



Geotécnica

CESAN

**BARRAGEM DUAS BOCAS
RELATÓRIO DIAGNÓSTICO
PRELIMINAR**

MARÇO/90

ARQUIVO TÉCNICO

Nº 4500/cx 11
Item 9

CESAN

BARRAGEM DUAS BOCAS

**RELATÓRIO DIAGNÓSTICO
PRELIMINAR**

MARÇO/90

A

COMPANHIA ESPIRITOSANTENSE DE
SANEAMENTO - CESAN

Av. Nossa Senhora dos Navegantes, 225
Praia do Suã - Edifício Tarumã - 5º andar
29.055 - Vitória - ES

Ass.: Barragem Duas Bôcas

At.: Engº Álvaro Jorge Santos
Gerente de Projetos

Prezados Senhores,

Estamos encaminhando em anexo 1 (uma) via do nosso relatório: "Relatório Diagnóstico Preliminar" referente à barragem em epígrafe. Este trabalho foi consubstanciado em dados obtidos na nossa visita técnica efetuada em 26/01/90 aos escritórios da CESAN em Vitória - ES e ao local das obras.

Para minimizar os custos decorrentes de estudos de viabilidade e projeto, objetivando a recuperação da barragem, sugerimos que os mesmos sejam efetuados em etapas, de modo a que a execução de cada fase fique condicionada à viabilidade constatada na anterior e ao interesse da CESAN em prosseguí-los.

Isto posto, são as seguintes as etapas propostas:

ETAPA 1: Estudos Hidrológicos e de Regularização

ETAPA 2: Investigações Geológico-Geotécnicas
Investigação Subaquática
Levantamentos Topográficos
Estudo de Alternativas para Recuperação
Estudo de Viabilidade Técnico e Econômico

ETAPA 3: Investigações Geotécnicas Complementares (Eventuais)
Estudos Tecnológicos de Materiais
Anteprojeto da Alternativa Selecionada

ETAPA 4: Projeto Básico
Documentos de Licitação

ETAPA 5: Projeto Executivo

ETAPA 6: Acompanhamento da Construção

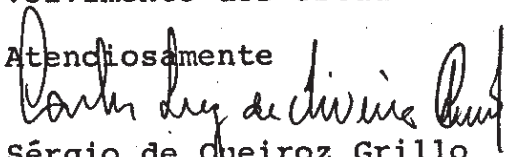


SUPER 015/90 (cont.)

2.

Sem mais para o momento, esperamos poder apoiar a CESAN no desenvolvimento dos estudos relacionados.

Atenciosamente


Sérgio de Queiroz Grillo
SUPERINTENDENTE DE OPERAÇÕES

**BARRAGEM DUAS BÔCAS - CESAN
RELATÓRIO DIAGNÓSTICO PRELIMINAR
ÍNDICE**

- 1. INTRODUÇÃO**
- 2. OBJETIVO**
- 3. BREVE HISTÓRICO DA OBRA**
- 4. INSPEÇÃO DE CAMPO**
 - 4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**
 - 4.2 OMBREIRA DIREITA**
 - 4.3 OMBREIRA ESQUERDA**
 - 4.4 MÓDULO DA BARRAGEM**
 - 4.5 VEREDOURO**
 - 4.6 RESERVIÓRIO**
- 5. DADOS DISPONÍVEIS**
- 6. ANÁLISE PRELIMINAR DOS DADOS**
- 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

1. INTRODUÇÃO

Em 26 de janeiro de 1990 foi empreendida pela GEOTÉCNICA S.A. juntamente com a CESAN, uma visita ao local da Barragem de Duas Bôcas.

As obras ficam situadas no Município de Cariacica, Estado do Espírito Santo e tem como finalidade o abastecimento de água da cidade de Cariacica e aos centros situados em torno da cota 100,00m, além das cidades de Vitória e Vila Velha.

A barragem é de terra com cerca de 28m de altura máxima e aproximadamente 170m de comprimento pelo coroamento e volume em torno de 140.000m³ de aterro.

Os órgãos hidráulicos do vertedouro, descarga de fundo e tomada de água se concentram numa estrutura tipo tulipa, situados próximos à ombreira direita.

2.

OBJETIVO

O objetivo desse relatório é apresentar à CESAN uma síntese das observações obtidas durante a inspeção de campo, um breve resumo dos dados coletados no escritório, sua análise preliminar e algumas recomendações para providências visando a recuperação das áreas de barramento.

3. BREVE HISTÓRICO DA OBRA

Apresenta-se a seguir um breve histórico da Barragem de Duas Bôcas. Este relatório se fundamenta em dados muito escassos, baseando-se apenas nas informações verbais obtidas no dia da visita e em menções feitas nos dois relatórios geotécnicos referidos no item 5.

A construção da barragem deu-se no ano de 1940. O aterro foi construído em camadas de 20cm de espessura compactadas sem qualquer controle, utilizando-se rolo pé de carneiro. Nenhum ensaio de laboratório foi realizado no material de aterro. Há referências à execução de drenos no interior do maciço, não havendo referência ao tipo. Pressupõe-se, pelos croquis existentes que foram empregadas tubulações, provavelmente sem os cuidados necessários ao desenvolvimento de processos erosivos internos. Nestes croquis aparece também uma estrutura de pedras, referida mais adiante no item 4.4, que eventualmente não teria sido executada. Também não foi previsto nenhum dispositivo de controle da percolação, quer pelo maciço, que pela fundação.

Na construção foram utilizados solos residuais de rocha gnáissica ocorrente no local.

Para fundação, previa-se o assentamento da barragem na camada de alteração de rocha, porém, aparentemente não se removeu totalmente às coberturas de "terras ruivas" e aluviões sobrejacentes.

As informações indicam que os problemas ocorreram logo no primeiro enchimento, com ocorrências de vazamentos generalizados, "com violência de jatos". Não é feita a indicação precisa dos pontos de vazamento, havendo, porém, referências a carreamento de material sólido e a um acidente mais grave ocorrido no maciço, a montante, próximo à ombreira direita. Este acidente constitui-se na formação de uma abertura no talude de montante, próxima à crista e um escorregamento. Atribuiu-se este acidente a um processo de "piping" causado pela destruição de uma manilha de barro que atravessa o maciço, provavelmente um dos drenos citados anteriormente.

Esta ocorrência, além de outras evidências de percolação, conduziram ao rebaixamento do N.A. do reservatório a níveis mais seguros. A incapacidade da descarga de fundo em controlar este nível dentro do desejado, condicionou que fosse dinamitada parte da estrutura do vertedouro, de modo a escoar vazões de maior monta.

Em 1971, a empresa Engenharia Gallioli Ltda. elaborou um programa conjunto com a Rodio S.A. para recuperação da barragem, incluindo investigações geotécnicas de campo e laboratório. Estas investigações foram realizadas no mesmo ano e apresentadas em

aterro a montante do eixo. No talude de jusante os ensaios de laboratório indicaram permeabilidades da ordem de 10^{-4} a 10^{-3} cm/seg para graus de compactação entre 80 e 86%. Isto permite supor que houve algum zoneamento do maciço da barragem durante a construção com lançamento de materiais mais permeáveis (saprolito) a jusante de um núcleo mais argiloso. Pode ser também que seja uma amostragem infortuita, na qual se coletou material de um ponto onde se concentraram materiais permeáveis sem nenhuma pré-distribuição dirigida. Todos estes aspectos terão de ser comprovados por uma investigação futura, bem planejada e direcionada. Os dados por si só não indicam, porém, a existência dos caminhos preferenciais referidos pela Rodio. Estes caminhos podem existir, mas sua detecção deve ter sido feita durante o enchimento do reservatório.

A Figura 3 apresenta uma seção pelo maciço e fundação com os valores de SPT obtidos das sondagens à percussão. No maciço da barragem os valores são muito baixos para um aterro argiloso compactado, especificamente nos trechos superiores. Há uma tendência de crescimento com a profundidade onde atinge valores mais coerentes, provavelmente em decorrência do peso das camadas superiores. O problema é mais crítico (ou era) na metade direita do aterro, onde se verificam valores de 3 e 4, justamente onde ocorreu o acidente relatado no item 4.4.

Na fundação os valores de SPT são aceitáveis, indicando que a mesma é adequada sob o ponto de vista de capacidade de suporte, podendo absorver sem problemas as tensões transmitidas pelo aterro da barragem. Em termos de permeabilidade, porém, há dados de perda de água total durante os ensaios in-situ. Há também referências à presença de matéria orgânica e areia isenta de finos, detectados nas sondagens e presumidamente decorrentes de restos da camada aluvionar que recobria a alteração de rocha e que, durante a construção, não foi totalmente removida. Não fossem detectadas nas amostras e referidas no texto passariam despercebidas, dado que não aparecem na seção das Figuras 3 e 4, nem em um eventual contraste nos valores de SPT. Precisarão ser comprovadas, mas não deverão, a princípio, ter dimensões importantes. Outro detalhe a ser investigado é uma fenda que aparece na rocha junto à ombreira esquerda, detectada numa sondagem aí executada.

Todos estes dados, apesar de antigos e de terem sido obtidos por processos muitas vezes ultrapassados, são muito importantes especialmente do ponto de vista qualitativo. Sua existência simplificará bastante a programação de futuras investigações, que terão caráter comprobatório e poderão ser orientadas e dirigidas de acordo com os dados existentes, podendo ser limitadas em quantidade e consequentemente haverá uma redução nos custos.

A jusante, haveria uma 2a. linha de defesa, para evitar o surgimento de eventual percolação na superfície do aterro que forma o talude. Neste sentido, a partir da cota do N.A. máximo do reservatório, se apoiaria uma zona de enrocamento sobre o talude de jusante, prevendo-se camadas de transição entre esta e o aterro existente. Na fundação seria prevista a construção de uma trincheira drenante, eventualmente complementada com poços de alívio.

O dimensionamento desses dispositivos será função de estudos de estabilidade e percolação a serem executados, utilizando-se de parâmetros obtidos das investigações geotécnicas.

Em complementação aos estudos da barragem, deverá ser feita uma inspeção no reservatório para verificação, dentre outros aspectos, das condições dos taludes naturais. Situações similares às existentes na ombreira esquerda da barragem deverão ser estabilizadas para evitar a ocorrência de erosão e escorregamento de maiores consequências.

Não deve ser esquecido, porém, que mesmo tratando-se de uma recuperação de uma barragem já existente, será parte obrigatória dos estudos uma avaliação dos impactos ambientais decorrentes da elevação do N.A. do reservatório, segundo a legislação vigente.

Apenas um detalhe chama a atenção: uma área "pelada" existente bem em frente à barragem, do lado oposto, vestígio da antiga área de empréstimo utilizada para construção do aterro. Deduz-se com isto que o mesmo foi construído com o solo residual de gnaisses semelhante ao que ocorre na ombreira esquerda, de características silto-arenosas.

4. INSPECÇÃO DE CAMPO

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Foi feita uma inspeção de campo com duração de cerca de uma hora, visando uma avaliação superficial das condições em que se encontram o maciço da barragem, ombreiras e estruturas hidráulicas.

Nesta inspeção, a observação das obras de terra foi prejudicada pela presença de vegetação rasteira e de médio porte, que impedem o acesso e observação visual adequada da superfície do terreno, em especial nos pontos mais críticos, como contatos com ombreiras e de surgência das águas de percolação. Em outra ocasião, recomenda-se que seja feita nova inspeção, precedida de um desmatamento no maciço e cercanias.

A seguir, é feita uma descrição das informações obtidas durante a inspeção de campo. É bom salientar que esta inspeção foi feita antes de qualquer consulta à documentação existente, de modo que, as observações descritas não sofreram qualquer influência de trabalhos anteriores.

4.2 OMBREIRA DIREITA

A ombreira direita é rochosa. A rocha gnássica é visível desde o nível em que se encontrava o reservatório até cotas superiores ao coroamento da barragem. No local, o recobrimento de solos é pouco espesso, condicionando provavelmente a localização do vertedouro nas proximidades dessa ombreira.

A rocha tem aparência muito boa, sã, sem fraturas importantes visíveis. Entretanto, informações prestados no local pelos técnicos presentes indicam que ocorreram perdas de água no local, fato que sugere a necessidade de uma investigação mais cuidadosa.

Não foi possível inspecionar a junção do paramento de montante da barragem com a ombreira, em vista da densa vegetação existente ao longo do contato. Este ponto crítico deverá ser objeto de inspeções futuras.

Em termos de ombreira em si, não nos parece a princípio que exista qualquer feição desfavorável que possa estar comprometendo a estanqueidade do reservatório ou a estabilidade dos taludes naturais.

4.3 OMBREIRA ESQUERDA

Na ombreira esquerda o manto de alteração é mais espesso e não se observa afloramento de rocha sã.

Na observação dessa ombreira, destaca-se um escorregamento existente junto a uma construção, próximo ao encontro

da barragem de terra. Este escorregamento expõe as camadas de subsolo, formado superficialmente por um colúvio amarronzado com cerca de 1m de espessura, passando-se ao solo residual. Este caracteriza-se por uma massa evoluída de cor vermelha, com zonas distribuídas de cor esbranquiçada, micáceas, menos evoluídas, mostrando ainda características da rocha mãe. No topo da ombreira, adjacente à barragem, ocorre superficialmente a rocha gnaissica decomposta, de cor clara, micácea.

Afora o escorregamento, cuja posição ainda não afeta a integridade da barragem, não se verificou qualquer feição superficial que possa sugerir problemas para a obra.

4.4 MACIÇO DA BARRAGEM

As informações verbais colhidas durante a visita indicam que os problemas de percolação verificados no passado ocorreram no maciço da barragem e suas fundações. Entretanto, nas condições em que se encontra o N.A. do reservatório, estes problemas não se manifestam, devendo a descrição que se segue levar em conta este aspecto.

a) Talude de montante

O talude de montante foi palco de um acidente no passado, relatado como a formação de um buraco junto à crista, próximo à ombreira direita e um escorregamento para montante. Uma vez que o talude foi reconstituído, não existem hoje vestígios da ocorrência.

O talude de montante é parcialmente revestido com concreto, desde a crista até a sua parte mediana. Segundo informações obtidas no campo, daí em diante existe um patamar, tipo uma berma, revestido com material pétreo e o talude prossegue sem revestimento. No dia da visita o N.A. abrangia o revestimento de concreto, de modo que a parte mais baixa do talude não pode ser inspecionada.

O talude se apresenta bastante ematado, com presença de vegetação de pequeno e médio porte e até árvores tipo imbaúba, desde o N.A. até junto à crista. Esta vegetação impede uma inspeção mais cuidadosa da parte inferior do paramento próximo ao N.A. e no contato com as ombreiras.

A presença dessa vegetação crescente no talude deve ser evitada, não só pelos danos que causa ao revestimento de concreto, bem como nos riscos que acarreta. As raízes profundas das árvores de porte vêm a se constituir caminhos preferenciais de percolação, principalmente depois de aprodecidas, transformando-se em canais susceptíveis ao desenvolvimento de erosão regressiva do maciço.

Apesar disto, as condições do parâmento de concreto são razoáveis, sem zonas com danos significativos. Não pode ser

presença de vegetação fechada. No pé da barragem, próximo à ombreira esquerda, face à presença de uma elevação a jusante, há formação de uma calha em direção ao lado oposto. No fundo desta calha, o solo apresenta-se úmido e fofo, com vegetação viscosa e precipitados de hidróxido de ferro. Mais adiante, em direção à ombreira direita, já existe água correndo nesta vala, provavelmente oriunda de percolação pelo contato do maciço com a fundação. A vegetação de brejo é abundante, mas pode-se observar que a água é limpa, porém com manchas de hidróxido de ferro em suspensão. A vazão não é significativa, decorrente das condições do N.A. a montante.

A barragem é desprovida de qualquer instrumentação de superfície ou medidores de vazões percoladas e, portanto, não existe controle, quer de piezometria ou das variações de valores das vazões a jusante.

Na margem direita existe um acúmulo de água proveniente das vazões vertidas no vertedouro.

4.5 VERTEDOURO

O vertedouro é do tipo tulipa, situado junto à ombreira direita. É dotado de uma estrutura superior em anel circular apoiado em pilares e com cobertura, usada como local de controle das obras hidráulicas. O acesso a esta estrutura é feito através da crista da barragem por uma passarela de concreto apoiada em pilares.

A tomada de água é feita na própria tulipa, em três níveis, ficando as tubulações metálicas instaladas em seu interior. Também as válvulas de controle ficam instaladas no interior da tulipa, sendo que o controle era feito mediante hastes metálicas a partir da estrutura anelar descrita. Atualmente estas válvulas estão abertas e desativadas. Em vista das condições do reservatório, a captação é feita apenas no nível mais baixo e o controle é feito por uma válvula nova instalada a jusante.

Do interior da tulipa, a tubulação metálica deriva por um túnel em rocha, que penetra na ombreira direita e tem saída a jusante próximo à ETA.

Também na tulipa se localiza a descarga de fundo, que se encontrava fechada.

Em virtude dos vazamentos generalizados, verificados no maciço da barragem de terra na fase de enchimento e a incapacidade da descarga de fundo de esgotar a vazão afluente, decidiu-se por dinamitar a parede da tulipa voltada para o reservatório. Dessa determinação, decorreu um enorme rombo na parede, por onde vertia a água no dia da visita. Além desse buraco, a explosão acarretou diversos danos na estrutura, sendo visíveis:

- fraturas generalizadas nas paredes;

- defeitos no apoio dos pilares da estrutura anelar;
- vazamentos nas paredes fissuradas e formação de zonas carbonatadas;
- exposição de ferragem nas paredes.

Uma vez que a estrutura ficou bastante danificada, para se obter uma reserva mínima, foi necessário revestir externamente a estrutura com concreto, desde a base até a elevação 185,60m. Isto foi feito num período em que o reservatório estava muito baixo.

Depois disto, houve época em que chuvas intensas promoveram a elevação do N.A. até encobrir a abertura formada pela dinamite na tulipa.

Junto à tulipa, no lado voltado para a ombreira direita existe uma régua limnimétrica que neste dia, 25.01.90, acusava o nível 185,45m. No local da régua haviam mais duas aberturas feitas no concreto, de menores dimensões e provavelmente feitas com ferramentas manuais. Tanto a régua como as aberturas foram submersas na cheia citada. Não há informações sobre consequências no maciço da barragem.

A saída do vertedouro, a jusante da barragem, é feita numa estrutura em muros ala, com fundo revestido em seu trecho inicial por uma laje de concreto. Esta laje se encontra bastante danificada, com placas removidas e suspensas sobre o trecho remanescente. Não se sabe a razão dessas ocorrências, se decorrentes de erosões superficiais ou subpressões elevadas na fundação.

Um detalhe que chamou atenção durante a inspeção diz respeito à vazão de saída nesta estrutura. Apesar da observação ser apenas visual, aparentemente a vazão que sai é inferior à que vertia na abertura do vertedouro, indicando talvez uma perda no trajeto sob a barragem, fato a ser investigado oportunamente. Verificou-se também borbulhamentos periódicos no fundo da estrutura de saída do vertedouro.

4.6 RESERVATÓRIO

Nesta visita não foi feita nenhuma inspeção na área do reservatório. As observações foram feitas apenas a partir do local da barragem.

Contribuem para formação do mesmo, três cursos de água, denominados de Pau Amarelo, Manhaçu e Rio da Vitória. Não existem dados hidrológicos disponíveis sobre os mesmos.

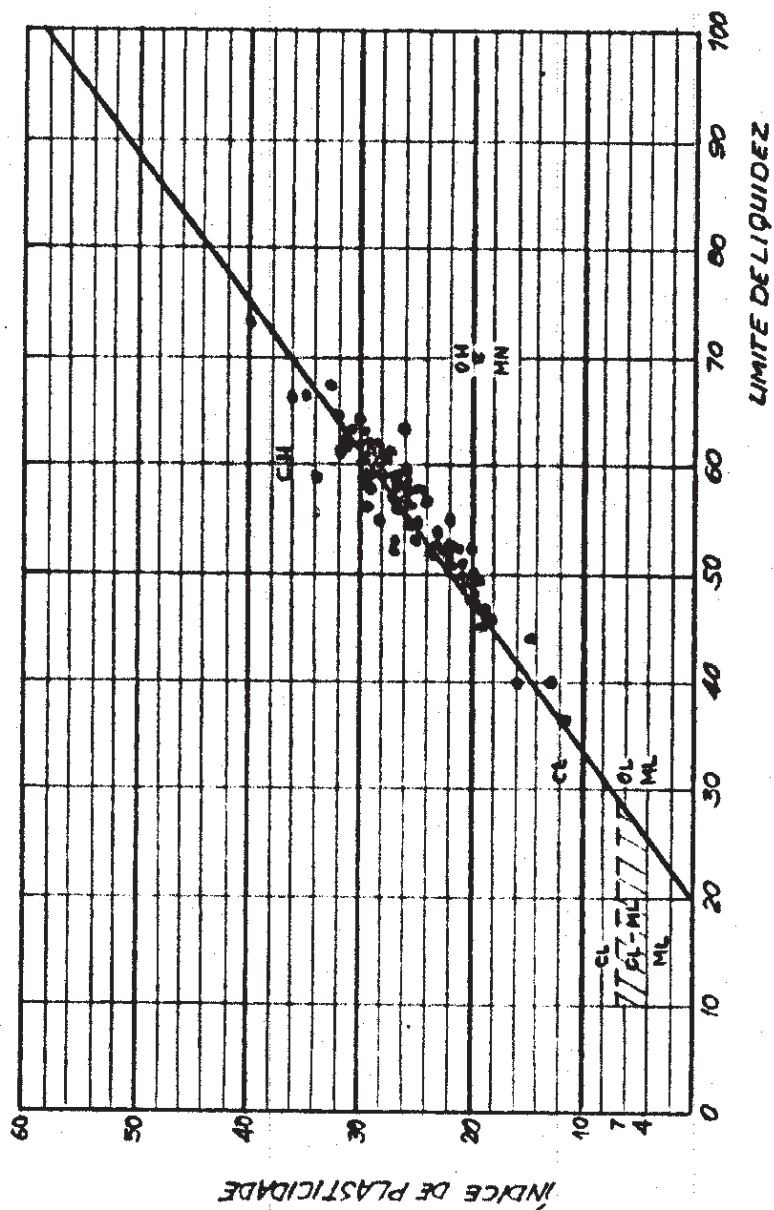
O reservatório fica situado numa área de reserva florestal e, desse modo, suas margens são formadas por matas.

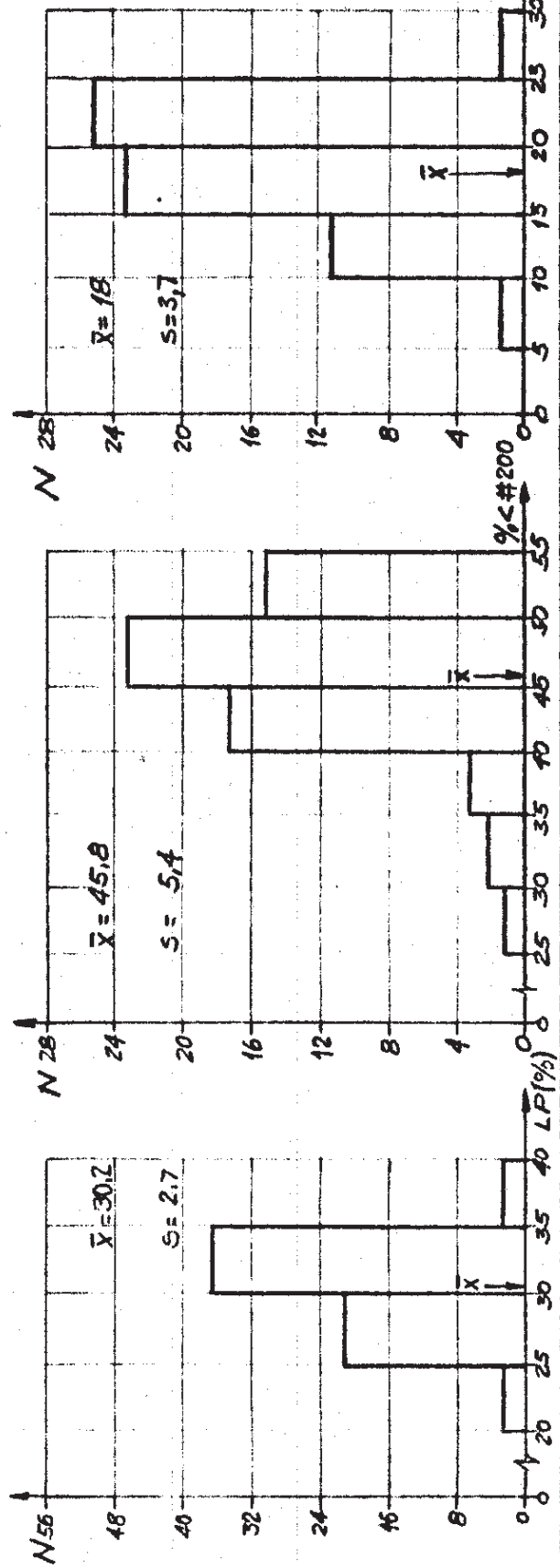
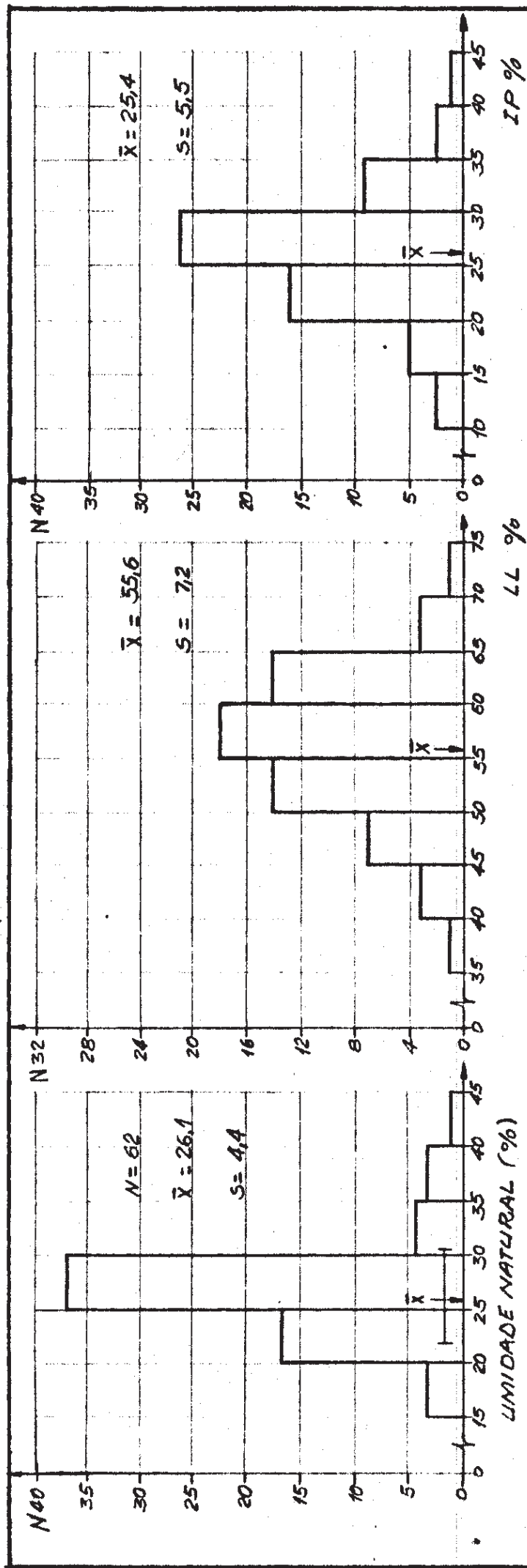
relatório pela Rodio S.A., juntamente com uma série de soluções alternativas para impermeabilização do maciço da barragem e fundação. Não é feita, porém, qualquer referência à recuperação da estrutura de concreto, um dos aspectos mais delicados do problema.

Atualmente, em vista do agravamento do abastecimento de água da região de Vitória/ES e municípios adjacentes, existe o interesse em se estudar a viabilidade de recuperação da barragem, de modo a se promover o alteamento do N.A. do reservatório.

Neste sentido, os passos iniciais a serem tomados seriam a verificação da possibilidade de se recuperar a barragem e se realizar um estudo técnico-econômico, procurando avaliar o retorno dos investimentos. Para tal, é fundamental a realização de um estudo hidrológico da bacia de contribuição, uma vez que não existem relatórios ou quaisquer dados organizados sobre o assunto.

GRÁFICO DE PLASTICIDADE

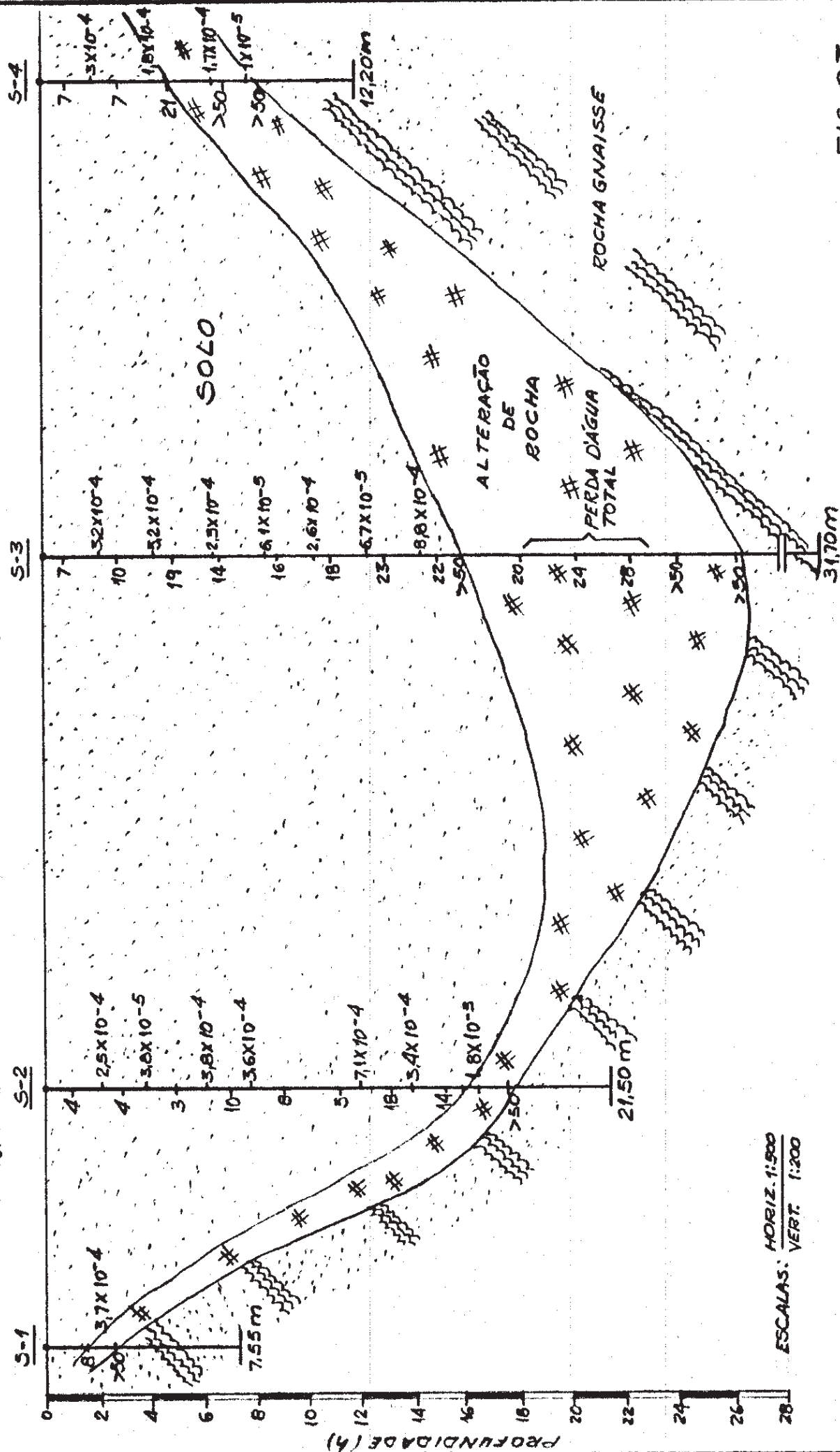




$N = \text{N}^{\circ} \text{ DE ENSAIOS}$
 $\bar{X} = \text{MÉDIA}$
 $S = \text{DESVIO PADRÃO}$

FIG. 02

PERFIL GEOTÉCNICO COM ENSAIOS DE PERMEABILIDADE "IN SITU" E SPT



ESCALAS: HORIZ. 1:500
VERT. 1:200

FIG. 03

5. DADOS DISPONÍVEIS

Os dados disponíveis na ocasião da visita se resumiam a dois relatórios, datados de 1971 e abrangendo aspectos estritamente geotécnicos:

- Relatório A-22/8-71-01, de 04.02.71 - "Represa Duas Bôcas - Espírito Santo - Tratamento da Barragem" - Rio de Janeiro, GB - Engenharia Gallioli Ltda.
- Relatório 2/503-01, de 05.11.71 - "Barragem Duas Bôcas - Estado do Espírito Santo - Avaliação das Condições Atuais e Medidas Sugeridas para o seu Aproveitamento" - CESAN - Rodio S.A.

Além desses dados há indícios de que existem alguns desenhos de arranjo do empreendimento nos arquivos da CESAN, além de fotos aéreas cobrindo parte da bacia de drenagem.

6. ANÁLISE PRELIMINAR DOS DADOS

Os resultados obtidos na campanha de investigação geotécnica de campo e laboratório, realizada pela Rodio S.A., em 1971, estão apresentados no relatório 2/503-01 (ver item 5).

Com base na recente inspeção de campo, complementada pela análise desses dados, verifica-se que o aterro da barragem foi construído com solos de alteração de gnaiss. Pelo perfil observado, estes materiais são formados por uma massa de solo residual maduro tendo disseminada em seu interior zonas de material saprolítico, de coloração clara, micáceo, com vestígios da rocha original.

Estes materiais são predominantemente enquadrados como MH na classificação U.S.C.S., porém, os pontos estão bem próximos à linha A, alguns deles acima desta (CH), conforme verifica-se no Gráfico de Plasticidade da Figura 1. Com exceção de alguns dados isolados, os pontos formam uma nuvem bem definida, denotando um aterro de características homogêneas, fato comprovado pelos histogramas de frequência apresentados na Figura 2.

A percentagem de finos (menor que peneira no. 200) é de 46% em média, sendo 18% correspondentes à fração argila (menor que 2 microns). Por subtração conclui-se que 54% correspondem à fração areia e eventualmente pedregulho. Pelas curvas granulométricas observadas nos arquivos da CESAN, verificou-se que o material é bem graduado. Já a plasticidade é de média a alta.

Dentro das características apresentadas, deduz-se que este material, se utilizado dentro de especificações condizentes, embora pudesse existir algum problema de trabalhabilidade, forneceria um aterro resistente e pouco permeável. As evidências indicam, porém, que não houve controle adequado das operações construtivas.

Pelos resultados mostrados na Figura 3, observa-se que os valores de permeabilidade in-situ do aterro ficam no intervalo 0,38 a $8,8 \times 10^{-4}$ cm/seg, com média de $3,4 \times 10^{-4}$ cm/seg, bastante alto para o tipo de material empregado. Caso os ensaios tenham sido executados de maneira adequada, o método construtivo foi bastante deficiente. Entretanto, pelos relatos existentes, estes ensaios foram bastante grosseiros, sem preocupação, inclusive, com as pressões aplicadas; portanto, pouco confiáveis.

O relatório da Rodio S.A. cita, porém, que 70% dos ensaios de permeabilidade executados no laboratório, em células de adensamento e em amostras do mesmo material, forneceram valores de K inferiores a 10^{-6} cm/seg. Apesar de ser comum o fato de se obter permeabilidades inferiores no laboratório, entre as causas possíveis o tamanho das amostras, esta diferença significativa compromete ainda mais a qualidade dos ensaios de campo. Todos estes ensaios, tanto os de campo, como estes de laboratório, parecem provir do

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pelo que foi apresentado neste relatório admite-se, a princípio, a viabilidade técnica da recuperação da Barragem Duas Bôcas, aspecto condicionado a uma inspeção detalhada e cuidadosa das estruturas de concreto e de terra e um plano criterioso de investigação geotécnica e estrutural.

Para que isto seja empreendido, porém, é primordial que seja feita uma análise de viabilidade econômica prévia, levando em conta o aspecto benefício x custo. Para o desenvolvimento desta análise, é necessária a execução de um estudo hidrológico atualizado, para determinação das disponibilidades hídricas da bacia. Para realização desse estudo serão necessários trabalhos de campo e coleta de dados existentes em diversos órgãos governamentais e/ou particulares.

Em paralelo seriam executadas as investigações estruturais e investigações geológico-geotécnicas complementares no local da barragem. Nestas investigações seria dada ênfase especial na coleta de amostras para ensaios de resistência ao cisalhamento, inexistentes na campanha anterior. Faria parte das investigações a pesquisa de materiais de construção, necessários às obras de reforço da barragem.

De posse dessas investigações se partiria para um estudo de alternativas de soluções para recuperação da barragem, selecionando-se aquela mais indicada técnico-economicamente e que seria orçada em detalhe para utilização no estudo de custo x benefício.

A princípio, dada às condições em que se encontra o maciço da barragem (com base nos dados de 1971) e em especial o talude de montante, não nos parece indicada uma solução de impermeabilização pelo eixo, conforme proposto pela Rodio. Isto deixaria o talude de montante vulnerável aos carregamentos impostos pela flutuação, em especial o rebaixamento do N.A. do reservatório e não evitaria uma possível rutura. Por outro lado, não havendo controle de fluxo a jusante, qualquer defeito ou ineficiência dos dispositivos de vedação propostos para o aterro (diafragma) e fundação (cortina de injeções) conduziria novamente à implantação do fenômeno de erosão regressiva.

Isto posto, uma alternativa que certamente será analisada é aquela que pressupõe a vedação por montante, revestindo-se o talude com uma membrana sintética ou similar até o nível mínimo a que pode ser rebaixado o reservatório na época seca. Neste ponto, esta cortina terá continuidade numa cortina vertical de injeções, que abrangerá a parte remanescente do aterro e a fundação permeável. A execução da cortina neste ponto é até vantajosa em relação a eventual possibilidade de posicionamento no pé do talude com reservatório seco, uma vez que se conta com uma sobrecarga de aterro que permite a aplicação de pressões de injeção mais elevadas.

observado se existem processos erosivos por sob a laje, mas aparentemente isto não ocorre.

b) Crista da Barragem

A crista da barragem é também revestida com concreto e possui muretas laterais em ambos os lados, em estado satisfatório.

c) Talude de Jusante

O talude de jusante tem inclinação em torno de 1V:2H com 2 (dois) níveis intermediários de bermas, de largura entre 1 e 2m e revestidos com concreto.

O sistema de águas pluviais é concebido apenas para conduzir as águas coletadas na crista da barragem até o off-set do talude. Estas águas seguem por tubulações embutidas a pequena profundidade no talude e passa por caixas de passagem embutidas nas bermas. O pé do talude também possui uma faixa revestida com concreto, que provavelmente possui subjacente um sistema coletor dessas águas, cujo ponto de saída não foi localizado. Não há vestígios de dreno de pé na extremidade do talude.

Posteriormente, em consulta à documentação técnica disponível, verificou-se numa seção do maciço a presença de uma estrutura drenante em chaminé no interior do aterro, imediatamente a jusante da crista. Esta estrutura seria formada por blocos de rocha tipo arrimo, e teria uma função de coletar as águas percoladas pelo maciço, conduzindo-as para jusante através de tubulações existentes em intervalos definidos, posicionadas na base do maciço. Trata-se, portanto, de um sistema totalmente inadequado, sem qualquer critério de transição entre o material de aterro e o material pétreo, sem contar os problemas decorrentes dessas tubulações. Trata-se de um amplo caminho para ocorrência de piping generalizado. Em outro texto, porém, é descrito que esta estrutura não teria sido executada durante a construção do maciço e, portanto, não existiria. Este aspecto terá oportunamente que ser investigado.

Para as águas que se precipitam diretamente sobre o talude, não se observou qualquer dispositivo de coleta nas bermas, a não ser que esteja entupido pela abundante vegetação rasteira.

O revestimento do talude é precário e inadequado, com vários tipos de capim se alternando superficialmente na altura dos joelhos. Existe, também, ampla vegetação arbustiva e árvores de médio porte, repetindo-se, portanto, os problemas descritos para o talude de montante.

Não se observou qualquer mancha úmida ou alteração de coloração da vegetação na superfície do talude, fato justificável pela condição do N.A. a montante, bastante baixo. O contato com as ombreiras não pode ser verificado face à

ESQUEMA BARRAGEM DUAS BOCAS

183.150

PISO DA TULIPA

187.400

184.438

184.373

184.181.240

183.050

179.150

179.000

BARRAGEM

REBUA DE MEDICAO

ETA

180,600 (ETA NOVA)

Chapote: 179,089 (ETA VELHA)

NOTÍAS: — Em 01/07/86, aumentamos a água de Nivel em 2,0 (dois metros) onde a leitura do N.A. era 1.840 m, a partir da cota 180,00.

— Em 18/11/86 a Água de Nivel foi reduzida em 1,0 (um metro), passando Oizero para a cota 179,00 onde o N.A. era 181,338 m.

ESCALAS: \$/ ESC.

PROJETADO: CARLOS A. P. RODRIGUES

DESENHADO: ANA LYRA

VERIFICADO:

DIVISÃO:

GERÊNCIA:

CESAN

ESQUEMA DA BARRAGEM DE DUAS BOCAS P/ CONTROLE DE NÍVEL DISPONÍVEL NO MANANCIAL.

MUNICÍPIO: CARIACICA

DISTRITO: CARIACICA

REVISÃO

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

№ 4500-10-0-020