	-.0259	-.0259
39.00000	144.98	144.98	.0491	.0491
39.50000	119.80	119.80	-.0576	-.0576
40.00000	122.38	122.38	-.0274	-.0274
40.50000	132.39	132.39	-.0346	-.0346
41.00000	132.53	132.53	-.0087	-.0087
41.50000	128.05	128.05	-.0106	-.0106
42.00000	128.93	128.93	-.0067	-.0067
42.50000	118.27	118.27	-.0124	-.0124
43.00000	124.23	124.23	-.0222	-.0222
43.50000	100.66	100.66	-.0621	-.0621
44.00000	111.81	111.81	-.0380	-.0380
44.50000	138.22	138.22	-.0089	-.0089
45.00000	131.87	131.87	.0266	.0266
45.50000	119.13	119.13	-.0162	-.0162
46.00000	121.44	121.44	-.0308	-.0308
46.50000	128.21	128.21	-.0031	-.0031
47.00000	128.01	128.01	-.0720	-.0720
47.50000	138.00	138.00	-.0232	-.0232
48.00000	133.62	133.62	-.0850	-.0850
48.50000	148.38	148.38	-.0279	-.0279
49.00000	137.66	137.66	-.0926	-.0926
49.50000	114.22	114.22	-.0156	-.0156
50.00000	122.58	122.58	-.0420	-.0420
50.50000	136.68	136.68	.0000	.0000
51.00000	130.74	130.74	-.0665	-.0665
51.50000	123.40	123.40	-.0083	-.0083
52.00000	119.16	119.16	-.1538	-.1538
52.50000	115.01	115.01	-.0294	-.0294
53.00000	114.49	114.49	-.1542	-.1542
53.50000	109.93	109.93	-.0234	-.0234
54.00000	123.57	123.57	-.1783	-.1783
54.50000	139.83	139.83	-.0287	-.0287
55.00000	109.86	109.86	-.0888	-.0888
55.50000	116.27	116.27	-.0104	-.0104
56.00000	127.12	127.12	-.0739	-.0739
56.50000	132.80	132.80	-.0194	-.0194
57.00000	142.20	142.20	-.0950	-.0950
57.50000	138.94	138.94	-.0324	-.0324
58.00000	142.22	142.22	-.0690	-.0690
58.50000	140.02	140.02	.0173	.0173
59.00000	121.75	121.75	-.1582	-.1582
59.50000	115.14	115.14	-.0342	-.0342
60.00000	128.81	128.81	-.1100	-.1100
60.50000	138.10	138.10	-.0161	-.0161
61.00000	121.73	121.73	-.0709	-.0709
61.50000	119.37	119.37	-.0285	-.0285
62.00000	107.89	107.89	-.0147	-.0147
62.50000	115.91	115.91	-.0312	-.0312
63.00000	114.23	114.23	-.0103	-.0103
63.50000	117.46	117.46	-.0091	-.0091
64.00000	138.04	138.04	-.0850	-.0850
64.50000	137.25	137.25	-.0348	-.0348
65.00000	120.69	120.69	-.0949	-.0949
65.50000	116.12	116.12	-.0190	-.0190
66.00000	138.07	138.07	-.0657	-.0657
66.50000	136.01	136.01	-.0351	-.0351
67.00000	147.14	147.14	-.0074	-.0074
67.50000	136.76	136.76	-.0264	-.0264
68.00000	135.26	135.26	-.0077	-.0077
68.50000	133.74	133.74	-.0033	-.0033
69.00000	113.43	113.43	-.0323	-.0323
69.50000	118.43	118.43	-.0243	-.0243
70.00000	136.62	136.62	-.0657	-.0657
70.50000	136.72	136.72	-.0376	-.0376
71.00000	110.70	110.70	-.0244	-.0244
71.50000	116.50	116.50	-.0181	-.0181
72.00000	109.26	109.26	-.0573	-.0573
72.50000	118.80	118.80	-.0203	-.0203
73.00000	123.27	123.27	-.0024	-.0024
73.50000	122.93	122.93	-.0174	-.0174
74.00000	140.10	140.10	-.0033	-.0033
74.50000	134.54	134.54	-.0016	-.0016
75.00000	115.89	115.89	-.0322	-.0322
75.50000	120.77	120.77	-.0988	-.0988
76.00000	146.96	146.96	-.0058	-.0058
76.50000	140.19	140.19	-.0349	-.0349
77.00000	140.17	140.17	-.0622	-.0622
77.50000	132.93	132.93	-.0308	-.0308
78.00000	127.39	127.39	-.0112	-.0112
78.50000	127.46	127.46	-.0586	-.0586
79.00000	115.93	115.93	-.0198	-.0198
79.50000	120.20	120.20	-.0170	-.0170
80.00000	137.84	137.84	-.0075	-.0075
80.50000	126.72	126.72	-.1567	-.1567
81.00000	104.98	104.98	-.0253	-.0253
81.50000	110.98	110.98	-.0430	-.0430
82.00000	118.43	118.43	-.0342	-.0342
82.50000	125.01	125.01	-.0557	-.0557

83.00000	128.46	128.46	-.0204	-.0204
83.50000	120.67	120.67	-.0738	-.0738
84.00000	135.55	135.55	-.0197	-.0197
84.50000	132.21	132.21	-.0645	-.0645
85.00000	117.61	117.61	-.0016	-.0016
85.50000	135.52	135.52	-.1676	-.1676
86.00000	149.72	149.72	-.0395	-.0395
86.50000	143.01	143.01	-.0154	-.0154
87.00000	131.28	131.28	-.0118	-.0118
87.50000	123.84	123.84	-.0561	-.0561
88.00000	124.84	124.84	-.0228	-.0228
88.50000	120.65	120.65	-.0439	-.0439
89.00000	120.78	120.78	-.0166	-.0166
89.50000	123.95	123.95	-.0813	-.0813
90.00000	134.38	134.38	-.0027	-.0027
90.50000	110.53	110.53	-.1468	-.1468
91.00000	104.74	104.74	-.0474	-.0474
91.50000	115.02	115.02	-.0683	-.0683
92.00000	126.06	126.06	-.0037	-.0037
92.50000	134.51	134.51	-.0251	-.0251
93.00000	129.10	129.10	-.0199	-.0199
93.50000	133.61	133.61	-.0070	-.0070
94.00000	131.41	131.41	-.0096	-.0096
94.50000	128.71	128.71	-.0655	-.0655
95.00000	121.83	121.83	-.0049	-.0049
95.50000	149.82	149.82	-.1047	-.1047
96.00000	147.96	147.96	-.0494	-.0494
96.50000	132.28	132.28	-.0818	-.0818
97.00000	125.15	125.15	-.0089	-.0089
97.50000	117.50	117.50	-.0131	-.0131
98.00000	125.07	125.07	-.0033	-.0033
98.50000	121.73	121.73	-.0102	-.0102
99.00000	123.27	123.27	-.0153	-.0153
99.50000	125.25	125.25	-.0506	-.0506
100.00000	129.30	129.30	-.0247	-.0247
100.50000	101.48	101.48	-.0458	-.0458
101.00000	108.03	108.03	-.0502	-.0502
101.50000	129.15	129.15	-.0707	-.0707
102.00000	131.73	131.73	-.0070	-.0070
102.50000	135.83	135.83	-.0441	-.0441
103.00000	129.37	129.37	-.0226	-.0226
103.50000	130.66	130.66	-.0084	-.0084
104.00000	134.71	134.71	-.0476	-.0476
104.50000	129.81	129.81	-.0370	-.0370
105.00000	128.50	128.50	-.0607	-.0607
105.50000	152.46	152.46	-.0047	-.0047
106.00000	142.79	142.79	-.0662	-.0662
106.50000	118.45	118.45	-.0387	-.0387
107.00000	118.71	118.71	-.0324	-.0324
107.50000	120.75	120.75	-.0535	-.0535
108.00000	123.73	123.73	-.0290	-.0290
108.50000	124.27	124.27	-.0005	-.0005
109.00000	120.00	120.00	-.0547	-.0547
109.50000	122.67	122.67	-.0281	-.0281
110.00000	121.14	121.14	-.0867	-.0867
110.50000	103.68	103.68	-.0140	-.0140
111.00000	116.59	116.59	-.1032	-.1032
111.50000	139.97	139.97	-.0033	-.0033
112.00000	138.81	138.81	-.0302	-.0302
112.50000	129.93	129.93	-.0436	-.0436
113.00000	130.73	130.73	-.0110	-.0110
113.50000	129.68	129.68	-.0026	-.0026
114.00000	136.54	136.54	-.0392	-.0392
114.50000	132.78	132.78	-.0254	-.0254
115.00000	136.52	136.52	-.0870	-.0870
115.50000	147.09	147.09	-.0188	-.0188
116.00000	129.72	129.72	-.1356	-.1356
116.50000	111.67	111.67	-.0225	-.0225
117.00000	113.56	113.56	-.0105	-.0105
117.50000	127.19	127.19	-.0263	-.0263
118.00000	123.54	123.54	-.0031	-.0031
118.50000	123.70	123.70	-.0004	-.0004
119.00000	115.12	115.12	-.0242	-.0242
119.50000	120.23	120.23	-.0251	-.0251
120.00000	115.70	115.70	-.0688	-.0688
120.50000	110.58	110.58	-.0189	-.0189
121.00000	132.96	132.96	-.1368	-.1368
121.50000	143.16	143.16	-.0328	-.0328
122.00000	138.94	138.94	-.0611	-.0611
122.50000	124.50	124.50	-.0036	-.0036
123.00000	130.23	130.23	-.0013	-.0013
123.50000	131.42	131.42	-.0012	-.0012
124.00000	140.75	140.75	-.0079	-.0079
124.50000	134.16	134.16	-.0250	-.0250
125.00000	137.70	137.70	-.0426	-.0426
125.50000	139.48	139.48	-.0247	-.0247
126.00000	113.48	113.48	-.1051	-.1051
126.50000	110.67	110.67	-.0237	-.0237
127.00000	119.30	119.30	-.0916	-.0916
127.50000	130.50	130.50	-.0268	-.0268
128.00000	123.11	123.11	-.0100	-.0100
128.50000	120.89	120.89	-.0118	-.0118
129.00000	112.39	112.39	-.0123	-.0123
129.50000	120.20	120.20	-.0270	-.0270
130.00000	118.90	118.90	-.0226	-.0226
130.50000	119.07	119.07	-.0446	-.0446
131.00000	145.48	145.48	-.0576	-.0576
131.50000	143.55	143.55	-.0058	-.0058
132.00000	129.20	129.20	-.0921	-.0921
132.50000	123.94	123.94	-.0520	-.0520
133.00000	132.77	132.77	-.0216	-.0216
133.50000	135.32	135.32	-.0258	-.0258
134.00000	141.13	141.13	-.0288	-.0288
134.50000	132.36	132.36	-.0341	-.0341
135.00000	131.50	131.50	-.0170	-.0170
135.50000	129.41	129.41	-.0727	-.0727
136.00000	106.62	106.62	-.0152	-.0152
136.50000	110.39	110.39	-.0058	-.0058
137.00000	129.90	129.90	-.0700	-.0700
137.50000	128.68	128.68	-.0586	-.0586
138.00000	118.48	118.48	-.0237	-.0237
138.50000	116.41	116.41	-.0320	-.0320
139.00000	114.65	114.65	-.0359	-.0359
139.50000	124.51	124.51	-.0444	-.0444
140.00000	125.99	125.99	-.0218	-.0218
140.50000	130.74	130.74	-.0908	-.0908
141.00000	146.82	146.82	-.0116	-.0116
141.50000	142.43	142.43	-.0350	-.0350
142.00000	120.42	120.42	-.0407	-.0407
142.50000	127.18	127.18	-.0577	-.0577
143.00000	138.40	138.40	-.0144	-.0144
143.50000	139.20	139.20	-.0266	-.0266
144.00000	136.67	136.67	-.0339	-.0339
144.50000	125.24	125.24	-.0502	-.0502
145.00000	125.23	125.23	-.0276	-.0276
145.50000	117.71	117.71	-.0846	-.0846
146.00000	109.22	109.22	-.0214	-.0214
146.50000	114.74	114.74	-.0756	-.0756





116.00000	129.40	108.43	.6631	.6631	.0000
116.50000	127.76	108.43	.3150	.3150	.0000
117.00000	119.46	108.43	-.2967	-.2967	.0000
117.50000	118.37	108.43	-.1894	-.1894	.0000
118.00000	125.44	108.43	.0662	.0662	.0000
118.50000	119.13	108.43	.1608	.1608	.0000
119.00000	122.01	108.43	.0621	.0621	.0000
119.50000	115.24	108.43	-.0082	-.0082	.0000
120.00000	115.37	108.43	-.1790	-.1790	.0000
120.50000	124.72	108.43	-.3285	-.3285	.0000
121.00000	126.76	108.43	-.6071	-.6071	.0000
121.50000	135.81	108.43	-.1186	-.1186	.0000
122.00000	133.77	108.43	-.3536	-.3536	.0000
122.50000	134.78	108.43	.1695	.1695	.0000
123.00000	127.85	108.43	-.1306	-.1306	.0000
123.50000	135.62	108.43	-.2005	-.2005	.0000
124.00000	132.71	108.43	-.0501	-.0501	.0000
124.50000	139.42	108.43	-.0553	-.0553	.0000
125.00000	136.89	108.43	-.0996	-.0996	.0000
125.50000	119.22	108.43	-.4626	-.4626	.0000
126.00000	125.29	108.43	.5364	.5364	.0000
126.50000	116.56	108.43	-.1117	-.1117	.0000
127.00000	120.69	108.43	-.3718	-.3718	.0000
127.50000	121.04	108.43	-.0769	-.0769	.0000
128.00000	125.91	108.43	.1815	.1815	.0000
128.50000	117.69	108.43	-.2037	-.2037	.0000
129.00000	120.69	108.43	.0142	.0142	.0000
129.50000	115.48	108.43	-.1225	-.1225	.0000
130.00000	119.53	108.43	.0223	.0223	.0000
130.50000	132.48	108.43	-.5048	-.5048	.0000
131.00000	131.06	108.43	-.4601	-.4601	.0000
131.50000	137.16	108.43	-.3136	-.3136	.0000
132.00000	133.73	108.43	.3630	.3630	.0000
132.50000	131.11	108.43	-.0647	-.0647	.0000
133.00000	129.44	108.43	-.2146	-.2146	.0000
133.50000	136.92	108.43	-.1572	-.1572	.0000
134.00000	133.66	108.43	.0531	.0531	.0000
134.50000	136.43	108.43	-.1814	-.1814	.0000
135.00000	130.97	108.43	.0555	.0555	.0000
135.50000	118.87	108.43	.4688	.4688	.0000
136.00000	120.08	108.43	.3648	.3648	.0000
136.50000	118.42	108.43	-.4459	-.4459	.0000
137.00000	119.36	108.43	-.3381	-.3381	.0000
137.50000	124.10	108.43	.2152	.2152	.0000
138.00000	122.63	108.43	.2308	.2308	.0000
138.50000	116.62	108.43	.0698	.0698	.0000
139.00000	120.66	108.43	-.1507	-.1507	.0000
139.50000	120.23	108.43	-.2125	-.2125	.0000
140.00000	127.63	108.43	-.1201	-.1201	.0000
140.50000	136.51	108.43	-.3888	-.3888	.0000
141.00000	136.48	108.43	-.2298	-.2298	.0000
141.50000	133.52	108.43	.5017	.5017	.0000
142.00000	135.11	108.43	.2864	.2864	.0000
142.50000	129.48	108.43	-.3394	-.3394	.0000
143.00000	133.15	108.43	-.2275	-.2275	.0000
143.50000	137.49	108.43	.0362	.0362	.0000
144.00000	132.02	108.43	.2633	.2633	.0000
144.50000	131.05	108.43	.2123	.2123	.0000
145.00000	121.37	108.43	.1466	.1466	.0000
145.50000	117.20	108.43	.2966	.2966	.0000
146.00000	116.21	108.43	.0621	.0621	.0000
146.50000	122.44	108.43	-.4964	-.4964	.0000
147.00000	119.20	108.43	-.1849	-.1849	.0000
147.50000	124.37	108.43	.4195	.4195	.0000
148.00000	119.51	108.43	.1886	.1886	.0000
148.50000	116.89	108.43	-.1401	-.1401	.0000
149.00000	124.31	108.43	-.3642	-.3642	.0000
149.50000	125.52	108.43	-.1884	-.1884	.0000
mínimos	108.43	108.43	-.6952	-.6952	-6.8353
máximos	143.97	109.50	11.0366	11.0366	.0000

CONDIÇÃO DE FRONTEIRA N° 8

Tipo: reservatório

Cota: 123.10 m

Condutas de ligação Índice Seção

1 7 40

2

3

4

Tempo (s)	Alturas piezom. (m)		Caudal (m³/s)
	Conduta1	Conduta2	
.00000	127.00	---	11.0000
.50000	127.00	---	11.0007
1.00000	127.00	---	11.0014
1.50000	127.00	---	11.0021
2.00000	127.00	---	11.0108
2.50000	127.00	---	11.0936
3.00000	127.00	---	9.1280
3.50000	127.00	---	9.1324
4.00000	127.00	---	9.1365
4.50000	127.00	---	9.1403
5.00000	127.00	---	9.1431
5.50000	127.00	---	9.1458
6.00000	127.00	---	9.1701
6.50000	127.00	---	7.5908
7.00000	127.00	---	7.3064
7.50000	127.00	---	7.3117
8.00000	127.00	---	7.3163
8.50000	127.00	---	7.3202
9.00000	127.00	---	7.3230
9.50000	127.00	---	7.3256
10.00000	127.00	---	7.3632
10.50000	127.00	---	5.6526
11.00000	127.00	---	5.5087
11.50000	127.00	---	5.5130
12.00000	127.00	---	5.5163
12.50000	127.00	---	5.5189
13.00000	127.00	---	5.5203
13.50000	127.00	---	5.5209
14.00000	127.00	---	5.5696
14.50000	127.00	---	3.7650
15.00000	127.00	---	3.7180
15.50000	127.00	---	3.7209
16.00000	127.00	---	3.7225
16.50000	127.00	---	3.7236
17.00000	127.00	---	3.7238
17.50000	127.00	---	3.7231
18.00000	127.00	---	3.7834
18.50000	127.00	---	1.9237
19.00000	127.00	---	1.9302
19.50000	127.00	---	1.9322
20.00000	127.00	---	1.9328
20.50000	127.00	---	1.9328



21.00000	127.00	---	1.9325
21.50000	127.00	---	1.9341
22.00000	127.00	---	2.0023
22.50000	127.00	---	.1402
23.00000	127.00	---	.1441
23.50000	127.00	---	.1458
24.00000	127.00	---	.1458
24.50000	127.00	---	.1453
25.00000	127.00	---	.1448
25.50000	127.00	---	-.1579
26.00000	127.00	---	-.9178
26.50000	127.00	---	-1.0470
27.00000	127.00	---	-.4501
27.50000	127.00	---	-.0249
28.00000	127.00	---	-.1046
28.50000	127.00	---	-.1614
29.00000	127.00	---	-.1510
29.50000	127.00	---	-.1464
30.00000	127.00	---	-.0527
30.50000	127.00	---	-.0338
31.00000	127.00	---	1.3946
31.50000	127.00	---	.9432
32.00000	127.00	---	.2430
32.50000	127.00	---	-.0622
33.00000	127.00	---	.0977
33.50000	127.00	---	.1857
34.00000	127.00	---	.1331
34.50000	127.00	---	.1321
35.00000	127.00	---	-.2200
35.50000	127.00	---	-.0615
36.00000	127.00	---	-1.2786
36.50000	127.00	---	-.8227
37.00000	127.00	---	-.1042
37.50000	127.00	---	-.1172
38.00000	127.00	---	-.1715
38.50000	127.00	---	-.2146
39.00000	127.00	---	-.0774
39.50000	127.00	---	-.1075
40.00000	127.00	---	-.3775
40.50000	127.00	---	.1288
41.00000	127.00	---	1.1515
41.50000	127.00	---	.7006
42.00000	127.00	---	-.3282
42.50000	127.00	---	-.1434
43.00000	127.00	---	-.2669
43.50000	127.00	---	.2393
44.00000	127.00	---	-.0110
44.50000	127.00	---	-.0766
45.00000	127.00	---	-.4956
45.50000	127.00	---	-.1747
46.00000	127.00	---	-.9993
46.50000	127.00	---	-.5906
47.00000	127.00	---	.4432
47.50000	127.00	---	.1578
48.00000	127.00	---	-.3448
48.50000	127.00	---	-.1939
49.00000	127.00	---	.1113
49.50000	127.00	---	.1513
50.00000	127.00	---	.5600
50.50000	127.00	---	.3961
51.00000	127.00	---	.8191
51.50000	127.00	---	.3706
52.00000	127.00	---	-.4794
52.50000	127.00	---	-.1418
53.00000	127.00	---	.3952
53.50000	127.00	---	.0327
54.00000	127.00	---	-.2073
54.50000	127.00	---	-.5660
55.00000	127.00	---	-.5741
55.50000	127.00	---	-.6639
56.00000	127.00	---	-.6418
56.50000	127.00	---	.0133
57.00000	127.00	---	.4650
57.50000	127.00	---	.0288
58.00000	127.00	---	-.4200
58.50000	127.00	---	.1714
59.00000	127.00	---	.2901
59.50000	127.00	---	.8345
60.00000	127.00	---	.5776
60.50000	127.00	---	.6647
61.00000	127.00	---	.4804
61.50000	127.00	---	-.3459
62.00000	127.00	---	-.4171
62.50000	127.00	---	.1396
63.00000	127.00	---	.4216
63.50000	127.00	---	-.3965
64.00000	127.00	---	-.3552
64.50000	127.00	---	-.9001
65.00000	127.00	---	-.4950
65.50000	127.00	---	-.4642
66.00000	127.00	---	-.3482
66.50000	127.00	---	.5107
67.00000	127.00	---	.3494
67.50000	127.00	---	-.2878
68.00000	127.00	---	-.4034
68.50000	127.00	---	.6442
69.00000	127.00	---	.4012
69.50000	127.00	---	.9080
70.00000	127.00	---	.4281
70.50000	127.00	---	.2650
71.00000	127.00	---	.2417
71.50000	127.00	---	-.5476
72.00000	127.00	---	-.2957
72.50000	127.00	---	.3804
73.00000	127.00	---	.3277
73.50000	127.00	---	-.8081
74.00000	127.00	---	-.4702
74.50000	127.00	---	-.7273
75.00000	127.00	---	-.3505
75.50000	127.00	---	-.0862
76.00000	127.00	---	-.1191
76.50000	127.00	---	.4926
77.00000	127.00	---	.3014
77.50000	127.00	---	-.3978
78.00000	127.00	---	-.1023
78.50000	127.00	---	.9094
79.00000	127.00	---	.6187
79.50000	127.00	---	.5069
80.00000	127.00	---	.2190
80.50000	127.00	---	-.0303
81.00000	127.00	---	-.0658
81.50000	127.00	---	-.3945
82.00000	127.00	---	-.3031
82.50000	127.00	---	.3548
83.00000	127.00	---	-.2472
83.50000	127.00	---	-.9579
84.00000	127.00	---	-.7251
84.50000	127.00	---	-.3198

85.00000	127.00	---	-.0029
85.50000	127.00	---	-.0871
86.00000	127.00	---	.2423
86.50000	127.00	---	.2961
87.00000	127.00	---	.2380
87.50000	127.00	---	-.2820
88.00000	127.00	---	-.6029
88.50000	127.00	---	-.9548
89.00000	127.00	---	.6453
89.50000	127.00	---	-.1630
90.00000	127.00	---	-.2285
90.50000	127.00	---	-.1022
91.00000	127.00	---	-.3165
91.50000	127.00	---	-.2107
92.00000	127.00	---	-.1679
92.50000	127.00	---	-.1988
93.00000	127.00	---	-.8928
93.50000	127.00	---	-.9126
94.00000	127.00	---	-.4047
94.50000	127.00	---	-.0346
95.00000	127.00	---	.3821
95.50000	127.00	---	.0936
96.00000	127.00	---	.2889
96.50000	127.00	---	.1518
97.00000	127.00	---	-.1509
97.50000	127.00	---	-.1081
98.00000	127.00	---	1.0765
98.50000	127.00	---	.8398
99.00000	127.00	---	-.0999
99.50000	127.00	---	-.0805
100.00000	127.00	---	-.4219
100.50000	127.00	---	-.1009
101.00000	127.00	---	-.2175
101.50000	127.00	---	-.1629
102.00000	127.00	---	-.1734
102.50000	127.00	---	-.0178
103.00000	127.00	---	-1.1112
103.50000	127.00	---	-.7367
104.00000	127.00	---	-.1990
104.50000	127.00	---	.2230
105.00000	127.00	---	.3556
105.50000	127.00	---	.1538
106.00000	127.00	---	.1578
106.50000	127.00	---	.2624
107.00000	127.00	---	.2241
107.50000	127.00	---	.1923
108.00000	127.00	---	1.0399
108.50000	127.00	---	-.5633
109.00000	127.00	---	-.4280
109.50000	127.00	---	-.4042
110.00000	127.00	---	-.2320
110.50000	127.00	---	-.2131
111.00000	127.00	---	-.1350
111.50000	127.00	---	-.3945
112.00000	127.00	---	-.2831
112.50000	127.00	---	-.3680
113.00000	127.00	---	-.9121
113.50000	127.00	---	-.2829
114.00000	127.00	---	.5672
114.50000	127.00	---	.5542
115.00000	127.00	---	.0992
115.50000	127.00	---	.2282
116.00000	127.00	---	.1444
116.50000	127.00	---	.5094
117.00000	127.00	---	.3291
117.50000	127.00	---	.4793
118.00000	127.00	---	.7603
118.50000	127.00	---	-.0790
119.00000	127.00	---	-.6295
119.50000	127.00	---	-.5840
120.00000	127.00	---	.0149
120.50000	127.00	---	-.2137
121.00000	127.00	---	-.1742
121.50000	127.00	---	-.6022
122.00000	127.00	---	-.3519
122.50000	127.00	---	-.4921
123.00000	127.00	---	-.6010
123.50000	127.00	---	.4360
124.00000	127.00	---	.6453
124.50000	127.00	---	.4723
125.00000	127.00	---	-.0872
125.50000	127.00	---	.2123
126.00000	127.00	---	.2242
126.50000	127.00	---	.6596
127.00000	127.00	---	.3452
127.50000	127.00	---	.4070
128.00000	127.00	---	.4255
128.50000	127.00	---	-.7031
129.00000	127.00	---	-.6595
129.50000	127.00	---	-.2676
130.00000	127.00	---	.0915
130.50000	127.00	---	-.2525
131.00000	127.00	---	-.3031
131.50000	127.00	---	-.6608
132.00000	127.00	---	-.3016
132.50000	127.00	---	-.2575
133.00000	127.00	---	-.2102
133.50000	127.00	---	.8416
134.00000	127.00	---	.6914
134.50000	127.00	---	.0431
135.00000	127.00	---	-.0345
135.50000	127.00	---	.3383
136.00000	127.00	---	.4015
136.50000	127.00	---	.6037
137.00000	127.00	---	.1993
137.50000	127.00	---	.0949
138.00000	127.00	---	-.0515
138.50000	127.00	---	-.8591
139.00000	127.00	---	-.7038
139.50000	127.00	---	-.1399
140.00000	127.00	---	-.0448
140.50000	127.00	---	-.4471
141.00000	127.00	---	-.4871
141.50000	127.00	---	-.6030
142.00000	127.00	---	-.0312
142.50000	127.00	---	-.0430
143.00000	127.00	---	.3202
143.50000	127.00	---	.7943
144.00000	127.00	---	.6380
144.50000	127.00	---	-.2553
145.00000	127.00	---	.1312
145.50000	127.00	---	.5478
146.00000	127.00	---	.5275
146.50000	127.00	---	.3758
147.00000	127.00	---	-.1851
147.50000	127.00	---	-.1533
148.00000	127.00	---	-.5289
148.50000	127.00	---	-.6911

149.00000	127.00	---	-.4801
149.50000	127.00	---	.3034
mínimos	127.00	---	-1.2786
máximos	127.00	---	11.0936

## **ANEXO III**

### **CÁLCULO DO DIÂMETRO ECONÔMICO DAS TUBULAÇÕES**

**FASE III – PROJETO BÁSICO DO TRECHO 1**  
**(AÇUDE CASTANHÃO – AÇUDE CURRAL VELHO)**

**TOMO 1 – CAPTAÇÃO DE ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO**

**ANEXO III – CÁLCULO DO DIÂMETRO ECONÔMICO DAS TUBULAÇÕES**

**ÍNDICE**

**QUADRO III.1 – UMA (1) TUBULAÇÃO – PN 4**

**QUADRO III.2 – DUAS (2) TUBULAÇÕES – PN 4**

**QUADRO III.3 – TRÊS (3) TUBULAÇÕES – PN 4**

**QUADRO III.4 – UMA (1) TUBULAÇÃO – PN 7**

**QUADRO III.5 – DUAS (2) TUBULAÇÕES – PN 7**

**QUADRO III.6 – TRÊS (3) TUBULAÇÕES – PN 7**

**QUADRO III.7 – UMA (1) TUBULAÇÃO – PN 7– CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO  
DIFÍCEIS**

**QUADRO III.8 – DUAS (2) TUBULAÇÕES – PN 7– CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO  
DIFÍCEIS**

**QUADRO III.9 – TRÊS (3) TUBULAÇÕES – PN 7– CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO  
DIFÍCEIS**



### QUADRO III.1 CÁLCULO DO DIÂMETRO ECONÓMICO DAS TUBULAÇÕES (1 TUBULAÇÃO - PN4)

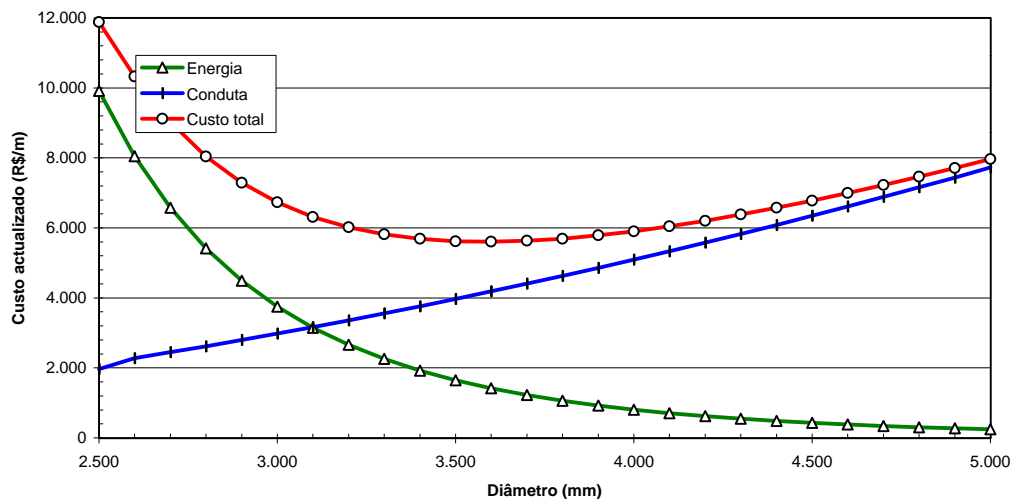
#### Características do sistema

Tipo de sistema..... Estação de bombeamento  
 Vazão máxima aduzida..... **22,00** m<sup>3</sup>/s  
 Coeficiente de perda de carga ..... 90 m<sup>1/3</sup>/s  
 Rendimento dos grupos..... 0,85  
 Tempo de funcionamento..... "Considerou-se a série de vazões derivadas obtidas dos estudos de simulação"

#### Parâmetros económicos

Preço médio da energia..... 0,030 R\$/kWh  
 Preço médio da potência disponível.... 32,0 R\$/kW/ano  
 Preço médio da potência instalada..... 1.200 R\$/kW (custo adicional da elevatória)  
 Taxa de actualização..... 12 %  
 Tempo de amortização..... 40 anos (fator = 9,24 ) (factor com série real = 5,63 )  
 Exploração e manutenção..... 0,5 % para construção civil 1,0 % para equipamentos  
 Construção..... 80% % para construção civil 20% % para equipamentos

DN (mm)	Velocidade (m/s)	ENERGIA (por ano)				CONDUTA (PN4)				CUSTOS ACTUALIZADOS		
		Perda de carga, dH (m/m)	Perda de potência, dP (kW/m)	Perda de energia, dP (kWh/m)	Custo da energia (R\$/m)	Construção civil (R\$/m)	Equipamentos (R\$/m)	Custo da conduta (R\$/m)	Exploração e manutenção (R\$/ano)	Energia (R\$/m)	Condutas (R\$/m)	Total (R\$/m)
2.500	4,48	0,004642	1,178	10.322,2	1.760	1.490	372	1.862	11	9.918	1.965	11.883
2.600	4,14	0,003766	0,955	8.373,7	1.428	1.603	401	2.003	12	8.045	2.281	10.327
2.700	3,84	0,003079	0,781	6.846,9	1.168	1.720	430	2.150	13	6.578	2.448	9.026
2.800	3,57	0,002536	0,643	5.639,6	962	1.840	460	2.300	14	5.418	2.619	8.038
2.900	3,33	0,002103	0,534	4.676,9	798	1.965	491	2.456	15	4.494	2.797	7.290
3.000	3,11	0,001755	0,445	3.903,2	666	2.093	523	2.616	16	3.750	2.979	6.729
3.100	2,91	0,001474	0,374	3.276,9	559	2.225	556	2.781	17	3.148	3.167	6.315
3.200	2,74	0,001244	0,316	2.766,4	472	2.361	590	2.951	18	2.658	3.360	6.018
3.300	2,57	0,001056	0,268	2.347,6	400	2.500	625	3.125	19	2.256	3.559	5.814
3.400	2,42	0,000900	0,228	2.002,1	341	2.644	661	3.304	20	1.924	3.763	5.686
3.500	2,29	0,000771	0,196	1.715,2	293	2.790	698	3.488	21	1.648	3.972	5.620
3.600	2,16	0,000664	0,168	1.475,9	252	2.941	735	3.676	22	1.418	4.186	5.604
3.700	2,05	0,000574	0,145	1.275,3	217	3.095	774	3.869	23	1.225	4.405	5.631
3.800	1,94	0,000497	0,126	1.106,2	189	3.253	813	4.066	24	1.063	4.630	5.693
3.900	1,84	0,000433	0,110	963,0	164	3.414	854	4.268	26	925	4.860	5.785
4.000	1,75	0,000378	0,096	841,4	143	3.580	895	4.474	27	808	5.095	5.903
4.100	1,67	0,000332	0,084	737,6	126	3.748	937	4.685	28	709	5.335	6.044
4.200	1,59	0,000292	0,074	648,6	111	3.921	980	4.901	29	623	5.580	6.203
4.300	1,51	0,000257	0,065	572,1	98	4.096	1.024	5.121	31	550	5.831	6.380
4.400	1,45	0,000228	0,058	506,1	86	4.276	1.069	5.345	32	486	6.086	6.572
4.500	1,38	0,000202	0,051	448,9	77	4.459	1.115	5.574	33	431	6.347	6.778
4.600	1,32	0,000180	0,046	399,2	68	4.646	1.161	5.807	35	384	6.612	6.996
4.700	1,27	0,000160	0,041	356,0	61	4.836	1.209	6.045	36	342	6.883	7.225
4.800	1,22	0,000143	0,036	318,2	54	5.029	1.257	6.287	38	306	7.158	7.464
4.900	1,17	0,000128	0,033	285,0	49	5.227	1.307	6.533	39	274	7.439	7.713
5.000	1,12	0,000115	0,029	255,9	44	5.427	1.357	6.784	41	246	7.725	7.971
<b>Diâmetro económico</b>												
3.600	2,16	0,00066	0,168	1.475,9	252	2.941	735	3.676	22	1.418	4.186	5.604
<b>Diâmetro adoptado</b>												
3.400	2,42	0,00090	0,228	2.002,1	341	2.644	661	3.304	20	1.924	3.763	5.686





### QUADRO III.2 CÁLCULO DO DIÂMETRO ECONÓMICO DAS TUBULAÇÕES (2 TUBULAÇÕES - PN4)

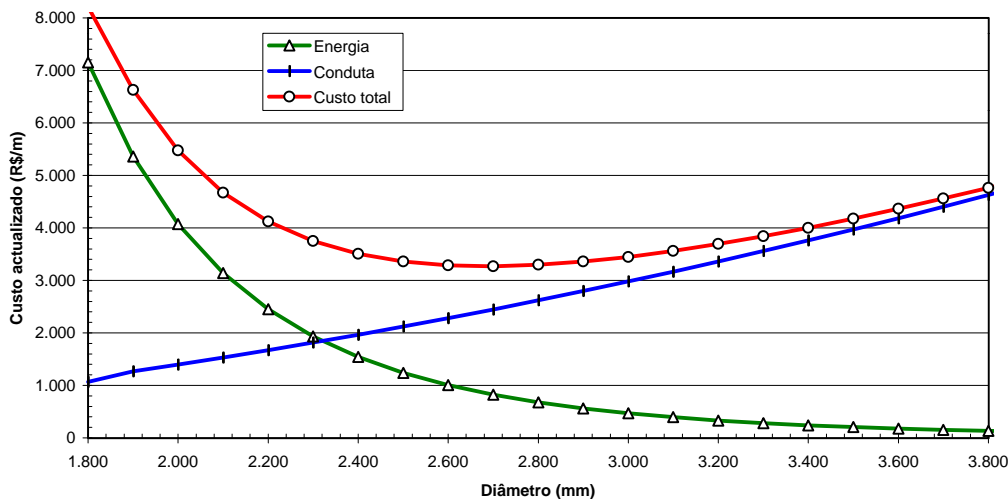
#### Características do sistema

Tipo de sistema..... Estação de bombeamento  
 Vazão a transportar..... 11,00 m<sup>3</sup>/s  
 Coeficiente de perda de carga ..... 90 m<sup>1/3</sup>/s  
 Rendimento dos grupos..... 0,85  
 Tempo de funcionamento..... "Considerou-se a série de vazões derivadas obtidas dos estudos de simulação"

#### Parâmetros económicos

Preço médio da energia..... 0,030 R\$/kWh  
 Preço médio da potência disponível.... 32,0 R\$/kW/ano  
 Preço médio da potência instalada..... 1.200 R\$/kW (custo adicional da elevatória)  
 Taxa de actualização..... 12 %  
 Tempo de amortização..... 40 anos (factor = 9,24 ) (factor com série real = 5,63 )  
 Exploração e manutenção..... 0,5 % para construção civil 1,0 % para equipamentos  
 Construção..... 80% % para construção civil 20% % para equipamentos

DN (mm)	Velocidade (m/s)	ENERGIA (por ano)				CONDUTA (PN4)				CUSTOS ACTUALIZADOS		
		Perda de carga, dH (m/m)	Perda de potência, dP (kW/m)	Perda de energia, dE (kWh/m)	Custo da energia (R\$/m)	Construção civil (R\$/m)	Equipamentos (R\$/m)	Custo da conduta (R\$/m)	Exploração e manutenção (R\$/m/ano)	Energia (R\$/m)	Condutas (R\$/m)	Total (R\$/m)
1.800	4,32	0,006694	0,849	7.441,7	1.269	807	202	1.009	6	7.150	1.065	8.215
1.900	3,88	0,005017	0,636	5.577,3	951	893	223	1.116	7	5.359	1.271	6.630
2.000	3,50	0,003816	0,484	4.242,3	723	983	246	1.228	7	4.076	1.398	5.474
2.100	3,18	0,002942	0,373	3.270,2	558	1.076	269	1.345	8	3.142	1.532	4.674
2.200	2,89	0,002295	0,291	2.551,6	435	1.174	293	1.467	9	2.452	1.671	4.122
2.300	2,65	0,001811	0,230	2.013,0	343	1.275	319	1.594	10	1.934	1.815	3.749
2.400	2,43	0,001443	0,183	1.604,2	274	1.381	345	1.726	10	1.541	1.965	3.506
2.500	2,24	0,001161	0,147	1.290,3	220	1.490	372	1.862	11	1.240	2.120	3.360
2.600	2,07	0,000942	0,119	1.046,7	179	1.603	401	2.003	12	1.006	2.281	3.287
2.700	1,92	0,000770	0,098	855,9	146	1.720	430	2.150	13	822	2.448	3.270
2.800	1,79	0,000634	0,080	704,9	120	1.840	460	2.300	14	677	2.619	3.297
2.900	1,67	0,000526	0,067	584,6	100	1.965	491	2.456	15	562	2.797	3.358
3.000	1,56	0,000439	0,056	487,9	83	2.093	523	2.616	16	469	2.979	3.448
3.100	1,46	0,000368	0,047	409,6	70	2.225	556	2.781	17	394	3.167	3.561
3.200	1,37	0,000311	0,039	345,8	59	2.361	590	2.951	18	332	3.360	3.693
3.300	1,29	0,000264	0,033	293,5	50	2.500	625	3.125	19	282	3.559	3.841
3.400	1,21	0,000225	0,029	250,3	43	2.644	661	3.304	20	240	3.763	4.003
3.500	1,14	0,000193	0,024	214,4	37	2.790	698	3.488	21	206	3.972	4.178
3.600	1,08	0,000166	0,021	184,5	31	2.941	735	3.676	22	177	4.186	4.363
3.700	1,02	0,000143	0,018	159,4	27	3.095	774	3.869	23	153	4.405	4.558
3.800	0,97	0,000124	0,016	138,3	24	3.253	813	4.066	24	133	4.630	4.763
3.900	0,92	0,000108	0,014	120,4	21	3.414	854	4.268	26	116	4.860	4.976
4.000	0,88	0,000095	0,012	105,2	18	3.580	895	4.474	27	101	5.095	5.196
4.100	0,83	0,000083	0,011	92,2	16	3.748	937	4.685	28	89	5.335	5.424
4.200	0,79	0,000073	0,009	81,1	14	3.921	980	4.901	29	78	5.580	5.658
4.300	0,76	0,000064	0,008	71,5	12	4.096	1.024	5.121	31	69	5.831	5.899
<b>Diâmetro económico</b>												
2.700	1,92	0,00077	0,098	855,9	146	1.720	430	2.150	13	822	2.448	3.270
<b>Diâmetro adoptado</b>												
2.500	2,24	0,00116	0,147	1.290,3	220	1.490	372	1.862	11	1.240	2.120	3.360





### QUADRO III.3 CÁLCULO DO DIÂMETRO ECONÓMICO DAS TUBULAÇÕES (3 TUBULAÇÕES - PN4)

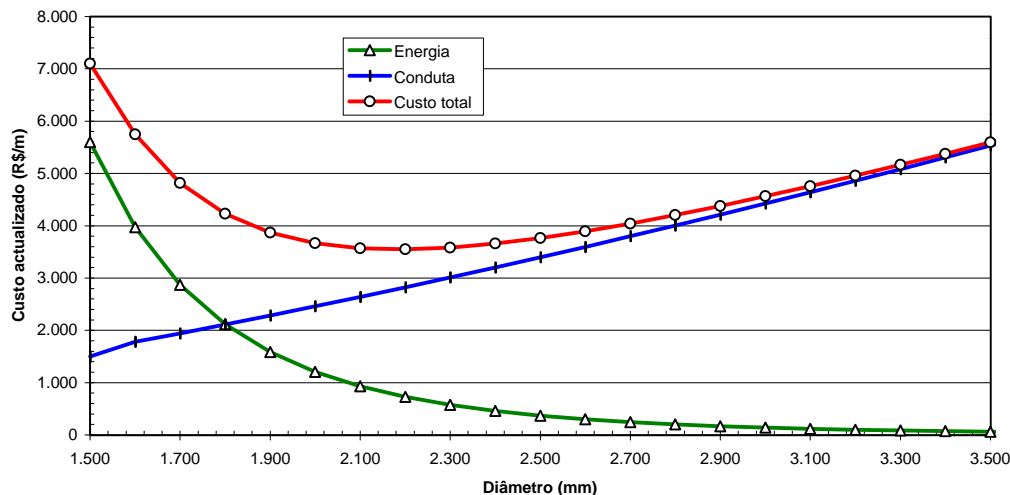
#### Características do sistema

Tipo de sistema..... Estação de bombeamento  
 Vazão a transportar..... 7,33 m<sup>3</sup>/s  
 Coeficiente de perda de carga ..... 90 m<sup>1/3</sup>/s  
 Rendimento dos grupos..... 0,85  
 Tempo de funcionamento..... "Considerou-se a série de vazões derivadas obtidas dos estudos de simulação"

#### Parâmetros económicos

Preço médio da energia..... 0,030 R\$/kWh  
 Preço médio da potência disponível.... 32,0 R\$/kW/ano  
 Preço médio da potência instalada..... 1.200 R\$/kW (custo adicional da elevatória)  
 Taxa de actualização..... 12 %  
 Tempo de amortização..... 40 anos (factor = 9,24 ) (factor com série real = 5,63 )  
 Exploração e manutenção..... 0,5 % para construção civil 1,0 % para equipamentos  
 Construção..... 80% % para construção civil 20% % para equipamentos

DN (mm)	Velocidade (m/s)	ENERGIA (por ano)				CONDUTA (PN4)				CUSTOS ACTUALIZADOS			
		Perda de carga, dH (m/m)	Perda de potência, dP (kW/m)	Perda de energia, dP (kWh/m)	Custo da energia (R\$/m)	Construção civil (R\$/m)	Equipamentos (R\$/m)	Custo da conduta (R\$/m)	Exploração e manutenção (R\$/m/ano)	Energia (R\$/m)	Condutas (R\$/m)	Total (R\$/m)	
1.500	4,15	0,007868	0,665	5.831,1	994	1.209	213	1.422	8	5.603	1.498	7.101	
1.600	3,65	0,005576	0,471	4.132,8	705	1.328	234	1.562	9	3.971	1.779	5.749	
1.700	3,23	0,004035	0,341	2.990,9	510	1.450	256	1.706	10	2.874	1.942	4.816	
1.800	2,88	0,002975	0,252	2.204,9	376	1.575	278	1.853	11	2.119	2.110	4.228	
1.900	2,59	0,002230	0,189	1.652,5	282	1.703	301	2.004	12	1.588	2.282	3.870	
2.000	2,33	0,001696	0,143	1.257,0	214	1.835	324	2.159	12	1.208	2.458	3.666	
2.100	2,12	0,001307	0,111	969,0	165	1.969	348	2.317	13	931	2.638	3.569	
2.200	1,93	0,001020	0,086	756,0	129	2.107	372	2.479	14	726	2.822	3.549	
2.300	1,77	0,000805	0,068	596,4	102	2.247	397	2.644	15	573	3.010	3.583	
2.400	1,62	0,000641	0,054	475,3	81	2.390	422	2.812	16	457	3.202	3.659	
2.500	1,49	0,000516	0,044	382,3	65	2.536	448	2.983	17	367	3.397	3.764	
2.600	1,38	0,000418	0,035	310,1	53	2.684	474	3.158	18	298	3.596	3.894	
2.700	1,28	0,000342	0,029	253,6	43	2.835	500	3.336	19	244	3.798	4.042	
2.800	1,19	0,000282	0,024	208,9	36	2.989	527	3.516	20	201	4.004	4.205	
2.900	1,11	0,000234	0,020	173,2	30	3.145	555	3.700	21	166	4.213	4.379	
3.000	1,04	0,000195	0,016	144,6	25	3.303	583	3.886	22	139	4.425	4.564	
3.100	0,97	0,000164	0,014	121,4	21	3.464	611	4.075	23	117	4.641	4.757	
3.200	0,91	0,000138	0,012	102,5	17	3.627	640	4.267	25	98	4.859	4.958	
3.300	0,86	0,000117	0,010	86,9	15	3.793	669	4.462	26	84	5.081	5.164	
3.400	0,81	0,000100	0,008	74,2	13	3.961	699	4.660	27	71	5.306	5.377	
3.500	0,76	0,000086	0,007	63,5	11	4.131	729	4.860	28	61	5.533	5.594	
3.600	0,72	0,000074	0,006	54,7	9	4.303	759	5.062	29	53	5.764	5.817	
3.700	0,68	0,000064	0,005	47,2	8	4.477	790	5.267	30	45	5.998	6.043	
3.800	0,65	0,000055	0,005	41,0	7	4.654	821	5.475	31	39	6.234	6.274	
3.900	0,61	0,000048	0,004	35,7	6	4.832	853	5.685	33	34	6.473	6.508	
4.000	0,58	0,000042	0,004	31,2	5	5.013	885	5.898	34	30	6.716	6.745	
<b>Diâmetro económico</b>													
2.200	1,93	0,00102	0,086	756,0	129	2.107	372	2.479	14	726	2.822	3.549	
<b>Diâmetro adoptado</b>													
2.100	2,12	0,00131	0,111	969,0	165	1.969	348	2.317	13	931	2.638	3.569	







### QUADRO III.4 CÁLCULO DO DIÂMETRO ECONÓMICO DAS TUBULAÇÕES (1 TUBULAÇÃO - PN7)

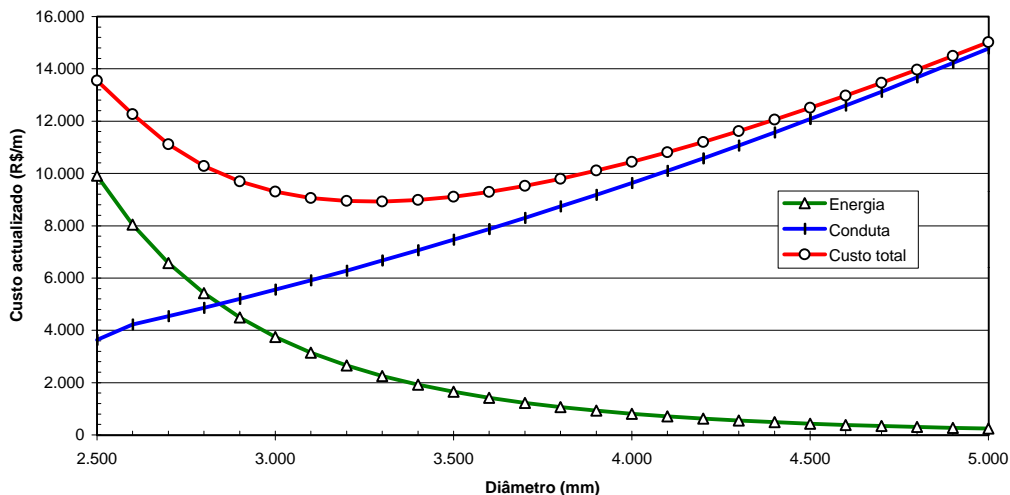
#### Características do sistema

Tipo de sistema..... Estação de bombeamento  
 Vazão a transportar..... **22,00** m<sup>3</sup>/s  
 Coeficiente de perda de carga ..... 90 m<sup>1/3</sup>/s  
 Rendimento dos grupos..... 0,85  
 Tempo de funcionamento..... "Considerou-se a série de vazões derivadas obtidas dos estudos de simulação"

#### Parâmetros económicos

Preço médio da energia..... 0,030 R\$/kWh  
 Preço médio da potência disponível.... 32,0 R\$/kW/ano  
 Preço médio da potência instalada..... 1.200 R\$/kW (custo adicional da elevatória)  
 Taxa de actualização..... 12 %  
 Tempo de amortização..... 40 anos (factor = 9,24 ) (factor com série real = 5,63 )  
 Exploração e manutenção..... 0,5 % para construção civil 1,0 % para equipamentos  
 Construção..... 80% % para construção civil 20% % para equipamentos

DN (mm)	Velocidade (m/s)	ENERGIA (por ano)				CONDUTA (PN7)				CUSTOS ACTUALIZADOS			
		Perda de carga, dH (m/m)	Perda de potência, dP (kW/m)	Perda de energia, dP (kWh/m)	Custo da energia (R\$/m)	Construção civil (R\$/m)	Equipamentos (R\$/m)	Custo da conduta (R\$/m)	Exploração e manutenção (R\$/m/ano)	Energia (R\$/m)	Condutas (R\$/m)	Total (R\$/m)	
2.500	4,48	0,004642	1,178	10.322,2	1.760	2.752	688	3.439	21	9.918	3.630	13.548	
2.600	4,14	0,003766	0,955	8.373,7	1.428	2.966	742	3.708	22	8.045	4.222	12.267	
2.700	3,84	0,003079	0,781	6.846,9	1.168	3.189	797	3.986	24	6.578	4.539	11.117	
2.800	3,57	0,002536	0,643	5.639,6	962	3.419	855	4.274	26	5.418	4.866	10.285	
2.900	3,33	0,002103	0,534	4.676,9	798	3.657	914	4.571	27	4.494	5.205	9.698	
3.000	3,11	0,001755	0,445	3.903,2	666	3.902	976	4.878	29	3.750	5.554	9.304	
3.100	2,91	0,001474	0,374	3.276,9	559	4.155	1.039	5.194	31	3.148	5.914	9.062	
3.200	2,74	0,001244	0,316	2.766,4	472	4.416	1.104	5.520	33	2.658	6.285	8.943	
3.300	2,57	0,001056	0,268	2.347,6	400	4.684	1.171	5.855	35	2.256	6.667	8.922	
3.400	2,42	0,000900	0,228	2.002,1	341	4.960	1.240	6.199	37	1.924	7.059	8.983	
3.500	2,29	0,000771	0,196	1.715,2	293	5.243	1.311	6.554	39	1.648	7.462	9.110	
3.600	2,16	0,000664	0,168	1.475,9	252	5.534	1.383	6.917	42	1.418	7.876	9.294	
3.700	2,05	0,000574	0,145	1.275,3	217	5.832	1.458	7.290	44	1.225	8.301	9.526	
3.800	1,94	0,000497	0,126	1.106,2	189	6.138	1.534	7.672	46	1.063	8.736	9.799	
3.900	1,84	0,000433	0,110	963,0	164	6.451	1.613	8.064	48	925	9.182	10.107	
4.000	1,75	0,000378	0,096	841,4	143	6.772	1.693	8.464	51	808	9.638	10.446	
4.100	1,67	0,000332	0,084	737,6	126	7.100	1.775	8.874	53	709	10.105	10.814	
4.200	1,59	0,000292	0,074	648,6	111	7.435	1.859	9.294	56	623	10.583	11.206	
4.300	1,51	0,000257	0,065	572,1	98	7.778	1.944	9.722	58	550	11.071	11.620	
4.400	1,45	0,000228	0,058	506,1	86	8.128	2.032	10.160	61	486	11.569	12.055	
4.500	1,38	0,000202	0,051	448,9	77	8.486	2.121	10.607	64	431	12.078	12.509	
4.600	1,32	0,000180	0,046	399,2	68	8.851	2.213	11.064	66	384	12.598	12.981	
4.700	1,27	0,000160	0,041	356,0	61	9.223	2.306	11.529	69	342	13.128	13.470	
4.800	1,22	0,000143	0,036	318,2	54	9.603	2.401	12.004	72	306	13.668	13.974	
4.900	1,17	0,000128	0,033	285,0	49	9.990	2.497	12.487	75	274	14.219	14.493	
5.000	1,12	0,000115	0,029	255,9	44	10.384	2.596	12.980	78	246	14.780	15.026	
<b>Diâmetro económico</b>													
3.300	2,57	0,00106	0,268	2.347,6	400	4.684	1.171	5.855	35	2.256	6.667	8.922	
<b>Diâmetro adoptado</b>													
3.000	3,11	0,00176	0,445	3.903,2	666	3.902	976	4.878	29	3.750	5.554	9.304	





### QUADRO III.5 CÁLCULO DO DIÂMETRO ECONÓMICO DAS TUBULAÇÕES (2 TUBULAÇÕES - PN7)

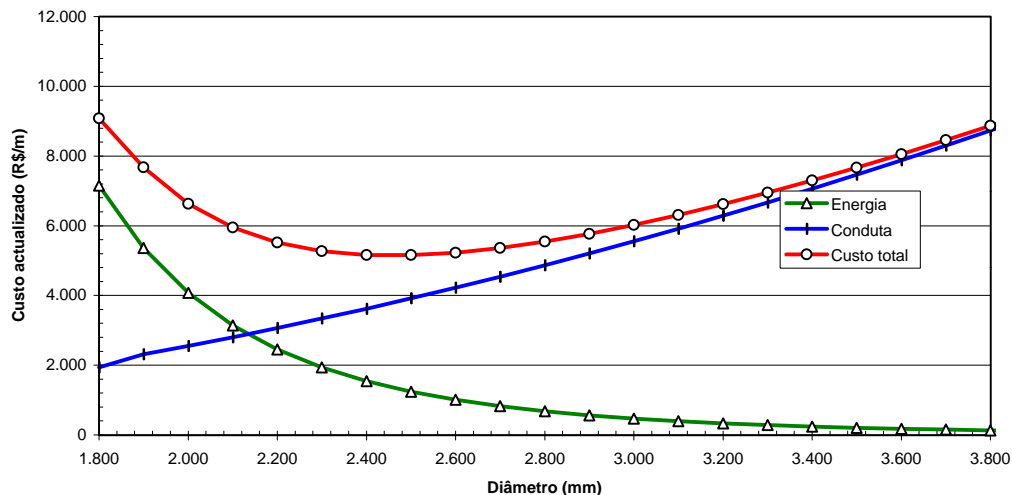
#### Características do sistema

Tipo de sistema..... Estação de bombeamento  
 Vazão a transportar..... 11,00 m<sup>3</sup>/s  
 Coeficiente de perda de carga ..... 90 m<sup>1/3</sup>/s  
 Rendimento dos grupos..... 0,85  
 Tempo de funcionamento..... "Considerou-se a série de vazões derivadas obtidas dos estudos de simulação"

#### Parâmetros económicos

Preço médio da energia..... 0,030 R\$/kWh  
 Preço médio da potência disponível.... 32,0 R\$/kW/ano  
 Preço médio da potência instalada..... 1.200 R\$/kW (custo adicional da elevatória)  
 Taxa de actualização..... 12 %  
 Tempo de amortização..... 40 anos (factor = 9,24 ) (factor com série real = 5,63 )  
 Exploração e manutenção..... 0,5 % para construção civil 1,0 % para equipamentos  
 Construção..... 80% % para construção civil 20% % para equipamentos

DN (mm)	Velocidade (m/s)	ENERGIA (por ano)				CONDUTA (PN7)				CUSTOS ACTUALIZADOS		
		Perda de carga, dH (m/m)	Perda de potência, dP (kW/m)	Perda de energia, dP (kWh/m)	Custo da energia (R\$/m)	Construção civil (R\$/m)	Equipamentos (R\$/m)	Custo da conduta (R\$/m)	Exploração e manutenção (R\$/m/ano)	Energia (R\$/m)	Condutas (R\$/m)	Total (R\$/m)
1.800	4,32	0,006694	0,849	7.441,7	1.269	1.466	367	1.833	11	7.150	1.934	9.084
1.900	3,88	0,005017	0,636	5.577,3	951	1.626	407	2.033	12	5.359	2.315	7.673
2.000	3,50	0,003816	0,484	4.242,3	723	1.794	449	2.243	13	4.076	2.554	6.630
2.100	3,18	0,002942	0,373	3.270,2	558	1.970	493	2.463	15	3.142	2.804	5.946
2.200	2,89	0,002295	0,291	2.551,6	435	2.154	538	2.692	16	2.452	3.065	5.517
2.300	2,65	0,001811	0,230	2.013,0	343	2.345	586	2.932	18	1.934	3.338	5.272
2.400	2,43	0,001443	0,183	1.604,2	274	2.544	636	3.181	19	1.541	3.622	5.163
2.500	2,24	0,001161	0,147	1.290,3	220	2.752	688	3.439	21	1.240	3.916	5.156
2.600	2,07	0,000942	0,119	1.046,7	179	2.966	742	3.708	22	1.006	4.222	5.228
2.700	1,92	0,000770	0,098	855,9	146	3.189	797	3.986	24	822	4.539	5.361
2.800	1,79	0,000634	0,080	704,9	120	3.419	855	4.274	26	677	4.866	5.543
2.900	1,67	0,000526	0,067	584,6	100	3.657	914	4.571	27	562	5.205	5.766
3.000	1,56	0,000439	0,056	487,9	83	3.902	976	4.878	29	469	5.554	6.023
3.100	1,46	0,000368	0,047	409,6	70	4.155	1.039	5.194	31	394	5.914	6.308
3.200	1,37	0,000311	0,039	345,8	59	4.416	1.104	5.520	33	332	6.285	6.617
3.300	1,29	0,000264	0,033	293,5	50	4.684	1.171	5.855	35	282	6.667	6.949
3.400	1,21	0,000225	0,029	250,3	43	4.960	1.240	6.199	37	240	7.059	7.300
3.500	1,14	0,000193	0,024	214,4	37	5.243	1.311	6.554	39	206	7.462	7.668
3.600	1,08	0,000166	0,021	184,5	31	5.534	1.383	6.917	42	177	7.876	8.053
3.700	1,02	0,000143	0,018	159,4	27	5.832	1.458	7.290	44	153	8.301	8.454
3.800	0,97	0,000124	0,016	138,3	24	6.138	1.534	7.672	46	133	8.736	8.869
3.900	0,92	0,000108	0,014	120,4	21	6.451	1.613	8.064	48	116	9.182	9.297
4.000	0,88	0,000095	0,012	105,2	18	6.772	1.693	8.464	51	101	9.638	9.739
4.100	0,83	0,000083	0,011	92,2	16	7.100	1.775	8.874	53	89	10.105	10.194
4.200	0,79	0,000073	0,009	81,1	14	7.435	1.859	9.294	56	78	10.583	10.660
4.300	0,76	0,000064	0,008	71,5	12	7.778	1.944	9.722	58	69	11.071	11.139
<b>Diâmetro económico</b>												
2.500	2,24	0,00116	0,147	1.290,3	220	2.752	688	3.439	21	1.240	3.916	5.156
<b>Diâmetro adoptado</b>												
2.200	2,89	0,00230	0,291	2.551,6	435	2.154	538	2.692	16	2.452	3.065	5.517





### QUADRO III.6 CÁLCULO DO DIÂMETRO ECONÓMICO DAS TUBULAÇÕES (3 TUBULAÇÕES - PN7)

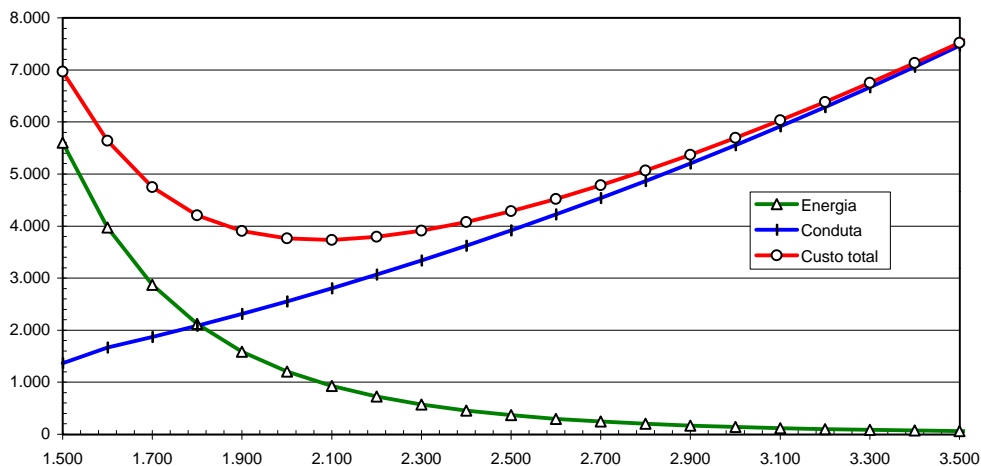
#### Características do sistema

Tipo de sistema..... Estação de bombeamento  
 Vazão a transportar..... 7,33 m<sup>3</sup>/s  
 Coeficiente de perda de carga ..... 90 m<sup>1/3</sup>/s  
 Rendimento dos grupos..... 0,85  
 Tempo de funcionamento..... "Considerou-se a série de vazões derivadas obtidas dos estudos de simulação"

#### Parâmetros económicos

Preço médio da energia..... 0,030 R\$/kWh  
 Preço médio da potência disponível.... 32,0 R\$/kW/ano  
 Preço médio da potência instalada..... 1.200 R\$/kW (custo adicional da elevatória)  
 Taxa de actualização..... 12 %  
 Tempo de amortização..... 40 anos (factor = 9,24 ) (factor com série real = 5,63 )  
 Exploração e manutenção..... 0,5 % para construção civil 1,0 % para equipamentos  
 Construção..... 80% % para construção civil 20% % para equipamentos

DN (mm)	Velocidade (m/s)	ENERGIA (por ano)				CONDUTA (PN7)				CUSTOS ACTUALIZADOS			
		Perda de carga, dH (m/m)	Perda de potência, dP (kW/m)	Perda de energia, dP (kWh/m)	Custo da energia (R\$/m)	Construção civil (R\$/m)	Equipamentos (R\$/m)	Custo da conduta (R\$/m)	Exploração e manutenção (R\$/m/ano)	Energia (R\$/m)	Condutas (R\$/m)	Total (R\$/m)	
1.500	4,15	0,007868	0,665	5.831,1	994	1.034	258	1.292	8	5.603	1.364	6.967	
1.600	3,65	0,005576	0,471	4.132,8	705	1.170	293	1.463	9	3.971	1.665	5.636	
1.700	3,23	0,004035	0,341	2.990,9	510	1.314	329	1.643	10	2.874	1.870	4.744	
1.800	2,88	0,002975	0,252	2.204,9	376	1.466	367	1.833	11	2.119	2.087	4.205	
1.900	2,59	0,002230	0,189	1.652,5	282	1.626	407	2.033	12	1.588	2.315	3.902	
2.000	2,33	0,001696	0,143	1.257,0	214	1.794	449	2.243	13	1.208	2.554	3.761	
2.100	2,12	0,001307	0,111	969,0	165	1.970	493	2.463	15	931	2.804	3.735	
2.200	1,93	0,001020	0,086	756,0	129	2.154	538	2.692	16	726	3.065	3.792	
2.300	1,77	0,000805	0,068	596,4	102	2.345	586	2.932	18	573	3.338	3.911	
2.400	1,62	0,000641	0,054	475,3	81	2.544	636	3.181	19	457	3.622	4.078	
2.500	1,49	0,000516	0,044	382,3	65	2.752	688	3.439	21	367	3.916	4.284	
2.600	1,38	0,000418	0,035	310,1	53	2.966	742	3.708	22	298	4.222	4.520	
2.700	1,28	0,000342	0,029	253,6	43	3.189	797	3.986	24	244	4.539	4.782	
2.800	1,19	0,000282	0,024	208,9	36	3.419	855	4.274	26	201	4.866	5.067	
2.900	1,11	0,000234	0,020	173,2	30	3.657	914	4.571	27	166	5.205	5.371	
3.000	1,04	0,000195	0,016	144,6	25	3.902	976	4.878	29	139	5.554	5.693	
3.100	0,97	0,000164	0,014	121,4	21	4.155	1.039	5.194	31	117	5.914	6.031	
3.200	0,91	0,000138	0,012	102,5	17	4.416	1.104	5.520	33	98	6.285	6.383	
3.300	0,86	0,000117	0,010	86,9	15	4.684	1.171	5.855	35	84	6.667	6.750	
3.400	0,81	0,000100	0,008	74,2	13	4.960	1.240	6.199	37	71	7.059	7.130	
3.500	0,76	0,000086	0,007	63,5	11	5.243	1.311	6.554	39	61	7.462	7.523	
3.600	0,72	0,000074	0,006	54,7	9	5.534	1.383	6.917	42	53	7.876	7.929	
3.700	0,68	0,000064	0,005	47,2	8	5.832	1.458	7.290	44	45	8.301	8.346	
3.800	0,65	0,000055	0,005	41,0	7	6.138	1.534	7.672	46	39	8.736	8.775	
3.900	0,61	0,000048	0,004	35,7	6	6.451	1.613	8.064	48	34	9.182	9.216	
4.000	0,58	0,000042	0,004	31,2	5	6.772	1.693	8.464	51	30	9.638	9.668	
<b>Diâmetro económico</b>													
2.100	2,12	0,00131	0,111	969,0	165	1.970	493	2.463	15	931	2.804	3.735	
<b>Diâmetro adoptado</b>													
2.200	1,93	0,00102	0,086	756,0	129	2.154	538	2.692	16	726	3.065	3.792	





### QUADRO III.7 CÁLCULO DO DIÂMETRO ECONÓMICO DAS TUBULAÇÕES (1 TUBULAÇÃO - PN7 - CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO DIFÍCEIS)

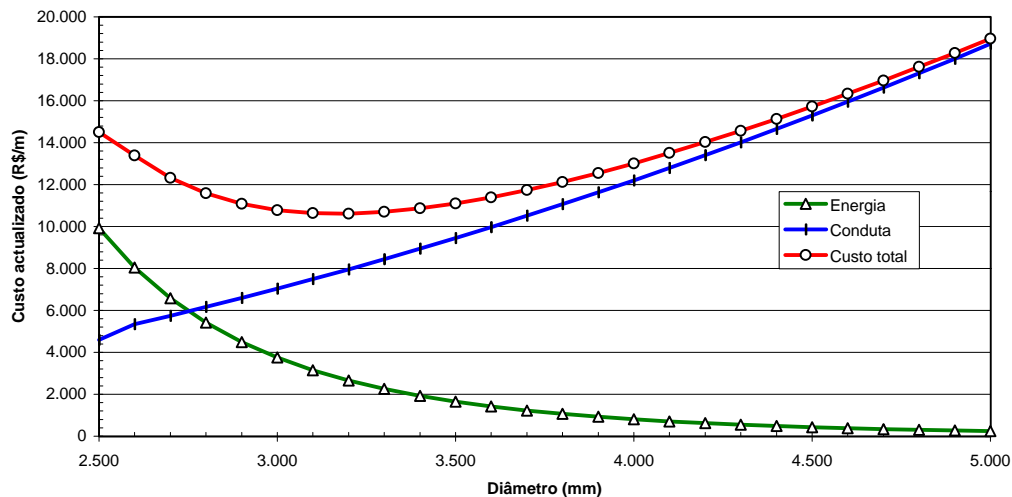
#### Características do sistema

Tipo de sistema..... Estação de bombeamento  
 Vazão a transportar..... **22,00** m<sup>3</sup>/s  
 Coeficiente de perda de carga ..... 90 m<sup>1/3</sup>/s  
 Rendimento dos grupos..... 0,85  
 Tempo de funcionamento..... "Considerou-se a série de vazões derivadas obtidas dos estudos de simulação"

#### Parâmetros económicos

Preço médio da energia..... 0,030 R\$/kWh  
 Preço médio da potência disponível.... 32,0 R\$/kW/ano  
 Preço médio da potência instalada..... 1.200 R\$/kW (custo adicional da elevatória)  
 Taxa de actualização..... 12 %  
 Tempo de amortização..... 40 anos (factor = 9,24 ) (factor com série real = 5,63 )  
 Exploração e manutenção..... 0,5 % para construção civil 1,0 % para equipamentos  
 Construção..... 80% % para construção civil 20% % para equipamentos (construção civil agravada de 33%)

DN (mm)	Velocidade (m/s)	ENERGIA (por ano)				CONDUTA (PN7)				CUSTOS ACTUALIZADOS		
		Perda de carga, dH (m/m)	Perda de potência, dP (kW/m)	Perda de energia, dE (kWh/m)	Custo da energia (R\$/m)	Construção civil (R\$/m)	Equipamentos (R\$/m)	Custo da conduta (R\$/m)	Exploração e manutenção (R\$/m/ano)	Energia (R\$/m)	Condutas (R\$/m)	Total (R\$/m)
2.500	4,48	0,004642	1,178	10.322,2	1.760	3.668	688	4.356	25	9.918	4.589	14.506
2.600	4,14	0,003766	0,955	8.373,7	1.428	3.954	742	4.696	27	8.045	5.347	13.392
2.700	3,84	0,003079	0,781	6.846,9	1.168	4.251	797	5.048	29	6.578	5.748	12.326
2.800	3,57	0,002536	0,643	5.639,6	962	4.557	855	5.412	31	5.418	6.162	11.581
2.900	3,33	0,002103	0,534	4.676,9	798	4.874	914	5.788	34	4.494	6.591	11.085
3.000	3,11	0,001755	0,445	3.903,2	666	5.201	976	6.177	36	3.750	7.033	10.784
3.100	2,91	0,001474	0,374	3.276,9	559	5.539	1.039	6.577	38	3.148	7.489	10.638
3.200	2,74	0,001244	0,316	2.766,4	472	5.886	1.104	6.990	40	2.658	7.959	10.617
3.300	2,57	0,001056	0,268	2.347,6	400	6.244	1.171	7.415	43	2.256	8.443	10.698
3.400	2,42	0,000900	0,228	2.002,1	341	6.611	1.240	7.851	45	1.924	8.940	10.863
3.500	2,29	0,000771	0,196	1.715,2	293	6.989	1.311	8.299	48	1.648	9.450	11.098
3.600	2,16	0,000664	0,168	1.475,9	252	7.376	1.383	8.760	51	1.418	9.974	11.392
3.700	2,05	0,000574	0,145	1.275,3	217	7.774	1.458	9.232	53	1.225	10.512	11.737
3.800	1,94	0,000497	0,126	1.106,2	189	8.181	1.534	9.716	56	1.063	11.063	12.126
3.900	1,84	0,000433	0,110	963,0	164	8.599	1.613	10.212	59	925	11.628	12.553
4.000	1,75	0,000378	0,096	841,4	143	9.026	1.693	10.719	62	808	12.206	13.014
4.100	1,67	0,000332	0,084	737,6	126	9.464	1.775	11.239	65	709	12.797	13.506
4.200	1,59	0,000292	0,074	648,6	111	9.911	1.859	11.770	68	623	13.402	14.025
4.300	1,51	0,000257	0,065	572,1	98	10.368	1.944	12.313	71	550	14.020	14.569
4.400	1,45	0,000228	0,058	506,1	86	10.835	2.032	12.867	74	486	14.651	15.137
4.500	1,38	0,000202	0,051	448,9	77	11.312	2.121	13.433	78	431	15.296	15.727
4.600	1,32	0,000180	0,046	399,2	68	11.798	2.213	14.011	81	384	15.954	16.337
4.700	1,27	0,000160	0,041	356,0	61	12.295	2.306	14.600	85	342	16.625	16.967
4.800	1,22	0,000143	0,036	318,2	54	12.801	2.401	15.201	88	306	17.309	17.615
4.900	1,17	0,000128	0,033	285,0	49	13.317	2.497	15.814	92	274	18.007	18.281
5.000	1,12	0,000115	0,029	255,9	44	13.842	2.596	16.438	95	246	18.718	18.963
<b>Diâmetro económico</b>												
3.200	2,74	0,00124	0,316	2.766,4	472	5.886	1.104	6.990	40	2.658	7.959	10.617
<b>Diâmetro adoptado</b>												
2.900	3,33	0,00210	0,534	4.676,9	798	4.874	914	5.788	34	4.494	6.591	11.085





### QUADRO III.8 CÁLCULO DO DIÂMETRO ECONÓMICO DAS TUBULAÇÕES (2 TUBULAÇÕES - PN7 - CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO DIFÍCEIS)

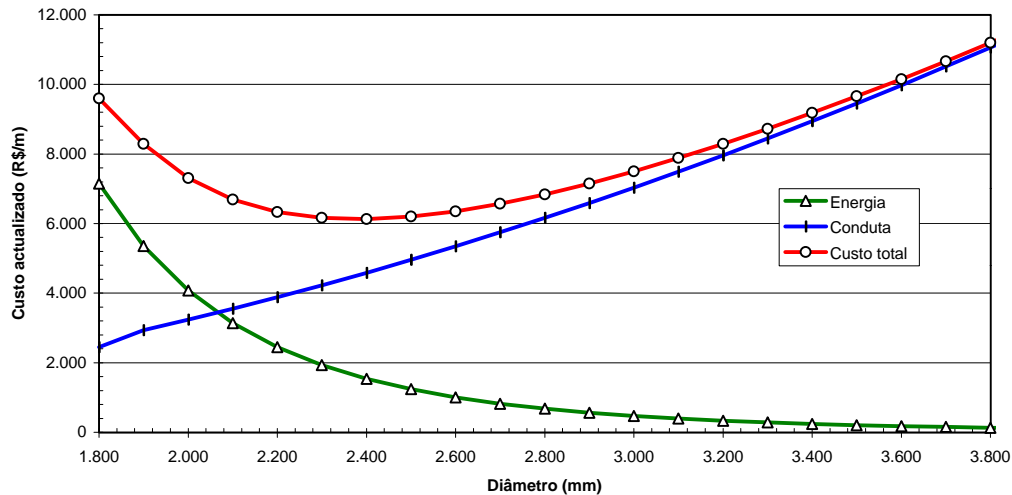
#### Características do sistema

Tipo de sistema..... Estação de bombeamento  
 Vazão a transportar..... 11,00 m<sup>3</sup>/s  
 Coeficiente de perda de carga ..... 90 m<sup>1/3</sup>/s  
 Rendimento dos grupos..... 0,85  
 Tempo de funcionamento..... "Considerou-se a série de vazões derivadas obtidas dos estudos de simulação"

#### Parâmetros económicos

Preço médio da energia..... 0,030 R\$/kWh  
 Preço médio da potência disponível.... 32,0 R\$/kW/ano  
 Preço médio da potência instalada..... 1.200 R\$/kW (custo adicional da elevatória)  
 Taxa de actualização..... 12 %  
 Tempo de amortização..... 40 anos (factor = 9,24 ) (factor com série real = 5,63 )  
 Exploração e manutenção..... 0,5 % para construção civil 1,0 % para equipamentos  
 Construção..... 80% % para construção civil 20% % para equipamentos (construção civil agravada de 33%)

DN (mm)	Velocidade (m/s)	ENERGIA (por ano)				CONDUTA (PN7)				CUSTOS ACTUALIZADOS			
		Perda de carga, dH (m/m)	Perda de potência, dP (kW/m)	Perda de energia, dP (kWh/m)	Custo da energia (R\$/m)	Construção civil (R\$/m)	Equipamentos (R\$/m)	Custo da conduta (R\$/m)	Exploração e manutenção (R\$/ano)	Energia (R\$/m)	Condutas (R\$/m)	Total (R\$/m)	
1.800	4,32	0,006694	0,849	7.441,7	1.269	1.955	367	2.322	13	7.150	2.446	9.596	
1.900	3,88	0,005017	0,636	5.577,3	951	2.168	407	2.575	15	5.359	2.932	8.291	
2.000	3,50	0,003816	0,484	4.242,3	723	2.392	449	2.841	16	4.076	3.235	7.311	
2.100	3,18	0,002942	0,373	3.270,2	558	2.627	493	3.119	18	3.142	3.552	6.694	
2.200	2,89	0,002295	0,291	2.551,6	435	2.872	538	3.410	20	2.452	3.883	6.334	
2.300	2,65	0,001811	0,230	2.013,0	343	3.127	586	3.713	21	1.934	4.228	6.162	
2.400	2,43	0,001443	0,183	1.604,2	274	3.393	636	4.029	23	1.541	4.587	6.129	
2.500	2,24	0,001161	0,147	1.290,3	220	3.669	688	4.356	25	1.240	4.961	6.200	
2.600	2,07	0,000942	0,119	1.046,7	179	3.955	742	4.696	27	1.006	5.348	6.353	
2.700	1,92	0,000770	0,098	855,9	146	4.251	797	5.049	29	822	5.749	6.571	
2.800	1,79	0,000634	0,080	704,9	120	4.558	855	5.413	31	677	6.164	6.841	
2.900	1,67	0,000526	0,067	584,6	100	4.875	914	5.790	34	562	6.592	7.154	
3.000	1,56	0,000439	0,056	487,9	83	5.203	976	6.178	36	469	7.035	7.503	
3.100	1,46	0,000368	0,047	409,6	70	5.540	1.039	6.579	38	394	7.491	7.884	
3.200	1,37	0,000311	0,039	345,8	59	5.887	1.104	6.991	40	332	7.961	8.293	
3.300	1,29	0,000264	0,033	293,5	50	6.245	1.171	7.416	43	282	8.444	8.726	
3.400	1,21	0,000225	0,029	250,3	43	6.613	1.240	7.852	45	240	8.941	9.182	
3.500	1,14	0,000193	0,024	214,4	37	6.990	1.311	8.301	48	206	9.452	9.658	
3.600	1,08	0,000166	0,021	184,5	31	7.378	1.383	8.761	51	177	9.976	10.153	
3.700	1,02	0,000143	0,018	159,4	27	7.776	1.458	9.234	53	153	10.514	10.667	
3.800	0,97	0,000124	0,016	138,3	24	8.183	1.534	9.718	56	133	11.065	11.198	
3.900	0,92	0,000108	0,014	120,4	21	8.601	1.613	10.214	59	116	11.630	11.745	
4.000	0,88	0,000095	0,012	105,2	18	9.028	1.693	10.721	62	101	12.208	12.309	
4.100	0,83	0,000083	0,011	92,2	16	9.466	1.775	11.241	65	89	12.799	12.888	
4.200	0,79	0,000073	0,009	81,1	14	9.913	1.859	11.772	68	78	13.404	13.482	
4.300	0,76	0,000064	0,008	71,5	12	10.370	1.944	12.315	71	69	14.022	14.091	
<b>Diâmetro económico</b>													
2.200	2,43	0,00144	0,183	1.604,2	274	3.393	636	4.029	23	1.541	4.587	6.129	
<b>Diâmetro adoptado</b>													
2.400	2,43	0,00144	0,183	1.604,2	274	3.393	636	4.029	23	1.541	4.587	6.129	





### QUADRO III.9 CÁLCULO DO DIÂMETRO ECONÓMICO DAS TUBULAÇÕES (3 TUBULAÇÕES - PN7 - CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO DIFÍCEIS)

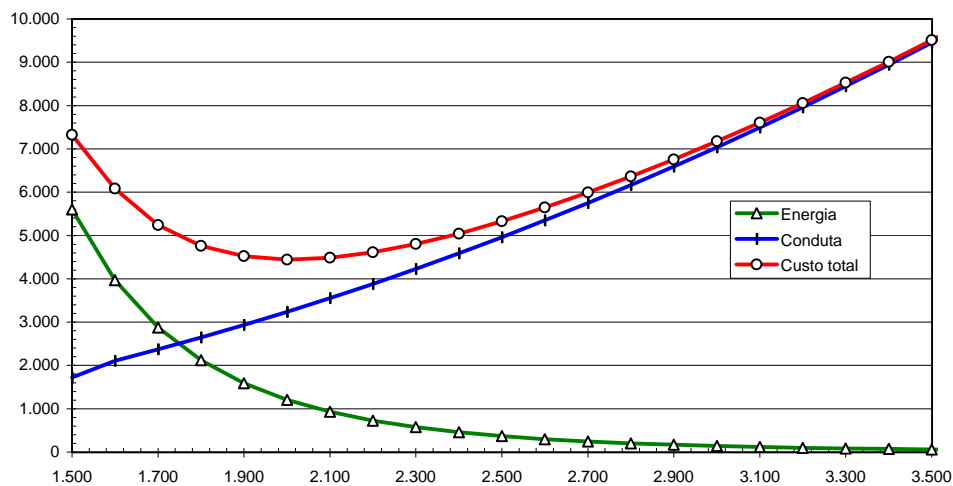
#### Características do sistema

Tipo de sistema..... Estação de bombeamento  
 Vazão a transportar..... 7,33 m<sup>3</sup>/s  
 Coeficiente de perda de carga ..... 90 m<sup>1/3</sup>/s  
 Rendimento dos grupos..... 0,85  
 Tempo de funcionamento..... "Considerou-se a série de vazões derivadas obtidas dos estudos de simulação"

#### Parâmetros económicos

Preço médio da energia..... 0,030 R\$/kWh  
 Preço médio da potência disponível... 32,0 R\$/kW/ano  
 Preço médio da potência instalada.... 1.200 R\$/kW (custo adicional da elevatória)  
 Taxa de actualização..... 12 %  
 Tempo de amortização..... 40 anos (factor = 9,24 ) (factor com série real = 5,63 )  
 Exploração e manutenção..... 0,5 % para construção civil 1,0 % para equipamentos  
 Construção..... 80% % para construção civil 20% % para equipamentos (construção civil agravada de 33%)

DN (mm)	Velocidade (m/s)	ENERGIA (por ano)				CONDUTA (PN7)				CUSTOS ACTUALIZADOS		
		Perda de carga, dH (m/m)	Perda de potência, dP (kW/m)	Perda de energia, dE (kWh/m)	Custo da energia (R\$/m)	Construção civil (R\$/m)	Equipamentos (R\$/m)	Custo da conduta (R\$/m)	Exploração e manutenção (R\$/m/ano)	Energia (R\$/m)	Condutas (R\$/m)	Total (R\$/m)
1.500	4,15	0,007868	0,665	5.831,1	994	1.379	258	1.637	9	5.603	1.725	7.327
1.600	3,65	0,005576	0,471	4.132,8	705	1.560	293	1.852	11	3.971	2.109	6.080
1.700	3,23	0,004035	0,341	2.990,9	510	1.752	329	2.081	12	2.874	2.369	5.243
1.800	2,88	0,002975	0,252	2.204,9	376	1.955	367	2.322	13	2.119	2.643	4.762
1.900	2,59	0,002230	0,189	1.652,5	282	2.168	407	2.575	15	1.588	2.932	4.520
2.000	2,33	0,001696	0,143	1.257,0	214	2.392	449	2.841	16	1.208	3.235	4.442
2.100	2,12	0,001307	0,111	969,0	165	2.627	493	3.119	18	931	3.552	4.483
2.200	1,93	0,001020	0,086	756,0	129	2.872	538	3.410	20	726	3.883	4.609
2.300	1,77	0,000805	0,068	596,4	102	3.127	586	3.713	21	573	4.228	4.801
2.400	1,62	0,000641	0,054	475,3	81	3.393	636	4.029	23	457	4.587	5.044
2.500	1,49	0,000516	0,044	382,3	65	3.669	688	4.356	25	367	4.961	5.328
2.600	1,38	0,000418	0,035	310,1	53	3.955	742	4.696	27	298	5.348	5.646
2.700	1,28	0,000342	0,029	253,6	43	4.251	797	5.049	29	244	5.749	5.992
2.800	1,19	0,000282	0,024	208,9	36	4.558	855	5.413	31	201	6.164	6.364
2.900	1,11	0,000234	0,020	173,2	30	4.875	914	5.790	34	166	6.592	6.759
3.000	1,04	0,000195	0,016	144,6	25	5.203	976	6.178	36	139	7.035	7.174
3.100	0,97	0,000164	0,014	121,4	21	5.540	1.039	6.579	38	117	7.491	7.607
3.200	0,91	0,000138	0,012	102,5	17	5.887	1.104	6.991	40	98	7.961	8.059
3.300	0,86	0,000117	0,010	86,9	15	6.245	1.171	7.416	43	84	8.444	8.528
3.400	0,81	0,000100	0,008	74,2	13	6.613	1.240	7.852	45	71	8.941	9.013
3.500	0,76	0,000086	0,007	63,5	11	6.990	1.311	8.301	48	61	9.452	9.513
3.600	0,72	0,000074	0,006	54,7	9	7.378	1.383	8.761	51	53	9.976	10.029
3.700	0,68	0,000064	0,005	47,2	8	7.776	1.458	9.234	53	45	10.514	10.559
3.800	0,65	0,000055	0,005	41,0	7	8.183	1.534	9.718	56	39	11.065	11.105
3.900	0,61	0,000048	0,004	35,7	6	8.601	1.613	10.214	59	34	11.630	11.664
4.000	0,58	0,000042	0,004	31,2	5	9.028	1.693	10.721	62	30	12.208	12.238
<b>Diâmetro económico</b>												
2.000	2,33	0,00170	0,143	1.257,0	214	2.392	449	2.841	16	1.208	3.235	4.442
<b>Diâmetro adoptado</b>												
2.100	2,12	0,00131	0,111	969,0	165	2.627	493	3.119	18	931	3.552	4.483



## **ANEXO IV**

### **CÁLCULO DOS MACIÇOS DE ANCORAGEM**

**QUADRO IV.1**  
**CÁLCULO DOS BLOCOS DE ANCORAGEM**

Designação	km	Ângulo ao centro (graus)	Ângulo de desvio (graus)	Diâmetro de tubulações (mm)	Cota piezométrica (m)	Cota do eixo (m)	Pressão de serviço (m)	Pressão máxima (m)	Pressão de cálculo (m)	Força (kN)	Peso mínimo (kN)	Volumen de concreto (m³)	Dim. mínimas do maciço (inc. tubos)			
													Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)	
Sucção	Derivante	0	90,00	90,00	2.500	106	58,00	48,0	67,2	60	4.165	16.660	666	8,00	6,00	13,88
	M1	186	121,07	58,93	2.500	106	52,52	53,5	74,9	70	3.380	13.521	541	7,00	5,00	15,45
	M2	420	149,17	30,83	2.500	106	49,70	56,3	78,8	70	1.827	7.307	292	6,00	5,00	9,74
	M3	556	156,81	23,19	2.500	106	48,07	57,9	81,1	70	1.381	5.524	221	5,00	5,00	8,84
	Estação	793	90,00	90,00	2.500	106	68,50	37,5	52,5	50	3.471	13.883	555	11,50	5,00	9,66
Recalque	Estação	0	90,00	90,00	2.200	133	68,50	64,5	90,3	80	4.300	17.202	688	11,50	5,00	11,97
	M4	346	162,92	17,08	2.200	132	96,40	35,6	49,8	50	565	2.258	90	5,00	4,00	4,52
	M5 / Chaminé	555	141,92	38,08	2.500	129	104,93	24,1	33,7	40	1.281	5.125	205	5,00	5,00	8,20
	M6	790	116,15	63,85	2.500	128	103,25	24,8	34,7	40	2.076	8.306	332	5,00	5,00	13,29
	M7	1.685	142,66	37,34	2.500	128	118,00	10,0	14,0	20	629	2.514	101	5,00	5,00	4,02
	M8	1.685	124,19	55,81	2.500	128	121,60	6,4	9,0	20	919	3.676	147	5,00	5,00	5,88
	Transição	2.485	90,00	90,00	2.500	127	123,10	3,9	5,5	20	1.388	5.553	222	6,10	4,70	7,75

NOTA: Valores para uma tubulação.



## **ANEXO V**

### **CÁLCULO DAS ESTRUTURAS**

**ETAPA C – PROJETO BÁSICO**  
**PROJETO BÁSICO DO TRECHO 1**  
**(AÇUDE CASTANHÃO – AÇUDE CURRAL VELHO)**

**CAPTAÇÃO D'ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO**

**ANEXO V – CÁLCULOS ESTRUTURAIS**

**ÍNDICE**

	Pág.
<b>V – CÁLCULOS ESTRUTURAIS</b> .....	1
<b>V.1 – INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>V.2 – ACÇÕES</b> .....	1
V.2.1 – ACÇÕES PERMANENTES .....	1
V.2.2 – ACÇÕES VARIÁVEIS .....	2
<b>V.3 – DIMENSIONAMENTO DAS LAJES</b> .....	2
<b>V.4 – DIMENSIONAMENTO DO PÓRTICO TRANSVERSAL</b> .....	5
V.4.1 – PÓRTICO NA ZONA DOS TRANSFORMADORES .....	5
V.4.1.1 – DESCRETIZAÇÃO .....	5
V.4.1.2 – CARREGAMENTO.....	6
V.4.1.3 – MOMENTOS FLECTORES .....	7
V.4.1.4 – ESFORÇO TRANSVERSO .....	8
V.4.1.5 – ESFORÇO NORMAL .....	9
V.4.1.6 – CÁLCULO DAS ARMADURAS .....	10

	Pág.
V.4.2 – PÓRTICO NA ZONA DOS GRUPOS .....	11
V.4.2.1 – DESCRETIZAÇÃO .....	11
V.4.2.2 – CARREGAMENTO .....	12
V.4.2.3 – MOMENTOS FLECTORES .....	13
V.4.2.4 – ESFORÇO TRANSVERSO .....	14
V.4.2.5 – ESFORÇO NORMAL .....	15
V.4.2.6 – CÁLCULO DAS ARMADURAS .....	16
<b>V.5 – DIMENSIONAMENTO DO PÓRTICO LONGITUDINAL .....</b>	<b>17</b>
V.5.1 – DESCRETIZAÇÃO .....	17
V.5.2 – MOMENTOS FLECTORES .....	18
V.5.3 – ESFORÇO TRANSVERSO .....	19
V.5.4 – ESFORÇO NORMAL .....	20
V.5.5 – CÁLCULO DAS ARMADURAS .....	21

## V – CÁLCULOS ESTRUTURAIS

### V.1 – INTRODUÇÃO

Nesta fase do projecto, realizaram-se alguns cálculos a nível de prédimensionamento, com o objectivo de justificar algumas dimensões das peças estruturais mais importantes, como as lajes, a viga de caminho de rolamento e os pórticos longitudinal e transversal.

O plano de sobrecargas de utilização deverá ser reavaliado na fase de projecto de execução, bem como todo o projecto estrutural, tendo por base, dados mais precisos dos equipamentos a instalar.

A avaliação dos esforços foi feita com recurso ao programa de cálculo automático SAP90 e o cálculo das áreas de aço foi feito pelo método dos estados limites últimos de rotura, para um concreto de classe 30 Mpa de resistência e para um aço com  $f_y=400$  Mpa.

### V.2 – ACÇÕES

#### V.2.1 – ACÇÕES PERMANENTES

Para o peso próprio da estrutura considerou-se o betão com peso específico de  $25 \text{ KN/m}^3$ .

Nas lajes de cobertura tem-se:

Peso próprio ..... $25,00 \times 0,20 = 5,00 \text{ KN/m}^2$

Revestimento e impermeabilização (adoptados)..... $3 \text{ KN/m}^2$

Nas lajes do piso intermédio e do piso térreo tem-se:

Peso próprio ..... $25,00 \times 0,20 = 5,00 \text{ KN/m}^2$

Revestimento (adoptado)..... $1 \text{ KN/m}^2$

## V.2.2 – ACÇÕES VARIÁVEIS

Nas lajes de cobertura adoptou-se:

Sobrecarga de utilização.....1 KN/m<sup>2</sup>

Nas lajes do piso intermédio e do piso térreo adoptou-se:

Sobrecarga de utilização.....5 KN/m<sup>2</sup>

Na viga da ponte rolante:

Foi considerada uma carga vertical rolante de ~ 60,00 KN em cada viga, e uma carga horizontal longitudinal devido ao movimento de translacção da ponte rolante de 20% do valor da carga vertical.

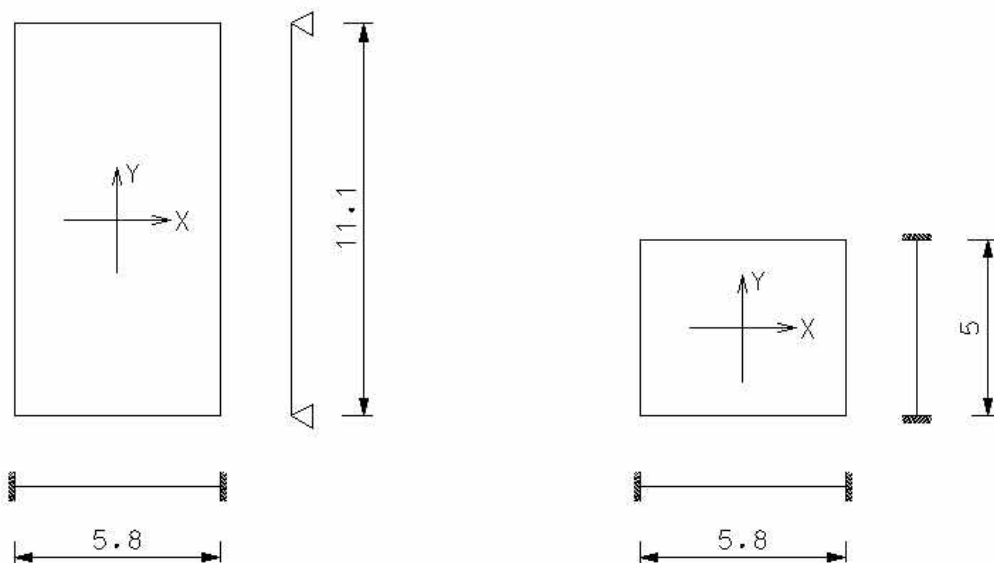
A carga vertical da ponte rolante é aplicada na viga com uma excentricidade de 0,25 m. Esta excentricidade provoca um momento torçor de 14,9 KNm.

## V.3 – DIMENSIONAMENTO DAS LAJES

Para o cálculo dos esforços das lajes utilizou-se as tabelas do BARES.

Lajes de cobertura (espessura adoptada=20 cm):

O valor de cálculo do esforço actuante é  $q_{sd}=1,50*(5+3+1)=13,50$  KN/m<sup>2</sup>



Na laje com maior vão tem-se;

Momentos positivos

$M_x = 3,8 \text{ KNm/m}$ ,  $A = A_{s, \text{min}}$

$M_y = 69,2 \text{ KNm/m}$ ,  $A = 13,8 \text{ cm}^2/\text{m}$

Momento negativo

$M_x = -7,8 \text{ KNm/m}$ ,  $A = 7,02 \text{ cm}^2/\text{m}$

Na laje de menor vão tem-se;

Momentos positivos

$M_x = 6,7 \text{ KNm/m}$ ,  $A = 1,15 \text{ cm}^2/\text{m}$

$M_y = 8,9 \text{ KNm/m}$ ,  $A = 1,54 \text{ cm}^2/\text{m}$

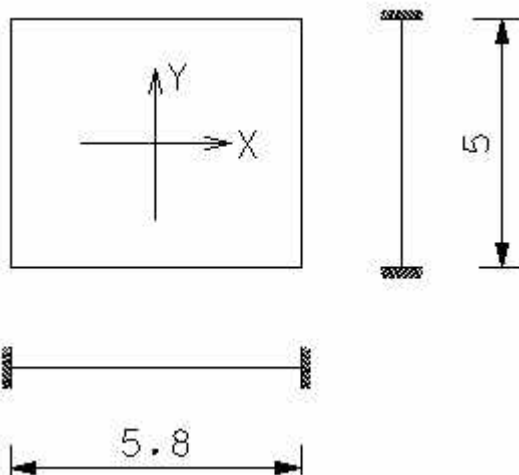
Momentos negativos

$$M_x = -19,0 \text{ KNm/m}, A = 3,37 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$M_y = -20,7 \text{ KNm/m}, A = 3,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Laies do piso intermédio e do piso térreo:

O valor de cálculo do esforço actuante é  $q_{sd} = 1,50 \cdot (5 + 1 + 5) = 16,50 \text{ KN/m}^2$



Momentos positivos

$$M_x = 8,2 \text{ KNm/m}, A = 1,42 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$M_y = 10,9 \text{ KNm/m}, A = 1,89 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Momentos negativos

$$M_x = -23,2 \text{ KNm/m}, A = 4,16 \text{ cm}^2/\text{m}$$

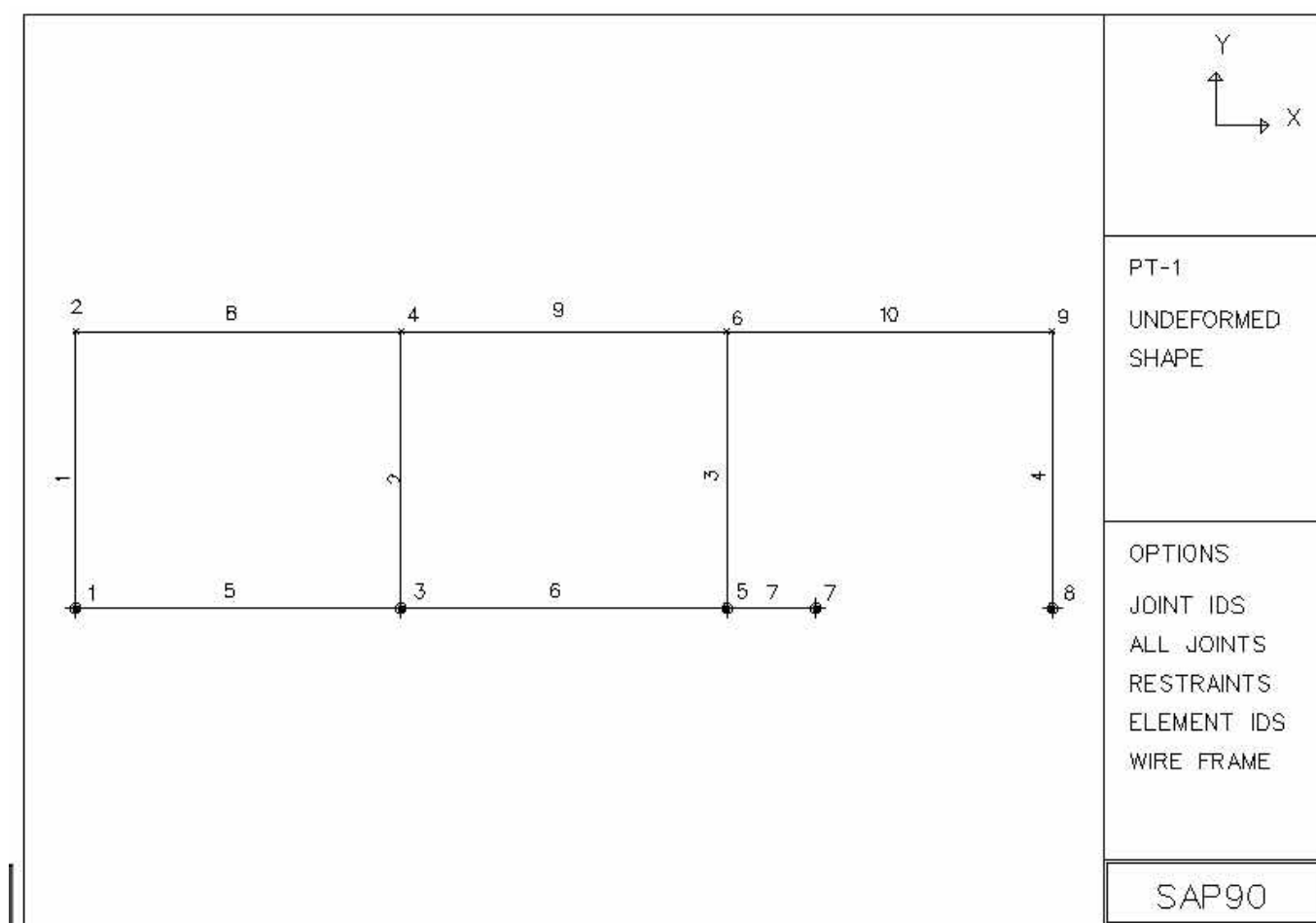
$$M_y = -25,3 \text{ KNm/m}, A = 4,56 \text{ cm}^2/\text{m}$$

## V.4 – DIMENSIONAMENTO DO PÓRTICO TRANSVERSAL

A estrutura está dividida longitudinalmente por uma junta de dilatação, que intercepta o pórtico transversal, dividindo-o em dois. Ambos os pórticos foram analisados separadamente.

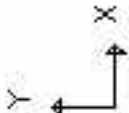
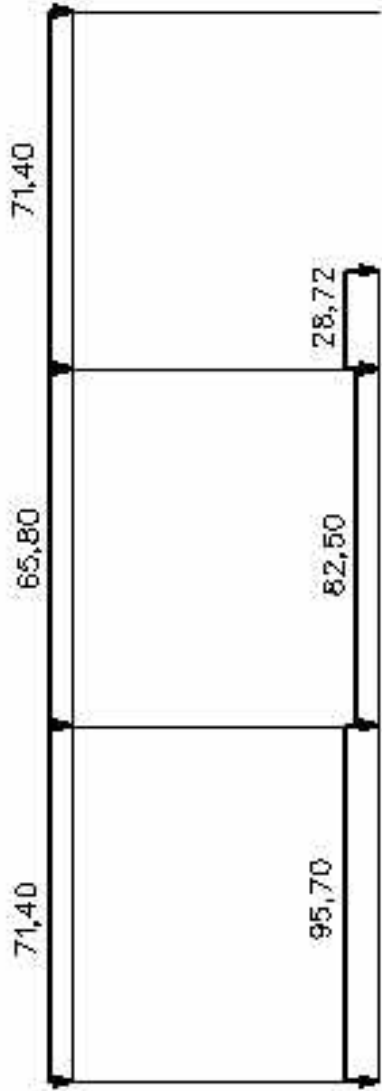
### V.4.1 – PÓRTICO NA ZONA DOS TRANSFORMADORES

#### V.4.1.1 – DESCRETIZAÇÃO

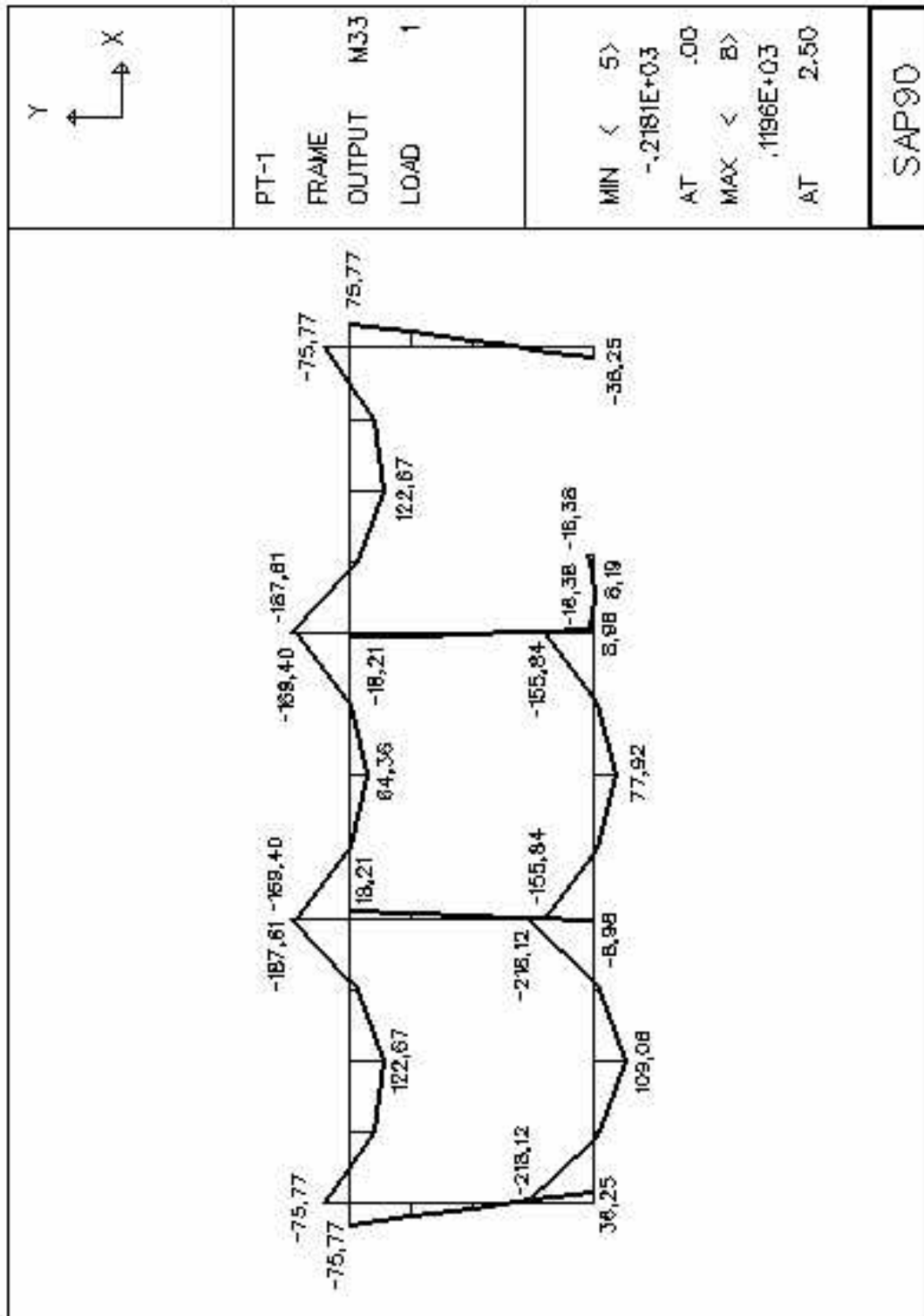




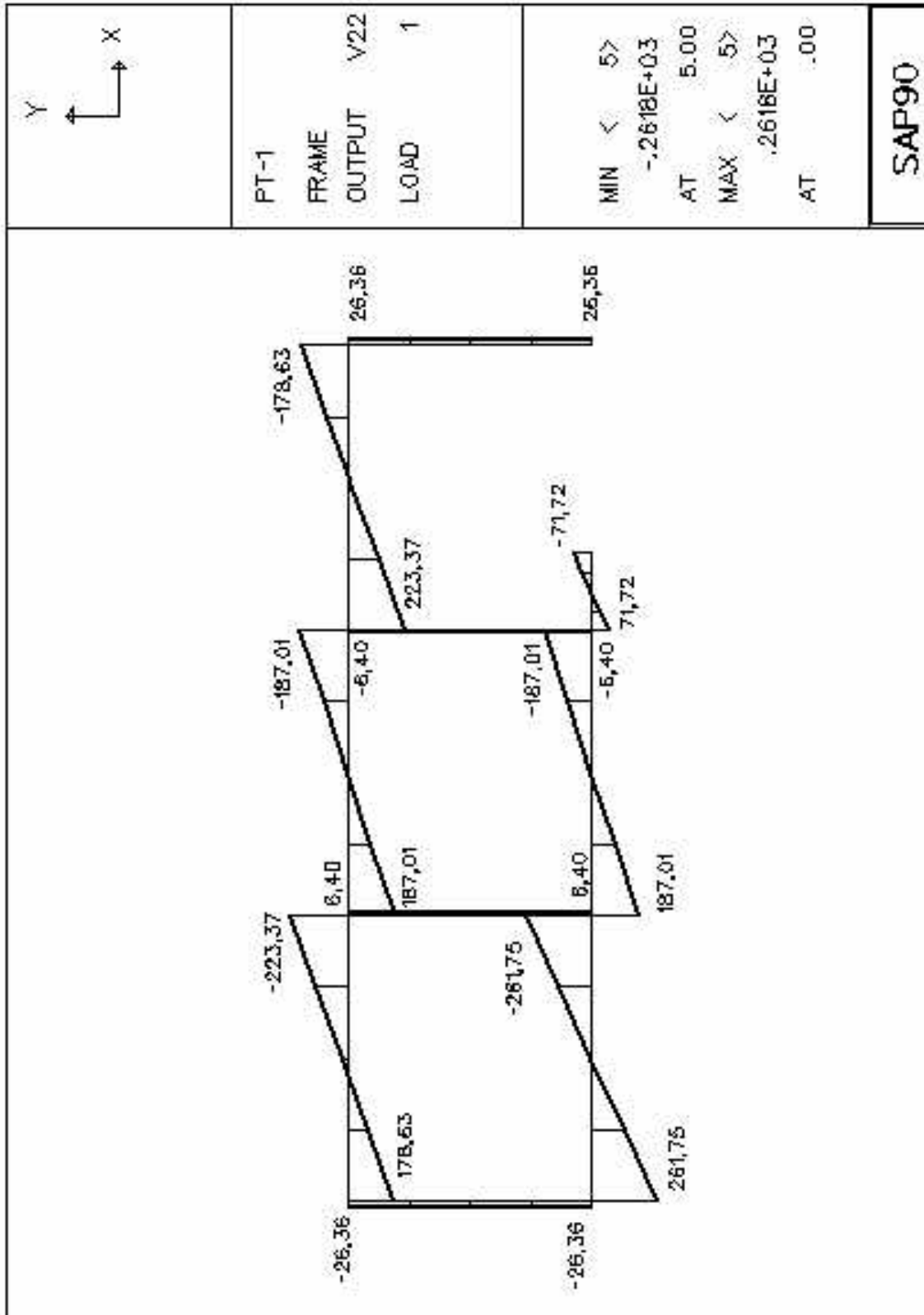
### V.4.1.2 – CARREGAMENTO

	PT-1 FRAME LOADS LOAD 1	MINIMA W -.6380E+02 P .0000E+00 MAXIMA W -.4387E+02 P .0000E+00	SAP90
 <p>           The diagram shows a structural frame with the following dimensions:           <ul style="list-style-type: none"> <li>Top horizontal span: 71,40</li> <li>Left vertical height: 71,40</li> <li>Right vertical height: 95,70</li> <li>Bottom horizontal span: 65,80</li> <li>Internal vertical offset: 28,72</li> <li>Internal horizontal offset: 82,50</li> </ul> </p>			

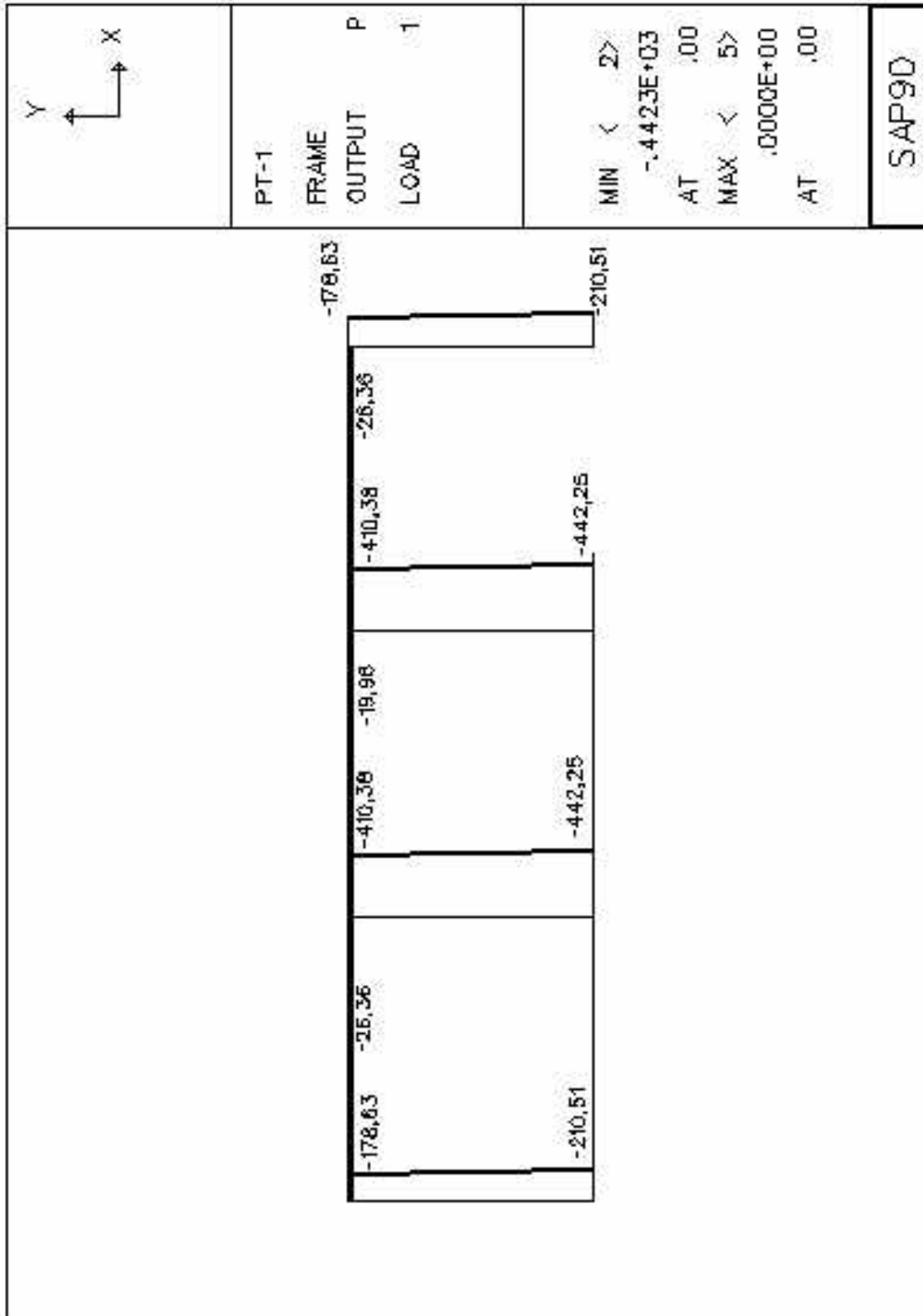
### V.4.1.3 – MOMENTOS FLECTORES



### V.4.1.4 – ESFORÇO TRANSVERSO



### V.4.1.5 – ESFORÇO NORMAL



### V.4.1.6 – CÁLCULO DAS ARMADURAS

$f_{syd} = 348 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 16.7 \text{ MPa}$

$c = 0.03 \text{ m}$

(Flexão)

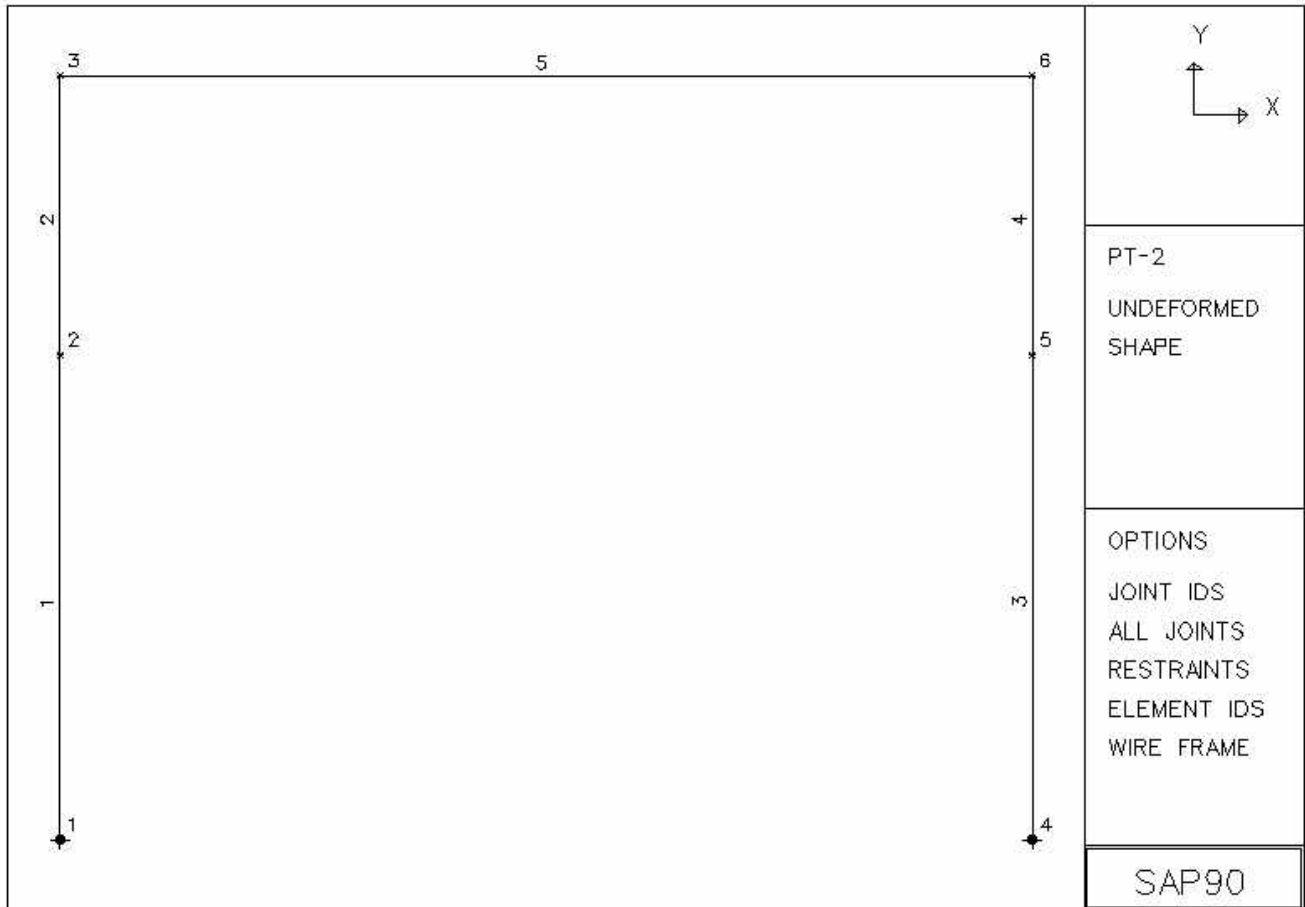
$\tau_1 = 750 \text{ kPa}$

(Esforço Transverso)

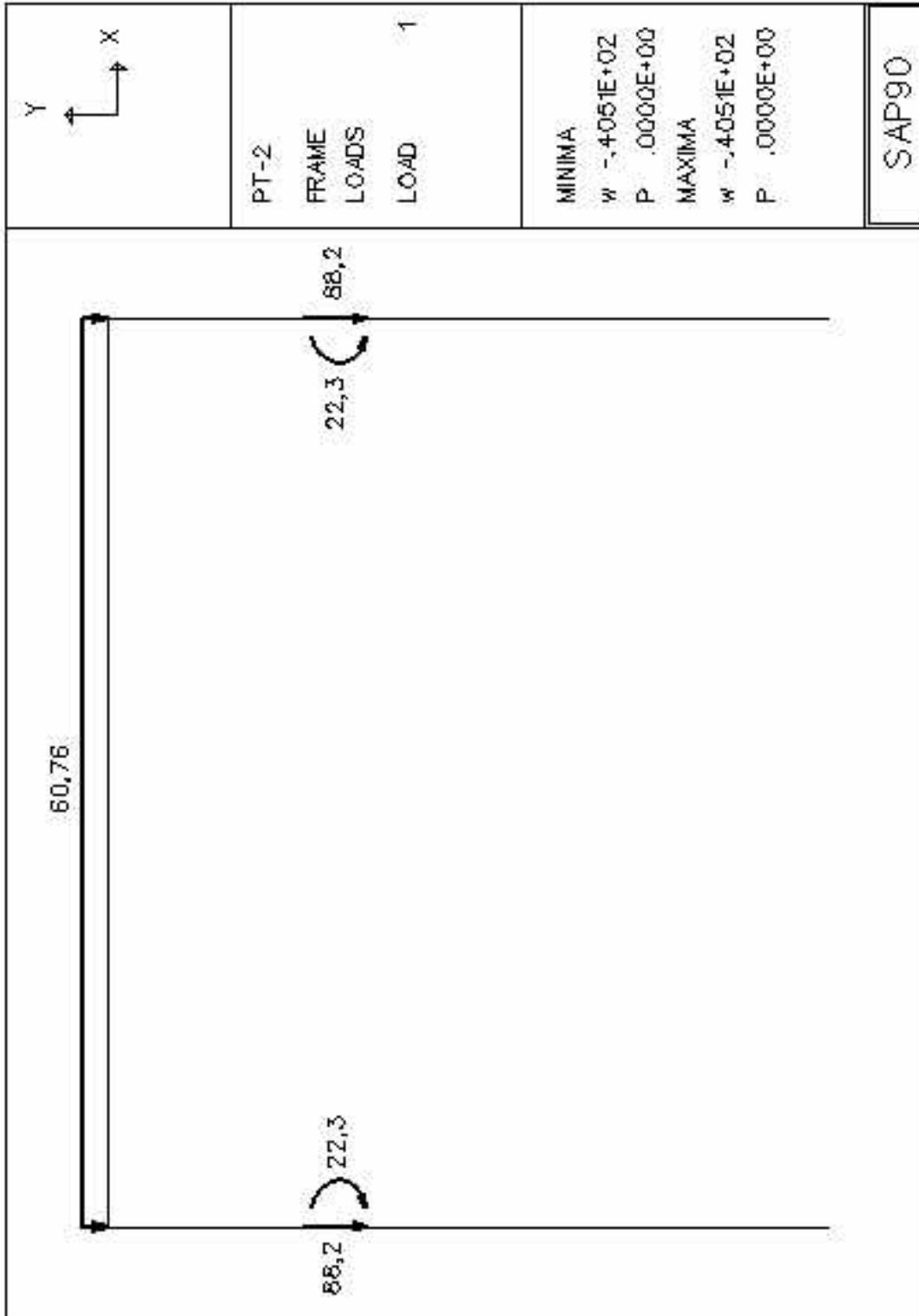
BARRA	SECÇÃO	N	M3	h(m)	b(m)	$\mu$	$\nu$	$\omega$	A	V2	Vcd	Asw/s
1	1	-210.51	36.25	0.50	0.40	0.022	0.063	0.001	As,min	-26.36	141.00	As,min.
1	2	-178.63	-75.77	0.50	0.40	0.045	0.053	0.050	2.39	-26.36	141.00	As,min.
2	3	-442.25	-8.98	0.50	0.40	0.005	0.132	0.001	As,min	6.40	141.00	As,min.
2	4	-410.38	18.21	0.50	0.40	0.011	0.123	0.001	As,min	6.40	141.00	As,min.
3	5	-442.25	8.98	0.50	0.40	0.005	0.132	0.001	As,min	-6.40	141.00	As,min.
3	6	-410.38	-18.21	0.50	0.40	0.011	0.123	0.001	As,min	-6.40	141.00	As,min.
4	8	-210.51	-36.25	0.50	0.40	0.022	0.063	0.001	As,min	26.36	141.00	As,min.
4	9	-178.63	75.77	0.50	0.40	0.045	0.053	0.050	2.39	26.36	141.00	As,min.
5	1	0.00	-218.12	0.60	0.40	0.091	0.000	0.202	11.62	261.75	171.00	5.08
5	interm.	0.00	109.06	0.60	0.40	0.045	0.000	0.101	5.82	0.00	171.00	As,min.
5	3	0.00	-218.12	0.60	0.40	0.091	0.000	0.202	11.62	-261.75	171.00	5.08
6	3	0.00	-155.84	0.60	0.40	0.065	0.000	0.144	8.31	187.01	171.00	0.90
6	interm.	0.00	77.92	0.60	0.40	0.032	0.000	0.072	4.16	0.00	171.00	As,min.
6	5	0.00	-155.84	0.60	0.40	0.065	0.000	0.144	8.31	-187.01	171.00	0.90
7	5	0.00	-16.38	0.60	0.40	0.007	0.000	0.015	0.89	71.72	171.00	As,min.
7	interm.	0.00	8.19	0.60	0.40	0.003	0.000	0.008	0.45	0.00	171.00	As,min.
7	7	0.00	-16.38	0.60	0.40	0.007	0.000	0.015	0.89	-71.72	171.00	As,min.
8	2	-26.36	-75.77	0.60	0.40	0.032	0.007	0.063	3.64	178.63	196.40	As,min.
8	interm.	-26.36	122.67	0.60	0.40	0.051	0.007	0.107	6.14	0.00	205.13	As,min.
8	4	-26.36	-187.61	0.60	0.40	0.078	0.007	0.167	9.59	-223.37	205.13	2.93
9	4	-19.96	-169.40	0.60	0.40	0.070	0.005	0.151	8.72	187.01	206.01	As,min.
9	interm.	-19.96	64.36	0.60	0.40	0.027	0.005	0.054	3.13	0.00	206.01	As,min.
9	6	-19.96	-169.40	0.60	0.40	0.070	0.005	0.151	8.72	-187.01	206.25	As,min.
10	6	-26.36	-187.61	0.60	0.40	0.078	0.007	0.167	9.59	223.37	206.25	2.93
10	interm.	-26.36	122.67	0.60	0.40	0.051	0.007	0.107	6.14	0.00	206.34	As,min.
10	9	-26.36	-75.77	0.60	0.40	0.032	0.007	0.063	3.64	-178.63	206.34	As,min.

## V.4.2 – PÓRTICO NA ZONA DOS GRUPOS

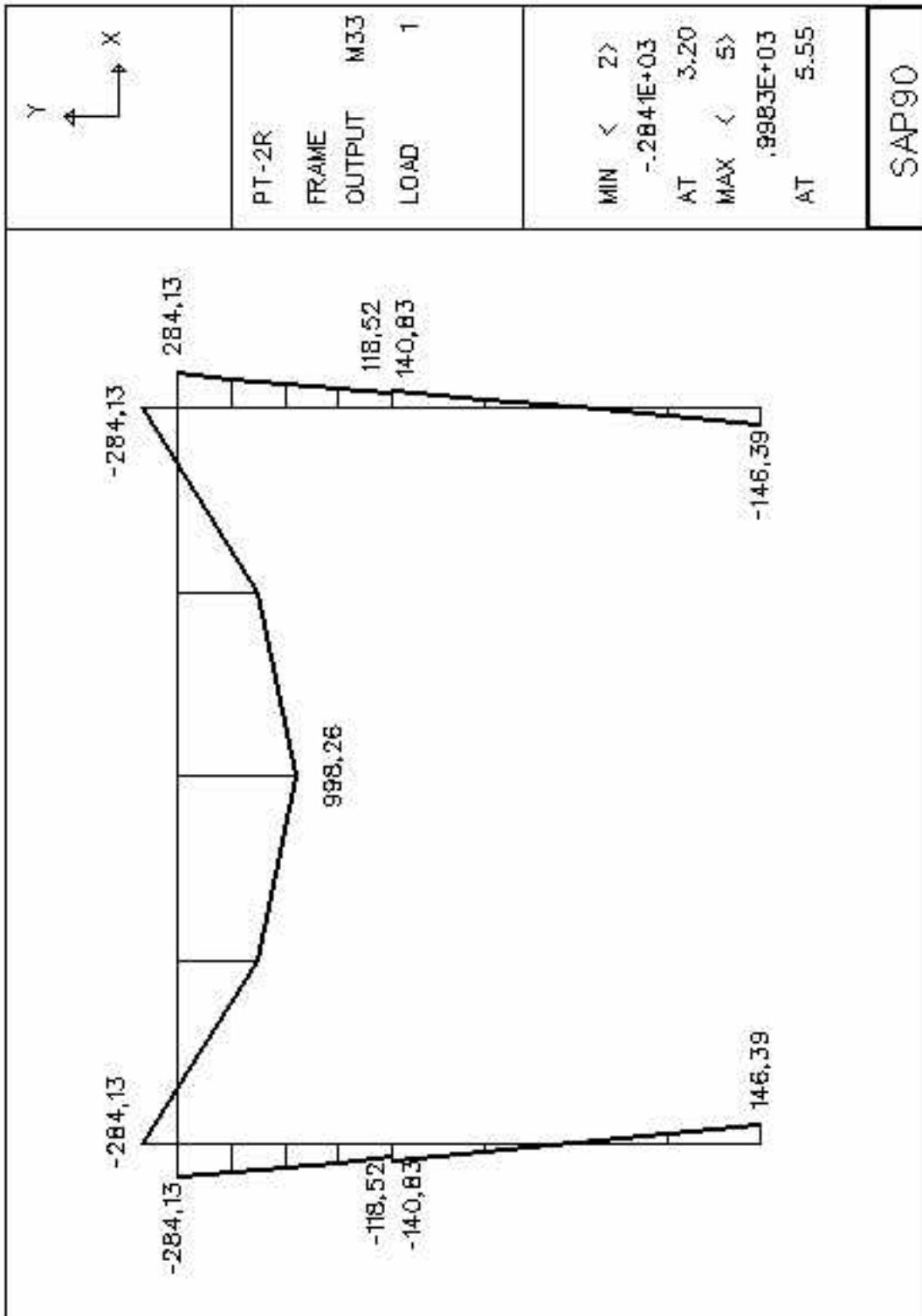
### V.4.2.1 – DESCRETIZAÇÃO



### V.4.2.2 – CARREGAMENTO

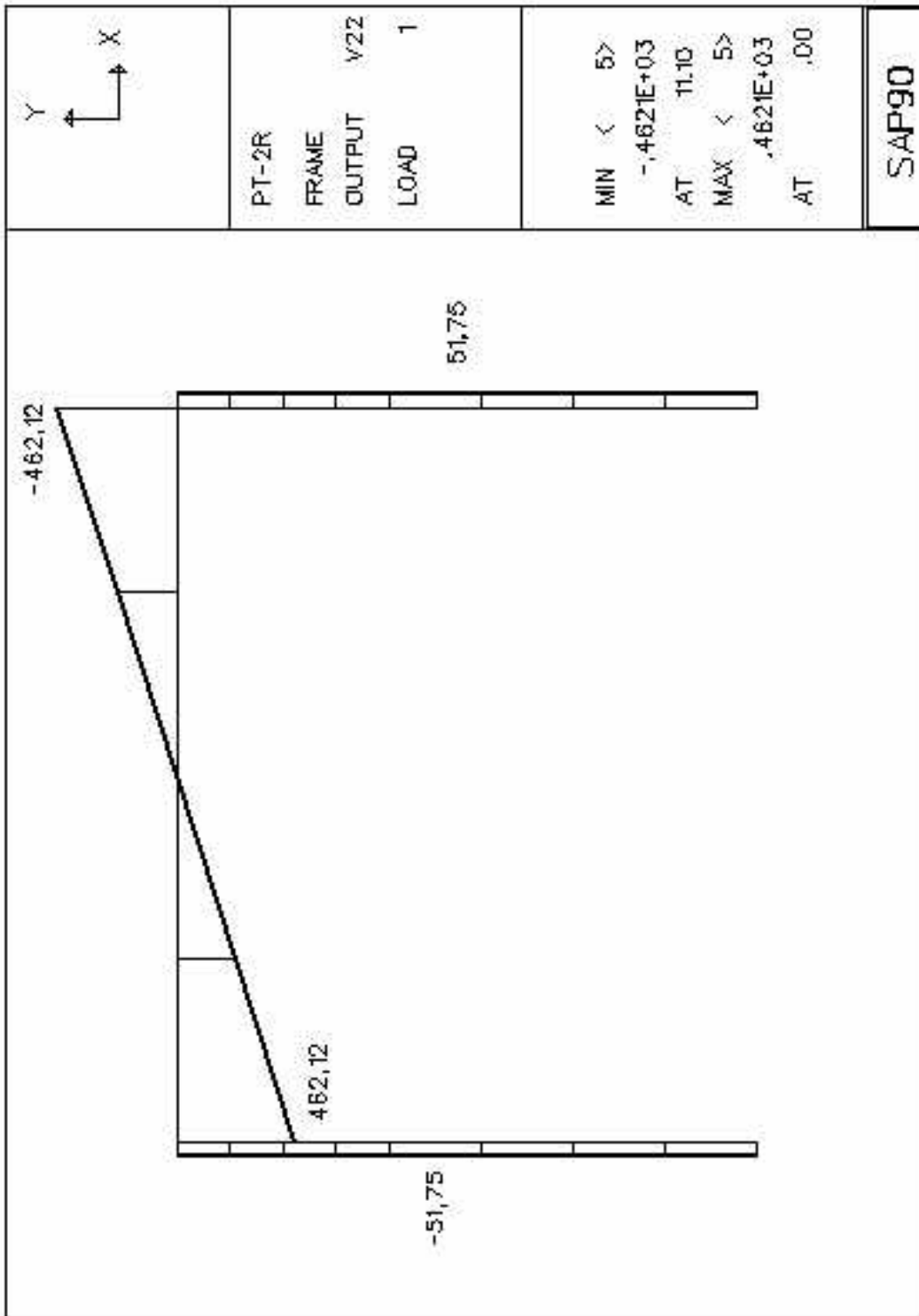


### V.4.2.3 – MOMENTOS FLECTORES

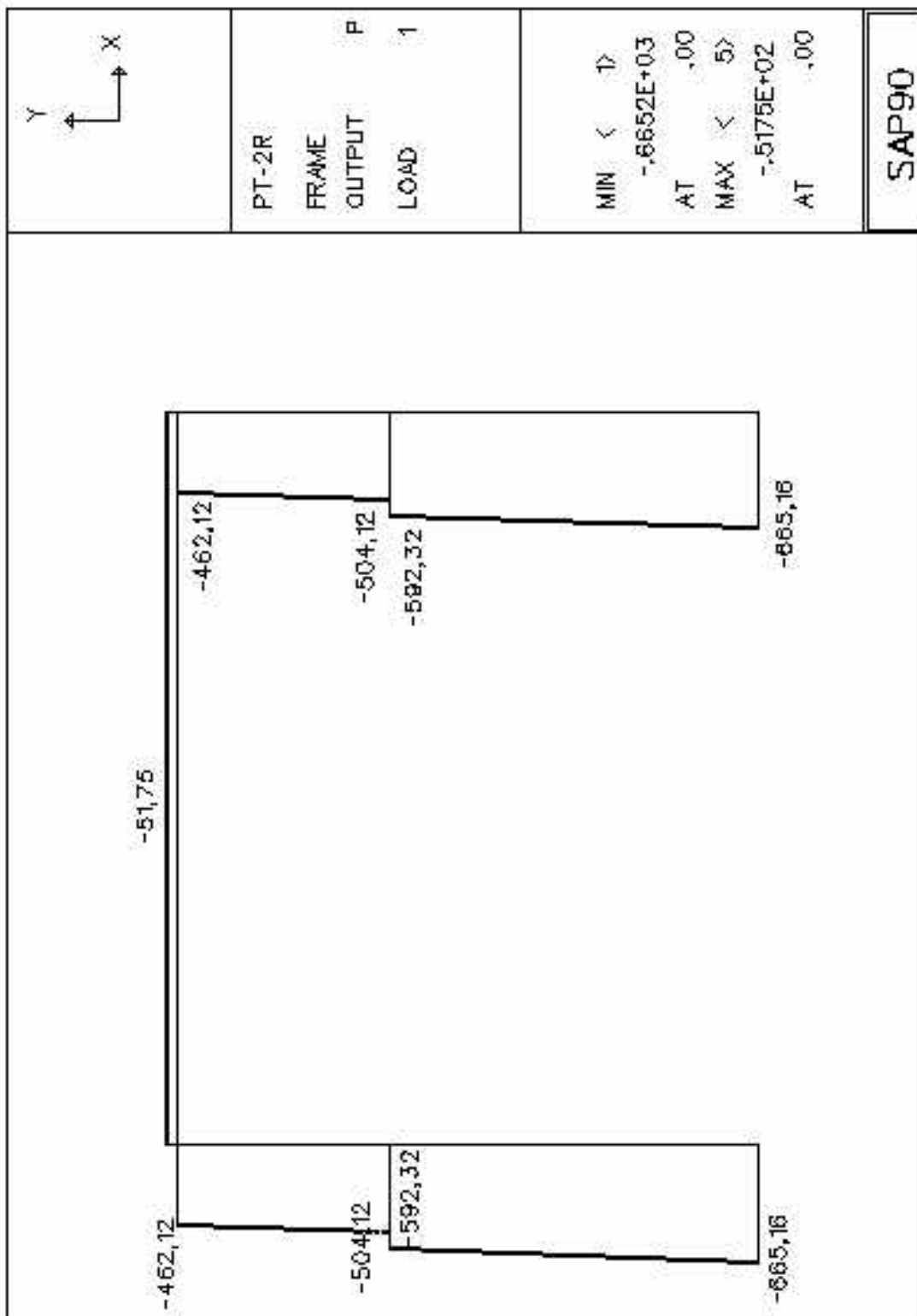




### V.4.2.4 – ESFORÇO TRANSVERSO



### V.4.2.5 – ESFORÇO NORMAL



## V.4.2.6 – CÁLCULO DAS ARMADURAS

$$f_{syd} = 348 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 16.7 \text{ MPa}$$

$$c = 0.03 \text{ m}$$

$$\tau_1 = 750 \text{ kPa}$$

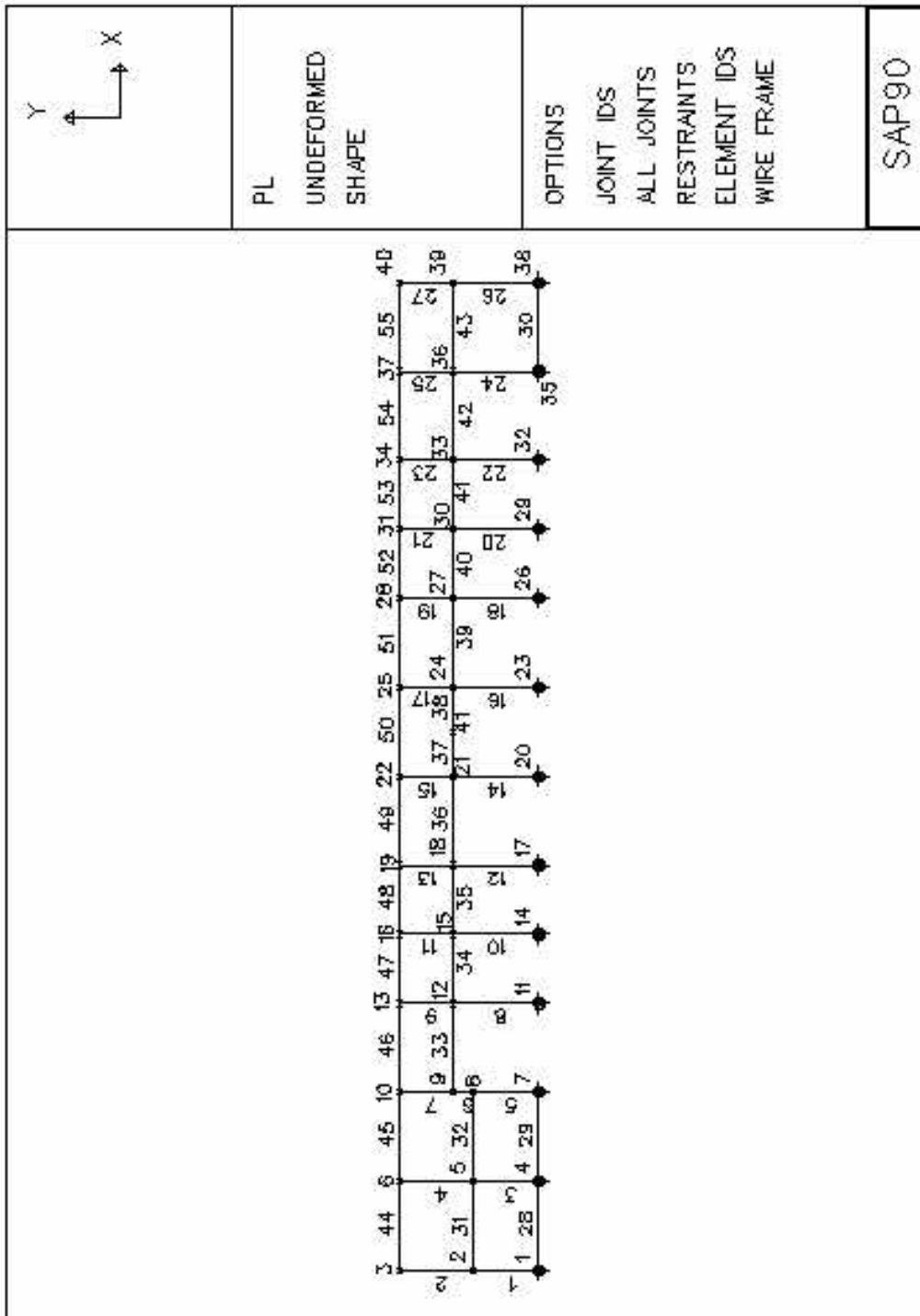
(Flexão)

(Esforço Transverso)

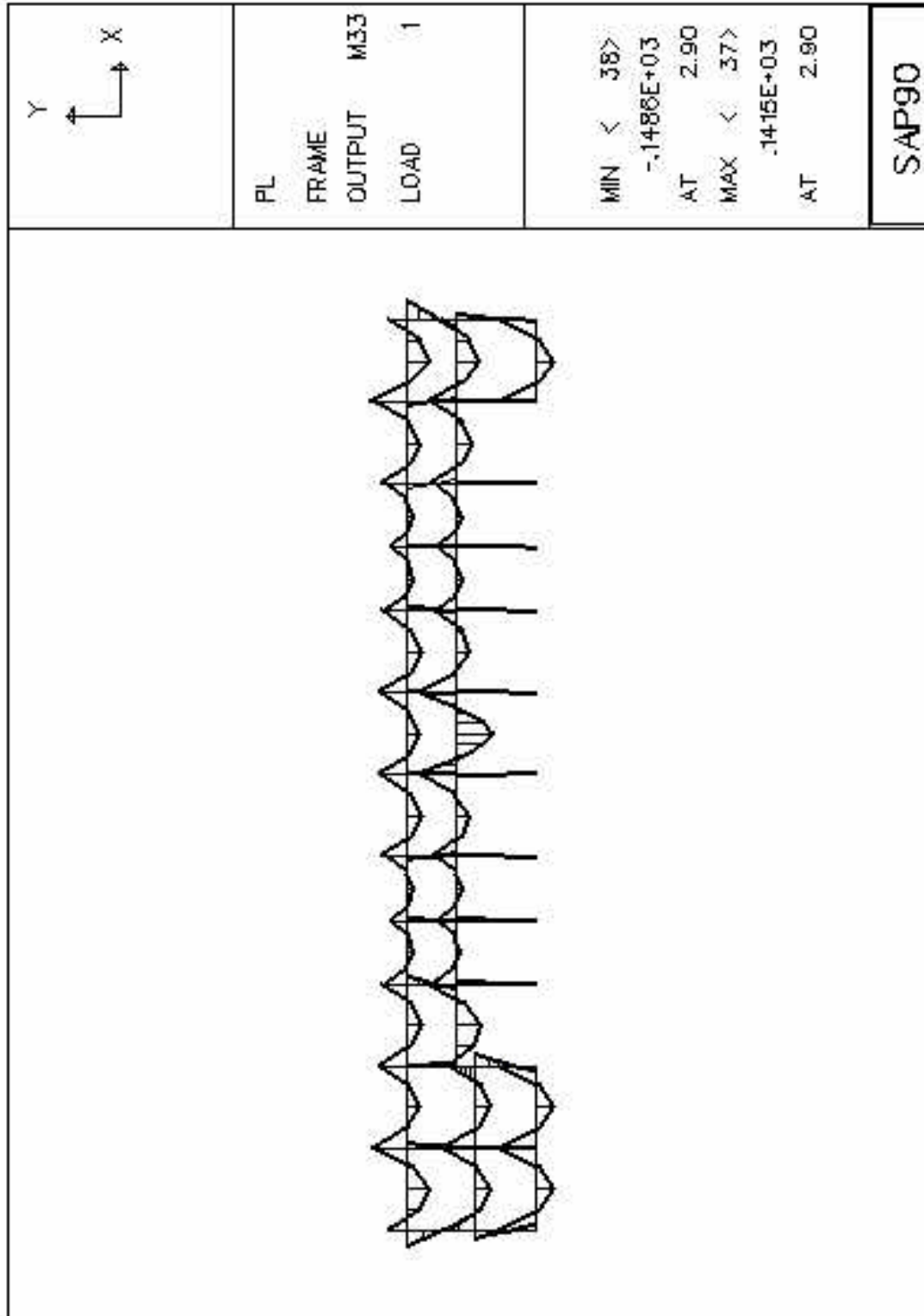
BARRA	SEÇÃO	N	M3	h(m)	b(m)	$\mu$	$\nu$	$\omega$	A	V2	Vcd	Asw/s
1	1	-665.16	146.39	0.70	0.50	0.036	0.114	0.001	As,min	-51.75	251.25	As,min.
1	2	-592.32	-140.83	0.70	0.50	0.034	0.101	0.001	As,min	-51.75	251.25	As,min.
2	2	-504.12	-118.52	0.70	0.50	0.029	0.086	0.001	As,min	-51.75	251.25	As,min.
2	3	-462.12	-284.13	0.70	0.50	0.069	0.079	0.079	6.60	-51.75	251.25	As,min.
3	4	-665.16	-146.39	0.70	0.50	0.036	0.114	0.001	As,min	51.75	251.25	As,min.
3	5	-592.32	140.83	0.70	0.50	0.034	0.101	0.001	As,min	51.75	251.25	As,min.
4	5	-504.12	118.52	0.70	0.50	0.029	0.086	0.001	As,min	51.75	251.25	As,min.
4	6	-462.12	284.13	0.70	0.50	0.069	0.079	0.079	6.60	51.75	251.25	As,min.
5	6	-51.75	-284.13	1.20	0.50	0.024	0.005	0.045	6.43	462.12	438.75	0.64
5	interm.	-51.75	998.26	1.20	0.50	0.083	0.005	0.170	24.44	0.00	438.75	As,min.
5	7	-51.75	-284.13	1.20	0.50	0.024	0.005	0.045	6.43	-462.12	438.75	0.64

## V.5 – DIMENSIONAMENTO DO PÓRTICO LONGITUDINAL

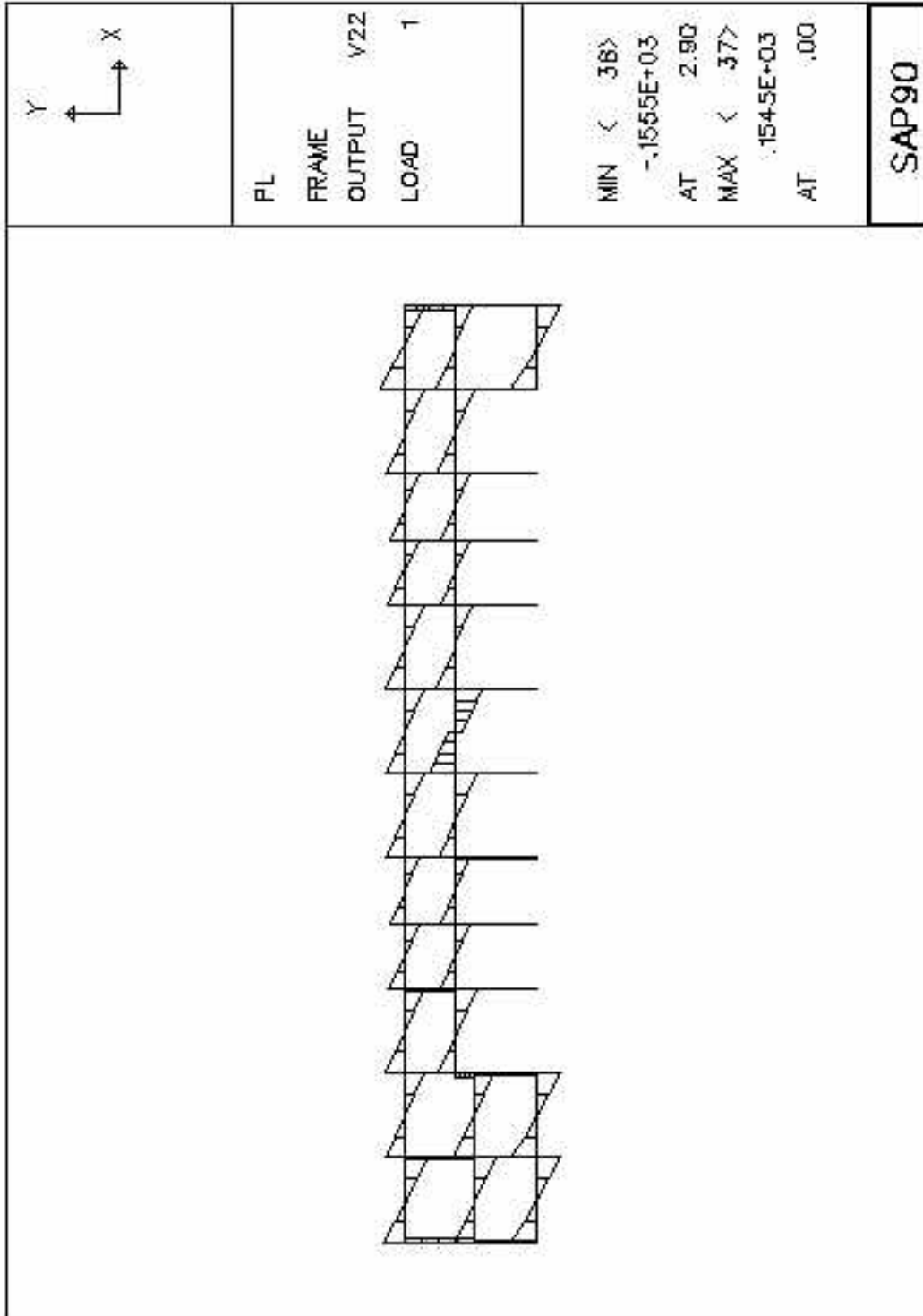
### V.5.1 – DESCRETIZAÇÃO



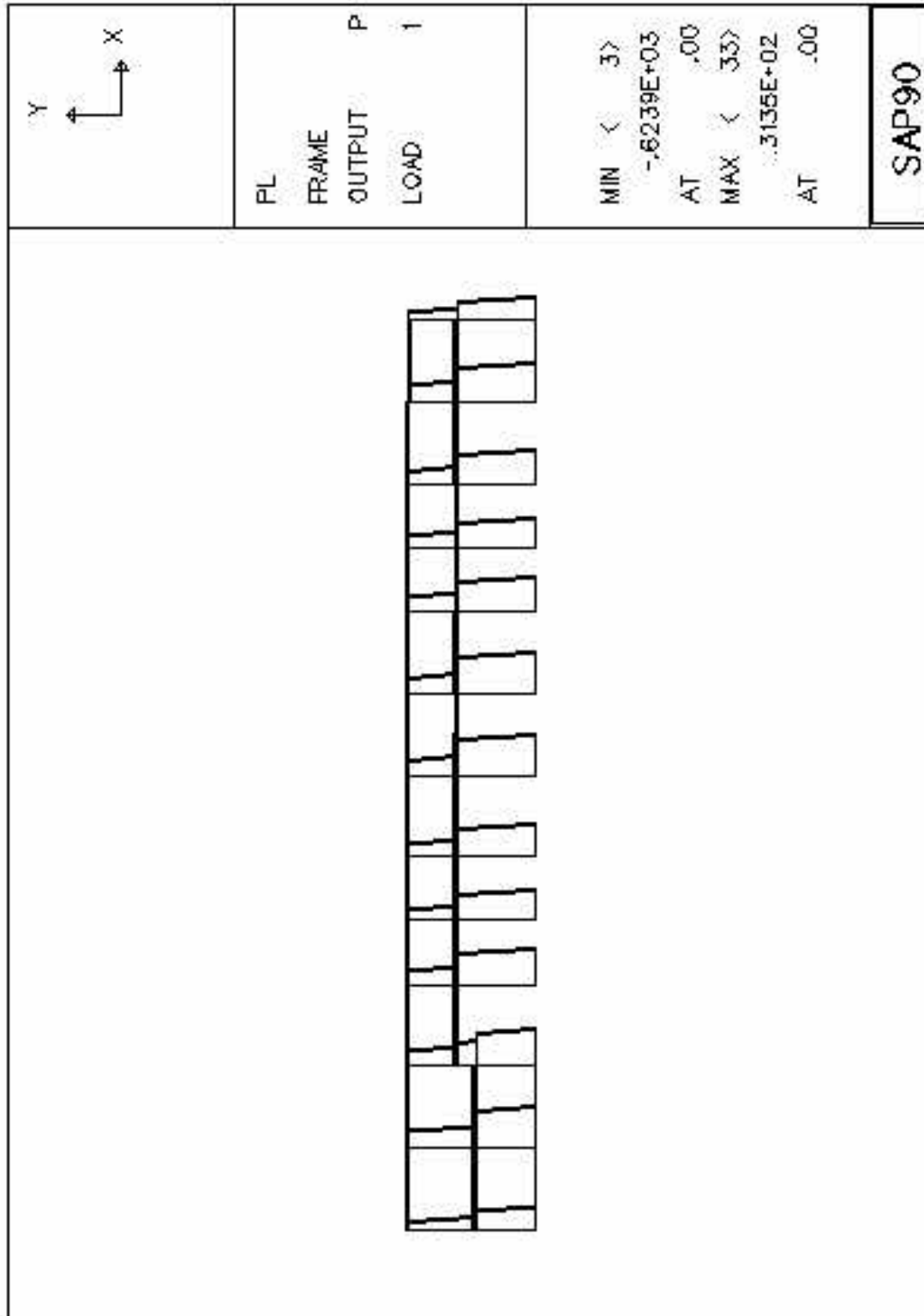
## V.5.2 – MOMENTOS FLECTORES



### V.5.3 – ESFORÇO TRANSVERSO



### V.5.4 – ESFORÇO NORMAL



## V.5.5 – CÁLCULO DAS ARMADURAS

$f_{syd} = 348 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 16.7 \text{ MPa}$

$c = 0.03 \text{ m}$

(Flexão)

$\tau_1 = 750 \text{ kPa}$

(Esforço Transverso)

BARRA	seção	N	M3	h(m)	b(m)	$\mu$	$\nu$	$\omega$	A	$\sqrt{2}$	Vcd	Asw/s
1	1	-351.81	15.42	0.50	0.70	0.005	0.060	0.001	As,min	-12.28	246.75	As,min.
1	2	-296.03	-36.75	0.50	0.70	0.013	0.051	0.001	As,min	-12.28	246.75	As,min.
2	2	-180.44	59.38	0.50	0.70	0.020	0.031	0.015	1.22	-26.50	246.75	As,min.
2	3	-117.44	-67.81	0.50	0.70	0.023	0.020	0.032	2.68	-26.50	246.75	As,min.
3	4	-623.95	-3.39	0.50	0.70	0.001	0.107	0.001	As,min	1.00	246.75	As,min.
3	5	-568.17	0.87	0.50	0.70	0.000	0.097	0.001	As,min	1.00	246.75	As,min.
4	5	-316.67	-3.72	0.50	0.70	0.001	0.054	0.001	As,min	3.32	246.75	As,min.
4	6	-253.67	12.20	0.50	0.70	0.004	0.043	0.001	As,min	3.32	246.75	As,min.
5	7	-554.83	-23.94	0.50	0.70	0.008	0.095	0.001	As,min	15.58	246.75	As,min.
5	8	-499.05	42.28	0.50	0.70	0.014	0.085	0.001	As,min	15.58	246.75	As,min.
6	8	-382.07	-57.34	0.50	0.70	0.020	0.065	0.001	As,min	27.48	246.75	As,min.
6	9	-365.01	-21.61	0.50	0.70	0.007	0.062	0.001	As,min	27.48	246.75	As,min.
7	9	-267.61	9.25	0.50	0.70	0.003	0.046	0.001	As,min	-3.87	246.75	As,min.
7	10	-221.68	-4.29	0.50	0.70	0.001	0.038	0.001	As,min	-3.87	246.75	As,min.
8	11	-530.40	-4.17	0.50	0.70	0.001	0.091	0.001	As,min	1.85	246.75	As,min.
8	12	-457.55	6.12	0.50	0.70	0.002	0.078	0.001	As,min	1.85	246.75	As,min.
9	12	-244.03	-16.39	0.50	0.70	0.006	0.042	0.001	As,min	10.39	246.75	As,min.
9	13	-198.09	19.99	0.50	0.70	0.007	0.034	0.001	As,min	10.39	246.75	As,min.
10	14	-450.16	-2.31	0.50	0.70	0.001	0.077	0.001	As,min	0.81	246.75	As,min.
10	15	-377.32	2.19	0.50	0.70	0.001	0.065	0.001	As,min	0.81	246.75	As,min.
11	15	-210.15	-2.99	0.50	0.70	0.001	0.036	0.001	As,min	1.76	246.75	As,min.
11	16	-164.21	3.16	0.50	0.70	0.001	0.028	0.001	As,min	1.76	246.75	As,min.
12	17	-508.29	-1.42	0.50	0.70	0.000	0.087	0.001	As,min	0.30	246.75	As,min.
12	18	-435.45	0.24	0.50	0.70	0.000	0.074	0.001	As,min	0.30	246.75	As,min.
13	18	-245.97	8.57	0.50	0.70	0.003	0.042	0.001	As,min	-6.70	246.75	As,min.
13	19	-200.03	-14.88	0.50	0.70	0.005	0.034	0.001	As,min	-6.70	246.75	As,min.
14	20	-617.96	-0.75	0.50	0.70	0.000	0.106	0.001	As,min	-0.11	246.75	As,min.
14	21	-545.12	-1.37	0.50	0.70	0.000	0.093	0.001	As,min	-0.11	246.75	As,min.
15	21	-270.20	4.36	0.50	0.70	0.001	0.046	0.001	As,min	-1.20	246.75	As,min.
15	22	-224.26	0.18	0.50	0.70	0.000	0.038	0.001	As,min	-1.20	246.75	As,min.
16	23	-617.90	-4.90	0.50	0.70	0.002	0.106	0.001	As,min	2.13	246.75	As,min.
16	24	-545.05	6.93	0.50	0.70	0.002	0.093	0.001	As,min	2.13	246.75	As,min.
17	24	-270.17	-4.51	0.50	0.70	0.002	0.046	0.001	As,min	1.31	246.75	As,min.
17	25	-224.23	0.08	0.50	0.70	0.000	0.038	0.001	As,min	1.31	246.75	As,min.
18	26	-508.05	-4.10	0.50	0.70	0.001	0.087	0.001	As,min	1.68	246.75	As,min.
18	27	-435.21	5.19	0.50	0.70	0.002	0.074	0.001	As,min	1.68	246.75	As,min.
19	27	-245.95	-8.96	0.50	0.70	0.003	0.042	0.001	As,min	6.94	246.75	As,min.
19	28	-200.01	15.33	0.50	0.70	0.005	0.034	0.001	As,min	6.94	246.75	As,min.
20	29	-451.41	-3.14	0.50	0.70	0.001	0.077	0.001	As,min	1.14	246.75	As,min.
20	30	-378.57	3.19	0.50	0.70	0.001	0.065	0.001	As,min	1.14	246.75	As,min.
21	30	-210.12	2.29	0.50	0.70	0.001	0.036	0.001	As,min	-1.34	246.75	As,min.
21	31	-164.19	-2.39	0.50	0.70	0.001	0.028	0.001	As,min	-1.34	246.75	As,min.
22	32	-514.34	-1.67	0.50	0.70	0.001	0.088	0.001	As,min	0.32	246.75	As,min.
22	33	-441.50	0.12	0.50	0.70	0.000	0.076	0.001	As,min	0.32	246.75	As,min.
23	33	-241.69	13.54	0.50	0.70	0.005	0.041	0.001	As,min	-8.81	246.75	As,min.
23	34	-195.75	-17.31	0.50	0.70	0.006	0.033	0.001	As,min	-8.81	246.75	As,min.
24	35	-604.94	-3.53	0.50	0.70	0.001	0.103	0.001	As,min	1.31	246.75	As,min.
24	36	-532.09	3.76	0.50	0.70	0.001	0.091	0.001	As,min	1.31	246.75	As,min.



$f_{syd} = 348 \text{ MPa}$        $r_1 = 750 \text{ kPa}$   
 $f_{cd} = 16.7 \text{ MPa}$        $c = 0.03 \text{ m}$       (Flexão)      (Esforço Transverso)

BARRA	seção	N	M3	h(m)	b(m)	$\mu$	$\nu$	$\omega$	A	V2	Vcd	Asw/s
25	36	-301.90	9.23	0.50	0.70	0.003	0.052	0.001	As,min	-7.01	246.75	As,min.
25	37	-255.96	-15.32	0.50	0.70	0.005	0.044	0.001	As,min	-7.01	246.75	As,min.
26	38	-338.66	-8.45	0.50	0.70	0.003	0.058	0.001	As,min	3.96	246.75	As,min.
26	39	-265.81	13.55	0.50	0.70	0.005	0.045	0.001	As,min	3.96	246.75	As,min.
27	39	-163.10	-41.63	0.50	0.70	0.014	0.028	0.004	0.31	31.71	246.75	As,min.
27	40	-117.16	69.35	0.50	0.70	0.024	0.020	0.033	2.78	31.71	246.75	As,min.
28	1	1.00	-142.21	0.60	0.70	0.034	0.000	0.075	7.58	147.12	299.25	As,min.
28	interm.	1.00	71.11	0.60	0.70	0.017	0.000	0.038	3.80	0.00	299.25	As,min.
28	3	1.00	-142.21	0.60	0.70	0.034	0.000	0.075	7.58	-147.12	299.25	As,min.
29	4	1.00	-142.21	0.60	0.70	0.034	0.000	0.075	7.58	147.12	299.25	As,min.
29	interm.	1.00	71.11	0.60	0.70	0.017	0.000	0.038	3.80	0.00	299.25	As,min.
29	7	1.00	-142.21	0.60	0.70	0.034	0.000	0.075	7.58	-147.12	299.25	As,min.
30	35	1.00	-142.21	0.60	0.70	0.034	0.000	0.075	7.58	147.12	299.25	As,min.
30	interm.	1.00	71.11	0.60	0.70	0.017	0.000	0.038	3.80	0.00	299.25	As,min.
30	38	1.00	-142.21	0.60	0.70	0.034	0.000	0.075	7.58	-147.12	299.25	As,min.
31	2	14.22	-96.13	0.60	0.30	0.053	-0.005	0.123	5.32	115.59	128.25	As,min.
31	interm.	14.22	63.95	0.60	0.30	0.035	-0.005	0.084	3.61	0.00	128.25	As,min.
31	5	14.22	-127.63	0.60	0.30	0.071	-0.005	0.162	7.00	-126.45	128.25	As,min.
32	5	11.90	-123.03	0.60	0.30	0.068	-0.004	0.156	6.72	125.06	128.25	As,min.
32	interm.	11.90	64.35	0.60	0.30	0.036	-0.004	0.083	3.60	0.00	128.25	As,min.
32	8	11.90	-99.61	0.60	0.30	0.055	-0.004	0.127	5.47	-116.98	128.25	As,min.
33	9	31.35	-30.86	0.60	0.60	0.009	-0.005	0.024	2.09	97.40	256.50	As,min.
33	interm.	31.35	93.14	0.60	0.60	0.026	-0.005	0.063	5.41	0.00	256.50	As,min.
33	12	31.35	-109.32	0.60	0.60	0.030	-0.005	0.073	6.27	-124.45	256.50	As,min.
34	12	22.81	-86.81	0.60	0.60	0.024	-0.004	0.057	4.95	89.07	256.50	As,min.
34	interm.	22.81	16.90	0.60	0.60	0.005	-0.004	0.014	1.23	0.00	256.50	As,min.
34	15	22.81	-73.28	0.60	0.60	0.020	-0.004	0.049	4.23	-83.06	256.50	As,min.
35	15	21.86	-68.10	0.60	0.60	0.019	-0.004	0.046	3.94	84.12	256.50	As,min.
35	interm.	21.86	24.39	0.60	0.60	0.007	-0.004	0.019	1.61	0.00	256.50	As,min.
35	18	21.86	-76.86	0.60	0.60	0.021	-0.004	0.051	4.40	-88.01	256.50	As,min.
36	18	28.86	-85.20	0.60	0.60	0.024	-0.005	0.057	4.95	101.47	256.50	As,min.
36	interm.	28.86	49.39	0.60	0.60	0.014	-0.005	0.035	3.04	0.00	256.50	As,min.
36	21	28.86	-140.05	0.60	0.60	0.039	-0.005	0.091	7.87	-120.38	256.50	As,min.
37	21	29.95	-145.77	0.60	0.60	0.040	-0.005	0.095	8.19	154.54	256.50	As,min.
37	41	29.95	141.55	0.60	0.60	0.039	-0.005	0.092	7.96	43.61	256.50	As,min.
38	41	12.25	141.55	0.60	0.60	0.039	-0.002	0.089	7.71	-44.59	256.50	As,min.
38	24	12.25	-148.60	0.60	0.60	0.041	-0.002	0.094	8.08	-155.51	256.50	As,min.
39	24	13.07	-137.16	0.60	0.60	0.038	-0.002	0.087	7.49	119.38	256.50	As,min.
39	interm.	13.07	49.12	0.60	0.60	0.014	-0.002	0.032	2.80	0.00	256.50	As,min.
39	27	13.07	-88.15	0.60	0.60	0.024	-0.002	0.056	4.88	-102.48	256.50	As,min.
40	27	7.80	-73.99	0.60	0.60	0.021	-0.001	0.047	4.05	86.79	256.50	As,min.
40	interm.	7.80	24.47	0.60	0.60	0.007	-0.001	0.016	1.41	0.00	256.50	As,min.
40	30	7.80	-70.72	0.60	0.60	0.020	-0.001	0.045	3.88	-85.34	256.50	As,min.
41	30	10.28	-69.82	0.60	0.60	0.019	-0.002	0.045	3.86	83.11	256.50	As,min.
41	interm.	10.28	20.46	0.60	0.60	0.006	-0.002	0.014	1.24	0.00	256.50	As,min.
41	33	10.28	-83.12	0.60	0.60	0.023	-0.002	0.053	4.57	-89.02	256.50	As,min.
42	33	19.42	-96.55	0.60	0.60	0.027	-0.003	0.063	5.42	110.79	256.50	As,min.
42	interm.	19.42	63.91	0.60	0.60	0.018	-0.003	0.043	3.68	0.00	256.50	As,min.
42	36	19.42	-97.32	0.60	0.60	0.027	-0.003	0.063	5.46	-111.06	256.50	As,min.

$f_{syd} = 348 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 16.7 \text{ MPa}$

$c = 0.03 \text{ m}$

(Flexão)

$\tau_l = 750 \text{ kPa}$

(Esforço Transverso)

BARRA	seção	N	M3	h(m)	b(m)	$\mu$	$\nu$	$\omega$	A	V2	Vcd	Asw/s
43	36	27.74	-102.79	0.60	0.60	0.028	-0.005	0.068	5.87	119.14	256.50	As,min.
43	interm.	27.74	82.74	0.60	0.60	0.023	-0.005	0.056	4.80	0.00	256.50	As,min.
43	39	27.74	-55.17	0.60	0.60	0.015	-0.005	0.039	3.33	-102.71	256.50	As,min.
44	3	-26.50	-67.81	0.60	0.70	0.016	0.004	0.032	3.21	117.44	299.25	As,min.
44	interm.	-26.50	87.62	0.60	0.70	0.021	0.004	0.042	4.27	0.00	299.25	As,min.
44	6	-26.50	-132.95	0.60	0.70	0.032	0.004	0.066	6.68	-139.91	299.25	As,min.
45	6	-23.18	-120.75	0.60	0.70	0.029	0.003	0.060	6.08	113.76	299.25	As,min.
45	interm.	-23.18	48.22	0.60	0.70	0.011	0.003	0.022	2.22	0.00	299.25	As,min.
45	10	-23.18	-105.07	0.60	0.70	0.025	0.003	0.052	5.25	-108.35	299.25	As,min.
46	10	-27.05	-109.35	0.60	0.70	0.026	0.004	0.054	5.42	113.32	299.25	As,min.
46	interm.	-27.05	58.32	0.60	0.70	0.014	0.004	0.027	2.70	0.00	299.25	As,min.
46	13	-27.05	-96.20	0.60	0.70	0.023	0.004	0.047	4.72	-108.79	299.25	As,min.
47	13	-16.65	-76.21	0.60	0.70	0.018	0.002	0.038	3.81	89.31	299.25	As,min.
47	interm.	-16.65	27.93	0.60	0.70	0.007	0.002	0.012	1.24	0.00	299.25	As,min.
47	16	-16.65	-62.07	0.60	0.70	0.015	0.002	0.030	3.06	-83.02	299.25	As,min.
48	16	-14.90	-58.91	0.60	0.70	0.014	0.002	0.029	2.91	81.19	299.25	As,min.
48	interm.	-14.90	27.15	0.60	0.70	0.006	0.002	0.012	1.22	0.00	299.25	As,min.
48	19	-14.90	-81.30	0.60	0.70	0.019	0.002	0.041	4.10	-91.14	299.25	As,min.
49	19	-21.60	-96.18	0.60	0.70	0.023	0.003	0.048	4.80	108.89	299.25	As,min.
49	interm.	-21.60	58.63	0.60	0.70	0.014	0.003	0.028	2.80	0.00	299.25	As,min.
49	22	-21.60	-108.75	0.60	0.70	0.026	0.003	0.054	5.47	-113.22	299.25	As,min.
50	22	-22.79	-108.57	0.60	0.70	0.026	0.003	0.054	5.44	111.04	299.25	As,min.
50	interm.	-22.79	52.41	0.60	0.70	0.012	0.003	0.024	2.45	0.00	299.25	As,min.
50	25	-22.79	-108.67	0.60	0.70	0.026	0.003	0.054	5.44	-111.07	299.25	As,min.
51	25	-21.48	-108.59	0.60	0.70	0.026	0.003	0.054	5.46	113.16	299.25	As,min.
51	interm.	-21.48	58.59	0.60	0.70	0.014	0.003	0.028	2.80	0.00	299.25	As,min.
51	28	-21.48	-96.41	0.60	0.70	0.023	0.003	0.048	4.81	-108.96	299.25	As,min.
52	28	-14.54	-81.08	0.60	0.70	0.019	0.002	0.041	4.10	91.05	299.25	As,min.
52	interm.	-14.54	27.17	0.60	0.70	0.006	0.002	0.012	1.23	0.00	299.25	As,min.
52	31	-14.54	-59.08	0.60	0.70	0.014	0.002	0.029	2.93	-81.27	299.25	As,min.
53	31	-15.88	-61.47	0.60	0.70	0.015	0.002	0.030	3.03	82.91	299.25	As,min.
53	interm.	-15.88	28.29	0.60	0.70	0.007	0.002	0.013	1.27	0.00	299.25	As,min.
53	34	-15.88	-76.10	0.60	0.70	0.018	0.002	0.038	3.81	-89.42	299.25	As,min.
54	34	-24.69	-93.41	0.60	0.70	0.022	0.004	0.046	4.60	106.33	299.25	As,min.
54	interm.	-24.69	54.22	0.60	0.70	0.013	0.004	0.025	2.52	0.00	299.25	As,min.
54	37	-24.69	-120.80	0.60	0.70	0.029	0.004	0.060	6.06	-115.78	299.25	As,min.
55	37	-31.71	-136.11	0.60	0.70	0.032	0.005	0.067	6.77	140.18	299.25	As,min.
55	interm.	-31.71	85.34	0.60	0.70	0.020	0.005	0.040	4.07	0.00	299.25	As,min.
55	40	-31.71	-69.35	0.60	0.70	0.016	0.005	0.032	3.22	-117.16	299.25	As,min.