

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO
BARRAGEM JABURU I

INTERVENÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO E DE
DRENAGEM

PLANO DE OBSERVAÇÃO

COBA

FORTALEZA- CE
MARÇO 2000

FOLHA DE DADOS - GED/SRH

TIPO DE DOCUMENTO: Projeto

Identidade GED: 009510410

Lote: 01023

Nº de Registro: 200010016

Autores: SRH % COBA

Programa: _____

Título: Projeto Executivo de Recuperação da Barragem do Jaburu I

Sub-Título 1: Plano de Observação

Sub-Título 2: _____

Nº de Páginas: 96 f e 04 plantas

Volume: _____

Tomo: _____

Editor: COBA

Data de Publicação (mês/ano): Março 12000

Local de Publicação: Fortaleza

Localização da Obra

Tipo de Empreendimento:

<input checked="" type="checkbox"/> Barragem	<input type="checkbox"/> Açude	<input type="checkbox"/> Adutora	<input type="checkbox"/> Canal / Eixo de Transp.	<input type="checkbox"/> Outro
Rio / Riacho Barrado: <u>Rio Jaburu</u>		Fonte Hídrica: _____		

Bacia: Jaburu

Sub-bacia: _____

Municípios: Tianguá

Distrito: _____

Microregião: _____

Estado: Pernambuco

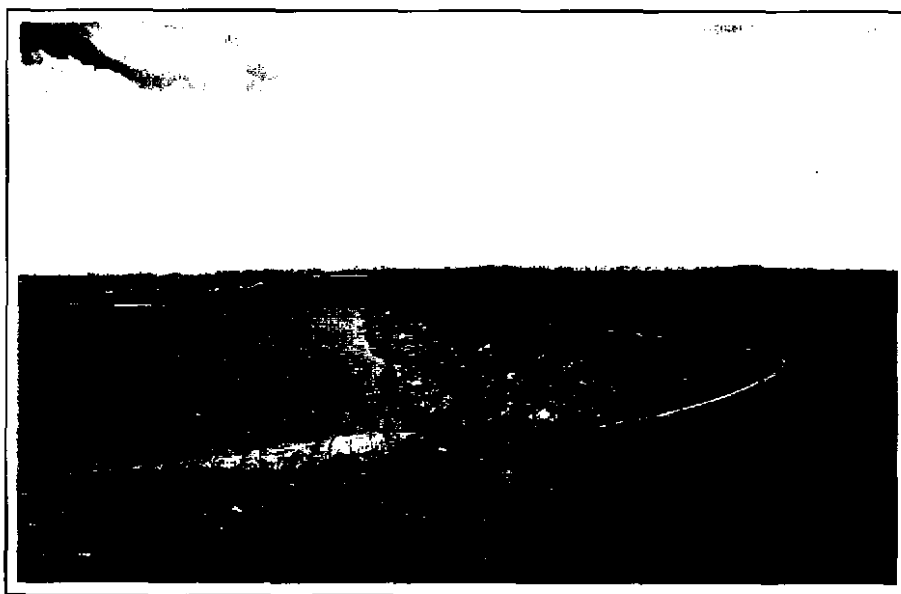


CEARÁ

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM DO JABURU I



PLANO DE OBSERVAÇÃO

Date: 01023 - Prep (X) Scan () Index ()
 Projeto Nº 0095 / 04 / D
 Volume _____
 Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____
 Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
 Qtd. A0 _____ Outros _____

MARÇ J 2000



COBA

0095/04/D
ex.3

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM DO JABURU I



PLANO DE OBSERVAÇÃO

MARÇO 2000



COBA

2000 JA

2000

**PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DA
BARRAGEM DO JABURU I**

LISTA DE VOLUMES:

INTERVENÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO E DE DRENAGEM

TOMO I - BARRAGEM

TOMO II - SANGRADOURO

REFORÇO DO TRATAMENTO DA FUNDAÇÃO

PLANO DE OBSERVAÇÃO

PROGRAMA DE TRABALHOS

ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

**BARRAGEM DO JABURU I
PLANO DE OBSERVAÇÃO**

**ELEMENTOS QUE
COMPÕEM O VOLUME**

- **MEMÓRIA**

- **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

- **LISTA DE QUANTIDADES**

- **DESENHOS**

- **ANEXO - Resultados dos piezômetros
hidráulicos já instalados**

MEMÓRIA

ÍNDICE

PLANO DE OBSERVAÇÃO - MEMÓRIA**ÍNDICE**

	Pág.
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E HISTORIAL DA OBRA	3
3 - DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO JÁ INSTALADOS	7
4 - CENARIOS DE INCIDENTE E DE ACIDENTE	16
5 - DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE OBSERVAÇÃO	18
5 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	18
5 2 - AVALIAÇÃO DO RISCO	18
5 3 – GRANDEZAS E DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO	21
5 3 1 - Considerações Gerais	21
5 3 2 - Níveis hidrostáticos	21
5 3 3 - Vazões	24
5 3 4 - Deslocamentos verticais superficiais	25
5 4 - FREQUÊNCIA DE LEITURAS	27
5 5 - EXPLORAÇÃO DO SISTEMA DE OBSERVAÇÃO	28
6 - INSPEÇÃO VISUAL	30
7 - AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA E MODELOS DE COMPORTAMENTO	34
8 - IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE OBSERVAÇÃO	35

TEXTO

BARRAGEM DO JABURU I
PLANO DE OBSERVAÇÃO
MEMÓRIA

1 - INTRODUÇÃO

O presente documento integra-se no âmbito do Projeto Executivo de Recuperação da Barragem do Jaburu I e constitui uma revisão do "Plano de Observação" elaborado em Novembro de 1999 e entregue à Secretaria dos Recursos Hídricos para apreciação. As alterações ao documento de Novembro de 1999 consistem no essencial na implementação do sistema de observação em duas fases (Capítulo 8)

Em fases anteriores dos estudos foram realizadas diversas missões de inspeção à obra e uma campanha de prospeção complementar que permitiu compilar a informação de base necessária à avaliação do comportamento da obra e à identificação dos seus problemas fundamentais

A campanha de prospeção integrou também a instalação de alguns piezômetros hidráulicos no aterro e fundação, na zona do vale principal. Estes piezômetros serão incorporados no plano de observação definitivo da obra e estão instalados desde Maio do corrente ano, tendo as suas leituras constituído informação determinante no desenvolvimento dos estudos de recuperação da barragem do Jaburu I

Feito o diagnóstico da situação e seleccionadas as soluções de reabilitação a implementar foi possível definir o sistema de observação final da obra. A definição do sistema de observação teve em conta as disposições normativas internacionais passíveis de serem aplicadas, bem como, naturalmente, as condicionantes ambientais e exteriores associadas ao local de implantação da obra, as suas características específicas e, ainda, as eventuais interferências com pessoas e bens resultantes de um acidente

Salienta-se que o sistema de observação deve ser considerado como um elemento "dinâmico" que, previsivelmente, sofrerá algumas adaptações, função de eventuais especificidades que venham a ser detectadas durante a execução das intervenções de recuperação ou mesmo durante a futura exploração da obra. Refere-se, a título de exemplo, que o comportamento

hidrogeológico dos terrenos de fundação e complexo pelo que poderão ocorrer no futuro surgências em zonas atualmente sem problemas. o que deverá traduzir-se pela adaptação a essas novas situações do atual plano de observação

Faz-se no presente documento, apos a apresentação das principais características da obra e do resumo do seu historial (capítulo 2), a caracterização sumária dos dispositivos de observação já instalados e das principais informações decorrentes da sua exploração (Capítulo 3)¹. a identificação dos cenários de incidente e acidente que poderão ocorrer (Capítulo 4), a definição e caracterização do sistema de observação preconizado e a identificação dos principais aspectos a atender na sua exploração (Capítulo 5), os tipos de inspeção visual a promover (Capítulo 6), algumas considerações relativas à segurança da obra e aos modelos de comportamento (Capítulo 7) e a implementação do sistema de observação em duas fases (Capítulo 8)

¹ Entre a elaboração do "Plano de Observação", em Novembro de 1999, e a presente data, Março de 2000, não foram recebidas leituras adicionais dos dispositivos de observação ja instalados, pelo que os elementos tratados no Capitulo 3 são os constantes do documento de Novembro de 1999

2 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E HISTORIAL DA OBRA

A barragem do Jaburu I, cujo principal objetivo é o abastecimento público e a rega, localiza-se na Serra de Ibiapaba, no município de Tianguá, na zona noroeste do Estado do Ceará, próximo do limite com o Estado do Piauí

A seção de implantação da barragem domina uma bacia hidrográfica com cerca de 316 km² com uma precipitação média anual de cerca de 1 440 mm e um volume médio afluente de 176.6 hm³

O nível normal do reservatório localiza-se à cota 722 ao qual corresponde um volume armazenado de 230 hm³

A **barragem do Jaburu** é uma barragem de **aterro zonado** com uma altura máxima acima da fundação de cerca de 56 m e um desenvolvimento total de 670 m, 370 m dos quais correspondentes ao vale principal da obra. O coroamento da barragem, com 7 0 m de largura, está a cota (725 00)

Na zona do vale principal (entre as estacas 17 e 27) o perfil tipo da barragem dispõe de um filtro chamine com 1 5 m de largura, inclinado para montante a 1 0 25 (V H). Este filtro liga na base a um tapete misto - areia/brita/areia - que se prolonga subhorizontalmente para jusante nas cotas inferiores do maciço estabilizador, promovendo a separação entre o aterro argiloso a cotas inferiores e o aterro de laterita a cotas superiores. A drenagem promovida pelo tapete misto deverá fazer, conforme preconizado nos perfis de projeto, nas zonas das ombreiras (entre as estacas 17 e 20 e entre as estacas 23 e 27) no sentido transversal ao rio, em direção a zona central do vale, e, na zona central (entre as estacas 20 e 23) no sentido longitudinal, em direção ao pé de jusante em enrocamento

O maciço de jusante que se desenvolve acima do tapete misto é essencialmente constituído por laterita, dispondo na zona central (entre as estacas 20 e 23), como se referiu, de um pé em enrocamento. O talude exterior do maciço de jusante tem, de acordo com os perfis de Projeto, uma inclinação de 1 2 (V H) e dispõe de três banquetas: i) uma primeira à cota (715 00), de 7 75 m de largura; ii) uma segunda à cota (704 00), de 4 m de largura e iii) uma terceira à cota (685 00), de 4 m de largura, que corresponde ao coroamento do pé de jusante em enrocamento

As diversas intervenções que têm vindo a ser feitas na obra a partir do aterro de jusante, designadamente, a furação para realização do tratamento de impermeabilização da fundação em 1988 e a furação para instalação de piezômetros hidráulicos em 1993 e, no âmbito dos presentes estudos, em 1999, têm vindo a modificar gradualmente a geometria exterior do talude de jusante que deverá ser repostado no âmbito das intervenções de recuperação da barragem

No que se refere ao talude exterior do maciço de montante, a sua inclinação é de 1:1,5 (V:H) acima da cota (718,50) e de 1:2 (V:H) abaixo desta cota, dispondo, na zona central do vale, de uma berma de 25 m de largura, à cota (704,00). Abaixo desta berma o talude exterior desenvolve-se com a inclinação de 1:1,5 (V:H)

O zonamento do talude de montante integra, para além da camada de rip-rap que se desenvolve acima da cota (704,00) e tem uma largura (na horizontal) de 1,6 m, uma camada de laterita com uma largura de 4,0 m que faz a transição para o aterro argiloso. Abaixo da cota (704,00), no pé de montante da barragem, o zonamento do aterro integra um maciço de laterita protegido a montante por uma camada de argila e separado da fundação (na sua zona central e de jusante) por uma camada de enrocamento

O perfil tipo da barragem na zona do vale secundário e na zona de ligação entre o vale secundário e o vale principal simplifica-se, sendo o corpo da barragem essencialmente constituído por um aterro argiloso totalmente envolvido por uma zona de laterita e dispondo a jusante de um pé em enrocamento

Os órgãos hidráulicos da barragem integram uma estrutura de tomada de água e um sangradouro que constitui o único órgão de segurança da obra

O **Sangradouro** localiza-se na ombreira direita, separado do corpo da barragem, e integra um canal de aproximação escavado no terreno natural, uma soleira de controlo em concreto e um canal de restituição escavado também nas formações rochosas ocorrentes

O canal de aproximação, com cerca de 450 m de extensão, interessa uma camada superficial de arenito compactado com estratificação sub-horizontal e relaxado. Sob esta camada ocorre um estrato de siltitos e argilitos inconsolidados de baixa resistência a erosão. O fundo do canal encontra-se preenchido por uma camada depositada de detritos finos, provavelmente oriundos da rocha inconsistente do talude

A soleira de controlo em concreto e constituída por uma soleira vertente e uma laje de fundo a jusante contidas lateralmente por 2 muros de gravidade. A estrutura em questão tem cerca de 30 m de desenvolvimento.

O canal de restituição integra um trecho inicial com cerca de 150 m de desenvolvimento de rasto aproximadamente subhorizontal. O arenito que serve de substrato ao canal de restituição do sangradouro tem uma estratificação sub-horizontal com caimento suave em direção ao Piauí. Neste pacote rochoso comumente são encontradas camadas de um arenito friável, pouco consolidado susceptível a erosões internas. Após este trecho inicial do canal a restituição faz-se de forma não regradada ao longo de trechos com quedas abruptas separados por trechos suaves. Efetivamente, verificou-se um processo de erosão regressiva que culminou com o colapso de uma grande massa de arenito são, o que determinou a modificação do traçado imposto ao fluxo durante a construção.

No que se refere à **tomada de água**, esta é constituída por uma tubulação em aço, envelopada com concreto e com controle somente a jusante. Naturalmente, esta estrutura não atende aos atuais padrões mínimos de segurança recomendados pelos diversos órgãos internacionais, pelo que deveria ser previsto, a curto prazo, a sua reformulação. De fato, o sistema implantado não permite verificar a eventual ocorrência de problemas na tubulação que atravessa a barragem.

A barragem foi construída entre 1981 e 1983 e o primeiro enchimento ocorreu em 1983. Desde esta data, a obra foi objeto de diversos incidentes que se relatam de forma sucinta subsequentemente.

Após o 1º enchimento apareceram fissuras no coroamento e verificou-se um assentamento por colapso do coroamento, de cerca de 0,5 m, na zona do vale principal. A cota de coroamento - (725,00) - foi repostada através da reconstrução do aterro.

Cerca de 5 anos após o primeiro enchimento, em 1988, foi reconhecida uma surgência na ombreira esquerda, cerca de 30 m a jusante do pé da barragem. Verificou-se na sequência das elevadas vazões registadas (47 l/s) a formação de uma gruta, cerca da cota 700.

Na sequência do aparecimento desta importante surgência realizou-se, no final de 1988, uma campanha de tratamento de impermeabilização por injeção da fundação. Os furos de injeção foram realizados a partir do coroamento e a partir do talude de jusante (a cerca de 9,0 m do coroamento) e interessaram um comprimento na fundação de cerca de 35 m.

O tratamento de impermeabilização por injeção realizou-se em três etapas, a primeira com calda de cimento, a segunda com asfalto e, a terceira, com asfalto e calda de cimento, tendo-se reduzido a vazão da surgência para 3 l/s

Posteriormente, em 1992, foram detectadas 4 novas surgências a jusante da barragem, na zona de jusante da portela e na zona entre a portela e o vale principal, com uma vazão total de 26 l/s

Na sequência do reconhecimento destas surgências foi realizado, em 1993, uma nova campanha de tratamento de impermeabilização por injeção da fundação no encontro direito do vale principal e no vale secundário (portela) O tratamento foi efetuado com caldas de cimento e a vazão total reduzida para cerca de 12.5 l/s

Posteriormente, foram detectadas zonas úmidas e surgências no talude de jusante da barragem no vale principal, incidente considerado potencialmente grave para a segurança da obra

O Projeto Executivo de Recuperação da barragem do Jaburu I surge assim na sequência dos varios incidentes que afetaram a obra ao longo da sua exploração, desde o primeiro enchimento do reservatório

A maior parte dos problemas reconhecidos e referenciados anteriormente estão associados a fenômenos de percolação preferencial, seja pelo aterro seja pela fundação, fato que se refletira, naturalmente, no sistema de observação definido no presente documento

3 - DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO JÁ INSTALADOS

O plano de observação definitivo da obra, objeto de pormenorização no presente documento, integrará os piezômetros hidráulicos instalados em primeira fase, no âmbito do presente estudo, e os medidores de vazão que foram sendo instalados na sequência do aparecimento das surgências reconhecidas ao longo da exploração da obra

No âmbito dos estudos de recuperação da barragem, com vista a obterem-se dados fundamentais ao diagnóstico dos problemas relacionados com as zonas umidas e surgências detectadas no corpo da barragem, foram instalados piezômetros hidráulicos no corpo da barragem e fundação, em 3 alinhamentos transversais coincidentes com as estacas 21, 23 e 25

Com a instalação destes piezômetros pretendeu-se, essencialmente, identificar e caracterizar a linha superior da saturação do aterro na área interessada pelas surgências e tentar reconhecer eventuais caminhos de percolação preferencial pela fundação e aterro, validando ou despistando cenários de percolação preferencial pela ombreira esquerda e/ou pelo aterro e fundação na zona do vale principal

Com vista a obtenção de informação complementar foram também instalados piezômetros no núcleo e fundação nos furos das sondagens realizadas a partir do coroamento da barragem, interessando assim todo o desenvolvimento da obra

Nos Quadros 3.1 a 3.4 indica-se a localização e principais características dos piezômetros instalados

Quadro 3.1 - Piezômetros instalados no perfil P21

Perfil P21						
	Afastamento ao eixo (m)	Cota da boca do furo	Cota da base do trecho de captação	Comprimento da ponteira (m)	Comprimento do trecho de captação (m)	Localização
P21 1 1	23 5	715 100	690	1,0	1,5	aterro de laterita
P21 1 2			682	1,0	1,5	aterro de argila
P21 1 3			675	1,5	3,0	fundação
P21 2 1	52 5	704 775	693	1,0	1,5	aterro de laterita
P21 2 2			684	1,0	1,5	aterro de laterita
P21 2 3			674	1,5	3,0	fundação
P21 3 1	74 5	697 892	686,5	1,0	1,5	aterro de laterita
P21 3 2			681	1,0	1,5	aterro de laterita
P21 3 3			674	1,5	3,0	fundação

Quadro 3.2 - Piezômetros instalados no perfil P23

Perfil P23						
	Afastamento ao eixo (m)	Cota da boca do furo	Cota da base do trecho de captação	Comprimento da ponteira (m)	Comprimento do trecho de captação (m)	Localização
P23 1 1	23 5	714 857	694	1,0	1,5	aterro de latenta aterro de argila fundação
P23 1 2			687	1,0	1,5	
P23 1 3			676,5	1,5	3,0	
P23 2 1	52 5	704 375	692	1,0	1,5	aterro de latenta aterro de latenta fundação
P23 2 2			685	1,0	1,5	
P23 2 3			676 5	1,5	3,0	
P23 3 1	76 0	698 2	689,5	1 0	1,5	aterro de latenta aterro de latenta fundação
P23 3 2			685	1 0	1,5	
P23 3 3			678	1,5	3,0	
SM5 1	2 0 (montante)	725 0	695	1,0	1,5	aterro de argila fundação
SM5 2			675	1,0	1,5	

Quadro 3.3 - Piezômetros instalados no perfil P25

Perfil P25						
	Afastamento ao eixo (m)	Cota da boca do furo	Cota da base do trecho de captação	Comprimento da ponteira (m)	Comprimento do trecho de captação (m)	Localização
P25 1 1	10 0	722 25	705	1,0	1,5	aterro de latenta aterro de argila fundação
P25 1 2			696,5	1,0	1,5	
P25 1 3			689	1,5	3,0	
P25 2 1	23 5	715 73	707	1 0	1,5	aterro de latenta aterro de argila fundação
P25 2 2			701	1,0	1,5	
P25 2 3			694	1,5	3,0	
P25 3 1	85 0	701 2	692	1,5	3,0	fundação fundação fundação
P25 3 2			685	1,5	3,0	
P25 3 3			677	1 5	3,0	

Quadro 3.4 - Piezômetros instalados nas sondagens SM1 a SM4 e SM6

Sondagens SM1, SM2, SM3, SM4 e SM6							
		Afastamento ao eixo (m)	Cota da boca do furo	Cota da base do trecho de captação	Comprimento da ponteira (m)	Comprimento do trecho de captação (m)	Localização
Estaca 4	SM1 1	2,0 (montante)	725	707	1,0	1,5	aterro de argila fundação
	SM1 2	2,0 (montante)	725	690	1,5	3,0	
Estaca 8	SM2 1	2,0 (montante)	725	710	1,0	1,5	aterro de argila fundação
	SM2 2	2,0 (montante)	725	690	1,5	3,0	
Estaca 12	SM3 1	2,0 (montante)	725	710	1,5	3,0	fundação fundação
	SM3 2	2,0 (montante)	725	690	1,5	3,0	
Estaca 17	SM4 1	2 0 (montante)	725	707	1,0	1,5	aterro de argila fundação
	SM4 2	2,0 (montante)	725	680	1,5	3,0	
Estaca 27	SM6 1	2,0 (montante)	725	712	1,0	1,5	aterro de argila fundação
	SM6 2	2,0 (montante)	725	680	1,5	3,0	

As operações de instalação decorreram entre meados de Maio e final de Maio do corrente ano, tendo as campanhas de leituras sido realizadas inicialmente com uma periodicidade diária que passou, no mês de Julho, a semanal

Em anexo apresentam-se as leituras disponíveis bem como a sua validação e interpretação. As campanhas de leituras tratadas terminam no final de Outubro, à excepção dos piezômetros instalados no perfil P25, relativamente aos quais só se dispõe de informação até ao final de Julho de 1999

Nas Figs 3 1 a 3 4 representa-se a localização dos piezômetros instalados em primeira fase

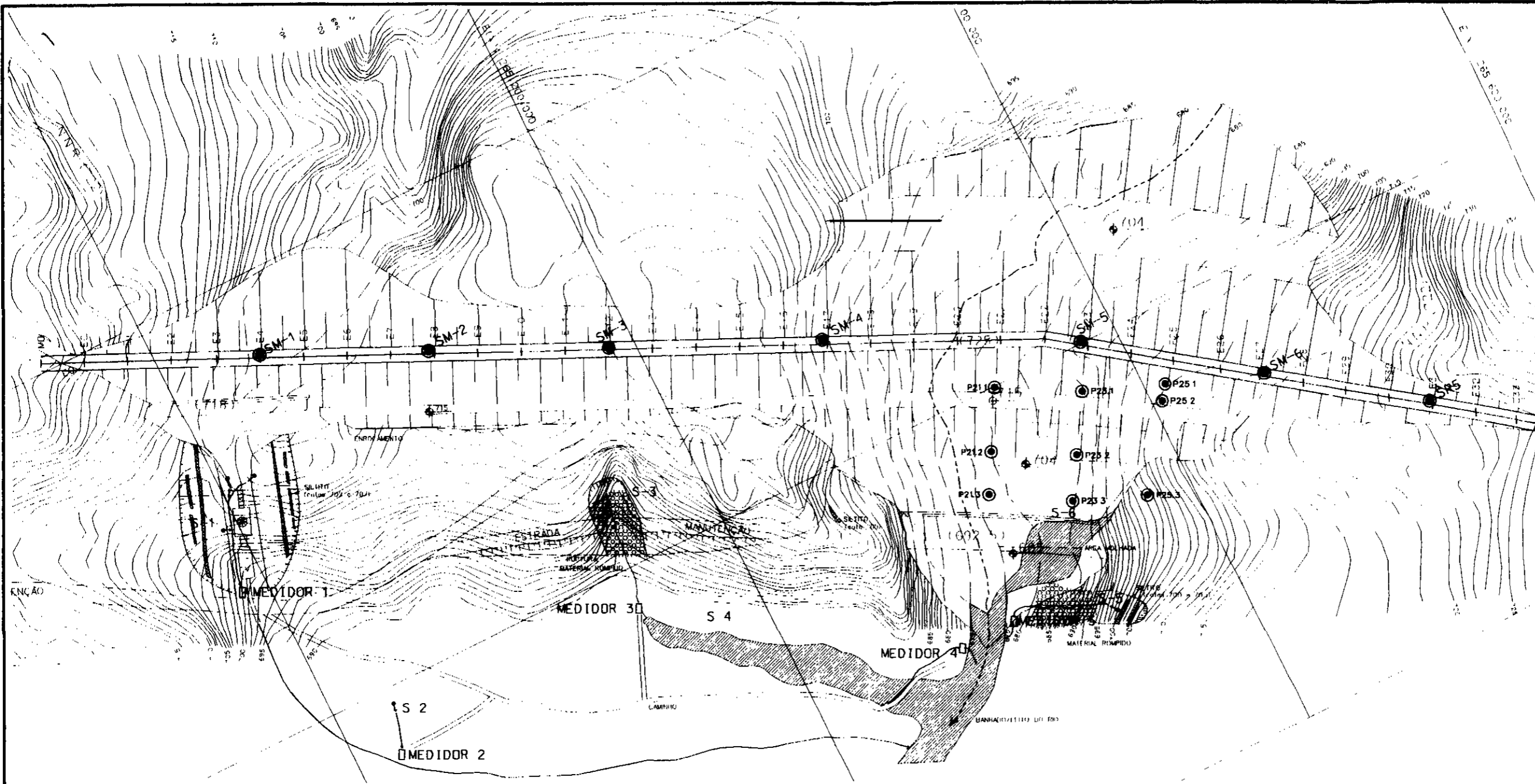
No que se refere ao aterro, as leituras efetuadas não indicam a existência de uma linha de saturação muito elevada no interior do maciço de jusante

Assim, as zonas úmidas e surgências reconhecidas a cotas já bastante altas do talude de jusante da barragem, na zona do vale principal, deverão estar associadas a caminhos preferenciais de percolação que se poderão ter estabelecido ao longo de camadas do aterro com comportamento hidráulico contrastante. As sondagens realizadas detectaram aliás a existência de camadas intercaladas, quer no núcleo quer no aterro de laterita, com resistência contrastante as quais poderão estar associadas também características hidráulicas distintas

Por outro lado, há algumas singularidades nalguns piezômetros instalados no aterro, designadamente, nos piezômetros P21 2 1 e P21 2 2, que exibem níveis de água muito altos que poderão corresponder à intercepção de algumas dessas camadas particulares que definam caminhos preferenciais de percolação

E ainda visível, da interpretação dos níveis hidrostáticos nos piezômetros instalados no aterro, em particular na laterita, a existência de fluxo segundo dois sentidos preferenciais - montante/jusante e ombreira esquerda / zona central do vale. O fluxo, no sentido ombreira esquerda - zona central do vale, está em conformidade com a concepção de drenagem interna da obra promovida pelo tapete misto que drena para a zona central do vale entre as estacas 17 e 20 (ombreira direita) e 20 e 23 (ombreira esquerda)

No que se refere aos piezômetros da fundação, instalados na zona do boqueirão principal, as isolinhas de níveis hidrostáticos que se podem deduzir das campanhas de leituras disponíveis indicam, em termos globais, uma percolação composta no sentido montante-jusante e no sentido ombreira esquerda - zona central do vale. Esta percolação interessa as cotas



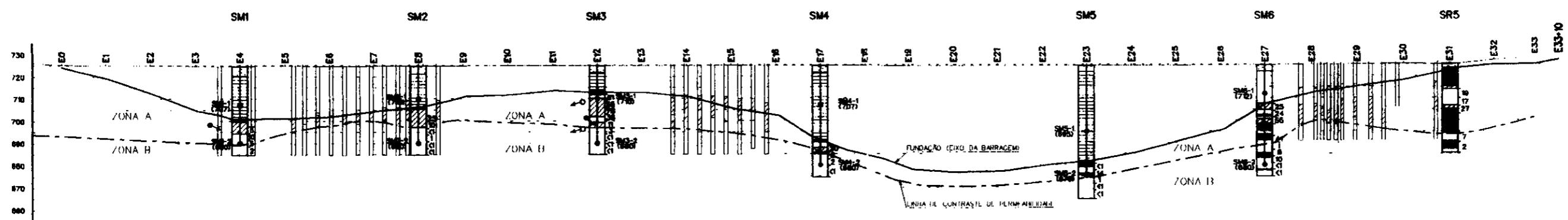
LEGENDA DA PLANTA

- S 1 SURGÊNCIAS
- MEDIDORES
- AFLORAMENTOS DE SILTITO
- SM-6 BONDAGENS
- PIEZÔMETROS
- P25 2

LEGENDA DO PERFIL

- ▨ ATERRO DE PEDREGULHO DE LATÉXIA
- ▨ ATERRO DA BARRAGEM
- ▨ FILTRO DA BARRAGEM
- ▨ ATERRO ALTERADO (CONTATO)
- ▨ ATERRO
- ▨ ATERRO OU SILTITO F8 (ESMAGADO)
- ▨ SILTITO
- PERDA D'ÁGUA
- SURGÊNCIA DE ÁGUA (PROJEÇÃO)
- SM5 BONDAGENS (FASB ATUAL)
- PIEZÔMETROS INSTALADOS NAS BONDAGENS

PLANTA
1/2000



PERFIL LONGITUDINAL
1/2000

000019

FIG 3 1 - LOCALIZAÇÃO DOS PIEZÔMETROS INSTALADOS EM MAIO DE 1999

e.ms.geol.cen.633700.5.ctm.29.01.1999.12.6.7.1.pdf.40

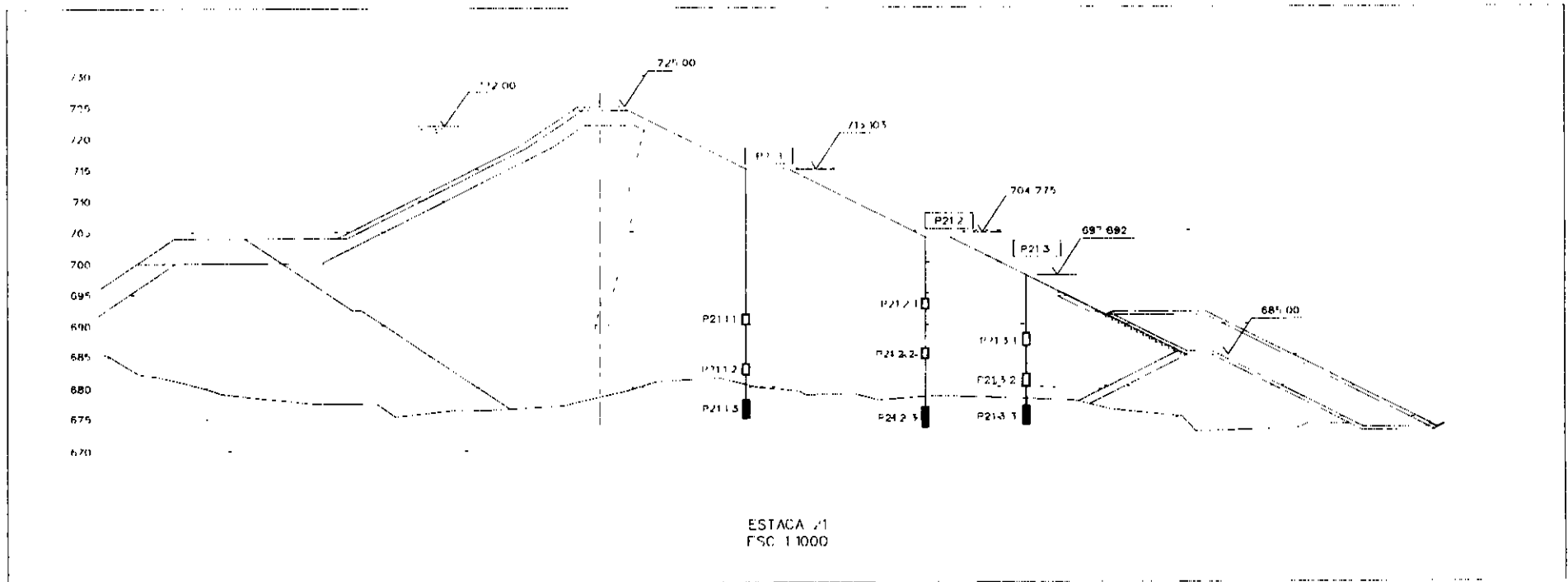


FIG. 3.2 - LOCALIZAÇÃO DOS PIEZÔMETROS
NO PERFIL P21

000020

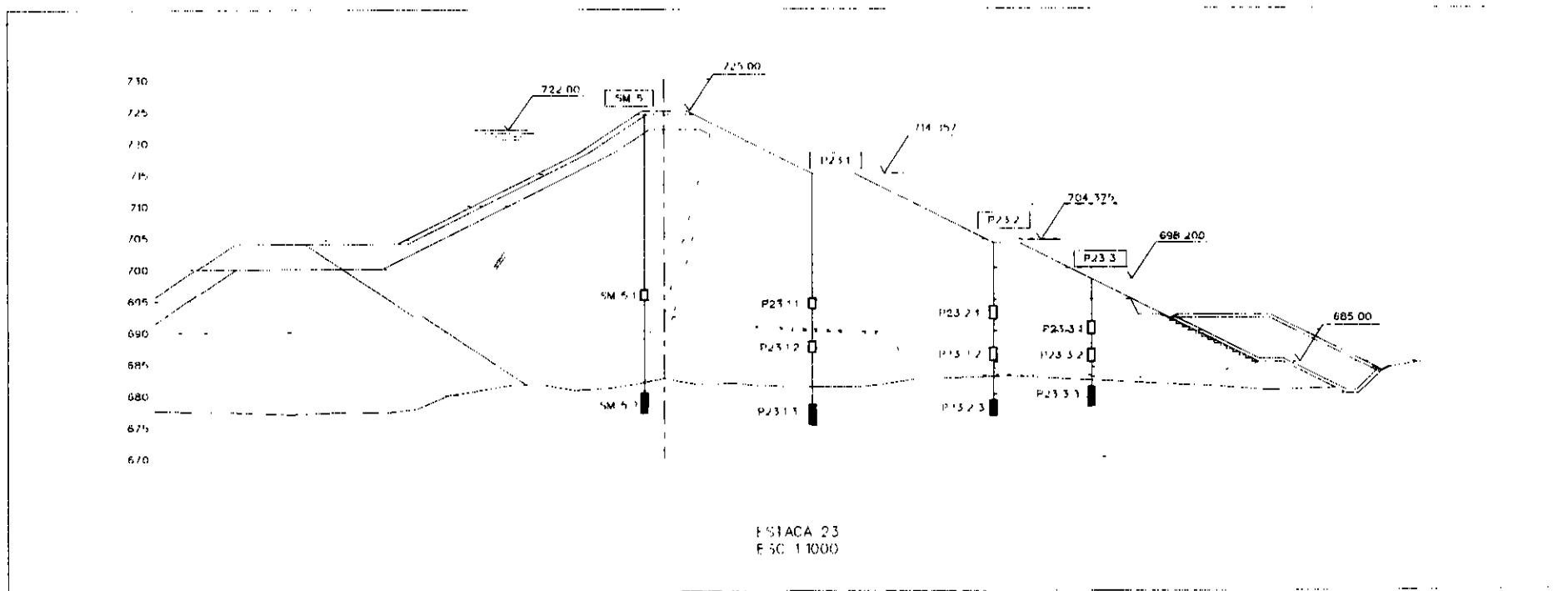


FIG 3 3 - LOCALIZAÇÃO DOS PIEZÔMETROS
NO PERFIL P23

000021

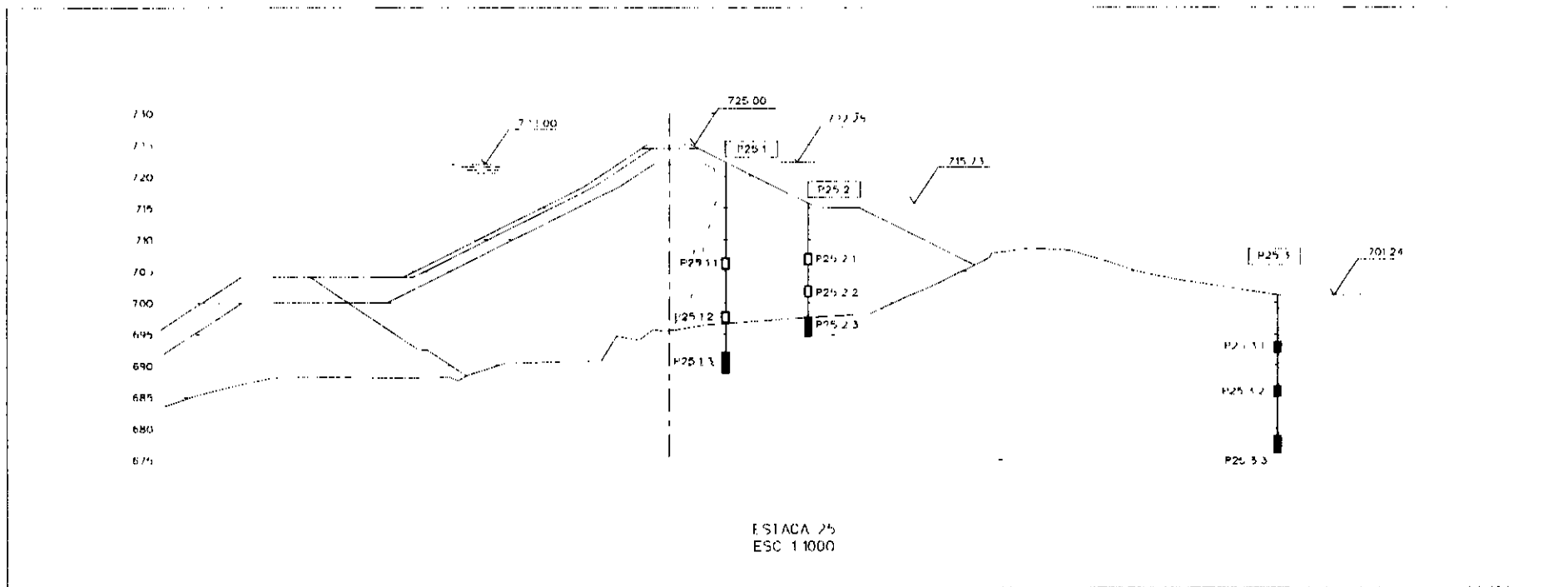


FIG 3 4 - LOCALIZAÇÃO DOS PIEZÔMETROS
NO PERFIL P25

000022

superiores da fundação de maior permeabilidade - cerca de 5 a 8 m abaixo do contato aterro-fundação -. onde foram instalados os piezômetros

No que se refere ao restante desenvolvimento da obra é de realçar os elevados níveis no piezômetro instalado na sondagem S3 na zona de maiores absorções - SM3-1 - em que se registam os níveis piezometricos mais elevados da fundação, à data da última campanha disponível. cerca da cota 717,5

Este nível elevado está em conformidade com as surgências que se verificam no terreno natural, a jusante do pé da barragem, aproximadamente no alinhamento desta sondagem e caracteriza os fluxos significativos que se verificam no trecho envolvente desta zona que serão objeto de controlo no âmbito das intervenções de recuperação da barragem

Para além dos piezômetros hidráulicos instalados em primeira fase são objeto de medição cinco medidores de vazão que foram sendo instalados na sequência do reconhecimento de surgências no terreno natural a jusante do corpo da barragem

- i) medidor V1 que capta a surgência S1 localizada no terreno natural da ombreira direita da portela junto à câmara de manobras da tomada de água,
- ii) medidor V2 que capta a surgência S2 localizada no terreno natural junto do caminho de acesso, aproximadamente no alinhamento da estaca E7,
- iii) medidor V3 que capta a surgência S3 localizada no terreno natural, aproximadamente no alinhamento da estaca E12,
- iv) medidor V4 a que acedem as vazões do medidor V3 e as vazões afluentes ao terreno natural entre o medidor V3 e o medidor V4, localizado no alinhamento da estaca E20.
- v) medidor V5 que capta a surgência S5 localizada na ombreira esquerda do vale principal. onde as importantes vazões que se verificaram no passado (cerca de 47 l/s) deram origem à formação da caverna existente no local

Resumem-se no Quadro 3.5 as vazões das surgências registradas entre 93 e 99

Quadro 3.5 - Vazões das Surgências Captadas (l/s)

Surgência	Medidor	Jan/93	Set/93	Abril/94	Ago/97	Fev/99	Jul/99	Ago/99
S1	V1	55	35	35	46	18	30	33
S2	V2	09	09	09	09	-	-	-
S3	V3	40	26	26	34	28	24	24
S3+S4	V4	80	80	80	78	69	45	45
S5	V5	65	65	20	40	16	22	22

4 - CENÁRIOS DE INCIDENTE E DE ACIDENTE

A barragem do Jaburu I tem um historial de incidentes associados a fenômenos de percolação, seja pelo aterro seja pelos terrenos de fundação, que, naturalmente e apesar das intervenções de reabilitação a implementar, condicionam os cenários tipo de incidente e de acidente que devem ser ponderados na futura exploração da obra

Assim, considera-se que os principais cenários tipo de incidentes e acidentes a atender na definição do sistema de observação da obra são os seguintes

- 1 - surgências e percolações preferenciais pela fundação que poderão, no limite, conduzir a fenômenos de erosão e dissolução dos terrenos interessados,
- 2 - surgências e percolações preferenciais pelo corpo da barragem ao longo de camadas com características mecânicas e hidráulicas deficientes, em particular na zona central do vale principal, que poderão conduzir a fenômenos de erosão interna e/ou à subida da linha superior de saturação,
- 3 - percolações preferenciais ao longo do contato aterro-estrutura da tomada de água que poderão conduzir a fenômenos de erosão interna,
- 4 - deformações excessivas e/ou instabilização de taludes

As causas que podem originar os principais cenários tipo de incidentes e acidentes acima identificados são as seguintes

- 1 1 - as características dos terrenos de fundação são objeto de ações físico-químicas que conduzem à sua progressiva degradação,
- 2 1 - as características dos materiais de aterro (filtros, drenos, argila e laterita) não satisfaziam inicialmente as especificações definidas ou estas foram no projeto deficientemente definidas,
- 2 2 - as características dos materiais do aterro (filtros, drenos, argila e laterita), apesar de satisfazerem inicialmente as especificações, são objeto de ações físico-químicas que conduzem à sua progressiva degradação,
- 3 1 - compactações ou ligações deficientes dos aterros no contato com a estrutura de tomada de água ou a rotura pontual desta estrutura,

4.1 - as vazões pelo corpo da barragem conduzem à subida da linha superior de saturação para cotas que induzem deformações excessivas ou mesmo instabilização dos taludes, causa a que se poderão associar fatores relacionados com as características mecânicas dos materiais de aterro

A observação e acompanhamento do comportamento da barragem do Jaburu I assumem papel fundamental na manutenção da segurança desta obra que apresenta um risco potencial significativo, tendo em conta os seus antecedentes, as suas condicionantes locais e as suas características estruturais e não obstante as intervenções de recuperação que serão implementadas

Acresce que no caso da barragem do Jaburu I os cenários tipo de incidentes e/ou acidentes que maior probabilidade terão de poder vir a ocorrer relacionam-se com percolações preferenciais e eventuais fenômenos subsequentes de erosão interna. Estes fenômenos podem ter evolução inicialmente lenta (o que se poderá confundir com uma situação de estabilização) manifestando-se posteriormente de forma repentina

5 - DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE OBSERVAÇÃO

5.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Atendendo ao tipo de estrutura, as suas características e aos cenários tipo de incidente e acidente susceptíveis de ocorrerem e, em particular, ao seu comportamento antecedente e incidentes reconhecidos, interessa assegurar essencialmente o controlo da percolação garantindo, designadamente, que os níveis piezométricos no aterro e na fundação e as vazões das surgências se mantêm dentro dos valores previstos ao longo de todo o desenvolvimento da obra

Resumindo, a observação do comportamento da obra deverá, no essencial, cumprir os objetivos que a seguir se indicam

- controlar a forma como se processa a percolação pelo corpo da barragem, designadamente, como varia a superfície superior de saturação nos aterros,
- controlar a forma como se processa a percolação pela fundação e a eficiência da cortina de impermeabilização,
- controlar as vazões afluentes ao sistema de drenagem e aos medidores de vazão,
- controlar as deformações verticais do corpo da barragem em perfis representativos do seu desenvolvimento, em particular, na zona do vale principal e na zona da portela

A instalação dos dispositivos que assegurarão o cumprimento dos objetivos do plano de observação deverá ser realizada por agentes com qualificação técnica adequada à compreensão dos objetivos do sistema e capacidade de instalação dos equipamentos, de acordo com as especificações técnicas definidas no presente plano

5.2 - AVALIAÇÃO DO RISCO

A avaliação do risco global associado a barragens é efetuada, de forma simplificada, atribuindo valores (α_i) aos diferentes fatores de risco, segundo regras simples expressas no Quadro 5.1 (baseado nas disposições normativas da ICOLD) Os fatores de risco são agrupados em três categorias, conforme estejam associados às ações exteriores (E), à estrutura em si (F) ou aos bens materiais e humanos afetados pela rotura da obra (R) O índice de risco global, α_g , é determinado pelo produto dos 3 fatores anteriormente referidos

Quadro 5.1 - Barragem do Jaburu Avaliação do índice global de risco.

Índice parcial α_i	Associados a factores exteriores ou ambientais (E)					Associados a barragem (F)				Associados a factores humanos e económicos (R)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	Sismicidade (T= 1000 anos) (a < 0,05g)	Escorregamento de taludes (probabilidade)	Cheias superiores a de projecto (probabilidade)	Gestão da albufeira	Ações agressivas (clima, água)	Dimensionamento estrutural	Fundações	Órgãos de descarga	Manutenção	Volume da albufeira (m3)	Instalações a jusante
1	Mínima ou nula	Mínima ou nula	Muito baixa (barragens de betão)	Plurianual, anual ou sazonal	Mínimas	Adequado	Muito boas	Fiáveis	Muito boa	< 10 ⁵	Zona não habitada, sem valor económico
2	Baixa (0,05g ≤ a ≤ 0,1g)	Baixa			Fracas		Boas		Boa	10 ⁵ - 10 ⁶	Áreas isoladas Agricultura
3	Média (0,1g ≤ a ≤ 0,2g)		Muito baixa (barragens de aterro) (*)	Semanal	Médias	Aceitável	Aceitáveis		Satisfatória	10 ⁶ - 10 ⁷	Pequenos aglomerados populacionais, agricultura, indústria artesanal
4	Forte (0,2g ≤ a ≤ 0,4g)		(?)	Diária	Fortes					10 ⁷ - 10 ⁹	Aglomerados populacionais médios, pequenas indústrias
5	Muito forte a > 0,4g			Bombagem	Muito fortes		Mediocras			> 10 ⁹	Grandes aglomerados populacionais, indústrias, instalações nucleares
6 (a)		Grande	Elevada			Inadequado	Mediocras a más	Insuficientes, não operacionais	Insatisfatória		

(a) Condições anormais - Intervenção técnica indispensável

$$E = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \alpha_i = \frac{1+2+3+1+2}{5} = 1,8 \quad F = \frac{1}{4} \sum_{i=6}^9 \alpha_i = \frac{3+3+3+3}{4} = 3,0 \quad R = \frac{1}{2} \sum_{i=10}^{11} \alpha_i = \frac{4+3}{2} = 3,5$$

$$\text{Índice global } \alpha_g = EFR = 1,8 \times 3,0 \times 3,5 = 18,9$$

A ponderação das características específicas da obra, após realização das intervenções de reabilitação e controlo, conduziu aos seguintes valores

- Condições associadas a fatores exteriores ou ambientais (fator E)

$$E = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \alpha_i = \frac{1}{5} (1 + 2 + 3 + 1 + 2) = 1.8$$

- Condições associadas à barragem (fator F)

$$F = \frac{1}{4} \sum_{i=6}^9 \alpha_i = \frac{1}{4} (3 + 3 - 3 + 3) = 3.0$$

- condições associadas a fatores humanos e económicos (fator R)

$$R = \frac{1}{2} \sum_{i=10}^{11} \alpha_i = \frac{1}{2} (4 + 3) = 3.5$$

O valor do índice de risco global é assim de

$$\alpha_g = E \times F \times R = 1.8 \times 3.0 \times 3.5 = 18.9$$

Tendo em conta o valor obtido para o índice de risco global as grandezas mínimas a observar de acordo com as disposições normativas portuguesas seriam as que se indicam no Quadro 5.2

**Quadro 5.2- Grandezas a observar em barragens de aterro
(Mínimo Recomendável)**

Altura da barragem (m)	Deslocamentos		Tensões Totais	Caudal De Infiltração	Tensões neutras		Precipitação Atmosférica	Sismologia
	Superficiais	Internos			Piezômetros	Piezômetros sem fluxo		
< 15	x se $\alpha_g > 15$ ou $R \geq 3$	-	-	X Caudal Total se $\alpha_g > 10$ ou $R \geq 3$	x se $\alpha_g > 10$ ou $R \geq 3$	-	-	x se $\alpha_g > 9$ com $\alpha_1 = 5$
15 a 30	x se $\alpha_g > 10$ ou $R \geq 3$	x se $\alpha_g > 20$	-	X Caudal Total	x	x se $\alpha_1 = 5$	(x)	x se $\alpha_1 = 5$
30 a 50	x	x se $\alpha_g > 10$ ou $R \geq 3$	(x)	X Caudal Parcial se $R \geq 3$	x	x se $\alpha_1 \geq 4$	x se $R \geq 3$	x se $\alpha_1 \geq 4$
50 a 100	x	x	x	X Caudal Parcial	x	x	x	x se $\alpha_1 \geq 3$
> 100	x	x	x	X Caudal Parcial	X	x	x	x

x - Dispositivo obrigatório

(x) - Dispositivo opcional

Tendo em conta que a obra está construída e em exploração há já alguns anos e ponderando, em particular, os incidentes registados e o comportamento manifestado durante a sua exploração, considera-se pertinente dispensar a leitura de algumas das grandezas indicadas no Quadro 5.2, designadamente deslocamentos internos e tensões totais, e privilegiar a leitura de vazões, tensões neutras e deslocamentos superficiais

5.3 – GRANDEZAS E DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO

5.3.1 - Considerações Gerais

Atendendo as considerações expostas nos capítulos anteriores, as grandezas a observar, para além do nível do reservatório já atualmente objeto de medição diária através de escalas limnimétricas, são as seguintes

- níveis hidráulicos em câmaras piezométricas localizadas nos vários materiais de aterro com comportamento hidráulico diferenciado, designadamente, nos materiais argilosos e na laterita,
 - níveis hidráulicos em câmaras piezométricas localizadas na fundação, nas várias formações interessadas com comportamento hidráulico diferenciado, em particular no trecho mais superficial da fundação até cerca de 10 a 20 m de profundidade em que se registam as maiores circulações.
- vazões afluentes aos medidores de vazão.
- deslocamentos verticais superficiais do corpo do aterro em marcas superficiais de nivelamento,

A localização dos dispositivos de observação, que se representa nos desenhos 1 e 3, visou o conhecimento das grandezas definidas em perfis representativos do comportamento estrutural e hidráulico da obra e, em particular, em zonas em que o seu comportamento anterior indicia uma maior probabilidade de ocorrência de cenários de incidente e/ou acidente

O número de dispositivos instalados e a sua localização permite cumprir os objetivos do sistema de observação, devendo, no entanto, o plano de observação ser considerado como um elemento dinâmico que, eventualmente, poderá ter que vir a ser complementado em fase posterior da exploração, nalgum trecho ou área localizados, em que venham a ocorrer fenômenos anômalos

5.3.2 - Níveis hidrostáticos

Como foi já referido anteriormente, numa primeira fase de recolha de informações com vista a avaliar o comportamento da obra e os seus problemas fundamentais, foram instalados piezômetros hidráulicos em perfis transversais - P21, P23 e P25 - na zona do vale principal, no aterro e na fundação, e, ainda, nas sondagens realizadas ao longo do coroamento da

barragem Estes piezômetros serão integrados no sistema de observação da obra, objeto de definição no presente documento

Estes piezômetros e os restantes, objeto de definição no presente documento, foram localizados por forma a permitirem caracterizar, com o rigor e a aproximação necessários, a superfície superior de saturação nos aterros e a percolação pela fundação

No que se refere aos aterros, verifica-se a necessidade de caracterizar e acompanhar em pormenor três zonas fundamentais i) zona do vale principal, onde foram reconhecidas zonas úmidas e surgências no talude de jusante da barragem a cotas bastante elevadas, ii) zona envolvente da estrutura de tomada de água, onde afluem ao pé de jusante do aterro vazões significativas e iii) zona envolvente da sondagem SM3 em que se verificam passagens de água importantes pela fundação, embora a altura do aterro seja pequena

No que se refere à fundação, para além das três zonas identificadas acima, considera-se fundamental para a segurança da obra o acompanhamento de pormenor dos terrenos de fundação envolventes da surgência designada por S5, localizada na ombreira esquerda do vale principal Efetivamente, não só esta zona interessa a área de influência da surgência S5 em que no passado se verificaram vazões de cerca de 47 l/s, como é aparentemente uma das fontes de alimentação das percolações reconhecidas no talude de jusante da barragem

Ainda no que se refere aos terrenos de fundação, considerou-se também necessário promover a observação da ombreira direita da portela, onde afluem vazões de infiltração a partir dos taludes do canal de aproximação do sangradouro

O comprimento dos piezômetros e a localização das câmaras foram definidos com base na informação geotécnica disponível e nas campanhas de tratamento de impermeabilização da fundação já efetuadas, por forma a caracterizar a percolação ao longo das formações interessadas com comportamento hidráulico diferenciado

Os piezômetros serão materializados por tubos de PVC de 0,5 polegada perfurados na ponta (zona que será designada por ponteira) que será envolvida por geotêxtil Os piezômetros serão instalados em furos de 76 mm e de 100 mm, respectivamente, para dois e três piezômetros por furo

No Quadro 5.3 identificam-se os piezômetros a instalar, referenciando-se, designadamente, a cota da base da ponteira e o tipo de terreno em que se insere a câmara de tomada, o comprimento de cada piezómetro e o comprimento do furo em que se insere

Quadro 5.3 - Identificação e localização dos piezômetros

Piezó- metros	Câmara de tomada	Estaca	Tipo de terreno	Cota da boca	Cota da ponteira	Comprimento do piezômetro (m)	Comprimento do furo	
							Ø (mm)	L (m)
P 3 1	P 3 1 1	E 3	aterro de argila	725 0	707	18,0	76	30,5
	P 3 1 2	E 3	t n - arenito		695	30,0		
P 3 2	P 3 2 1	E 3	aterro de argila	722 0	712	10,0	100	27,5
	P 3 2 2	E 3	t n - arenito esmagado		702	20,0		
	P 3 2 3	E 3	t n - arenito		695	27,0		
P 3 3	P 3 3 1	E 3	t n - arenito esmagado	708 5	702	6,5	76	14,0
	P 3 3 2	E 3	t n - arenito		695	13,5		
P 4 1	P 4 1 1	E 4	aterro de argila	722 0	711	11,0	76	27,5
	P 4 1 2	E 4	t n - arenito		695	27,0		
P 4 2	P 4 2 1	E 4	t n - arenito esmagado	715 0	704	11,0	76	20,5
	P 4 2 2	E 4	t n - arenito		695	20,0		
P 1 1 1	P 1 1 1 1	E 11	aterro de argila	722 0	714	8,0	100	23,5
	P 1 1 1 2	E 11	t n - arenito		705	17,0		
	P 1 1 1 3	E 11	t n - arenito		699	23,0		
P 1 1 2	P 1 1 2 1	E 11	t n - arenito	711 0	705	6,0	76	12,5
	P 1 1 2 2	E 11	t n - arenito		699	12,0		
P 1 1 3	P 1 1 3 1	E 11	t n - arenito	707 5	699	8,5	76	16,0
	P 1 1 3 2	E 11	t n - arenito		692	15,5		
P 1 2 1	P 1 2 1 1	E 12	aterro de argila	722 0	714	8,0	100	23,5
	P 1 2 1 2	E 12	t n - arenito		705	17,0		
	P 1 2 1 3	E 12	t n - arenito		699	23,0		
P 1 2 2	P 1 2 2 1	E 12	t n - arenito	711 0	705	6,0	76	12,5
	P 1 2 2 2	E 12	t n - arenito		699	12,0		
P 1 3 1	P 1 3 1 1	E 13	aterro de argila	722 0	714	8,0	100	23,5
	P 1 3 1 2	E 13	t n - arenito		705	17,0		
	P 1 3 1 3	E 13	t n - arenito		699	23,0		
P 1 3 2	P 1 3 2 1	E 13	t n - arenito	712 5	705	7,5	76	14,0
	P 1 3 2 2	E 13	t n - arenito		699	13,5		
P 1 3 3	P 1 3 3 1	E 13	t n - arenito	705 0	699	6,0	76	13,5
	P 1 3 3 2	E 13	t n - arenito		692	13,0		
P 1 9 1	P 1 9 1 1	E 19	aterro de laterita	715 0	690	25,0	100	43,5
	P 1 9 1 2	E 19	aterro de argila		680	35,0		
	P 1 9 1 3	E 19	t n - arenito		672	43,0		
P 1 9 2	P 1 9 2 1	E 19	aterro de laterita	704 0	690	14,0	100	32,5
	P 1 9 2 2	E 19	aterro de laterita		684	20,0		
	P 1 9 2 3	E 19	t n - arenito		672	32,0		
P 1 9 3	P 1 9 3 1	E 19	aterro de laterita	698 0	690	8,0	100	26,5
	P 1 9 3 2	E 19	t n - arenito		680	18,0		
	P 1 9 3 3	E 19	t n - arenito		672	26,0		
P 2 2 1	P 2 2 1 1	E 22	aterro de laterita	715 0	690	25,0	100	43,5
	P 2 2 1 2	E 22	aterro de argila		682	33,0		
	P 2 2 1 3	E 22	t n - arenito		672	43,0		
P 2 2 2	P 2 2 2 1	E 22	aterro de laterita	704 0	690	14,0	100	32,5
	P 2 2 2 2	E 22	aterro de laterita		684	20,0		
	P 2 2 2 3	E 22	t n - arenito		672	32,0		
P 2 2 3	P 2 2 3 1	E 22	aterro de laterita	698 0	690	8,0	100	26,5
	P 2 2 3 2	E 22	aterro de laterita		684	14,0		
	P 2 2 3 3	E 22	t n - arenito		672	26,0		

T N - terreno natural

Quadro 5.3 - Identificação e localização dos piezômetros (cont.)

Piezo- metros	Câmara de tomada	Estaca	Tipo de terreno	Cota da boca	Cota da ponteira	Compri- mento do piezômetro (m)	Comprimento do furo	
							Ø (mm)	L (m)
PE1	PE1 1	E27	T N	716.0	707	9,0	100	26,5
	PE1 2	E27	T N		698	18,0		
	PE1 3	E27	T N		690	26,0		
PE2	PE2 1	E25-E26	T N	705.5	695	10,5	76	21,0
	PE2 2	E25-E26	T N		685	20,5		
PE3	PE3 1	E25-E26	T N	705.5	695	10,5	76	21,0
	PE3 2	E25-E26	T N		685	20,5		
PE4	PE4 1	E25-E26	T N	709.0	695	14,0	76	24,5
	PE4 2	E25-E26	T N		685	24,0		
PE5	PE5 1	E25-E26	T N	711.5 ⁽¹⁾	695	16,5	76	27,0
	PE5 2	E25-E26	T N		685	26,5		
PE6	PE6 1	E24-E25	T N	709.5	698	11,5	100	30,0
	PE6 2	E24-E25	T N		689	20,5		
	PE6 3	E24-E25	T N		680	29,5		
PE7	PE7 1	E24-E25	T N	707.5	698	9,5	100	28,0
	PE7 2	E24-E25	T N		689	18,5		
	PE7 3	E24-E25	T N		680	27,5		
PE8	PE8 1	E24-E25	T N	706,0 ⁽¹⁾	698	8,0	100	26,5
	PE8 2	E24-E25	T N		689	17,0		
	PE8 3	E24-E25	T N		680	26,0		
PE9	PE9 1	E23-E24	T N	687.5	680	7,5	76	18,0
	PE9 2	E23-E24	T N		670	17,5		
PE10	PE10 1	E23-E24	T N	691.5 ⁽¹⁾	680	11,5	76	22,0
	PE10 2	E23-E24	T N		670	21,5		
PD1	PD1 1	40EM0 ⁽²⁾	T N	728.5	722	6,5	100	27,0
	PD1 2	40EM0	T N		712	16,5		
	PD1 3	40EM0	T N		702	26,5		
PD2	PD2 1	M0	T N	720.5	712	8,5	100	29,0
	PD2 2	M0	T N		702	18,5		
	PD2 3	M0	T N		692	28,5		
PD3	PD3 1	E1	T N	710.0	702	8,0	76	18,5
	PD3 2	E1	T N		692	18,0		

T N - terreno natural

- Cotas aproximadas (locais não abrangidos pelo levantamento topográfico disponível)

- 40 m a esquerda de M0

5.3.3 - Vazões

As vazões serão medidas por intermédio de oito medidores de vazão (Quadro 5.4), cinco já atualmente em exploração e que serão objeto de intervenção de recuperação e três novos medidores a instalar na sequência das intervenções de recuperação que serão promovidas (Quadro 5.4)

Os medidores de vazão são objeto apenas de identificação no presente documento, sendo a sua pormenorização e medição feita no volume de "Intervenções de estabilização e drenagem Tomo 1 - Barragem"

Quadro 5.4 - Identificação e localização dos medidores de vazão

Medidores	Afluências	Localização	Observação
V 1	Surgência S 1	E 3 - E 4	Já instalado, carecendo de intervenção de recuperação
V 2	Surgência S 2	E 7	Já instalado, carecendo de intervenção de recuperação
V 3	Surgência S 3	E 12 - E 13	Já instalado, carecendo de intervenção de recuperação
V 4	Surgências S 3 e S 4	E 20	Já instalado, carecendo de intervenção de recuperação
V 5	Surgência S 5	E 21 - E 22	Já instalado, carecendo de intervenção de recuperação
V 6	afluências da drenagem perimetral e do corpo do aterro no vale principal	E 21 - E 22	Novo medidor
V 7	afluências da drenagem perimetral direita e do corpo do aterro no vale secundário	E 3	Novo medidor
V 8	afluências da drenagem perimetral esquerda no vale secundário	E 3 - E 4	Novo medidor

5.3.4 - Deslocamentos verticais superficiais

As marcas superficiais foram distribuídas em perfis representativos do comportamento da obra, tendo sido concentradas na zona central do vale em que o aterro tem as maiores alturas e onde se verificou a ocorrência dos problemas potencialmente graves para a segurança da obra e, também, embora com menor expressão, na zona do vale secundário envolvente da estrutura de tomada de água e na zona do aterro de ligação entre o vale secundário e o vale principal envolvente da estaca E12

As marcas foram colocadas ao nível do coroamento, a montante e a jusante, permitindo o controlo desses deslocamentos nas zonas mais altas do aterro, refletindo muito em particular o comportamento do núcleo. e ao longo das banquetas do talude de jusante, refletindo o comportamento do aterro de laterita do talude de jusante na zona do vale principal e também do aterro de argila no restante desenvolvimento da obra

Para além das marcas superficiais serão ainda colocados os pilares de referência necessários (dois a três), localizados em zonas a definir em obra, de adequada visibilidade e condições de fundação

No Quadro 5.5 identificam-se e localizam-se as marcas superficiais a instalar

Quadro 5.5 - Identificação e localização das marcas superficiais

Marcas	Estaca	Localização	Cota
M 1	E 2	coroamento - montante	726 1
M 2	E 3	coroamento - montante	726 1
M 3	E 4	coroamento - montante	726 1
M 4	E 5	coroamento - montante	726 1
M 5	E 8	coroamento - montante	726 1
M 6	E 11	coroamento - montante	726 1
M 7	E 12	coroamento - montante	726 1
M 8	E 13	coroamento - montante	726 1
M 9	E 16	coroamento - montante	726 1
M 10	E 18	coroamento - montante	726 1
M 11	E 20	coroamento - montante	726 1
M 12	E 22	coroamento - montante	726 1
M 13	E 24	coroamento - montante	726 1
M 14	E 26	coroamento - montante	726 1
M 15	E 28	coroamento - montante	726 1
M 16	E 2	coroamento - jusante	726 1
M 17	E 3	coroamento - jusante	726 1
M 18	E 4	coroamento - jusante	726 1
M 19	E 5	coroamento - jusante	726 1
M 20	E 8	coroamento - jusante	726 1
M 21	E 11	coroamento - jusante	726 1
M 22	E 12	coroamento - jusante	726 1
M 23	E 13	coroamento - jusante	726 1
M 24	E 16	coroamento - jusante	726 1
M 25	E 18	coroamento - jusante	726 1
M 26	E 20	coroamento - jusante	726 1
M 27	E 22	coroamento - jusante	726 1
M 28	E 24	coroamento - jusante	726 1
M 29	E 26	coroamento - jusante	726 1
M 30	E 28	coroamento - jusante	726 1

Quadro 5.5 - Identificação e localização das marcas superficiais (Cont.)

Marcas	Estaca	Localização	Cota
M 31	E 2	banqueta de jusante a 718 0	718 0
M 32	E 3	banqueta de jusante à 718 0	718 0
M 33	E 4	banqueta de jusante a 718 0	718 0
M 34	E 5	banqueta de jusante a 718 0	718 0
M 35	E 18	banqueta de jusante à 715 0	715 0
M 36	E 20	banqueta de jusante à 715 0	715 0
M 37	E 22	banqueta de jusante à 715 0	715 0
M 38	E 24	banqueta de jusante a 715 0	715 0
M 39	E 26	banqueta de jusante à 715 0	715 0
M 40	E 18	banqueta de jusante à 704 0	704 0
M 41	E 20	banqueta de jusante à 704 0	704 0
M 42	E 22	banqueta de jusante a 704 0	704 0
M 43	E 24	banqueta de jusante a 704 0	704 0
M 44	E 20	banqueta de jusante à 692 5	685 0
M 45	E 22	banqueta de jusante à 692 5	685 0

5.4 - FREQUÊNCIA DE LEITURAS

As frequências de leituras recomendadas tiveram em conta as indicações das Normas de Projeto de Barragens portuguesas e disposições internacionais, ponderando naturalmente o tipo e dimensão da obra em causa e as eventuais consequências da ocorrência dos incidentes e acidentes identificados

No Quadro 5 6 indica-se a frequência preconizada para a leitura das grandezas em observação

Quadro 5.6 - Frequência de leituras preconizada

Grandezas	Dispositivos	Fase de execução das intervenções (1)	1º Período de Exploração (1 a 2 anos)	Período Posterior de Exploração
Níveis hidrostáticos	Piezômetros hidráulicos	semanal	quinzenal	mensal
Vazões	Medidores de vazões	diário	diário	diário
Deslocamentos superficiais	Marcas superficiais	trimestral	semestral	anual

Para além das grandezas indicadas no Quadro 5.6 os níveis do reservatório deverão continuar a ser objeto de leitura diária

As frequências indicadas no Quadro 5.4 pressupõem uma exploração em condições normais. A ocorrência de situações extraordinárias, seja associada às cações exteriores, seja ao comportamento da cortina em si, deverá conduzir a uma adaptação da periodicidade das leituras, de forma mais ou menos temporária, consoante a situação encontrada

No primeiro período de exploração, que em princípio se prevê ter uma duração de um ano - eventualmente dois em caso de ocorrência de um ano hidrológico seco após conclusão das intervenções de reabilitação -, os resultados dos dispositivos de observação deverão conduzir a uma boa compreensão do comportamento da obra, devendo a frequência de leituras do período posterior de exploração ser ajustada em conformidade com este objetivo, caso se revele necessário

5.5 - EXPLORAÇÃO DO SISTEMA DE OBSERVAÇÃO

A Entidade que procederá à exploração do sistema de observação deverá supervisionar a sua instalação. Os seus agentes deverão estar naturalmente habilitados às operações de recolha, validação e transmissão de dados e, ainda, à compreensão dos cenários de risco envolvidos e a capacidade de deteção e aviso de eventuais comportamentos anômalos

A recolha dos dados das campanhas de observação será feita manualmente, devendo proceder-se imediatamente após a realização das leituras a uma primeira validação dos dados e despiste de potenciais erros. Os restantes procedimentos - de cálculo, validação e transmissão de dados e resultados - deverão ser realizados imediatamente após as leituras por forma a permitir, em tempo útil, a deteção e correção de eventuais comportamentos anômalos

Na sequência da instalação dos dispositivos de observação a Entidade responsável pela sua exploração deverá elaborar um relatório que inclua, designadamente

- a) desenhos de localização dos aparelhos e respectivos acessórios,
- b) valor da leitura inicial dos dispositivos.
- c) data e hora da colocação,
- d) condições mais significativas em que decorreu a colocação (estado do tempo, eventuais incidências dos processos construtivos na instalação, justificações presumíveis para eventuais danos que tenham implicado perda de informações, etc),
- e) operações de correção de eventuais acidentes durante a colocação,
- f) elementos sobre os estudos e ensaios preconizados de acordo com as Normas, bem como os elementos sobre ensaios dos materiais envolventes dos aparelhos,
- g) justificação para o caso de instalações que não tenham sido efetuadas conforme o previsto no plano de observação

Para além deste relatório deverá a entidade responsável pelo sistema de observação elaborar periodicamente relatórios sobre a exploração do sistema que incluam, entre outros, os seguintes elementos

- a) frequência de exploração e sua alteração, com a correspondente justificação,
- b) avarias nos instrumentos e dispositivos instalados ou nos aparelhos de medida e justificação das causas,
- c) operações de manutenção mais significativas,
- d) ocorrência de valores anômalos e outros motivos que impliquem a repetição de leituras

6 - INSPEÇÃO VISUAL

A inspeção visual associada à observação das intervenções deverá ser de três tipos: rotina, especialidade e excepcional. No Quadro 6.1 indicam-se as frequências recomendadas, para as inspeções visuais a realizar nas diferentes situações de vida da obra, definidas tendo por base disposições normativas internacionais passíveis de serem aplicadas.

Quadro 6.1 - Inspeção Visual - Frequências recomendadas

Situação de vida da obra	Inspeções Visuais		
	Rotina	Especialidade	Excepcionais
Execução das intervenções de recuperação	semanal	A meio e no fim do período de execução das intervenções	Após ocorrência excepcional
Exploração 1º período (1 a 2 anos)	mensal	Semestral	Após ocorrência excepcional
Exploração período posterior	mensal	Anual	Após ocorrência excepcional

As inspeções de rotina deverão estar a cargo dos agentes responsáveis pela exploração do sistema de observação e as inspeções de especialidade a cargo dos responsáveis pela avaliação do comportamento da obra. As inspeções de carácter excepcional devem ser obrigatórias após ocorrências excepcionais, como por exemplo grandes cheias, e deverão estar a cargo dos responsáveis pelas inspeções de especialidade.

Sugere-se, no caso em análise, que as inspeções de carácter excepcional em fase de exploração sejam sempre realizadas após a ocorrência de cheias com períodos de retorno superiores a 100 anos.

As inspeções devem ser feitas ao nível da observação direta quer dos aspectos gerais da obra quer de aspectos particulares potencialmente indiciadores de deteriorações e/ou comportamentos anómalos e da leitura dos dispositivos de observação.

Os principais aspectos a serem objeto de particular atenção nas inspeções visuais de rotina são:

- a parte emersa do paramento de montante, verificando a eventual ocorrência de perturbações no enrocamento de proteção e/ou nos aterros subjacentes,

- o coroamento, verificando a eventual ocorrência de fissuras, assentamentos diferenciais, modificações do alinhamento e/ou do nivelamento da guarda,
- o paramento de jusante, verificando a eventual ocorrência de assentamentos em zonas localizadas, erosões ou ravinamentos, zonas úmidas, surgências ou outras perturbações,
- a superfície de inserção da barragem na fundação a jusante, verificando a eventual ocorrência de zonas úmidas, surgências e modificações do alinhamento e/ou do nivelamento dos elementos de drenagem,
- a zona de jusante próxima da barragem, verificando a eventual ocorrência de assentamentos, erosões, dissoluções, zonas úmidas ou surgências,
- zonas do reservatório onde se possam verificar perdas de água importantes ou interação direta com a barragem,
- os órgãos hidráulicos, verificando a eventual ocorrência de modificações de posicionamento e deteriorações nas estruturas ou nos equipamentos e verificação de eventuais indícios de passagens de água preferenciais ou sinais incipientes de erosão interna em terrenos confinantes
- sistema de observação, verificando a sua integridade e funcionalidade

As inspeções de especialidade e excepcionais deverão analisar pormenorizadamente os pontos atrás referidos e proceder à verificação do bom estado de funcionamento dos equipamentos de observação, operações estas que deverão estar a cargo de uma equipa de especialistas com experiência neste tipo de trabalho

Os agentes encarregues das visitas de inspeção - de rotina, de especialidade e excepcionais - deverão preparar, na fase que precede o início dessas mesmas visitas, fichas de inspeção visual específicas da obra adequadas a cada tipo de inspeção Sugere-se que durante a realização das visitas de especialidade seja preenchida uma ficha idêntica à elaborada para a barragem do Jaburu I aquando da visita de inspeção de 7 de Fevereiro de 1998, realizada no âmbito dos presentes estudos

Durante a fase de execução das intervenções de recuperação, as inspeções incidirão sobretudo sobre as várias componentes das intervenções em execução e incluirão a inspeção ao controlo da qualidade de execução, em particular, inerente à realização dos aterros de recarga, do tratamento da impermeabilização por injeção da fundação e à instalação dos dispositivos de observação

Apos o final da execução das intervenções de reabilitação e controlo e durante o primeiro periodo subsequente de exploração da obra (1 a 2 anos), esta deverá ser objeto de acompanhamento de pormenor, em particular no que se refere aos processos de infiltrações, surgências e vazões anormais, devendo comparar-se sempre as situações identificadas com a situação de referência, anterior à execução das intervenções

Recomenda-se a elaboração pelas respectivas entidades responsáveis de relatórios expeditos e objetivos que resumam os resultados das inspeções cuja pormenorização dependerá do tipo de inspeção em causa e que incluam as fichas de inspeção devidamente preenchidas e uma reportagem fotografica

Os agentes encarregues das inspeções visuais de rotina deverão enviar atempadamente os respectivos relatorios ao Dono de Obra, onde deverão ser indicadas as ocorrências mais significativas do ponto de vista da segurança. No caso de detecção de alguma anomalia ou indicio de anomalia e/ou deterioração deverá ser elaborado o respectivo relatório específico que permita a sua adequada referenciação. Se a situação for de perigo iminente a informação deverá ser dada de imediato

Os agentes encarregues das inspeções de especialidade deverão enviar ao Dono de Obra, atempadamente, um relatório sucinto referindo as evoluções constatadas, desde a última inspeção do mesmo tipo, incluindo uma análise preliminar de segurança da obra e indicando, se for o caso, as medidas a implementar (de imediato ou a curto prazo) que se julguem necessarias para garantir o bom comportamento da obra

As inspeções de carácter excepcional a realizar deverão ser procedidas da realização de um relatorio que inclua, nomeadamente

- i) a caracterização de ocorrência excepcional que ocasionou a inspeção,
- ii) os resultados da inspeção e a caracterização de eventuais deteriorações detectadas (incluindo localização, caracterização, ficha de inspeção preenchida e reportagem fotografica),
- iii) a avaliação preliminar de segurança da obra,
- iv) a indicação, se for o caso, de estudos e/ou medidas a implementar (de imediato ou a curto prazo)

Tendo em conta a importância das inspeções de rotina, que não são muito frequentes, considera-se que os agentes responsáveis pela exploração do sistema de observação deverão

ser acompanhados por um engenheiro civil experiente com formação abrangente, enquanto as inspeções de especialidade e excepcionais deverão sempre ser levadas a cabo por uma equipa multidisciplinar de técnicos superiores especializados nas diferentes áreas, designadamente, em geotecnia, em estruturas hidráulicas e em equipamentos. Qualquer das inspeções deverá ser acompanhada por um técnico com experiência em instalação e leitura dos equipamentos de observação

Em todo o caso, todos os técnicos encarregues das inspeções visuais deverão ter experiência comprovada neste domínio e interpretar perfeitamente a trilogia de reconhecimento do problema, sua apreciação e valorização e capacidade de alerta de imediato em caso de uma presumível situação de risco

7 - AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA E MODELOS DE COMPORTAMENTO

A avaliação de segurança da obra deverá ter em conta a análise integrada da informação recolhida quer pelo sistema de observação, quer pelas visitas de inspeção. A avaliação da segurança e os modelos de comportamento deverão atender aos aspectos que se indicam subsequentemente

- i) evolução do processo construtivo das intervenções, que permitirá servir de referência ao posterior comportamento da obra, e acompanhamento particular do controlo da execução dos aterros de recarga e do tratamento de impermeabilização da fundação,
- ii) acompanhamento da variação das ações hidrostáticas a que a estrutura estará sujeita, designadamente, através do registo dos níveis de água no reservatório,
- iii) acompanhamento da resposta da obra no que concerne aos movimentos, designadamente, deslocamentos verticais do corpo da barragem através da leitura das marcas superficiais,
- iv) acompanhamento da resposta da obra no que concerne a fenômenos de percolação, designadamente, níveis hidráulicos nos piezômetros e vazões nos medidores de vazão,
- v) as indicações obtidas nas inspeções visuais, durante as quais se procurará detectar, em tempo útil, eventuais fenômenos de erosão interna dos aterros e/ou das camadas superficiais da fundação, percolações excessivas pelo corpo da barragem ou da fundação, assentamentos localizados que possam sugerir perturbações no aterro subjacente, etc .
- vi) as grandezas objeto de medição não deverão exibir variações significativas para condições de solicitação idênticas,
- vii) os resultados dos deslocamentos verticais do corpo da barragem durante a fase de exploração da obra, não deverão, em princípio, ultrapassar valores da ordem de 0.5% da altura da barragem,
- viii) os resultados dos níveis piezométricos na fundação a montante da cortina deverão traduzir, durante a fase de exploração, uma perda de carga reduzida a

moderada relativamente à albufera (20% a 40%), os resultados correspondentes aos piezômetros localizados a jusante da cortina deverão traduzir uma perda de carga, relativamente aos piezômetros de montante da ordem de 20% a 40%,

As percentagens de perda de carga indicadas referem-se a valores médios que poderão não se verificar nalgumas zonas de fundação da barragem do Jaburu. Efetivamente, percolações preferenciais através de descontinuidades podem ocasionar pressões superiores às esperadas sem que a elas estejam associadas necessariamente vazões importantes. A interpretação das pressões deverá assim ter em conta que a ocorrência dos comportamentos "médios" previstos poderá não ter reflexos em termos de segurança da obra, embora deva ser objeto de análise particularmente cuidada, ponderando as restantes grandezas em observação, designadamente vazões, os resultados das visitas de inspeção, a altura do aterro e respectiva carga hidráulica e o seu sistema de drenagem

- ix) os níveis piezométricos no núcleo variarão, embora de forma diferida, com as variações do nível de água na albufera, os níveis piezométricos no aterro do maciço de jusante, acima do sistema de drenagem, não deverão traduzir o estabelecimento da superfície superior de saturação acima de 1/3 a 1/2 da altura de aterro sobrejacente ao sistema de drenagem,
- x) para cotas do reservatório próximas do nível normal de retenção, a totalidade das vazões afluentes aos elementos de drenagem da obra deverá ser inferior a 15 l/s

8 - IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE OBSERVAÇÃO

A exploração de uma barragem com a dimensão da do Jaburu deve ser acompanhada da implementação de um conjunto de atividades que interessam, para além naturalmente da manutenção, o controlo e acompanhamento do seu comportamento e a avaliação da sua segurança

A implementação e exploração do sistema de observação, caracterizado no Capítulo 5, são aspectos cruciais no âmbito das atividades mencionadas que têm, no caso da barragem do Jaburu, uma importância acrescida, dado o historial de incidentes que se vêm verificando desde o final da construção

Reconhece-se, no entanto, que a diversidade de projetos e obras da responsabilidade da Secretaria dos Recursos Hídricos, que cobre o extenso Estado do Ceará, obrigam naturalmente a uma gestão otimizada dos recursos financeiros e a uma criteriosa aplicação

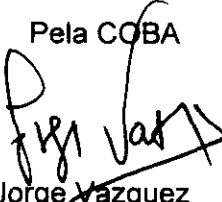
destes função das mais variadas prioridades. Uma vez que estes aspectos poderão no curto prazo condicionar a sua capacidade de intervenção, seja no que se refere à implementação do sistema de observação preconizado para a barragem do Jaburu, seja no que se refere à sua exploração, previu-se no presente documento de revisão a possibilidade de implementação do plano de observação em duas fases – 1ª e 2ª – sendo que na 1ª fase serão instalados os dispositivos que mais diretamente interferem com áreas anteriormente afetadas pelos incidentes ocorridos e/ou com as obras de estabilização a implementar

A instalação dos dispositivos de observação em duas fases distintas poderá também ter algumas vantagens técnicas, designadamente, permitir aferir e otimizar a localização dos dispositivos instalados em 1ª fase

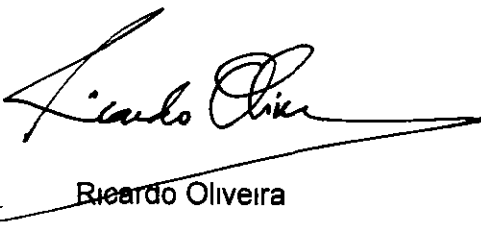
Finalmente, considera-se pertinente referir uma vez mais que, para que a implementação do plano de observação cumpra as suas funções nas atividades de controlo do comportamento e avaliação da segurança, é necessário que se promova a execução das campanhas de leituras e a sua subsequente validação e interpretação. Refere-se a propósito que desde a elaboração do Plano de Observação, em Novembro de 1999, até à data, Março de 2000 – em que se procede a sua revisão –, não foram transmitidas à COBA quaisquer leituras dos dispositivos de observação já instalados, não estando portanto o comportamento da obra a ser objeto de acompanhamento

Nos Quadros 8.1 e 8.2 indicam-se, respectivamente no que se refere aos piezómetros hidráulicos e às marcas superficiais, os dispositivos a instalar em 1ª fase

Lisboa, Março de 2000

Pela COBA

Jorge Vazquez

Coordenador do Projeto


Ricardo Oliveira

Presidente do Conselho de Administração

Quadro 8.1 - Identificação e localização dos piezômetros hidráulicos a instalar em 1ª fase

Piezô- metros	Câmara de tomada	Estaca	Tipo de terreno	Cota da boca	Cota da ponteira	Compri- mento do piezômetro (m)	Comprimento do furo	
							Ø (mm)	L (m)
P 3 1	P 3 1 1	E 3	aterro de argila	725 0	707	18,0	76	30,5
	P 3 1 2	E 3	t n - arenito		695	30,0		
P 3 2	P 3 2 1	E 3	aterro de argila	722 0	712	10,0	100	27,5
	P 3 2 2	E 3	t n - arenito esmagado		702	20,0		
	P 3 2 3	E 3	t n - arenito		695	27,0		
P 3 3	P 3 3 1	E 3	t n - arenito esmagado	708 5	702	6,5	76	14,0
	P 3 3 2	E 3	t n - arenito		695	13,5		
P 4 2	P 4 2 1	E 4	t n - arenito esmagado	715 0	704	11,0	76	20,5
	P 4 2 2	E 4	t n - arenito		695	20,0		
P 11 2	P 11 2 1	E 11	t n - arenito	711 0	705	6,0	76	12,5
	P 11 2 2	E 11	t n - arenito		699	12,0		
P 12 1	P 12 1 1	E 12	aterro de argila	722 0	714	8,0	100	23,5
	P 12 1 2	E 12	t n - arenito		705	17,0		
	P 12 1 3	E 12	t n - arenito		699	23,0		
P 12 2	P 12 2 1	E 12	t n - arenito	711 0	705	6,0	76	12,5
	P 12 2 2	E 12	t n - arenito		699	12,0		
P 13 2	P 13 2 1	E 13	t n - arenito	712 5	705	7,5	76	14,0
	P 13 2 2	E 13	t n - arenito		699	13,5		
P 22 1	P 22 1 1	E 22	aterro de laterita	715 0	690	25,0	100	43,5
	P 22 1 2	E 22	aterro de argila		682	33,0		
	P 22 1 3	E 22	t n - arenito		672	43,0		
P 22 2	P 22 2 1	E 22	aterro de laterita	704 0	690	14,0	100	32,5
	P 22 2 2	E 22	aterro de laterita		684	20,0		
	P 22 2 3	E 22	t n - arenito		672	32,0		
P 22 3	P 22 3 1	E 22	aterro de laterita	698 0	690	8,0	100	26,5
	P 22 3 2	E 22	aterro de laterita		684	14,0		
	P 22 3 3	E 22	t n - arenito		672	26,0		
PE1	PE1 1	E27	t n	716,0	707	9,0	100	26,5
	PE1 2	E27	t n		698	18,0		
	PE1 3	E27	t n		690	26,0		
PE2	PE2 1	E25-E26	t n	705,5	695	10,5	76	21,0
	PE2 2	E25-E26	t n		685	20,5		
PE3	PE3 1	E25-E26	t n	705,5	695	10,5	76	21,0
	PE3 2	E25-E26	t n		685	20,5		
PE6	PE6 1	E24-E25	t n	709,5	698	11,5	100	30,0
	PE6 2	E24-E25	t n		689	20,5		
	PE6 3	E24-E25	t n		680	29,5		
PE7	PE7 1	E24-E25	t n	707,5	698	9,5	100	28,0
	PE7 2	E24-E25	t n		689	18,5		
	PE7 3	E24-E25	t n		680	27,5		

t n - terreno natural

Quadro 8.2 - Identificação e localização das marcas superficiais a instalar em 1ª fase

Marcas	Estaca	Localização	Cota
M 2	E 3	coroamento – montante	726 1
M 7	E 12	coroamento – montante	726 1
M 12	E 22	coroamento – montante	726 1
M 14	E 26	coroamento – montante	726 1
M 17	E 3	coroamento – jusante	726 1
M 22	E 12	coroamento – jusante	726 1
M 27	E 22	coroamento – jusante	726 1
M 29	E 26	coroamento – jusante	726 1
M 31	E 2	banqueta de jusante à 718 0	718 0
M 32	E 3	banqueta de jusante à 718 0	718 0
M 33	E 4	banqueta de jusante à 718 0	718 0
M 37	E 22	banqueta de jusante à 715 0	715 0
M 39	E 26	banqueta de jusante à 715 0	715 0
M 42	E 22	banqueta de jusante à 704 0	704 0
M 44	E 20	banqueta de jusante à 692 5	685 0
M 45	E 22	banqueta de jusante à 692 5	685 0

**E S P E C I F I C A Ç Õ E S
T É C N I C A S**

ÍNDICE

BARRAGEM DO JABURU I
PLANO DE OBSERVAÇÃO – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

ÍNDICE		Pág.
1 -	GENERALIDADES	1
2 -	DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO	3
2 1 -	GENERALIDADES	3
2 2 -	PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS	3
2 3 -	SISTEMA DE MARCAS PARA MEDIÇÃO DE DESLOCAMENTOS SUPERFICIAIS	5
2 3 1 -	Marcas de nivelamento	5
2 3 2 -	Marcas de referência	5

TEXTO

BARRAGEM DO JABURU I
PLANO DE OBSERVAÇÃO
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

1 - GENERALIDADES

§ 1º - A instalação dos dispositivos de observação, que deverá ser realizada de acordo com as presentes Especificações, tem por objectivo o acompanhamento do comportamento da obra quanto aos seguintes aspectos

- desenvolvimento das pressões intersticiais tanto na fundação como no aterro,
- vazões percoladas¹,
- deslocamentos superficiais do corpo da barragem

§ 2º - Os dispositivos de observação a fornecer são os seguintes

- Piezómetros hidráulicos (Tipo Casagrande),
- Sistema de marcas para medição de deslocamentos superficiais

§ 3º - O posicionamento e/ou localização dos dispositivos de observação deverá estar em conformidade com o indicado no Plano de Observação. No entanto, reserva-se à Fiscalização a possibilidade de modificar a localização dos dispositivos, ou mesmo, a redução ou aumento do número de dispositivos a instalar, consoante eventuais situações particulares encontradas durante a instalação dos dispositivos de observação ou durante a execução das intervenções de estabilização, impermeabilização e drenagem

¹ Os medidores de vazão são tratados no âmbito do Projecto das Intervenções de Estabilização e Drenagem, pelo que não constam das presentes Especificações Técnicas

§ 4º - Tendo em conta o Plano de Observação, o Empreiteiro proporá, para aprovação pela Fiscalização, os dispositivos de observação a instalar e fornecerá toda a documentação útil relativa às características desses dispositivos e procedimentos de instalação e todas as referências e documentos que atestem o seu bom funcionamento. A aparelhagem escolhida deverá ser proveniente de fabricantes com uma vasta experiência e reputação internacional no que concerne a esta matéria. A Fiscalização reserva-se o direito de recusar qualquer tipo de dispositivo que não siga as prescrições do presente documento e/ou que não apresente garantia suficiente de bom comportamento e longevidade.

§ 5º - A instalação dos dispositivos de observação só será iniciada após aprovação por parte da Fiscalização dos dispositivos a instalar e procedimentos de instalação a seguir. O Empreiteiro deverá avisar a Fiscalização, com uma antecedência mínima de dez dias úteis, das datas previstas para a instalação de quaisquer dispositivos de observação.

§ 6º - O Empreiteiro tomará todas as precauções e fornecerá mão de obra qualificada para a instalação correcta dos dispositivos de observação. O Empreiteiro fará ainda intervir na obra, sempre que necessário, especialistas e/ou representantes dos fabricantes, com vista à instrução e direcção dos técnicos responsáveis pela colocação e manuseamento dos dispositivos.

§ 7º - Após instalação final do equipamento de observação, o Empreiteiro procederá a ensaios, perante a Fiscalização, que permitam avaliar a sua adequada funcionalidade.

§ 8º - A Fiscalização poderá ordenar a remoção total ou parcial de equipamentos que se verifique terem sido colocados de modo inconveniente ou que, já após colocação, tenham sofrido danos que prejudiquem o seu funcionamento.

§ 9º - Todos os trabalhos associados à remoção e recolocação de equipamento, serão executados a cargo do Empreiteiro e sem quaisquer custos para o Dono de Obra.

§ 10º - Cabe ao Empreiteiro a execução dos trabalhos necessários à instalação dos dispositivos de observação, designadamente, abertura de valas, aterros, furação, preenchimento de furos, betonagens, etc.

§ 11º - O Empreiteiro deverá coordenar os trabalhos de instalação dos equipamentos com outras tarefas que com eles possam estar relacionadas e que decorram em paralelo, designadamente e por exemplo, a execução das intervenções de recuperação (estabilização, impermeabilização e drenagem).

§ 12º - As especificações técnicas eventualmente omissas no presente documento poderão ser apresentadas em fase de obra pela Fiscalização ao Empreiteiro

§ 13º - O Empreiteiro deverá entregar ao Dono da Obra, até 1 mês após a realização das varias campanhas de instalação, um relatório com a descrição completa das operações efectuadas, cotas de localização, coordenadas, leituras iniciais, etc

2 - DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO

2.1 - GENERALIDADES

§ 1º - Deverá o Empreiteiro elaborar, para cada dispositivo, um relatório de instalação contendo identificação, local e cota de instalação, condições de instalação (emendas em tubos, etc), tipo de solo e outras informações consideradas úteis pela Fiscalização

2.2 - PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS

§ 1º - Os piezómetros hidráulicos consistem num tubo de PVC de 0,5" crepinado na ponta, trecho que será envolvido por um geotêxtil e designado por ponteira. Os piezómetros serão instalados em furos de sondagem, prevendo-se a colocação de, no máximo, três piezómetros por furo

§ 2º - As dimensões das câmaras de tomada de pressão serão de 1,0 e 2,0 m, respectivamente, quando colocadas no aterro e quando colocadas na fundação

§ 3º - Os piezómetros hidráulicos serão instalados em furos realizados a partir do aterro ou a partir do terreno natural, com a localização e cotas definidas nos desenhos e que deverão ser confirmadas em fase de obra pela Fiscalização

§ 4º - Os piezómetros são instalados em furos protegidos por um revestimento que será retirado após instalação do piezómetro

§ 5º - O furo deverá ser realizado sem a utilização de lamas estabilizadoras e sem lavagem e deverá ter um diâmetro função do nº de piezómetros a instalar por furo, sendo aproximadamente de 76 mm para 2 piezómetros e de 100 mm para 3 piezómetros. A furação do aterro poderá efectuar-se com o auxílio de um trado ou com outro tipo de equipamento a acordar com a Fiscalização

§ 6º - Em qualquer dos casos, deverá ser submetido à aprovação da Fiscalização, o método, produtos e materiais que se pretende utilizar na execução dos furos. Para o caso específico de utilização do trado, o Empreiteiro deve propor e justificar as disposições necessárias para limitar os desvios em relação à vertical do eixo do furo. O valor destes desvios não deve exceder um por cento do comprimento do furo.

§ 7º - Após colocação do revestimento e com a ajuda de uma tremonha (mangueira colocada próxima do fundo do furo) deverá ser efectuado o preenchimento do furo com material de granulometria apropriada (diâmetro do material superior a 0,06 mm e inferior a 6 mm) até uma altura de 0,25 m (piezómetros no aterro) ou 0,5 m (piezómetros na fundação) em relação ao fundo do furo e até à base da ponteira. O material deverá ser compactado com a ajuda de uma vara metálica.

§ 8º - A ponteira do piezómetro deverá assentar sobre a areia depositada no fundo do furo, unindo os tubos troço por troço. Após colocação da ponteira deverá determinar-se a cota real de localização do piezómetro.

§ 9º - A operação seguinte consiste no preenchimento do furo acima da cota de colocação do piezómetro com areia de granulometria idêntica à descrita no parágrafo anterior (diâmetro do material deve estar compreendido entre os 0,06 mm e os 6 mm). Este material deverá ser colocado com o auxílio de uma tremonha e compactado com uma vara metálica. O preenchimento do furo deverá ser acompanhado pela retirada lenta do revestimento. Este preenchimento será efectuado até uma altura de 0,25 m (piezómetros no aterro) ou 0,5 m (piezómetros na fundação) em relação ao topo da ponteira.

§ 10º - Por cima do troço do furo preenchido e após a colocação de uma camada de argila de 0,20 a 0,30 m deverá ser efectuado um preenchimento com uma calda de cimento e bentonite. Esta calda é introduzida no furo com a ajuda de uma mangueira cuja extremidade inferior deverá ser mantida imersa na mistura, devendo os problemas de decantação da calda serem devidamente acautelados. Este preenchimento será feito até à cota da camada de argila que tem uma espessura de 0,20 a 0,30 m e que antecede o trecho de captação do piezómetro seguinte.

§ 11º - Prossegue-se em seguida com o procedimento indicado para o primeiro piezómetro (artigos § 7 a § 10) e assim sucessivamente até ao último piezómetro do furo (Des. 1).

§ 12º - A argila deverá ser plástica e ter um teor em água próximo do seu limite de plasticidade. Cada camada, com cerca de 10 cm de espessura, deverá ser apiloada através de uma haste com uma flange na sua extremidade inferior.

§ 13º - A execução do furo através do sistema de drenagem deverá, obrigatoriamente, ser precedida pela cravação do revestimento até um mínimo de 1,0 m abaixo do filtro, prevenindo, desta forma, a contaminação ainda que local do mesmo.

§ 14º - O topo dos piezómetros hidráulicos será protegido por um sistema de selagem inviolável.

2.3 - SISTEMA DE MARCAS PARA MEDIÇÃO DE DESLOCAMENTOS SUPERFICIAIS

2.3.1 - Marcas de nivelamento

§ 1º - Para medir movimentos verticais da superfície dos aterros serão instaladas marcas de nivelamento no coroamento e paramento de jusante da barragem.

§ 2º - As marcas de nivelamento serão materializadas em aço inoxidável (Des 1) instaladas em caixa de protecção inscrita num bloco cúbico de betão com cerca de 0,5 m de aresta.

§ 3º - O exterior do pilarete deverá ser pintado de branco e nele inscrito o seu código de identificação. Esta inscrição deverá ser bem visível dos pontos fixos.

§ 4º - Após realizadas as operações anteriores, deverá determinar-se a localização das ditas marcas mediante a utilização de equipamentos topográficos adequados. Esta operação deverá ser realizada com o auxílio das marcas de referência.

2.3.2 - Marcas de referência

§ 1º - As marcas de referência serão utilizadas para determinar os deslocamentos das marcas de nivelamento. A sua localização deve ser exterior à zona de influência da barragem em pontos de boa visibilidade entre elas e os pontos alvo.

§ 2º - A localização das marcas de referência deverá ser definida em obra por um especialista em métodos de geodesia de posição e por um geólogo.

§ 3º - As marcas de referência são materializadas por peças de centragem forçada tipo "Kern" para reflectores chumbados no topo de pilares constituídos por uma manilha de fibrocimento.

com diâmetro exterior igual a 35 cm e 115 cm de altura. Esta manilha deverá ser convenientemente fundada num bloco de betão, com 1,6x1,6 m² em planta e pelo menos, 1,20 m de altura.

§ 4º - No topo do pilar a peça de centragem forçada tipo "Kern" deverá ser protegida por uma tampa metálica com cadeado.

§ 5º - As marcas de referência devem ser fundadas adequadamente, em maciço de boas características geotécnicas, por forma a manterem a mesma cota ao longo da vida da obra.

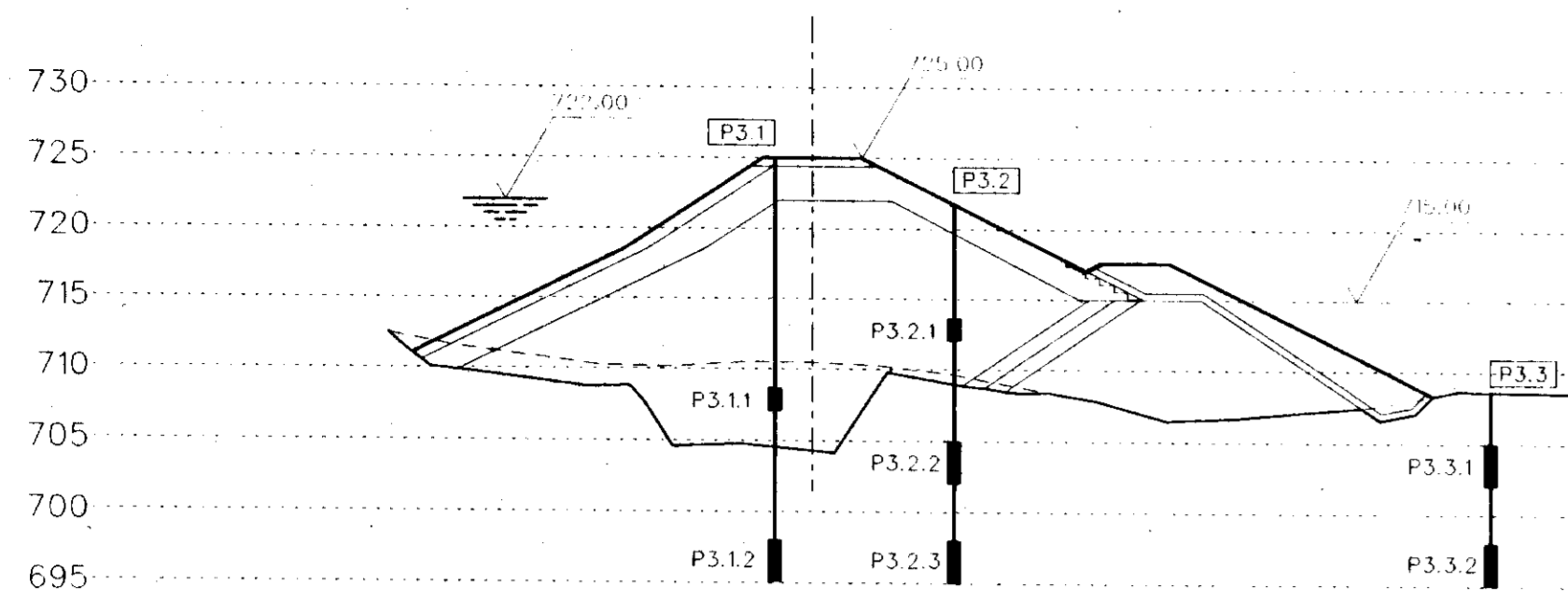
§ 6º - A manilha será preenchida por betão de boa qualidade e será solidarizada à fundação através de armaduras.

§ 7º - Para evitar eventuais movimentos causados pela radiação solar durante as operações de medição, o pilar em betão armado deverá ser envolvido por uma manilha exterior de diâmetro interior igual a 0,40 m por forma a criar uma caixa de ar com 0,05 m de espessura, preenchida com lã de vidro.

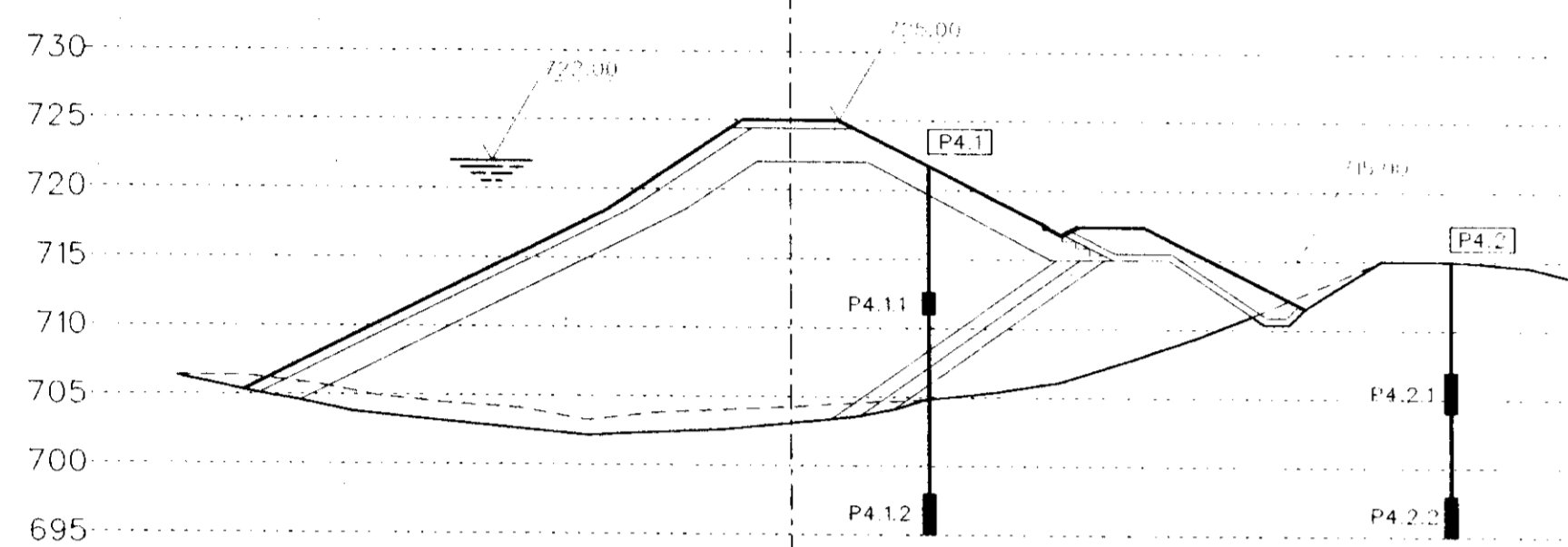
LISTA DE QUANTIDADES

COBA		BARRAGEM DE JABURU			FOLHA
GOV. ESTADO DO CEARÁ		INTERVENÇÕES DE RECUPERAÇÃO			DATA Março 2000
		LISTA DE QUANTIDADES			AUTOR
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QUANTIDADE	PREÇO UNITARIO	IMPORTÂNCIA
1ª FASE					
1	Marcas de nivelamento, incluindo todas as operações e materiais necessários à sua execução, conforme especificações técnicas	un	16 00		
2	Marcas de referência, incluindo todas as operações e materiais necessários à sua execução, conforme especificações técnicas	un	2 00		
3	Piezômetros hidráulicos executados no terreno natural e materializados por tubos de PVC de 0,52 perfurados no trecho inferior (ponteira) que será envolvido por geotêxtil. Serão executados 16 furos de 76 mm e 16 de 100 mm de diâmetro e instalados respectivamente 2 ou 3 piezométricos por furo. O trecho de captação envolvente da ponteira será preenchido por areia, sendo os restantes trechos preenchidos por argila e calda de cimento bentonite. Execução em conformidade com as especificações técnicas				
	furação com diâmetro de 76 mm, incluindo revestimento	ml	146 00		
	furação com diâmetro de 100 mm, incluindo revestimento	ml	238 00		
	tubos de PVC de 0,5", incluindo todos os materiais de preenchimento, geotêxtil de envolvimento da ponteira e perfuração da ponteira	ml	708 00		
2ª FASE					
1	Marcas de nivelamento, incluindo todas as operações e materiais necessários à sua execução, conforme especificações técnicas	un	29 00		
2	Marcas de referência, incluindo todas as operações e materiais necessários à sua execução, conforme especificações técnicas	un	1 00		
3	Piezômetros hidráulicos executados no terreno natural e materializados por tubos de PVC de 0,52 perfurados no trecho inferior (ponteira) que será envolvido por geotêxtil. Serão executados 16 furos de 76 mm e 16 de 100 mm de diâmetro e instalados respectivamente 2 ou 3 piezométricos por furo. O trecho de captação envolvente da ponteira será preenchido por areia, sendo os restantes trechos preenchidos por argila e calda de cimento bentonite. Execução em conformidade com as especificações técnicas				
	furação com diâmetro de 76 mm, incluindo revestimento	ml	167 00		
	furação com diâmetro de 100 mm, incluindo revestimento	ml	232 00		
	tubos de PVC de 0,5", incluindo todos os materiais de preenchimento, geotêxtil de envolvimento da ponteira e perfuração da ponteira	ml	719 00		

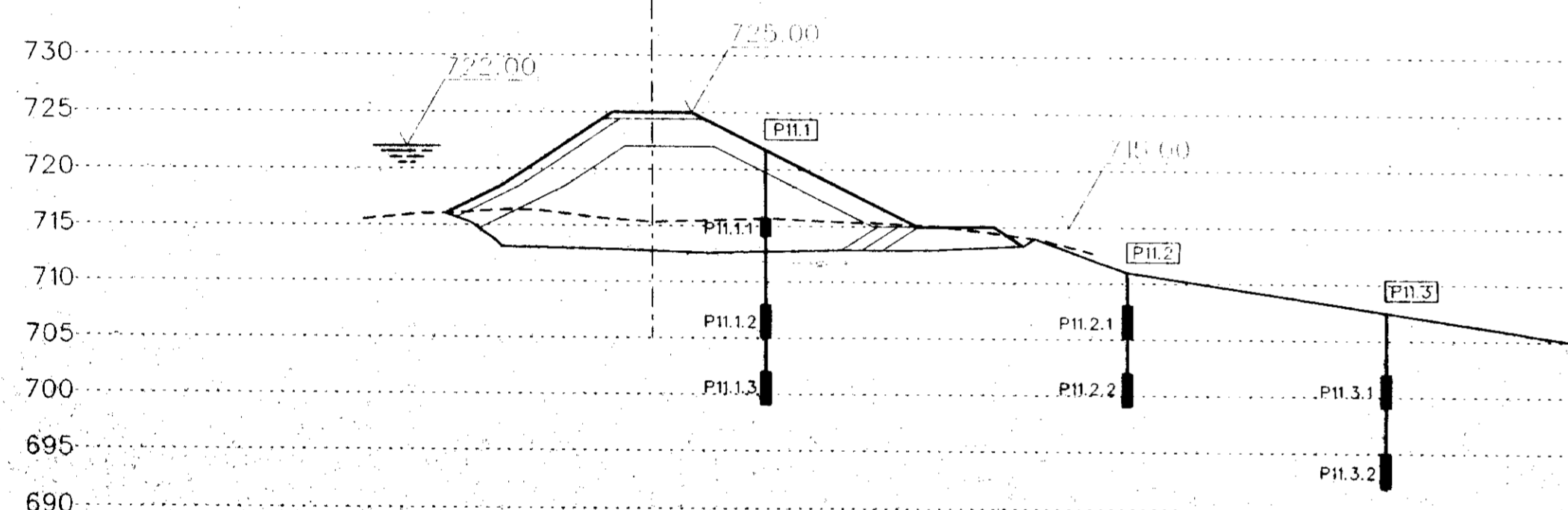
DESENHOS



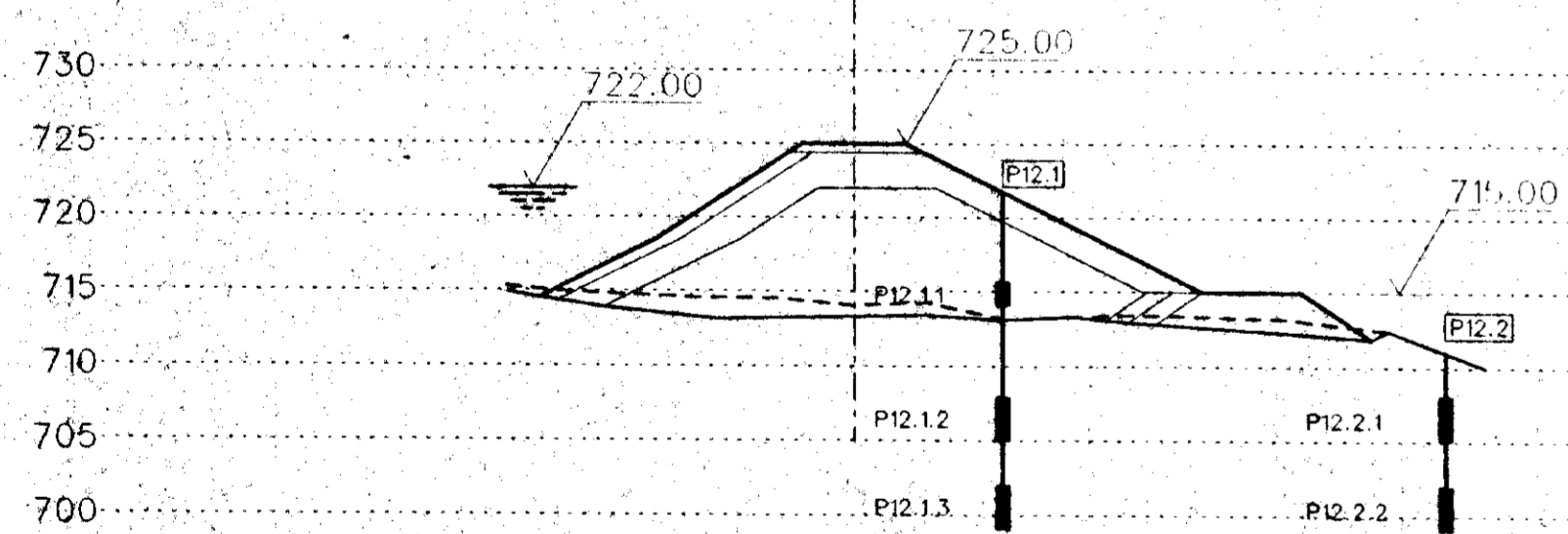
ESTACA 3
ESC. 1/500



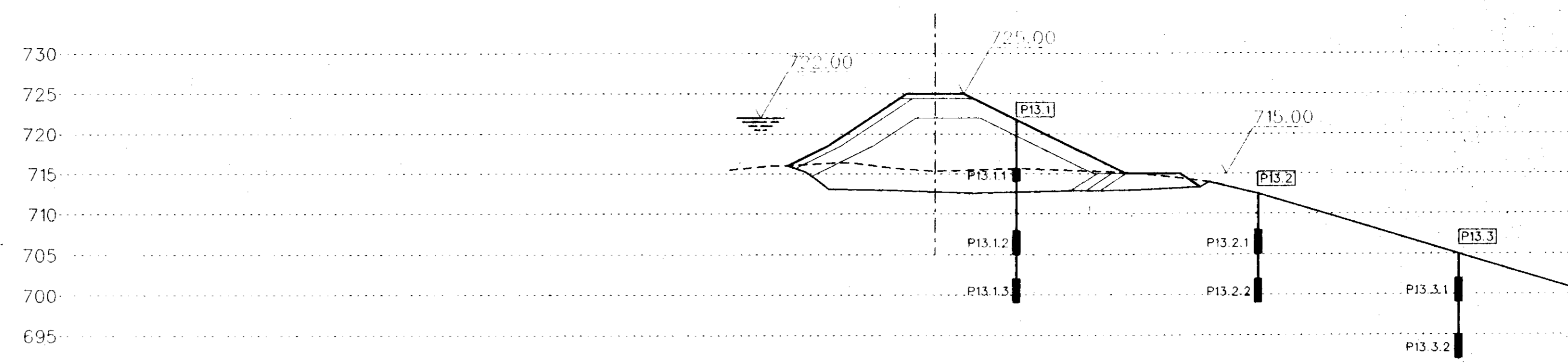
ESTACA 4
ESC. 1/500



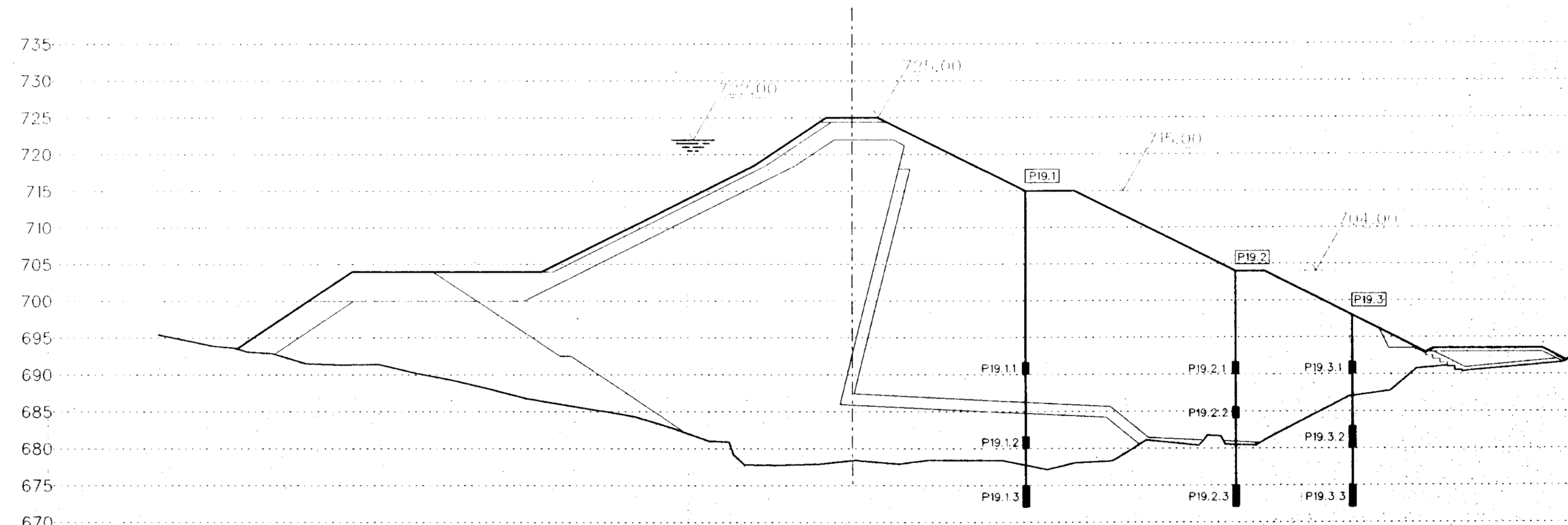
ESTACA 10
ESC. 1/500



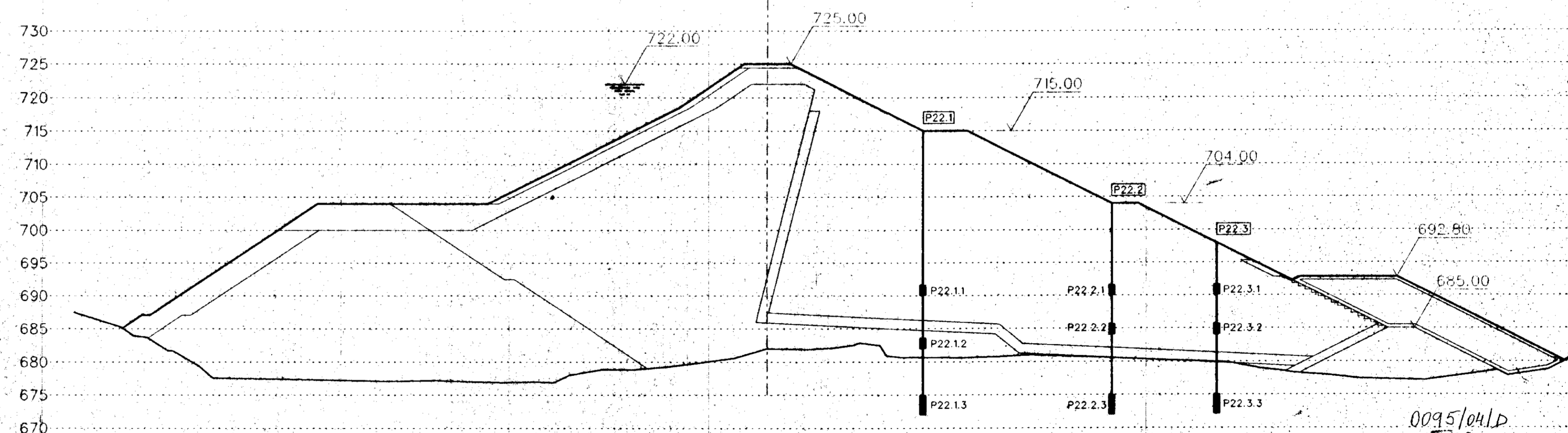
ESTACA 12
ESC. 1/500



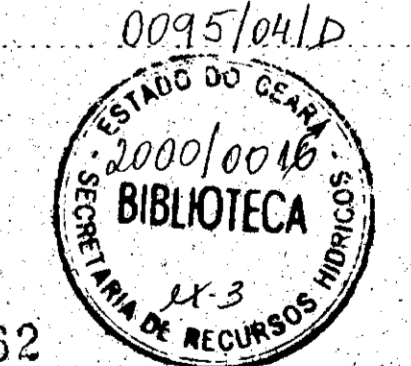
ESTACA 13
ESC. 1/500



ESTACA 19
ESC. 1/500



ESTACA 22
ESC. 1/500



2

000062

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS-COGERH

PROJECTO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM DE JABURU I

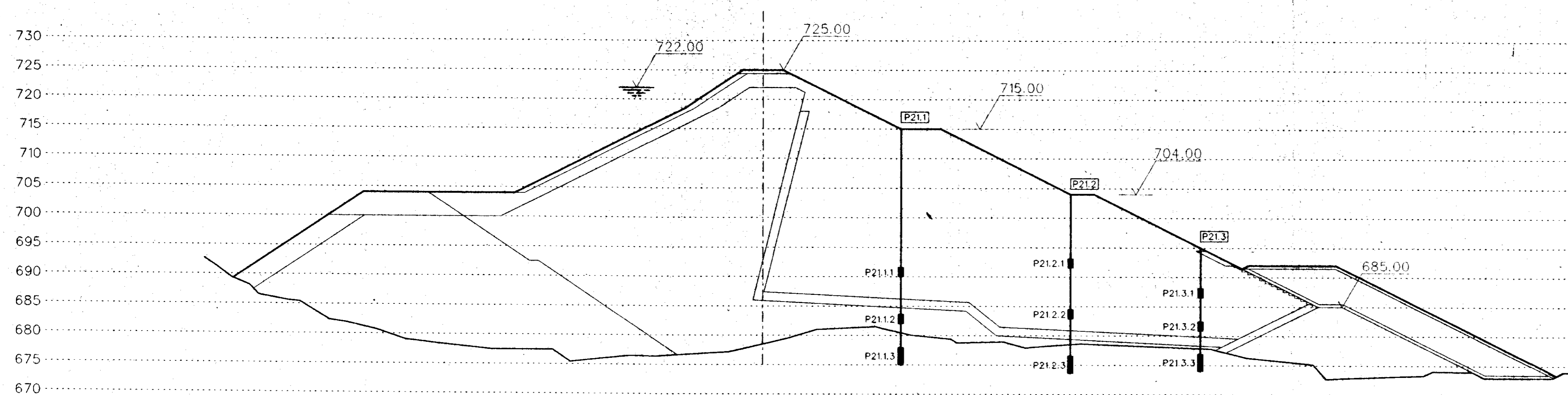
PROJECTO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROURB/CE

COBA
CONSULTORES PARA OBRAS BARRAGENS E PLANEAMENTO S.A.

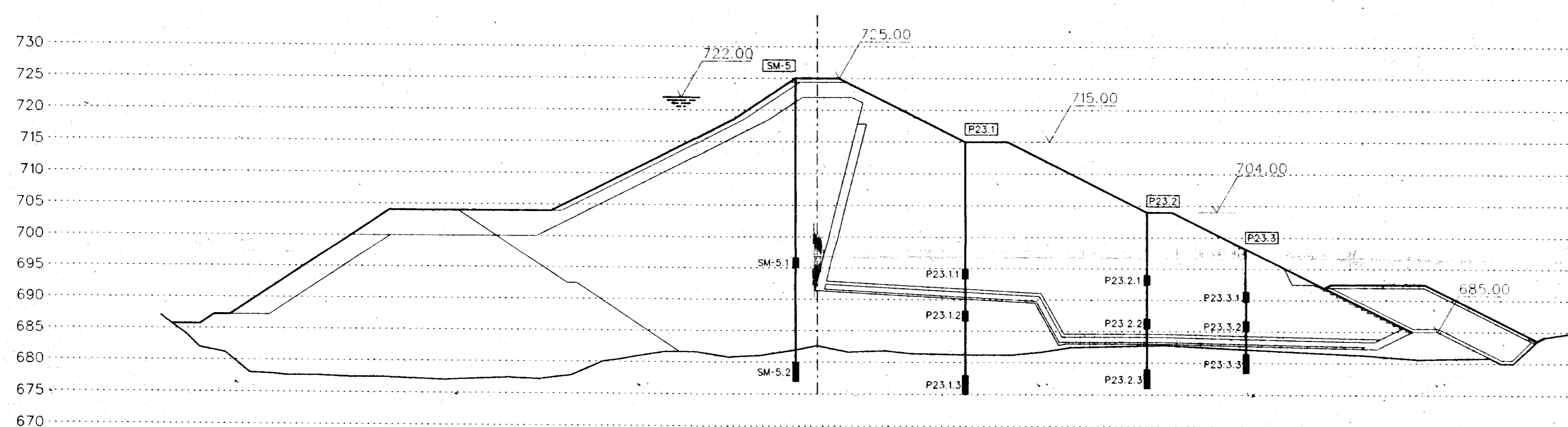
AVENIDA 5 DE OUTUBRO, 323
1849 - 011 LISBOA - PORTUGAL

PROJ. data: 7/11/99 des. n.º
ESC. data: 1/500
FOLHA: 632 P.02

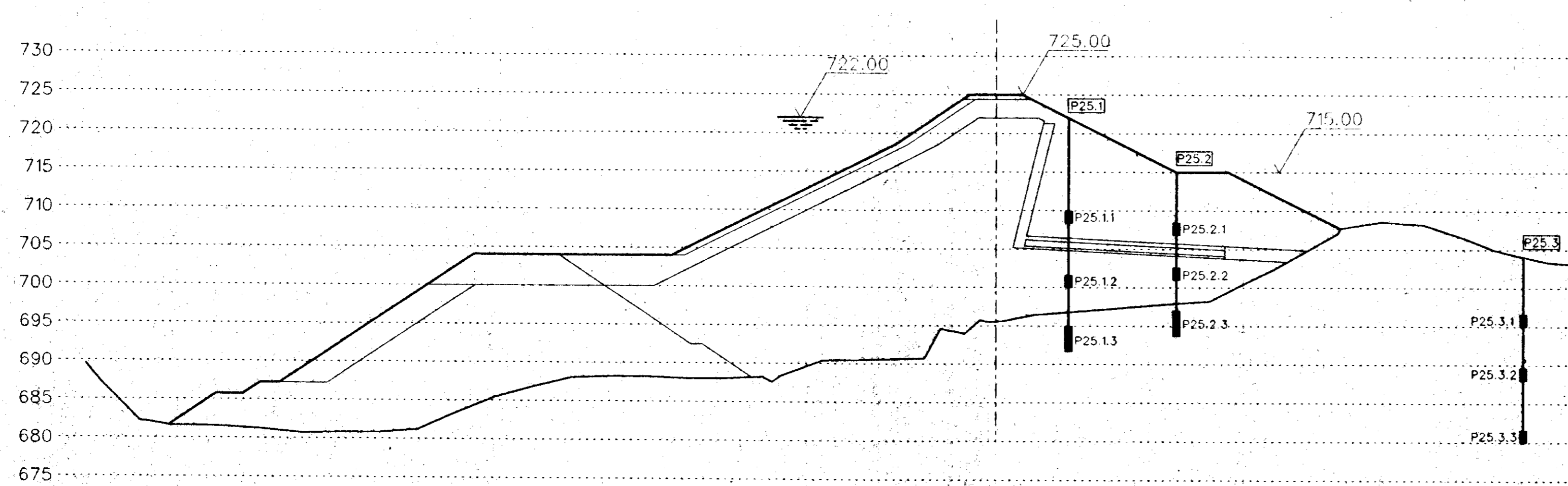
30. NOV. 1999 10:04:59 PROURB



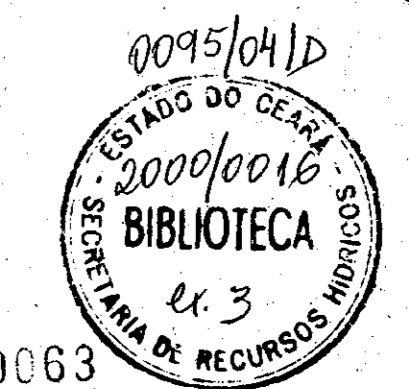
ESTACA 21
ESC. 1/500



ESTACA 23
ESC. 1/500




ESTACA 25
ESC. 1/500



3

000063

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS-COGERH		
PROJECTO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM DE JABURU I		
 COBA <small>CONSULTORES PARA OBRAS BARRAGENS E PLANEAMENTO S.A.</small>	PROJECTO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROURB/CE	
	PLANO DE OBSERVAÇÃO PERFIS TRANSVERSAIS LOCALIZAÇÃO DOS PIEZOMETROS JÁ INSTALADOS	
<small>AVENIDA 5 DE OUTUBRO, 323 1649-011 LISBOA - PORTUGAL</small>	<small>projetado:</small> [assinatura] <small>desenhado:</small> [assinatura] <small>aprovado:</small> [assinatura]	<small>data:</small> /11/99 <small>escala:</small> 1/500 <small>desenho nº:</small> 632P03

e:\nba\geo\final\des\per\observ.dwg / Vitor Reposo 13. MAR. 2000 10:36:40

A N E X O

**Resultados dos piezômetros
hidráulicos já instalados**

**PIEZÓMETROS INSTALADOS NO
PERFIL P21**

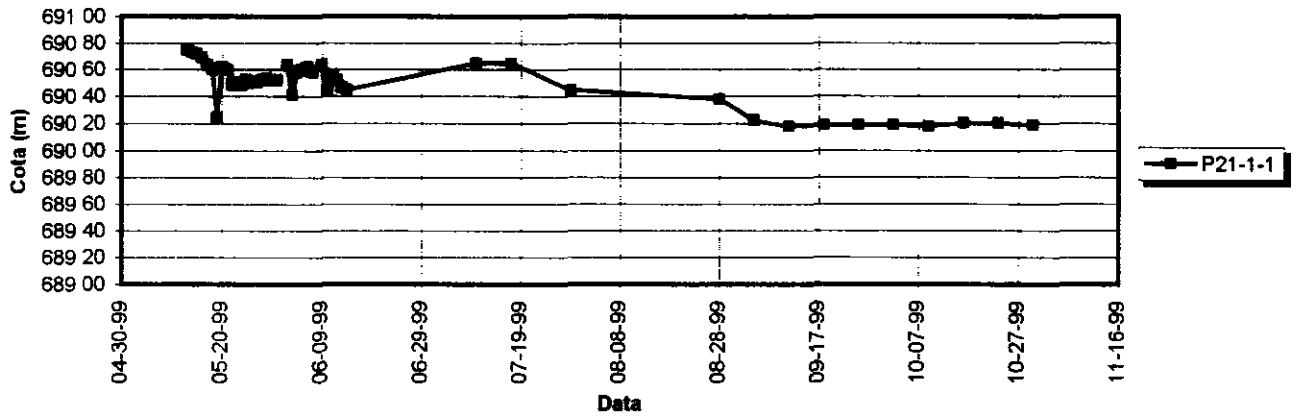
LEITURAS DE 13.05.99 A 30.10.99

Leituras e cotas piezométricas dos piezômetros P21 1 1, P21 1 2 e P21 1 3

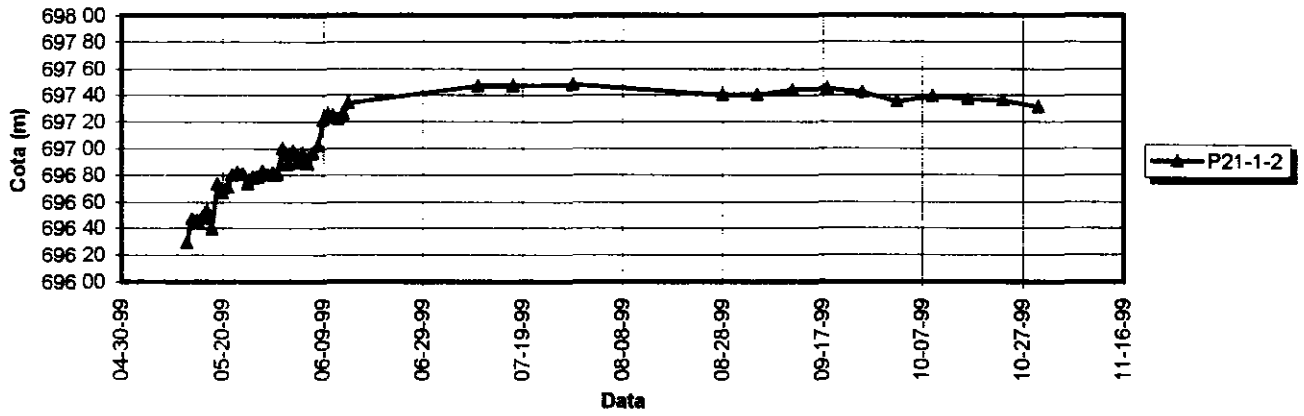
Data	NAA	P21-1						
		Cota boca	1	2	3	1	2	3
			Leitura	Leitura	Leitura	Cota água	Cota água	Cota água
05-13-99	721 27	715 1	24 35	18 81	18 08	690 75	696 29	697 02
05-14-99	721 30	715 1	24 37	18 63	18 11	690 73	696 47	696 99
05-15-99	721 32	715 1	24 38	18 65	18 13	690 72	696 45	696 97
05-16-99	721 34	715 1	24 41	18 62	18 10	690 69	696 48	697 00
05-17-99	721 39	715 1	24 46	18 57	18 09	690 64	696 53	697 01
05-18-99	721 47	715 1	24 50	18 71	18 08	690 60	696 39	697 02
05-19-99	721 52	715 1	24 86	18 37	18 04	690 24	696 73	697 06
05-20-99	721 58	715 1	24 48	18 43	18 07	690 62	696 67	697 03
05-21-99	721 60	715 1	24 50	18 39	17 95	690 60	696 71	697 15
05-22-99	721 62	715 1	24 62	18 30	17 95	690 48	696 80	697 15
05-23-99	721 65	715 1	24 60	18 28	18 04	690 50	696 82	697 06
05-24-99	721 67	715 1	24 62	18 29	18 04	690 48	696 81	697 06
05-25-99	721 70	715 1	24 58	18 37	18 07	690 52	696 73	697 03
05-26-99	721 71	715 1	24 60	18 32	18 07	690 50	696 78	697 03
05-27-99	721 72	715 1	24 60	18 32	17 90	690 50	696 78	697 20
05-28-99	721 73	715 1	24 58	18 27	17 84	690 52	696 83	697 26
05-29-99	721 73	715 1	24 57	18 30	17 88	690 53	696 80	697 22
05-30-99	721 74	715 1	24 58	18 29	17 92	690 52	696 81	697 18
05-31-99	721 74	715 1	24 58	18 30	17 90	690 52	696 80	697 20
06-01-99	721 77	715 1		18 10	17 91		697 00	697 19
06-02-99	721 80	715 1	24 46	18 22	17 81	690 64	696 88	697 29
06-03-99	721 80	715 1	24 69	18 12	17 84	690 41	696 98	697 26
06-04-99	721 84	715 1	24 52	18 21	17 83	690 58	696 89	697 27
06-05-99	721 84	715 1	24 50	18 14	17 85	690 60	696 96	697 25
06-06-99	721 85	715 1	24 48	18 22	17 78	690 62	696 88	697 32
06-07-99	721 85	715 1	24 52	18 14	17 68	690 58	696 96	697 42
06-08-99	721 86	715 1		18 08	17 62		697 02	697 48
06-09-99	721 86	715 1	24 46	17 89	17 56	690 64	697 21	697 54
06-10-99	721 86	715 1	24 66	17 84	17 48	690 44	697 26	697 62
06-11-99	721 87	715 1	24 54	17 85	17 81	690 56	697 25	697 29
06-12-99	721 87	715 1	24 58	17 88	17 84	690 52	697 22	697 26
06-13-99	721 88	715 1	24 63	17 84	18 02	690 47	697 26	697 08
06-14-99	721 90	715 1	24 65	17 76	17 14	690 45	697 34	697 96
07-10-99	721 90	715 1	24 45	17 63	17 32	690 65	697 47	697 78
07-17-99		715 1	24 45	17 63	17 32	690 65	697 47	697 78
07-29-99		715 1	24 65	17 62	17 30	690 45	697 48	697 80
08-28-99	722 68	715 1	24 72	17 70	17 35	690 38	697 40	697 75
09-04-99	722 62	715 1	24 88	17 70	17 35	690 22	697 40	697 75
09-11-99	722 59	715 1	24 92	17 66	17 32	690 18	697 44	697 78
09-18-99	722 48	715 1	24 91	17 65	17 30	690 19	697 45	697 80
09-25-99	722 41	715 1	24 91	17 68	17 34	690 19	697 42	697 76
10-02-99	722 34	715 1	24 91	17 75	17 41	690 19	697 35	697 69
10-09-99	722 27	715 1	24 92	17 71	17 45	690 18	697 39	697 65
10-16-99	722 20	715 1	24 90	17 73	17 40	690 20	697 37	697 70
10-23-99	722 13	715 1	24 90	17 74	17 40	690 20	697 36	697 70
10-30-99	722 06	715 1	24 91	17 79	17 46	690 19	697 31	697 64

Erro de Leitura

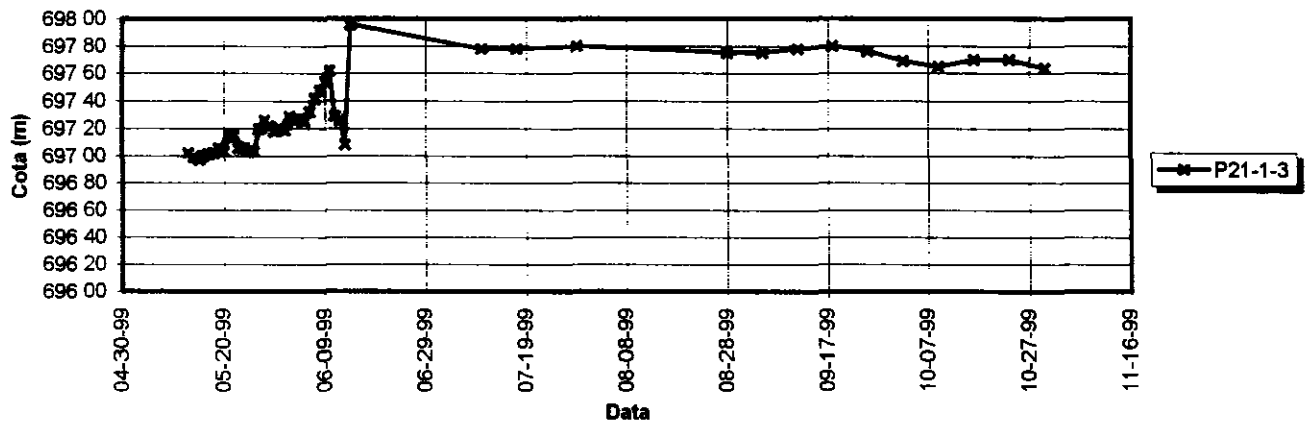
Níveis Piezométricos no Piezômetro P21.1.1



Níveis Piezométricos no Piezômetro P21.1.2



Níveis Piezométricos no Piezômetro P21.1.3

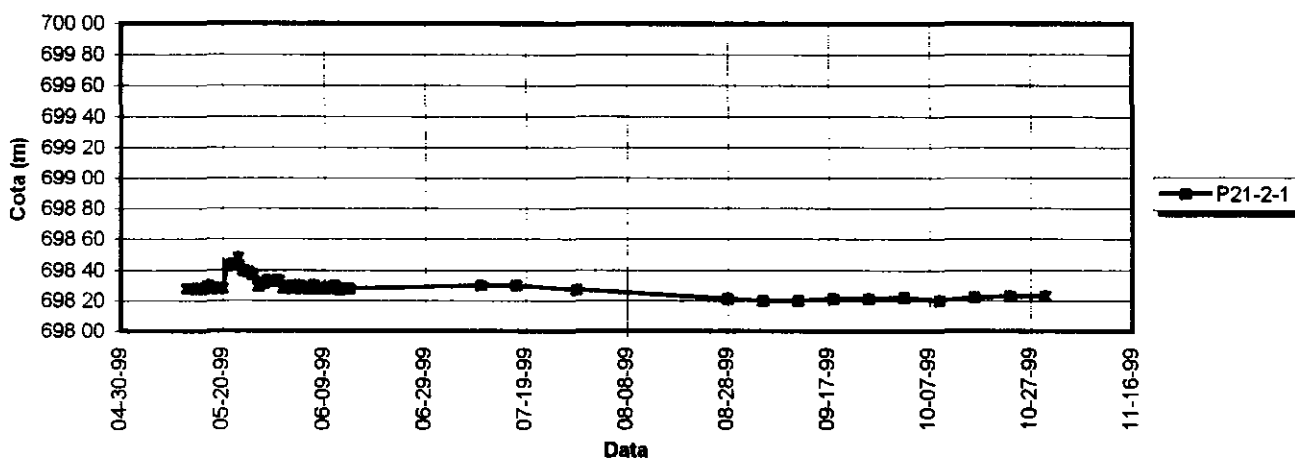


Leituras e cotas piezométricas dos piezômetros P21 2 1, P21 2 2 e P21 2 3

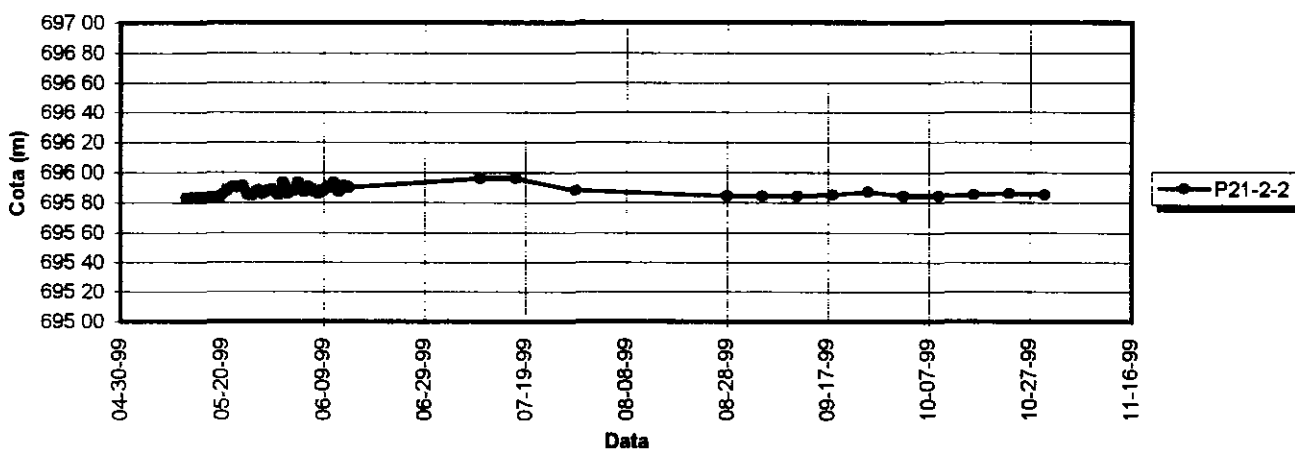
Data	NAA	P21-2						
			1	2	3	1	2	3
		Cota boca	Leitura	Leitura	Leitura	Cota agua	Cota agua	Cota água
05-13-99	721 27	704 78	6 50	8 95	-	698 28	695 83	
05-14-99	721 30	704 78	6 50	8 95	18 35	698 28	695 83	686 43
05-15-99	721 32	704 78	6 50	8 95	18 22	698 28	695 83	686 56
05-16-99	721 34	704 78	6 50	8 95	18 24	698 28	695 83	686 54
05-17-99	721 39	704 78	6 48	8 95	18 20	698 30	695 83	686 58
05-18-99	721 47	704 78	6 50	8 95	18 25	698 28	695 83	686 53
05-19-99	721 52	704 78	6 50	8 95	18 19	698 28	695 83	686 59
05-20-99	721 58	704 78	6 50	8 93	18 21	698 28	695 85	686 57
05-21-99	721 60	704 78	6 35	8 90	18 22	698 43	695 88	686 56
05-22-99	721 62	704 78	6 34	8 88	18 11	698 44	695 90	686 67
05-23-99	721 65	704 78	6 30	8 88	18 16	698 48	695 90	686 62
05-24-99	721 67	704 78	6 38	8 87	18 21	698 40	695 91	686 57
05-25-99	721 70	704 78	6 39	8 93	18 23	698 39	695 85	686 55
05-26-99	721 71	704 78	6 41	8 93	18 25	698 37	695 85	686 53
05-27-99	721 72	704 78	6 49	8 90	18 20	698 29	695 88	686 58
05-28-99	721 73	704 78	6 47	8 92	18 23	698 31	695 86	686 55
05-29-99	721 73	704 78	6 45	8 90	18 28	698 33	695 88	686 50
05-30-99	721 74	704 78	6 45	8 90	18 26	698 33	695 88	686 52
05-31-99	721 74	704 78	6 45	8 93	18 25	698 33	695 85	686 53
06-01-99	721 77	704 78	6 50	8 85	18 21	698 28	695 93	686 57
06-02-99	721 80	704 78	6 49	8 92	18 11	698 29	695 86	686 67
06-03-99	721 80	704 78	6 50	8 90	18 12	698 28	695 88	686 66
06-04-99	721 84	704 78	6 48	8 85	18 22	698 30	695 93	686 56
06-05-99	721 84	704 78	6 50	8 91	18 14	698 28	695 87	686 64
06-06-99	721 85	704 78	6 50	8 88	17 90	698 28	695 90	686 88
06-07-99	721 85	704 78	6 48	8 90	18 01	698 30	695 88	686 77
06-08-99	721 86	704 78	6 50	8 92	18 00	698 28	695 86	686 78
06-09-99	721 86	704 78		8 90	18 00		695 88	686 78
06-10-99	721 86	704 78	6 50	8 88	17 94	698 28	695 90	686 84
06-11-99	721 87	704 78	6 48	8 85	17 86	698 30	695 93	686 92
06-12-99	721 87	704 78	6 51	8 91	17 92	698 27	695 87	686 86
06-13-99	721 88	704 78	6 50	8 87	17 85	698 28	695 91	686 93
06-14-99	721 90	704 78	6 50	8 88	18 03	698 28	695 90	686 75
07-10-99	721 90	704 78	6 48	8 82	18 03	698 30	695 96	686 75
07-17-99		704 78	6 48	8 82	18 03	698 30	695 96	686 75
07-29-99		704 78	6 51	8 90	18 04	698 27	695 88	686 74
08-28-99	722 68	704 78	6 57	8 94	18 14	698 21	695 84	686 64
09-04-99	722 62	704 78	6 58	8 94	18 15	698 20	695 84	686 63
09-11-99	722 59	704 78	6 58	8 94	18 15	698 20	695 84	686 63
09-18-99	722 48	704 78	6 57	8 93	18 14	698 21	695 85	686 64
09-25-99	722 41	704 78	6 57	8 91	18 14	698 21	695 87	686 64
10-02-99	722 34	704 78	6 56	8 94	18 14	698 22	695 84	686 64
10-09-99	722 27	704 78	6 58	8 94	18 15	698 20	695 84	686 63
10-16-99	722 20	704 78	6 56	8 93	18 16	698 22	695 85	686 62
10-23-99	722 13	704 78	6 55	8 92	18 22	698 23	695 86	686 56
10-30-99	722 06	704 78	6 55	8 93	18 22	698 23	695 85	686 56

000008

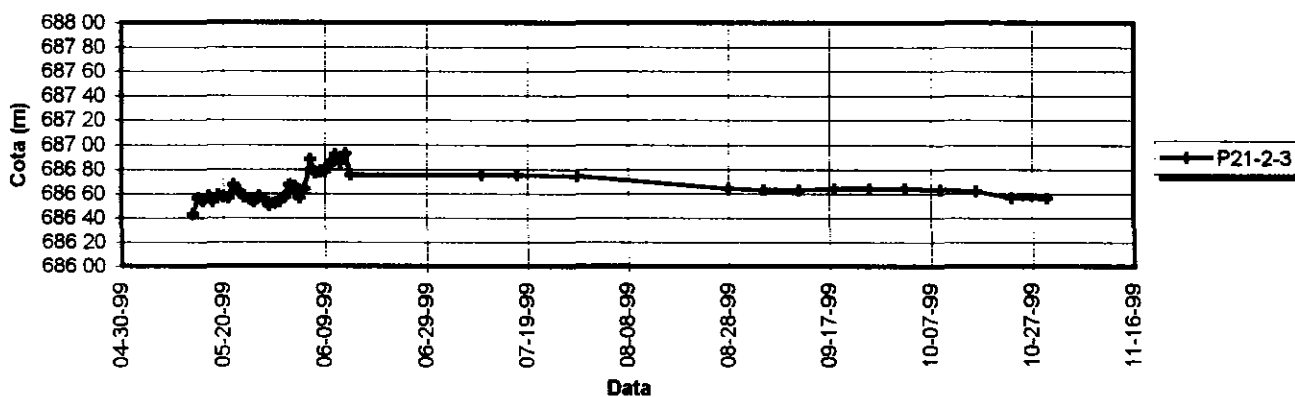
Níveis Piezométricos no Piezômetro P21.2.1



Níveis Piezométricos no Piezômetro P21.2.2



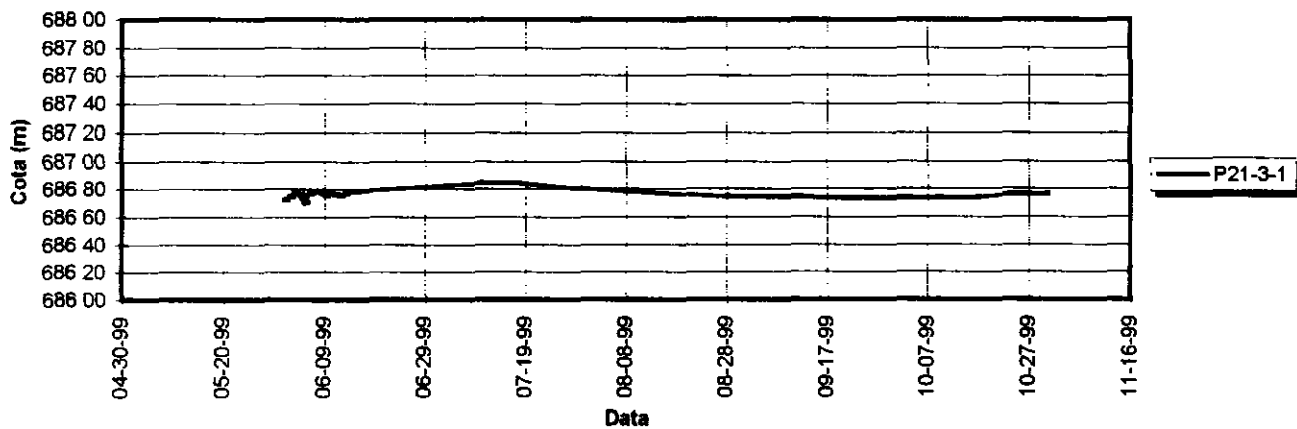
Níveis Piezométricos no Piezômetro P21.2.3



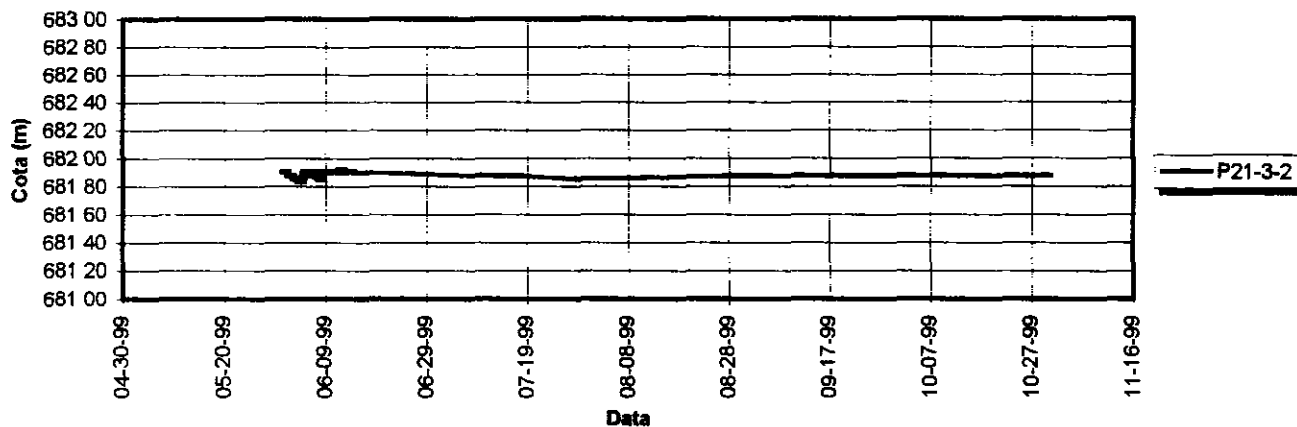
Leituras e cotas piezométricas dos piezômetros P21 3 1, P21 3 2 e P21 3 3

Data	NAA	P21-3						
			1	2	3	1	2	3
		Cota boca	Leitura	Leitura	Leitura	Cota água	Cota água	Cota água
05-13-99	721 27	697 9	-	-	-	-	-	-
05-14-99	721 30	697 9	-	-	-	-	-	-
05-15-99	721 32	697 9	-	-	-	-	-	-
05-16-99	721 34	697 9	-	-	-	-	-	-
05-17-99	721 39	697 9	-	-	-	-	-	-
05-18-99	721 47	697 9	-	-	-	-	-	-
05-19-99	721 52	697 9	-	-	-	-	-	-
05-20-99	721 58	697 9	-	-	-	-	-	-
05-21-99	721 60	697 9	-	-	-	-	-	-
05-22-99	721 62	697 9	-	-	-	-	-	-
05-23-99	721 65	697 9	-	-	-	-	-	-
05-24-99	721 67	697 9	-	-	-	-	-	-
05-25-99	721 70	697 9	-	-	-	-	-	-
05-26-99	721 71	697 9	-	-	-	-	-	-
05-27-99	721 72	697 9	-	-	-	-	-	-
05-28-99	721 73	697 9	-	-	-	-	-	-
05-29-99	721 73	697 9	-	-	-	-	-	-
05-30-99	721 74	697 9	-	-	-	-	-	-
05-31-99	721 74	697 9	-	-	-	-	-	-
06-01-99	721 77	697 9	11 18	16 00	15 78	686 72	681 90	682 12
06-02-99	721 80	697 9	11 16	16 03	15 84	686 74	681 87	682 06
06-03-99	721 80	697 9	11 12	16 05	15 90	686 78	681 85	682 00
06-04-99	721 84	697 9	11 14	16 07	15 79	686 76	681 83	682 11
06-05-99	721 84	697 9	11 20	16 00	15 70	686 70	681 90	682 20
06-06-99	721 85	697 9	11 13	16 03	15 82	686 77	681 87	682 08
06-07-99	721 85	697 9	11 12	16 00	15 78	686 78	681 90	682 12
06-08-99	721 86	697 9	11 12	16 05	15 80	686 78	681 85	682 10
06-09-99	721 86	697 9	11 15	16 00	15 71	686 75	681 90	682 19
06-10-99	721 86	697 9	11 12	16 00	15 78	686 78	681 90	682 12
06-11-99	721 87	697 9	11 14	16 00	15 74	686 76	681 90	682 16
06-12-99	721 87	697 9	11 15	15 98	15 75	686 75	681 92	682 15
06-13-99	721 88	697 9	11 13	16 00	15 79	686 77	681 90	682 11
06-14-99	721 90	697 9	11 12	16 00	15 77	686 78	681 90	682 13
07-10-99	721 90	697 9	11 06	16 03	15 69	686 84	681 87	682 21
07-17-99		697 9	11 06	16 03	15 69	686 84	681 87	682 21
07-29-99		697 9	11 10	16 05	15 60	686 80	681 85	682 30
08-28-99	722 68	697 9	11 16	16 03	15 62	686 74	681 87	682 28
09-04-99	722 62	697 9	11 16	16 03	15 62	686 74	681 87	682 28
09-11-99	722 59	697 9	11 16	16 03	15 62	686 74	681 87	682 28
09-18-99	722 48	697 9	11 17	16 03	15 62	686 73	681 87	682 28
09-25-99	722 41	697 9	11 17	16 03	15 55	686 73	681 87	682 35
10-02-99	722 34	697 9	11 17	16 03	15 54	686 73	681 87	682 36
10-09-99	722 27	697 9	11 17	16 03	15 52	686 73	681 87	682 38
10-16-99	722 20	697 9	11 17	16 03	15 66	686 73	681 87	682 24
10-23-99	722 13	697 9	11 14	16 03	15 68	686 76	681 87	682 22
10-30-99	722 06	697 9	11 14	16 03	15 67	686 76	681 87	682 23

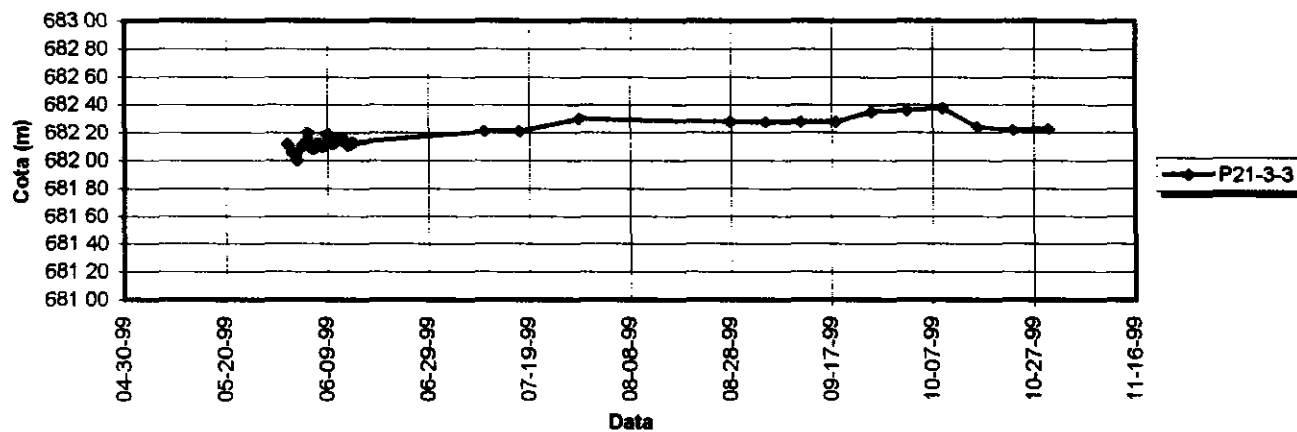
Níveis Piezométricos no Piezômetro P21.3.1



Níveis Piezométricos no Piezômetro P21.3.2



Níveis piezométricos no Piezômetro P21.3.3



Níveis Piezométricos na Fundação - Perfil P21

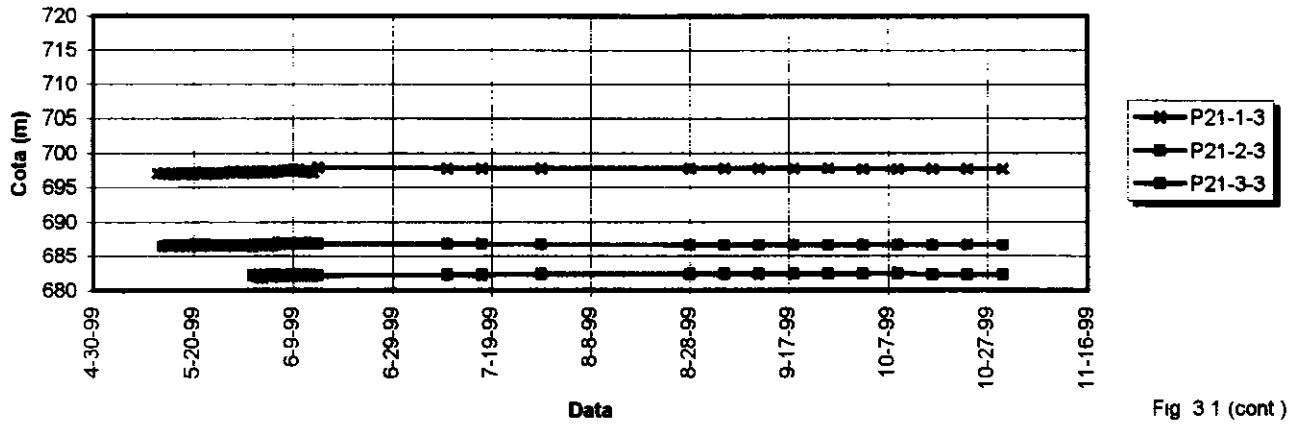


Fig 3 1 (cont)

Níveis Piezométricos na Fundação - Perfil P23

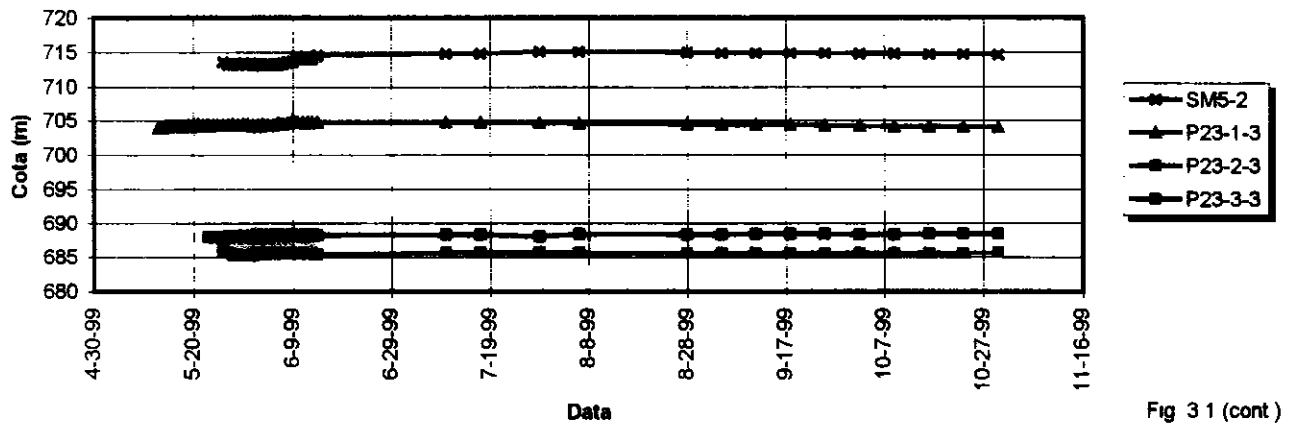


Fig 3 1 (cont)

Níveis Piezométricos na Fundação - Perfil P25

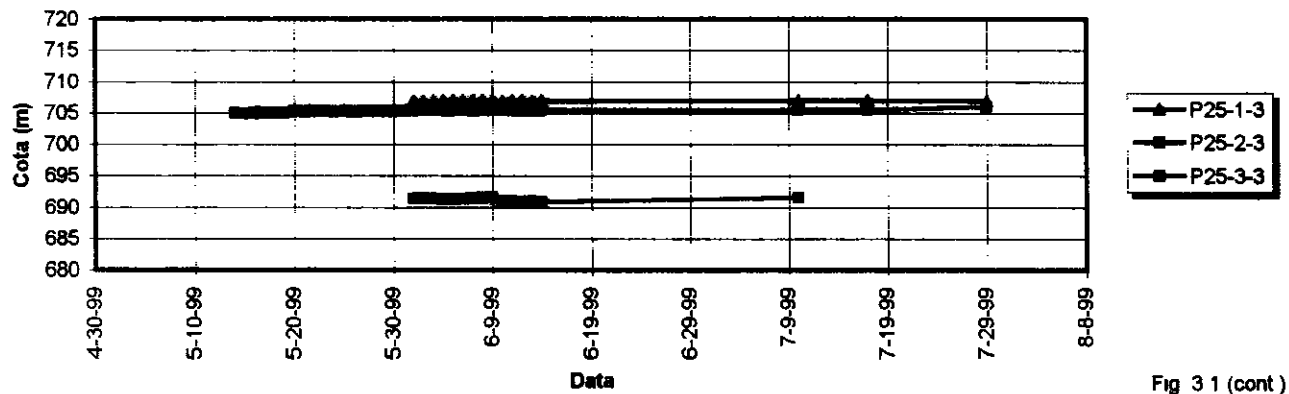
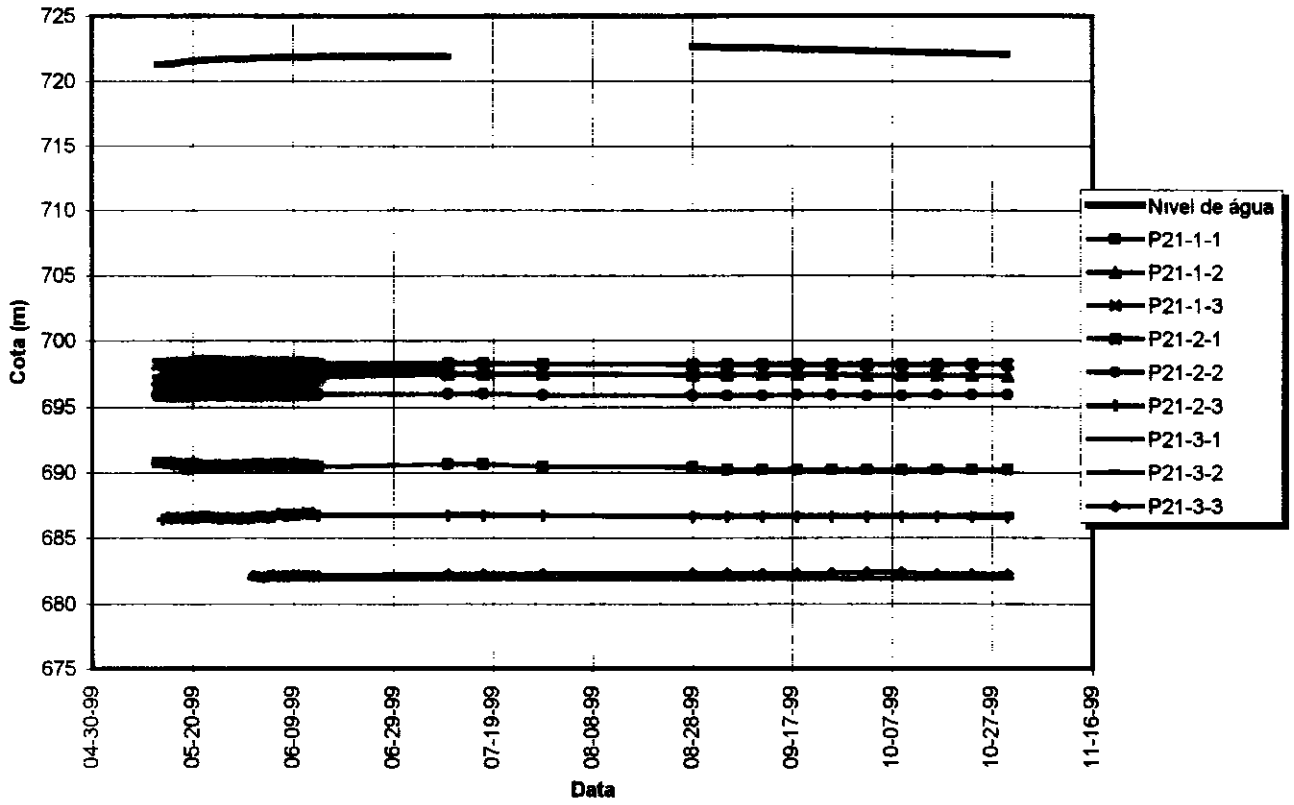


Fig 3 1 (cont)

Cota do reservatório e Níveis nos Piezômetros no Perfil P21



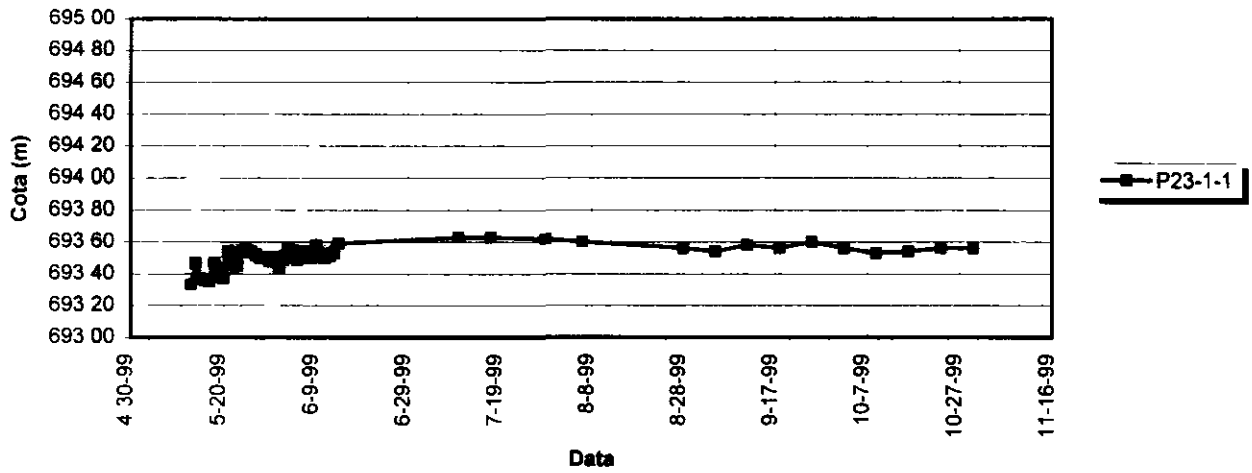
**PIEZÓMETROS INSTALADOS NO
PERFIL P23**

LEITURAS DE 13.05.99 A 30.10.99

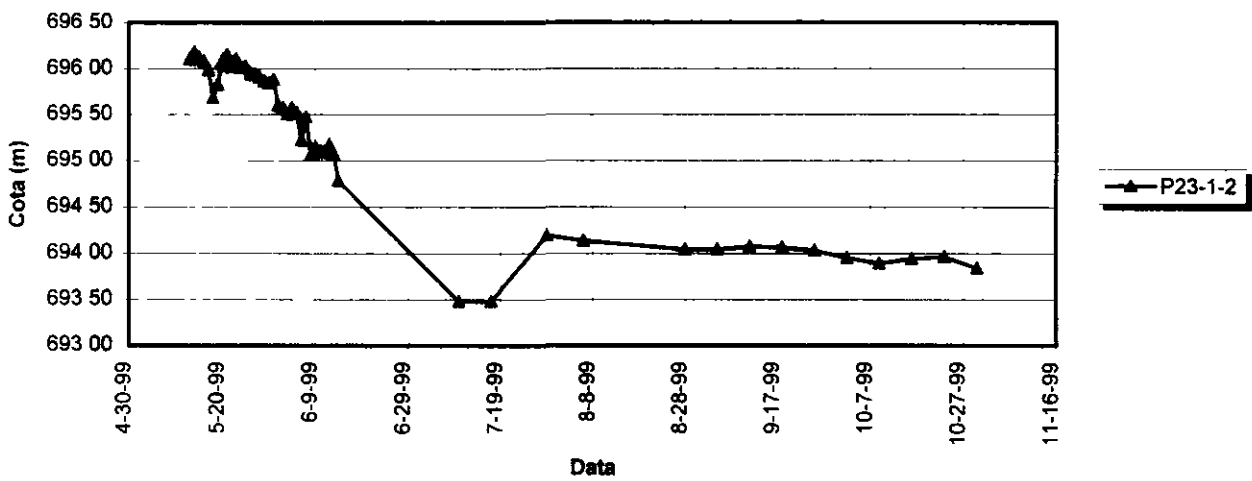
Leituras e cotas piezométricas dos piezômetros P23 1 1, P23 1 2 e P23 1 3

	NAA	P23-1						
		Cota boca	1.00	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00
			Leitura	Leitura	Leitura	Cota água	Cota água	Cota água
05-13-99	721 27	714 86	21 53	18 76	10 99	693 33	696 10	703 87
05-14-99	721 30	714 86	21 39	18 68	10 90	693 47	696 18	703 96
05-15-99	721 32	714 86	21 49	18 74	10 68	693 37	696 12	704 18
05-16-99	721 34	714 86	21 50	18 78	10 70	693 36	696 08	704 16
05-17-99	721 39	714 86	21 51	18 88	10 68	693 35	695 98	704 18
05-18-99	721 47	714 86	21 39	19 18	10 73	693 47	695 68	704 13
05-19-99	721 52	714 86	21 48	19 04	10 71	693 38	695 82	704 15
05-20-99	721 58	714 86	21 49	18 78	10 67	693 37	696 08	704 19
05-21-99	721 60	714 86	21 32	18 71	10 52	693 54	696 15	704 34
05-22-99	721 62	714 86	21 35	18 84	10 57	693 51	696 02	704 29
05-23-99	721 65	714 86	21 41	18 76	10 59	693 45	696 10	704 27
05-24-99	721 67	714 86	21 32	18 85	10 56	693 54	696 01	704 30
05-25-99	721 70	714 86	21 31	18 84	10 58	693 55	696 02	704 28
05-26-99	721 71	714 86	21 32	18 92	10 56	693 54	695 94	704 30
05-27-99	721 72	714 86	21 34	18 93	10 58	693 52	695 93	704 28
05-28-99	721 73	714 86	21 36	18 96	10 48	693 50	695 90	704 38
05-29-99	721 73	714 86	21 36	19 00	10 45	693 50	695 86	704 41
05-30-99	721 74	714 86	21 38	19 02	10 47	693 48	695 84	704 39
05-31-99	721 74	714 86	21 36	18 98	10 46	693 50	695 88	704 40
06-01-99	721 77	714 86	21 42	19 26	10 63	693 44	695 60	704 23
06-02-99	721 80	714 86	21 36	19 29	10 60	693 50	695 57	704 26
06-03-99	721 80	714 86	21 30	19 36	10 51	693 56	695 50	704 35
06-04-99	721 84	714 86	21 32	19 29	10 58	693 54	695 57	704 28
06-05-99	721 84	714 86	21 37	19 34	10 54	693 49	695 52	704 32
06-06-99	721 85	714 86	21 36	19 64	10 32	693 50	695 22	704 54
06-07-99	721 85	714 86	21 32	19 39	10 38	693 54	695 47	704 48
06-08-99	721 86	714 86	21 36	19 80	10 30	693 50	695 06	704 56
06-09-99	721 86	714 86	21 28	19 72	9 75	693 58	695 14	705 11
06-10-99	721 86	714 86	21 34	19 76	10 09	693 52	695 10	704 77
06-11-99	721 87	714 86	21 36	19 77	10 24	693 50	695 09	704 62
06-12-99	721 87	714 86	21 35	19 69	10 09	693 51	695 17	704 77
06-13-99	721 88	714 86	21 33	19 79	10 23	693 53	695 07	704 63
06-14-99	721 90	714 86	21 27	20 08	10 11	693 59	694 78	704 75
07-10-99	721 90	714 86	21 23	21 38	10 14	693 63	693 48	704 72
07-17-99		714 86	21 23	21 38	10 14	693 63	693 48	704 72
07-29-99		714 86	21 24	20 67	10 21	693 62	694 19	704 65
08-06-99		714 86	21 26	20 73	10 30	693 60	694 13	704 56
08-28-99	722 68	714 86	21 30	20 82	10 42	693 56	694 04	704 44
09-04-99	722 62	714 86	21 32	20 82	10 52	693 54	694 04	704 34
09-11-99	722 59	714 86	21 28	20 79	10 52	693 58	694 07	704 34
09-18-99	722 48	714 86	21 30	20 80	10 51	693 56	694 06	704 35
09-25-99	722 41	714 86	21 26	20 83	10 59	693 60	694 03	704 27
10-02-99	722 34	714 86	21 30	20 91	10 72	693 56	693 95	704 14
10-09-99	722 27	714 86	21 33	20 97	10 76	693 53	693 89	704 10
10-16-99	722 20	714 86	21 32	20 92	10 79	693 54	693 94	704 07
10-23-99	722 13	714 86	21 30	20 90	10 81	693 58	693 96	704 05
10-30-99	722 06	714 86	21 30	21 02	10 87	693 56	693 84	703 99

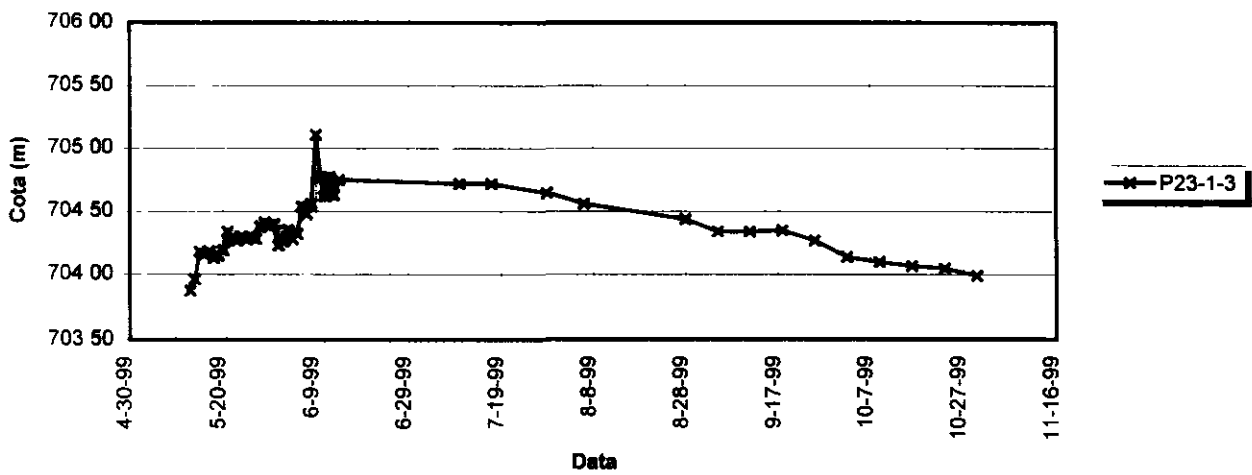
Níveis Hidrostáticos no Piezômetro P23-1-1



Níveis Hidrostáticos no Piezômetro P23-1-2



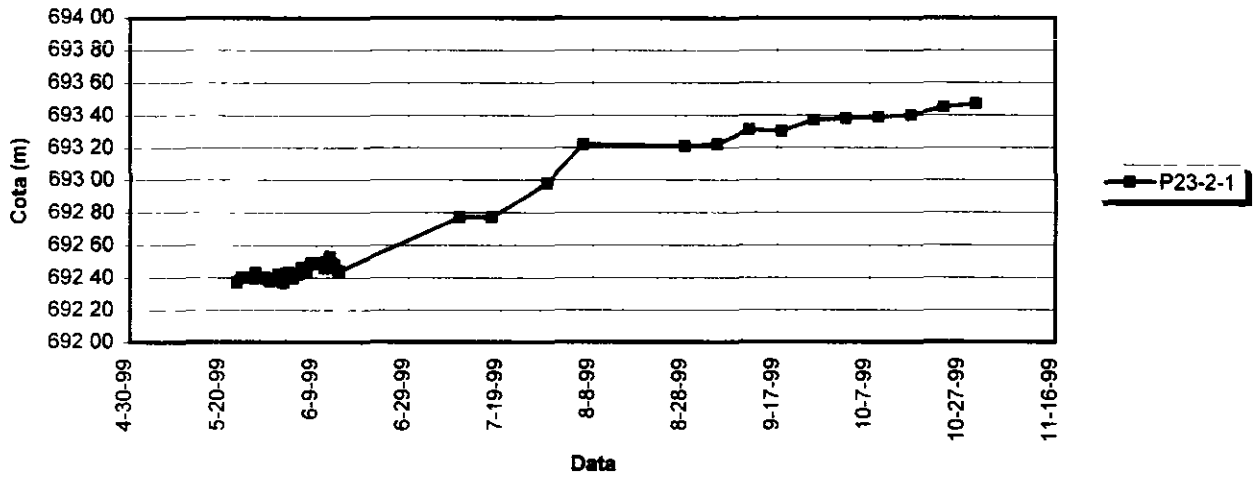
Níveis Hidrostáticos no Piezômetro P23-1-3



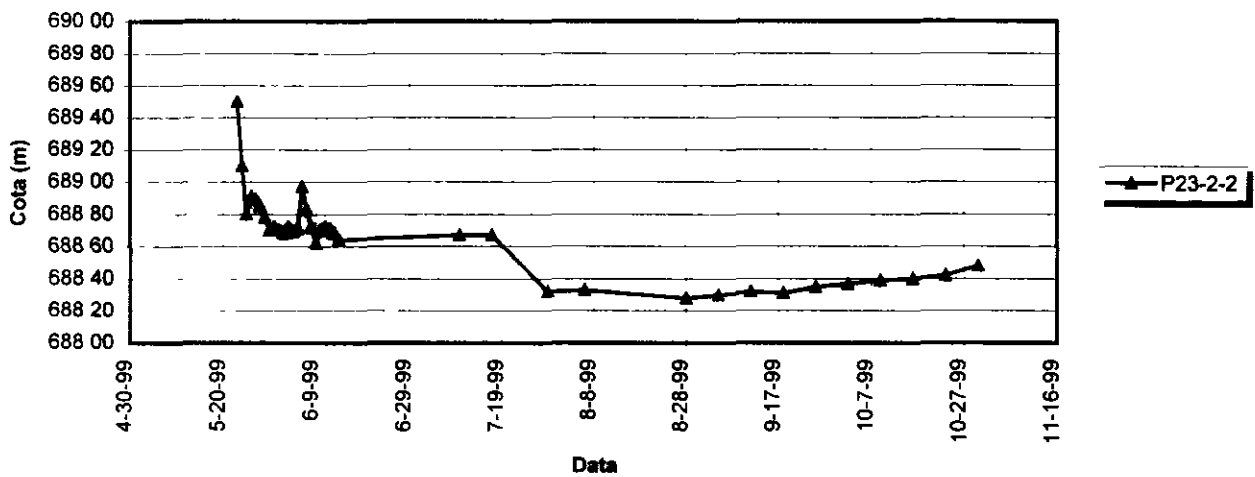
Leituras e cotas piezométricas dos piezômetros P23 2 1, P23 2 2 e P23 2 3

Data	NAA	P23-2						
		Cota boca	1 00	2 00	3 00	1 00	2 00	3 00
			Leitura	Leitura	Leitura	Cota água	Cota água	Cota água
05-13-99	721 27	704 4	-	-	-	-	-	-
05-14-99	721 30	704 4	-	-	-	-	-	-
05-15-99	721 32	704 4	-	-	-	-	-	-
05-16-99	721 34	704 4	-	-	-	-	-	-
05-17-99	721 39	704 4	-	-	-	-	-	-
05-18-99	721 47	704 4	-	-	-	-	-	-
05-19-99	721 52	704 4	-	-	-	-	-	-
05-20-99	721 58	704 4	-	-	-	-	-	-
05-21-99	721 60	704 4	-	-	-	-	-	-
05-22-99	721 62	704 4	-	-	-	-	-	-
05-23-99	721 65	704 4	12 03	14 90	16 49	692 37	689 50	687 91
05-24-99	721 67	704 4	12 00	15 30	16 45	692 40	689 10	687 95
05-25-99	721 70	704 4	12 00	15 60	16 50	692 40	688 80	687 90
05-26-99	721 71	704 4	12 00	15 49	16 47	692 40	688 91	687 93
05-27-99	721 72	704 4	11 97	15 51	16 38	692 43	688 89	688 02
05-28-99	721 73	704 4	12 00	15 55	16 36	692 40	688 85	688 04
05-29-99	721 73	704 4	12 00	15 62	16 35	692 40	688 78	688 05
05-30-99	721 74	704 4	12 02	15 70	16 36	692 38	688 70	688 04
05-31-99	721 74	704 4	12 01	15 68	16 36	692 39	688 72	688 04
06-01-99	721 77	704 4	11 98	15 70	16 27	692 42	688 70	688 13
06-02-99	721 80	704 4	12 03	15 72	16 29	692 37	688 68	688 11
06-03-99	721 80	704 4	11 97	15 68	16 34	692 43	688 72	688 06
06-04-99	721 84	704 4	12 00	15 71	16 35	692 40	688 69	688 05
06-05-99	721 84	704 4	11 98	15 69	16 24	692 42	688 71	688 16
06-06-99	721 85	704 4	11 94	15 43	16 26	692 46	688 97	688 14
06-07-99	721 85	704 4	11 96	15 57	16 29	692 44	688 83	688 11
06-08-99	721 86	704 4	11 91	15 68	16 31	692 49	688 72	688 09
06-09-99	721 86	704 4	11 91	15 78	16 18	692 49	688 62	688 22
06-10-99	721 86	704 4	11 91	15 70	16 18	692 49	688 70	688 22
06-11-99	721 87	704 4	11 94	15 68	16 21	692 46	688 72	688 19
06-12-99	721 87	704 4	11 87	15 69	16 19	692 53	688 71	688 21
06-13-99	721 88	704 4	11 92	15 72	16 20	692 48	688 68	688 20
06-14-99	721 90	704 4	11 96	15 76	16 17	692 44	688 64	688 23
07-10-99	721 90	704 4	11 63	15 73	16 08	692 77	688 67	688 32
07-17-99		704 4	11 63	15 73	16 08	692 77	688 67	688 32
07-29-99		704 4	11 42	16 08	16 40	692 98	688 32	688 00
08-06-99		704 4	11 18	16 07	16 05	693 22	688 33	688 35
08-28-99	722 68	704 4	11 19	16 12	16 14	693 21	688 28	688 26
09-04-99	722 62	704 4	11 18	16 10	16 12	693 22	688 30	688 28
09-11-99	722 59	704 4	11 09	16 08	16 04	693 31	688 32	688 36
09-18-99	722 48	704 4	11 10	16 09	16 05	693 30	688 31	688 35
09-25-99	722 41	704 4	11 03	16 05	16 04	693 37	688 35	688 36
10-02-99	722 34	704 4	11 02	16 03	16 08	693 38	688 37	688 32
10-09-99	722 27	704 4	11 01	16 01	16 10	693 39	688 39	688 30
10-16-99	722 20	704 4	11 00	16 00	16 03	693 40	688 40	688 37
10-23-99	722 13	704 4	10 95	15 98	16 00	693 45	688 42	688 40
10-30-99	722 06	704 4	10 93	15 92	16 04	693 47	688 48	688 36

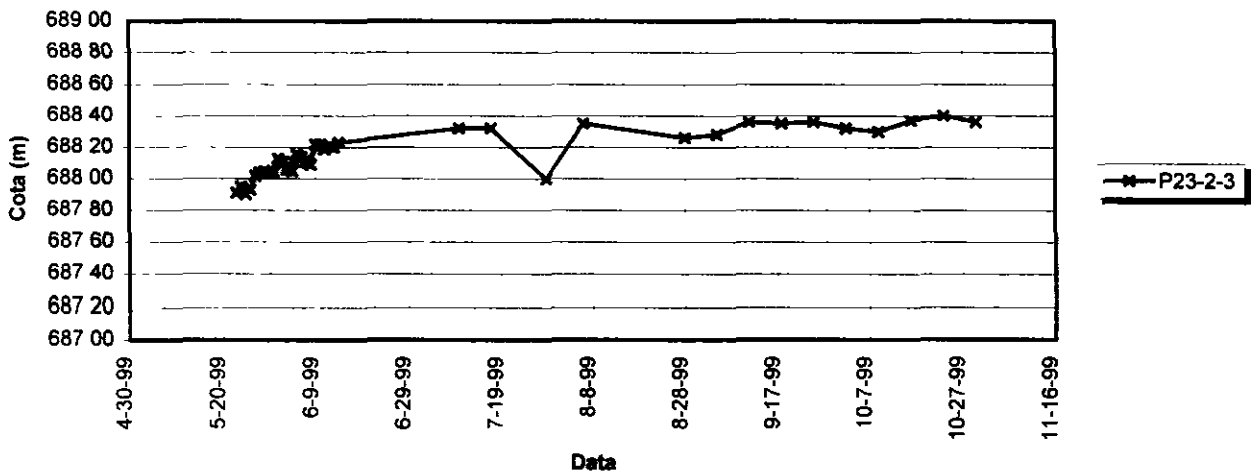
Níveis Hidrostáticos no Piezômetro P23-2-1



Níveis Hidrostáticos no Piezômetro P23-2-2



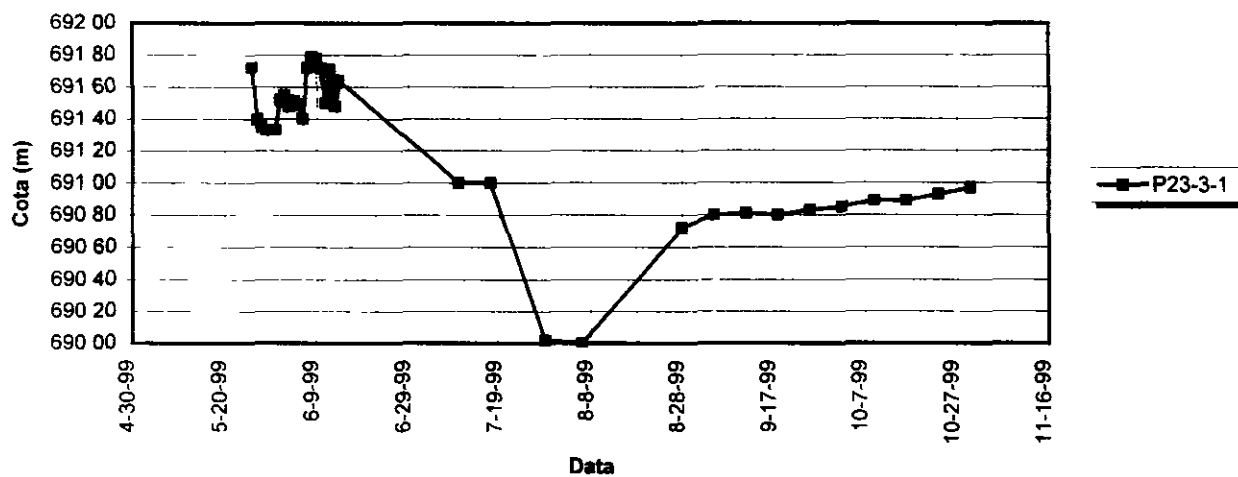
Níveis Hidrostáticos no Piezômetro P23-2-3



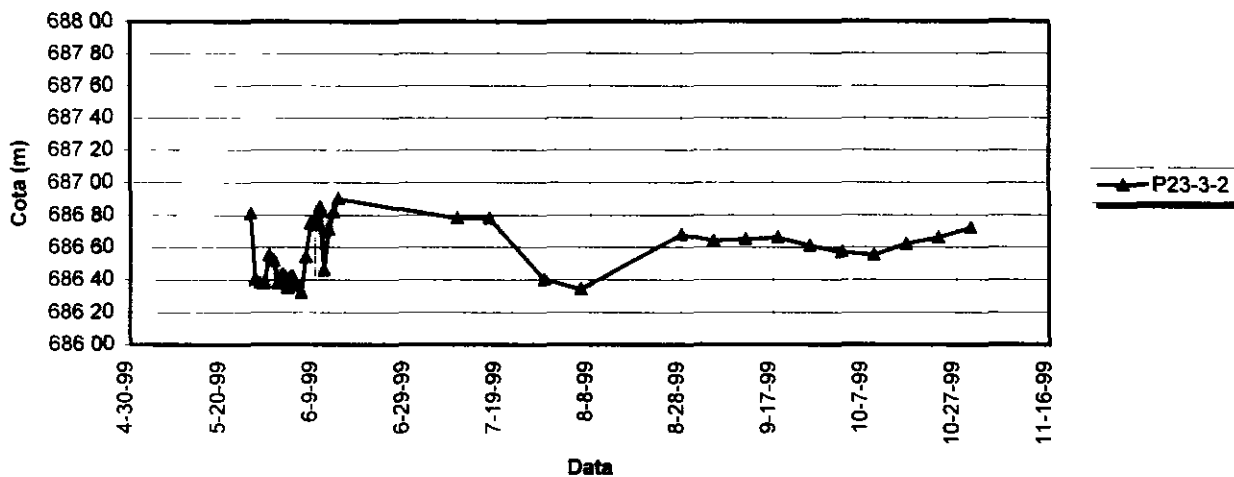
Leituras e cotas piezométricas dos piezômetros P23 3 1, P23 3 2 e P23 3 3

Data	NAA	P23-3						
		Cota boca	1 00	2.00	3 00	1 00	2 00	3
			Leitura	Leitura	Leitura	Cota água	Cota água	Cota água
05-13-99	721 27	698 2	-	-	-	-	-	-
05-14-99	721 30	698 2	-	-	-	-	-	-
05-15-99	721 32	698 2	-	-	-	-	-	-
05-16-99	721 34	698 2	-	-	-	-	-	-
05-17-99	721 39	698 2	-	-	-	-	-	-
05-18-99	721 47	698 2	-	-	-	-	-	-
05-19-99	721 52	698 2	-	-	-	-	-	-
05-20-99	721 58	698 2	-	-	-	-	-	-
05-21-99	721 60	698 2	-	-	-	-	-	-
05-22-99	721 62	698 2	-	-	-	-	-	-
05-23-99	721 65	698 2	-	-	-	-	-	-
05-24-99	721 67	698 2	-	-	-	-	-	-
05-25-99	721 70	698 2	-	-	-	-	-	-
05-26-99	721 71	698 2	6 48	11 39	12 38	691 72	686 81	685 82
05-27-99	721 72	698 2	6 80	11 80	12 63	691 40	686 40	685 57
05-28-99	721 73	698 2	6 85	11 82	12 98	691 35	686 38	685 22
05-29-99	721 73	698 2	6 87	11 82	12 95	691 33	686 38	685 25
05-30-99	721 74	698 2	6 87	11 65	12 93	691 33	686 55	685 27
05-31-99	721 74	698 2	6 87	11 68	12 95	691 33	686 52	685 25
06-01-99	721 77	698 2	6 68	11 82	12 97	691 52	686 38	685 23
06-02-99	721 80	698 2	6 65	11 77	12 80	691 55	686 43	685 40
06-03-99	721 80	698 2	6 72	11 85	12 81	691 48	686 35	685 39
06-04-99	721 84	698 2	6 69	11 78	12 74	691 51	686 42	685 46
06-05-99	721 84	698 2	6 71	11 83	12 67	691 49	686 37	685 53
06-06-99	721 85	698 2	6 80	11 88	12 70	691 40	686 32	685 50
06-07-99	721 85	698 2	6 48	11 66	12 70	691 72	686 54	685 50
06-08-99	721 86	698 2	6 41	11 45	12 70	691 79	686 75	685 50
06-09-99	721 86	698 2	6 42	11 46	12 70	691 78	686 74	685 50
06-10-99	721 86	698 2	6 48	11 35	12 69	691 72	686 85	685 51
06-11-99	721 87	698 2	6 70	11 74	12 70	691 50	686 46	685 50
06-12-99	721 87	698 2	6 49	11 49	12 74	691 71	686 71	685 46
06-13-99	721 88	698 2	6 72	11 38	12 71	691 48	686 82	685 49
06-14-99	721 90	698 2	6 56	11 30	12 76	691 64	686 90	685 44
07-10-99	721 90	698 2	7 20	11 42	12 56	691 00	686 78	685 64
07-17-99		698 2	7 20	11 42	12 56	691 00	686 78	685 64
07-29-99		698 2	8 18	11 80	12 56	690 02	686 40	685 64
08-06-99		698 2	8 20	11 86	12 56	690 00	686 34	685 64
08-28-99	722 68	698 2	7 48	11 52	12 61	690 72	686 68	685 59
09-04-99	722 62	698 2	7 40	11 56	12 66	690 80	686 64	685 54
09-11-99	722 59	698 2	7 39	11 55	12 64	690 81	686 65	685 56
09-18-99	722 48	698 2	7 40	11 54	12 63	690 80	686 66	685 57
09-25-99	722 41	698 2	7 37	11 59	12 60	690 83	686 61	685 60
10-02-99	722 34	698 2	7 35	11 63	12 63	690 85	686 57	685 57
10-09-99	722 27	698 2	7 31	11 65	12 65	690 89	686 55	685 55
10-16-99	722 20	698 2	7 31	11 58	12 60	690 89	686 62	685 60
10-23-99	722 13	698 2	7 27	11 54	12 60	690 93	686 66	685 60
10-30-99	722 06	698 20	7 23	11 48	12 49	690 97	686 72	685 71

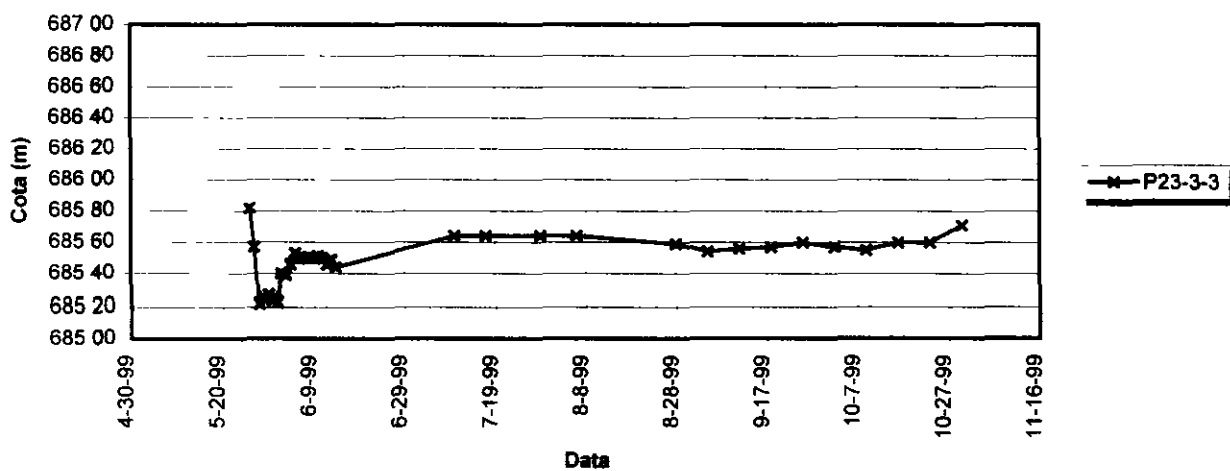
Níveis Piezométricos no Piezômetro P23-3-1



Níveis Piezométricos no Piezômetro P23-3-2



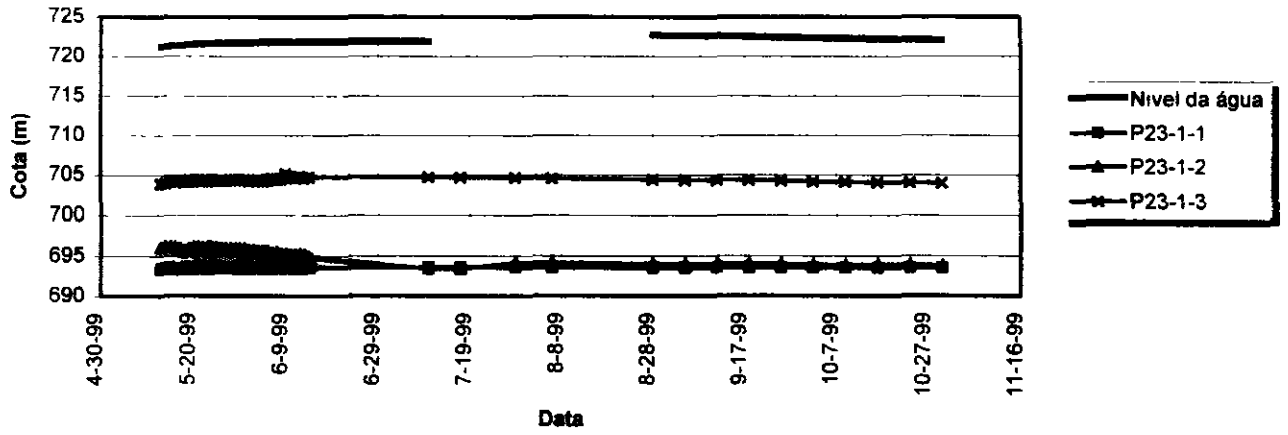
Níveis Piezométricos no Piezômetro P23-3-3



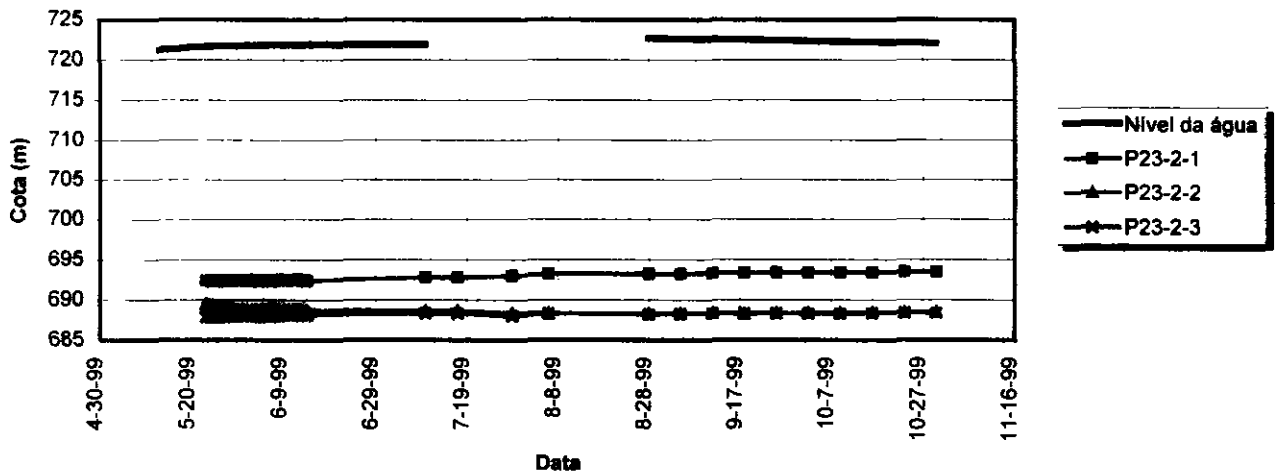
Leituras e cotas piezométricas dos piezômetros instalados na sondagem SM05

Data	NAA	SM-05				
		Cota boca	1	2	1	2
			Leitura	Leitura	Cota água	Cota água
05-13-99	721 27	725 0 -	-	-	-	-
05-14-99	721 30	725 0 -	-	-	-	-
05-15-99	721 32	725 0 -	-	-	-	-
05-16-99	721 34	725 0 -	-	-	-	-
05-17-99	721 39	725 0 -	-	-	-	-
05-18-99	721 47	725 0 -	-	-	-	-
05-19-99	721 52	725 0 -	-	-	-	-
05-20-99	721 58	725 0 -	-	-	-	-
05-21-99	721 60	725 0 -	-	-	-	-
05-22-99	721 62	725 0 -	-	-	-	-
05-23-99	721 65	725 0 -	-	-	-	-
05-24-99	721 67	725 0 -	-	-	-	-
05-25-99	721 70	725 0 -	-	-	-	-
05-26-99	721 71	725 0	6 48	11 39	718 52	713 61
05-27-99	721 72	725 0	6 80	11 80	718 20	713 20
05-28-99	721 73	725 0	6 85	11 82	718 15	713 18
05-29-99	721 73	725 0	6 87	11 82	718 13	713 18
05-30-99	721 74	725 0	6 87	11 65	718 13	713 35
05-31-99	721 74	725 0	6 87	11 68	718 13	713 32
06-01-99	721 77	725 0	6 68	11 82	718 32	713 18
06-02-99	721 80	725 0	6 65	11 77	718 35	713 23
06-03-99	721 80	725 0	6 72	11 85	718 28	713 15
06-04-99	721 84	725 0	6 69	11 78	718 31	713 22
06-05-99	721 84	725 0	6 71	11 83	718 29	713 17
06-06-99	721 85	725 0	6 80	11 88	718 20	713 12
06-07-99	721 85	725 0	6 48	11 66	718 52	713 34
06-08-99	721 86	725 0	6 41	11 45	718 59	713 55
06-09-99	721 86	725 0	6 42	11 46	718 58	713 54
06-10-99	721 86	725 0			716 83	714 40
06-11-99	721 87	725 0			716 77	714 09
06-12-99	721 87	725 0			716 79	714 02
06-13-99	721 88	725 0			716 78	714 09
06-14-99	721 90	725 0			716 87	714 53
07-10-99	721 90	725 0	8 08	10 23	716 92	714 77
07-17-99		725 0	8 08	10 23	716 92	714 77
07-29-99		725 0	8 23	9 94	716 77	715 06
08-06-99		725 0	8 27	9 94	716 73	715 06
08-28-99	722 68	725 0	8 40	10 00	716 60	715 00
09-04-99	722 62	725 0	8 52	10 07	716 48	714 93
09-11-99	722 59	725 0	8 51	10 07	716 49	714 93
09-18-99	722 48	725 0	8 53	10 08	716 47	714 92
09-25-99	722 41	725 0	8 69	10 14	716 31	714 86
10-02-99	722 34	725 0	8 77	10 22	716 23	714 78
10-09-99	722 27	725 0	8 79	10 25	716 21	714 75
10-16-99	722 20	725 0	8 84	10 27	716 16	714 73
10-23-99	722 13	725 0	8 88	10 30	716 12	714 70
10-30-99	722 06	725 0	9 00	10 38	716 00	714 62

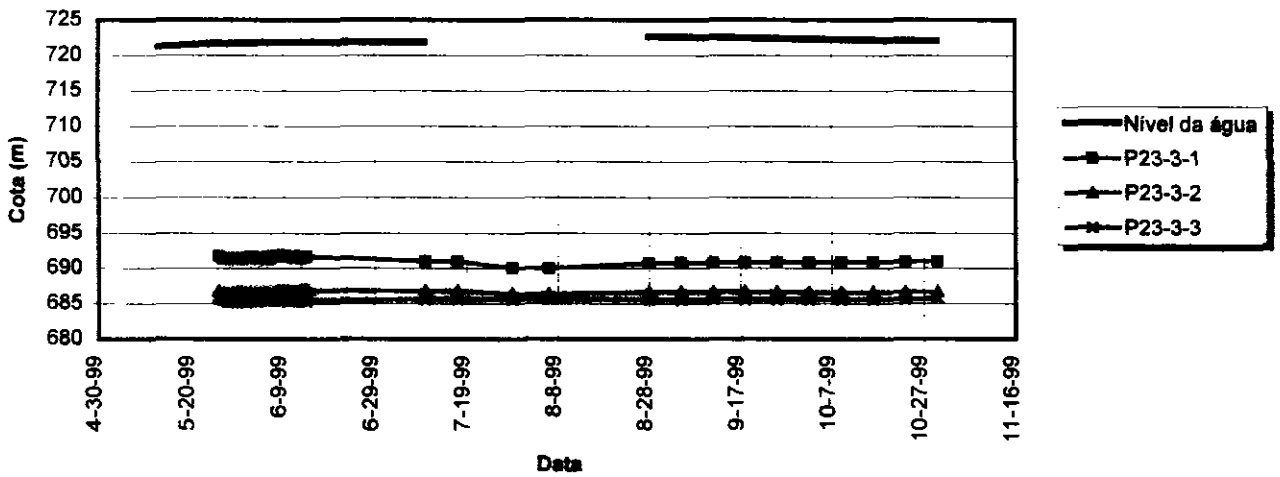
**Cota do Reservatório Níveis Piezométricos no Perfil P23
(Piezômetros P23-1)**



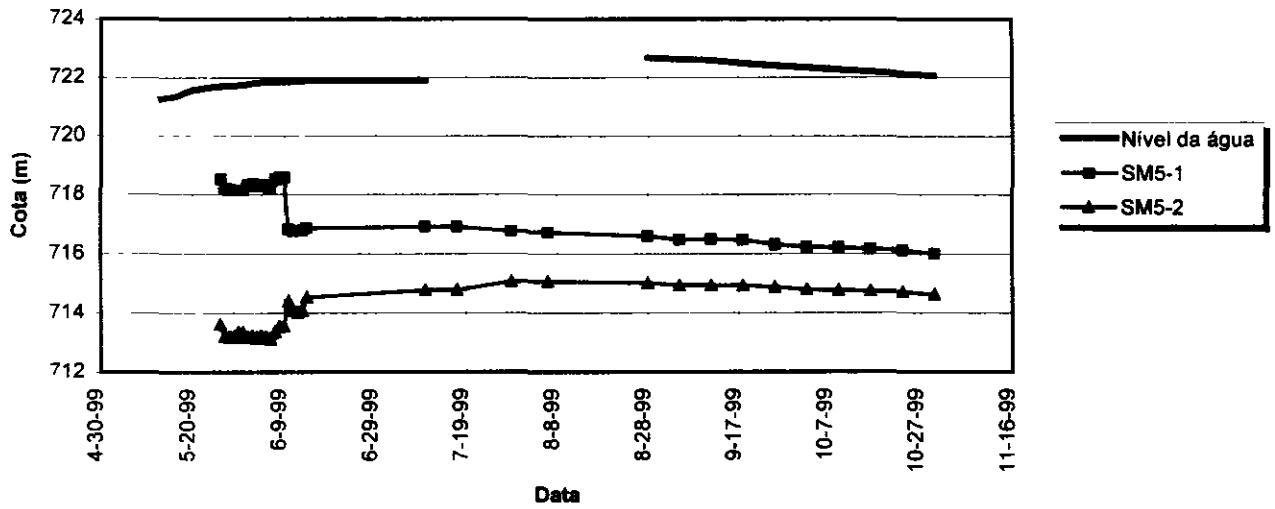
**Cota do Reservatório e Níveis Piezométricos no Perfil P23
(Piezômetros P23-2)**



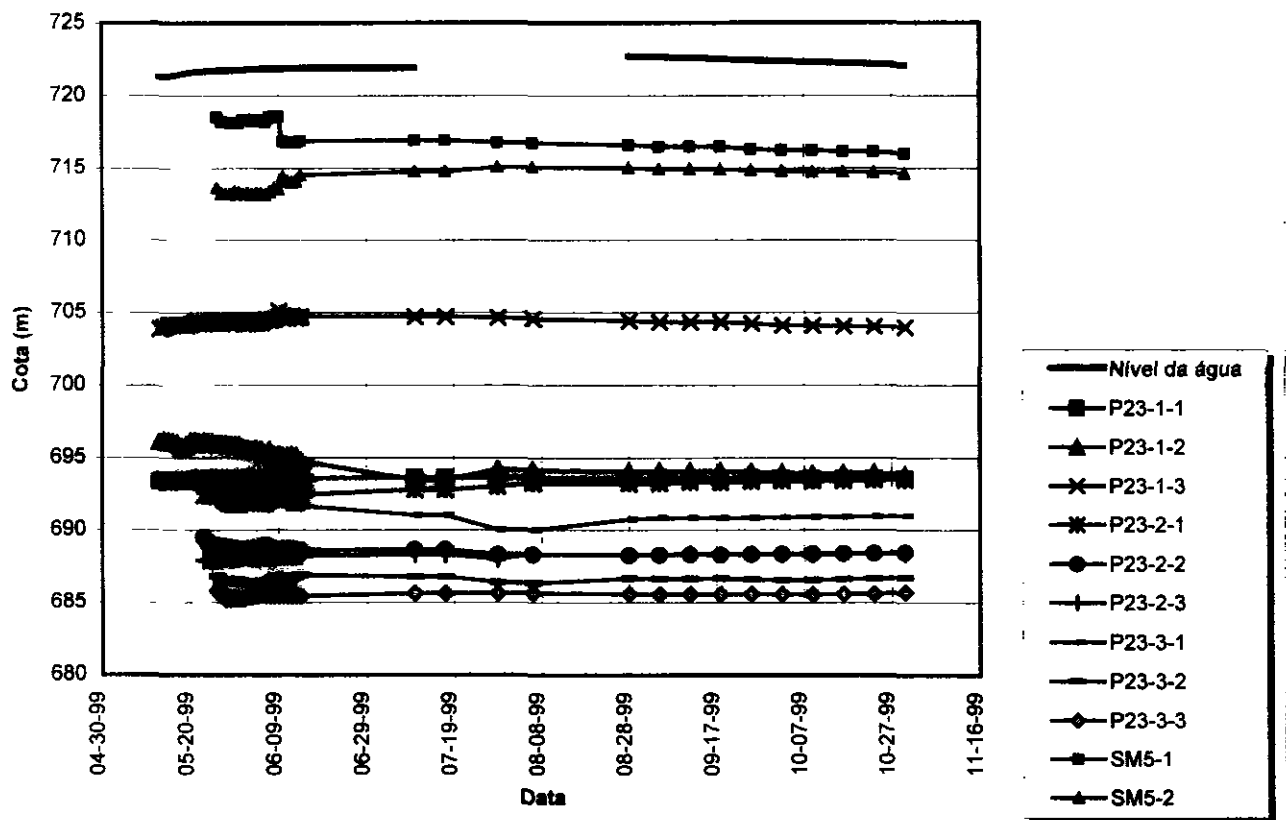
**Cota do reservatório e Níveis Piezométricos no Perfil P23
(Piezômetros P23-3)**



**Cota do Reservatório e Níveis Piezométricos no Perfil P23
(Sondagem SM-05)**



Cota do Reservatório e Níveis nos Piezômetros no Perfil P23



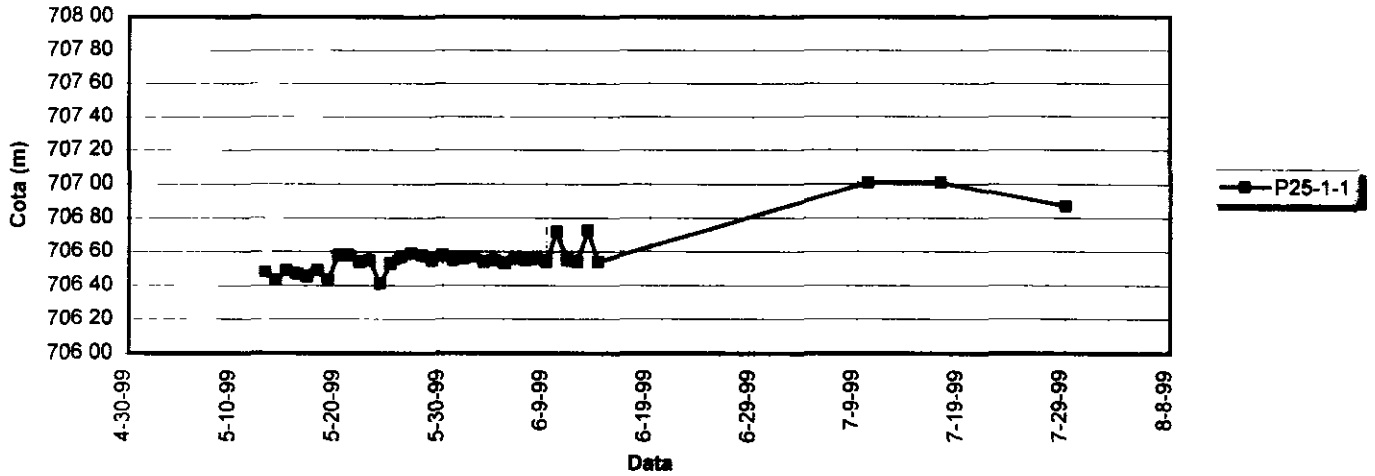
**PIEZÓMETROS INSTALADOS NO
PERFIL P25**

LEITURAS DE 13.05.99 A 29.07.99

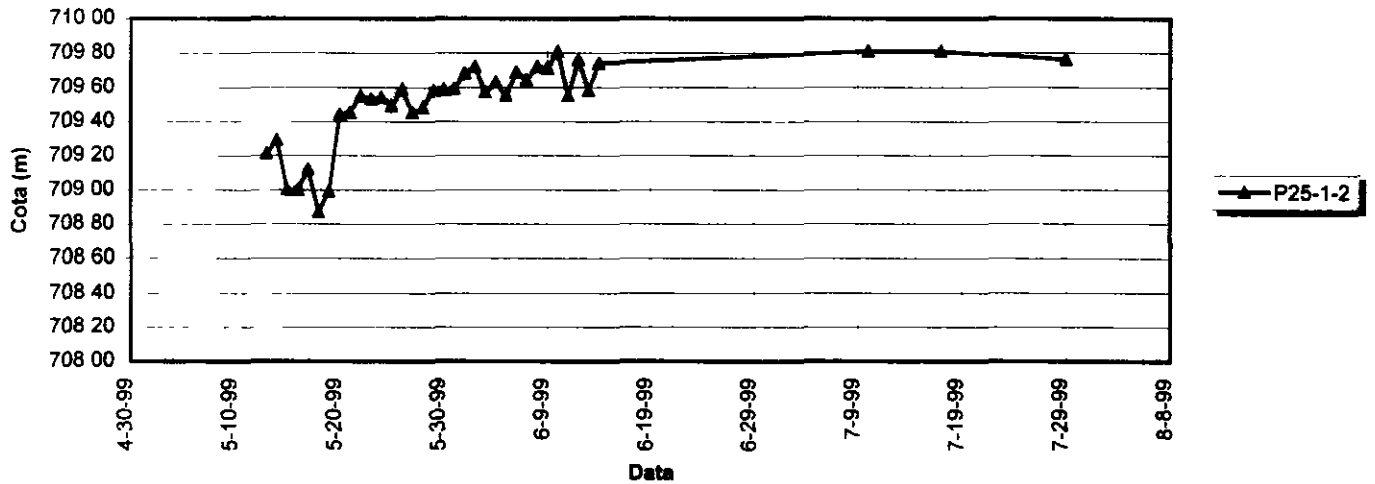
Leituras e cotas piezométricas dos piezômetros P25 1 1, P25 1 2 e P25 1 3

Data	NAA	P25-1						
		Cota boca	1	2	3	1	2	3
			Leitura	Leitura	Leitura	Cota água	Cota água	Cota água
05-13-99	721 27	722 25	15 77	13 04	-	706 48	709 21	
05-14-99	721 30	722 25	15 82	12 96	-	706 43	709 29	
05-15-99	721 32	722 25	15 76	13 25	-	706 49	709 00	
05-16-99	721 34	722 25	15 78	13 25	-	706 47	709 00	
05-17-99	721 39	722 25	15 80	13 13	-	706 45	709 12	
05-18-99	721 47	722 25	15 76	13 38	-	706 49	708 87	
05-19-99	721 52	722 25	15 82	13 26	-	706 43	708 99	
05-20-99	721 58	722 25	15 67	12 81	-	706 58	709 44	
05-21-99	721 60	722 25	15 67	12 80	-	706 58	709 45	
05-22-99	721 62	722 25	15 71	12 70	-	706 54	709 55	
05-23-99	721 65	722 25	15 70	12 72	-	706 55	709 53	
05-24-99	721 67	722 25	15 84	12 71	-	706 41	709 54	
05-25-99	721 70	722 25	15 72	12 76	-	706 53	709 49	
05-26-99	721 71	722 25	15 68	12 66	-	706 57	709 59	
05-27-99	721 72	722 25	15 66	12 80	-	706 59	709 45	
05-28-99	721 73	722 25	15 67	12 77	-	706 58	709 48	
05-29-99	721 73	722 25	15 70	12 67	-	706 55	709 58	
05-30-99	721 74	722 25	15 67	12 67	-	706 58	709 58	
05-31-99	721 74	722 25	15 70	12 66	-	706 55	709 59	
06-01-99	721 77	722 25	15 69	12 57	15 48	706 56	709 68	706 77
06-02-99	721 80	722 25	15 68	12 53	15 46	706 57	709 72	706 79
06-03-99	721 80	722 25	15 71	12 68	15 49	706 54	709 57	706 76
06-04-99	721 84	722 25	15 70	12 62	15 39	706 55	709 63	706 86
06-05-99	721 84	722 25	15 72	12 70	15 37	706 53	709 55	706 88
06-06-99	721 85	722 25	15 69	12 56	15 37	706 56	709 69	706 88
06-07-99	721 85	722 25	15 70	12 61	15 35	706 55	709 64	706 90
06-08-99	721 86	722 25	15 69	12 53	15 33	706 56	709 72	706 92
06-09-99	721 86	722 25	15 71	12 54	15 32	706 54	709 71	706 93
06-10-99	721 86	722 25	15 53	12 44	15 43	706 72	709 81	706 82
06-11-99	721 87	722 25	15 70	12 70	15 38	706 55	709 55	706 87
06-12-99	721 87	722 25	15 71	12 49	15 32	706 54	709 76	706 93
06-13-99	721 88	722 25	15 52	12 67	15 40	706 73	709 58	706 85
06-14-99	721 90	722 25	15 71	12 51	15 33	706 54	709 74	706 92
07-10-99	721 90	722 25	15 24	12 44	15 28	707 01	709 81	706 97
07-17-99		722 25	15 24	12 44	15 28	707 01	709 81	706 97
07-29-99		722 25	15 38	12 49	15 30	706 87	709 76	706 95

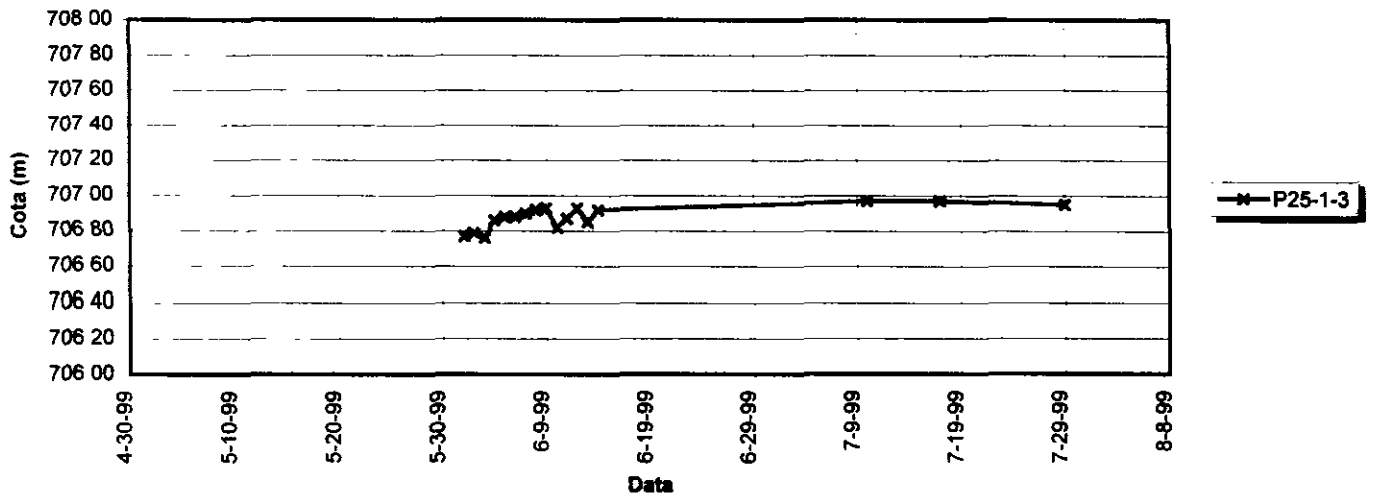
Níveis Piezométricos no Piezômetro P25-1-1



Níveis Piezométricos no Piezômetro P25-1-2



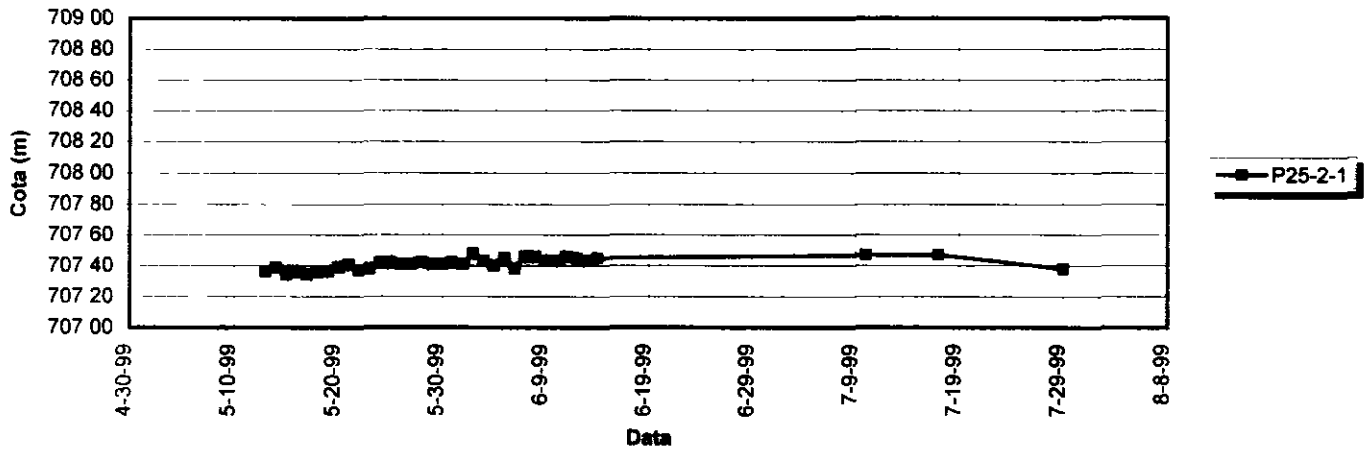
Níveis Piezométricos no Piezômetro P25-1-3



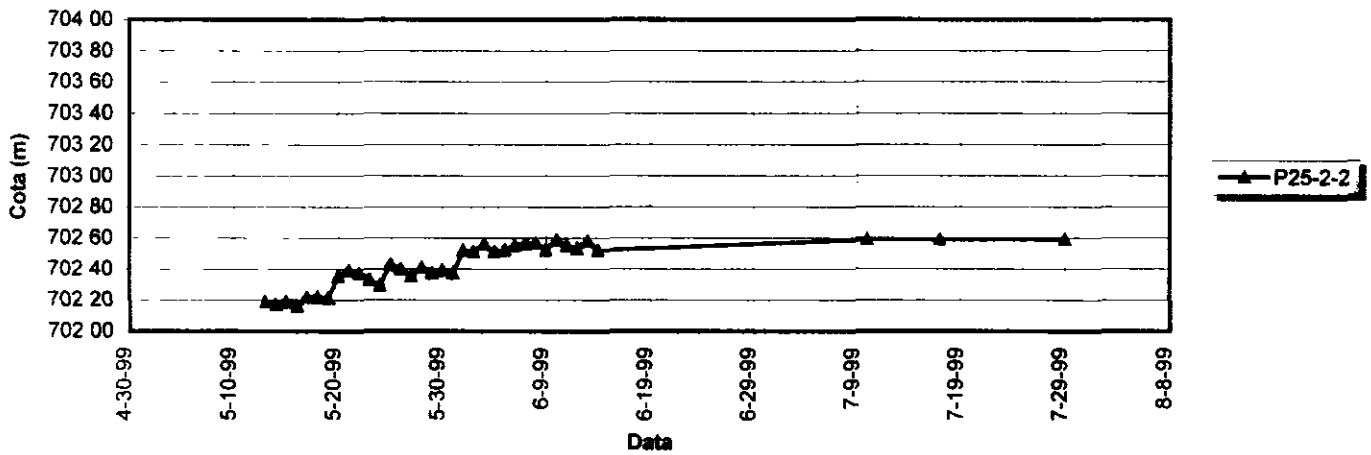
Leituras e cotas piezométricas dos piezômetros P25 2 1, P25 2 2 e P25 2 3

Data	NAA	P25-2						
		Cota boca	1	2	3	1	2	3
			Leitura	Leitura	Leitura	Cota água	Cota água	Cota água
05-13-99	721 27	715 73	8 37	13 54	10 70	707 36	702 19	
05-14-99	721 30	715 73	8 34	13 56	10 80	707 39	702 17	704 93
05-15-99	721 32	715 73	8 39	13 54	10 86	707 34	702 19	704 87
05-16-99	721 34	715 73	8 37	13 57	10 80	707 36	702 16	704 93
05-17-99	721 39	715 73	8 39	13 51	10 78	707 34	702 22	704 95
05-18-99	721 47	715 73	8 37	13 51	10 71	707 36	702 22	705 02
05-19-99	721 52	715 73	8 37	13 52	10 80	707 36	702 21	704 93
05-20-99	721 58	715 73	8 34	13 38	10 47	707 39	702 35	705 26
05-21-99	721 60	715 73	8 32	13 34	10 51	707 41	702 39	705 22
05-22-99	721 62	715 73	8 36	13 36	10 47	707 37	702 37	705 26
05-23-99	721 65	715 73	8 35	13 40	10 50	707 38	702 33	705 23
05-24-99	721 67	715 73	8 31	13 44	10 52	707 42	702 29	705 21
05-25-99	721 70	715 73	8 31	13 30	10 48	707 42	702 43	705 25
05-26-99	721 71	715 73	8 32	13 33	10 54	707 41	702 40	705 19
05-27-99	721 72	715 73	8 32	13 38	10 50	707 41	702 35	705 23
05-28-99	721 73	715 73	8 31	13 32	10 48	707 42	702 41	705 25
05-29-99	721 73	715 73	8 32	13 36	10 44	707 41	702 37	705 29
05-30-99	721 74	715 73	8 32	13 34	10 46	707 41	702 39	705 27
05-31-99	721 74	715 73	8 31	13 36	10 44	707 42	702 37	705 29
06-01-99	721 77	715 73	8 32	13 21	10 32	707 41	702 52	705 41
06-02-99	721 80	715 73	8 25	13 22	10 29	707 48	702 51	705 44
06-03-99	721 80	715 73	8 30	13 17	10 29	707 43	702 56	705 44
06-04-99	721 84	715 73	8 33	13 22	10 31	707 40	702 51	705 42
06-05-99	721 84	715 73	8 28	13 21	10 35	707 45	702 52	705 38
06-06-99	721 85	715 73	8 35	13 18	10 29	707 38	702 55	705 44
06-07-99	721 85	715 73	8 27	13 17	10 33	707 46	702 56	705 40
06-08-99	721 86	715 73	8 27	13 16	10 34	707 46	702 57	705 39
06-09-99	721 86	715 73	8 30	13 21	10 27	707 43	702 52	705 46
06-10-99	721 86	715 73	8 30	13 14	10 26	707 43	702 59	705 47
06-11-99	721 87	715 73	8 27	13 18	10 32	707 46	702 55	705 41
06-12-99	721 87	715 73	8 28	13 20	10 38	707 45	702 53	705 35
06-13-99	721 88	715 73	8 30	13 15	10 31	707 43	702 58	705 42
06-14-99	721 90	715 73	8 28	13 21	10 40	707 45	702 52	705 33
07-10-99	721 90	715 73	8 26	13 14	10 24	707 47	702 59	705 49
07-17-99		715 73	8 26	13 14	10 24	707 47	702 59	705 49
07-29-99		715 73	8 35	13 14	9 74	707 38	702 59	705 99

Níveis Piezométricos Piezômetro P25-2-1



Níveis Piezométricos Piezômetro P25-2-2



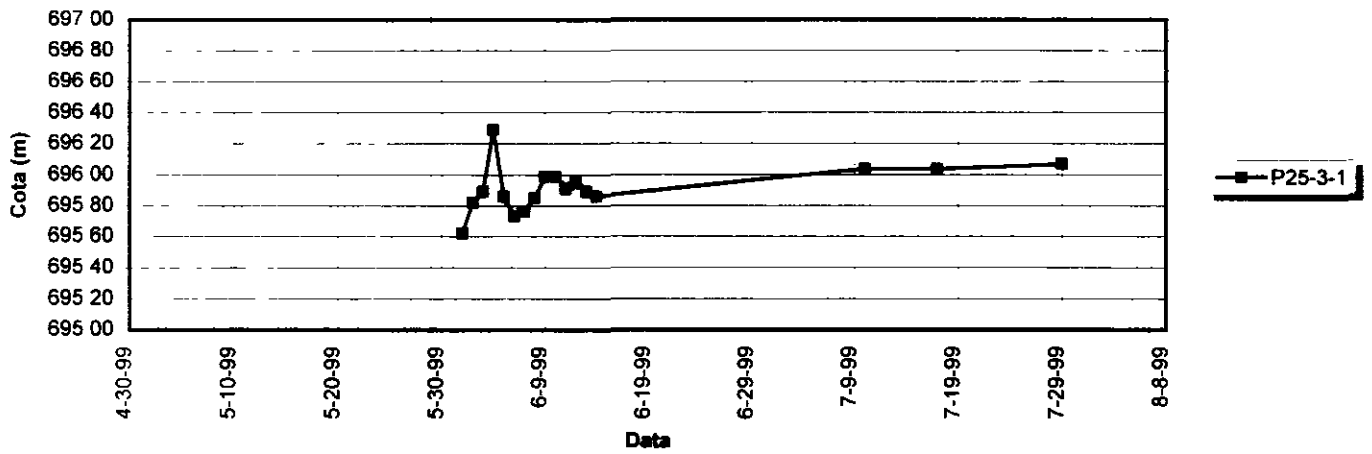
Níveis Piezométricos Piezômetro P25-2-3



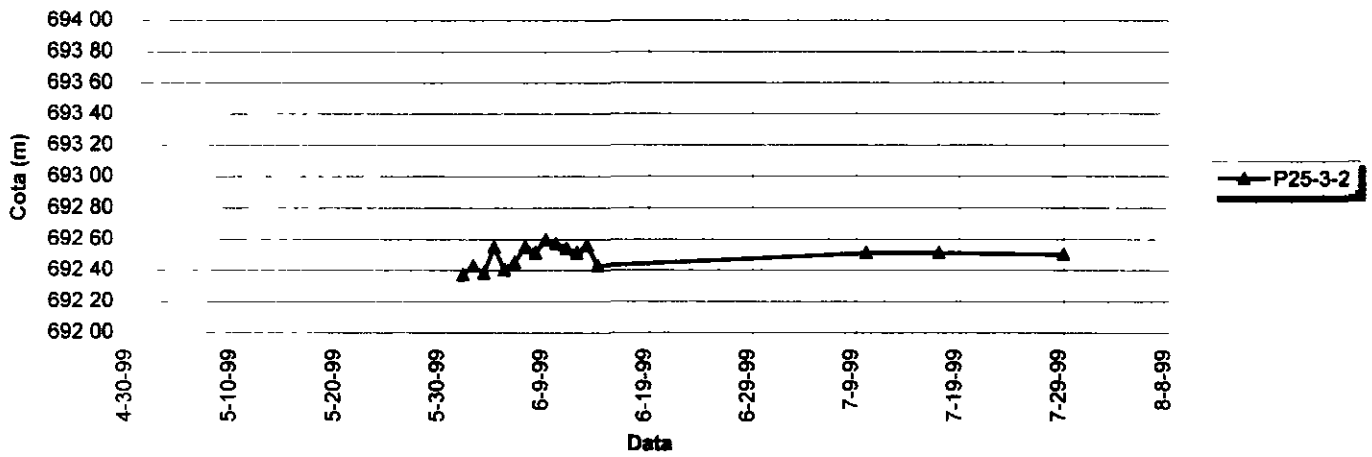
Leituras e cotas piezométricas dos piezômetros P25 3 1, P25 3 2 e P25 3 3

Data	NAA	P25-3						
		Cota boca	1	2	3	1	2	3
			Leitura	Leitura	Leitura	Cota água	Cota água	Cota água
05-13-99	721 27	701 24	-	-	-	-	-	-
05-14-99	721 30	701 24	-	-	-	-	-	-
05-15-99	721 32	701 24	-	-	-	-	-	-
05-16-99	721 34	701 24	-	-	-	-	-	-
05-17-99	721 39	701 24	-	-	-	-	-	-
05-18-99	721 47	701 24	-	-	-	-	-	-
05-19-99	721 52	701 24	-	-	-	-	-	-
05-20-99	721 58	701 24	-	-	-	-	-	-
05-21-99	721 60	701 24	-	-	-	-	-	-
05-22-99	721 62	701 24	-	-	-	-	-	-
05-23-99	721 65	701 24	-	-	-	-	-	-
05-24-99	721 67	701 24	-	-	-	-	-	-
05-25-99	721 70	701 24	-	-	-	-	-	-
05-26-99	721 71	701 24	-	-	-	-	-	-
05-27-99	721 72	701 24	-	-	-	-	-	-
05-28-99	721 73	701 24	-	-	-	-	-	-
05-29-99	721 73	701 24	-	-	-	-	-	-
05-30-99	721 74	701 24	-	-	-	-	-	-
05-31-99	721 74	701 24	-	-	-	-	-	-
06-01-99	721 77	701 24	5 62	8 87	9 84	695 62	692 37	691 40
06-02-99	721 80	701 24	5 42	8 81	9 77	695 82	692 43	691 47
06-03-99	721 80	701 24	5 35	8 86	9 88	695 89	692 38	691 36
06-04-99	721 84	701 24	4 95	8 69	10 00	696 29	692 55	691 24
06-05-99	721 84	701 24	5 38	8 84	9 97	695 86	692 40	691 27
06-06-99	721 85	701 24	5 51	8 79	9 89	695 73	692 45	691 35
06-07-99	721 85	701 24	5 48	8 69	9 77	695 76	692 55	691 47
06-08-99	721 86	701 24	5 39	8 73	9 79	695 85	692 51	691 45
06-09-99	721 86	701 24	5 25	8 64	9 68	695 99	692 60	691 56
06-10-99	721 86	701 24	5 25	8 67	10 26	695 99	692 57	690 98
06-11-99	721 87	701 24	5 33	8 70	10 32	695 91	692 54	690 92
06-12-99	721 87	701 24	5 29	8 73	10 38	695 95	692 51	690 86
06-13-99	721 88	701 24	5 35	8 68	10 31	695 89	692 56	690 93
06-14-99	721 90	701 24	5 38	8 81	10 40	695 86	692 43	690 84
07-10-99	721 90	701 24	5 20	8 73	9 70	696 04	692 51	691 54
07-17-99		701 24	5 20	8 73		696 04	692 51	
07-29-99		701 24	5 17	8 74		696 07	692 50	

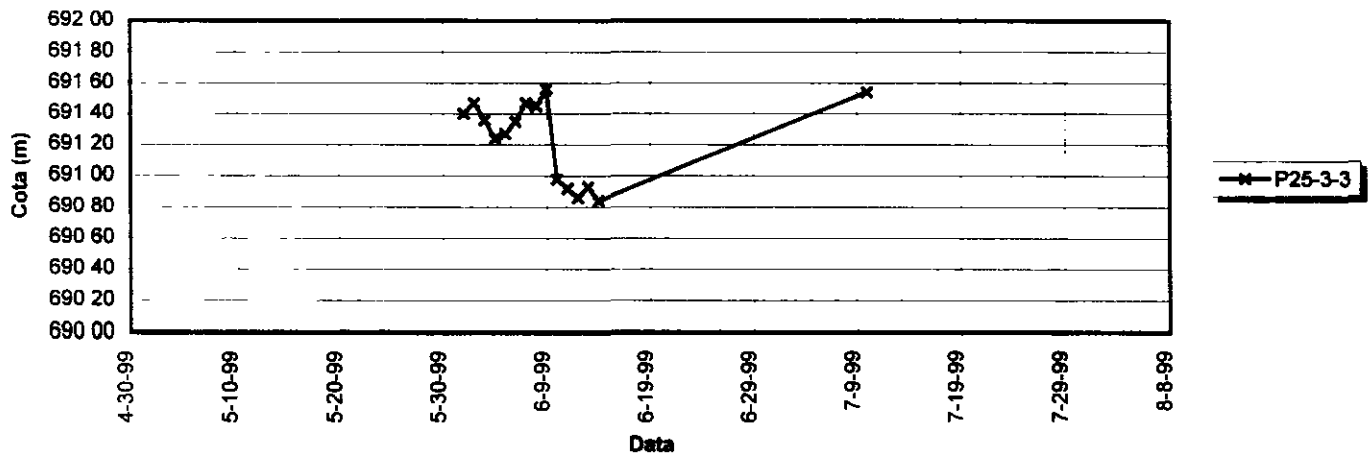
Níveis Piezométricos Piezômetro P25-3-1



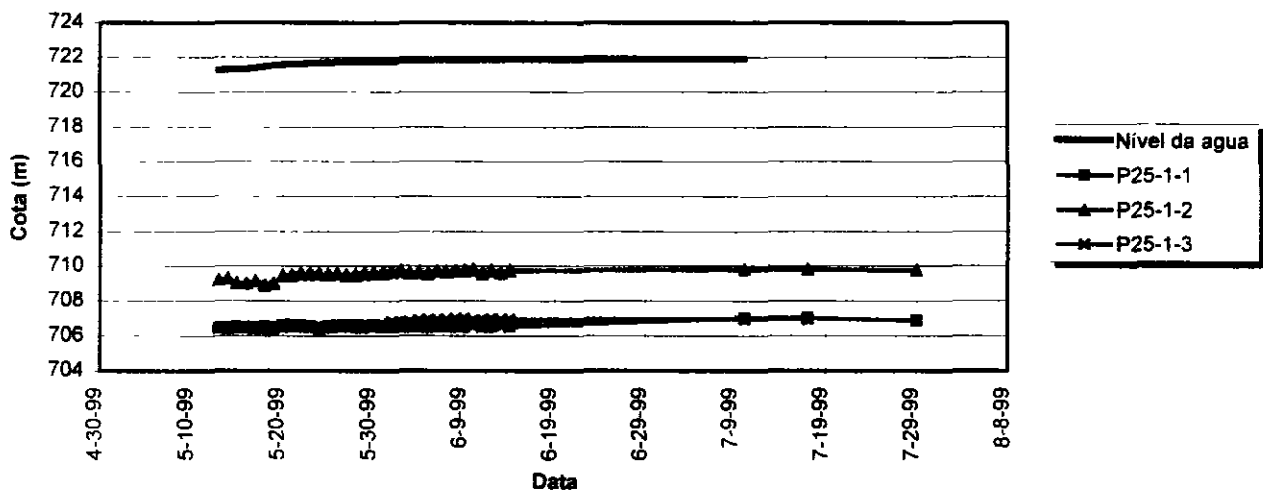
Níveis Piezométricos Piezômetro P25-3-2



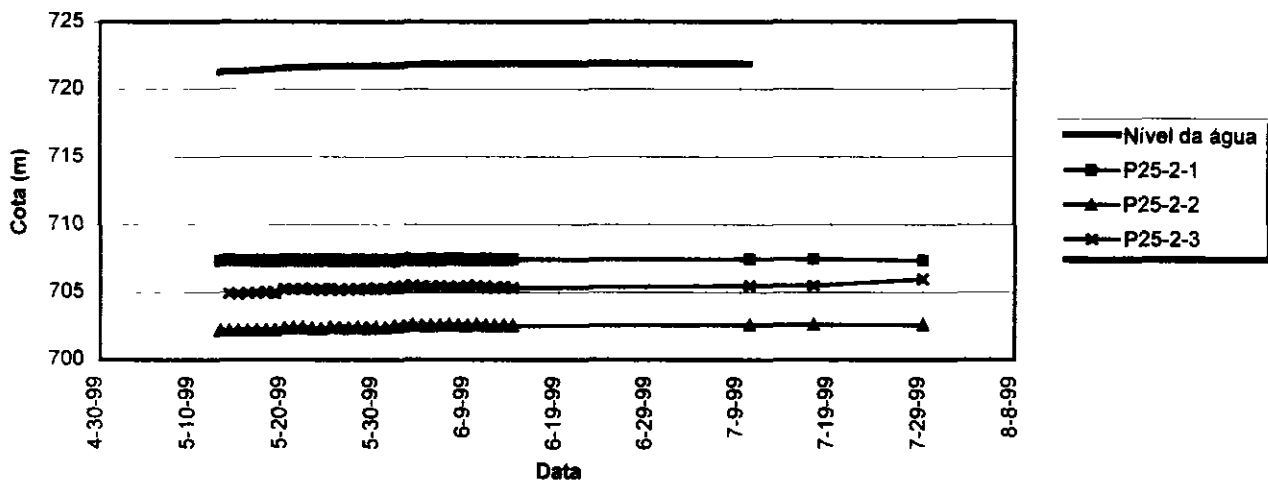
Níveis Piezométricos Piezômetro P25-3-3



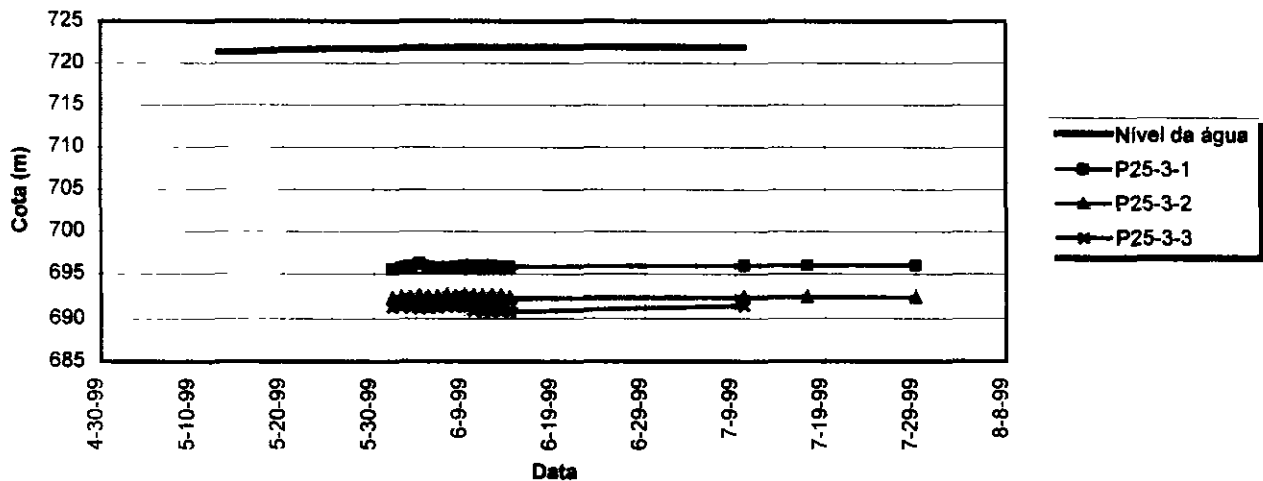
**Cota do Reservatório e Níveis Piezométricos no Perfil P25
(Piezômetro P25-1)**



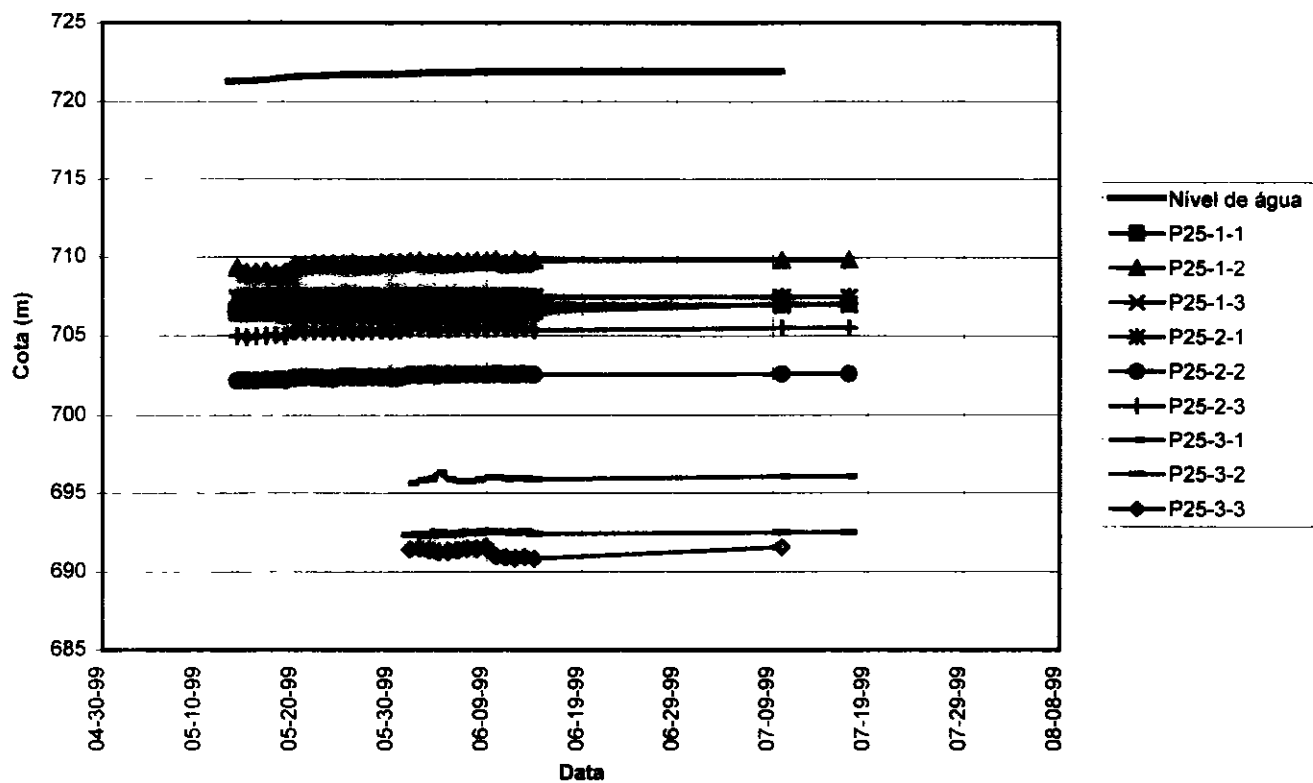
**Cota do Reservatório e Níveis Piezométricos no Perfil P25
(Piezômetro P25-2)**



**Cota do Reservatório e Níveis Piezométricos no Perfil P25
(Piezômetro P25-3- terreno natural)**



Cota do reservatório e Níveis nos Piezômetros no Perfil P25



**PIEZÓMETROS INSTALADOS NAS
SONDAGENS SM-01 A SM-04 E SM-06**

LEITURAS DE 13.05.99 A 30.10.99

Leituras e cotas piezométricas dos piezômetros SM-01 1 e SM-01 2

Data	NAA	SM-01					
		Cota boca	1	2	1	2	
			Leitura	Leitura	Cota água	Cota água	
05-13-99	721 27	725 0	12 04	12 05	712 96	712 95	
05-14-99	721 30	725 0	11 63	12 00	713 37	713 00	
05-15-99	721 32	725 0	11 73	12 07	713 27	712 93	
05-16-99	721 34	725 0	11 58	12 04	713 42	712 96	
05-17-99	721 39	725 0	11 49	11 91	713 51	713 09	
05-18-99	721 47	725 0	11 93	11 73	713 07	713 27	
05-19-99	721 52	725 0	11 77	11 95	713 23	713 05	
05-20-99	721 58	725 0	11 93	11 85	713 07	713 15	
05-21-99	721 60	725 0	11 93	11 88	713 07	713 12	
05-22-99	721 62	725 0	11 94	11 82	713 06	713 18	
05-23-99	721 65	725 0	11 92	11 94	713 08	713 06	
05-24-99	721 67	725 0	11 76	11 68	713 24	713 32	
05-25-99	721 70	725 0	11 88	11 67	713 12	713 33	
05-26-99	721 71	725 0	11 81	11 67	713 19	713 33	
05-27-99	721 72	725 0	11 89	11 68	713 31	713 32	
05-28-99	721 73	725 0	11 60	11 69	713 40	713 31	
05-29-99	721 73	725 0	11 68	11 65	713 32	713 35	
05-30-99	721 74	725 0	11 66	11 71	713 34	713 29	
05-31-99	721 74	725 0	11 69	11 72	713 31	713 28	
06-01-99	721 77	725 0	11 58	11 68	713 42	713 32	
06-02-99	721 80	725 0	11 47	11 57	713 53	713 43	
06-03-99	721 80	725 0	11 45	11 57	713 55	713 43	
06-04-99	721 84	725 0	11 51	11 63	713 49	713 37	
06-05-99	721 84	725 0	11 57	11 58	713 43	713 42	
06-06-99	721 85	725 0	11 40	11 61	713 60	713 39	
06-07-99	721 85	725 0	11 32	11 50	713 68	713 50	
06-08-99	721 86	725 0	11 34	11 58	713 66	713 42	
06-09-99	721 86	725 0	11 32	11 72	713 68	713 28	
06-10-99	721 86	725 0	11 52		713 48	715 21	
06-11-99	721 87	725 0	11 35	10 92	713 65	714 08	
06-12-99	721 87	725 0	11 38	11 51	713 62	713 49	
06-13-99	721 88	725 0	11 34	11 39	713 66	713 61	
06-14-99	721 90	725 0	11 29	11 38	713 71	713 62	
07-10-99	721 90	725 0	11 10	11 10	713 90	713 90	
07-17-99		725 0	11 10	11 10	713 90	713 90	
07-29-99		725 0	11 21	11 19	713 79	713 81	
08-28-99	722 68	725 0	11 28	11 34	713 72	713 66	
09-04-99	722 62	725 0	11 35	11 29	713 65	713 71	
09-11-99	722 59	725 0	11 45	11 33	713 55	713 67	
09-18-99	722 48	725 0	11 45	11 32	713 55	713 68	
09-25-99	722 41	725 0	11 47	11 46	713 53	713 54	
10-02-99	722 34	725 0	11 48	11 47	713 52	713 53	
10-09-99	722 27	725 0	11 50	11 49	713 50	713 51	
10-16-99	722 20	725 0	11 51	11 51	713 49	713 49	
10-23-99	722 13	725 0	11 56	11 34	713 44	713 66	
10-30-99	722 06	725 0	11 65	11 30	713 35	713 70	

Erro de leitura

Leituras e cotas piezométricas dos piezômetros SM-02 1 e SM-02 2

Data	NAA	SM-02				
		Cota boca	1	2	1	2
			Leitura	Leitura	Cota água	Cota água
05-13-99	721 27	725 0	10 81	11 18	714 19	713 82
05-14-99	721 30	725 0	10 82	11 15	714 18	713 85
05-15-99	721 32	725 0	10 80	11 12	714 20	713 88
05-16-99	721 34	725 0	10 76	11 36	714 24	713 64
05-17-99	721 39	725 0	10 70	11 04	714 30	713 96
05-18-99	721 47	725 0	10 66	11 08	714 34	713 92
05-19-99	721 52	725 0	10 68	11 12	714 32	713 88
05-20-99	721 58	725 0	10 67	11 05	714 33	713 95
05-21-99	721 60	725 0	10 56	10 94	714 44	714 06
05-22-99	721 62	725 0	10 45	10 90	714 55	714 10
05-23-99	721 65	725 0	10 59	11 06	714 41	713 94
05-24-99	721 67	725 0	10 51	10 89	714 49	714 11
05-25-99	721 70	725 0	10 41	10 83	714 59	714 17
05-26-99	721 71	725 0	10 48	10 82	714 52	714 18
05-27-99	721 72	725 0	10 39	10 75	714 61	714 25
05-28-99	721 73	725 0	10 38	10 74	714 62	714 26
05-29-99	721 73	725 0	10 36	10 72	714 64	714 28
05-30-99	721 74	725 0	10 38	10 80	714 62	714 20
05-31-99	721 74	725 0	10 42	10 82	714 58	714 18
06-01-99	721 77	725 0	10 32	10 69	714 68	714 31
06-02-99	721 80	725 0	10 35	10 72	714 65	714 28
06-03-99	721 80	725 0	10 33	10 65	714 67	714 35
06-04-99	721 84	725 0	10 34	10 67	714 66	714 33
06-05-99	721 84	725 0	10 37	10 59	714 63	714 41
06-06-99	721 85	725 0	10 34	10 62	714 66	714 38
06-07-99	721 85	725 0	9 64	10 63	715 36	714 37
06-08-99	721 86	725 0	9 97	10 60	715 03	714 40
06-09-99	721 86	725 0	10 03	10 57	714 97	714 43
06-10-99	721 86	725 0	10 09	10 56	714 91	714 44
06-11-99	721 87	725 0	10 21	10 57	714 79	714 43
06-12-99	721 87	725 0	10 14	10 60	714 86	714 40
06-13-99	721 88	725 0	10 20	10 58	714 80	714 42
06-14-99	721 90	725 0	10 26	10 52	714 74	714 48
07-10-99	721 90	725 0	10 20	10 37	714 80	714 63
07-17-99		725 0	10 20	10 37	714 80	714 63
07-29-99		725 0	10 29	10 39	714 71	714 61
08-28-99	722 68	725 0	9 38	10 38	715 62	714 62
09-04-99	722 62	725 0	9 47	10 43	715 53	714 57
09-11-99	722 59	725 0	9 47	10 40	715 53	714 60
09-18-99	722 48	725 0	9 46	10 39	715 54	714 61
09-25-99	722 41	725 0	10 53	10 45	714 47	714 55
10-02-99	722 34	725 0	10 62	10 56	714 38	714 44
10-09-99	722 27	725 0	10 63	10 57	714 37	714 43
10-16-99	722 20	725 0	10 65	10 60	714 35	714 40
10-23-99	722 13	725 0	10 69	10 63	714 31	714 37
10-30-99	722 06	725 0	10 73	10 71	714 27	714 29

Leituras e cotas piezométricas dos piezômetros SM-03 1 e SM-03 2

Data	NAA	SM-03				
		Cota boca	1	2	1	2
			Leitura	Leitura	Cota água	Cota água
05-13-99	721 27	725 0	7 15	10 38	717 85	714 62
05-14-99	721 30	725 0	7 19	10 43	717 81	714 57
05-15-99	721 32	725 0	7 22	10 38	717 78	714 62
05-16-99	721 34	725 0	7 33	10 40	717 67	714 60
05-17-99	721 39	725 0	7 41	10 41	717 59	714 59
05-18-99	721 47	725 0	7 28	10 33	717 72	714 67
05-19-99	721 52	725 0	7 11	10 24	717 89	714 76
05-20-99	721 58	725 0	7 02	10 22	717 98	714 78
05-21-99	721 60	725 0	7 00	10 13	718 00	714 87
05-22-99	721 62	725 0	6 98	10 10	718 02	714 90
05-23-99	721 65	725 0	7 01	10 21	717 99	714 79
05-24-99	721 67	725 0	6 98	10 03	718 02	714 97
05-25-99	721 70	725 0	6 97	10 11	718 03	714 89
05-26-99	721 71	725 0	6 98	10 00	718 02	715 00
05-27-99	721 72	725 0	6 98	10 10	718 02	714 90
05-28-99	721 73	725 0	6 90	10 00	718 10	715 00
05-29-99	721 73	725 0	6 87	10 02	718 13	714 98
05-30-99	721 74	725 0	6 82	10 05	718 18	714 95
05-31-99	721 74	725 0	6 85	10 06	718 15	714 94
06-01-99	721 77	725 0	6 88	10 00	718 12	715 00
06-02-99	721 80	725 0	6 82	9 95	718 18	715 05
06-03-99	721 80	725 0	6 72	9 93	718 28	715 07
06-04-99	721 84	725 0	6 86	10 03	718 14	714 97
06-05-99	721 84	725 0	6 89	9 97	718 11	715 03
06-06-99	721 85	725 0	6 78	9 99	718 22	715 01
06-07-99	721 85	725 0	6 84	9 92	718 16	715 08
06-08-99	721 86	725 0	6 88	9 93	718 12	715 07
06-09-99	721 86	725 0	6 80	9 81	718 20	715 19
06-10-99	721 86	725 0	6 74	9 81	718 26	715 19
06-11-99	721 87	725 0	6 78	9 97	718 22	715 03
06-12-99	721 87	725 0	6 80	9 86	718 20	715 14
06-13-99	721 88	725 0	6 79	9 98	718 21	715 02
06-14-99	721 90	725 0	6 72	9 95	718 28	715 05
07-10-99	721 90	725 0	6 77	9 83	718 23	715 17
07-17-99		725 0	6 77	9 83	718 23	715 17
07-29-99		725 0	6 84	9 86	718 16	715 14
08-28-99	722 68	725 0	7 00	10 00	718 00	715 00
09-04-99	722 62	725 0	7 03	10 06	717 97	714 94
09-11-99	722 59	725 0	7 09	10 06	717 91	714 94
09-18-99	722 48	725 0	7 09	10 07	717 91	714 93
09-25-99	722 41	725 0	7 18	10 14	717 82	714 86
10-02-99	722 34	725 0	7 27	10 20	717 73	714 80
10-09-99	722 27	725 0	7 29	10 21	717 71	714 79
10-16-99	722 20	725 0	7 36	10 27	717 64	714 73
10-23-99	722 13	725 0	7 41	10 31	717 59	714 69
10-30-99	722 06	725 0	7 48	10 36	717 52	714 64

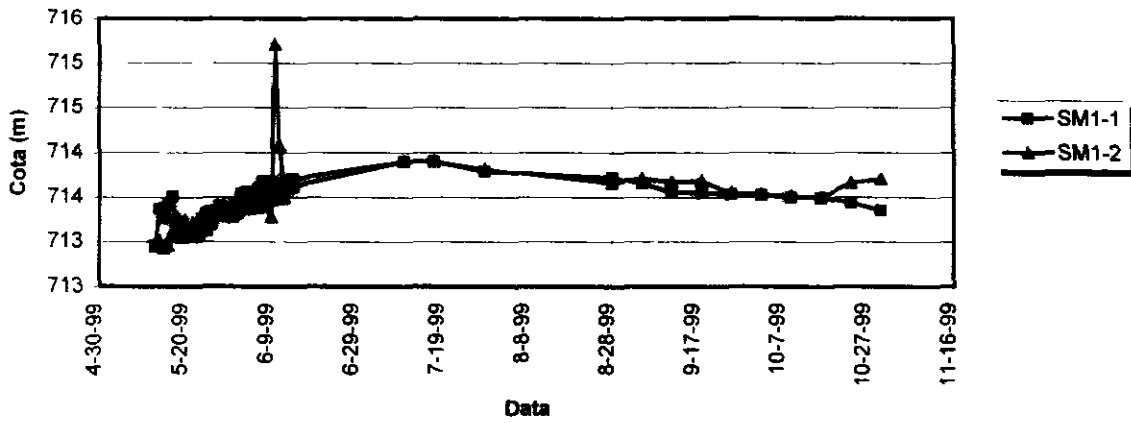
Leituras e cotas piezométricas dos piezômetros SM-04 1 e SM04 2

Data	NAA	SM-04				
		Cota boca	1	2	1	2
			Leitura	Leitura	Cota água	Cota água
05-13-99	721 27	725 0	6 43	18 41	718 57	706 59
05-14-99	721 30	725 0	6 49	18 34	718 51	706 66
05-15-99	721 32	725 0	6 40	18 41	718 60	706 59
05-16-99	721 34	725 0	6 38	18 36	718 62	706 64
05-17-99	721 39	725 0	6 35	18 31	718 65	706 69
05-18-99	721 47	725 0	6 49	18 30	718 51	706 70
05-19-99	721 52	725 0	6 20	18 29	718 80	706 71
05-20-99	721 58	725 0	6 21	18 06	718 79	706 94
05-21-99	721 60	725 0	6 19	18 11	718 81	706 89
05-22-99	721 62	725 0	6 08	17 96	718 92	707 04
05-23-99	721 65	725 0	6 13	18 04	718 87	706 96
05-24-99	721 67	725 0	6 15	18 00	718 85	707 00
05-25-99	721 70	725 0	6 04	17 93	718 96	707 07
05-26-99	721 71	725 0	5 94	17 95	719 06	707 05
05-27-99	721 72	725 0	6 03	17 84	718 97	707 16
05-28-99	721 73	725 0	5 96	17 87	719 04	707 13
05-29-99	721 73	725 0	6 00	17 81	719 00	707 19
05-30-99	721 74	725 0	6 02	17 83	718 98	707 17
05-31-99	721 74	725 0	6 05	17 80	718 95	707 20
06-01-99	721 77	725 0	5 98	17 80	719 02	707 20
06-02-99	721 80	725 0	5 93	17 85	719 07	707 15
06-03-99	721 80	725 0	5 87	17 77	719 13	707 23
06-04-99	721 84	725 0	5 84	17 75	719 16	707 25
06-05-99	721 84	725 0	5 93	17 84	719 07	707 16
06-06-99	721 85	725 0	5 81	17 72	719 19	707 28
06-07-99	721 85	725 0	5 84	17 78	719 16	707 22
06-08-99	721 86	725 0	5 77	17 81	719 23	707 19
06-09-99	721 86	725 0	5 86	17 68	719 14	707 32
06-10-99	721 86	725 0	5 75	17 82	719 25	707 18
06-11-99	721 87	725 0	5 78	17 80	719 22	707 20
06-12-99	721 87	725 0	5 85	17 83	719 15	707 17
06-13-99	721 88	725 0	5 79	17 81	719 21	707 19
06-14-99	721 90	725 0	6 48	17 38	718 52	707 62
07-10-99	721 90	725 0	7 00	17 50	718 00	707 50
07-17-99		725 0	7 00	17 50	718 00	707 50
07-29-99		725 0	7 07	17 57	717 93	707 43
08-28-99	722 68	725 0	7 23	17 69	717 77	707 31
09-04-99	722 62	725 0	7 30	17 74	717 70	707 26
09-11-99	722 59	725 0	7 66	17 11	717 34	707 89
09-18-99	722 48	725 0	7 67	17 72	717 33	707 28
09-25-99	722 41	725 0	7 82	17 78	717 18	707 22
10-02-99	722 34	725 0	8 54	17 88	716 46	707 12
10-09-99	722 27	725 0	8 51	17 90	716 49	707 10
10-16-99	722 20	725 0	8 65	17 91	716 35	707 09
10-23-99	722 13	725 0	8 74	17 94	716 26	707 06
10-30-99	722 06	725 0	8 64	18 04	716 36	706 96

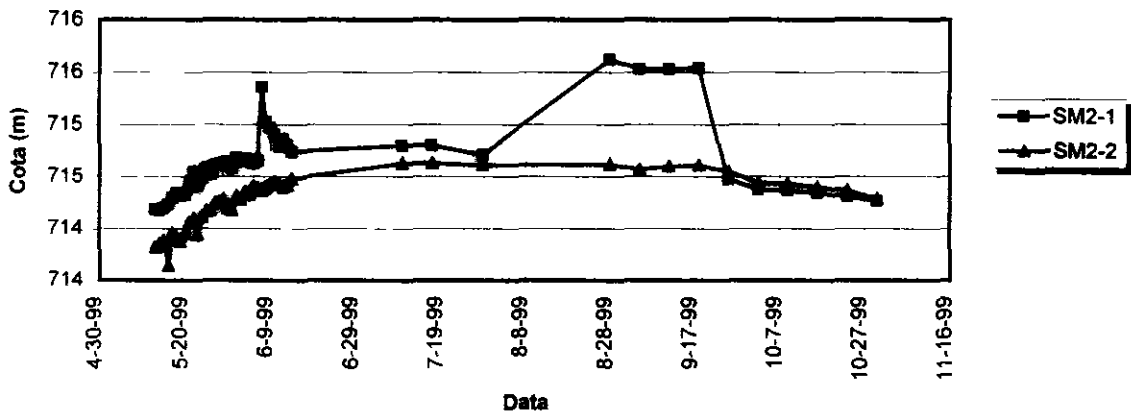
Leituras e cotas piezométricas dos piezômetros SM-06 1 e SM-06 2

Data	NAA	SM-06				
		Cota boca	1	2	1	2
			Leitura	Leitura	Cota água	Cota água
05-13-99	721 27	725 0	-	-	-	-
05-14-99	721 30	725 0	-	-	-	-
05-15-99	721 32	725 0	-	-	-	-
05-16-99	721 34	725 0	-	-	-	-
05-17-99	721 39	725 0	-	-	-	-
05-18-99	721 47	725 0	-	-	-	-
05-19-99	721 52	725 0	-	-	-	-
05-20-99	721 58	725 0	-	-	-	-
05-21-99	721 60	725 0	7 04	10 73	717 96	714 27
05-22-99	721 62	725 0	5 93	10 85	719 07	714 15
05-23-99	721 65	725 0	6 04	10 79	718 96	714 21
05-24-99	721 67	725 0	5 87	10 80	719 13	714 20
05-25-99	721 70	725 0	5 78	10 78	719 22	714 22
05-26-99	721 71	725 0	5 76	10 70	719 24	714 30
05-27-99	721 72	725 0	5 82	10 72	719 18	714 28
05-28-99	721 73	725 0	5 80	10 67	719 20	714 33
05-29-99	721 73	725 0	5 89	10 63	719 11	714 37
05-30-99	721 74	725 0	5 87	10 63	719 13	714 37
05-31-99	721 74	725 0	5 80	10 62	719 20	714 38
06-01-99	721 77	725 0	7 00	10 68	718 00	714 32
06-02-99	721 80	725 0	6 56	10 51	718 44	714 49
06-03-99	721 80	725 0	6 58	10 81	718 42	714 19
06-04-99	721 84	725 0	6 78	10 67	718 22	714 33
06-05-99	721 84	725 0	7 00	10 70	718 00	714 30
06-06-99	721 85	725 0	6 67	10 68	718 33	714 32
06-07-99	721 85	725 0	6 57	11 36	718 43	713 64
06-08-99	721 86	725 0	6 58	11 41	718 42	713 59
06-09-99	721 86	725 0	6 60	11 32	718 40	713 68
06-10-99	721 86	725 0	6 56	11 33	718 44	713 67
06-11-99	721 87	725 0	6 59	11 34	718 41	713 66
06-12-99	721 87	725 0	6 70	11 32	718 30	713 68
06-13-99	721 88	725 0	6 58	11 38	718 42	713 62
06-14-99	721 90	725 0	6 49	11 33	718 51	713 67
07-10-99	721 90	725 0	6 39	11 43	718 61	713 57
07-17-99		725 0	6 39	11 43	718 61	713 57
07-29-99		725 0	6 35	11 72	718 65	713 28
08-06-99		725 0	6 39	11 92	718 61	713 08
08-28-99	722 68	725 0	6 47	11 23	718 53	713 77
09-04-99	722 62	725 0	6 52	12 47	718 48	712 53
09-11-99	722 59	725 0	6 49	12 52	718 51	712 48
09-18-99	722 48	725 0	6 50	12 53	718 50	712 47
09-25-99	722 41	725 0	6 60	12 78	718 40	712 22
10-02-99	722 34	725 0	6 71	12 94	718 29	712 06
10-09-99	722 27	725 0	6 77	12 99	718 23	712 01
10-16-99	722 20	725 0	6 78	13 00	718 22	712 00
10-23-99	722 13	725 0	6 81	12 93	718 19	712 07
10-30-99	722 06	725 0	6 90	12 93	718 10	712 07

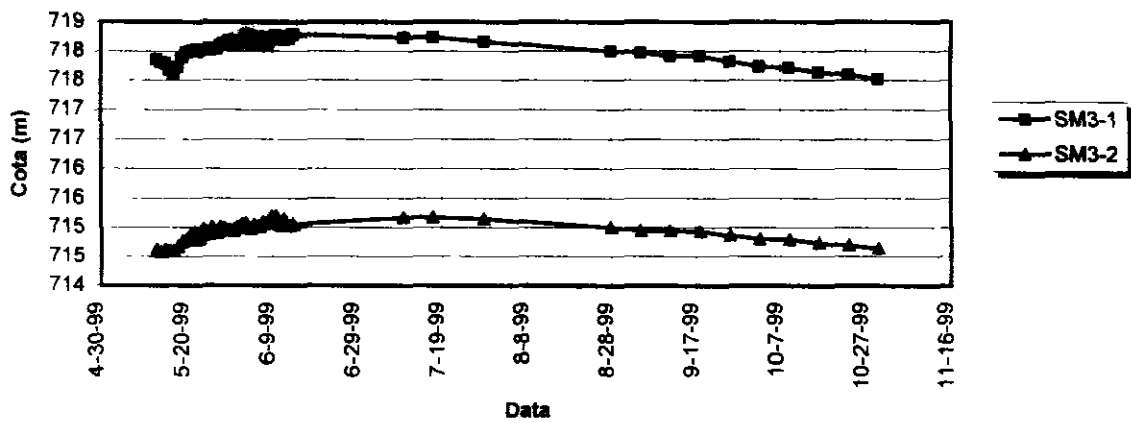
**Níveis Piezométricos
(Sondagem SM-01)**

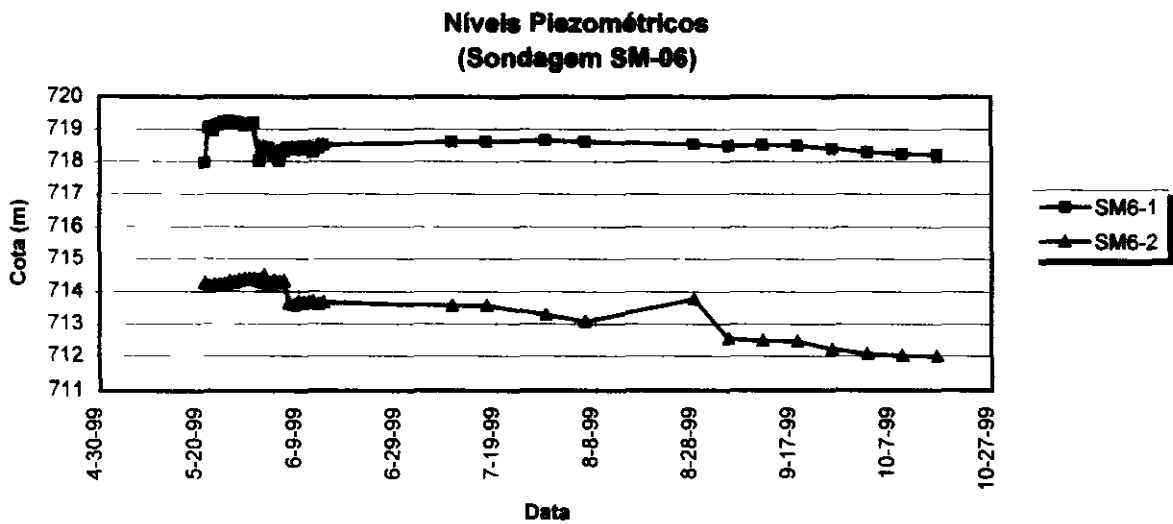
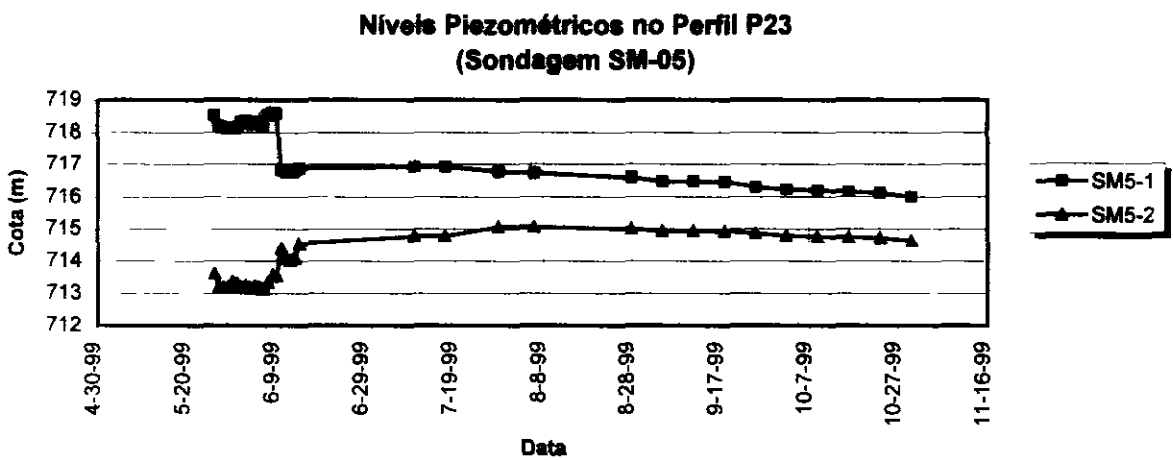
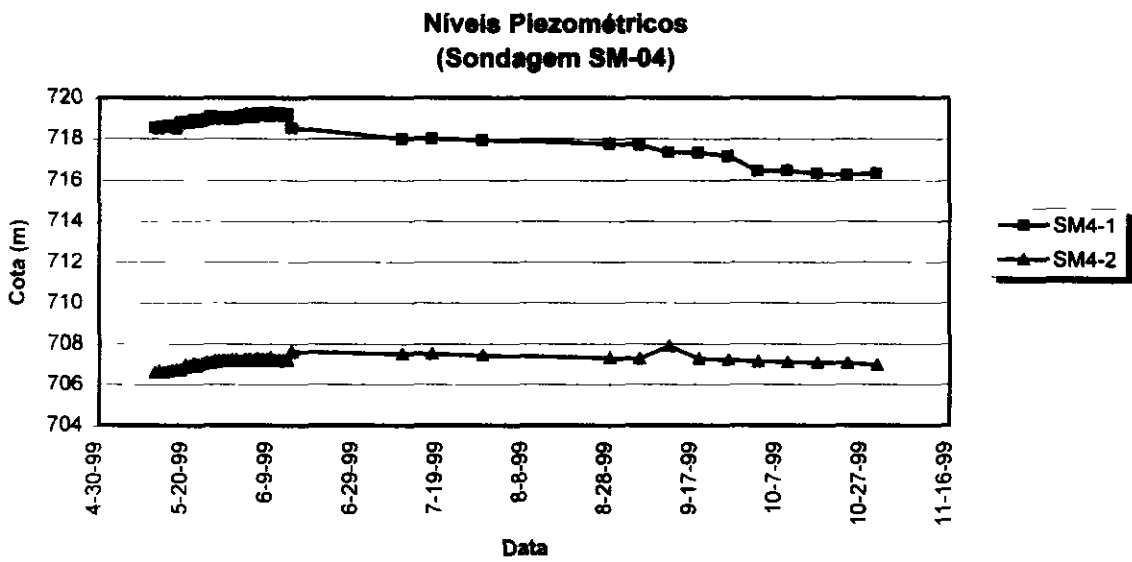


**Níveis Piezométricos
(Sondagem SM-02)**

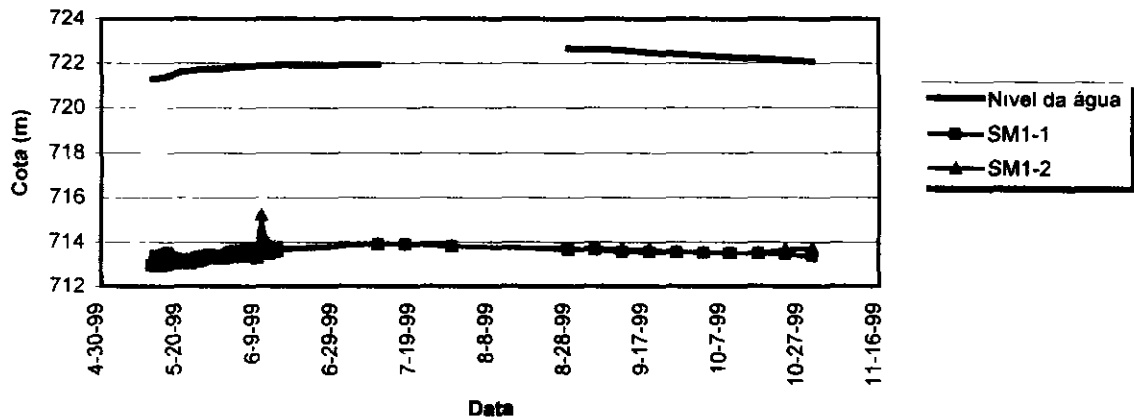


**Níveis Piezométricos
(Sondagem SM-03)**

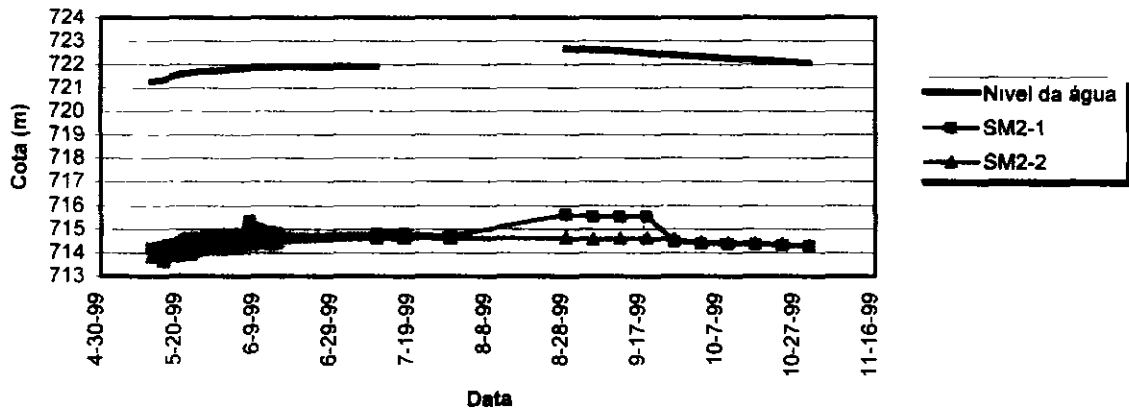




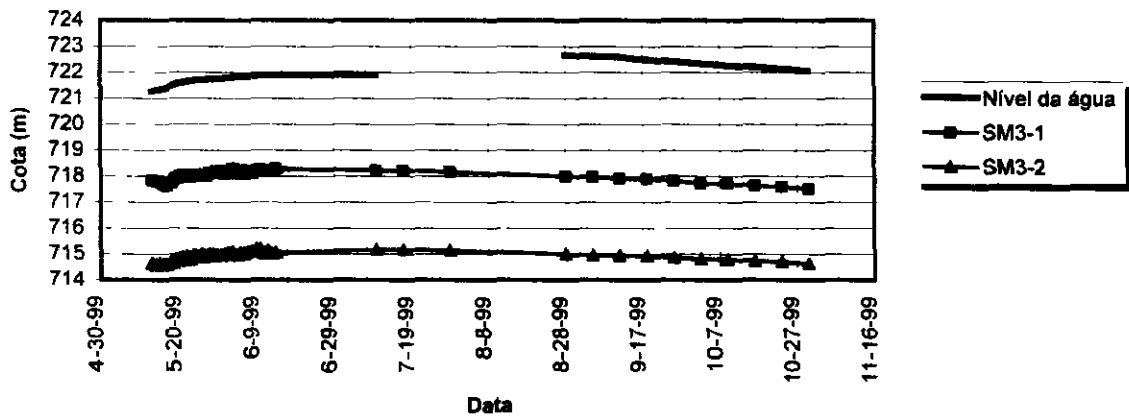
**Cota do Reservatório e Níveis Piezométricos
(Sondagem SM-01)**



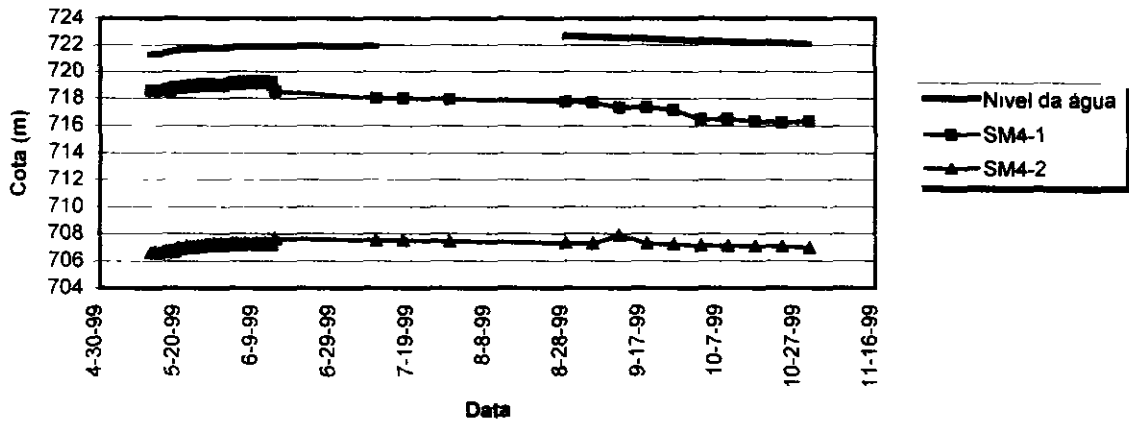
**Cota do Reservatório e Níveis Piezométricos
(Sondagem SM-02)**



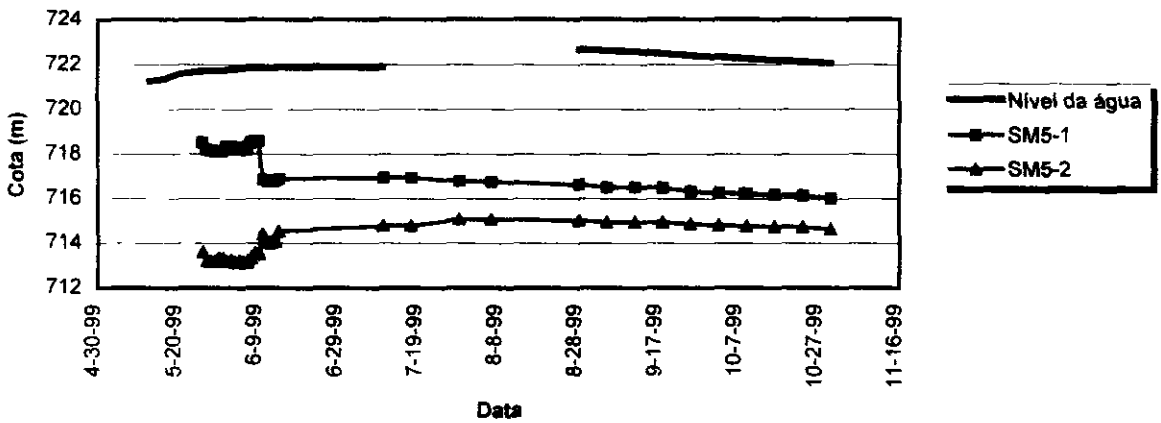
**Cota do Reservatório e Níveis Piezométricos
(Sondagem SM-03)**



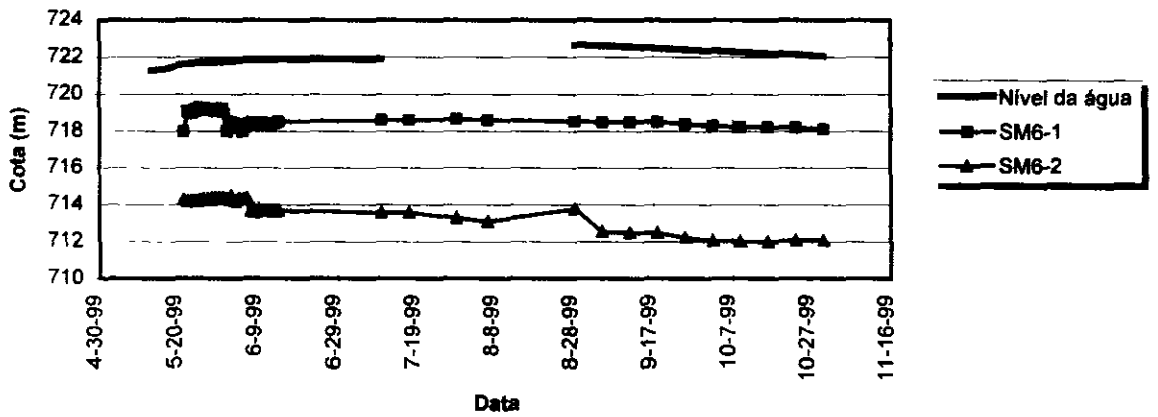
**Cota do reservatório e Níveis Piezométricos
(Sondagem SM-04)**



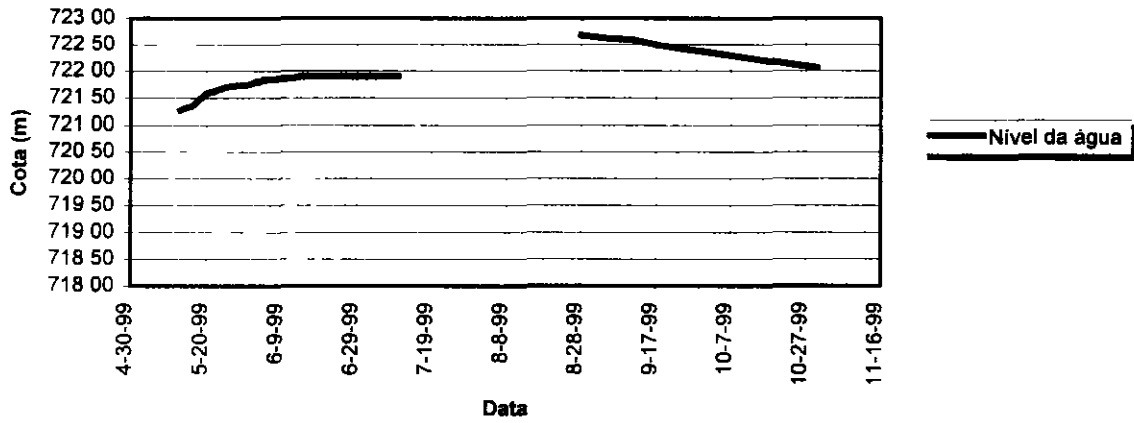
**Cota do Reservatório e Níveis Piezométricos no Perfil P23
(Sondagem SM-05)**



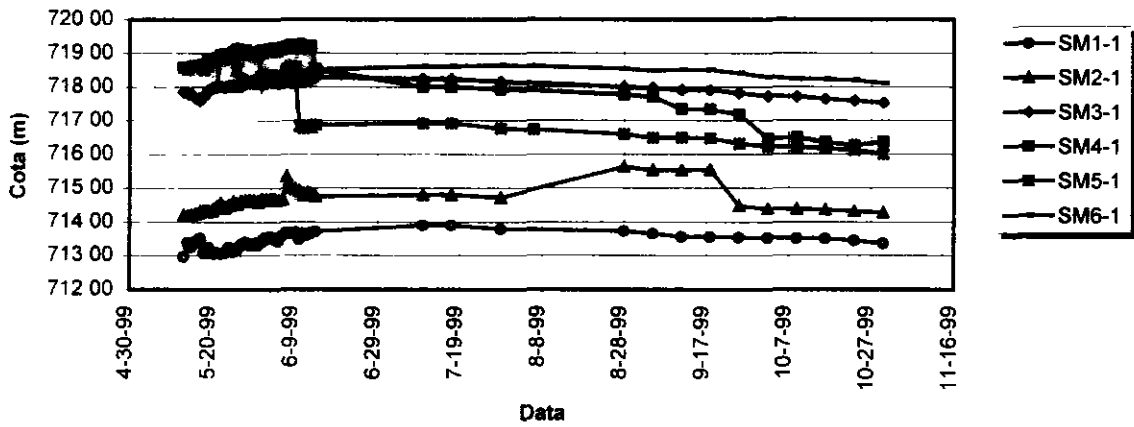
**Cota do Reservatório e Níveis Piezométricos
(Sondagem SM-06)**



Cota do reservatório



Níveis Piezométricos no Núcleo



Níveis Piezométricos na Fundação

