



TECNOSOLO



Rel.RS.5110/2005
ELGG / ar

Porto Alegre, 15 de julho de 2005.

CLIENTE: DMAE – DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS

SERVIÇO: BARRAGEM LOMBA DO SABÃO - PORTO ALEGRE/RS - RS.9139

ASSUNTO: Avaliação Técnica referente às condições da Barragem.

RELATÓRIO

1. INTRODUÇÃO

Em cumprimento aos termos de nossa proposta nº P.006/2005-RS e Nota de Empenho nº 2005/1008 do DMAE, estamos apresentando o relatório referente à Avaliação Técnica da Barragem Lomba do Sabão, realizados para a obra em apreço.

2. DESCRIÇÃO RESUMIDA DA OBRA VISTORIADA

2.1 - LOCALIZAÇÃO

A barragem do Arroio da Lomba do Sabão, a qual represa o referido arroio que faz divisa entre os municípios de Porto Alegre e Viamão / RS, localiza-se no lado direito e próximo da Avenida Bento Gonçalves, interligando os dois municípios supra descrito.

De acordo com os desenhos existentes na Estação de Tratamento de Água da Lomba do Sabão e proximidades da barragem, há indicações de que tenha sido construída no início da década de 1950, de modo a proporcionar reservatório de água bruta para esta estação.

Atualmente, esta estação supre a rede de água potável do DMAE com suporte de 145 litros por segundo, em média.

2.2 - BARRAGEM

2.2.1 – INFORMAÇÕES DOS DESENHOS DISPONÍVEIS

Os desenhos da época da construção a seguir listados:

Matriz: Rio de Janeiro /RJ

Unidade de Negócios RS/SC: Rua Dona Margarida, nº 990-PORTO ALEGRE/RS - Fone: (51) 3343-2811- Fax:(51) 3343-7597

CEP: 90240-610 - e-mail: filial.rs@tecnosolo.com.br - CNPJ: 33.111.246/0003-51



- ETA 500.0A.02, ETA 500.0A.04, ETA 500.0S.02 e ETA 500.0S.03, forneceram os seguintes dados, os quais serão confrontados com os dados levantados a serem apresentados no item 3.

- Existem dois desenhos que mostram seções transversais da barragem com alturas diferentes, sendo um deles com altura de 17,80 metros acima do terreno natural, e coroamento no nível 60,80 m; o outro, mostra seção transversal da barragem com altura de 12 metros acima do terreno natural, e coroamento no nível 55,00 m. Em cada um destes desenhos aparece um projeto diferente para o filtro interno.

- Em ambos os projetos, a largura do coroamento é de 5,00 metros; as declividades dos taludes de montante são de 1(V):2,5 (H); e os taludes de jusante são de 1(V):2,2 (H).

2.3 – VERTEDOURO, CANAL DE DESCARGA, DISSIPADOR DE ENERGIA

Não se dispõe de desenhos detalhados destas estruturas, porém, de acordo com os desenhos disponíveis, estas estruturas foram implantadas em escavações dos solos da ombreira esquerda. São, portanto, estruturas apoiadas em solos.

De acordo com os levantamentos realizados, o **vertedouro** é do tipo soleira, livre em perfil de CREAGER se desenvolve perpendicularmente ao eixo da barragem, com largura de 40 metros e crista vertente no nível 52,25 m. Possui capeamento com laje de concreto armado com espessura aproximada de 0,15 m, revestindo o solo.

O bordo livre normal da barragem é de 2,35 metros.

A jusante do vertedouro encontra-se o **canal de descarga**, com desenvolvimento curvo em planta, e seção transversal trapezoidal de largura variável. Seu fundo e paredes laterais são revestidos com lajes de concreto armado.

No final do canal é encontrada soleira de concreto, abrangendo toda a largura do mesmo, e após, o **dissipador de energia**, formado por bacia escavada em solo natural, de modo a conter em seu interior o ressalto hidráulico.

2.4 – TOMADA D'ÁGUA E CASA DE BOMBAS

Estas estruturas encontram-se a montante da barragem, próximas da ombreira direita.

A **tomada d'água** é formada por torre cilíndrica de concreto armado, com diâmetro externo de 2,20 metros. Possui laje plana em seu topo, onde se encontra alçapão de acesso ao seu interior, no qual, quatro adufas em diferentes níveis permitem a entrada da água do lago.



TECNOSOLO

Rel. RS.5110/2005

Fl. 03

As adufas são operadas por meio de chave "T", introduzida através de furos dispostos na laje de cobertura.

A montante de cada adufa existe placa de aço fixada pelo lado externo da torre, mantendo pequena distância da mesma, de modo permitir a entrada de água e retendo materiais sólidos.

De acordo com o operador da referida ETA, a adufa situada no menor nível (43,50 m) aproximadamente, não pode ser operada em virtude da grande quantidade de material assoreado, lama, que penetra pela adufa.

A jusante da torre da Tomada D'água encontra-se a Casa de Bombas, formada torre de concreto com diâmetro externo de 5,20 metros, em cujo interior ou poço seco encontram-se duas bombas que recalcam a água bruta para a ETA Lomba do Sabão, situada próxima.

A interligação hidráulica entre a Tomada D'água e a Casa de Bombas é feita por meio de tubulação de aço.

No perímetro externo da Casa de Bombas existe passarela de concreto armado dotada de guarda-corpo, com largura de 1,20 metros, a qual também serve de acesso à Tomada D'água.

2.5 - DESCARGA DE FUNDO

Os desenhos existentes não mostram qualquer detalhe, e nem a mencionam.

Nas vistorias realizadas também não foram encontrados, sinais de sua possível existência.

3. OBSERVAÇÕES RESULTANTES DA VISTORIA

São a seguir apresentadas as observações que julgamos relevantes, objeto de nossas vistorias realizadas em junho de 2005.

3.1 - COROAMENTO (CRISTA) DA BARRAGEM

Com o comprimento aproximado de 280 metros; níveis variáveis entre 54,00 e 54,70 metros; e largura de 5,10 metros, desenvolve-se como uma via confinada em ambos os lados por muros baixos e semi-enterrados, de pedras regulares de granito unidas com argamassa.

Sobre o coroamento, e abrangendo os taludes da barragem, foram realizados os trabalhos de topografia com seções a cada 20 metros, tendo como partida a estaca 0,

Matriz: Rio de Janeiro /RJ

Unidade de Negócios RS/SC: Rua Dona Margarida, nº 990-PORTO ALEGRE/RS - Fone: (51) 3343-2811- Fax:(51) 3343-7597

CEP: 90240-610 - e-mail: filial.rs@tecnosolo.com.br - CNPJ: 33.111.246/0003-51



TECNOSOLO

no portão de acesso à barragem pela ombreira direita. Como referência de nível, foram adotados os RNs 1 e 2, situados na ombreira direita.

Rel. RS.5110/2005

Fl. 04

Verificou-se que em locais próximos da estaca 12, as pedras do muro estão sendo retiradas e levadas pelos moradores das redondezas, com sinais de recentes remoções.

O **coroamento**, embora não pavimentado não apresenta significativos sinais de erosões, com exceção do local junto da parede lateral direita do vertedouro, escavado pelos moradores próximos para facilitar a passagem através da crista do vertedouro.

Verifica-se que há vegetação e árvores que se desenvolveram nas bordas do coroamento.

3.2 - TALUDE DE MONTANTE

Este talude só foi examinado em sua porção acima do nível d'água, 51,80 m.

Das seções topográficas realizadas, verificou-se que suas inclinações correspondem com razoável aproximação com as inclinações do projeto, 1(V) : 2,5(H).

Existem grandes quantidades de árvores e arbustos que cresceram entre as pedras do rip-rap, ao mesmo tempo em que são encontrados locais com escassas camadas de pedras, e pedras deslocadas, tendo como causas prováveis a ação humana.

Não foram notados sinais característicos de escorregamentos ou instabilidade do talude.

3.3 - TALUDE DE JUSANTE

Das seções topográficas realizadas, verificou-se que suas inclinações também correspondem com razoável aproximação, com as inclinações do projeto, 1(V) : 2,2(H).

Existem grandes quantidades de árvores e arbustos, na quase totalidade do talude, ao mesmo tempo em que se notam numerosos cupinzeiros.

A vala de coleta de águas pluviais na parte central do talude apresenta formato irregular, com assoreamentos e vegetação abundante.

Não foram encontrados furos ou tocas de animais.

Não foram encontrados locais com surgência de águas.

Matriz: Rio de Janeiro /RJ

Unidade de Negócios RS/SC: Rua Dona Margarida, nº 990-PORTO ALEGRE/RS - Fone: (51) 3343-2811- Fax:(51) 3343-7597

CEP: 90240-610 - e-mail: filial.rs@tecnosolo.com.br - CNPJ: 33.111.246/0003-51



TECNOSOLO

Não foram encontrados locais com característica de escorregamentos ou instabilidades do talude.

Rel. RS.5110/2005

Fl. 05

Na porção final do pé do talude, abrangendo parte do enrocamento do pé, há permanente presença de água, banhado, com densa vegetação de capim, fatos que não permitiram a observação de ocorrência ou não do carreamento de partículas de solos ou do filtro, bem como, medidas de vazões de água pelos filtros.

Com o objetivo de se avaliar a eficiência do filtro interno do maciço, foram realizados 4 (quatro) furos de sondagem à percussão sem circulação de água, sendo 2 (dois) furos na seção 7 (S.3 e S.4); e 2 (dois) furos na seção 10 (S.1 e S.2); de modo a se localizar os níveis de água internos do maciço. Os resultados destas sondagens encontram-se nos anexos deste laudo.

A superfície de saturação interna do maciço apresenta-se em níveis mais elevados daqueles que são mostrados no desenho ETA 500.0A.04, nos locais das sondagens. Esta elevação pode estar associada ao dimensionamento e desempenho dos filtros internos, cujo projeto não é conhecido; bem como à elevação do nível de água a jusante da barragem.

3.4 – VERTEDOURO

Conforme já descrito, o **vertedouro** em perfil CREAGER, cuja soleira é formada por lajes de concreto armado com espessuras da ordem de 12 à 15 centímetros, concretadas diretamente sobre o solo escavado; e com juntas de concretagem aproximadamente regulares, algumas das quais estão preenchidas com asfalto; e outras completamente abertas.

Na prospecção realizada na laje da crista, onde existe parte da laje quebrada e com buracos, verificou-se que as fissuras ou juntas da laje não se propagam através do solo; e que estas lajes com espessuras entre 12 e 15 centímetros, foram concretadas diretamente sobre o solo escavado.

Lateralmente, a crista do vertedouro é delimitada por muros de concreto armado, vão de contenção, que revestem os taludes de suas margens, protegendo-as contra erosões das correntes de água.

3.5 – CANAL DE DESCARGA E BACIA DE DISSIPAÇÃO

O **canal de descarga** localizado imediatamente à jusante do **vertedouro**, apresenta danos com várias placas do seu piso levantadas, deslocadas, rachadas, e locais sem as placas.

Matriz: Rio de Janeiro /RJ

Unidade de Negócios RS/SC: Rua Dona Margarida, nº 990-PORTO ALEGRE/RS - Fone: (51) 3343-2811- Fax:(51) 3343-7597

CEP: 90240-610 - e-mail: filial.rs@tecnosolo.com.br - CNPJ: 33.111.246/0003-51



TECNOSOLO

É provável que a maior causa dos danos nestas placas, tenham sido causados por sub-pressões hidráulicas, em vista da não existência de eficiente drenagem sob estas placas.

Rel. RS.5110/2005

Fl. 06

No interior do canal foi implantada tubulação metálica para condução de esgotos domésticos da vila existente nas proximidades. Entretanto, há grande quantidade de esgoto “in natura”, que escorre sobre as lajes e ao longo do canal. Pelas características agressivas destes líquidos, há grandes danos nestas estruturas de concreto.

As paredes que revestem a seção trapezoidal do canal, onde foi possível visualizar, apresentam-se em boas condições, com exceção do pequeno trecho da margem direita, no local da interseção com a soleira transversal e final do canal e início da bacia de dissipação.

A parede da margem esquerda do canal encontra-se em sua grande extensão coberta com lixo, proveniente da vila próxima. Este lixo represa as águas do esgoto, promovendo o aparecimento de abundante vegetação sobre as lajes do canal.

A bacia de dissipação apresenta locais com significativas erosões, principalmente junto da parte final da parede direita, no encontro com a soleira; sob a própria soleira, e nos taludes em solo, ao longo do perímetro da bacia.

4. CONCLUSÕES

4.1 – A barragem da Lomba do Sabão, com idade aproximada de 50 anos, apresenta sinais característicos de seu desgaste; e deficiências de obras de manutenção.

4.2 – Trata-se de importante obra em vista da volumosa reserva de água doce, de relativa boa qualidade, para abastecimento humano; e principalmente, pelo fato de que acidente com esta obra poderia alcançar proporções de tragédia em virtude das populações ribeirinhas de jusante.

4.3 – Por não fazer parte do escopo deste trabalho, bem como, por não dispormos dos dados necessários, não foram examinados tópicos referentes à capacidade do vertedouro de escoar as cheias previstas; e a suficiência do bordo livre mínimo da barragem.

4.4 – Embora não tenham sido encontrados sinais de instabilidades no maciço da barragem, que pudessem recomendar ações emergenciais, os trabalhos a seguir listados devem ser realizados de imediato, com o objetivo de se complementar o diagnóstico que até esta fase pode ser realizado; e permitir a utilização desta obra em boas condições de segurança.

Matriz: Rio de Janeiro /RJ

Unidade de Negócios RS/SC: Rua Dona Margarida, nº 990-PORTO ALEGRE/RS - Fone: (51) 3343-2811- Fax:(51) 3343-7597

CEP: 90240-610 - e-mail: filial.rs@tecnosolo.com.br - CNPJ: 33.111.246/0003-51



TECNOSOLO

4.4.1 – Drenar a área alagada de jusante da barragem, em uma faixa com largura de 10 metros, de modo a permitir avaliar as vazões de percolação de água pelos filtros internos do maciço; e se estiver ocorrendo transporte de partículas sólidas.

Rel. RS.5110/2005

Fl. 07

4.4.2 – Nas seções 5 e 11, deverão ser instalados de forma permanente, piezômetros e medidores de níveis de água, para permitir o conhecimento das cargas hidráulicas internas do maciço.

No quadro a seguir apresentado, são indicados os locais de instalação destes equipamentos.

PIEZÔMETROS

| LOCAL | DISTANCIA A JUSANTE DO EIXO (M) | NÍVEL DA BOCA DA BOCA | NÍVEL DA CÉLULA |
|--------|---------------------------------|-----------------------|-----------------|
| EST. 5 | 4,00 | 54,60 | 43,00 |
| EST. 5 | 16,00 | 49,00 | 43,00 |
| EST.11 | 4,00 | 54,00 | 43,00 |
| EST.11 | 16,00 | 49,00 | 43,00 |

MEDIDORES DE NÍVEIS D'ÁGUA (TIPO CASAGRANDE)

| LOCAL | DISTANCIA A JUSANTE DO EIXO (M) | NÍVEL DA BOCA DA BOCA | PROFUNDIDADE |
|--------|---------------------------------|-----------------------|--------------|
| EST. 5 | 12,00 | 50,50 | 5,00 |
| EST.11 | 12,00 | 50,00 | 5,00 |

Nestes piezômetros e nos medidores de níveis d'água, após 3 séries de leituras, que poderão ser de 30, 60 e 90 dias; e que constatadas suas normalidades de níveis, poderão ter leituras espaçadas a cada ano.

4.4.3 – Retirada das árvores e arbustos dos taludes e do coroamento da barragem. Esta retirada deverá abranger uma faixa com largura de 10 metros além do pé de jusante da barragem.

4.4.4 – Impedir o acesso de moradores e pessoas estranhas às dependências da barragem.

4.4.5 – Recomposição da canaleta de drenagem do talude de jusante; e a colocação de leivas de campo em todo este talude.

Matriz: Rio de Janeiro /RJ

Unidade de Negócios RS/SC: Rua Dona Margarida, nº 990-PORTO ALEGRE/RS - Fone: (51) 3343-2811- Fax:(51) 3343-7597

CEP: 90240-610 - e-mail: filial.rs@tecnosolo.com.br - CNPJ: 33.111.246/0003-51



TECNOSOLO

4.4.6 – Complementar e recolocar, nos locais que apresentam vazios de pedras (rip-rap) do talude de montante.

4.4.7 – Refazimento das partes destruídas do muro lateral do coroamento da barragem, nos locais onde as pedras regulares de granito foram levadas.

Rel. RS.5110/2005

Fl. 08

4.4.8 – Remoção do lixo depositado nas margens do canal e impedir a colocação de lixo nas estruturas da obra.

4.4.9 – Em condições favoráveis de águas baixas, refazer o capeamento do vertedouro e das lajes rompidas do canal, conforme os desenhos apresentados.

4.4.10 – Refazimento do muro lateral direito, próximo da soleira, no trecho final do canal, conforme detalhes do projeto.

4.4.11 – Preenchimento com concreto ciclópico nos locais de erosões sob a soleira final do canal e do dissipador de energia.

4.4.12 – Colocação de enrocamentos com pedras de diâmetro médio de 40 centímetros, no fundo e nos taludes da bacia de dissipação; e na face externa do muro reconstruído.

5. MANUTENÇÃO E INSPEÇÕES ROTINEIRAS

5.1 – Após a realização das obras de manutenção recomendadas, devem ser realizadas inspeções periódicas em todos os locais da obra, de modo a detectar em tempo as anormalidades ou situações de risco, reportando-as por escrito à autoridade encarregada de sua operação. Em princípio haverá necessidade de inspeção mensal; e eventualmente nova inspeção após a ocorrência de chuva muito intensa.

O período mensal acima referido para as inspeções poderá ser estimado a cada 60 (sessenta) dias, caso sejam observados padrões normais de comportamento da obra.

5.2 - Todas as observações devem ser anotadas em planilha, na qual constam os locais examinados, o dia e o responsável pela inspeção. Em anexo, sugerimos modelo de planilha para as inspeções periódicas.

Abaixo, são listados os principais locais a serem examinados.

5.2.1 – Leitura dos níveis d'água nos piezômetros instalados, comparando-as com os níveis das leituras anteriores, configurando situação de alerta caso houver tendências de subida em seus níveis. Em anexo, sugerimos modelo de planilha para leitura dos piezômetros e níveis d'água.

Matriz: Rio de Janeiro /RJ

Unidade de Negócios RS/SC: Rua Dona Margarida, nº 990-PORTO ALEGRE/RS - Fone: (51) 3343-2811- Fax:(51) 3343-7597

CEP: 90240-610 - e-mail: filial.rs@tecnosolo.com.br - CNPJ: 33.111.246/0003-51



TECNOSOLO

5.2.2 – Avaliação do volume de água escoada pelo filtro interno da barragem; e se há transporte de sólidos ou turbidez da água.

5.2.3 – Nos taludes e no coroamento, observar a ocorrência de fissuras, escorregamentos, assentamentos, de erosões, tocas de animais, cupinzeiros e o desenvolvimento de árvores.

Rel. RS.5110/2005

Fl. 09

5.2.4 – Condição anormal para a segurança da obra, seria a ocorrência de saída de água através do talude de jusante, fato que deverá ser comunicado imediatamente à autoridade encarregada.

5.2.5 – Examinar a ocorrência de danos nos revestimentos de concreto do vertedouro do canal e nas proteções com enrocamentos do dissipador de energia.

5.2.6 – Examinar a integridade das cercas e muros, suas eficiências e se há sinais de que pessoas estranhas tenham entrado na obra.

6. RELAÇÃO DE ANEXOS

6.1 – PRANCHA 01/07

- Levantamento Planialtimétrico - Planta Baixa;

6.2 – PRANCHA 02/07

- Levantamento Planialtimétrico – Seções 00 à 05;

6.3 – PRANCHA 03/07

- Levantamento Planialtimétrico – Seções 06 à 08;

6.4 – PRANCHA 04/07

- Levantamento Planialtimétrico – Seções 09 à 11;

6.5 – PRANCHA 05/07

- Levantamento Planialtimétrico – Seções 12 à 14 e A à E;

6.6 – PRANCHA 06/07

- Reparos da Barragem – Seções Transversais e Longitudinal – Detalhes;

6.7 – PRANCHA 06/07

- Reparos da Barragem – Detalhes 1 à 5;

6.8 – DESENHO Nº RS24452

- Planta de Localização dos Furos de Sondagem, Seção Transversal na Estaca 10 e Seção Transversal na Estaca 07;

6.9 - DESENHOS Nºs RS24453/456

Matriz: Rio de Janeiro /RJ

Unidade de Negócios RS/SC: Rua Dona Margarida, nº 990-PORTO ALEGRE/RS - Fone: (51) 3343-2811- Fax:(51) 3343-7597

CEP: 90240-610 - e-mail: filial.rs@tecnosolo.com.br - CNPJ: 33.111.246/0003-51



TECNOSOLO

- Perfis individuais dos furos de sondagem. As diversas colunas apresentam: número de golpes necessários à cravação do amostrador para penetrar 30 cm (ou outro comprimento devidamente indicado); nível d'água, cotas em relação ao RN escolhido, situação e numeração das amostras extraídas, profundidade das diversas camadas em relação à superfície do terreno e, finalmente, a classificação dos solos encontrados, de acordo com a nomenclatura da NBR 6484/2001 da ABNT.

Rel. RS.5110/2005

Fl. 10

6.10 – ANEXO 1

- Especificações Técnicas das Obras de Reparos da Barragem.

6.11 – ANEXO 2

- Fotos 1 a 30 – Documentação fotográfica;

6.12 – ANEXO 3

- Planilha de Inspeção Bi-Mensal

6.13 – ANEXO 4

- Planilha de Leitura dos Piezômetros e Medidores de Níveis D'água

Estamos às ordens para os esclarecimentos adicionais que forem úteis.

TECNOSOLO S/A

.....
Eng.º Civil Everton L. G. Ghignatti - CREA/RS 56329
Unidade de Negócios RS/SC

Matriz: Rio de Janeiro /RJ

Unidade de Negócios RS/SC: Rua Dona Margarida, nº 990-PORTO ALEGRE/RS - Fone: (51) 3343-2811- Fax:(51) 3343-7597

CEP: 90240-610 - e-mail: filial.rs@tecnosolo.com.br - CNPJ: 33.111.246/0003-51



TECNOSOLO

ANEXO 2 DO RELATÓRIO Nº RS.5110/2005

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA

FOTOS 01 À 30

Matriz: Rio de Janeiro /RJ

*Unidade de Negócios RS/SC: Rua Dona Margarida, nº 990-PORTO ALEGRE/RS - Fone: (51) 3343-2811- Fax:(51) 3343-7597
CEP: 90240-610 - e-mail: filial.rs@tecnosolo.com.br - CNPJ: 33.111.246/0003-51*