



CÂMARA LEGISLATIVA DO DISTRITO FEDERAL
GABINETE DO DEPUTADO RODRIGO DELMASSO - PTN



REQUERIMENTO N.º

RQ 1412 /2016

(Do Sr. Deputado RODRIGO DELMASSO - PTN/DF)

L I D O

Em, 02/02/16

[Assinatura]
Secretaria Legislativa

Requer o encaminhamento de solicitação de informação à Companhia Energética de Brasília - CEB.

Excelentíssima Senhora Presidente da Câmara Legislativa do Distrito Federal:

Requeiro, nos termos dos arts. 15, III; 39, § 2º, XII, e 40 do Regimento Interno desta Casa Legislativa, que seja solicitado ao Diretor-Presidente da Companhia Energética de Brasília - CEB, as seguintes informações:

- 1- Quais são os atos expedidos por essa Companhia no intuito manter a segurança da barragem do Paranoá?
- 2- Existe um plano de segurança atualizado para a referida área? Caso exista, encaminhar cópia.
- 3- Qual é a periodicidade da realização de inspeção no local?
- 4- Quais são os planos, por parte desta Companhia, para que anomalias encontradas na estrutura e na pista de rolamento da barragem não causem danos para a população?

JUSTIFICAÇÃO

Setor Protocolo Legislativo
RQ N° 1412 / 16
Folha N° 01 de 01

Recebemos em janeiro de 2016, o Ofício nº 06/2016 – PRE/ADASA que encaminha o Memorando nº 275/2015-SRH em resposta do Requerimento 1226/15 de *[Assinatura]*



**CÂMARA LEGISLATIVA DO DISTRITO FEDERAL
GABINETE DO DEPUTADO RODRIGO DELMASSO - PTN**



minha autoria, que solicita informações para apresentação de relatório de segurança da barragem do Paranoá.

De acordo com o memorando, a fiscalização da segurança da Barragem do Lago Paranoá compete a ANEEL, conforme disposto no inciso II, art. 5º da Lei 12.334, de 20 de setembro de 2010, uma vez que a ANEEL concedeu o uso do potencial hidráulico para fins de geração hidrelétrica constante no Contrato de Concessão de Geração nº 65/1999- ANEEL. Porém, esta Companhia é responsável por gerir, transmitir e distribuir a geração termoelétrica produzida por meio das Usinas Hidrelétrica do Paranoá – UHPA.

Importante salientar que em 5 de novembro de 2015, houve uma queda da barragem de Fundão, da mineradora Samarco, em Mariana/MG, matando pessoas, destruindo o comércio e desabrigando toda a comunidade. Foram 35 milhões de metros cúbicos de lama, que afetaram 7 comunidades e subdistritos: Paracatu de Baixo, Paracatu de Cima, Campinas, Borba, Pedra, Bicas e Bento Rodrigues, sendo a última com 82% das edificações destruídas. Foi noticiado nos veículos de comunicação que a fiscalização teria evitado a grande proporção do desastre, e que o monitoramento das estruturas é essencial para a preservação destas construções.

É sabido que as condições atuais das estruturas e pista de rolamento da barragem trazem insegurança para toda comunidade. O tráfego no local é intenso, com veículos pesados e momentos de congestionamento, sobrecarregando as estruturas, aumentando as anomalias e deteriorando o asfalto. As chances de desabamento aumentam a cada dia, fato de extrema importância e que deve ser tratado com atenção.

O pedido de informação faz-se necessário, tendo em vista que estes Parlamentares, em suas funções fiscalizatórias, precisam tomar conhecimentos sobre o que está sendo realizado para manutenção da estrutura da barragem do Paranoá, bem como o envio de informações complementares.

Ante o delineado e, também, diante da prerrogativa desta Câmara Legislativa de fiscalizar os atos do Poder Executivo, rogo, com esteio no art. 3º, IX, a

Setor Protocolo Legislativo
RR Nº 14121/6
Folha Nº 02 de 06



**CÂMARA LEGISLATIVA DO DISTRITO FEDERAL
GABINETE DO DEPUTADO RODRIGO DELMASSO - PTN**



c/c o art. 60, XVI, da Lei Orgânica do Distrito Federal, o auxílio dos nobres Parlamentares no sentido de ser aprovada a presente Proposição.

Sala das Sessões, em.....


Deputado RODRIGO DELMASSO – PTN/DF
Autor

Setor Protocolo Legislativo

RA Nº 1412 / 16

Folha Nº 03 Bx te

Sisged: JG 8 /2016

Ofício nº 06 /2016- PRE/ADASA

Brasília, 08 de janeiro de 2016.

A Sua Excelência o Senhor
Deputado Distrital Rodrigo Delmasso
Câmara Legislativa do Distrito Federal
Praça Municipal - Quadra 2 - Lote 5
70094-902 – Brasília – DF


Assunto: Requerimento 1226/15

Excelentíssimo Senhor Deputado,

Em resposta ao Requerimento em referência, encaminho, em anexo, Memorando nº 275/2015-SRH/ADASA, da Superintendência de Recursos Hídricos, com as informações solicitadas.

Sendo o que se apresenta para o momento e nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos necessários por meio da servidora Cristiane, no telefone 3961 4984.

Atenciosamente,


DIÓGENES MORTARI
Diretor-Presidente
Substituto

Setor Protocolo Legislativo
RA Nº 1412 / 16
Folha Nº 04 Bete

Memorando nº 275/2015-SRH

Em 28 de dezembro de 2015.

Ao Senhor
Paulo Sérgio Bretas de Almeida Salles
Diretor Presidente da ADASA

Assunto: Resposta ao Ofício nº 3688/15-SUBREL

Em resposta ao Ofício 3688/15-SUBREL, de 19 de dezembro de 2015, que solicita resposta ao requerimento do Deputado Rodrigo Delmasso, informamos o que segue:

2. A Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, conhecida por Lei de Segurança de Barragens, definiu as atribuições e as formas de controle necessárias para assegurar as condições de segurança das barragens. A supracitada Lei em seu Art. 17 atribui aos empreendedores e aos responsáveis técnicos por eles escolhidos a responsabilidade pela segurança da barragem. Essa responsabilidade inclui a elaboração do plano de segurança, assim como dos relatórios de inspeção.

3. A fiscalização da segurança da Barragem do Lago Paranoá compete à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) conforme o disposto no Art. 5º, inciso II da Lei 12.334/2010. Adicionalmente informamos que a ANEEL concedeu o uso do potencial hidráulico para fins de geração hidrelétrica por meio do Contrato de Concessão de Geração nº 65/1999- ANEEL. A ANEEL como órgão fiscalizador deve, conforme dispositivo legal:

I - manter cadastro das barragens sob sua jurisdição, com identificação dos empreendedores, para fins de incorporação ao SNISB;

II - exigir do empreendedor a anotação de responsabilidade técnica, por profissional habilitado pelo Sistema Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea) / Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Crea), dos estudos, planos, projetos, construção, fiscalização e demais relatórios citados nesta Lei;

III - exigir do empreendedor o cumprimento das recomendações contidas nos relatórios de inspeção e revisão periódica de segurança;

IV - articular-se com outros órgãos envolvidos com a implantação e a operação de barragens no âmbito da bacia hidrográfica;

V - exigir do empreendedor o cadastramento e a atualização das informações relativas à barragem no SNISB.

Setor Protocolo Legislativo
RA Nº 1412 / 116
Folha Nº 05 Beta



4. Do exposto, não compete à Adasa a elaboração do Relatório de Inspeção e nem a fiscalização da referida barragem. No entanto, o lago Paranoá por seus usos múltiplos e de dominialidade distrital, tendo a Adasa como órgão regulador, vem merecendo atenção desta Agência quanto a sua segurança, razão pela qual se tem acompanhado os aspectos relativos à segurança da barragem do lago Paranoá e está, em conjunto com a CEB, elaborando projeto básico para contratação de serviços especializados ao Plano de Segurança (PSB) e Plano de Ação Emergencial (PAE) referentes à UHE Paranoá.

5. Nesta oportunidade, encaminhamos à Câmara Legislativa do DF cópia impressa dos últimos relatórios de inspeção elaborados pela Companhia Energética de Brasília (CEB).

É o que se apresenta para o momento.

Respeitosamente,


URBANO MEDEIROS FERNANDES
Superintendente de Recursos Hídricos Substituto

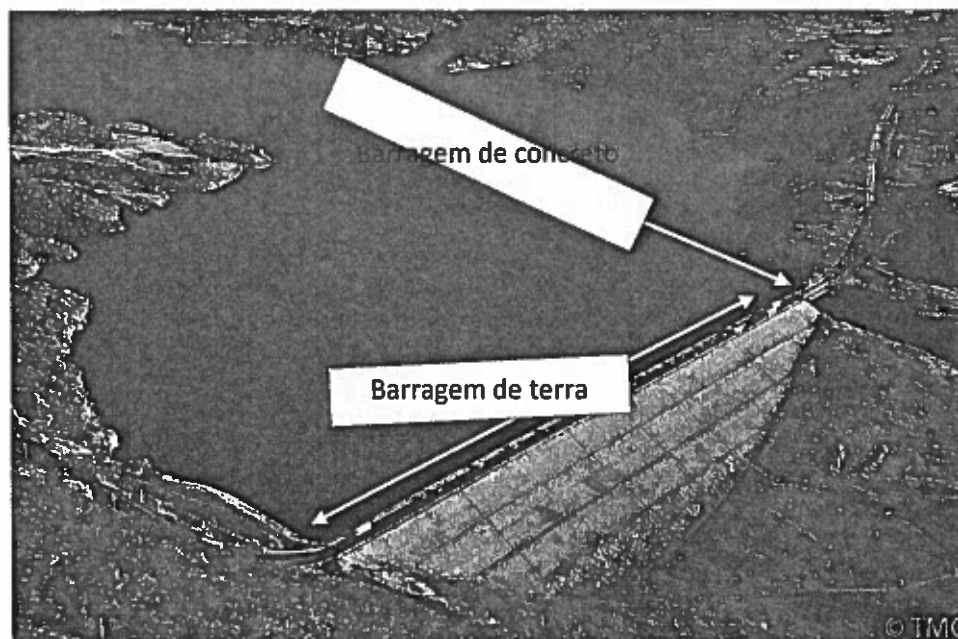
Setor Protocolo Legislativo
RA Nº 1412 1/6
Folha Nº 06 Bete

1. INTRODUÇÃO

Este relatório tem por objetivo apresentar um diagnóstico das condições atuais das estruturas civis que compõem a pista de rolamento sobre a Barragem do Paranoá, elaborado com base no resultado de inspeções visuais realizadas e pesquisa bibliográfica no arquivo da UHPA

2. EMPREENDIMENTO

2.1. VISÃO GERAL



2.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS

A pista de rolamento sobre a Barragem do Paranoá encontra-se apoiada na crista da barragem e na ponte rodoviária sobre o vertedouro e faz conexão com a DF-025 sobre ombreira esquerda e DF-001 sobre a ombreira direita.

- Barragem com extensão total de 630 metros, sendo 600 metros de terra e 30 metros de concreto;
- Vertedouro com três vãos de 9 m de largura cada, com comportas tipo segmento. A estrutura vertente tem a ogiva posicionada na cota 993,50m, sendo limitada por dois muros laterais e dois pilares centrais. A calha em concreto tem largura de 18m e extensão de aproximadamente 140m, apresentando em sua extremidade final a concha de dissipação. Sobre o vertedouro existem 2 pontes, sendo uma rodoviária e outra mecânica, esta utilizada para içamento dos stop-logs;

2.3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Na região do Distrito Federal ocorrem rochas de idade pré-cambrianas, constituídas, predominantemente, dos grupos Canastras e Paranoá, por vezes capeadas pelas coberturas Terciário-Quartenário.

No local do empreendimento, ocorrem rochas quartzíticas e metassiltíticas, pertencentes à unidade arenosa (metarritmitos arenosos) do grupo Paranoá, caracterizadas pela alternância entre camadas arenosas e argilosas denotando um caráter rítmico. No local do barramento observa-se franco lineamento estrutural com direção marcadamente NNW-SSE, com o mergulho das camadas quartzíticas e metassiltíticas variando entre 35° e 70° para S ou SE, predominantemente. Os afloramentos dessas rochas são frequentes, distribuindo-se espacialmente tanto pelas ombreiras, quanto pela calha do rio Paranoá, a jusante da barragem. Observa-se, ainda, a ocorrência de inúmeros pontos de surgência de água na ombreira direita, no leito antigo do Paranoá, a jusante do barramento, caracterizando a existência de lençóis d'água confinados, nas porções quartzíticas, devida a anisotropia hidrogeológica ocasionada pela presença das camadas metassiltíticas intercaladas.

3. BARRAGEM DE TERRA

3.1. CRISTA DA BARRAGEM

A crista da barragem do Lago Paranoá possui aproximadamente 15,8m de largura e possui a função de evitar o galgamento e suportar a ligação entre as autoestradas DF-001 e DF-025.

Para evitar o galgamento do lago, o maciço compactado da barragem possui borda livre de 4,0m de altura o que garante, devido às características de pluviosidade e vertimento de água, risco mínimo de transbordamento.

Setor Protocolo Legislativo
RQ Nº 14121/16
Folha Nº 08 Beta

Para realizar a ligação entre as rodovias DF-001 e DF-025, a crista da barragem possui autopista com 10,50m de largura, abrangendo duas faixas de rolamento e duas ciclovias, duas calçadas para pedestres com 1,0m de largura cada, além de postes de iluminação, cercas laterais de proteção e uma canaleta de drenagem superficial posicionada na borda de jusante da crista, externamente à cerca.

O trecho rodoviário implantado sobre o aterro da barragem, de 630m, possui rampas muito suaves e boas condições de visibilidade, porém as geometrias e rampas dos trechos de aproximação, tanto numa margem quanto na outra, comprometem a segurança do tráfego, o que expõe a riscos os usuários da travessia, *os equipamentos de operação da usina aí instalados e a própria estrutura da barragem*. Esse trecho rodoviário possui tráfego intenso durante todo o dia, inclusive com caminhões pesados, chegando a formar engarrafamentos nos horários de pico.

A ombreira direita possui um maciço rochoso que dificulta as possibilidades de geométricas do traçado da pista neste local, tornando-a uma curva de pequeno raio e forte rampa, que se traduz em baixa velocidade e riscos de abalroamento.

A ombreira esquerda, por outro lado, possui trecho em tangente e rampa elevada, facilitando o desenvolvimento de altas velocidades. Ambos os lados possuem lombada eletrônica, o que limita a velocidade a 40km/h na ombreira direita e 50km/h na esquerda. Não obstante, tais equipamentos não eliminam o risco de acidentes, pois não são barreiras físicas.

Levantamento altimétrico realizado anterior apresentou perfil topográfico semelhante ao perfil proposto pela Raymond Builders Incorporated, empresa que projetou a barragem, em seu projeto para acabamento da crista. Esse levantamento encontrou 2 discordâncias, estruturalmente bastante expressivas e que poderiam ter sido originadas nos processos construtivos de reposição do revestimento asfáltico da pista nos sucessivos recapeamentos já realizados. Essas anomalias, entretanto, causam impactos na drenagem e esgotamento das águas pluviais, com a formação de grandes áreas com água empoçada. A documentação histórica disponível não faz nenhuma alusão à obras de terraplenagem para recomposição da crista *com a finalidade de compensar os desgastes e recalques sofridos pelo maciço após a construção. O recalque sofrido pelo maciço pode ter ocorrido pela influência direta das cargas impostas pelo tráfego pesado e permanente sobre a barragem*.

A pavimentação asfáltica encontra-se bastante deteriorada, com buracos em toda extensão da pista (fotos 1 a 3). Os surgimentos desses buracos provocam *percolação de água pelo maciço da barragem*. Tais buracos são tampados regularmente em operações do tipo 'tapa buracos', mas abrem-se novamente em poucos dias.

Além disso, os drenos existentes encontram-se assoreados, em muitos deles provocados pela recomposição asfáltica, o que gera empoçamento de água em toda a extensão da pista (fotos 4 e 5).

Aparte de concreto entre o vertedouro e a pista de rolamento vem apresentando afundamento, que pode ser consequência do deslizamento de terra provocado pelo mal escoamento da água naquela região (foto 6).

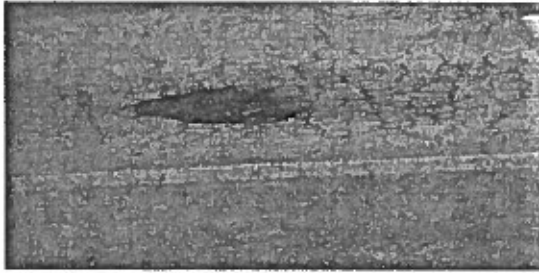


Foto 1 – Buracos na pista de rolamento

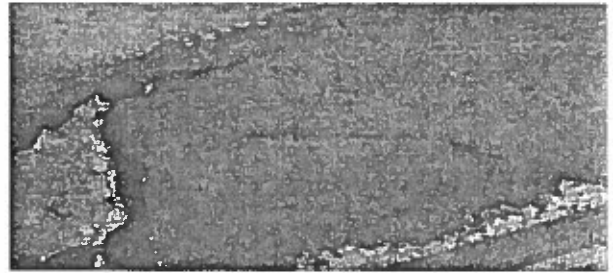


Foto 2 – Buracos na pista de rolamento



Foto 3 – Buracos na pista de rolamento

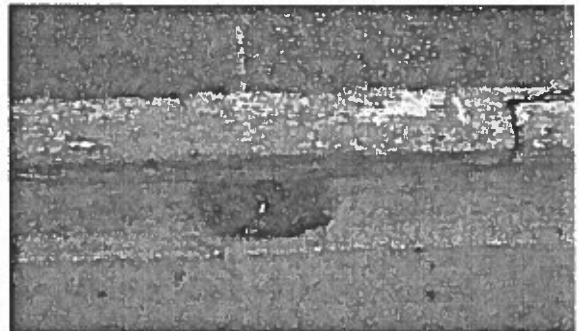


Foto 4 – Drenos obstruídos

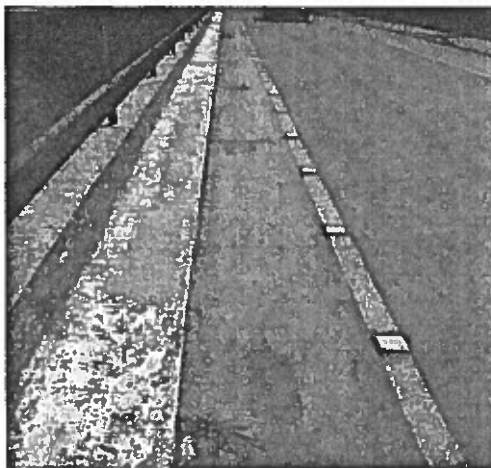


Foto 5 – Drenos obstruídos



Foto 6 – Afundamento do concreto

3.2. VERTEDOURO

As estruturas de concreto do vertedouro, pilares da ponte rodoviária, apresentam leve desgaste no nível de influência do espelho d'água, mas nada que descaracterize bom estado de conservação (fotos 7 e 8).

Setor Protocolo Legislativo
RQ nº 14/21/16
Folha nº 10 Bete

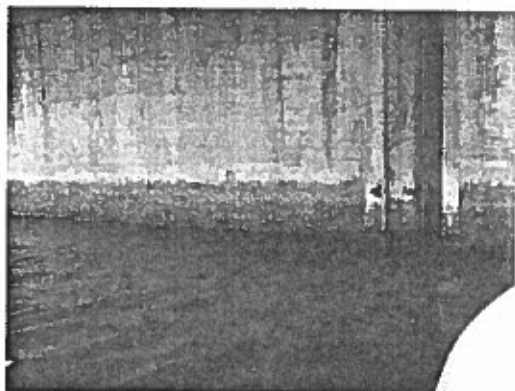


Foto 7 – Pilar de sustentação

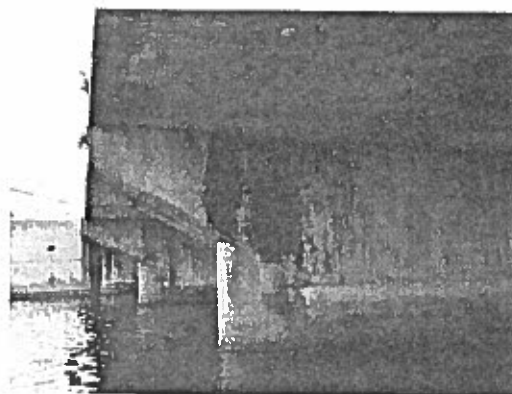


Foto 8 – Pilar de sustentação

3.3. PONTE DE CONCRETO

A estrutura, em concreto armado, é formada por lajes que se apoiam, isostaticamente, em dois pilares-parede e dois muros extremos, elementos estes que também servem de apoio para a ponte mecânica e as comportas de vertedouro.

Em cada um dos três vãos, seis painéis de lajes pré-moldadas estão dispostos longitudinalmente e interligados transversalmente por quatorze cabos protendidos, dispostos em sete linhas espaçadas de um metro e meio. As duas extremidades de cada painel repousam sobre aparelhos de apoio em almofadas de borracha com largura em torno de trinta centímetros e espessura aproximada de um centímetro.

Existe um cadastro de anomalias da estrutura da ponte de concreto, o qual é utilizado para acompanhamento da evolução dessas anomalias. Reproduz-se, neste relatório, as anomalias cadastradas e comparação com o estado atual, mostrando a evolução de cada anomalia. Pode-se perceber que o estado geral de conservação é bom, não obstante, houve evolução significativa nas anomalias cadastradas. Convém destacar que, de modo geral, é pequena e/ou insuficiente a espessura do concreto de cobertura das lajes, com aparecimento de armaduras expostas e/ou oxidadas em vários pontos. Além disso, há fissuras nas lajes no alinhamento dos cabos de protensão transversal. Também foram observadas infiltrações d'água em vários pontos das juntas entre as lajes, possivelmente provocadas por grandes vibrações do trânsito.

Os drenos da ponte encontram-se entupidos e a parte inferior dos tubos de drenagem faceia a superfície inferior das lajes, gerando grande variação de umidade no concreto em suas proximidades.

O desnível na junção das cabeceiras da ponte rodoviária com a pista de rolamento merece atenção especial, com a presença de trincas no meio-fio e fissuras na pista. A pista na junção da cabeceira da ponte rodoviária com a ombreira esquerda vem sofrendo um afundamento gradativo ao longo do tempo. Ao contrário da crista da barragem, que não teve recalques e desgastes corrigidos durante o tempo de operação da barragem, essa área já sofreu intervenções, com correções visando eliminar esse afundamento. Tal afundamento, ao longo da pista de rolamento, traduz-se em uma grande área com água pluvial empoçada (fotos 9 e 10).

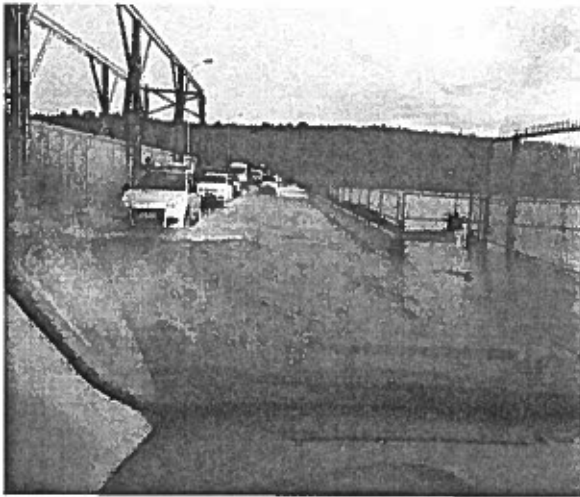


Foto 9 – Empoçamento de água na crista, sobre a ponte rodoviária

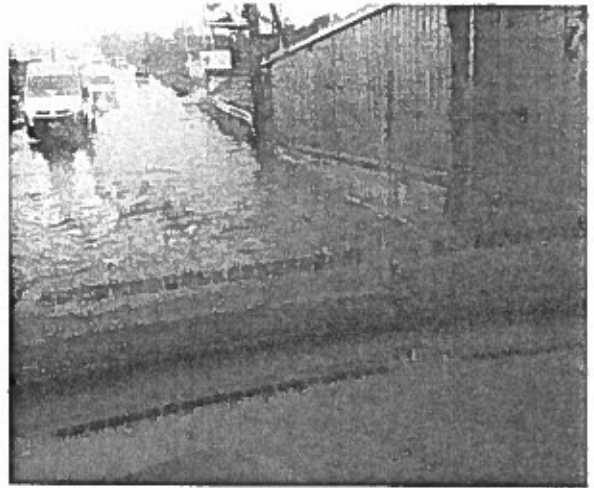


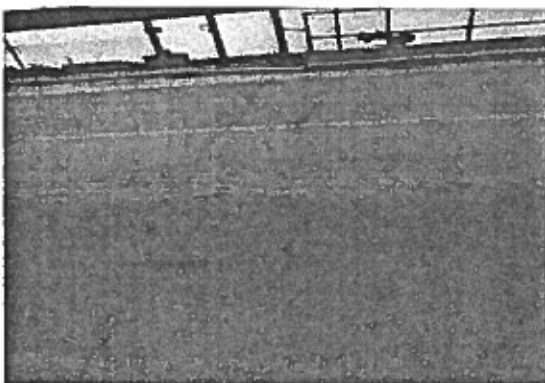
Foto 10 – Empoçamento de água na crista, sobre a ponte rodoviária

Em foto tirada em outubro/2014, cujo objetivo não era mostrar a pista, é possível verificar que o asfalto encontra-se sem fissuras visíveis (foto 11).



Foto 11 – Pista da ponte rodoviária em outubro/2014, sem fissuras no asfalto

Setor Protocolo Legislativo
RQ Nº 14121/16
Folha Nº 12 Btu



Em abril/2015, é possível verificar fissuras nas cabeceiras da ponte e nas juntas de suas lajes (fotos 12 a 15).

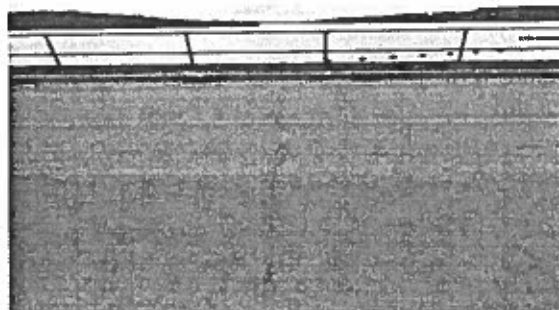


Foto 12 – Fissuras na junção da ponte rodoviária com a crista – abril/2015

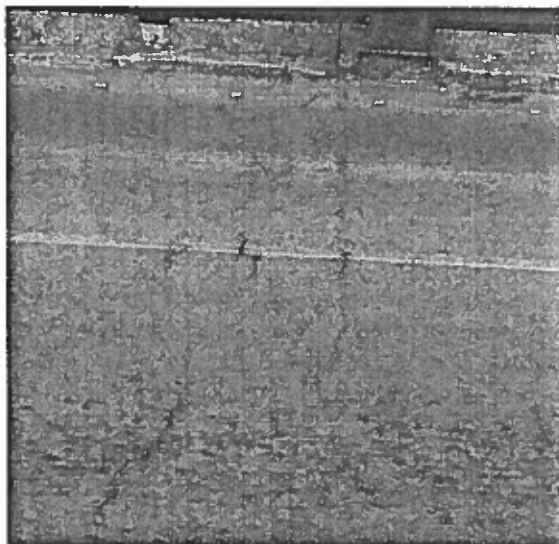


Foto 13 - Fissuras nas juntas das lajes da ponte rodoviária - abril/2015

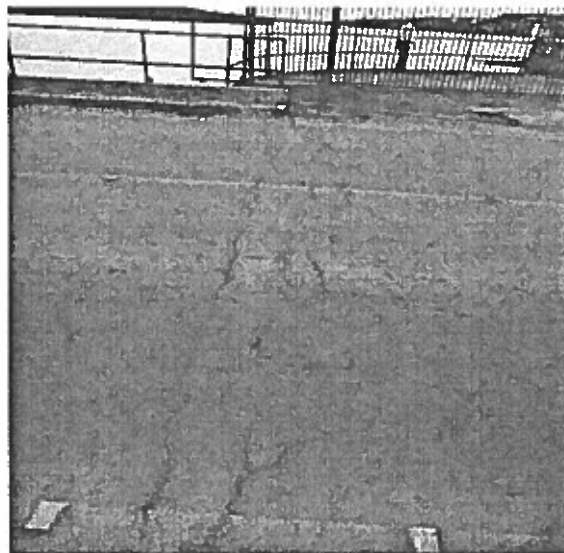


Foto 14 – Fissuras sobre as juntas das lajes da ponte rodoviária – abril/2015

Entre as fissuras que cortam a pista no sentido transversal, a da junção entre a cabeceira da ponte com a ombreira esquerda estende-se cruzando o berço dos stop-logs do vertedouro (fotos 16 a 17).

Foto 15 - Fissuras na cabeceira esquerda da ponte rodoviária - abril/2015

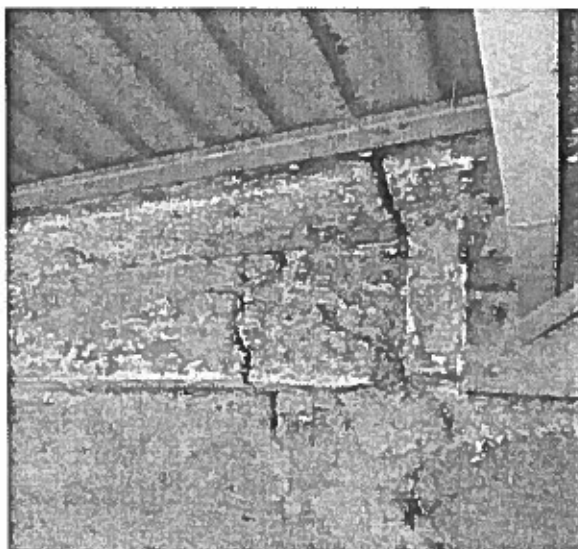


Foto 16 – Detalhe da trinca no meio-fio

Foto 17 - Detalhe da trinca no meio-fio, lado oposto à cerca

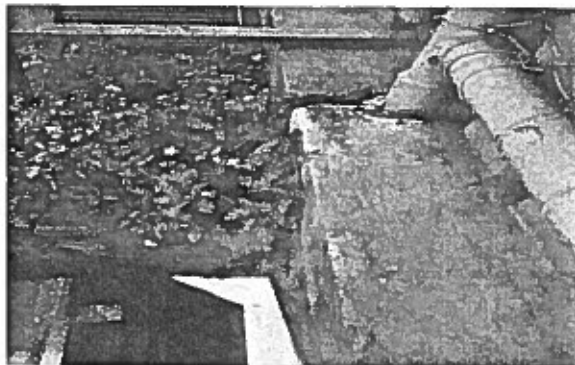


Foto 18 – Detalhe da trinca no meio-fio lado oposto

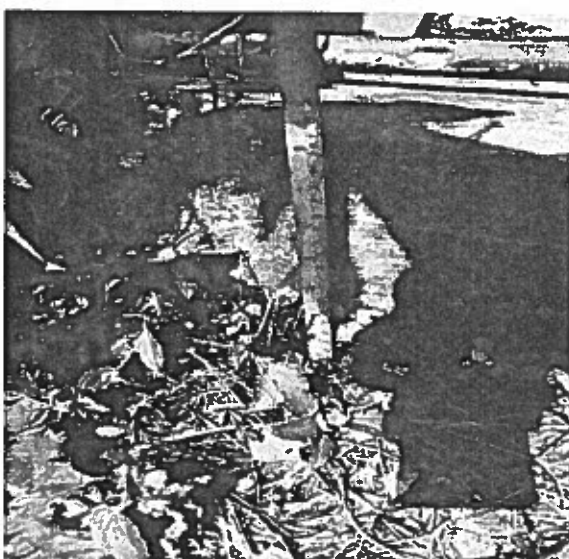


Foto 19 – Detalhe do desnível causado pelo afundamento



Foto 20 – Detalhe do desnível causado pelo afundamento

4. ANÁLISE DE ESTABILIDADE

Estudo anterior realizou um estudo de estabilidade global ao escorregamento e avaliação da segurança global da Barragem. Tal estudo analisou os dados geotécnicos existentes, executou uma campanha complementar de investigações, constituída de sondagens a percussão, poço de inspeção e amostragem, instalação de piezômetros e interpretação da piezometria existente e realização de ensaios de laboratório.

Foram realizadas seis sondagens a percussão, dois poços de investigação e amostragem, uma sondagem a trado e instalados mais quatro piezômetros. Essa ampla investigação mostrou expressivas resistências à penetração, crescentes com a profundidade, identificou as posições do filtro inclinado e dreno de pé, além de averiguar os níveis d'água e avanço das frentes de saturação no aterro por fontes oriundas da ombreira direita. Importante ressaltar que as sondagens e escavações concentraram-se no terço do maciço de jusante próximo à ombreira direita, pois, até então, a preocupação maior era com aquela região do barramento.

Setor Protocolo Legislativo
RQ Nº 1412/16
Folha Nº 4 R. 10

Essas sondagens não serão detalhadas aqui, posto que foram realizadas com o objetivo de se verificar a estabilidade dos maciços de montante e jusante. Foi concluído que os corpos de prova retirados comportam-se como argilas pré-adensadas, cuja pressão de pré-compressão foi imposta às camadas do aterro ainda na época da compactação e a instrumentação piezométrica não mostrou fenômenos hidráulicos que possam colocar em risco a segurança do maciço.

Além disso, foram realizadas análises de estabilidade global com a simulação de carregamentos impostos pelo regime permanente de operação da barragem e pela influência do tráfego rodoviário em sua crista. Foi adotada carga de tráfego do caminhão TB-45 e consideradas trincas verticais nas adjacências da crista. O modelo considerado chegou a fatores de segurança mínimos de 1,62 em duas das quatro seções avaliadas, superiores ao critério de projeto geotécnico de 1,50.

Por outro lado, não foram realizadas análises de estabilidade nas estruturas de concreto da ponte rodoviária devido a ausência do projeto original ou 'como construído' da armadura das peças existentes e do tabuleiro. Face à indisponibilidade dos elementos do projeto, tanto da fôrma e dos aparelhos de apoio, quanto de armadura, tais como diâmetro, número, espaçamento e distribuição da ferragem, além do tipo, diâmetro e tensão dos cabos de protensão, nas peças que lá se encontram, torna-se tecnicamente impossível a verificação da estabilidade da ponte para os esforços de tráfego ora atuantes.

Sabe-se, conforme desenho S-103 (foto 24), que a carga móvel utilizada no projeto da ponte rodoviária foi simulada com base no trem-tipo H20-S15-44 preconizado pela norma americana da AASHTO. Essa norma prevê cargas de 20 tf, coerente com a norma NB6/43, vigente à época, para pontes classe II, mas inferior à prevista pela norma NBR 7188/84, que é de 30tf (veículo-tipo de 300kN de peso total) para pontes classe 30.

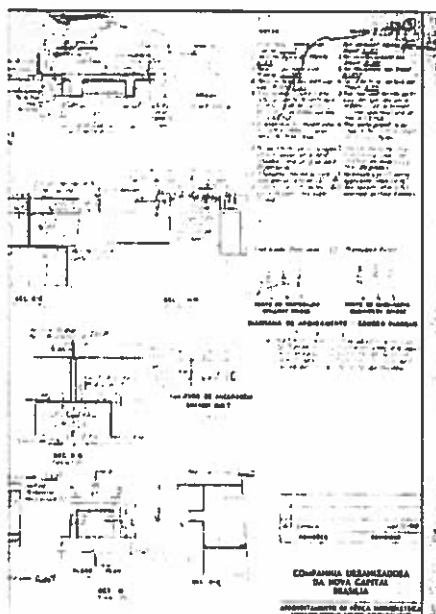


Foto 24 – Desenho S-103

Setor Protocolo Legislativo
RR Nº 1412116
Folha Nº 15 Bete

5. Comparação das anomalias cadastradas com o estado de conservação atual

Como não é possível realizar uma verificação de estabilidade da ponte para os esforços de tráfego ora atuantes e como ela foi projetada com base na norma americana H20-S15-44, da AASHTO, estudo anterior cadastrou as anomalias existentes na ponte rodoviária de concreto, para que fosse possível acompanhar a evolução dessas anomalias e, conseqüentemente, a segurança do empreendimento.

É possível perceber que houve evolução em quase todas as anomalias.

Vão 1 – Desnível acentuado entre lajes L1 e L2

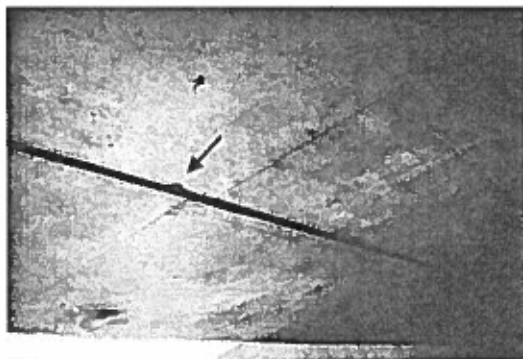


Foto 21 – Situação anterior

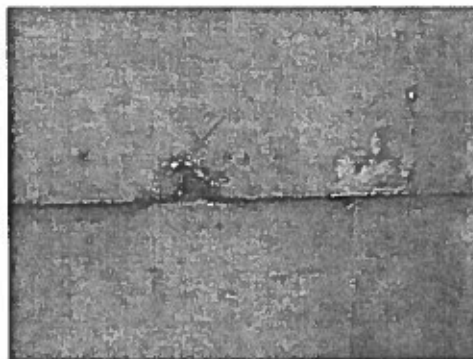


Foto 22 – Situação atual



Foto 23 – Situação atual

Vão 1 – Laje L1 – Destacamento de concreto



Foto 24 – Situação anterior



Foto 25 – Situação atual

Vão 1 – Laje L2 – Destacamento de concreto



Foto 26 – Situação anterior



Foto 27 – Situação atual

Vão 1 – Laje L6



Foto 28 – Situação anterior



Foto 29 – Situação atual

Vão 1 – Lajes L1 e L2



Foto 30 – Situação anterior

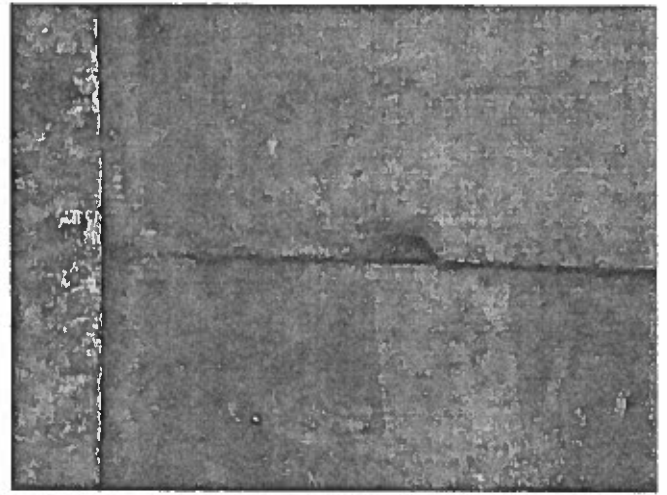


Foto 31 – Situação atual

Vão 1 – Laje L5



Foto 32 – Situação anterior



Foto 33 – Situação atual

Vão 1 – Laje L6

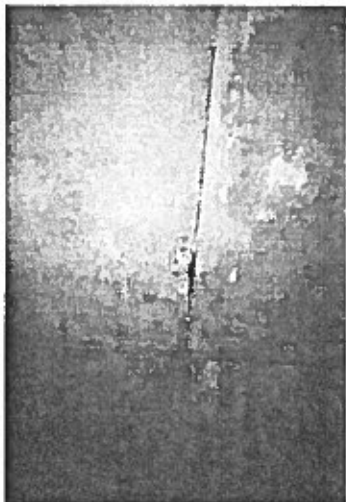


Foto 34 – Situação anterior

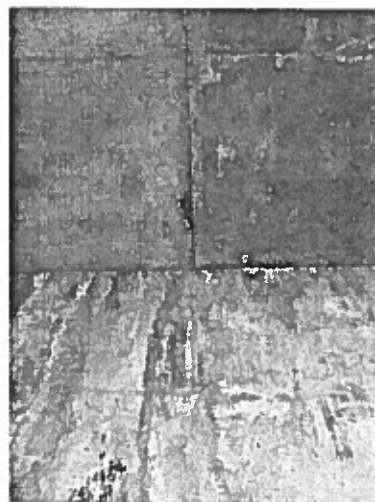


Foto 35 – Situação atual

Vão 1 – L6 – Esmagamento do concreto junto à ancoragem da protensão transversal PT4



Foto 36 – Situação anterior



Foto 37 – Situação atual

Vão 1 – L6 – Esmagamento do concreto junto à ancoragem da protensão transversal PT5

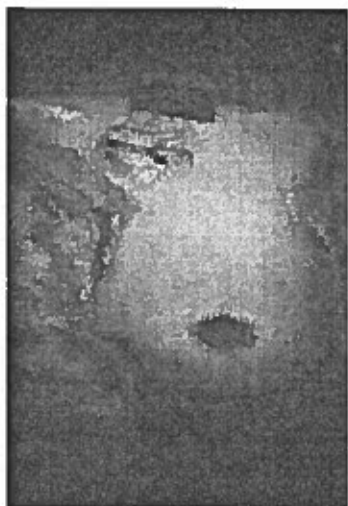


Foto 38 – Situação anterior

Vão 1 – Laje L6 – Fissura no alinhamento da protensão transversal PT4

Setor Protocolo Legislativo
RR Nº 1412/16
Folha Nº 20 Bely



Foto 39 – Situação anterior

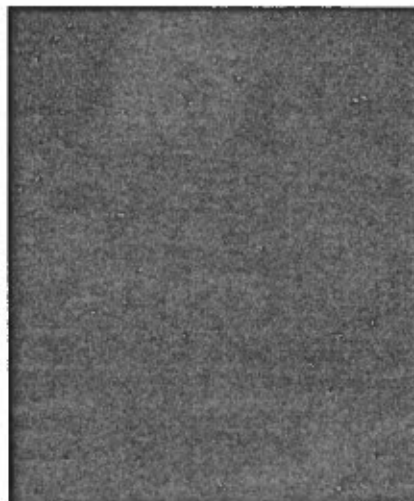


Foto 40 – Situação atual

Vão 1 – Laje L6 – Fissura no alinhamento da protensão transversal PT5

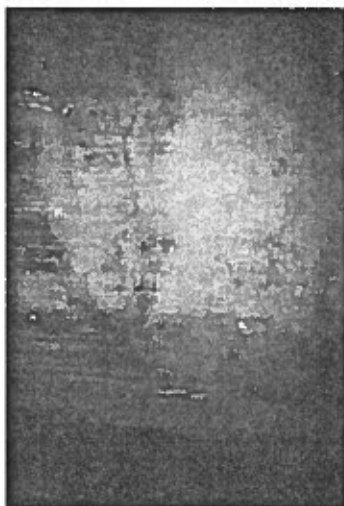


Foto 41 – Situação anterior

Vão 1 – Laje L6 – Fissura no alinhamento da protensão transversal PT6



Foto 42 – Situação anterior

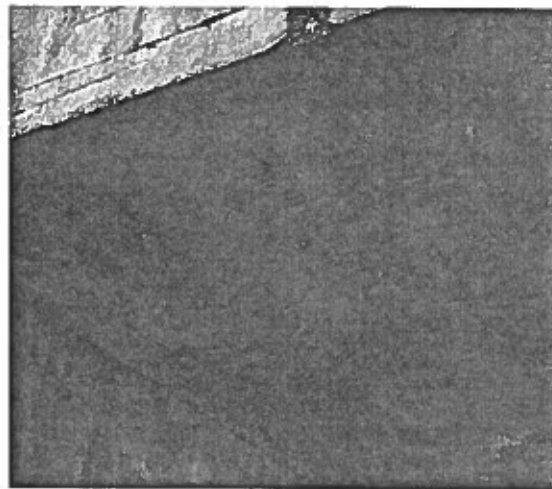


Foto 43 – Situação atual

Vão 1 – Pilar P1 – Erosão do concreto nos níveis de influência da lâmina d'água

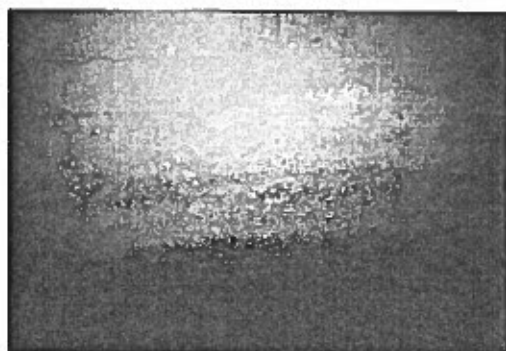


Foto 44 – Situação anterior

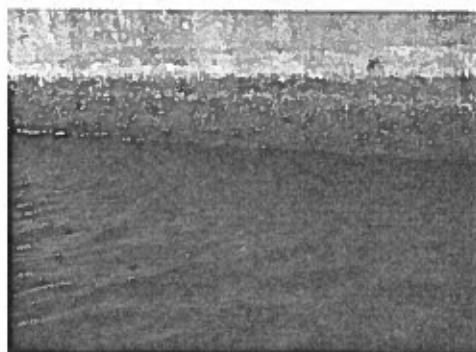


Foto 45 – Situação atual

Vão 2 – Laje L7 – Face lateral entre PT8 e PT9 – Segregação de concreto

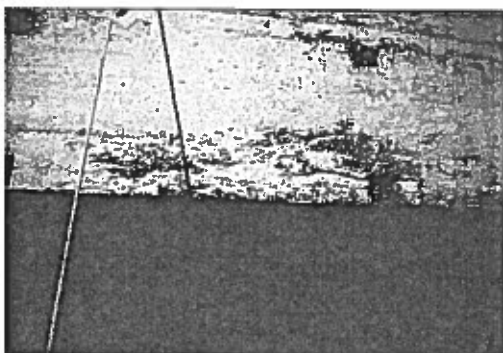


Foto 46 – Situação anterior

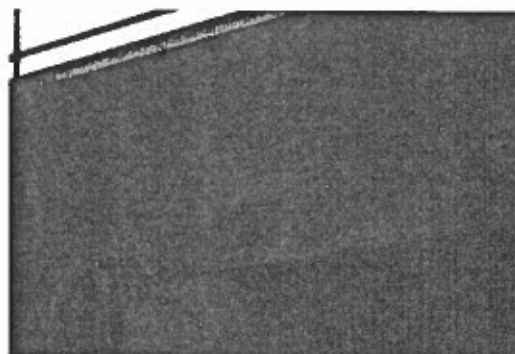


Foto 47 – Situação atual

Vão 2 – Pilar P1 – Percolação de água pela junta entre lajes L1 e L7



Foto 48 – Situação anterior

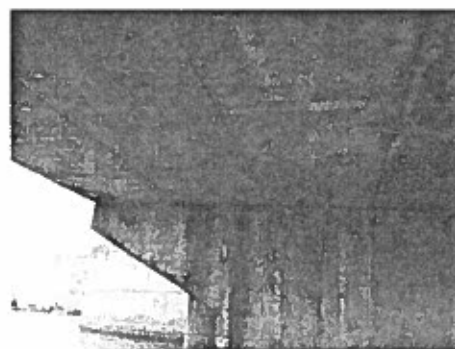


Foto 49 – Situação atual

Vão 2 – Laje L7 – Armadura exposta

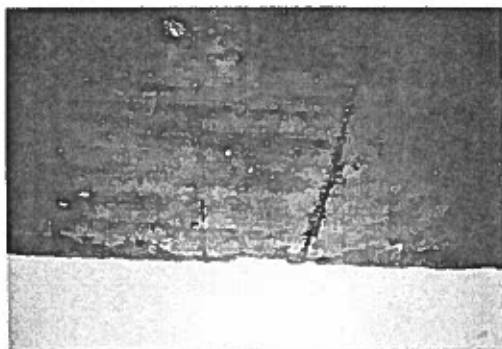


Foto 50 – Situação anterior

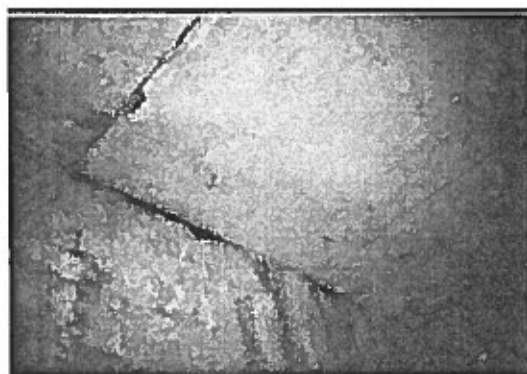


Foto 51 – Situação anterior



Foto 52 – Situação atual

Vão 2 – Laje L8 – Destacamentos de concreto

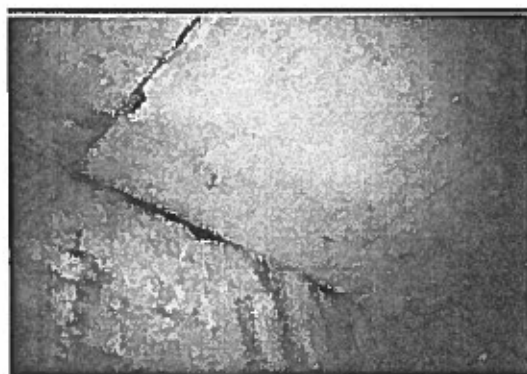


Foto 51 – Situação anterior



Foto 52 – Situação atual

Vão 2 – Laje L8 e L9 – Destacamentos de concreto

Não disponível foto da situação anterior



Foto 53 – Situação atual

Vão 2 – Lajes L9 e L10 – Destacamentos de concreto



Foto 54 – Situação anterior



Foto 55 – Situação atual

Vão 2 – Lajes L11 e L12 – Destacamentos de concreto

Não disponível foto da situação anterior



Foto 56 – Situação atual

Setor Protocolo Legislativo
R/A Nº 1412, 16
Folha Nº 24 Bete

Vão 2 – Lajes L11 e L12 – Destacamentos de concreto e percolação de água

Não disponível foto da situação anterior

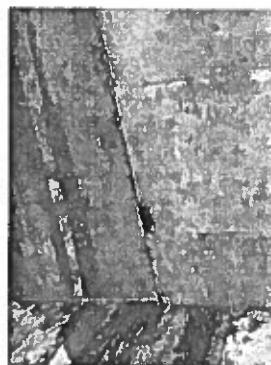


Foto 57 – Situação atual

Vão 3 – Laje L13 – Armadura oxidada

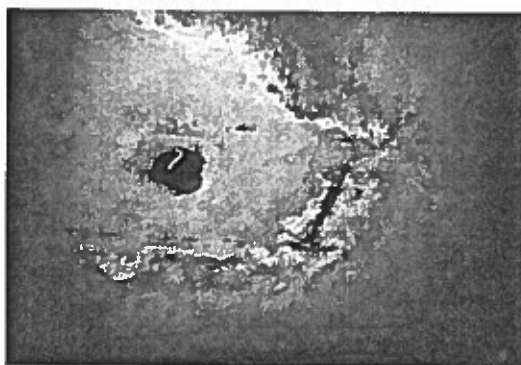


Foto 58 – Situação anterior



Foto 59 – Situação atual

Vão 3 – Laje L13 – Armadura exposta



Foto 60 – Situação anterior

Setor Protocolo Legislativo
RA Nº 1412 / 16
Folha Nº 25 Beta

Vão 3 – Laje L13 – Armadura oxidada com forte redução de seção e Laje L13 e L14 – Destacamentos de concreto

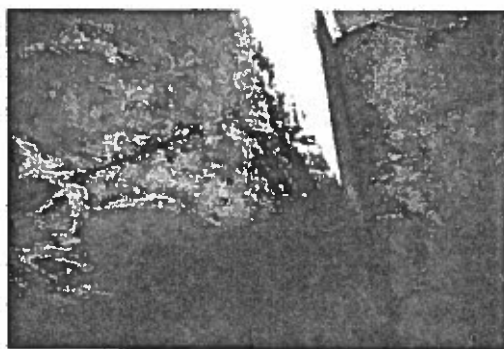


Foto 61 – Situação anterior



Foto 62 – Situação atual

Vão 3 – Lajes L13 e L14 – Destacamento de concreto

Não disponível foto da situação anterior

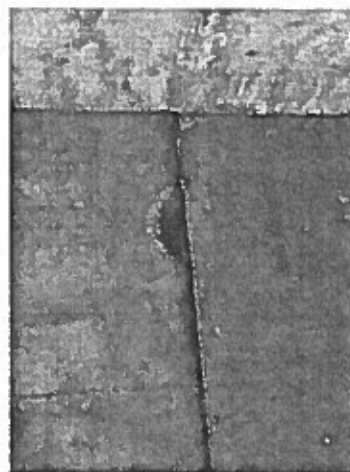


Foto 63 – Situação atual

Vão 3 – Lajes L13 e L14 – Destacamento de concreto

Não disponível foto da situação anterior



Foto 64 – Situação atual

Vão 3 – Lajes L15 – Destacamento de concreto

Não disponível foto da situação anterior

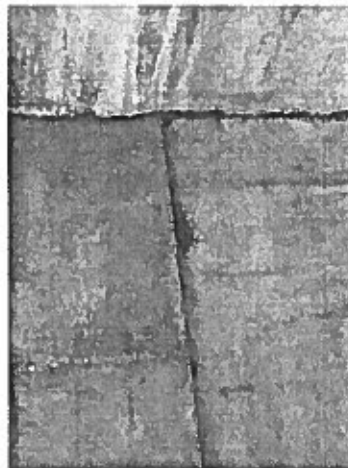


Foto 65 – Situação atual

Vão 3 – Lajes L15 – Destacamento de concreto

Não disponível foto da situação anterior



Foto 66 – Situação atual

Setor Protocolo Legislativo
RQ Nº 14121/16
Folha Nº 27 Bete

Vão 3 – Lajes L17 e L18 – Destacamento de concreto

Não disponível foto da situação anterior



Foto 67 – Situação atual

Vão 3 – Muro 2 – Eflorescências

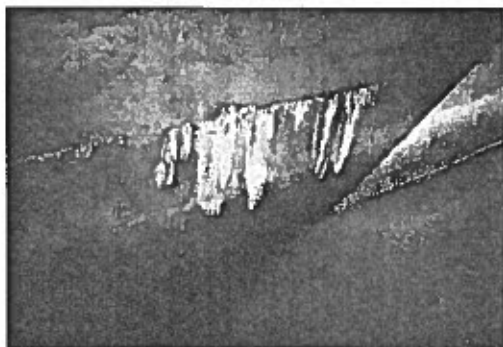


Foto 68 – Situação anterior

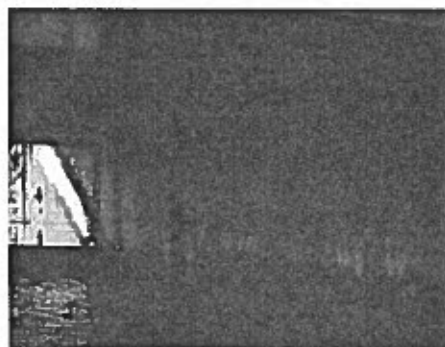


Foto 69 – Situação atual

6. CONCLUSÕES

- A pista de rolamento sobre a crista da barragem encontra-se com o asfalto deteriorado e seus drenos assoreados e/ou entupidos;
- A pista em tangente sobre a ombreira esquerda permite que um veículo pesado sem freio cause um grave abaloamento nos equipamentos de operação do vertedouro ou tomada d'água;
- Não estão disponíveis os desenhos *as-built* da ponte rodoviária de concreto para se realizar uma análise de estabilidade;
- A pontero rodoviária de concreto foi projetada com base na norma americana AASHTO H20-S15-44;
- Houve evoluções nas anomalias encontradas nas lajes da ponte rodoviária de concreto;

- Há um afundamento na ombreira esquerda, na cabeceira da ponte rodoviária de concreto e sob o berço dos stop-logs;

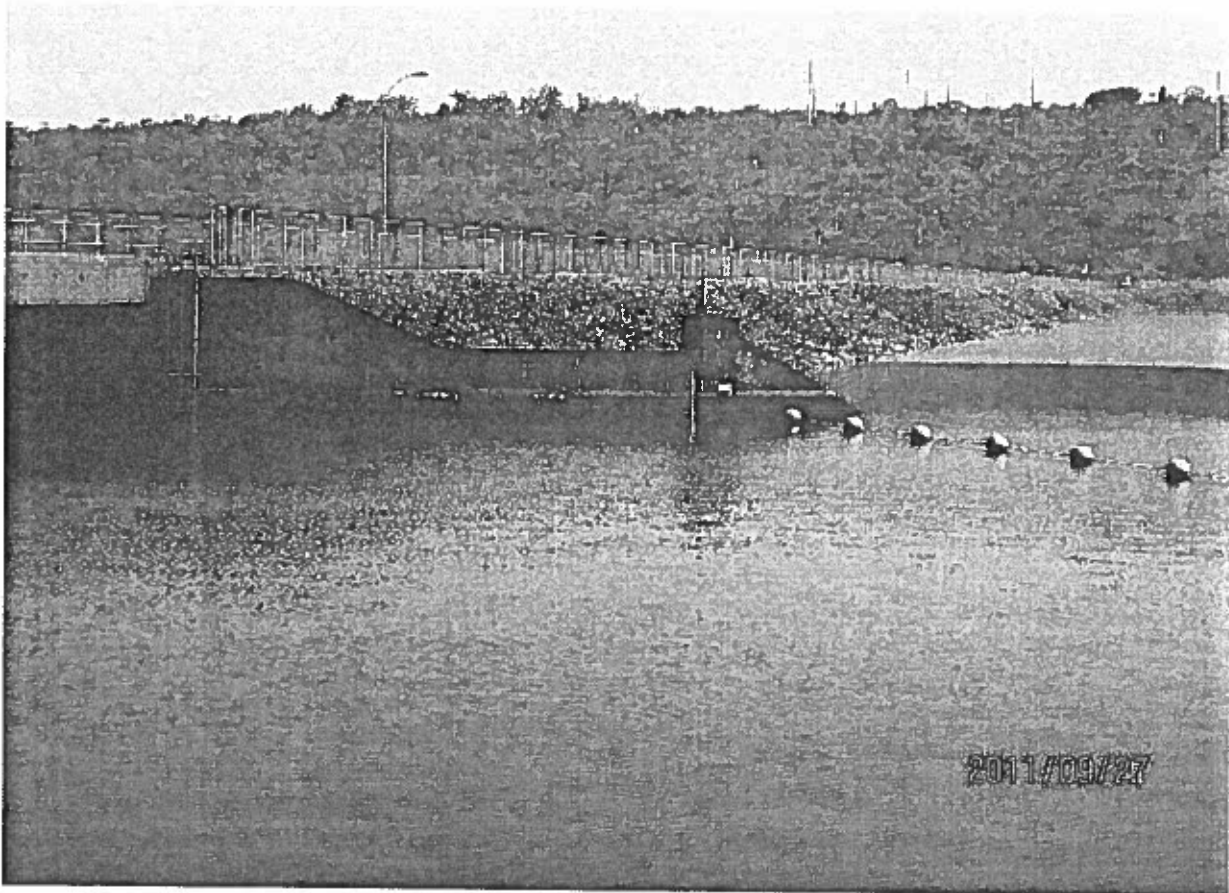
7. RECOMENDAÇÕES

- Recomenda-se que o tráfego rodoviário sobre a barragem seja limitado, de modo a diminuir os impactos e riscos sobre as estruturas de concreto do vertedouro, tomada d'água e ponte rodoviária de concreto;
- Recomenda-se que os drenos da pista de rolamento sobre a crista da barragem e sobre a ponte rodoviária de concreto sejam desentupidos;
- Recomenda-se que o recobrimento asfáltico sobre a crista da barragem e sobre a ponte rodoviária de concreto seja renovado;
- Recomenda-se que sejam instalados guard-rails em toda a extensão da crista da barragem;
- Recomenda-se que sejam instaladas barreiras físicas mais robustas protegendo as instalações mecânicas do vertedouro e da tomada d'água.

Setor Protocolo Legislativo

RR Nº 14121/16

Folha Nº 29 B. U.



UHE PARANOÁ
AVALIAÇÃO DO
COMPORTAMENTO
*** 2011 ***

Setor Protocolo Legislativo
RR nº 1412, 16
Folha Nº 30 Beta

R.O	27SET11	Emissão Inicial Aprovada	RJC	RJC	RJC
Rev.	Data	Objeto da Revisão	Elaborado	Verif.	Aprovado
Assunto:		Contrato Simplificado:	Relatório:		
SEGURANÇA DE BARRAGENS		nº 003/2011-CEB G	RJC/CEB-24/11		
Local:		Responsável Técnico:	Plataforma:	Período:	
Bauru, SP.		Ruben José Ramos Cardia Engenheiro Civil / CREA-SP - 060051504-7	UPA	26 A 29SET11	

Contrato Simplificado nº 003/2011-CEB G
Relatório: RJC/CEB- 24/11 (R.0)

UHE PARANOÁ

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO

* 2011 *

RUBEN JOSÉ RAMOS CARDIA⁽¹⁾

Ficha Técnica

RESUMO:

Relatório com Parecer Técnico referente à Avaliação da Segurança, mediante Inspeção Visual (realizada no período entre 26SET11 e 29SET11) e avaliação das condições das estruturas civis aparentes bem como pela verificação do comportamento da Instrumentação de Auscultação nas estruturas civis da UHE PARANOÁ (da CEB Geração S. A – CEB G).

Não são identificados indícios de anomalias ou deficiências, que possam estar afetando potencialmente a Segurança das mesmas. Suspeita-se de possível reação entre as águas descarregadas e o agregado graúdo (possivelmente contendo Pirita), o que causaria a desagregação das pedras na Calha do Vertedouro e laje do Canal de Fuga. Foi recomendada a realização de ensaios laboratoriais, para comprovação.

Foram fornecidos dados (insuficientes) para avaliação atualizada do comportamento dos Instrumentos de Auscultação, no período total em estudo. Necessária aquisição de novo Indicador para leituras em Piezômetros. Deve ser melhorada a condição de identificação dos Instrumentos de Auscultação e dos Marcos Superficiais.

Foi efetuada Análise de Estabilidade do aterro, mas, com dados técnicos dos materiais, de amostras de 2002, fornecidos pela Proprietária. Foi usado programa da Geo-Slope. A segunda alternativa de estudo considerou possível elevação do Nível Montante para 1.001,00 manm (metros acima do nível médio do mar).

Conforme programa de Conservação Geral, deve ser mantido o combate a cupins, formigueiros, baratas, ratos e morcegos. E deve ser mantida limpa a área de drenagem na Ombreira Direita.

É apresentado um Formulário tipo "CHECKLIST", registrando as principais observações da Inspeção Visual.

PALAVRAS-CHAVE:

PARANOÁ – CEB - Barragem – Concreto – Enrocamento - Terra –
Chaminé de Equilíbrio – Tubulação Forçada - AUSCULTAÇÃO –
AVALIAÇÃO – ESTABILIDADE – INSPEÇÃO VISUAL –
INSTRUMENTAÇÃO - Dados Hidrometeorológicos – Drenagem – Marco
Superficial - Medidor de Vazão – Piezômetro de Tubo – SEGURANÇA –
29SET11 – Figura – Foto – Gráfico - Tabela.

Setor Protocolo Legislativo

RA Nº 14121/16

Folha Nº 31 de 31

⁽¹⁾ RJC Engenharia

Contrato Simplificado nº 003/2011-CEB G
Relatório: RJC/CEB- 24/11 (R.0)

UHE PARANOÁ
AVALIAÇÃO DO
COMPORTAMENTO
*** 2011 ***

Parecer Técnico

RUBEN José Ramos CARDIA

Engenheiro Civil / CREA 0600515047

Setor Protocolo Legislativo

RA Nº 14121 / 16

Folha Nº 32 B. T.

BAURU, SP.
2.011



10 Anos



R J Cardia Engenharia, Manutenção e Comércio de Instrumen.

1 - ME

R. Gustavo Maciel n. 31-44 Sala 2 Jardim Paulista
17.017-230 BAURU, SP, BRASIL.

Fone / Fax: (+ 55 14) 3234-6761

Arquivo - Depósito Legal
1 exemplar

Foto de Capa: Arquivo CEB G

RJC-CEB-24/11

Setor Protocolo Legislativo

RQ Nº 412, 16
Folha Nº 33 Bete

Contrato Simplificado nº 003/2011-CEB G
Relatório: RJC/CEB- 24/11 (R.0)

UHE PARANOÁ

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO * 2011 *

SUMÁRIO		
Item	Descrição	Fl.
1	PRÓLOGO	3
2	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	4
3	HISTÓRICO	7
4	DESCRIÇÃO DO APROVEITAMENTO	8
4.1.	UHE PARANOÁ / LOCALIZAÇÃO E ACESSO	
4.2.	UHE PARANOÁ / CONFIGURAÇÃO	
4.3.	DA INSTRUMENTAÇÃO DE AUSCULTAÇÃO INSTALADA	
5.	ATENDIMENTO ÀS AGENCIAS FISCALIZADORAS	10
5.1.	RELATÓRIO DE AUDITORIA - AGÊNCIAS	
5.2.	RELATÓRIO DE AUDITORIA -- FEAM/COPAM	
	APENDICE: DECLARAÇÃO DE CONDIÇÃO DE ESTABILIDADE / FEAM (inclui ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART / CREA)	14
	RESUMÉ – ENG. RUBEN JOSÉ RAMOS CARDIA	
6.	COMPORTAMENTO DAS ESTRUTURAS CIVIS E SITUAÇÃO EM 29SET11	18
6.1.	DOCUMENTAÇÃO DISPONIBILIZADA	19
6.2.	GERAIS E RESERVATÓRIO MONTANTE	33
6.3.	OMBREIRA (OD) E MARGEM DIREITA	34
6.4.	BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO (BTE)	36
6.5.	VERTEDOURO DE SUPERFÍCIE - CONTROLADO (VS)	44
6.6.	TOMADA D'ÁGUA (TA), OMBREIRA (OE) E MARGEM ESQUERDA - ACESSO A JUSANTE	51
6.7.	TUBULAÇÃO ADUTORA, CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO E CONDUITO FORÇADO	53
6.8.	CASA DE FORÇA (CF) E ÁREA DE MONTAGEM (AM)	56
6.9.	AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE	66
6.10.	INSTRUMENTAÇÃO DE AUSCULTAÇÃO	70
6.11.	CHECKLIST	76
6.12.	COMENTÁRIOS ADICIONAIS / PROCEDIMENTOS DIVERSOS	82
7.	REFERÊNCIAS	87
8.	ANEXOS E APENDICES	91
	FICHA CADASTRAL – UHE PARANOÁ	92
Item	Descrição	Fl.

Setor Protocolo Legislativo

RA Nº 1412 / 16

Folha Nº 34 Beta

Contrato Simplificado nº 003/2011-CEB G
Relatório: RJC/CEB- 24/11 (R.0)

UHE PARANOÁ

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO * 2011 *

RUBEN JOSÉ RAMOS CARDIA

1. PRÓLOGO

De acordo com o estado-da-prática de controle em *Segurança de Barragem*, deve ser providenciada constante avaliação do comportamento da *Instrumentação de Auscultação*. Deve-se ter em mente que ela (*Segurança*) não será garantida apenas ao se usar *Instrumentação de Auscultação*. Esta atividade deve ser complementada com *Inspeção Visual (Rotineira e Periódica)* e em conjunto com outros sistemas auxiliares de observação (*Inspeção Subaquática, Levantamento Eco-Batimétrico, Controle Topográfico*, etc).

Conforme teor do Projeto Básico Nº 024/2010 e do Contrato vigente, foi elaborado este Relatório contendo o "PARECER TÉCNICO" sobre a *Avaliação da Segurança do Barramento*, com base na análise do comportamento das estruturas civis aparentes da UHE PARANOÁ.

Foram recebidas, de acordo com o previsto no Contrato de Serviços de Engenharia Civil em *Segurança de Barragens*, firmado entre a *CEB Geração (CEB-G)* e a *RJC Engenharia*, informações e documentações existentes em Banco de Dados, com resultados das medições, para permitir a avaliação do comportamento.

Foram preparados alguns registros gráficos das *leituras* efetuadas (mas fornecidas sem ter sido providenciada a devida compilação para obtenção das medidas resultantes) nos diversos *Instrumentos de Auscultação*. Esses gráficos que serviram para subsidiar os estudos, bem como figuras ilustrativas e fotos (tomadas nas visitas de 26 a 29SET11, necessárias para se desenvolver a *Inspeção Visual* nas estruturas civis aparentes da Barragem PARANOÁ e nas demais estruturas que integram a UHE PARANOÁ) foram anexados ao final dos respectivos capítulos (por estrutura, da margem direita hidráulica, para a margem esquerda).

As atividades foram desenvolvidas e este Relatório está sendo emitido, tendo em vista também, a possível solicitação de comprovação das atividades e *Auditoria em Segurança de Barragens*, por Agência Fiscalizadora (*Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL* e/ou Agência Nacional de Águas – ANA, ADASA, etc). Adicionalmente, foram usados *Procedimentos* de Classificação de Aproveitamentos Hidráulicos, quanto ao risco ambiental, conforme as normas de FEAM/COPAM.

Foi aprovada a *Lei de Segurança de Barragens*, n. 12.334/2010 e estão em andamentos as tratativas para sua Regulamentação. As Proprietárias de Barragens terão dois anos para se adequarem às novas exigências legais. Deve-se ter em mente ainda que, a falta de *Normas Brasileiras* específicas não exime o Profissional e nem a Empresa Proprietária de suas responsabilidades, em caso de eventos catastróficos que poderiam ter sido evitados, caso tivessem sido seguidas as recomendações de Guias e/ou Normas Internacionais.

Setor Protocolo Legislativo

RJC Nº 14/12/11/16

Fórmula Nº 35 BGT

Os procedimentos adotados nas diversas atividades realizadas pelo representante da **RJC Engenharia**, atendem aos padrões da Comunidade Internacional em *Segurança de Barragens*, com as recomendações de ASDSO, FERC, ICOLD/CBDB, INAG, ANEEL, ANA, etc. Tomando por base as recomendações do *Guia Básico de Segurança de Barragens* (NRSP-CBDB, 1999) e considerando as definições estabelecidas pelo ICOLD/CBDB, está sendo realçada a importância da **Barragem PARANOÁ**.

2. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

2.1 Não foram identificados indícios aparentes de problemas, de anomalias ou deficiências, que pudessem estar afetando potencialmente a Segurança estrutural da Barragem PARANOÁ, bem como na Tubulação Aduzora, no Conduto Forçado ou na Casa de Força, que integram o UHE PARANOÁ, com base nos diversos registros dessa Inspeção Visual (26 a 29SET11).

Durante as atividades de visita para conhecimento das condições locais existentes, foram avaliados os procedimentos de leitura, compilação e arquivamento das medições. Tais detalhes também são de grande importância nas avaliações dos registros gráficos dos *Instrumentos de Auscultação*, permitindo estabelecer o grau de confiança e/ou confiabilidade, nos documentos disponibilizados.

2.2. Não são identificados indícios aparentes de problemas que possam estar afetando potencialmente a Segurança das estruturas civis, com base nas avaliações dos registros gráficos de leituras efetuadas nos Instrumentos de Auscultação da UHE PARANOÁ, referentes ao período 01OUT08 a 30SET10, conforme informações e documentos colocados à disposição de RJC Engenharia. Essa afirmação é corroborada pelo resultado da vistoria efetuada em 26 a 29SET11.

2.3. Com base nas avaliações dos registros gráficos de leituras efetuadas nos *Instrumentos de Auscultação* e com base nos diversos registros da *Inspeção Visual (26 a 29SET11)* na **UHE PARANOÁ**, e com base na experiência do *Engenheiro Consultor*, pode-se considerar a classificação, segundo critério '*SEED*' do *US. Bureau of Reclamation - BoR*, como:

"ACEITÁVEL" ("FAIR")

'Não são reconhecidas deficiências existentes para as condições normais de carregamento. Eventos sísmicos e/ou hidrológicos pouco freqüentes, provavelmente, resultarão

2.4. No entanto, o arrancamento de pedras (agregado graúdo) na laje da *Calha do Vertedouro* e no *Canal de Fuga* deixa a superfície irregular, com pequenas cavidades (além de outras cavidades maiores concentradas) dando a entender que está sendo possível a existência de pelo menos um dos fenômenos físico-químicos conhecidos e indesejáveis:

- Desgaste por abrasão;
- Desgaste por cavitação;
- Dissolução e/ou desgaste por reação da Água com a *Pirita* (possivelmente existente na rocha formadora do agregado, como ocorreu na **Barragem Descoberto**).

Setor Protocolo Legislativo
RA Nº 14121/16
Folha Nº 36 B. T.

Há necessidade de estudo aprofundado, para se definir realmente as causas do problema e programar uma proteção e reparos adequados ao caso.

2.5. Foi feita avaliação do 'Risco de Operação de Reservatório em Barragens com Vertedouros Dotados de Comportas' para a UHE PARANOÁ. Para isso, adotou-se metodologia existente no Boletim n. 58 do ICOLD: '*Spillways for Dams*', de 1987 e incluída no "*Optimization of Available Resources for Dam Safety*" de Rui Martins & Teresa Viseu, no '*Dams and Safety Management at Downstream Valleys*', Workshop Internacional promovido pela OTAN em Lisboa Portugal, 1996.

Lá se encontra a observação de que é preciso ter mais cuidado na operação de Reservatórios com Vertedouros dotados de Comportas, nos casos em que existam previsões de cheias que causem uma elevação muito brusca nos níveis do Reservatório. Essa elevação muito brusca nos níveis do Reservatório está associada ao parâmetro:
 "Q/S > 1 ou 2" (em 'm/h')

Sendo:

- 'Q' o valor máximo da Cheia de Projeto em 'm³/h'; e
- 'S' a Área do Reservatório no nível máximo, em 'm²'.

Assim, para a UHE PARANOÁ, da CEB-G, resultou:

TABELA 2.1. UHE PARANOÁ \ RISCO DE OPERAÇÃO (Q/S)				
UHE	Cheia (m ³ /s)	Área (km ²)	Subida (m/h)	OBS
PARANOÁ		40		

Deve ser preparado um completo Plano de Ação Emergencial (PAE), ou pelo menos adequar o Plano de Contingência, bem como o periódico Treinamento de Reciclagem, para os Operadores, de forma que tenham nítida consciência das ações necessárias e respectivas responsabilidades exigidas. Eventuais documentos parciais já existentes, poderão ser aproveitados.

Em caso de cheia extraordinária e/ou eventual ruptura da Barragem, a onda de cheia poderá ter reflexos consideráveis, tendo em vista as condições do Reservatório e a situação das áreas a montante (que inclui o Lago Paranoá, do Distrito Federal) e a jusante. Conseqüentemente, o risco de danos pessoais, materiais ou ambientais é de alguma monta. Reconhece-se também, a importância das conseqüências, quanto ao risco de danos potenciais (inclusive ambientais) com infraestruturas situadas mais a jusante, no mesmo rio Paranoá.

2.6. Considera-se que a Tubulação Adutora e o Conduto Forçado não apresentam risco potencial de grandes danos a jusante, uma vez que as águas são liberadas do Reservatório, a partir da Tomada d'Água e Túnel Adutor. Havendo acompanhamento adequado, em caso de Incidente ou Acidente com a estrutura adutora, havendo condições de reação rápida, a comporta pode ser fechada e estancar o vazamento. Nessas condições, o volume de água liberado não será grande o bastante para produzir danos de monta. Mas deve existir Instrução adequada e pessoal treinado, disponível, 24 h por dia, 7 dias por semana, para atendimento de emergência.

2.7. Provavelmente deva ser programada (em médio ou a longo prazo) a avaliação das condições reais (atuais) de estabilidade da Barragem, uma vez que as recomendações para Segurança de Barragens requerem Inspeções Especiais (por Terceiros) e estudos adequados, em intervalos da ordem de 5 a 10 anos. Para conformidade e atendimento a todos os Protocolos e Critérios atuais em Segurança de Barragens, provavelmente haverá necessidade de execução de furos de sondagem, para retirada de amostras e realização de ensaios de laboratório. Com base nos resultados dos estudos e investigações, poderá ser avaliada eventual necessidade de manutenção e sistema de proteção e/ou reforço.

Setor Protocolo Legislativo
 RA Nº 112/16
 Folha Nº 37/346

Provavelmente será justificada a instalação de alguns *Instrumentos de Auscultação*. Principalmente para se conhecer as reais condições de permeabilidade na rocha de fundação, a qual pode afetar o estado tensão-deformação.

Tais afirmações se baseiam nos resultados da *Inspeção Visual* e avaliações dos indícios e condições aparentes das estruturas civis, conforme encontradas por ocasião das visitas efetuadas no período de 26 a 29SET11 para conhecimento das condições locais da UHE PARANOÁ, bem como dos procedimentos de leitura, compilação e arquivamento das medições. Foi feita vistoria do aspecto geotécnico nas encostas, não havendo indícios de riscos para as Tubulações.

2.8. Em 20SET10 foi aprovada a Lei Federal sobre *Segurança de Barragens* (Lei 12.334 que teve sua origem com a apresentação do PL-1181/03). Agora falta apenas sua regulamentação e os Proprietários de *Barragens* terão aproximadamente dois anos para se adequarem às exigências.

2.9. Deverão ser desenvolvidos (se necessário, por empresa Terceirizada) os *Manuais de Infraestrutura e de Manutenção*. A elaboração completa de *Plano de Ação Emergencial – PAE da Proprietária* (para servir de apoio a um *Plano de Reação Emergencial – PRE da Defesa Civil*) está sendo obrigatória, principalmente tendo em vista a aguardada Regulamentação de *Lei de Segurança de Barragens*, Lei n. 12.334/2010. Sua necessidade é salientada, face o risco de danos de certa monta, para o vale a jusante e principalmente, por afetar a Capital Federal.

2.10. Foi encontrado formulário específico, do tipo *Checklist de Inspeção Visual* (original criado por R J R CARDIA, 1983) que havia sido aplicado (MELLO, [s/d]) às condições da UHE Paranoá. No presente relatório há versão adaptada às condições atuais, relacionando os itens principais que foram objeto de atenção, durante a *Inspeção Visual 2011*.

2.11. Procurou-se identificar os reflexos da onda de cheia e o risco de danos (pessoais), danos materiais e/ou ambientais, em caso de cheia extraordinária e/ou eventual ruptura da *Barragem*, tendo em vista as condições do *Reservatório* e a situação de suas áreas a jusante. Foi obedecido o modelo de *Classificação* estabelecido pela FEAM/COPAM (apesar de ter sido elaborado para *Barragens* no estado de Minas Gerais). Dessa forma, foi possível *Classificar o Aproveitamento Hidrelétrico*, determinando a frequência recomendada para realização de *Inspeções Visuais Periódicas* e as *Auditorias em Segurança de Barragem*. Existem ainda outros Procedimentos para classificação em *Segurança de Barragens*, sendo que está em estudo pela CNRH, teor de Resolução, para Regulamentação da Lei n. 12.334/2010, então, foi dada prioridade ao modelo daquela Agência Ambiental estadual.

2.12. Recomenda-se providenciar de imediato o cadastramento da *Barragem PARANOÁ* (UPA), junto à *Agência Nacional de Águas – ANA*, conforme solicitação federal, e também, junto ao *Comitê Brasileiro de Barragens - CBDB*, conforme prática normal da Comunidade de *Segurança de Barragens*, caso ainda não tenha sido feito. Considera-se que haverá vantagens técnicas para a CEB-G, ao se associar à Fundação COGE / RJ, caso ainda não tenha se associado.

Setor Protocolo Legislativo

RQ Nº 1412 / 16

Folha Nº 38 BxG

3. HISTÓRICO

3.1. Por ocasião dos estudos da *Novacap* para desenvolvimento no vale do rio Paranoá, foram avaliados dados para viabilidade de uma *Barragem*, para integração no projeto arquitetônico e paisagístico, bem como para tentar propiciar uma elevação no teor da Umidade Relativa do Ar na região onde estava sendo construída a nova cidade capital: Brasília, DF.

3.2. Adicionalmente, houve a concessão para a Empresa *CEB* de um *Aproveitamento Hidrelétrico* (com uso de Tubulação Aduutora), utilizando o considerável desnível na topografia local. Uma vez que a capacidade total instalada (com 03 unidades *Francis*) é da ordem de 30 MW e a área inundada do Lago Paranoá, na cota máxima, da ordem de 40 km², o Aproveitamento é considerado, pelos critérios da *ANEEL*, como sendo "Usina Hidrelétrica - UHE".

3.3. No período de 1958 a 1960/1962, foi providenciada pela *CEMIG* para a *Companhia Urbanizadora da Nova Capital – NOVACAP*, a construção da *UHE PARANOÁ*, de acordo com Projeto Executivo desenvolvido pela *Geotécnica*. Foi adotada estrutura de barramento em *Barragem de Terra e Enrocamento* além de estrutura vertedoura e de adução, em concreto convencional - *CCV*. A Tubulação Forçada foi construída e instalada conforme projeto da *Servix Engenharia*. Duas das Unidades Geradoras foram fornecidas pela *Voith* e a terceira, pela *Mecânica Pesada*, enquanto os Geradores 1 (um) e 3 (três) foram fornecidos pela *Siemens* e o Gerador 2 (dois) pela *Alston*. Na construção houve a participação de *Raymonds Builders Inc.*

3.4. Na estruturação da *Companhia Energética de Brasília*, a Operação & Manutenção da *UHE PARANOÁ* ficou com a subsidiária *CEB Geração (CEB-G)*, a qual assumiu também, as atividades em *Segurança de Barragem (Leitura e Inspeção Visual Rotineira)*.

3.5. Anteriormente, haviam sido efetuadas várias ações de investigação, estudos e procedimentos de manutenção (corretiva e/ou preventiva) e reparos, a cargo de *PROMON Engenharia*, *PROGEA Engenharia* e *Estudos Ambientais*, e *DOMUS Engenharia Consultiva* e *Projetos Geotécnicos LTDA*.

3.6. Existe a preocupação de representantes da *CEB Geração (CEB-G)* quanto às condições das estruturas civis da *UHE PARANOÁ*, principalmente pela existência de intensa *Umidade* na *Ombreira Direita*, além do forte carreamento de material colorido (*Fração Coloidal de Argila-FCA* e/ou *Sulfeto Metálico de Ferro* e/ou *Óxido de Ferro*) na região da *Galeria de Desvio*.

Além disso, a *CEB Geração (CEB-G)* poderia vir a receber Ofício de algum Órgão Fiscalizador (por exemplo, *Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL*, ou outra) requerendo envio de Parecer Técnico especializado, sobre as condições atuais, em termos de *Segurança de Barragens*.

Setor Protocolo Legislativo
AR Nº 14121/16
Folha Nº 39 de 81

4. DESCRIÇÃO DO APROVEITAMENTO

4.1. UHE PARANOÁ / LOCALIZAÇÃO E ACESSO

4.1.1. A UHE PARANOÁ está localizada no rio Paranoá, na altura do seu km 9, em Brasília, DF. A *Barragem* se situa a 9 km da confluência do rio São Bartolomeu e a 5 km da Comunidade Boqueirão. Seguindo-se para montante, no rio Paranoá, não existe mais nenhuma Aproveitamento Hidrelétrico. Seguindo-se para jusante, não se encontra mais nenhuma Aproveitamento Hidrelétrico, no mesmo rio.

4.1.2. O acesso principal (a partir de Brasília, DF) se situa no km 28 da Rodovia DF-025 ou no km 17 da DF-001, na margem esquerda do rio Paranoá. Após passar por sobre a *Barragem*, no lado jusante da rodovia há um acesso (passando por uma guarita de controle) que se destina ao canteiro da UHE PARANOÁ. Segue-se por 4,1 quilômetros, em trecho revestido com asfalto, descendo até o portão da *Casa de Força*, ao pé da colina. A partir da guarita e portão de entrada, junto à *Tomada d'Água*, na Ombreira Esquerda da *Barragem* (do lado montante da rodovia), há o acesso às estruturas de concreto da *Tomada d'Água*.

OBS. A distancia entre a cidade Brasília, DF e a guarita no canteiro da UHE PARANOÁ é de aproximadamente 20 km.

4.2. UHE PARANOÁ / CONFIGURAÇÃO

O barramento do UHE PARANOÁ é composto de:

- Barragem de Terra e Enrocamento (BTE);
- Vertedouro de Superfície – Controlado (VS).
- Tomada d'Água (TA);

Setor Protocolo Legislativo
RR Nº 1421/16
Folha Nº 40 Bte

Fazem parte do Aproveitamento, as estruturas:

- Tunel Adutor (TUNEL) com estrutura de ligação em concreto;
- Tubulação Adutora (AD);
- Chaminé de Equilíbrio (CHAMINE);
- Tubulação Forçada ou Conduto Forçado ou "Penstock" (TF);
- Casa de Força (CF) e Área de Montagem (AM);
- Subestação de 13,8/34,5 kV (SE);

A partir da extremidade direita da *Barragem*, o terreno natural sobe em forma de colina ou morro, recoberta com vegetação natural e elevada saturação devido elevado Nível d'Água Freática (com eventual contribuição do Reservatório). Tendo em vista a necessidade de estabilização, foi implantado anteriormente um *Sistema de Drenagem*, na forma de valetas, drenos e tubos.

As estruturas de terra e enrocamento da *Barragem* possuem altura máxima da ordem de 48 m e 620,00 m de extensão (pelo eixo), com greide de crista à elevação 1.003,80 manm, onde passa a estrada DF-025, com intenso tráfego. A face jusante é protegida por vegetação. Na região central existe a passagem da galeria de concreto, configurando-se a *Estrutura de Desvio*.

Para facilitar as condições operacionais do *Reservatório*, foi implantada uma estrutura de *Vertedouro de Superfície - Controlado*, à esquerda da Barragem de Terra e Enrocamento. O vão possui perfil vertente tipo "Creager" com laje de concreto (*Calha* ou *Rápido*) para escoamento e Concha com Blocos de Duplo Efeito (chamados também, de *Dentes de Rebock*) para lançamento a jusante, usando recurso adicional de dissipação de energia cinética na rocha aflorante, para funcionar como *Bacia de Dissipação*. O fechamento e controle operacional dos três vãos é feito por meio de comporta tipo "Segmento" (e não Setor, como normalmente é confundida em outros aproveitamentos), acionada por correntes

de Gall. Dada as dimensões das *comportas*, foi considerada necessária solução protendida para fixação das *Vigas Munhão*.

A estrutura da *Tomada d'Água - TA* está localizada na margem montante esquerda, conectando-se com o emboque do *Túnel Adutor*. No encontro com a *Ombreira Esquerda*, existe um trecho tipo *Muro de Fechamento ou Ligação (ME)*. A partir da extremidade esquerda do barramento, há o patamar de acesso e o terreno natural sobe em forma de colina ou morro, recoberta com vegetação natural.

Para segurança na operação hidráulica da *Tubulação Adutora*, foi implantada estrutura de alívio tipo *Chaminé de Equilíbrio (CHAMINÉ)* na elevação 985,04 manm. E a interligação da *Tubulação Adutora* com a *Casa de Força - CF*, foi feita na forma de *Tubulação Forçada ou Conduto Forçado* ou "*Penstock*" (TF).

A *Casa de Força - CF* (tipo semi-exposta, situada na elevação 891,50 manm) possui três unidades geradoras, tipo *Francis* de eixo vertical, com potencia total instalada de (aproximadamente) 30 MW. A transição entre as paredes laterais da *Casa de Força* e o *Canal de Fuga* é feita por dois *Muros-Guia de Fuga*. Na lateral direita, há ainda, a área do *antigo leito do rio*, onde passam as águas descarregadas e também de contribuições naturais diversas, existentes entre o local do barramento e esse local de confluência. A lateral esquerda serve ainda de arrimo ao patamar de acesso.

4.3. DA INSTRUMENTAÇÃO DE AUSCULTAÇÃO INSTALADA

Definição: '*Desempenho Indesejado*' pode ser considerado como: "*instalação de processo de instabilização mecânica, como escorregamento por insuficiência de resistência ao cisalhamento, ou hidráulica, como 'piping'*".

4.3.1. A *Instrumentação de Auscultação* instalada nas estruturas civis da **UHE PARANOÁ**, objeto de avaliação, está apresentada na Tabela 4.1, a seguir.

TABELA 4.1. UHE PARANOÁ / INSTRUMENTOS DE AUSCULTAÇÃO									
UHE / UHE	DH	DIH ⁽¹⁾	DR ⁽¹⁾	MB	MS	MV	PA ⁽²⁾	PZ	OBS
PARANOÁ - UPA	01	12 DVP 11 DHP	4	1		3	28	21	

OBS: (1) Não existem *Drenos*, para alívio de pressões na *Casa de Força* e no *Vertedouro*. Existem os *Drenos* sub-Horizontais e sub-Verticais Profundos embutidos no sistema de drenagem na *Ombreira Direita* e *Drenos* com tubos no *Poço de Acesso da Galeria de Desvio (DR-1G a DR-4G)*.

(2) Os *Poços de Alívio* estão enterrados sob a base do aterro e no interior de trincheira drenante na *Ombreira Direita*.

4.3.2. Com base nos dados existentes nos arquivos disponibilizados, constatou-se que a *freqüência de leituras*, atualmente seria a seguinte:

4.3.2.1. DH – *Dados Hidrometeorológicos* = Diário;

4.3.2.2. DHP – *Dreno Horizontal Profundo* = Sem Acesso;

4.3.2.3. DR - *Dreno (Poço Galeria)* = Mensal;

4.3.2.3. MV - *Medidor de Vazão (OD)* = Não Efetuada;

4.3.2.4. MB – *Marco Básico / MS - Marco Superficial* = Não Efetuada;

4.3.2.5. PA – *Poço de Alívio* = Sem Acesso;

4.3.2.6. PZ – *Piezômetro de Tubo* = Mensal;

Setor Protocolo Legislativo
 RA Nº 14121/16
 Folha Nº 41 Bet

4.3.3. Para identificação original do tipo de *medidor*, não foram seguidos os procedimentos conforme *Nomenclatura* padronizada pelo *Comitê Brasileiro de Barragens - CBDB* (Comissão de Auscultação e Instrumentação de Barragens, 1996; CRUZ, 1996).

5. ATENDIMENTO ÀS AGENCIAS FISCALIZADORAS

5.1. RELATÓRIO DE AUDITORIA - AGÊNCIAS

5.1.1. Amparada pelo Decreto n. 41.019 de 26FEV57 e nos Contratos de Concessão e Atos Autorizativos, com o envio de um Ofício Circular ao Proprietário da Barragem, a ANEEL pode requerer a apresentação de Relatório (*Parecer Técnico*, elaborado por profissional independente, comprovadamente capacitado) sobre os Procedimentos em vigor e a Auditoria em *Segurança de Barragens*, das Estruturas Cíveis.

O Relatório específico deveria (normalmente) contemplar quando aplicável, os tópicos:

- Programas periódicos de inspeção e monitoração e seus resultados recentes;
- Programas periódicos para ações emergenciais;
- Condições de manutenção dos *Instrumentos de Auscultação*, de estruturas do barramento, comportas e canaletas de drenagem, citando a existência de infiltração e trincas, corrosão e pinturas deterioradas em estruturas metálicas, presença de *Reação Alcali-Agregado* e câmaras de carga;
- Avaliação das estruturas cíveis assinada por responsável técnico com a respectiva ART – Anotação de Responsabilidade Técnica junto ao CREA;
- Ações implementadas para garantir a qualidade e atualidade da produção de energia compreendendo a modernidade das técnicas, dos equipamentos, das instalações e sua conservação;
- Relatório fotográfico das principais instalações;

Eventualmente, a Agência Ambiental do Distrito Federal poderá usar de suas prerrogativas e também exigir a apresentação de documentação específica sobre *Segurança de Barragens*. Pode até ser que inicialmente a NOVACAP (na condição de Proprietária do Aproveitamento) seja chamada a apresentar os documentos necessários. No entanto, ela poderá julgar que isso seja de competência da CEB-G, que explora o Aproveitamento, e repassar a ela essa cobrança.

Assim, foi preparado este *Relatório RJCICEB-024/11 UHE Paranoá - Avaliação do Comportamento * 2011*.

Setor Protocolo Legislativo

RA Nº 1412 / 16
Folha Nº 42 B. G.

5.2. RELATÓRIO DE AUDITORIA – FEAM/COPAM

Em decorrência da aprovação da *Lei em Segurança de Barragens Lei 12.334* de 20SET10, CNRH está estudando os critérios para se determinar a Classificação das barragens (em termos de Potencial de Danos). Enquanto não é regulamentada essa definição, pode ser usado qualquer um dos diversos critérios existentes. Por praticidade, no presente caso, foi seguido o critério estabelecido pela Agência Ambiental do Estado de Minas Gerais, (DE FARIAS, 2004) conforme detalhes a seguir.

De conformidade com a Resolução SEMAD n. 99 (29JAN02), os Empreendedores Proprietários de *Barragem* (no estado de Minas Gerais) devem entregar preenchido, à FEAM, o Formulário para Cadastro de Barragens.

Com a Deliberação Normativa COPAM DN n. 087 (06SET05) foi novamente exigida a apresentação, por parte dos Proprietários de Barragem, do:

- **Relatório de Auditoria da Segurança de Barragem.**
- **Formulário para Cadastro de Barragens – versão 2005 (Anexo I / DN COPAM n. 87/2005).**

Com a Deliberação Normativa COPAM DN n. 124 (09OUT08) foi exigida a apresentação, por parte dos Proprietários de Barragem, da:

➤ **Declaração de Condição de Estabilidade da Barragem.**

5.2.1. Deverá ser estabelecida Programação de Auditoria ou Inspeção Periódica, cuja frequência varia de acordo com a Classificação dada à Barragem:

5.2.1.1. **Barragem Classe III = Alto Potencial de Dano Ambiental:**
Frequência Anual;

5.2.1.2. **Barragem Classe II = Médio Potencial de Dano Ambiental:**
Frequência A cada 2 Anos;

5.2.1.3. **Barragem Classe I = Baixo Potencial de Dano Ambiental:**
Frequência A cada 3 Anos;

5.2.2. Deliberações Normativas

Através do acesso à página da FEAM (www.feam.br), há a possibilidade de ser obtida cópia (por 'download') dos documentos oficiais:

- COPAM DN n. 62/2002.
- COPAM DN n. 87/2005.
- COPAM DN n. 124/2008.
- COPAM DN n. 131/2009.
- COPAM DN n. 139/2009.

Com a Deliberação Normativa COPAM DN n. 062 (21DEZ02) foram definidos os critérios de Classificação para Barragens:

5.2.2.1. Parâmetros Técnicos e Ambientais

- Altura da estrutura;
- Volume do Reservatório;
- Tipo de Resíduo;

5.2.2.2. Características da Área a Jusante

- Ocupação Humana;
- Interesse Ambiental;
- Instalações Existentes.

Setor Protocolo Legislativo

RA nº 14121/16

Folha Nº 43 de 131

Em função da Classificação, os Proprietários devem adequar os Procedimentos de Segurança de (cada) Barragem, para minimizar o risco de danos ambientais.

5.2.3. Procedimentos para Classificação de Barragens - FEAM

Ao se acessar a página da FEAM, há a possibilidade de ser obtida cópia em meio digital (por 'download') do Relatório Técnico GESOL n. 19/2009, de 21MAIO09 contendo os dados referentes ao gerenciamento de Classificação e Segurança de Barragens 2008. Ainda naquela mesma página também podem ser acessados:

- Banco de Dados do cadastramento de Barragens.
- Mapa (com localização das Barragens cadastradas, no estado de Minas Gerais).

O Relatório de Classificação de Barragens foi elaborado pelo Grupo Multidisciplinar de Trabalho 'GT Barragens', criado na Resolução COPAM n. 53 (03FEV03). Para consulta à versão completa do documento, deve ser feita visita ao Centro de Informação da FEAM.

Naquele documento, está detalhado o procedimento usado para se elaborar a tabela com critérios a serem usados na Classificação de Barragens. Além dos critérios iniciais descritos

na DN COPAM n. 062/2002, foram listadas definições técnicas adicionais, bem como foram adotadas premissas para pontuação dos critérios de classificação.

Nas deliberações do GT Barragens, foram apresentadas:

- “5.1. Proposta de Critério de Definição da Área a Jusante da Barragem”;
- “5.2. Periodicidade das Auditorias de Segurança”;
- “5.3. Definição das Providências Necessárias Para Adequação dos Procedimentos de Segurança de Cada Barragem”.

Assim, enquanto não estiver determinada a forma regulamentada (com a Lei n. 12.334/2010) foram aproveitadas as recomendações da FEAM/COPAM, para determinação na Barragem PARANOÁ:

- Classificação quanto ao Potencial de Dano Ambiental;
- Condições para Definição da Área a Jusante da Barragem;
- Periodicidade das Auditorias de Segurança da Barragem.
- Declaração de Estabilidade da Barragem.

5.2.3.1. Classificação quanto ao Potencial de Dano Ambiental

5.2.3.1.1. Altura da Barragem (m)

H = 48 m então, é de Grande Porte → V₁ = 2

Setor Protocolo Legislativo
RR Nº 14121/16
Folha Nº 44 BETA

5.2.3.1.2. Volume do Reservatório (m³)

VR = ? E³. m³ => então, é de Grande Porte → V₂ = 2

5.2.3.1.3. Ocupação Humana a Jusante da Barragem

Como existem habitações e outras estruturas e atividades humanas a jusante, esse item é considerado:

Grande → V₃ = 4

5.2.3.1.4. Interesse Ambiental a Jusante da Barragem

Como existem habitações e outras estruturas e atividades humanas a jusante, a área já foi descaracterizada de suas condições ambientais naturais, esse item é considerado:

Pouco Significativo → V₄ = 0

5.2.3.1.5. Instalações na Área a Jusante da Barragem

Como existem habitações e outras estruturas e atividades humanas a jusante (e a montante – ver OBS), esse item é considerado como sendo de:

Alta Concentração → V₅ = 2

OBS: Notar que, com o uso do Lago formado pelas águas do Reservatório, para a Capital Federal (seja para urbanização, efeito ambiental, lazer, etc), considera-se que eventual problema para a Barragem irá afetar não apenas a área a jusante, mas também (de maneira muito mais importante) a área montante. Assim, justifica-se o aumento nos fatores considerados nos sub-itens anteriores.

5.2.3.1.6. Classificação da Barragem

Com o somatório dos Valores Parciais $\sum V_i = 10$, verifica-se que, de acordo com o Quadro 1 constante da DN COPAM n. 062/2002, revisado e corrigido conforme recomendações do 'GT Barragens', essa Barragem para Aproveitamento Hidrelétrico é classificada como:

$\sum V_i > 5 \rightarrow$ Alto Potencial de Dano Ambiental = CLASSE III

5.2.3.2. Definição da Área a Jusante da Barragem

Uma vez que a **Barragem PARANOÁ** foi construída para fins de espelho d'água para integração no projeto paisagístico e aumento do teor de umidade reativa do ar, e posteriormente, para Geração de Energia Elétrica, atualmente ela atua como:

- Reservatório de Água (Lazer / Esporte / Disposição de Águas Pluviais / Micro clima / Diluição das Águas Servidas / Aproveitamento Energético).

"A Área a Jusante deve ser definida por Estudos Hidrológicos elaborados pelos respectivos Responsáveis Técnicos".

5.2.3.3. Periodicidade das Auditorias de Segurança da Barragem

Uma vez que a Barragem PARANOÁ foi classificada como sendo de:

CLASSE III \rightarrow **deve ter INSPEÇÃO VISUAL na FREQUÊNCIA ANUAL**

Além disso, o GT considerou necessário realizar nova Auditoria, quando ocorrer qualquer tipo de evento imprevisto na operação da **Barragem** (sismo ou cheia anormal, etc) ou quando houver alteração e/ou modificação programada nas características das estruturas.

5.2.3.4. Declaração de Estabilidade da Barragem

No Apêndice a seguir está preparada a Declaração de Estabilidade da Barragem PARANOÁ, seguindo o modelo definido pela FEAM.

Setor Protocolo Legislativo
RA Nº 14121/16
Folha Nº 45 B e U

Apêndice: DECLARAÇÃO DE CONDIÇÃO DE ESTABILIDADE / FEAM

BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO E RESERVATÓRIO DE ÁGUA.

ANO BASE: 2011

Empreendedor: CEB Geração - CEB G

Barragem: PARANOÁ

Classe quanto ao Potencial de Dano Ambiental: CLASSE III

Município: Brasília, DF.

Declaro para fins de acompanhamento e comprovação, que realizei *Auditoria Técnica de Segurança* na estrutura acima especificada, conforme Relatório de *Avaliação do Comportamento * 2011 em Segurança de Barragens* elaborado em 11DEZ11.

1. Quanto à situação de estabilidade da mencionada estrutura, considerou-se:

1.1. Com base nos diversos registros dessa *Inspeção Visual 2011*, não foram identificados indícios de anomalias ou deficiências, que podem vir a afetar potencialmente a *Segurança* estrutural da Barragem PARANOÁ.

1.2. Apesar de não estarem disponibilizados em forma mais eficiente e utilizáveis, os dados da *Instrumentação de Auscultação* instalada no corpo do barramento, para complementar a avaliação das condições atuais da estrutura, com base: nos dados obtidos por ocasião da *Inspeção Visual - 2011*; nos resultados da Análise de Estabilidade efetuada; e na experiência do *Engenheiro Consultor*, pode-se considerar a Classificação, segundo critério 'SEED' do *US.Bureau of Reclamation - BoR*, como sendo:

"ACEITÁVEL" ("FAIR")

'Não são reconhecidas deficiências existentes para as condições normais de carregamento. Eventos sísmicos e/ou hidrológicos pouco freqüentes, provavelmente, resultarão numa deficiência na Segurança da Barragem'.

(Memória da Eletricidade, 1987)

1.3. Em caso de cheia extraordinária e/ou eventual ruptura da *Barragem*, a onda de cheia provavelmente terá reflexos exagerados, tendo em vista as condições do *Reservatório* e a situação das áreas a montante e a jusante. O risco de danos potenciais (pessoais) de certa monta fica evidente. Reconhece-se, ainda, a importância das conseqüências, quanto ao potencial risco de danos materiais e/ou ambientais, de monta.

2. Para melhorar e/ou manter as condições de *Segurança da Barragem* foram listadas as seguintes conclusões e recomendações que serão implementadas conforme (cronograma e) registro a seguir:

2.1. Considera-se que a *Tubulação Adutora ou Conduto Forçado* não apresenta risco potencial de grandes danos a jusante, uma vez que as águas são liberadas do *Reservatório*, a partir da *Tomada d'Água, Túnel Adutor e Tubulação Forçada* (havendo ainda, a *Chaminé de Equilíbrio*). Recomenda-se definir os Procedimentos de Emergência, para garantir condições de reação rápida, visando o fechamento da comporta e estancar o vazamento, em caso de *Incidente ou Acidente* com a estrutura adutora. Deve(m) ser determinada(s) a (s) pessoa(s) a serem treinadas e serem escaladas para atendimento à eventual Emergência.

2.3. O *Plano de Ação Emergencial - PAE* deve ser desenvolvido pela CEB G, por ter sido considerado necessário em *curto prazo*, tendo em vista o risco de danos de certa monta,

Setor Protocolo Legislativo
RQ Nº 14/21/6
Folha Nº 46 B/G

para as áreas a montante e mesmo para o vale a jusante e estar sendo aguardada a regulamentação de *Lei de Segurança de Barragens*.

2.4. Para cada caso foi estabelecida e sugerida uma prioridade, de acordo com a situação aparente, tendo em vista a seguinte Classificação, contando-se como "data zero", o dia 01JAN12:

TABELA 2.1. PRIORIZAÇÃO			
Prioridade	Condição	Prazo	OBS
0	DE IMEDIATO	P < 30 a 180 Dias	Depende do caso
1	CURTO PRAZO	P < 1 Ano	
2	MÉDIO PRAZO	3 < P < 5 Anos	Depende do caso
3	LONGO PRAZO	P > 5 Anos	
4	PERMANENTE	Indeterminado	

2. Em anexo, cópia da *Anotação de Responsabilidade Técnica – ART* do CREA, dos *Serviços de Auditoria em Segurança de Barragem*.
3. Em Apendice, cópia do *Resumé* do Responsável Técnico.

Bauru, SP, 11 de dezembro de 2011.

original assinado por

Ruben José Ramos Cardia
Engenheiro Civil
CREA 0600515047

RJC ENGENHARIA

R. Gustavo Maciel n. 31-44 sala 2 Jardim Paulista fone/fax: (+55 14) 3234-6761
17.017-230 BAURU, SP, BRASIL

Setor Protocolo Legislativo
 RA Nº 14121/16
 Folha Nº 47 Beta

ART CREA



Minuta de Trabalho

Setor Protocolo Legislativo

RR Nº 1412 / 16

Folha Nº 48 Bete

1. nome: **RUBEN José Ramos CARDIA** ricardia@terra.com.br

2. empresa: **RJC Engenharia** ricardia@gmail.com

R. Gustavo Maciel n. 31-44 sala 2 J. Paulista

17.017-230 BAURU, SP, BRASIL / Telefone/fax: (+55 14) 3234-6761

3. formação: ENGENHEIRO CIVIL / CREA 0600515047

Escola de Engenharia da Fundação Educacional de Bauru / Turma: 1974

Participou em Cursos de Extensão, na Escola Politécnica-USP, CETESB, Instituto de Engenharia-SP, CESP, UNESP, SINDUSCON-SP, SEESP (*Laudos e Perícias Judiciais*) e para complementação em **SEGURANÇA DE BARRAGENS: ELETROBRÁS** (1981), **U. S. Bureau of Reclamation** (2000) e **INAG/Portugal** (2003) e Workshops **FERC/USA: Plano de Ação Emergencial** (EAP2002) e **Potenciais Modos de Ruptura de Barragem** (PFMA/DSPMP2004); **Patologia em Barragens** (IDD, 2010).

4. idiomas: Fluente em **Inglês**. Conhecimentos de Italiano, Espanhol, Francês e Alemão

5. associações de que faz parte:

Association of State Dam Safety Officials (ASDSO) / Assoc. Brasileira de Mecânica dos Solos e Ambiental (ABMS) / Assoc. Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos Bauru e Região (ASSENAG) / Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB)

6. vida profissional:

* desde **04SET00** = **R J Cardia, Engenharia, Manutenção e Comércio de Instrumentação Ltda-ME**, desenvolvendo Consultoria para Engenharia Civil em **Segurança de Barragens (Inspeção Visual, Plano de Ação Emergencial e Instrumentação de Auscultação)**.

* ABR99 a SET00 = Companhia de Geração de Energia Elétrica Tietê (AES Tietê S A), Engenheiro, responsável pela Segurança de Barragens e Manutenção Civil de Usinas e Subestações, na Unidade de Produção Rio Tietê.

* JUN91 a MAR99 = Companhia Energética de São Paulo CESP, Engenheiro no Setor de Geração do Tietê, responsável pela Segurança de Barragens e Manutenção Civil de Usinas e Subestações, Gerência Regional Operação Tietê. Presidente da CIPA 110 CESP-TTT na Gestão 1996/1997.

* JAN79 a JUN91 = Companhia Energética de São Paulo CESP, Engenheiro no Setor de Segurança e Controle de Barragens, do Laboratório Central de Engenharia Civil, em Ilha Solteira, SP, responsável pela Segurança de Barragens das Gerências Regionais de Operação do Tietê e do Paraná;

* OUT74 a DEZ78 = LIGHT Serviços de Eletricidade S.A. onde foi Chefe da Divisão de Estudos e Chefe da Divisão de Mecânica dos Solos e Barragens, na Assessoria Engenharia Civil;

7. estudo e treinamento: Realização de diversas viagens (nacionais e internacionais) para participação em: Cursos, Estágios, Simpósios, Seminários, Colóquios, Congressos, Reuniões, Intercâmbio, Visitas Técnicas, Inspeções e **Workshops FERC/EAP2002** e **PFMA2004**.

8. trabalhos publicados: autor ou co-autor de **42** (Quarenta e Dois) "Papers" nos campos: **Instrumentação de Auscultação, Segurança de Barragens** e Manutenção Civil, enviados a Congressos e Seminários, nacionais (35) e internacionais (7), inclusive **Workshop FERC/EAP2002**

9. eventos e atividades, inclusive didáticas / cursos e palestras ministradas:

9.1- Cursos: -**Instrumentação de Auscultação e Segurança de Barragens**, a técnicos e engenheiros civis da CESP e de Terceiros (em promoções de CREA e BRA-CIER); - **SOSEm: Manuais de Infraestrutura e Conservação**; -**Noções Básicas em Segurança de Barragens** (AES Tietê, CEMIG, **FUNCOGE**, AHE P. Estrela); - **Noções de Emergência em Barragem**;

9.2- Palestras sobre: '**Instrumentação de Auscultação e Segurança de Barragens**', '**EAP - Plano de Emergência**' e '**Segurança de Pessoal**', apresentadas: "**Semana de Engenharia**", na UNESP Campi de ILHA SOLTEIRA, SP e BAURU, SP; UNICASTELO /Campus FERNANDÓPOLIS, SP; empregados CESP (UHE Promissão).

9.3. Participação em Grupos de Trabalho GT: * **Desenvolvimento do Sistema Segurança de Barragens - SSB**; * Regras Básicas de Segurança do Trabalho em **Instrumentação e Controle de Barragens**; * Padronização de Documentação Técnica.

9.4. Promoção, Organização e Realização conjunta (com C.C. Camargo Correa e Ministério da Integração) de palestras "**Segurança de Barragem-Avaliação e Gerenciamento de Risco em Portfólio**", apresentadas pelo Dr. David Bowles (EUA).

9.5. Participação em Board de Consultores: AES Tietê, Espora Energ., Eletronorte, ANA.



Setor Protocolo Legislativo
 RA Nº 14.121/16
 Folha Nº 49 de 66

6. COMPORTAMENTO DAS ESTRUTURAS CIVIS E SITUAÇÃO EM 29SET11

Na seqüência são apresentados comentários referentes à avaliação do comportamento das estruturas civis da UHE PARANOÁ. São descritas as condições então observadas, por ocasião das diversas visitas efetuadas no período de 26SET11 a 29SET11, por representante da **RJC Engenharia** com acompanhamento de pessoas ligadas à CEB-G, responsáveis por atividades em *Segurança de Barragem*, quando foram desenvolvidas as atividades de campo de *Inspeção Visual*.

Os registros estão efetuados seguindo um procedimento padrão da **RJC Engenharia**, obedecendo à sequência de estruturas, da direita hidráulica para a esquerda.

Deve ser salientado que o objetivo da *Inspeção Visual Periódica* está diretamente referenciado às condições de *Segurança de Barragens*. Dessa forma, todo e qualquer comentário sobre atividades de Manutenção Civil estará sendo incluído apenas como contribuição ou então, estará se referindo a situação que (pelo menos aparentemente) esteja envolvendo ambas as condições.

O objetivo deste documento é o de servir de subsídio à avaliação das condições (então) atuais de *Segurança* das estruturas civis aparentes, bem como permitir comparação analítica, por ocasião de futuras *Inspeções* análogas. Este documento deve servir de base para os representantes da *CEB Geração (CEB-G)*, que poderão atender às eventuais exigências de Agência Fiscalizadora (ANEEL, ou ANA, ou outra), quanto à atualização cadastral e comprovação das adequadas condições de *Manutenção* e *Segurança de Barragens*, para a UHE PARANOÁ, mediante *Auditoria* especializada e independente.

Estão incluídos os comentários sobre a '*Situação Atual*' da *Instrumentação de Auscultação*, de acordo com as vistorias efetuadas, além de manipulação e tentativa de leitura nos terminais. Adicionalmente, são registradas as condições consideradas para o comportamento dessa *Instrumentação de Auscultação*, com base na análise dos registros de medições efetuadas, conforme banco de dados disponibilizados.

Entretanto, para facilitar a visualização de eventuais fenômenos sujeitos a influências cíclicas de médio prazo, foram preparados gráficos temporais abrangendo o período 01OUT08 a 30SET11. A escolha das datas se deve ao fato de que, apesar dos dados fornecidos pela CEB-G serem restritos a um período determinado, se procura adotar sempre (na escala de tempo dos gráficos) o padrão '*Ano Hidrológico*' (*variando de 01 de outubro de um ano, até 30 de setembro do ano seguinte*), normalmente usado para encampar no mesmo gráfico, a passagem da estação chuvosa. Adicionalmente, é adotado período multianual nas abscissas, para permitir a avaliação de eventuais tendências de comportamento de médio e/ou longo prazos.

Estão apresentadas também, diversas fotografias, para ilustrar a situação visual conforme encontrada por ocasião da *Inspeção Visual*.

Conforme solicitação estipulada no Projeto Básico Nº 024/2011 e no Contrato, foi providenciada a realização de Avaliação da Estabilidade da Barragem de Terra e Enrocamento. No entanto, essa avaliação teve de ser feita com base em valores obtidos nos Ensaios Especiais de Laboratório realizados em amostras obtidas em 2002. Para as análises, foram considerados os valores de pressão de percolação e/ou de subpressão, conforme valores identificados nos registros de leituras (com dados fornecidos até 2002). Foi feita avaliação adicional, conforme solicitado, considerando-se uma eventual alteração na cota do N A Montante, passando do N A Máximo 1.000,80 manm para 1.001,00 manm.

Não foi solicitada e assim, não foi desenvolvida uma avaliação do efeito dessa alteração nas estruturas de concreto do Vertedouro (as quais eventualmente poderão necessitar de reforço). Também não foi feito estudo de ampliação e reforço da estrutura metálica das comportas e braços, o que certamente será necessário, e não foram verificadas as possíveis alterações de esforços nas vigas Munhão.

Adicionalmente, deve ser verificada implicação legal, da alteração de NA Max maximorum, junto à ANEEL. E além disso, podem existir restrições técnicas, pois a altura de Borda Livre ("Free Board") padronizada em 3 m, não seria mantida. Eventualmente, poderá ser exigido pela Agência Reguladora, o alteamento da crista, para recuperação do valor mínimo de Borda Livre.

6.1. DOCUMENTAÇÃO DISPONIBILIZADA

Foi liberado ao representante da **RJC Engenharia** o acesso à documentação existente nos arquivos da VE, os quais foram verificados e avaliados. A seguir, estão registradas (por Autor, e com fonte diferenciada, no caso de excertos) as principais observações para alguns daqueles documentos envolvidos com *Instrumentação de Auscultação e/ou Segurança de Barragem*. Foram acrescentados alguns comentários de representante da **RJC Engenharia**, quando considerados pertinentes.

6.1.1. FIGUEIREDO, S. D, "Barragem do Paranoá – Relatório de Andamento n. 02 = 01 a 31OUT79", PROMON, SP, NOV79;

Registro do andamento de Consultoria para projeto e execução do tratamento das infiltrações na Barragem (Operação BL01). Citada visita do Eng. V. Paulon para inspeção (acompanhado de Eng. da CEB-G) na Galeria de Desvio e no Vertedouro. Resultados e recomendações (recuperação estrutural) foram apresentados no relatório n. ST8-001.

6.1.2. _____, "Barragem do Paranoá – Relatório de Andamento n. 13 = 01 a 31OUT80", PROMON, SP, NOV80;

Citado o relatório sobre o fechamento dos orifícios do tampão da Galeria de Desvio. Terminado o tratamento da Ombreira Direita, com plantio de grama nos trechos reaterrados. Terminada a injeção de cimento no interior da Galeria. Terminada a drenagem no interior da Galeria, com 2 furos adicionais no piso, na Seção VIa. Iniciado o fechamento dos tubos existentes no Tampão da Galeria.

6.1.3. GOMES, J, C. O, "Inspeção Realizada no Sistema Adutor da UHE do lago Paranoá no Período de 19 a 22NOV91", Relatório s/n, Qualitec Engenharia Ambiental e Controle de Qualidade LTDA, Belo Horizonte, MG, 30DEZ91;

Registrados os resultados das inspeções (interna e externa) no Sistema Adutor, visando avaliar o estado de conservação da Tubulação Adutora e da Caixa Espiral. Indicados possíveis métodos de recuperação. As técnicas usadas nas inspeções de revestimento, metal base e soldas: Exame Visual; Medida de espessura com ultra-som; Verificação de continuidade do revestimento por Pitting-Gage; Coleta de Amostras (Água e produtos de corrosão) para análises físico-químicas; Registro fotográfico. Na inspeção interna= lama e tubérculos de produtos da corrosão sobre alvéolos e pites (máximo de 4,0 mm) de processos corrosivos (reação anódica com consumo de Oxigênio Dissolvido). Na Chaminé de Equilíbrio ou Torre de Compensação= há sinais de corrosão por aeração diferencial. Foi feita inspeção na Válvula Borboleta controladora da Vazão. Concluíram que a tubulação está conservada, em função da longa vida e oferece possibilidade de uso, necessitando de novo revestimento ou proteção catódica.

Setor Protocolo Legislativo
 RA Nº 4121/16
 Folha Nº 51 Br 6

- 6.1.4. _____, "Inspeção Realizada no Sistema Adutor da UHE do lago Paranoá em NOV95", Relatório s/n, Qualitec Engenharia Ambiental e Controle de Qualidade LTDA, Belo Horizonte, MG, 08FEV96;

Registro dos resultados de nova inspeção, apresentando condições e recomendações similares à anterior.

- 6.1.5. **GUSSO, L. C.**, "Barragem do Paranoá-Brasília, DF: Estudos Geotécnicos", Serviço n. DF-2027, Relatório n. 0929/80 (DF-RJ) RMPC, TECNOSOLO Engenharia e Tecnologia de Solos e Materiais S A, Rio de Janeiro, RJ, 15JUL80;

Apresentação dos serviços executados, englobando os dois relatórios anteriores (0917/80 e 0919/80 DF-RJ). Executados 07 ensaios de infiltração nos furos SM-02, SM-05, SM-09 e SM-10. No Ensaio a Nível Variável o valor da Permeabilidade é a média das Permeabilidades calculadas a partir das leituras a cada minuto. Há uma altura equivalente à vazão, identificada como ΔH .

$$K = \frac{d^2}{8L} \times \ln \frac{2L}{D} \times \frac{\ln(H1/H2)}{t_2 - t_1} \quad (\text{cm/s})$$

Para o SM-02 a Permeabilidade Média foi da ordem de $k = 1,98 \times 10^{-5}$ cm/s.

No Ensaio a Nível Constante o valor da Permeabilidade é a média das Permeabilidades calculadas a partir das vazões medidas a cada minuto.

$$K = \frac{Q}{2\pi LH} \times \ln \frac{2L}{D} \quad (\text{cm/s})$$

Setor Protocolo Legislativo
 RR Nº 1412, 16
 Folha Nº 52 B. G.

Para o SM-02 a Permeabilidade Média foi da ordem de $k = 7,25 \times 10^{-3}$ cm/s.

Existem em Anexo, descrição dos Poços, Resultados de Ensaios (Tabelas e Gráficos), Esquemas Individuais de Instalação dos Piezômetros com quadro de leituras. Os Perfis são de Sondagens Mistas e dos Poços. Na descrição do Poço 1 há as OBSs: 2. Presença de veio d'água a 3,80 m (1002,029-3,80= 998,229 manm); 3. NA não encontrado. O PZ-08 foi instalado na cota 969,615 manm (em local de fragmento de Quartzito pouco alterado e Caulim no trecho de 14,65 m a 15,25 m de profundidade). Na SM-10, nos trechos de 9 m a 9,60 m e 12 m a 12,60 m, o Material Não Foi recuperado (sem detalhes). Na SM-04, no trecho de 17,45 m a 18,05 m, o Material Não Foi recuperado (sem detalhes). Na SM-07, no trecho de 19,40 m a 20,90 m, o Material Não Foi recuperado (sem detalhes). Na SM-02, nos trechos de 2,70 m a 3,0 m, 5,25 m a 8,25 m e 9,75 a 10,35, o Material Não Foi recuperado (sem detalhes). E na SM-06, no trecho de 30,45 m a 33,45 m, o Material Não Foi recuperado (sem detalhes). No Poço 3 havia Trinca Vertical no trecho de 0,70 m a 5,0 m de profundidade, na parte montante. No Poço 4 havia umidade na parede, no trecho de 4,80 m a 8,50 m de profundidade.

OBS de RJC Engenharia:

Os resultados dos Ensaios de Perda d'Água parecem indicar abertura de descontinuidades (aumento de permeabilidade e/ou de vazão, com o aumento da pressão aplicada, mas com valor residual aumentado, no retorno, em diversos casos). Os principais casos são: SM-03 27,87 m a 30,87 m; SM-04 11,46 m a 14,46 m; SM-07 20,97 m a 23,97 m; SM-10 6,0 m a 9,0 m e de 15,0 m a 18,0 m. Os Perfis de Instalação dos Piezômetros são incompletos e não indicam: Perfil do Bulbo; Diâmetro do Bulbo. A situação construtiva é diferente do esperado, pois foi lançada calda de cimento (para vedar o bulbo) diretamente acima do trecho de areia.

E só acima dela foi lançada camada de Bolinhas de Bentonita, para separar da camada de enchimento, com Calda de Cimento e bentonita (não foi confirmado o traço, mas, deveria ter sido a 15%). Nos furos SM-02 e SM-08, apesar de existir camada inferior de 5 m de areia e 1 m de Bolinhas de Bentonita, só foram instalados os Piezômetros PZ-02 e PZ-08 (simples) nas camadas superiores.

Para os furos SM-03 a SM-07, SM-09 e SM-10 foram instalados Piezômetros duplos (Inferior e Superior). No furo SM-01 só existe uma camada de areia e o PZ-01 é simples. Na tabela com leituras de Ensaio de Recuperação do PZ-05l a 'Cota do NA' (que deveria ser Cota Piezométrica) o valor inicial às 15:48:00 h (987,591 manm) foi digitado errado. O correto era de 987,951 manm.

6.1.6. HERKENHOFF, C. S; LUZ, G. M; CALDAS, S. & LIMA Fo, S. O. L, "Barragem do Paranoá, Estruturas Civas Principais – Inspeção Visual em 27AGO92", Relatório n. RE-EEC-039/92, Eletronorte, Brasília, DF, 1992;

Citado se tratar de Barragem para composição urbanística, melhora nas características climáticas (aumento na Umidade Relativa do Ar) e geração hidrelétrica. Projeto da Geotécnica S A, obras pela CCC Correa, CCBE e Portuária, entre 1958 e 1962. A Seção não padronizada se deveu à necessidade de subida rápida (contra galgamento) na primeira fase de construção do enrocamento montante e núcleo argiloso. Completado depois o maciço jusante com terra, substituindo o enrocamento previsto. Houve recuperação em 1980 (Ombreira Direita e Galeria de Desvio) pela PROMON e em 1991 pela PROJEA. O problema na Ombreira Direita é antigo, pré Barragem, em locais de nascentes, que deram origem a surgências. Não havia carreamento de material, registrado naquela época.

Havia sido feita injeção na fundação e aterro, para obturação e para vedar as saídas de água. A análise da água indicou pH~5 (certa agressividade). Nos furos da Galeria de Desvio foi obtido pH> 10, devido carreamento de cal excedente no cimento do concreto e injeção [Hidróxido de Cálcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ou Portlandita reage com o Gás Carbônico (CO_2) do ar, gerando a Carbonatação (CaCO_3)]. Foi considerado que o material colorido (avermelhado) em um dos furos não injetados poderia conter alto teor de Íons de Ferro. E o material escuro (*que não era enxofre*) poderia ser de partes finas de Manganês. O Vertedouro estava em boas condições, apesar da pintura das comportas estar envelhecida. A Calha ou Rápido apresentava sinais de desagregação e com alvéolos e pontos com armadura exposta. Considerado pouco risco para a Segurança apesar de mudar o regime hidráulico pela rugosidade. Considerada desagregação de origem física, por cavitação. Recomendado o envio de dados da *Instrumentação de Auscultação* para processamento pela Eletronorte (Sistema GESTIN), providenciar instalação de Medidor de Vazão – MV na Ombreira Direita. Já existia Relatório Fotográfico (com 39 Fotos). Sinais de Carbonatação em remendo na face jusante do dente dissipador jusante da Calha do VS e o arrancamento era menor e sem cascalho aparente, o que poderia ter sido reparo localizado.

OBS de RJC Engenharia:

Pelo que foi visto, conforme comentário específico no capítulo da Inspeção Visual na Calha, considera-se que possa ter ocorrido reação das Águas descarregadas, com o Agregado Graúdo, o qual pode conter 'Pirita', provocando o desgaste e/ou o desmanhce das pedras. E o material escuro carreado nos Drenos da Galeria, poderia ser constituído de 'Manganês', mas também poderia ter contribuição de Matéria Orgânica e eventualmente 'Biotita', caso a rocha atravessada contenha esse mineral.

6.1.7. LAVELLE, A. G, & FERREIRA, D, "Inspeção das Tubulações da UHE Paranoá – CEBG S A", Relatório n. 6875/10, End-Check, Santos, SP, 20SET10; (13) 3222-3515 www.endcheck.com.br;

Resultados de Inspeção Visual, medição de espessura por Ultrassom pelas partes internas e externas (em algumas regiões) do Sistema Adutor, em 09 a 11SET10.

Recomendada manutenção corretiva:

- a. Tratamento interno; b. Pintura ou revestimento; c. Proteção Catódica.
b. **OBS:** Ensaio de Água na LIFE Consultoria Ambiental LTDA (62) 3223-1530, Goiânia, GO www.lifelimnologia.com.br indicou:
Acidez = 3,5 mg/l (4,0 mg/l após fervura); Condutividade (a 25° C?)= 97,0 µS/cm; Ferro Total= 0,03 mg/l; Manganês Total= 0,052 mg/l; VMP= 0,1; pH= 8,0; Sólidos em Suspensão= 7,0 mg/l; Sólidos Totais Dissolvidos STD= 48,0 mg/l (500); Foram seguidas recomendações de: SM-21 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, AWWA/ALPHA, 21ª. ed, Washington, USA, 2005 e Resolução CONAMA n. 357 (17MAR05).

6.1.8. MAGALHÃES, R. A, "Usina Hidrelétrica Paranoá – Curso Básico de Segurança de Barragens e Instrumentação", DOMUS Engenharia Consultiva e Projetos Geotécnicos LTDA, Belo Horizonte, MG, ABR02;

Apresentados os princípios da Segurança de Barragem e de Instrumentação de Auscultação, além de incluir desenhos das estruturas da UHE Paranoá.

6.1.9. MELLO, J. C. M, "Manual de Inspeção para Barragem, Tubulação de Adução e Casa de Força da Usina do Paranoá", O.GRMU/O.SMO, CEB, Paranoá, DF, [s/d];

Formulário tipo Checklist de Inspeção Visual, identificado como: Manual de Inspeção para Barragem, Tubulação de Adução e Casa de Força da Usina do Paranoá.

OBS de RJC Engenharia:

Guardado na Caixa Arquivo n. 207/2006.

Contem modelo de Checklist adaptado a partir do modelo desenvolvido por CARDIA, 1983 e 2006. As dúvidas observadas foram: No item 1.3 do "Talude Montante" houve dúvida quanto à referência, se seria 'surgência de água'. No item 1.6. se faz referência a tocas de coruja/tatu nas pedras. Para "Acesso ao Talude de Montante, Jusante e Galeria" foram citados problemas na pista, mas não foi indicado corretamente em que região do acesso ao talude montante ou pista deveria ser feita a observação. E o "Acesso ao Conduto Forçado" está repetido no item para a Casa de Força.

6.1.10. PIANCASTELLI, E. M, "Aproveitamento do Paranoá / Avaliação das Condições de Segurança das Estruturas Civas/ Capítulo V – Ponte Rodoviária Sobre o Vertedouro / Cadastramento das Anomalias", complemento ao Contrato Nº 0071/2001-CEB, DOMUS, Belo Horizonte, MG, 17JUN02;

Registradas as observações sobre as condições encontradas, com a Inspeção Visual (com embarcação) sob a Ponte.

OBS de RJC Engenharia:

Guardado na Caixa Arquivo n. 142/2006.

As Figuras não apresentaram as indicações das estruturas complementares (TA e BRTE) e orientações dos lados Montante e Jusante. O desgaste mostrado na face lateral do pilar P1 é causado por efeito de 'Batillage' e enquanto não provocar queda de agregados, ficando superficial, não causa maiores problemas. As manchas mostradas na Foto 16 (conforme Fotos 26 e 27) e na Foto 24 são causadas por penetração de enxurradas contendo lama da rodovia, pelas juntas entre vigas, com vedação deteriorada. As partes de ferragem exposta (vistas nas Fotos 17 e 20 a 24) deveriam ser tratadas com material anti-corrosão e receber recobrimento.

6.1.11. POVH, P. H, OTA, J. J. & GROSZEWICZ, R. C, "Estudo para Substituição de Tubulação Aduutora Visando Ganho de Geração em Usina Existente", Relatório Bimestral n. 01, CEHPAR, Curitiba, PR, JAN04;

Projeto HL-138 P&D 312 da CEBG (2003). Busca de Dados em www.semarrh.df.gov.br/sitee/cap08/cap8.htm;

UHE opera dependendo dos limites de nível 999,50 manm a 1.000,80 manm ($\Delta h = 1,3$ mca). Sedimentos dos rios afluentes têm provocado o assoreamento no Lago Paranoá, com perda de volume de armazenamento de água.

A Área original era de 38,4 km². Dados= UG-1= 7 MW; UG-2= 9,2 MW; UG-3= 8,5 MW; $\Sigma = 24,7$ MW. As turbinas são Francis de 10,34 m³/s de engulimento em rotação de 514,3 rpm. Inspeção da Tubulação a cada 5 anos. Reservatório de finalidade múltipla, sendo que a geração não é a função primordial! O Conduto de Adução tem diâmetro \varnothing 3,0 m com comprimento de $l = 1.300$ m e espessura $e = 10$ mm; A Chaminé de Equilíbrio tem diâmetro \varnothing 6,0 m com altura $H = 105$ mca; O Conduto Forçado tem diâmetro \varnothing 2,6 m com comprimento de $l = 225,40$ m e declividade $i = 40,86\%$ (M) e $47,81\%$ (J). A Barragem de Terra com núcleo de Argila, enrocamento no talude montante e grama no jusante, tem extensão de $l = 630$ m (sendo 600 m em terra e enrocamento e 30 m em concreto) e com 48 m de altura.

6.1.12. PROGEA, "Barragem do Paranoá – Projeto de Reparos Geotécnicos no Entorno da Galeria de Desvio", Relatório s/Nº, PROGEA Engenharia e Estudos Ambientais, Brasília, DF, SET91;

Registradas as observações sobre as recomendações e serviços desenvolvidos nas atividades de manutenção no entorno da Galeria de Desvio.

OBS de RJCE Engenharia:

Guardado na Caixa Arquivo n. 207/2006.

A cópia disponibilizada está aparentemente com as folhas fora de ordem e incompleta. Não consta uma possível página final de texto, contendo local, data, nome de autoria e assinatura.

Em função da grande quantidade de argila depositada no interior da Galeria (em 05JUN91), foi apresentado diagnóstico e proposta de tratamento. Diagnosticada inicialmente a deposição de argila como sendo causadora de cavidades à volta dos furos (1980/1981) de onde seriam carregados. Com a investigação, considerou-se que a argila foi carregada pelas fraturas da rocha e possível junta fria entre o concreto estrutural da Galeria e o concreto de enchimento do vão entre a face externa da Galeria e o talude de corte na rocha.

OBS de RJCE Engenharia:

Mas, não foi citada a possível fonte, nesse caso, a não ser que tenha considerado que saiu do preenchimento das fraturas.

Proposta sondagem rotativa SPR-1 a partir da crista, podendo ser usada para instalar Medidor de Nível d'Água – NA. O furo seria injetado com calda no Fator A/C= 0,50:1,0.

OBS de RJCE Engenharia:

Dependendo da forma de execução de sondagem no aterro (se foi usada água) pode ter havido risco de fraturamento hidráulico no aterro. A calda pode ser considerada um pouco rígida, sem uso de Bentonita, podendo permitir a retração e criação de descolamento entre os materiais, o que facilitaria a passagem de água estranha, falseando leitura.

Setor Protocolo Legislativo
 RA Nº 1412176
 Folha Nº 55 Be 6

Proposta sondagem a partir do teto da Galeria, até penetrar 0,20 m na base do maciço da Barragem. Foi colocado obturador na boca para permitir a medida de vazão, como Dreno, e de pressão, como PZ, nas condições: Livre; $p = 0,10 \text{ kgf/cm}^2$; $p = 0,45 \text{ kgf/cm}^2$; e com pressão total ao ser fechado completamente.

10.1. DES. Nº PAR-GD-001 BARRAGEM DO PARANOÁ – PLANTA E SEÇÕES, SET91
Ampliado do Projeto Geotécnica de 15DEZ59

OBS de RJC Engenharia:

Planta= Está em posição considerada Invertida em relação ao costume ou padrão em se ter a parte Montante Acima e a parte Jusante Abaixo. E não há a indicação de onde fica Montante. A linha da crista está com marcas de Estacas de 100 m cada e "O" na Ombreira Direita. Aparentemente a Ensecadeira Montante (com crista na cota 970,00 manm) foi incorporada ao maciço da Barragem. Na Planta existem bolinhas alinhadas perto da Seção A-A, as quais estariam indicando os Piezômetros Elétricos no interior do maciço?

Seção C-C (≈Estaca 1)= Há indicação de largura da crista (com greide na elevação 1.003,80 manm) com 16 m e Filtro Vertical na quina jusante com trecho inferior inclinado ligado ao curto Tapete Horizontal. Aparentemente isso não está coerente com o desenho em Planta (a qual está incompleta) na linha da borda jusante à direita da extremidade do Filtro Vertical. Não há legenda ou indicação dos materiais a jusante do eixo, simbolizado com pequenos grãos (que poderia ser de Areia ou de Brita). Está sem a indicação dos 28 furos (espaçamento $e = 3 \text{ m}$) a jusante, entre ≈E 2,6 e E 3,5. São os Poços de Alívio conectados ao Tapete. Não está indicada a berma 904 manm e o pé do talude jusante na seção (40 m) é Berma na planta (indicada a 45 m) E a parte inferior no pé do talude (Rocktoe ou Dreno de Pé com duas faixas e simbologia típica de pedras) não foi representada na Seção C-C. O Filtro Vertical está marcado de forma mais fina nas extremidades antes do trecho inclinado do Tapete. Não há indicação do material existente no maciço e nem do enrocamento e do Riprap montante.

Seção D-D= Há indicação de crista com greide na elevação 1.003,80 manm. Há indicação de Berma 964 que não aparece na Planta. Está sem marcação do ângulo de inclinação (≈78°) da Galeria de Desvio com o eixo da Barragem. Não há indicação do NA Montante na Seção. O topo do Filtro Vertical ou Chaminé está na elevação 1.000,00 manm, e isso pode eventualmente, propiciar risco de percolação por cima do mesmo, em caso de Nível Montante muito elevado e deficiências localizadas no aterro.

10.2. DES. Nº PAR-GD-002 BARRAGEM DO PARANOÁ – SEÇÕES, SET91

Sector Protocolo Legislativo
 RR Nº 1412/16
 Folha Nº 56 Bx 6

OBS de RJC Engenharia:

Seções A-A e B-B= Na base do 'Cutoff' no eixo da Barragem, existem indicações de linha vertical com profundidade de 30,0 m. Não há a indicação do que seja, mas pode-se supor que seja Injeção para tratamento da fundação. Nas Seções C-C e D-D (do desenho Nº 001) não consta essa marcação. Na Seção A-A existem 4 linhas de *Piezômetros Elétricos* não identificados (possivelmente de fabricação *Maihak*), não numerados, mas totalizando 30 unidades. Os cabos das duas linhas superiores saem na cota 976 manm (e não ficou registrado se havia outra cabine nessa região), mas os cabos das duas linhas inferiores saem diretamente para jusante através do Dreno de Pé. Não há indicação se haveria uma segunda cabine de terminais. Não há indicação do NA Montante.

O Filtro Inclinado foi construído em função do Perfil Provisório adotado durante a construção, atuando como '*Transição*'. Há saída inclinada em rampa para jusante e para cima a partir da cota 970,0 manm e com indicação de extremidade aparente no talude jusante, o que não se nota na realidade. Sem indicações de Patamar jusante.

A Seção B-B está com indicação de 08 furos Ø 89 mm (3,5") sob extremidade montante do Tapete Horizontal sem a devida identificação. Devem ser alguns dos Poços de Alívio.

Nas Seções A-A e B-B há indicação de elevação 1.003,80 manm no topo do aterro, na base da pavimentação de crista. Mas, nas Seções C-C e D-D (do desenho Nº 001) a indicação é de crista com greide na elevação 1.003,80 manm. Deve ser confirmada qual das duas é a correta?

Logicamente, nenhuma das duas indicações deve estar condizente com a realidade local, tendo em vista que aquele valor é de Cota de Projeto, e já ocorreram recalques e manutenções no pavimento da crista, etc.

10.3. DES. Nº PAR-GD-003 BARRAGEM DO PARANOÁ – GALERIA DE DESVIO / PLANTA E SEÇÃO LONGITUDINAL, SET91

OBS de RJCE Engenharia.

Sem detalhe do emboque montante. A posição "0" ou Origem da escala de comprimento da Galeria se inicia junto à face livre jusante do Tampão.(ou 'Plug'). Na Seção não há indicação de faixa de enrocamento na crista, como existe nas Seções A-A a D-D (desenhos Nº 001 e 002). A NOTA 1 indica duas posições para trecho inclinado do Filtro Chaminé: Uma obtida do desenho NOVACAP (seria o BS 81-150-59 citado no perfil); Outra de acordo com informações do prof. Victor de Mello (o qual fez parte da equipe de projeto da Geotécnica). Indicado o local da SRP-1 (na Seção mas não na Planta) e sem indicação da cota de fundo.

A NOTA 2 indica que o levantamento topográfico (partindo da crista considerada com cota 1.003,80 manm) resultou na cota 962,68 manm para o piso do poço de acesso jusante da Galeria de Desvio, apesar de que no desenho Nº 208 (ABR58) estar indicada a cota 963,0 manm. A diferença pode ter sido causada pela variação da cota de partida, que foi assumida como sendo o valor de projeto. No entanto, pode ter ocorrido alteração localizada pelo acabamento de greide da crista e/ou pela falta de conhecimento dos valores resultantes dos recalques iniciais do aterro.

10.4. DES. Nº PAR-GD-004 BARRAGEM DO PARANOÁ – GALERIA DE DESVIO / MAPA DAS PERFURAÇÕES REALIZADAS ATÉ ABR81

Sector Protocolo Legislativo

RQ Nº 1412/16

Folha Nº 57 Bx6

OBS de RJCE Engenharia.

Apresenta o desenho das 4 faces internas da Galeria de Desvio, na forma tebatida. Indicados os furos (com e sem tubo; *Dreno* e *Piezômetro*) além de "Insurgências" III-9 e VII-7 na parte direita mais a montante do piso. Na distância de ≈55 m a jusante da face jusante do Tampão, há um *Piezômetro* sem número, na parede direita junto ao furo VII-8 (com repetição do número do furo no PZ). Não foram encontradas informações sobre a conformação dos *Piezômetros* e dos *Drenos* (identificação de diferenças de *Piezômetros*; *Drenos*; Furos; etc). Provavelmente os furos abertos foram identificados como *Drenos*, para controle de Vazão e a colocação de obturador, para permitir a medida de pressão deve ter levado a indicação de *Piezômetro*. Não foram encontradas informações sobre a causa do deslocamento do Tampão, de sua posição original prevista, sob o eixo da Barragem, onde foram deixadas as ranhuras (tampadas por madeira), para a nova posição cerca de 35 m, mais a montante. Em princípio, pode-se pensar que tenha sido em função de aumentar a segurança, evitando-se permitir uma pressão de montante atuante sob a região do eixo do aterro. Eventualmente, não tendo sido executado em local de nichos de travamento, poderia até mesmo ser executado como estrutura provisória e/ou auxiliar. De qualquer forma, foi avaliado que deve ter sido executado em dimensões tais que permitam resistir ao esforço da pressão de montante. E há um auxílio no pé jusante, com a execução de bloco de concreto envelopando os tubos de drenagem que foram obturados.

10.5. DES. Nº PAR-GD-005 BARRAGEM DO PARANOÁ – GALERIA DE DESVIO / LEITURAS PIEZOMÉTRICAS – MÁX E MIN OBSERVADAS NAS SEÇÕES I A VII

OBS de RJC Engenharia:

Sem registro da pressão na Seção I (sob o eixo da Barragem) por falta de condições. Os maiores valores foram observados a Seção II e na Seção IV (junto ao Tampão) da ordem de 21 mca acima do piso. Deve ser notado que esses valores se referem às pressões no interior da rocha de fundação, à volta da Galeria de Desvio e não no maciço da Barragem.

10.6. DES. Nº PAR-GD-006 BARRAGEM DO PARANOÁ – BLOCO DIAGRAMA DA GALERIA DE DESVIO

OBS de RJC Engenharia:

Em formato A-4, demonstra a posição dos Drenos (horizontais e os inclinados para baixo) e o concreto secundário aplicado para preenchimento dos espaços nas duas laterais, entre o concreto da Galeria e o talude do corte em rocha.

10.7. DES. Nº PAR-GD-007 BARRAGEM DO PARANOÁ – GALERIA DE DESVIO / PERFURAÇÕES EXPLORATÓRIAS E CORTINA DE INJEÇÃO

OBS de RJC Engenharia:

Planta desdobrada (Paredes e Piso) e Seções detalhadas com tabelas de posicionamento dos furos propostos (Seção / Furo Nº / Comprimento (m) / EPA (Ensaio de Perda d'Água).

6.1.13. PROMON, "Execução de Tratamentos Diversos / Acompanhamento Fotográfico da Construção – OUT a DEZ80", Relatório n. BL01-MS6-420, PROMON, SP, JAN81;

Destacam-se algumas Fotos com detalhes importantes.

OBS de RJC Engenharia:

Foto F-56: Tubos (N) com grande esguicho, antes da obturação; F-59: Dreno Sul Seção Via com fluxo. No piso idem; F-64 a F-69 e F-77: Dreno Espinha de Peixe (Geotextil e cascalho) na Ombreira Direita e Berma Inferior. Terreno até cerca estava limpo. Hoje o mato está alto e tomou conta; F-70 e F-72: Situação após restauração do concreto (ou com argamassa); F-73: Drenos com vazão, na Seção Via.

6.1.14. _____, "Relatório Final: Tratamentos Diversos na Barragem do Paranoá", Relatório n. BL01-MS8-600, PROMON, SP, FEV81;

Relato dos tratamentos diversos no período de SET79 a DEZ80, efetuados pela Tecnosolo, fiscalizada pela PROMON. Necessidade de drenar a Ombreira Direita, com execução de Trincheira, Poços de Alívio, Drenos Sub-Horizontais e Valetas tipo Espinha de Peixe. Citado o preenchimento com argamassa nas cavidades (supostas como sendo erosões por cavitação) no Vertedouro. Citado o carreamento de solo 'do aterro' para o interior da Galeria de Desvio. A situação no bloco de apoio 2A da Tubulação Adutora foi considerado estável. No Poço 1 havia saturação abaixo da cota 996 manm, indicando percolação vinda da Ombreira Direita. No P3 foi indicada percolação nos contatos entre camadas de Quartzito e de Metasiltitos. Foram instalados 17 *Piezômetros*. Existe Tabela com valor de Permeabilidade e *Basic Time Lag*, obtidos nos *Piezômetros*. Nos PZ-03I e PZ-04S foram obtidos: k baixo e BTL alto (> 100 min). Foi descrita a Geologia local. O tapete drenante no encontro com a Ombreira foi construído apenas em parte da aba jusante devido falta de material e alteração do projeto. Recomendada vistoria Mensal das Caixas de Inspeção (na Ombreira Direita), medir as Vazões e verificar se estaria ocorrendo carreamento de materiais. Para a Galeria de Desvio foi considerada formação de vazios no entorno, pelo carreamento de finos, através dos furos sem filtro. Foram então, efetuadas injeções de preenchimento. O Tampão foi considerado estável, com sua espessura superior a 3 m (no cálculo, deveria ter um mínimo de 3,20 m). Foi adotado um valor de Aderência de 20 tf/m², para um Fator de Segurança FS= 2,0. A

extensão ℓ foi obtida a partir de fórmula do Fator de Segurança, desmembrando do cálculo com o Perímetro, da área perimetral de contato.

$$FS = \frac{\text{Aderência} \times \text{Área de Contato}}{\text{Esforços}}$$

$$\ell = \frac{FS \times \text{Esforços}}{\text{Aderência} \times \text{Perímetro}}$$

$$\ell = \frac{2,0 \times (37 \times 3,5 \times 3,5)}{20,0 \times (3,5 \times 4)}$$

$$\ell = 3,20 \text{ m}$$

Foi feito bloco de concreto (0,70 x 1,00 x 0,30 m) envelopando os obturadores dos dois tubos de drenagem do tampão, ao pé da face jusante, o que serve de trava adicional ao deslocamento. Recomendadas as medidas de Vazão e de Pressão e efetuar sua comparação com os valores tabelados no relatório, para monitoramento das condições do Tampão e da Galeria. Os valores, após a execução de Drenos adicionais no piso da Seção VIa (NOV) foram:

- Seção Va: Sul= 1/5; Piso= 13/7; Norte= 8/2;
- Seção VIa: Sul= 5/8; Piso(dreno 1ª etapa)= 2/2; Norte= 13/5;
- Seção VIIa: Sul= 4/8; Piso= 1/7; Norte= 14/6;
- Soma das Vazões 9parcial, faltando vazões dos Drenos no piso --- 2ª etapa--- da Seção VIa= 61 ℓ /min.

Apresentado Modelo de Ficha para *Checklist* de Inspeção Visual.

6.1.15. REZENDE, J. A. de, "Aproveitamento do Paranoá / Diagnóstico das Condições de Segurança das Estruturas Civas", PRELIMINAR, Contrato Nº 0071/2001-CEB, DOMUS, Belo Horizonte, MG, ABR02;

Foi disponibilizada cópia "Preliminar", que está guardada na Caixa Arquivo 142/2006. Ela serviu de roteiro para o Relatório na forma oficial, o qual foi decomposto em vários capítulos (encadernados separadamente).

OBS de RJC Engenharia:

O Capítulo III foi visto só na forma digital. A cópia disponibilizada (sem nome, sem data, sem visto) estava incompleta, com alguns sub-itens apenas indicados, mas sem o texto correspondente. Foram encontrados diversos erros de definição ou consideração ou digitação. Aqueles que foram repetidos nos cadernos separados estão comentados nos respectivos itens. Aqui constam apenas comentários e/ou alerta de falhas não repetidas ou de item provavelmente constante do Capítulo II (não disponibilizado).

No item 2.2.3. Estabilidade, estão apresentados no sub-item 2.2.3.4. Análise de Estabilidade, os parâmetros adotados para os estudos do aterro, os quais foram obtidos dos resultados de ensaios em amostras retiradas dos Blocos Indeformados. Foi aplicada redução com fator 2,0 para coesão e 1,10 para ângulo de atrito. Os valores foram: * Tensões Totais $c = 40 \text{ kPa}$ $\phi = 22^\circ$; * Tensões Efetivas $c = 30 \text{ kPa}$ $\phi = 25^\circ$; Parâmetro de Pressão Neutra: * Para σ_v entre 0 kPa e 200 kPa, $r_u = 0,00$; * Para σ_v maior que 200 kPa, $r_u = 0,10$; Peso Específico Natural (γ_{nat})= 18,75 kN/m³; Peso Específico saturado (γ_{sat})= 18,90 kN/m³; Peso Específico submerso (γ_{sub})= 8,90 kN/m³; Para os fatores de Segurança foram considerados: Regime Permanente de Operação: $FS \geq 1,50$;

Rebaixamento do Nível d'Água até o nível da soleira do vertedouro: $FS \geq 1,20$; As análises foram efetuadas pela Teoria do Equilíbrio Limite, Método de Spencer, com apoio de 'software' Slope W (4.2) da Geo-slope. Os detalhes estavam em Anexo.

No sub-item 3.7.2.2. Drenagem Interna (em 3.7. Galeria de Desvio) à pág. 24, está citada a situação do material colorido e escuro observado no interior da Galeria, como sendo causado pela precipitação de Íons de Ferro (o avermelhado), ou por matéria orgânica (o preto) relacionada com a presença das madeiras, e por colônias de microorganismos, tipo fungos e bactérias, etc (o gelatinoso). No entanto, considera-se que, além dessas opções citadas, as maiores contribuições devem estar ligadas a: carreamento de Fração Coloidal de Argila – FCA (avermelhado); de minerais da rocha, tipo Manganês e/ou Biotita (o preto); e gel de Carbonatos do cimento das injeções e/ou da parede do furo da própria estrutura de concreto da Galeria (o gelatinoso). No desenho UPA-D-004 consta a locação das sondagens mistas (SM), sondagens a percussão (SP) e Poços de Investigação no corpo da Barragem e na Ombreira Direita. No desenho UPA-D-009 consta a locação dos Piezômetros instalados (em 1980= PZ-01 a PZ-11; em 2002= PZ-12, PZ-13, em substituição a PZ-07, PZ-08, e PZ-14, PZ-15), em furos das sondagens mistas (SM), sondagens a percussão (SP) no corpo da Barragem e na Ombreira Direita. Existe ainda, série de 06 Piezômetros com numeração alfabética (PZ-A a PZ-F), ao longo do pé jusante, os quais teriam sido executados em 1980 (mas cujos furos não constam do desenho n. 004). Assim, não há certeza de sua instalação e de sua numeração atual, o que dificulta as análises.

6.1.16. _____, "Aproveitamento do Paranoá / Avaliação das Condições de Segurança das Estruturas Civas/ Capítulo I – Diagnóstico das Condições de Segurança das Estruturas Civas", Contrato Nº 0071/2001-CEB, DOMUS, Belo Horizonte, MG, ABR02;

Foi disponibilizada cópia impressa.

OBS de RJC Engenharia:

Cópia está guardada na Caixa Arquivo 142/2006. A cópia disponibilizada (sem nome, sem data, sem visto) estava incompleta, indo apenas até à página 10 e tendo em anexo, a Página 1 da Guia de Inspeção. De acordo com o Índice (que deveria ser Sumário) o texto iria pelo menos, até a página 42 e depois estariam os Anexos (quatro tipos). Eventualmente ocorreu uma divisão e o texto dessas páginas teria sido transferido para outros cadernos (outros capítulos). Ao final da pág. 1 (item 1.3.) para a Barragem de Terra está citada largura de crista de 17,80 m, mas em outros locais constam apenas 16,0 m e para piorar, no início do item 2.1 Crista (pág. 3) ela está citada como sendo de 15,80 m. No início da pág. 2, para o Vertedouro foi denominada comporta 'Vagão', quando o correto seria "Segmento". E, ao final da Calha, não é 'concha de dissipação', mas sim, "Concha de Lançamento, de duplo efeito, com Blocos de dissipação e direcionamento". E o correto é "Comportas de Manutenção ou Stoplogs" e não 'stop-log's' (não é possessivo em Inglês). Para a Casa de Força, o tipo está errado, pois ela não é 'semi-abrigada'. Ela é "Semi-exposta". No item 2.2.2. Drenagem Superficial (pág. 6) está citada 'A quinta descida, inicia na ...'. No entanto, essa seria a "Sexta" pois ela se inicia na Berma e as Cinco se iniciam na Crista. Não ficou claro o sentido da frase final da pág. 6, se referindo aos Piezômetros PZ-13 (furo SP-06) e PZ-08, com Cotas Piezométricas semelhantes, 'pelo fato de que ambos estão submetidos à mesma carga hidráulica, posicionados num mesmo meio - poroso - embora com suas células instaladas em elevações diferentes - 976,90 e 969,60m.'. Não foram recebidos detalhes das instalações dos Piezômetros instalados em furos SP e assim, não foi possível uma avaliação detalhada. Entretanto, o simples fato de estarem em cotas diferentes, como a carga hidráulica é determinada pelo Nível Montante, a carga hidráulica não deve ser a mesma. Na página 9 está citado que o solo é de 'textura silto-argilosa com mais de 66% das partículas possuindo diâmetros menores que 2 micra - com características de alta plasticidade (MH)'. Isso indicaria a facilidade com que ocorre o carreamento de material colorido, tipo Fração Coloidal de Argila – FCA.

6.1.17. _____, "Aproveitamento do Paranoá / Avaliação das Condições de Segurança das Estruturas Civas/ Capítulo II – Serviços de Recuperação Propostos e Especificações Técnicas Executivas", Contrato Nº 0071/2001-CEB, DOMUS, Belo Horizonte, MG, 24MAIO02;

Foi disponibilizada cópia impressa. Indicados os serviços de recuperação necessários.

OBS de *RJC Engenharia*:

Na pág. 6 item 2.2.2.2. Condições Gerais, está recomendado o uso de chapa de aço comum para construção das chapas do Medidor de Vazão tipo Vertedouro Triangular. No entanto, como esse material sofre corrosão, poderia ser adotado Alumínio, pois o Aço Inox é muito mais caro. A tabela da pág. 8, item 2.2.2.3.3. Drenos Subsuperficiais, apresenta a granulometria do material para a drenagem (Areia e Brita). Deveria ser confirmado se esse material foi comparado ao material existente na Barragem e solo, onde deveriam ser executadas as drenagens. A necessidade de comparação destaca do fato de que o material deve atender aos requisitos do Critério de Filtro e de Transição, para evitar carreamento de material e não causar aumento de pressão, com redução de vazão, etc. Para o item 3.2.4. Vertedouro, pág. 37 está recomendado o uso de SikaTop 122 para preenchimento das pequenas cavidades na Calha. No entanto, considera-se que, devido o risco de estar ocorrendo desgaste físico-químico, com contribuição da reação entre a água e a Pirita possivelmente existente no Agregado Graúdo, é importante a retirada de amostra e realização de ensaios, para se definir as causas reais da degradação e as possíveis alternativas de proteção e recuperação. Caso se confirme reação entre a água e o Agregado (com Pirita) deverá ser buscada solução que evite o contato entre ambos. No item 4.4. Calha do Vertedouro está recomendada a instalação de escada de acesso. No entanto, deve ser verificada a possibilidade disso, pois pode ocorrer seu arrancamento, se estiver em local afetado pelo fluxo das águas descarregadas, quando da abertura das comportas. No desenho UPA-D-21 em anexo, foi recomendada a execução de valeta com tubo de condução das águas, para secar o piso da Galeria de Desvio. Entretanto, parece que a inclinação do tubulão de saída (não marcada no desenho) não é tão acentuada como desenhado e assim, sua execução seria dificultada. Talvez seja mais fácil verificar uma solução com alteração de escoamento, na parte externa e extremidade jusante.

6.1.18. _____, "Aproveitamento do Paranoá / Avaliação das Condições de Segurança das Estruturas Civas/ Capítulo IV – Documentação Complementar e Encerramento", Contrato Nº 0071/2001-CEB, DOMUS, B. H., MG, 24MAIO02;

Foi disponibilizada cópia impressa. Apresentados os comentários de encerramento do Relatório Final de Avaliação da Segurança (então) Atual. Foram incluídos os textos de relatórios de Terceiros: Sondagens (ProspecSolos); Ensaios Especiais de Laboratório (Furnas); Inspeção Visual nas Estruturas de Concreto (Fundação Cristiano Ottoni).

OBS de *RJC Engenharia*:

No item 3. Documentação Analisada, existe aparente repetição de alguns documentos (Doc. Promon BL01-MS8-401 e sem Nº da Progea). Nos perfis apresentados no Relatório da ProspecSolos, não constam: Locação dos furos; Cota; Afastamento; Coordenadas; Estaca; A cota existente no cabeçalho deve ser do fundo do Piezômetro, mas não ficou confirmada. No Croqui Construtivo faltam detalhes importantes, inclusive delimitação e tipos dos materiais encontrados e dos colocados. A conformação do Bulbo do Piezômetro é considerada muito longa (3,00 m) pois, para tomada de pressão e reduzir o tempo de reação, deve-se ter (de preferência) 0,30 m de Bulbo. Eventualmente se usa 1,00 m. Dessa forma (longa) corre-se o risco de ter operação do Instrumento, como sendo Medidor de Nível d'Água e não como Piezômetro. Ainda mais que está indicada vedação com Selo de Argila Compactada. Não foi usado solo-cimento, bentonita, etc, para aumentar impermeabilização. E a parte externa do terminal (acima do solo) é muito baixa (0,30 m) e fora dos padrões de ergonomia (normalmente de 0,80 m a 1,00 m).

Na página 4 do relatório de Inspeção Visual das estruturas de concreto, está considerada a superfície rugosa e repleta de pequenas cavidades na Calha, como sendo resultado do 'efeito abrasivo da água e de materiais em suspensão ou carregados'. Não foi considerada a possibilidade de Reação entre a água e a Pirita (possivelmente) contida no Agregado.

Na página 5 do relatório, está citado que a formação de poça de água na concha da Calha (ou registrado como Drenos da Bacia dos Dissipadores) seria a obstrução dos ralos (drenos). Deve ser confirmado se eles realmente existem e tentar efetuar a limpeza (equipamento tipo rotorooter ou água pressurizada) e desobstrução. Isso para melhorar o funcionamento e também evitar risco de criação de vetores de doenças. Como parece não existir informação sobre a carga de projeto para as vigas da Ponte, poderia ser feita prova de carga, para se avaliar sua condição de segurança, tendo em vista o tráfego acentuado sobre a Barragem (eventualmente, com caminhões carregados, com carga pesada). A informação de queda de água por ocasião de chuvas (final da pág. 6 e início da pág. 7) deve ser verificada pela abertura de emendas e juntas na calçada externa (montante), que devem necessitar de vedação (nos locais abertos por recalques).

Na pág. 8 está citado o desconhecimento da finalidade das ranhuras existentes na Galeria de Desvio, com pranchas de madeira. Sua colocação serviria para garantir a regularização superficial, para evitar problemas ao fluxo do desvio. E o material fino avermelhado existente no piso da Galeria deve ser Fração Coloidal de Argila – FCA e/ou Óxido de Ferro. O problema seria sua origem, se do Reservatório, do aterro, da rocha de fundação, dos solos das Ombreiras, etc. Na cópia disponibilizada, não constam as fotos (1 a 56) que deveriam estar no Anexo 1. Foi anexado o texto da Especificação Técnica para recuperação das estruturas de Concreto, a qual já havia sido apresentada no caderno do Capítulo II. Quanto à recomendação para remoção de eflorescências (ou Carbonatações) para fins estéticos não é adequada, pois pode forçar o aumento de vazão.

6.1.19. VALERIO A. & GUIMARÃES, N. S., "Condições Geotécnicas da Barragem do Paranoá", Relatório Diagnóstico Preliminar, PROGEA Engenharia, e Estudos Ambientais, Brasília, DF, JUN91;

Apresentados os resultados das inspeções efetuadas em 05 e 07 JUN91.

6.1.19.1. Infiltrações na OD = OD e talude jusante com surgências e saturação em trecho localizado. Repetição da Ocorrência de 1979. Em 1980 foi feita drenagem complementar, pois o sistema original sem tapete foi insuficiente. Foram feitos: Trincheira na OD; 10 Drenos Verticais Profundos - DVP; 11 Drenos Horizontais Profundos- DHP). Relatório de Estagiário (UnB) em 1987 indicou comportamento indesejável (aumento de pressões e redução nas vazões). Observado comportamento sazonal, indicando influência do freático na OD

OBS de RJC Engenharia:

E talvez tenha havido contribuição de chuva saturando o terreno.

6.1.19.2. Infiltração na Antiga Galeria de Desvio = Considerada séria a deposição de material argiloso carregado. Em 1980 foram executadas: Injeções a montante, onde foram instalados Piezômetros – PZ; Drenos a jusante. Não existem detalhes 'Como Construído ou As Built'. Mas os furos (na parede) para Piezômetros não deveriam ficar abertos. Considerada existência de cavidades na região externa à volta dos furos, devido falta de filtro. Considerados Gradientes elevados pela introdução de gravidade no interior, pelos furos. Recomendada injeção de preenchimento e investigação local e quantificação do material necessário. Apresentada Proposta de serviços (projeto, especificação, etc). Há documentação fotográfica. Na Foto 7 há local com saída de material colorido (aparentemente de FCA) e pode ser furo para Piezômetro horizontal ou Dreno.

OBS de *RJC Engenharia*:

Galeria tem 3 m de largura e 120 m de extensão. Considerando-se espessura de 0,10 m o volume seria de 36 m³. Mas, foram citados apenas 15 m³. Registrado o resultado da licitação para injeção, vencida pela ESTE. Em Memo de 26SET91 há referência à origem do volume (15 m³) de material argiloso, carreado, de preenchimento de fraturas na rocha e não do aterro. Prof. Victor de Mello recomendou cortina impermeabilizante para estanqueidade da junta concreto x rocha.

6.1.20. DESENHOS diversos;

- 6.1.20.1. Dês. N. UPA-D-21 (Anexo 2.21), "Barragem Paranoá – Galeria de Desvio do Rio, Esgotamento das Águas das Canaletas, Planta, Seção e Detalhe", Domus, BH, ABR02.**

Recomenda instalar tubo PVC Ø 51 mm (2") para permitir o esgotamento na Galeria de desvio, lançando mais a jusante, no interior do tubulão de saída, parcialmente obstruído.

OBS de *RJC Engenharia*:

Não está marcada qual a inclinação do Tubulão. Se for muito plano ajuda a assorear e obstruir. A boca de saída mais a jusante está com acúmulo de solo e deve ser feita limpeza a partir dali, com melhoria do escoamento no terreno a jusante (brejo).

- 6.1.20.2. Dês n. PAR-012, "Barragem do Paranoá – Locação dos Medidores de Vazão – Planta", Engevix S A, Brasília, DF, 05MAR79;**

Indica áreas saturadas na BRT e na OD por infiltração vinda da Ombreira Direita. Há indicação da Cabine de Leitura.

- 6.1.20.3. Dês Preliminar [s/n], "Rebatimento da Galeria", PROGEA, [s/d];**

Registra o mapeamento das ocorrências nas 4 faces internas da Galeria de Desvio (Surgências; Furos; PZs; Dreno meiacana; Caixa de Luz; Prancha de madeira; Junta de Construção; etc). Para as juntas de dilatação foram indicadas as ocorrências de: Preenchimento com Carbonatação; Escorrimento de material escuro; preenchimento com material misto — escuro e colorido tipo FCA; etc. Estão indicados 3 PZs (2 nas paredes e 1 no piso) na Seção E55 (a 55 m a jusante da face jusante do Tampão). O comprimento do trecho livre da Galeria é de $l = 131,05$ m, até a parede jusante do poço de acesso.

- 6.1.20.4. Dês. N. SPA-A1-9036a, "Usina Paranoá – Casa de Força – Cortes e Fachadas" Servix Engenharia S A, CEMIG para NOVACAP, SP, 26JUL60;**

Apresenta Cortes e Fachada da estrutura da Casa de Força.

- 6.1.20.5. Dês. N. BH-A1-15512/SPA-A1-6021, "Usina Paranoá – Tubulação Adutora – Folha 7" Servix Engenharia S A, CEMIG para NOVACAP, SP, 06FEV61;**

Indica o primeiro e maior vão da Tubulação Adutora, com 36,890 m de extensão, até o apoio 2A.

- 6.1.20.6. Dês. N. 163.132, "Planta de Locação dos Poços de Sondagem", Tecnosolo Engenharia e Tecnologia de Materiais S A, RJ, 25ABR80;**

Tabela com locação e planta com delimitação da área dos furos de sondagem, aterro e Ombreira Direita – OD. Sondagens Mistas SM-01 a SM-10, Marco Topográfico M-01 =

8.250.969,04 N; 201.487,19 E; 1.013,447 manm (IBGE) ou 1.013,532 manm (RNA), a 22,52 m jusante do eixo da Barragem.

6.1.20.7. Dês. N. 002, "Barragem Paranoá - Levantamento Planoaltimétrico e Cadastral. Anexo 2", Tecnosolo Engenharia e Tecnologia de Materiais S A, RJ, 29ABR80;

Tabela de locação dos Poços de Sondagem, dos Marcos de Referência e dos Drenos. Planta com curvas e locação. O eixo da Barragem se situa a $22^{\circ} 23' 27''$, acima do NV. Na cópia havia anotação manuscrita a lista dos Piezômetros a serem instalados nos furos de sondagem: Seção A= SM-01 PZ-01 e SM-02 PZ-02; Seção B= SM-03 PZ-03I – PZ-03S e SM-04 PZ-04I – PZ-04S e SM-05 PZ-05I – PZ-05S; Seção C= SM-06 PZ-06I – PZ-06S e SM-07 PZ-07I – PZ-07S e SM-08 PZ-08 e SM-09 PZ-09I – PZ-09S; Seção D= SM-10 PZ-10I – PZ-10S. OBS: Seção Extra para análise, com PZ-02; PZ-10; PZ-05; PZ-09; PZ-04 e PZ-08. Locada a Trincheira Drenante à direita da canaleta da elevação 992,50 manm até 979 manm. Dreno 1.0 junto à canaleta do encontro ('Groin'), abaixo do ponto de confluência com a canaleta da berma inferior. O Dreno 2.0 sai da Caixa com tampa de concreto, situada para a direita, em meio ao mato na elevação 981,00 manm.

6.1.20.8. Dês. N. DHE-009, "Barragem do Paranoá – Esquema dos Selos de Borracha e dos Furos para Injeção de Cimento", (?), [s/d];

Mostra a disposição dos furos de injeção previstos, para quando o concreto da soleira do Vertedouro chegasse à elevação 989,90 manm. Há planta da TA/VS e corte da TA. Há ainda, detalhe do Veda-junta de borracha ($\ell = 228,6$ mm ou 9"; espessura $e = 9,5$ mm; diâmetro da esfera lateral $d = 19$ mm). As Estacas são contadas a cada 100 m (e não no Padrão de 20 m).

OBS de RJC Engenharia:

Notou-se que o Muro Direito do Rápido (na continuação do Pilar P1 do Vertedouro) tem inclinação descendente, para apoio no encontro com o talude jusante da Barragem de Terra e Enrocamento. Há ponta de muro saliente, para forçar o aumento do caminho de percolação.

Setor Protocolo Legislativo
RQ Nº 1412, 16
Folha Nº 64 Beta

6.2. GERAIS E RESERVATÓRIO MONTANTE

6.2.1. No Reservatório, a montante, não existia mais a linha de Bóias de Sinalização flutuante de sinalização da Área de Proibição de Acesso, para alertar e evitar o risco de aproximação de embarcações até o talude montante da Barragem de Terra e Enrocamento. Na margem direita mais a montante existe a estrutura de concreto que serviu para engate do cabo de aço, quando foi usada aquela linha de proteção. Na Margem Esquerda existe uma plataforma, com a estrutura complementar. Ali está engatada uma extremidade do cabo com trecho curto de retentor de detritos (*debris-boom ou log-boom*) e retentor de embarcações (*'boat barrier'*) a montante. A outra extremidade está afixada no muro guia montante (na extensão montante do Pilar P1) do Vertedouro de Superfície. Assim, serve de barreira frente às duas estruturas (VS e TA). No entanto, não há mais alerta e barreira para a chegada de embarcações na área da Barragem de Terra e Enrocamento. Aos fins de semana e feriados, férias, etc, com a grande movimentação de pessoas em lazer náutico, é comum (segundo informações verbais) observar o atracamento de embarcações e a descida de pessoas, sobre o talude montante da Barragem. Isso não é adequado para a CEG-G, uma vez que, em caso de acidentes, mesmo que haja placas indicativas de proibição, na região, a Empresa poderá ter de enfrentar problemas legais jurídicos. Há necessidade de se informar junto às áreas responsáveis, e verificar quais as medidas cabíveis e os tipos e quantidades e localizações, das sinalizações necessárias. Deve ser verificado se a estrutura existente segue as recomendações da Norma da Marinha Brasileira – Norman 17.

6.2.2. Para facilidade de localização dos pontos notáveis e eventuais problemas ao longo do eixo da estrutura, é recomendável instalar marcas para identificar as unidades de Estacas (de 20 m de extensão cada uma), ao longo da crista do barramento e nas bermas. A marcação tem como referência a posição da Estaca 0 normalmente situada em ponto da Margem ou Ombreira Direita.

6.2.3. O controle de DH - *Dados Hidrometeorológicos (Nível d'Água – Montante e Jusante; Precipitação, Temperatura Ambiente e Umidade Relativa do Ar, etc)* deve ser integrado ao monitoramento, adotando-se Planilha específica para a transcrição dos dados diários. A pessoa responsável pela leitura nos Instrumentos de Auscultação deve providenciar a cópia e registro periódico dos dados, a serem obtidos junto à Sala de Comando.

6.2.4. O comprimento do 'Fetch' é pequeno, e assim, não haveria formação de ondas de grande porte, o que não afetaria a situação do *Riprap* montante. Na ocasião, nas proximidades da *Barragem* a superfície d'água do *Reservatório* estava estável pela ausência de ventos, o que favoreceu a *Inspeção Visual*.

6.2.5. Deve-se tomar cuidado para prevenir o desenvolvimento de *Mexilhão Dourado*.

Setor Protocolo Legislativo
RQ nº 1412, 16
Folha nº 65 Bete

6.3. OMBREIRA (OD) E MARGEM DIREITA

6.3.1. Acesso

Inicialmente (27SET11) foram feitas as primeiras observações a partir das Ombreiras, sendo que foram observadas antigas placas de orientação e alerta: "ÁREA DE RISCO para Hantavirose. Interditado Temporariamente. Cuidado RA VII".

O corte em rocha na Ombreira Direita montante (curva da rodovia) expôs as camadas geológicas dobradas e onde há leve sinal de desgaste pela exposição ao tempo. Há cerca de 10m de portão para acesso ao terreno jusante. A partir do portão na cerca, segue um caminho em solo, descendo pelo talude natural, em direção ao patamar ao pé da Barragem. O acesso desce pela Ombreira Direita Jusante, onde se notam surgências junto à valeta lateral direita.

6.3.2. Ombreira e Margem Direita

Como segurança, no recapeamento foi colocada elevação (obstáculo ou calombo) no encontro da Ombreira com a crista da Barragem, para redução de velocidade dos veículos, por ser local de entrada na crista e existência de acesso à ciclovia. Existem duas faixas, uma na borda montante e outra na borda jusante.

Havia capim seco depositado no talude, resultante de poda anterior, até faixa onde se situa o portão na cerca, na direção da primeira berma superior. Ali, existem árvores (a serem removidas) e na ocasião, havia oferendas religiosas depositadas. No local, o terminal de Piezômetro estava sem identificação externa. E a canaleta descendo o encontro estava com dois locais quebrados, perto da curva para a primeira berma superior.

A Ombreira Direita à direita da canaleta do encontro (Groin) está com vegetação muito alta, impedindo o acesso ao terreno, onde existe sistema de valetas de drenagem. No talude, descendo pela Ombreira Direita - OD foi observada saída de forte vazão tubulada saindo da caixa do sistema de drenagem, a qual estava escondida em meio ao mato muito alto, mas com lama depositada à volta e loca sob sua borda, na parede direita da canaleta do Encontro Direito. Há encontro com pequena canaleta descendo o talude vindo da segunda berma. Possivelmente essa vazão seria monitorada em período anterior, como Poço 1. À direita do encontro da segunda berma há tubo metálico muito elevado em relação ao terreno, e que é terminal de Piezômetro, em condições inadequadas para leitura e sem identificação aparente. Deve ser reduzida sua altura, para ergonomia adequada, até uma altura de 0,80 m a 1,00 m acima do terreno. Nota-se marca de erosão sob a mureta esquerda da canaleta do encontro (Groin) no encontro com a canaleta da segunda berma. À direita da extremidade da segunda berma começa a o trecho onde mina água na parede direita da canaleta do encontro, sendo que em alguns pontos, há carreamento de material colorido (barro). Essa situação deve ser mantida em observação, mas provavelmente é causada pela colmatação do sistema de drenagem, por raízes da vegetação alta crescida, forçando a fuga das águas, dessa região saturada da Margem e Ombreira Direita.

O fundo da canaleta do encontro lateral, até chegar à terceira berma apresenta erosões entre as pedras de revestimento. O terreno da OD está saturado e com gotejamento na borda da canaleta. As águas devem vir do lençol freático da Ombreira, com contribuição do Reservatório. Imagina-se que a penetração das raízes da vegetação possam ter causado colmatação na areia das valetas do sistema de drenagem, forçando o escoamento externo e o carreamento de material colorido. Frente à extremidade direita da terceira berma há uma caixa do sistema de drenagem (Poço 2), a qual deve ser a alimentadora da forte vazão de tubulação descarregando na canaleta. Na borda da berma há contenção na canaleta, mas uma cavidade permite a fuga de água, passando por baixo da mesma.

Ao meio do quarto lance há cano com gotejamento de material colorido (FCA) e forma poça, onde mina água escorrendo para fora, em meio à vegetação. Poderia ser o terminal de esgotamento e medição de outro Poço de Drenagem (Poço 3), o qual pode estar avariado ou sua valeta drenante também ficou colmatada.

O mato alto esconde o encontro para jusante e para a esquerda da canaleta que desce na região do terceiro poste do sistema de iluminação da crista (P3). Na Ombreira Direita são notadas poças de água em meio ao mato alto, provavelmente de surgências do lençol freático e de falhas no sistema de drenagem, por ação indevida das raízes da vegetação alta. E há erosão hídrica ao pé da canaleta de encontro, onde há crescimento de arbusto, a ser removido. Devem ser feitos reparos na canaleta.

Minuta de Trabalho

Setor Protocolo Legislativo

RQ nº 1412 / 16

Folha nº 67 Beta

6.4. BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO (BTE)

6.4.1. Talude Montante e Crista (1.003,80 manm)

A aparência geral das águas na superfície era a de águas límpidas. Porém, as pedras (*Riprap*) submersas estavam recobertas por material colorido, aparentando ser lama carregada pelas águas (*Fração Coloidal de Argila – FCA*). Foi coletada amostra de resíduo colorido e após deixar secar ao sol, se constatou que não é atraído por imã, o que indica não haver *Oxido de Ferro* em quantidade considerável e portanto, o material deve ser em sua maioria, composto de *Fração Coloidal de Argila - FCA*. Em viagem aérea, identificou-se possível fonte de material carregado, em aparente local com erosão na margem exposta, de um dos ramos do perímetro do Reservatório. E também poderia haver contribuição do vento.

Vegetação ramada subia crescendo pelo *Riprap* e existiam detritos espalhados, trazidos pelas águas. Como o *Fetch* é pequeno, não existem condições naturais para formação de ondas de grande porte e conseqüentemente, a granulometria do *Riprap* acabou sendo pequena. A própria existência da vegetação ramada é um fator a mais para a segurança do enrocamento, pois acaba servindo de amarração das pedras.

Na parte superior do talude montante há camada de solo onde crescia vegetação, sendo que a parte seca era resíduo de poda da vegetação. As pedras apresentavam coloração avermelhada (assim como a calçada na crista) devido carregamento de solo (poeira) pelo vento. A pintura do alambrado está esmaecida e o cadeado no portão de acesso à região montante estava danificado.

Foi observada vegetação arbustiva crescendo e brotando no *Riprap* acima da linha d'água, na direção do segundo poste de luz a contar à direita do Vertedouro. Havia muda de vegetação (arbórea) perto da linha d'água logo à esquerda do alinhamento da Placa Rodoviária existente no quarto poste a contar do VS. Também existia vegetação ramada se espalhando. Há uma placa orientativa alertando: "CUIDADO – Trecho Compartilhado com Ciclistas". Algumas das pedras do *Riprap* apresentam manchas escurecidas, que aparentam ser de *Líquens*. Frente ao quinto poste de luz a contar do VS, há trecho no talude montante, onde foi espalhada camada de pedra de diâmetro diferenciado (aparentemente Brita #4), enquanto que para a direita, a granulometria é menor (aparentemente Brita #3).

À esquerda do alinhamento pelo poste P6 (a partir da TA) foram encontradas várias conchas depositadas, mas não eram de *Mexilhão Dourado*. Há muda de vegetação arbustiva crescendo entre as pedras, junto à linha d'água frente ao poste P4 a partir da Ombreira Direita. À direita se nota ponta de ferro subvertical, saliente na água. À esquerda do poste P3 há o terminal de *Piezômetro*, aparentemente PZ-03. O tubo de proteção é de ferro (Tupy) com luva. A tampa estava agarrada, com dificuldade de abertura. Para sua movimentação Havia as marcações em baixo relevo '3' e '9', mas na lateral estava pintado 'PZ-1'. Deve ser confirmada a identificação correta.

Crescia capim na camada de solo existente entre as pedras do enrocamento. Na borda superior do talude junto à crista, havia capim seco podado ajuntado em vários montes, os quais, na ocasião estavam sendo queimados. No entanto, o mais importante que era o crescimento de arbusto, rebrotando em talo antigo, não havia sido retirado. Foi feito comentário orientativo à pessoa no local, para providenciar o arrancamento da muda. Isso já foi feito no dia seguinte.

Logo à esquerda do poste P2 (vindo da Ombreira Direita) foram encontrados os terminais de dois *Piezômetros*, sem luvas. Como o tubo de PVC estava mais alto que o metal, a cobertura havia sido feita com a parte inferior de garrafa PET cortada. Há plaqueta de alumínio com a inscrição 'PZ-3 S' atada ao tubo de PVC. A outra estava enferrujada, não permitindo a identificação, mas provavelmente seria o 'PZ-3 I'.

Em meio às pedras existem detritos e três tipos de vegetação ramada (a qual parece não ser problemática para a segurança, desde que não forme raízes profundas). À direita do P2 (vindo da OD) havia outra muda de arbusto junto à linha d'água, a ser arrancado. E à esquerda do terminal do primeiro *Piezômetro* se notava acúmulo de solo colado em meio às pedras, aparentemente depositado por enxurradas, mas pode ter descido pelo talude, por sob as pedras da parte mais elevada. Havia bastante solo entre as pedras na região do primeiro *Piezômetro* (da OD). No terminal se notou que a tampa estava enroscada e não havia identificação na parte externa. Para abertura da tampa haveria necessidade de chave de grande porte. Na região da curva para a Ombreira e margem montante direita não havia mais alambrado. O talude na região montante estava com vegetação arbórea em meio às pedras de proteção. Mais para montante nessa margem, junto à linha d'água, se nota a estrutura de concreto onde anteriormente era amarrado o Retentor de Detritos.

Ao longo da crista, há um alambrado, com a pintura envelhecida e em alguns locais, os painéis estão deformados. Há ciclovias demarcadas na borda da pista rodoviária e na linha de encontro com a faixa montante da OD foi formado obstáculo tipo calombo.

Foi observada a existência de ondulações no greide da pista rodoviária pela crista da Barragem de Terra, provavelmente devido aos recalques ocorridos.

Na borda jusante da crista, a calçada está protegida por Defesa Metálica (*Guard-rail*) que segue por um trecho para a esquerda. O alambrado e a canaleta de águas pluviais na borda superior do talude jusante se iniciam junto ao poste P1. Há meiacana formando canaleta de águas pluviais, descendo o talude no encontro com a Ombreira Direita (*Groin*).

6.4.2. Talude Jusante

6.4.2.1. Talude Jusante / Primeiro Lance Superior

Seguindo pela borda jusante da crista foram encontrados monturos de cupins, que haviam sido quebrados no combate e tentativa de seu extermínio, em local perto do terminal de PZ, na borda e no pano de talude. Existe buraco coberto por capim seco (que deve ser reaterrado, pois em seu interior pode se acumular a água de chuva), bem ao lado do terminal do PZ (sem identificação externa). E há outro desses, cerca de 13 m para a esquerda.

Logo à esquerda do poste P3 desce a canaleta de águas pluviais, havendo travessia de tubo (antigo sistema adutor) e logo à esquerda foi notada outra depressão. No rodapé montante da canaleta junto à crista há saída de tubo, o qual parece ser de ralo de águas pluviais da sarjeta ou da calçada jusante, escondido por capim seco.

Frente ao poste P4 há formação de calombo e solo aparente por falha do cobrimento vegetal, no lance superior do talude jusante. O trecho está íngreme e com palha seca, o que torna a superfície escorregadia, dificultando o deslocamento no talude. Há ação de formigas tipo '*Saúva*' na canaleta (que devem ser combatidas). E o cupim situado à direita do poste P5 está ativo. Se havia recebido a tentativa de extermínio, havia se tornado revivido. Eventualmente, as larvas não haviam sido atingidas. Como opção, além da aplicação de defensivos, pode ser feita a quebra do monturo, deixando-o aberto, para a ação de formigas e/ou aves, no combate aos cupins. Além disso, o talude dotado de sistema de irrigação, dificilmente mantém o cupim, pois a região úmida não lhe é favorável, na busca da celulose. Para a região à esquerda há outra depressão com solo e sobras de pedrisco lançados, provavelmente da limpeza da canaleta, do material ali depositado pelas enxurradas. Há a descida de outra canaleta pelo talude, onde se notam descolamentos em algumas emendas de segmentos.

Ao meio do trecho entre postes P6 e P7 há ação de cupim em cavidade com cobertura de capim seco, e onde também aparece a travessia da tubulação vista anteriormente. Frente ao terminal de *Piezômetro*, junto ao poste com a placa de sinalização rodoviária ('60 km/h') há caixa com dois registros do sistema de tubulação já visto, e encoberta com capim seco.

À direita do poste P8 desce outra canaleta e na sua lateral direita passa aparente, o cano do sistema de bombeamento, vindo de montante e desce seguindo até um cercado a jusante.

Entre postes P8 e P9 há um tubo saindo no talude, com identificação feita com aplicação de solda: 'PS1' (da direita) e 'SPR1' (da esquerda) e dois tubos em PVC, abaixo, dentro da boca. Não foi vista a identificação atual desses *Piezômetros*. Que eventualmente poderiam ser *Medidores de Nível d'Água*. Deve ser confirmada sua Identificação real. Para a direita, há nova depressão na borda da crista e ocorrência de formigas 'Saúvas' na canaleta (a serem combatidas). À esquerda há cano cravado no talude, aparentemente para segurança do pessoal envolvido com a roçada da vegetação (e/ou para apoio e sustentação, por ocasião da execução de sondagens ou outros serviços). E no meio do lance de talude para a esquerda, há terminal metálico de outro *Piezômetro*, sem tampa, sem escada, sem patamar, sem guardacorpo e sem identificação.

No poste P9 foi colocada placa de sinalização rodoviária 'CUIDADO', o que ajuda a obter orientação e localização de eventos na berma ou lance inferior do talude jusante, visto que naquelas regiões, não existem referências. À esquerda do P10 desce outra canaleta e os dois lados na borda superior onde passa a tubulação da crista, estão quebrados. Outra depressão na borda dá a entender que tenha sido resultante da quebra de monturo de cupim. No P11 foi colocada a placa 'Fiscalização Eletrônica' o que serve também de referência para localização a jusante. Foram observados três tubos com painéis danificados por abalroamento de veículo. Foi notada ocorrência de terra avermelhada, aparentemente trazida por formigas, em sua escavação de formigueiro. Após o P12 desce nova canaleta. Há vegetação aparentando ser feijão soja, crescida no ralo da borda jusante da pista na crista. Há capim na borda da guia da calçada. No P13 foi colocada placa '60 km/h Fiscalização Eletrônica'. A seguir se chega ao encontro com a estrutura do *Vertedouro de Superfície*, notando-se muita palha seca na última calha.

Junto ao encontro há portão fechado por cadeado e há a descida de escada em concreto, em direção à berma e jusante. Formigueiros e/ou enxurradas estão provocando escavação nas quinas, deixando vazios ('locas') sob a rampa e deposição de areia nos degraus.

6.4.2.2. Talude Jusante / Primeira Berma Superior

Seguindo-se pela primeira berma superior (a contar da crista), foi possível observar a situação (acima) no primeiro lance de talude e (abaixo) no segundo lance de talude, além da própria berma.

Há arbusto crescendo na base do primeiro lance superior de talude. Foi encontrada outra cava com tubo de PVC (drenagem) que atravessa, quebrado a canaleta da berma. Nela existem trilhas de cupins. À direita do P4 há outro terminal de *Piezômetro* sem identificação externa, na berma, mas com cupim ao lado. À direita do P3 existem outros dois tubos (possivelmente *Piezômetros*) sem identificação externa e outro à esquerda do P2. À direita do P2 há cava horizontal no primeiro lance de talude, aparentemente onde foi passada tubulação de irrigação. A canaleta sobe para a Ombreira Direita e se junta ao encontro (*Groin*), havendo crescimento de arbustos na borda.

Existem deficiência e cavidade sob a borda esquerda no cruzamento das canaletas, entre P5 e P6. Entre P4 e P5, para a direita, começam os terminais de (4) *Piezômetros*, sem identificação externa. À direita do P7 (com a placa '60') há portão de acesso no alambrado e

desce outra canaleta, só da primeira berma para baixo, feita em meiacana. Outro recorte no pé do pano de talude, com PVC queimado, aparentando ter sido instalado para drenagem. Foi observada cavidade aparentemente produzida por animal ou ave perto do terminal de tubo não identificado, em PVC (queimado), em recorte do rodapé no primeiro lance de talude, chegando à canaleta da berma, logo à direita da linha pelo P8.

No segundo lance de talude à direita da canaleta há outra muda de vegetação (arbusto) a ser removida e exterminada. Há cavidade e calombo ao meio do primeiro lance a jusante do P9. Notam-se monturos de cupim na primeira berma e também no segundo lance. Outro à direita, quase na linha do *Piezômetro*. E outro formigueiro se situa à direita, na berma. À direita na canaleta da berma passa cruzando o cano que estava enterrado. Notam-se sinais de ter ocorrido deslocamento em algumas emendas no trecho de cruzamento das valetas.

A extremidade esquerda da primeira berma superior se situa ao meio do trecho entre P12 e P13, onde desce canaleta em cantaria, cruzando com a berma e curva, descendo no encontro, para jusante e para baixo. No terreno foi roçada faixa de 6 m de largura. A berma não é plana e o lance superior de talude à direita da canaleta apresenta região com terra exposta, na parte inferior. Existem restos de monturo (de cupim quebrado). Há grande formigueiro à direita do corte para terminal de irrigação logo à direita do P12 no primeiro lance de talude. Parece que o alinhamento defeituoso apresenta algumas irregularidades (sem estarem identificadas as causas, que poderiam ser de Movimentação e/ou falhas de construção e acabamento). Há *loca* à esquerda do P11 em outra valeta descendo onde passa também uma tubulação. No rodapé do primeiro lance brota muda de vegetação arbustiva ou arbórea, a ser exterminada. O talude jusante está ressecado e com falhas no cobrimento vegetal. Há cavidade à esquerda da canaleta que desce, entre o P10 e o P11, aparentando ser resultado da remoção de monturo de cupim. E mais abaixo e à direita há outro formigueiro a ser combatido.

6.4.2.3. Talude Jusante / Segunda Berma Superior

Seguindo-se pela segunda berma superior, foi possível observar a situação (acima) no segundo lance de talude e (abaixo) no terceiro lance de talude, além da própria berma.

À direita do poste P3 há terminais de *Piezômetros*, sendo um antigo em ferro e outro novo em PVC Ø13 mm, aparentemente sendo identificado como PZ-13. Existem cupins e buracos ao lado, havendo o receio de que isso possa permitir a penetração de águas de chuva no *Medidor*, e deve ser feito o tamponamento. Eventualmente foram resultados do apoio da fixação de tablado e da sonda para perfuração e instalação de *Piezômetro*.

À direita do P5 existem dois arbustos e calombo no terceiro pano de talude. No alinhamento do P6 há buraco de animal ou de ave no rodapé do segundo lance, chegando à segunda berma. À esquerda há outra cava e quebra na canaleta, aparentemente de escavação para drenagem antiga. À esquerda da descida de canaleta meiacana (P7) crescem dois espinheiros na berma e logo depois, existem dois monturos de cupim ativos. Entre P8 e P9 no rodapé da berma para a canaleta saem dois canos sem tampa, sendo que o da direita está torto e ambos não foram identificados. Há ferro na canaleta em local à direita do P9. Outro cano desponta em meio ao mato na Ombreira Esquerda à esquerda do encontro na segunda berma, mas não há certeza se teria sido *Piezômetro* abandonado.

6.4.2.4. Talude Jusante / Terceira Berma

Seguindo-se pela terceira berma (a contar da crista), foi possível observar a situação (acima) no terceiro lance de talude e (abaixo) no quarto lance de talude, além da berma.

Setor Protocolo Legislativo

RQ Nº 1412, 16

Folha Nº 71 B46

Há região de capim mais vivo e mais verde no terceiro lance de talude jusante e na própria berma, devido à saturação do solo. Mina água na base da parede montante (em cantaria) na extremidade direita da valeta da berma. Na berma existe monturo pequeno de cupim. Na canaleta escorre água descendo até à região de encontro com a primeira canaleta. Existem deficiências nos rejuntos entre as pedras das paredes da valeta e naquelas existentes no fundo, há crescimento de vegetação.

Há monturo de cupim ativo na borda jusante da berma junto à primeira canaleta descendo. Nesta, nota-se erosão no início de descida do trecho inclinado e as águas desaparecem por infiltração. Crescem arbustos nas cavidades.

O quarto lance situado abaixo da terceira berma é formado por solo (aparente) só à direita da primeira canaleta, onde há deposição de capim seco (resultante da roçada feita). Para a esquerda o roçado só foi feito até à borda jusante da berma. O capim alto no quarto lance de talude esconde parcialmente o enrocamento.

No alinhamento do poste P4 da crista, há uma antiga cabine de terminais de *Instrumentos de Auscultação*, já abandonada. Aparentemente deveria ter abrigado os terminais de Piezômetros Elétricos. A estrutura da cabine está deteriorada e depredada por Terceiros. A laje frente à porta jusante está em balanço, com loca por baixo. No lance de talude logo abaixo, crescem mudas de vegetação arbórea, a serem removidas urgentemente.

Na borda jusante da berma, à esquerda do alinhamento do poste P5 cresce vegetação arbustiva a ser removida também. No quarto lance há crescimento de capim e mato, em meio às pedras do enrocamento (de pé), além de vários arbustos e árvores, que devem ser removidos. Foi observado formigueiro na quina direita jusante da canaleta que desce pelo talude. Ao pé do quarto lance há bosque de arbustos e árvores, que não deveriam existir ali. Na berma à esquerda da canaleta, há monturo de cupim ativo.

Na parte inferior do terceiro lance de talude jusante, entre P6 e P7 há cavidade provocada por animal ou ave, que deve ser tamponado. Deve ser dado o alerta ao pessoal da Conservação e Limpeza, para não deixar o monte de material (terra, pedrisco e/ou detritos) que forem retirados da canaleta, amontoados na borda da mesma, Isso porque as águas de chuva irão carrear o material de volta para a canaleta.

Na linha do P7 há crescimento de muitos arbustos e árvore em meio às pedras do enrocamento do dreno de pé (quarto lance), o que não é aceitável, pois pode provocar obstruções no mesmo, afetando sua capacidade de drenagem. Na parte alta do terceiro lance cresce muda de vegetação arbórea (*Leucena* ou *Sibipiruna*) que já deveriam ter sido exterminadas, pois não é seguro seu crescimento, no corpo do aterro. Há muito mato, arbustos e árvores crescendo em local à direita da canaleta, que desce na região do P8. Na canaleta da berma há travessia do cano que desce pelo talude, vindo do sistema de captação e bombeamento, instalado a montante.

Para a esquerda o talude se reduz em altura, com a elevação na topografia do terreno natural. O solo esconde os blocos de rocha e nesse trecho, foi feita a roçada. Foi observado monturo de cupim ativo na berma junto à borda jusante da canaleta. Existem buracos de *Coruja Buraqueira* na parte baixa do terceiro lance do talude jusante, acima da terceira berma, onde desce um trecho curto de canaleta (entre P8 e P9).

6.4.2.5. Talude Jusante / Quarta Berma

Seguindo-se pela quarta berma (a contar da crista), foi possível observar a situação (acima) no quarto lance de talude e (abaixo) no patamar jusante ao pé, além da própria berma.

Cresce outra muda de vegetação na berma, no alinhamento do P4. No trecho entre alinhamentos de P3 e P4 há grande árvore e crescem arbustos no encontro e pé do talude. Todos devem ser exterminados. Há tubo solto à esquerda da via de passagem de água ao lado.

Na região a jusante (alinhamento do P4 a P5) há muito mato. Na passagem da via de acesso de veículos, ocorre passagem de água de surgência que desceu da Ombreira Direita e extravasou do brejo jusante, passando para uma tubulação e seguindo para jusante.

Foi encontrado outro terminal de *Piezômetro*, nas mesmas condições (de falta de manutenção e sem identificação). Existem fezes de capivara no solo, o que pode causar riscos de doenças (*Febre Maculosa*, que pode ser transmitida por *carrapato estrela*, contaminado). Há muda de vegetação arbustiva brotando e deve ser exterminada. Perto do final do trecho roçado existem outras mudas de vegetação arbustiva. O enrocamento do *Dreno de Pé* (ou *Rock-toe*) no lance inferior de talude se mostra irregular, mas sem indícios de problemas.

Visualmente parece existir depressão no enrocamento que forma o pé do quarto lance. Pode ter ocorrido afundamento, recalque ou desagregação de bloco de rocha. O mato alto esconde o enrocamento, dificultando a inspeção. Existem tocos secos podados, de árvores que cresceram no terreno para a direita. Para jusante, o mato e capim altos dificultam a passagem e a inspeção. Há laje recobrando a passagem de cano pela canaleta inferior e o muro montante da canaleta está quebrado e com crescimento de vegetação (*Samambaia*).

Há duto cheio de terra saindo na parede montante da canaleta inferior, à direita da canaleta que desce pelo talude na região do P8. Não há indicação se é um dreno ou simples condutor. Notam-se capim e solo úmido em deficiências de rejuntamentos no fundo da canaleta inferior.

Outro terminal de *Piezômetro* encontrado, não possui identificação externa e a tampa está 'colada' por provável oxidação na rosca, necessitando de manutenção. Eventualmente esses *Piezômetros* seriam da série de numeração alfabética (PZ-A a PZ-F), registrada no dês. DOMUS n. UPA-D-009. Deve ser confirmada a identificação e suas atuais condições. Não foi confirmado se sendo feitas leituras e, nesse caso, não foram indicadas quais as razões. Há necessidade de ser realizado *Ensaio de Recuperação* e avaliação das condições internas operacionais, para verificar possibilidade de retomadas das medições.

Na canaleta há cavidade com solo saturado, aparentemente de recentes chuvas. Há faixa de 3 m a jusante da canaleta do encontro, que recebeu roçada. Notam-se deficiências nos rejuntamentos à direita da canaleta que desce (P8), além do crescimento de mato ou capim, Há monturo de cupim ativo a ser combatido.

6.4.2.6. Patamar Jusante e Ombreira Esquerda

A região a jusante da curva de acesso seguindo para jusante segue se afastando da cerca de delimitação e há desvio de águas da margem direita para montante, onde ocorre o encontro com as águas vindas do encontro e Ombreira Direita. Em seguida elas seguem tubuladas para jusante, com o terreno escondido em meio ao mato alto. O tubo de saída da drenagem estava carreando material colorido, possivelmente *Fração Coloidal de Argila – FCA* e/ou *Óxido de Ferro*. Para jusante, seguiam duas tubulações. Naquela situada à esquerda jusante se notava muito barro acumulado, além de grande olho d'água, em virtude da obstrução ao fluxo normal. Na superfície da água parada existia a tradicional película de aspecto oleoso. Na saída do duto da montante direita as águas estavam mais paradas e com nata na cor marrom. Havia brejo na base do talude gramado, acima do muroguia esquerdo.

O terreno jusante só foi roçado em faixa de 3 m de extensão, a partir do pé do talude jusante, e apenas no trecho entre o acesso a *Piezômetros* da Ombreira Esquerda, até o local da canaleta. Para a direita, o mato alto esconde a região encoberta por água (brejo), acumulada das surgências vindas da Ombreira Direita, e com dificuldade de escoamento para jusante.

No talude natural à esquerda e a jusante do encontro esquerdo (*Groin*) só foi feita roçada em faixa de 3 m a jusante da canaleta. Há capim alto e seco e na região de início da segunda berma há terreno exposto por falha da vegetação, além do crescimento de mudas de árvores.

6.4.3. Galeria de Desvio

Foi visitado o Poço de Acesso à Galeria de Desvio (no patamar a jusante da *Barragem de Terra e Enrocamento*). O Poço de Acesso à Galeria de Desvio estava cercado por alambrado, sendo que a tela estava enferrujada e o portão quebrado. Crescia vegetação alta (goiabeiras e outras) à volta da estrutura. A grelha de proteção do Poço estava com ferrugem e havia sido cortada para permitir a descida de tambor para controle de vazão em *Drenos*. Um *Dreno* descia à quina direita montante ao alto do Poço. Na extremidade montante da Galeria, foi visto o Tampão Provisório, com bloco de travamento ao pé, o que o tornou 'Provisório'. Existiam diversos furos de injeção. Havia mancha de *Carbonatação* escorrida em tubo da esquerda e caía também de furo no teto. Na parede direita havia trecho de corte que havia sido injetado e possuía acúmulo de *Carbonatação*. Ainda na parede direita havia corte em reboco com crosta de *Carbonatação* úmida. Em local do teto, havia marca de *Carbonatação* seca em fissura em reparo feito anteriormente. Foram observadas manchas coloridas (de lama) em furo de injeção no teto. No rodapé esquerdo havia trecho de corte em reboco.

A linha de injeção identificada como 'S-II' estava com mancha escorrida de *Carbonatação* e corte de reboco na parede direita. Foi observada ponteira cravada, que deve ter emperrado durante perfuração e foi abandonada. O piso no trecho a seguir, para jusante, estava rebaixado, formando poça de água.

Em local onde provavelmente deveria ser instalado tampão ou outra estrutura controladora, existia nicho rebaixado à volta da estrutura, mas havia sido efetuada instalação de pranchas de madeira, para garantir o nivelamento da superfície, evitando interferência no fluxo durante o desvio. Após tanto tempo, as madeiras já apodreceram e várias pranchas estão para cair e outras estavam caídas ao chão, inclusive servindo de obstáculo à vazão das águas infiltradas, contribuindo para o empoçamento a montante. Deveriam ser removidas. Não foi confirmado se haveria junta de dilatação passando no trecho de nicho. Havia mancha de *Carbonatação* escorrida à direita. Para jusante havia desnivelamento e o piso estava mais alto, também contribuindo para o empoçamento.

Na primeira junta de dilatação a jusante do nicho havia *Carbonatação* seca na parte jusante e escorrida, molhada e manchada de preto na parte montante. Foi vista linha sub-vertical com crosta de *Carbonatação* molhada.

Na parte direita da segunda junta de dilatação havia mancha preta e na parte esquerda (na altura de 1,80 m) havia mancha de *Carbonatação* molhada e colorida.

A terceira junta de dilatação estava com marca de *Carbonatação* seca à volta toda e se notavam restos de injeção no piso. Seguiu-se trecho com água lodo e barro, com a marcação da linha 'S-VII-A'. Havia tubo no rodapé direito com escorrimento de material colorido (*Fração Coloidal de Argila - FCA?*). A junta de dilatação seguinte estava seca, mas com barro preto. A próxima junta de dilatação apresentava vazamento e carreamento de material colorido (*FCA?*) e preto à direita. Havia crosta de *Carbonatação* úmida e mancha

preta à esquerda. O piso seguindo-se para jusante deveria estar em nível mais alto, pois as águas fluíam pelas canaletas laterais e a superfície estava seca.

Outra junta de dilatação possuía crosta de *Carbonatação* seca e manchada de preto, mas com material colorido (FCA?) na parte direita do rodapé. Foram observados dorsos aparentes de ferrugem (sub-horizontal) nas duas paredes. Outra junta de dilatação com crosta de *Carbonatação* manchada de preto e úmida na parte esquerda. Na canaleta havia muita deposição de material colorido e preto. O material colorido, avermelhado, provavelmente se trata de *Fração Coloidal de Argila – FCA*. Mas o material escuro pode ser de *Óxido de Manganês*, e/ou com restos de matéria orgânica e/ou com *Biotita* (caso haja esse mineral, na rocha local). Eventualmente tenha havido alteração no nível do piso e como há certa retenção (por acúmulo de material carreado, na saída) de água, o piso a seguir estava molhado. A outra junta de dilatação também estava com *Carbonatação* úmida na parte direita.

Para jusante, o piso seguia com trecho seco e o fundo da canaleta (cheia de água) estava com deposição de material preto. As paredes estavam secas. A próxima junta de dilatação estava com crosta de *Carbonatação* seca à volta toda.

Nova poça de água se formava no piso, nas proximidades do Poço de Acesso. A junta de dilatação estava com crosta de *Carbonatação* escurecida à esquerda. A próxima junta de dilatação estava em condição similar, mas que se estendia à volta toda.

No encontro com o Poço de Acesso, a superfície lateral apresentava recobrimento de musgo. Existiam morcegos esvoaçando no local e se enfiavam pelas tubulações de jusante (às escuras). Havia uma junta de camada quebrada na borda direita e *Carbonatação* seca escorrida nas paredes direita e jusante. Crescia vegetação em 'Bicheira' em junta de camada ao alto. Ao pé do Poço havia muita deposição de material colorido (FCA?) carreado aparentemente nas águas dos *Drenos*. Foi feita medição de vazão (sendo que o tambor estava com a água retida, na cor avermelhada, barrenta. Aparentemente, houve alteração na identificação no monitoramento das Vazões? Em formulário de registro de leituras do "NOPCS/NEXCS/NEDIS - Controle de Piezômetros da Barragem do Paranoá", existem indicações de Poço 1 a Poço 3, que podem ser referentes à caixas do Sistema de Drenagem da Ombreira Direita? E existem campos para registro da leitura de 'Altura (m)' e da 'Vazão (l/min), dos *Drenos* 1G a 4G. Mas as indicações, por ocasião das medições foram de *Medidores de Vazão* MV-1G/MV-2G/MV-3G e MV-4G e não de *Drenos*. Foi encontrada orientação para uso de equação de cálculo: $Q = 0,014.H^{2,5}$ (l/s). Mas não havia certeza onde estaria sendo usada no controle de vazão, pois não havia *Medidor de Placa*, sendo na realidade, *Medidor de Tubo*. Deve ser verificado e informado o que há de certo.

Na saída de água existiam dois cortes no concreto e para jusante a tubulação deve estar obstruída pela deposição de material colorido (FCA?) carreado em excesso. Eventualmente possa ter ocorrido contribuição de carreamento do solo de recobrimento da tubulação, por infiltração de enxurradas, através das emendas tipo 'ponta e bolsa'.

Setor Protocolo Legislativo

RR Nº 14121/16

Folha Nº 75 B. G.

6.5. VERTEDOIRO DE SUPERFÍCIE - CONTROLADO (VS)

Foi observado que haviam sido soldadas chapas no topo das comportas ('flashboards?'). Entendeu-se que existiam comentários sobre o interesse em se promover o alteamento para aumento do nível de represamento. Mas, além da verificação de estabilidade das estruturas (do aterro e de concreto dos pilares do *Vertedouro*), haveria necessidade de verificação da resistência nos suportes dos braços das Comportas (além de reforço das estruturas metálicas), e das Vigas Munhão.

6.5.1. Paramento Montante, Crista (1.003,80 manm) e Ponte

6.5.1.1. A superfície de concreto no paramento montante do muro Guia e nos pilares do *Vertedouro de Superfície - Controlado* continua em boas condições, apesar de ter algum escurecimento pelo tempo e com aspereza normal na região da linha d'água do Reservatório.

O muro hidráulico direito possui trinca na base da rampa da extremidade superior, que desce para montante. No trecho plano do topo há dente (0,20 m X 0,30 m) com trinca saindo da base, descendo subverticalmente e com mancha seca de *Carbonatação* (por águas pluviais), na face externa. Outra trinca subvertical pode ser vista na parte jusante antes do bloco. As placas de advertência nos blocos de apoio do *Retentor de Detritos (Logboom)* estão apagadas, não sendo possível ler o texto. Há outra na parte inclinada (montante) logo acima da linha d'água. Entre as pedras (enrocamento) ao lado direito do muro era possível visualizar uma camada de solo argiloso ressecado, não sendo possível confirmar se já seria do corpo da barragem, ou algum resíduo de material, etc. Entre as pedras havia crescimento de *Braquiária*.

Na parede do pilar P1 (D) sobressaem manchas secas escorridas de *Carbonatação*, em duas juntas de camadas. Na parte montante curva do pilar ou muro, sob a ponte, a mancha de *Carbonatação* seca poderia ser de ação de Nível Montante elevado, mas mais provavelmente se trata de influencia de penetração de águas pluviais infiltradas no aterro do encontro e escorridas pela deficiência do contato de camadas. Capim seco se espalha depositado sob as vigas nos dois encontros dos pilares centrais.

6.5.1.2. Para permitir a passagem sobre os vãos do *Vertedouro de Superfície* existem duas partes de superestrutura: Ponte Rodoviária (a montante), para permitir o tráfego de veículos; Ponte de Serviço, para acesso aos equipamentos de acionamento das comportas e movimentação de Comportas de Serviço (ou 'Stoplogs').

A crista da Ponte Rodoviária sustenta intenso tráfego de veículos, dificultando ações do pessoal de operação e de manutenção, sendo ainda fonte de elevado risco de acidentes com pessoal. O asfalto é antigo e já apresenta desgaste normal, além de algumas fissuras localizadas. Considera-se que em breve, será recomendável providenciar estudos para ser determinada e/ou confirmada a carga máxima de segurança e avaliar eventual necessidade de reforço. Não existindo documentos a respeito do dimensionamento das estruturas, poderá ser necessária a realização de Prova de Carga.

Os ralos na sarjeta estavam parcialmente obstruídos, por detritos e terra. A junta de dilatação só é visível na estrutura de fechamento jusante, mas não no asfalto do greide sobre a ponte. A pintura no guardacorpo está esmaecida, com cascas já caídas em alguns locais.

Os nichos das extremidades dos cabos de protensão das vigas jusante da ponte estão sem acabamento, evidenciando a situação nas pontas dos cabos. Ainda não são notados sinais

de oxidação. Os pilares da ponte apresentam sujeira aderida na superfície e a tradicional aspereza na região da variação da linha d'água.

6.5.1.2.1. Vão VS-1

A estrutura metálica estava com pintura esmaecida e com pontos de ferrugem, devendo ser prevista manutenção. A casca do acabamento à volta do vão de passagem da corrente direita, sob o motor, estava trincada. A laje apresentava fissuras aparentemente de retração. Havia fissuras transversais na laje, em locais à direita e à esquerda dos motores (direito e esquerdo) da movimentação das correntes. A junta de dilatação estava com bordas abertas. No vão para descida de Comportas de Manutenção ('Stoplogs') a grade apresentava pouca oxidação. A guia direita estava com locais de descolamento, além de focos de ferrugem. As correntes estavam ressecadas, sem graxa e expostas, o que deve apresentar problemas de desgaste, por ocasião das movimentações.

6.5.1.2.2. Vão VS-2

A face jusante do pilar P2 possuía musgo aderido, além de mancha de *Carbonatação* em junta de camada. Havia fissura descendo para jusante, a partir da extremidade na crista, na parte da direita. Crescia capim na base dos motores. Foi observada fissura à esquerda do motor direito, outra ao centro e outra mais à direita do motor esquerdo, o que representava situação normal de simetria. Existia a informação de que, como havia falha operacional no equipamento de medida, o controle de abertura da comporta estava sendo feito provisoriamente com medição direta na corrente.

A superfície na face jusante do pilar P3 estava áspera e se notou a existência de fissuras descendo nas laterais. Cresceu capim em quebra da borda de junta de dilatação (apoio de viga da ponte?) sobre o pilar P3.

6.5.1.2.3. Vão VS-3

Foi observada leve fissura à direita do motor direito. Existiam outras fissuras, à direita e à esquerda da região central, além de outras fissuras frente ao motor esquerdo. A fissura da esquerda seguia em direção à quina do vão da corrente. Havia abertura no trecho inclinado do pilar P4, mas sem ser confirmado se poderia ser trinca ou abertura de bordas em junta de camada de concretagem.

Na região da linha d'água, a superfície do concreto dos pilares apresentava a aspereza normal. As células formadas pela estrutura nos braços das comportas acabam acumulando sujeira, o que facilita a formação de ferrugem.

6.5.1.3. Estrutura Lateral Esquerda

O terreno no encontro direito montante apresentava linha transversal de acomodação do solo e/ou de carreamento de materiais. A junta de dilatação entre o pilar P4 do *Vertedouro* e a *Tomada d'Água* apresentava irregularidades na crista, estando aberta na parte montante e com crescimento de vegetação. Havia trinca na parte jusante do asfalto, na região do apoio esquerdo da ponte sobre o *Vertedouro de Superfície* e encontro com a crista na *Tomada d'Água*. A borda do piso cimentado no patamar no encontro do muro hidráulico curvo estava lascada. No Muroguia esquerdo do *Vertedouro*, havia uma junta de dilatação com bordas bem abertas.

A estrutura de concreto na lateral esquerda jusante é uma caixa para depósito das comportas de manutenção (*Stoplogs*). Foi encontrada quebra com ferrugem aparente na borda direita da laje de concreto, além de trinca na parte jusante. A calçada jusante estava desnivelada, devido recalque por escorregamento do material natural. A vegetação alta

crescida escondia a condição íngreme do talude, o qual pode sofrer progresso de erosão e/ou escorregamento, pondo em risco a estrutura de depósito dos *Stoplogs*. Deve ser feita avaliação e eventualmente, reforço e/ou proteção contra essa instabilidade.

Verificou-se que a Viga Pescadora (ali depositada) estava defeituosa e isso poderia ter contribuído para (ou ser reflexo da) avaria na comporta do VS-3.

6.5.2. Face Jusante e Perfil Vertente

6.5.2.1. Na face lateral direita (externa) do pilar P1 (direito) do *Vertedouro de Superfície*, descendo para jusante (usando a escada executada no encontro do talude jusante da *Barragem de Terra e Enrocamento*) foram notados descolamentos e fissuras que apresentavam manchas de *Carbonatação* escorrida (pela passagem de águas de chuva) e cavidade na borda superior jusante de junta de camada. A superfície estava normalmente áspera e escurecida pela exposição às intempéries. Havia emenda no trecho de descida do muro (10° degrau da escada) descolado na posição sub-vertical e que virava no trecho em rampa, como se fosse trinca. Na região do 18° degrau havia bloco saliente com ferro aparente (de travamento) ao pé do encontro direito com a escada. Estava com a parte montante superior rachada pelo crescimento de vegetação (espinheiros). Havia marca de *Carbonatação* (de chuvas) em trinca com emenda para a lateral direita.

No encontro com a rampa inferior havia *Carbonatação* de chuva em fissura e em emenda do concreto. A região da rampa no encontro com a primeira bermã e Ombreira Esquerda da *Barragem* não possuía guardacorpo (o que deixava o local perigoso, por possibilidade de queda de pessoas para a calha do *Vertedouro*). Já havia sido recomendada (por consultoria anterior) a instalação de guarda-corpo e escada para descida à Calha.

O acesso facilitado à região inferior da comporta e soleira ou perfil vertente é feito a partir de jusante pelo terreno da parte direita, chegando-se à *Bacia de Dissipação* e subindo ao longo da *Calha* (em direção à parte alta, na extremidade montante).

6.5.2.2. VS-1 (Direito)

Nas faces dos pilares laterais (P1, direito e P2, esquerdo) existia muita vegetação (inclusive do tipo *Samambaia*) aderida em material fixado nas irregularidades superficiais, bastante úmidas por vazamentos. A superfície da comporta estava com manchas avermelhadas (por falha na cobertura do fundo protetor?) aparecendo em meio à pintura prateada (de acabamento) e logo irá precisar de recuperação. Nas partes laterais (direita e esquerda) existiam focos de ferrugem.

No perfil vertente, a junta de dilatação estava com erosão de bordas, em local cerca de 3,5 m a jusante da soleira, com dimensões: 1,70 m X 0,72 m X 0,06 m. Para a direita havia cavidade de arrancamento e ao centro, havia mancha de *Carbonatação* escorrida em fissura. No encontro esquerdo (com o rodapé do Pilar P2, a contar da direita) existia cavidade de 0,30 m X 0,15 m X 0,18 m, e crescia mato, a 0,80 m a jusante da soleira da comporta. Outra começava a 0,50 m a jusante da soleira da comporta no piso, com dimensões 1,30 m X 0,14 m X 0,04 m. O contato do concreto secundário da soleira estava levemente alterado.

O pilar P1 possuía deficiência em bordas de junta de camada, que originalmente estavam escondidas, mas com a remoção da vegetação e solo agregado, ficaram evidentes. O constante vazamento pela borracha lateral da comporta provocou ferrugem na chapa lateral da mesma, o que logo irá exigir reparos. A face do pilar P2 (da esquerda) apresentava junta de camada com bordas abertas cerca de 1,60 m de altura na face jusante do mesmo. Havia cavidade no rodapé da face direita e também no rodapé esquerdo, onde já existia antigo reparo. E havia pedaço de casca de reparo já caído. Na parte elevada da face esquerda do

P2 havia mancha de *Carbonatação* em junta de camada. Na linha de encontro do P2 com o perfil vertente existiam cavidades provocadas pela ação das águas descarregadas (em efeito físico-químico).

6.5.2.3. VS-2 (Central)

Havia falha no contato do concreto secundário de fixação da chapa lateral na face esquerda do pilar P2 (à direita do segundo vão). Como havia pequeno e constante vazamento pela borracha de vedação, a chapa apresentava ação de ferrugem. A superfície da comporta se apresentava com coloração menos avermelhada, o que pareceu indicar menor degradação da pintura ('prateada').

A superfície do concreto secundário na soleira apresentava bastante aspereza e havia uma coloração avermelhada. E havia desgaste de bordas na junta de dilatação que desce pelo perfil vertente. Nele havia local onde a ação das águas provocara o arrancamento de casca, deixando bem exposta a superfície de britas.

Na lateral esquerda, a comporta apresentava mancha de oxidação e as correntes de movimentação estavam ressecadas e sem graxa, necessitando de manutenção. Foi notada mancha de *Carbonatação* em junta de camada na face direita do pilar P3 (da esquerda do segundo vão). Na face direita do pilar P3, junto ao rodapé da chapa guia, havia uma deficiência de concretagem ('bicheira'), a qual ficou evidenciada pela remoção da capa de calda de cimento, pela passagem das águas. Na altura de 1,60 m a junta de camada apresentava abertura de bordas da ordem de 40 mm, conforme medição com *lupa graduada*. A região de encontro do pilar com o perfil vertente apresentava crescimento de vegetação em cavidades (de ação erosiva das águas em prováveis locais de deficiência do concreto).

6.5.2.4. VS-3 (Esquerdo)

Junto à extremidade jusante do pilar P3 havia crescimento (indevido) de vegetação ramada de grande porte, semelhante à indesejável '*Canarana*'. Deve ser confirmada a qualidade dessa vegetação, pois se for realmente esse tipo de vegetação daninha citada, deverá ser feita sua (constante) remoção e extermínio. Após deixar um tempo (pelo menos uma semana) secando ao sol, ela deve ser queimada, para não reavivar com chuvas, pois é muito resistente. Seu crescimento rápido e com ramas alongadas, costuma causar problemas em canais adutores, grades de *Tomada d'Água* de Centrais Geradoras, etc.

Havia desgaste em bordas de trinca (ou em falha de concretagem) na região direita, além de capim e detritos depositados. Além do desgaste normal da face lateral, havia mancha de *Carbonatação* em junta de camada no pilar P3. Também havia desgaste nas bordas de junta de dilatação esquerda, com dimensões 0,40 m X 0,08 m X 0,08 m e mais abaixo, havia formação de elevação ('calombo') pelo acúmulo de *Carbonatação*.

Havia vazamento em perfuração (possivelmente por resultado da movimentação anormal da comporta, quando ocorreu a avaria no sistema de levantamento) na parte alta da chapa. A ação das águas provocava o arrancamento da tinta prateada na parte direita da comporta. De maneira geral, o desgaste da pintura era acentuado, pois havia bastante evidencia da coloração avermelhada, da pintura de fundo protetor. Segundo informações, a comporta do VS-3 estava danificada, pois havia ocorrido falha na operação do motor (e quebra de dente da roda), provocando torção na estrutura.

Havia acúmulo de vegetação úmida e conseqüentemente, de ferrugem na chapa lateral, além de desgaste no concreto secundário de fixação da mesma. A soleira também apresentava desgaste. Foram notadas erosões na região da quina esquerda e marca de *Carbonatação* em junta de camada do pilar P4.

6.5.3. Calha e Bacia de Dissipação

6.5.3.1. Há trilha descendo para jusante, pelo terreno à direita do *Vertedouro*, permitindo o acesso à *Bacia de Dissipação* e extremidade jusante da *Calha*. No terreno natural acima dos muros (principalmente no direito) cresceram árvores e há pedras com possibilidade de instabilidade. O acesso no terreno, onde há a rampa para se chegar à rocha aflorante, na *Bacia de Dissipação* não está bom.

6.5.3.2. A aparência na superfície do concreto da *Calha* (assim como no *Canal de Fuga*) era semelhante à do concreto na *Barragem Descoberto*, onde houve ataque da água na *Pirita* existente na rocha da brita usada. Deve ser feita análise em amostra a ser retirada, para se confirmar essa possibilidade. Se for correta, o tratamento deverá ser específico, para isolar o material do contato com a água, para evitar o progresso da erosão físico-química. Já foram feitas suposições de que as erosões tivessem sido causadas por *Abrasão* e/ou por *Cavitação*. Mas, não se pode descartar a possível contribuição da ocorrência da *Reação Água-Agregado*, visto que se notam britas desgastadas, ausentes (dissolvidas?) e quebradas.

Havia água parada na parte da *Concha*, na direção do vão central do *Vertedouro*, com acúmulo de solo. A superfície do concreto está áspera e desgastada.

Havia desgaste acentuado no rodapé do Muroguia em local mais a jusante. No muro direito havia buraco habitado por grandes formigas pretas (a serem combatidas). Os muros apresentavam superfícies mais lisas e com manchas de *Carbonatação* (sem problemas). Os cantos (contatos laje-muro) estavam abertos e com crescimento de vegetação em deposição de lodo mantido úmido.

As faixas longitudinais laterais da *Calha* se apresentavam menos desgastadas que a região central, separada em painéis de lajes. Provavelmente, havia diferença entre as qualidades e traços dos dois tipos de concreto, sendo que nas faixas laterais deve ter sido usado concreto preparado para uso nos Muros, enquanto que o das lajes pode ter sido diferente (talvez sem Brita dotada de *Pirita*?)

Para identificação dos detalhes de anomalias observadas, os painéis de laje foram numerados, de baixo para cima (subindo da *Concha* para o *Vertedouro*) e da direita para a esquerda (ou da mão esquerda para a mão direita), em lances ou camadas de três. Os registros foram:

Havia erosão na parte central da laje L3 de 0,17 m X 0,13 m X 0,06 m. Eventualmente tenha sido devido remoção de material (de possível deficiência de concretagem --- '*Bicheira*' --- ou por abrasão e/ou por cavitação?), durante a passagem das águas descarregadas;

Crescia capim no centro da parte superior da laje L5 e emenda da Laje L6 com a faixa lateral esquerda LE;

Cresceu arbusto em falha na região central da L7. Existiam desgastes mais aprofundados na superfície das lajes L9 e L12, além de cavidade na L11;

Na laje L10 (a contar seqüencialmente de baixo para cima e da direita para a esquerda) havia cavidade 0,10 m X 0,07 m X 0,04 m, acima de 3ª faixa transversal subindo na direção do pilar P2 do *Vertedouro*. Havia outra cavidade de 0,47 m X 0,60 m X 0,13 m, com casca solta (e vazio por baixo) na região central, no alinhamento do vão VS-2. Para cima havia erosão na direção esquerda do vão VS-1 (direito);

Setor Protocolo Legislativo

RQ Nº 1412/16

Folha Nº 80 Beta

Existiam cavidades com crescimento de arbustos e trechos erodidos na laje L13: 1,05 m X 0,21 m X 0,13 m (inferior), e 0,37 m X 0,10 m X 0,06 m (superior). Havia desgaste e deposição de vegetação seca. Na faixa lateral direita LD, junto à L13 havia marca de cupim e formigueiro em descolamento de junta de dilatação entre painéis de laje. Em função das características próprias das condições de fluxo das águas descarregadas pelo *Vertedouro* (que talvez pudessem ser estudadas e caracterizadas em *Mecânica dos Fluidos*) existia acúmulo de folhas nas laterais. A superfície da laje L14 estava desgastada, aparentemente por ação agressiva das águas na reação com minerais (*Pirita?*) da rocha do agregado;

Na junta de dilatação entre lajes L16 e L19 crescia capim, o que é inadequado;

A L19 possuía fissura na direção montante-jusante, além de mancha de *Carbonatação*. Havia crescimento de capim em grande erosão na L20 de 6,30 m X 0,25 m X 0,19 m, com duas pontas de ferro e com mancha superficial cinza para jusante (indicando possível reação químico-física?). Na junta de dilatação entre lajes L20 e L21 havia cavidade com crescimento de capim: 0,90 m X 0,04 m X 0,14 m;

Também crescia capim na junta de dilatação entre L22 e LD e entre L22 e L25 (a qual estava desgastada na parte esquerda). A superfície da L23 apresentava casca com som oco em reparo antigo e com as britas bem expostas;

Também havia fissura na direção montante-jusante, com mancha de *Carbonatação* escorrida na parte inferior, da laje L26. Cresceu capim na junta de dilatação L26/L27 e em erosão ao centro da L27, a qual possuía cavidades;

A laje L28 estava com capim seco ainda de pequena altura, crescido em cavidades rasas. Também havia capim na parte superior da junta de dilatação entre lajes L28/L29. Havia antigo reparo na borda da L28. No trecho em rampa do perfil do Muro Direito, ao lado da laje L28 estava a deformação em junta de camada ou emenda de concretagem, com mancha de *Carbonatação*. E crescia capim na linha do encontro inferior direito. E na L29 havia trecho de erosão (em local onde havia alguma tubulação anterior?) com crescimento de arbustos e capim, e com pontas de ferros aparentes e mancha escorrida e acinzentada na parte inferior jusante (por reação físico-química?). As dimensões: 4,10 m X 0,50 m X 0,14 m. Havia mancha escorrida de *Carbonatação* em fissura. A superfície da L30 também apresentava desgaste e crescimento de capim e de goiabeira no contato lateral. A superfície estava molhada, por escoamento de água, que vazava pela borracha da comporta no vão VS-3 (esquerdo);

A junta de dilatação entre a lateral direita LD e a L31 estava com capim crescido. Havia desgaste e formigueiros na linha de encontro entre a faixa lateral direita (LD) e o Muro Direito. Havia deposição de detritos, capim e crescimento de goiabeira na linha de junta de dilatação entre L31 e L32, devido à formação de região preseçada pelo encontro dos fluxos dos dois vãos contíguos (normalmente denominado de "*Rabo de Peixe*"). Na base da laje L32 foi encontrada cavidade 0,26 m X 0,30 m X 0,10 m (na junta de dilatação L29/L32). Mais capim, goiabeira e detritos foram observados na região do "*Rabo de Peixe*" a jusante do pilar P3 do *Vertedouro*, na junta de dilatação L32/L33. E existiam mais arbustos na laje L33. Na região da L33 a faixa lateral esquerda LE, no encontro com o rodapé do Muro Esquerdo, estava desgastada e com vegetação.

A face jusante do trampolim do *Rápido* estava muito áspera pelo arrancamento do agregado graúdo (mistura de cascalho ou seixo rolado, com brita). As juntas de dilatação nas laterais dos dois blocos de dissipação e também na base, apresentavam manchas de *Carbonatação* seca. Esse material também estava saliente em remendo feito anteriormente, na face jusante do bloco de dissipação da esquerda hidráulica.

Setor Protocolo Legislativo
RR nº 1412, 16
Folha nº 81 Brita

Nas duas partes laterais da face jusante existiam as bocas de saída de tubos de drenagem que foram instalados sob a laje do *Rápido*. No tubo da direita escorria pouca umidade e na sua lateral esquerda existiam sinais de erosão. No tubo da esquerda saía bem mais água e havia crescimento de vegetação em poço de erosão formado na rocha ao pé. No alto dos muros guia existem saídas de outros *Drenos*. No da direita havia mancha seca escorrida. A junta de camada estava com mancha de *Carbonatação* seca escorrida. À direita do bloco de dissipação direito, a quina da linha de mudança de alinhamento (de vertical para inclinado) já apresentava cavidade de arrancamento de material e necessita de recuperação.

6.5.3.3. A extremidade jusante inferior da *Calha* é a *Concha de Lançamento* ou trampolim, com dois Blocos para desvio de faixas das águas lançadas. Ocorre parte de dissipação de energia em contato com o ar, em alturas diferentes, e depois, no impacto com a rocha aflorante (e eventual colchão de água formado), da *Bacia de Dissipação*.

Ao pé da estrutura, há cobertura de concreto em faixa de 3 m da rocha, com trechos de borda sobre erosão (*locas*). A jusante do Bloco Espalhador esquerdo há crescimento de árvores nas descontinuidades.

O grande bloco de pedra parado ao pé do trampolim criou uma situação anormal de fluxo (quando há vertimento) de forma a provocar progresso de erosão artesanal no leito rochoso e deve ser removida, para se evitar o problema.

Notavam-se sinais de erosão na superfície da rocha aparente, nas duas laterais, mas como a posição da face vertical de corte na margem esquerda estava mais próxima (sofrendo mais contato com o fluxo descarregado) já se notava grande cavidade de erosão na região de contato sub-horizontal. Também havia erosão na região de *Dobra rochosa*, ao alto.

Há rocha aflorante com camadas (*dobras*) inclinadas. Nota-se erosão irregular tipo artesanal e formação de grande poço, na região de leito rochoso, aproximadamente 50 m a jusante do final da estrutura de concreto.

A superfície da rocha a jusante está manchada de vermelho, pois há carreamento de solo argiloso, pelas enxurradas, descendo pela grande ravina da esquerda e vindas da estrada frente à portaria, onde foi feita a duplicação da pista e rotatória.

Setor Protocolo Legislativo

RQ Nº 1412/16

Folha Nº 82 Beta

6.6. TOMADA D'ÁGUA (TA), OMBREIRA (OE) E MARGEM ESQUERDA - ACESSO A JUSANTE

6.6.1. Tomada d'Água

Na região à esquerda, junto ao *Vertedouro* foi construída a guarita de vigilância, onde se notava trinca acima da porta do sanitário, bem como existia pintura descolando do teto, perto da luminária. Frente à porta existiam duas aberturas no piso montante, que se tratavam de vãos de depósito de comportas de manutenção (ou 'Stoplogs'), sendo que foi notada casca de acabamento secundário à volta do vão, com danos (lascada).

À direita da cabine havia poço de escada para acesso ao nicho das comportas da *Tomada d'Água*, que estava capeado por grelha, com baixa oxidação. O equipamento de operação das comportas estava abrigado, coberto por estrutura metálica deslizante. Segundo informações, ocorreu um problema operacional em uma das rodas dentadas, que (na ocasião) aguardava reparos.

Um cabo (de aterramento?) saía da caixa de luz na quina da escotilha (apoiado em grampo de escada tipo de marinho) e seguia até o equipamento de içamento da comporta esquerda e voltava, com ponta enroscada em elo da corrente de suspensão. Foi feita a retirada da ponta desse encontro com a corrente, para se evitar eventual transtorno, por ocasião de futura operação.

Existiam vazamentos em juntas de camada na face montante do poço das comportas e mancha e crosta de *Carbonatação*. Havia (na ocasião) forte vazamento pela comporta, garantindo acentuada vazão para a Tubulação Adutora, que podia ser visualizada pelo poço de acesso (inferior).

Na ocasião, existiam mergulhadores contratados, efetuando limpeza na grade da *Tomada d'Água*. Poderia ser feito acerto comercial e técnico, para que fossem disponibilizadas imagens da Inspeção Subaquática das atividades e resultados.

A situação geral estava boa por ocasião da *Inspeção Visual (26SET11)*. A situação da estrutura móvel existente estava normal.

No patamar junto à linha d'água, existiam sinais de leve erosão a montante (esquerda hidráulica), provocada pela passagem de enxurradas.

A superfície de concreto na face aparente da estrutura de emboque, a qual forma a *Tomada d'Água* estava em boas condições, apesar da aspereza superficial, devido o efeito de 'Batillage', comum na linha d'água, e manchas escorridas (de enxurradas).

Há régua para verificação de *Nível d'Água Montante*, na face direita (ao se considerar o fluxo hidráulico entrando pela TA, ou face jusante, ao se considerar o fluxo normal do rio) do bloco de admissão das águas na TA.

6.6.2. Ombreira e Margem Esquerda

Existia rampa para descida de embarcação para o *Reservatório*, onde era notada erosão ('loca') sob a laje. Na ocasião existiam fezes de capivara, o que indicava possível risco de contaminação por 'Febre Maculosa', caso algum carrapato contaminado caído do animal, depois chegasse a picar alguma pessoa. Foi notada marca de passagem de pessoas, que costumam descer para atividades de lazer na Margem Montante Esquerda. Com isso, pode haver risco de invasão de Terceiros.

Setor Protocolo Legislativo

RR Nº 1412 / 16

Folha Nº 83 de 83

Fora construído depósito de bóias e existia plataforma de antigo sistema Retentor de Detritos ("Debris-boom ou Log-boom"). No lado esquerdo da casa de bóias havia tubo PVC vertical com cimento e prego no centro do topo, o qual aparentemente foi usado como Marco Básico Topográfico (improvisado, e sem a devida precisão!).

A rampa de acesso no terreno (com corte em rocha aflorante) entre o portão e a borda fora recoberta com grama e cascalho. A Margem Montante Esquerda apresentava corte irregular em rocha, mas sem que isso afete a *Segurança da Barragem*. A quina esquerda montante estava com vegetação ramada crescida, escondendo cavidade ('loca') na saída das águas pluviais, na quina sob concreto, na extremidade montante do muro ala esquerdo. Havia mancha seca escorrida nos dutos de drenagem desse muro ('Barbacãs').

A face montante estava escurecida e abaixo da linha d'água era possível notar a situação de aspereza normal, sendo que a eventual poluição e a provável agressividades das águas, provocou forte ação corrosiva no metal dos trilhos das guias.

O terreno natural da colina que forma a *Ombreira Esquerda* subia com trecho de rocha aparente. Em seguida, havia capeamento vegetal leve.

6.6.3. Região a Jusante e Acesso à Casa de Força

O asfalto da via de acesso estava envelhecido e oxidado, com desgaste normal do longo tempo de uso e exposição às intempéries.

Havia uma tubulação metálica descendo a encosta e passando sob o asfalto da via de acesso, logo a jusante da antiga pedreira, cerca de 2,2 km depois do portão de entrada (guarita), de 1,2 km após o acesso à Casa de Válvula e *Chaminé de Equilíbrio*, e de 1,9 km antes da *Casa de Força*.

Sector Protocolo Legislativo

RQ Nº 1412/16

Folha Nº 84 Bete

6.7. TUBULAÇÃO ADUTORA, CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO E CONDUTO FORÇADO

6.7.1. Tubulação Adutora – Estrutura inicial em Concreto

Não foi possível inspecionar o trecho inicial em concreto, da adução (quase na forma de um *Túnel Adutor*, a partir da *Tomada d'Água*), apesar de o mesmo não estar em carga, com o *Aproveitamento* paralisado, em manutenção normal.

6.7.2. Tubulação Adutora

O trecho inicial de Adução (a partir da *Tomada d'Água*) é formado por estrutura de concreto (quase como um Túnel), a qual se liga à grande Tubulação Adutora, com Blocos de Apoio e Blocos de Ancoragem (segundo pelo patamar com acesso rodoviário, até à *Chaminé de Equilíbrio*). Para segurança operacional da tubulação, em seu topo existem duas válvulas de alívio. Segundo informações, no ano 2010 foi feita manutenção, sendo reajustadas as juntas de expansão. Não foi considerado necessário o monitoramento de variação dessas juntas.

O tramo inicial de metal exposto forma o maior vão livre sobre o grande talvegue ou ravina, o que dificulta o acesso até o contato Concreto/Metal. Nesse trecho de talvegue ou ravina foi notada marca de passagem de barro que vem da região alta esquerda (provavelmente de perto da guarita) e que segue descendo em direção à *Bacia de Dissipação* a jusante do *Rápido do Vertedouro*. Após inspeção no terreno, descendo-se a partir da guarita, pode ser comprovado que a grande ravina ou talvegue, que passa sob a Tubulação Adutora se inicia com a descida do terreno natural, na região de placa rodoviária existente na margem jusante da rodovia, pouco abaixo do acesso à guarita. A erosão na Ombreira Esquerda apresenta barro vindo da pista rodoviária, carregado pelas enxurradas e isso passou a ocorrer mais frequentemente após a duplicação da pista. O trecho seguinte se aprofunda e tem descontinuidades, as quais podem conter material terroso que seja lavado pelas águas pluviais. Futuramente, poderá até mesmo ocorrer aprofundamento da ravina. O terreno natural segue em curva para a esquerda e em direção da guarita.

Ao se seguir pelo patamar, pode ser notado que;

6.7.2.1. A pintura da tubulação está um pouco esmaecida, mas nos anéis de travamento existiam marcas escorridas de pintura protetora ('Zarcão?') na cor vermelha;

6.7.2.2. As superfícies de concreto dos Blocos estavam escurecidas pela exposição às intempéries; Existiam folgas em alguns contatos metal/concreto em Blocos de Apoio;

6.7.2.3. Havia Bloco de Ancoragem com deficiência de concretagem ('*Bicheira*') e casca quebrada e acúmulo de *Carbonatação* na parte esquerda da Base; Havia deposição de *Carbonatação* em apoio do Bloco de Ancoragem;

6.7.2.4. A borda direita do acesso estava com linha irregular (em forma de 'Z') com influência de passagem de águas de chuva, na formação de erosão. Segundo informações, a situação já era antiga, desde quando ocorreu inundação devido a problemas em lagoa de tratamento junto à cidade;

6.7.2.5. Existia trecho sob a Adutora, onde o terreno estava mais fofo e rebaixado e aparentava ser local onde costuma ocorrer acúmulo de águas pluviais, o que pode favorecer a penetração e percolação, contribuindo para o amolecimento e erosão no talude. Deveria ser feito lançamento de material (solo com 10% a 15% de Cal) para nivelamento e impermeabilização. O talude inferior do patamar (na região) é bastante íngreme, descendo em direção à região da Cachoeira e Poço.

6.7.3. Chaminé de Equilíbrio

Foram encontrados pontos de oxidação na pintura de cor Prata de revestimento da tubulação metálica. Há faixa vertical (na posição NE) com diferença de pintura, sem explicação. Eventualmente tenha sido camada incompleta no resto, por interrupção de pintura, sendo aguardada sua continuidade? Ou diferença de agressividade, em função de ventos e/ou posição da passagem do sol? Outros? No lado Leste (E) havia deficiência em aterro ou lodo seco, etc, sob o anel de emenda. No lado Oeste (W) havia vegetação seca. Notou-se trinca ou junta de camada com bordas abertas na face Norte (N) da Cabine. Havia outra com mancha de *Carbonatação* sob a pintura na face Leste (E). Na lateral (esquerda) Oeste (W) da face montante (ou Norte – N) existem duas trincas. Há ainda, outra na posição diagonal, saindo da quina sob o patamar de concreto do bloco da *Chaminé de Equilíbrio*. E a borda superior da cobertura está quebrada, indicando aparente recalque. E no lado Oeste (W) também ocorreu o mesmo, mas já havia sido feito reparo.

6.7.4. Conduto Forçado

O Bloco de Ancoragem havia sido pintado na cor cinza mas já estava com manchas escuras na parte superior e com vegetação nos encontros com o metal. Na lateral esquerda havia concreto deteriorado. A pintura da tubulação estava escurecida e com mancha de pintura protetora ('Zarcão?') a jusante da emenda. Essa emenda apresentava leve vazamento (gotejamento). Na lateral direita a descida estava com mato crescido. Havia dois mangotes pretos instalados para permitir a condução das águas pluviais do pátio.

Um dos Blocos de Apoio estava com deficiência ('Bicheira') evidente na face jusante e manchas escuras e limo (ou musgo) escorrido. Os roletes no apoio estavam bem engraxados.

Existiam duas caixas laterais com tampas metálicas com a indicação "telefone" e com a descida da tubulação condutora (já com focos de ferrugem). O início da escada de descida, em alvenaria, era ao lado da caixa da direita e passava sob a Tubulação, descendo pela lateral esquerda. Existiam locais onde a ação das enxurradas haviam destruído os degraus e crescia vegetação, inclusive goiabeiras, no trecho sob o tubo. Foi vista a caixa de passagem sem tampa e sem identificação (à esquerda), com tubo de PVC, junto a Bloco de Apoio da Junta de Expansão. Crescia vegetação (árvore?) no rodapé esquerdo do Bloco de Apoio, o que pode vir a dificultar a passagem e eventualmente afetar sua estabilidade? A Junta de Expansão estava com muita ferrugem, e na seção inferior estavam manchas escorridas, necessitando de manutenção.

No corte de rocha à esquerda da descida da Tubulação, as descontinuidades estavam abertas e com crescimento de vegetação, o que poderia indicar risco de movimentação e rolagem de blocos? Deveria ser feita limpeza e aplicação de proteção superficial.

Foi vista outra caixa de passagem sem tampa e sem identificação, com o PVC exposto, se envelhecendo. A seguir, a escada passa novamente por sob a Tubulação e desce pela lateral direita.

Foi observada grande pedra arredondada com cavidades em forma de concha. Havia calha transversal com dois dutos pretos para condução direcionada de águas. Existia outra calha e dois dutos. Havia outra caixa de passagem, com tampa de concreto aberta e demonstrando erosão por enxurradas, na parte inferior da base. A seguir o acesso possuía uma ponte sobre uma ravina, e sua pintura estava esmaecida e manchada, escurecida. Não estavam identificados (se seriam realmente condutores de fios de telefonia ou outros) os canos brancos em PVC na parede montante do apoio.

Existia uma escada para acesso à válvula de Esfera da Tubulação, descendo ao topo do tubo, mas com falta de pintura de recobrimento. Estava apenas com a pintura protetora ('Zarcão?'). A tubulação estava com mancha escorrida.

Foram observados descolamento e fissuras em Bloco de Ancoragem ao nível do terreno, onde a Tubulação mergulhava para acesso à Trifurcação na Casa de Força.

Minuta de Trabalho

Setor Protocolo Legislativo
R.O. Nº 14121/16
Folha Nº 87 B. 1

6.8. CASA DE FORÇA (CF) E ÁREA DE MONTAGEM (AM)

Na região à direita do pátio da CF há a margem (esquerda hidráulica) do córrego formado pelas águas de contribuições secundárias, no antigo leito do rio. A colina da Margem Direita possui vegetação alta e está em boas condições aparentes. Na parte baixa junto à margem do leito do antigo rio, notam-se locais de surgências, com aspecto esverdeado, pelo limo acumulado na superfície, entre as pedras. Escorre água remanescente em meio ao afloramento erodido nas descontinuidades.

A Casa de Força é do tipo *Semi- Exposta*, pois existe uma edificação apenas para abrigar a Sala de Comando e outras utilidades. Mas os topos das *Unidades Geradoras* não se encontram dentro de uma edificação. Ela poderia ser *Abrigada*, no caso de estrutura completa; ou *Semi-Abrigada*, no caso de haver estrutura parcial abrigando as Unidades Geradoras, mas o equipamento de movimentação das peças --- Pórtico Rolante --- fica exposto. Essa situação de *Semi- Exposta* não é muito confortável do ponto de vista elétrico pois em períodos de chuva, há a dificuldade em se abrir os equipamentos para manutenção, pela excessiva umidade ambiente.

6.8.1. Região Externa Montante

Na região à direita há torre com sirene de alarme. Deve ser verificada a finalidade, condições de seu uso, e implicações legais, uma vez que, se ela estiver relacionada com o alerta de riscos para Terceiros, podem surgir situações em que a sirene não seja acionada e com a eventual ocorrência de eventos danosos, a(s) vítima(s) poderá (ao) acionar judicialmente a Empresa.

Logo a montante há a estrutura de ligação com a Linha de Transmissão. E à esquerda, está a extremidade inferior da Tubulação Aduzora (ou Tubulação Forçada, ou 'Penstock') na sua chegada (enterrada, para a chegada à trifurcação, na Casa de Força).

O patamar asfaltado é muito antigo e a superfície do material está oxidada e desgastada. Foram observadas aberturas devidas a recalques, no encontro com a calçada (e desta com o rodapé da parede montante) e à volta das caixas de águas pluviais. Esses recalques devem ter sido causados pelo carreamento de material do solo. Agora, o ingresso de águas de chuva nessas aberturas deve ampliar o problema, acelerando os recalques, o carreamento e os vazios, resultando em escorrimentos no interior da Casa de Força. Há necessidade de vedação e impermeabilização.

OBS: Dois tubos de drenagem descem da colina e passam por sob o acesso e seguem para o rio. Há falha no encontro tipo 'ponta e bolsa', sendo que no da direita há cavidade na superfície empedrada (tipo 'pé-de-moleque', a jusante. Há junta de dilatação e/ou emenda com bordas abertas à esquerda.

A pintura na face montante da edificação está envelhecida e com fissuras, além da deposição de teias de aranhas. Há mancha escura e queda de casca de argamassa, acima da janela de entrada da linha de força da direita, em local onde ocorreu fogo, devido queda de raio. Existem trincas descendo das quinas das janelas, por movimentação (provavelmente recalques) da edificação. Mas, aparentemente isso não tem apresentado indícios de progresso. A falta de proteção e de vedação nas caixas de passagens de cabo tem permitido o ingresso de águas pluviais, o que representa risco para os equipamentos elétricos. As placas de vedação na borda superior da parede, junto ao telhado, apresentam quebras de quinas e emendas abertas, o que pode permitir o ingresso de águas de chuva. Na parte da esquerda são notadas fissuras subverticais e subhorizontais (por movimentação relativa).

O patamar de transformador e cúpula de excitação está com ressecamento de material no preenchimento das juntas do piso, já havendo descolamentos, principalmente na emenda longitudinal.

Foram encontradas fissuras transversais na calçada a jusante do pórtico, junto ao guarda-corpo com alambrado.

6.8.2. Edificação da Casa de Força – (a partir do piso 898,56 manm)

A guia de sarjeta junto à calçada no acesso lateral direito da edificação estava descolada. A calçada à volta da edificação da *Casa de Força* apresentava fissuras e descolamento em rampa de massa do acerto do desnível no entorno das caixas de passagem, no pavimento asfáltico. Havia trinca no asfalto, junto à quina esquerda montante da *Casa de Força*.

Estava sendo desenvolvida manutenção geral nos equipamentos e na própria Sala de Comando, e assim, todos os equipamentos estavam parados. Na interligação com o Banco de Transformadores da SE Interna, passa uma junta de dilatação, sendo notada quebra de borda no piso, por provável movimentação sazonal. As bordas na parede estavam abertas e no teto, o afastamento original de bordas estava bem grande. Na parede jusante da Sala 34,5 kV havia abertura na base da viga e apoio sobre parede, ao alto.

Havia fissura na parede (falsa) da direita do '*Hall de Entrada*', onde se notou som oco, ao ser feita batida. Existia quadro contendo o '*Mapa de Riscos Ambientais*'.

Frente à porta desce escada e no patamar à direita, havia derivação para vestiários, WC e Sala de Cabos. Para a esquerda descia escada para patamar com Sala de Escritórios e acesso longitudinal à galeria do barramento 13,8 kV e Salas de Apoio. Havia ainda, porta (pintada na cor vermelha) de acesso à Sala de Máquinas. A junta de dilatação apresentava bordas quebradas no piso e sinal de movimentação sazonal na parede montante. Na quina do teto com parede jusante havia mancha de escorrimento de material de vedação da junta de dilatação longitudinal. Para a esquerda da UG-1 (E), havia borda trincada. No teto, junto à parede montante (para a direita) havia cavidade de forma prismática com deficiência de concretagem na base, de onde escorreu mancha de *Carbonatação*, agora ressecada. Sua queda deixou marca (também ressecada) no piso.

6.8.2.1. Sala de Máquinas:

Descendo para a Sala de Máquinas, notou-se que as bordas da junta de dilatação longitudinal estavam com grande afastamento de bordas, mas isso aparentou ser condição original de construção. No teto havia mancha seca da penetração de umidade e casca de acabamento caída (provavelmente por influência de águas pluviais). Existiam duas linhas longitudinais abertas, aparentando ser delimitação nas emendas com viga.

6.8.2.2. Área de Montagem:

O piso estava em condições normais, apesar de leve desgaste por longo tempo de uso. Havia junta de dilatação com bordas separadas. Na Galeria Montante (dos Reguladores de Tensão) foram notadas manchas escorridas do teto, da junta de dilatação longitudinal, para a parede montante e parede esquerda (junta de dilatação entre AM e CF).

6.8.2.3. Unidade Geradora / UG-1 (esquerda):

Na parte jusante, onde há uma galeria de acessos, foi notada junta de dilatação AM-CF com fissura na região do piso e mancha seca no teto. Havia risco na parede, deixado pela passagem de metal (durante manutenção). Havia mancha seca de antiga umidade com *Carbonatação*, que estava deteriorando a pintura à direita da boca de ventilação no teto.

Estava em condições normais a estrutura da UG-1. Não foi encontrada junta de dilatação entre a primeira e a segunda unidade geradora. Na borda montante havia acesso ao poço de adução. Junto à escotilha de acesso ao Tubo de Sucção da UG-1 (E) estava instalada bomba de aeração do fluxo interno, para redução de turbulência e do risco de cavitação. Havia gotejamento de água barrenta na janela sob a *Tubulação Forçada* (ou Adução) da UG-1, manchando o bloco de apoio. À direita havia poço com tubo despejando forte vazão de água (que deve ser originária de vazamentos pela comporta da Tomada d'Água). A pintura em emenda na junta de expansão da *Tubulação Forçada* da UG-1 estava com sinais de início da oxidação sob a pintura. A região jusante e à direita da UG-1, onde se situa o Banco de CO2 estava em condições normais.

6.8.2.4. Unidade Geradora / UG-2 (central):

A Unidade UG-2 estava em condições normais, sendo que a chaparia havia sido removida para manutenção. Subindo-se pela escada montante, chega-se à galeria das águas de refrigeração e ao acesso à Sala do Gerador (ou Sala Amarela). Havia porta a montante, para acesso à Galeria longitudinal, a qual estava seca. Apesar da Unidade estar parada, a Sala do Gerador UG-2 estava muito quente, com pintura danificada, devido antigo escorrimento de água. Em três locais: (Montante (às 12:00 h, na posição do relógio); Direita (11:00 h); e Jusante (07:00 h) foram encontradas trincas subverticais na parede curva da caixa da Sala do Gerador, perto da tubulação amarela (passagem de óleo). As trincas estavam visíveis na face externa da parede. Havia cavidade para passagem de tubulação verde (de água) na base e mancha suja e escorrida no teto.

Havia escada para descida ao salão sob a *Tubulação Forçada* da UG-2 onde o piso havia sido pintado e a escotilha já fechada, após a manutenção da roda. Havia trinca no piso entre a cavidade da escotilha de cabos e o vão da válvula da *Tubulação Forçada* da UG-2. Na região jusante esquerda havia o poço de bombas. Na parede acima da escotilha de acesso, a quina estava quebrada, por impacto de peça ou ferramenta. Havia indício de ferrugem na tubulação e acúmulo de *Carbonatação* seca na parede montante. Havia passagem de água de um tubo.

6.8.2.5. Unidade Geradora / UG-3 (direita):

A Unidade UG-3 estava em condições normais. Ao se subir a escada é acessada a galeria do Mancal e Sala do Gerador UG-2 e havia trinca análoga à da UG-1. Notou-se casca caída a direita da passagem de cabos na parede. A galeria estava seca. Na região central havia trinca atravessando de uma caixa curva para outra, passando pelo teto e pelas cavidades. Na parede do gerador da UG-3 havia marca de *Carbonatação* seca escorrida.

Ao se descer para o piso inferior, se notou que a escotilha estava já fechada, após a manutenção, apesar de ser notada leve deficiência no rodapé da parede direita. Desce bastante água em pocinho na parte direita jusante, provavelmente de vazamentos da *Tomada d'Água*.

6.8.2.6. Piso de 'Stoplogs' Jusante

O piso das Comportas de Manutenção ou dos 'Stoplogs' jusante estava com aspereza disfarçada pela aplicação de pintura com tinta na cor cinza. O vão central estava aberto, tendo sido tirada a grelha ou grade, para passagem da tubulação de esgotamento.

Notou-se que havia desgaste, além do crescimento de vegetação na emenda dos trilhos do pórtico, bem como quebra à volta no vão da *Área de Montagem – AM*. A cobertura desse vão não possui aba lateral, o que pode eventualmente propiciar o ingresso de águas de chuva, por ocasião de temporais com ventos fortes? A emenda no piso, no encontro com o pátio de acesso havia sido reparada com material asfáltico, em local onde havia rompido

uma tubulação, anteriormente, mas, tendo ficado exposto às intempéries, o material amoleceu, depois ressecou e já estava com borda descolada (o que permite ingresso de águas de chuva).

6.8.2.7. Canal de Fuga

O *Canal de Fuga* estava exposto, ensecado em função da parada das unidades para manutenção. Assim, foi possível inspecionar o perímetro molhado, que ficou exposto. Notou-se que a plataforma jusante superior, na saída da rampa, e parte da própria rampa, demonstram que (durante a operação normal) ocorre forte recirculação de água, para a esquerda. E aparentemente isso não se dá apenas por se estar no hemisfério sul, com a rotação anti-horária do fluxo de água. Esse deslocamento deve ser forçado pela geometria desequilibrada do *Canal de Fuga*, devido translação de parte do Muro-guia esquerdo, aparentemente para dar maior facilidade de escoamento do fluxo, para a direção jusante do leito do rio. E evitar direcionamento para o pé da colina na margem direita. Mas, essa formatação pode estar permitindo a recirculação deformada para a esquerda. Isso é confirmado pelas cavidades maiores e mais aprofundadas, além do amontoado de partes de metal (tipo escamas), depositado a jusante da UG-1. Possivelmente, essas partículas foram removidas de chapa oxidada (aparentemente, a maior parte sendo da blindagem do *Tubo de Sucção #3* ou Unidade Geradora da direita ou UG-3, e eventualmente da UG-1, esquerda, também). Talvez se possa considerar que alguma contribuição possa existir pela corrosão na face interna do trecho sub-horizontal da Tubulação Aduutora, mas deve ser pequena, segundo se espera, pelos resultados das Inspeções que foram efetuadas recentemente (LAVELLE, 2010).

A ponta jusante do Muro-Guia esquerdo do *Canal de Fuga* apresentava ferragem sub-horizontal exposta. A superfície apresentava acúmulo de lodo, mas em outras regiões, havia deslocamento de argamassa e com aumento da porosidade, pela exposição maior dos agregados, principalmente na base do muro e no encontro com o pilar esquerdo da *Casa de Força*. No canto existiam dois tubos secos (de drenagem ou de injeção?) e o próprio encontro estava com a linha vertical aberta e desgastada. Havia uma junta de camada com desgaste de bordas escondido pelo lodo aderido. Notou-se umidade na base da linha de junta. Poderia ser de penetração de água das recentes chuvas ou de retorno do acúmulo do nível jusante agora ensecado, ou de percolação normal pelo terreno.

A parte horizontal de laje a jusante e acima da rampa de saída do *Tubo de Sucção* das Unidades Geradoras, estava com diversas pequenas cavidades, devido arrancamento de cascalho (seixo rolado).

A face jusante estava mais áspera na faixa submersa (na face plana entre UGs) com acabamento liso na parte acima do nível d'água. Acima do *Tubo de Sucção* existiam bicheiras e descolamento na viga acima do vão. Havia cavidade profunda na quina do pilar junto a guia do *Stoplog* jusante, com desgaste. Fora aplicada pintura verde no batente sobre a superfície original enferrujada, aparentemente sem lixar e sem aplicar pintura de base (tipo *Zarcão*) ou *Primer Convertedor de Ferrugem – PCF*

A superfície no interior do *Tubo de Sucção* estava áspera com desgaste de borda em junta de dilatação na parede direita e erosão na base da parede esquerda. Havia desgaste na borda da junta de construção (ou de dilatação) longitudinal logo após a blindagem. Havia ponta de ferro aparente no rodapé esquerdo. Notavam-se focos de ferrugem na blindagem da envolvente. O tubo de *Limnógrafo* estava com aspecto normal, junto à parede jusante.

CF-02 (no meio). A parte superior da face jusante estava com cascalho exposto e com cavidades onde havia vegetação e musgo. No batente e no trilho do *Stoplog* jusante havia sido aplicada pintura verde no batente sobre a superfície original enferrujada, aparentemente sem lixar e sem aplicar pintura de base (tipo *Zarcão*) ou *Primer Convertedor de Ferrugem – PCF*

Nos pilares a argamassa estava envelhecida e oxidada, tendo se tornado frágil e demonstrando locais com arrancamento. No pilar direito as bordas de junta de camada estavam desgastadas. Havia cavidade no rodapé do enchimento em posição diagonal do pilar esquerdo logo a jusante da guia. Havia desgaste em borda de junta de camada na face direita e pouca erosão no rodapé direito. Notou-se desgaste na base do *Tubo de Sucção*. A junta de camada na face esquerda apresentava desgaste e pequenas cavidades ao alto.

Já havia acentuada erosão no encontro da blindagem com o concreto e rampa. Na saída, o concreto exposto apresentava pouco lodo e cavidades de arrancamento de material. A roda da turbina recebera manutenção e estava em boas condições, com a pintura preta (*Alcatrão de Hulha*). A blindagem apresentava muitos pontos de arrancamento e esse material parecia ter sido acumulado na rampa jusante.

A face jusante na divisa entre UG-2 e UG-3 estava lisa na parte alta, mas abaixo da linha d'água se apresentava desgastada e áspera, havendo ferragem exposta na base do encontro da rampa. Havia lodo com distribuição em algumas áreas, além de falhas superficiais na rampa. A quina direita estava limpa mas estava com cavidades. Havia lodo para a região esquerda da saída, mas o trecho intermediário estava limpo. A saída da UG-2 estava limpa na boca mas apresentava lodo na parte superior. Na saída da UG-1 havia lodo de modo geral e monte acima e um pouco de limo na região da esquerda.

A superfície na parte alta da face da UG-3 (a da direita) estava com cascalho aparente. A parte mais superior estava recebendo demão de pintura. A ligação da viga sobre o vão apresentava descolamento e desgastes de bordas (ainda rasos). A face do batente da comporta e a guia estavam com tinta marrom, recentemente pintada, aparentemente sobre a superfície antiga coberta de focos de ferrugem, provavelmente sem o devido tratamento preventivo (raspagem, jateamento, lixamento, ou outro tipo de remoção das crostas). A superfície lateral estava branca. Havia ponta de ferro saliente no rodapé do pilar direito jusante da guia, o que deve provocar turbilhão no fluxo e erosão na superfície ao pé do pilar. Junta de camada no pilar esquerdo apresentava desgaste de bordas.

As faces no interior do *Tubo de Sucção* UG-3 estavam com maior aspereza superficial, com cascalhos expostos, mas com menor indicio de erosões. Havia uma cavidade no rodapé direito. Notava-se água empoçada na parte inferior do piso, por obstrução dificultando o escoamento ao poço de drenagem. Existiam muitos focos de ferrugem na blindagem, cujo material podia ter ido parar no monte situado na rampa jusante. E havia um pouco de desgaste na região da junta de dilatação com o bloco da UG-2.

A superfície da contrabarragem estava colorida (esverdeada) e manchada, pela deposição de lodo e acúmulo de limo, etc. Ao se remover pedaço da camada de cobertura, se notou que a superfície do concreto estava com cavidades múltiplas, devido arrancamento de cascalho (agregado graúdo). A argamassa estava velha e oxidada, ficando enfraquecida. A camada de musgo poderia até servir de proteção contra a ação das águas efluentes pelo *Canal de Fuga*. Mas isso, se o próprio material depositado (e as substâncias poluidoras existentes nas águas) não causarem maior enfraquecimento da argamassa.

6.8.2.8. Região Jusante

Foi percorrido o patamar junto à edificação da *Casa de Força* e a região jusante e lateral.

OBS: Após serem removidas as pedras que obstruíam o fluxo no patamar direito, as águas se escoaram e a poça quase secou. Permaneceu um fluxo de água no canto, de águas (vindas do leito do rio) escoando por sobre as pedras.

Foram encontradas fezes de capivaras, o que indica risco de doença infecciosa (tipo *Febre Maculosa*), caso a pessoa seja picada por carrapato contaminado, visto que aquele animal é um hospedeiro desse parasita.

Na junta de dilatação entre blocos da UG-1 e a *Área de Montagem (AM)* havia quebra de borda e sinal de movimentação relativa sazonal. Existia na ocasião, fileira de formigas subindo pela parede. O que é indício de cavidades locais na estrutura. O muro de arrimo do patamar e o acesso estavam em condições normais.

O Muro de Cantaria existente na margem esquerda jusante do rio estava com erosões na face direita, provocada por águas altas. Em seu topo existiam fezes de capivara. Haviamuda de *mangueira* crescendo ao lado do *Pluviômetro* que foi instalado na lateral esquerda do muro. Havia outra árvore à esquerda e jusante. Ambas deveria ser cortadas, para não afetar a operação do aparelho, conforme normas existentes. O aparelho é da Squitter do Brasil, Modelo S2098 / 0,2 mm / S/N: 01435-5 e estava com detritos sobre a peneira em seu funil, que deveriam ser removidos para evitar obstrução e eventual transbordamento e perda de coleta. Logo a montante havia a torre com pararáios, célula solar e Plataforma de Coleta de Dados, também da Squitter (ambos fora de operação, a serem substituídos no curto prazo).

A colina da Margem Direita possuía vegetação alta e estava em boas condições aparentes. Na parte baixa junto à margem do leito do antigo rio, notavam-se locais de surgências, com aspecto esverdeado, pelo limo acumulado na superfície, entre as pedras. Escorria água remanescente em meio ao afloramento erodido nas descontinuidades.

A jusante da saída do *Canal de Fuga*, existia amontoado de blocos de rocha, mas não havia certeza se foram colocadas ali (antiga ensecadeira?), ou se seriam de acúmulo natural, ou devido deterioração e desagregação da rocha local. Existiam alguns pontos com poças de água parada, esverdeada. No encontro com a contra-barragem, havia um espaço vazio, permitindo ver que a face jusante estava com perda de cascalho, deixando diversas cavidades pequenas.

No canto direito da *Casa de Força* havia ensecadeira em concreto, separando um patamar, limitado na esquerda, pelo Muro-guia do *Canal de Fuga*. A água represada no patamar por um acerto de várias pedras de mão e capim foi escoada, após movimentação manual de algumas das pedras. Mas, após o escoamento, ainda se notava um pouco de fluxo de água na base, entre as pedras, indicando que havia fluxo pela lateral (vindo da região do terreno coberto de mato, na margem do leito do rio (à direita da ensecadeira) ou por sob a laje de concreto. Foi notada pequena erosão junto à quina montante direita. O talude à direita e jusante da *Casa de Força* estava com solo exposto, mas sem indícios de erosão hídrica.

OBS.: À Seguir, estão apresentadas algumas fotos ilustrativas

Setor Protocolo Legislativo
 RQ Nº 1412, 16
 Folha Nº 93 Bete

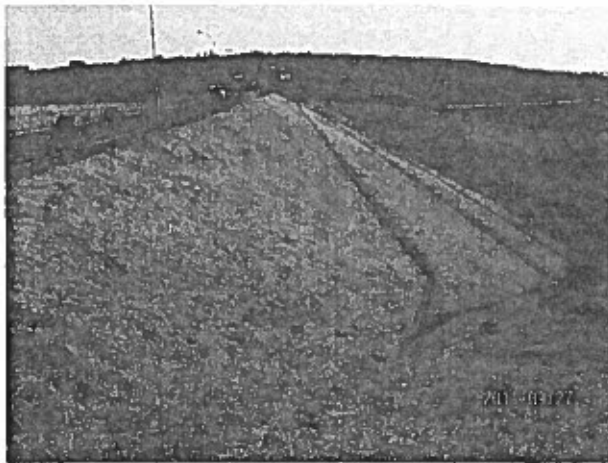


Foto 1 -UPA- BTE-27SET11 n.0107 rjcardia

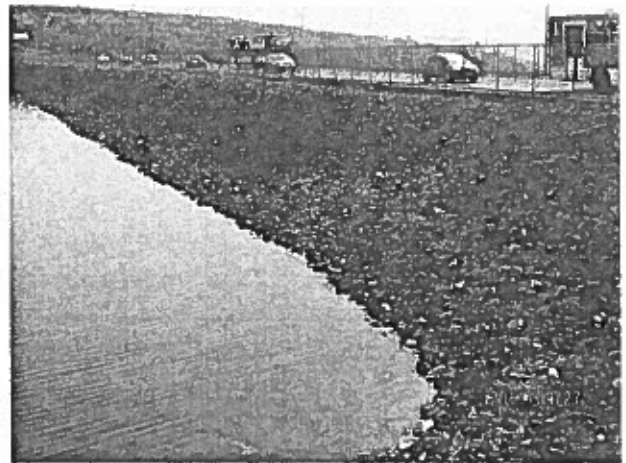


Foto 2 -UPA-BTE-27SET11 n.0110 rjcardia

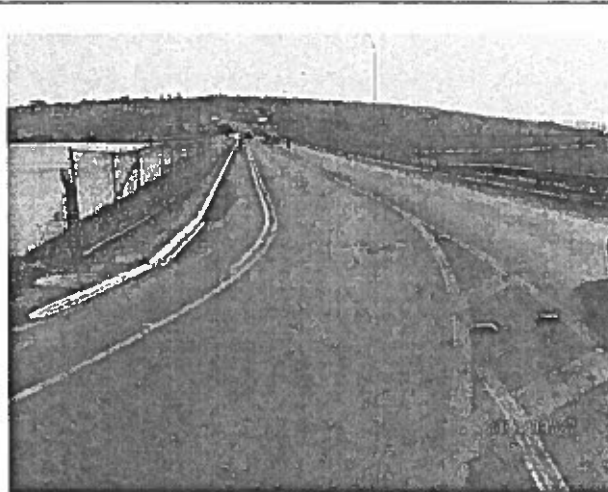


Foto 3 -UPA- BTE- 27SET11 n. 0112 rjcardia

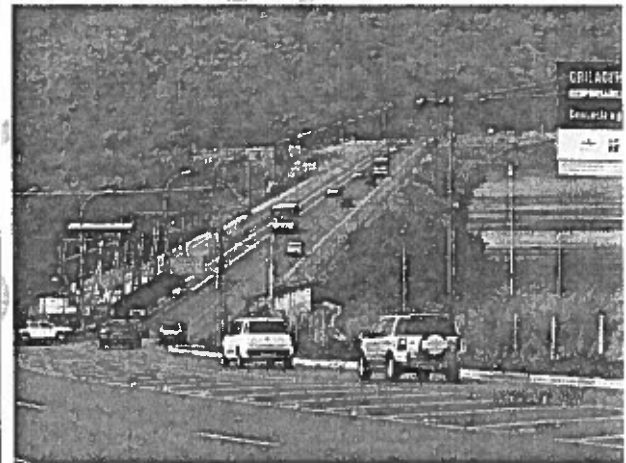


Foto 4 -UPA-BTE- 27SET11 n. 0113 rjcardia

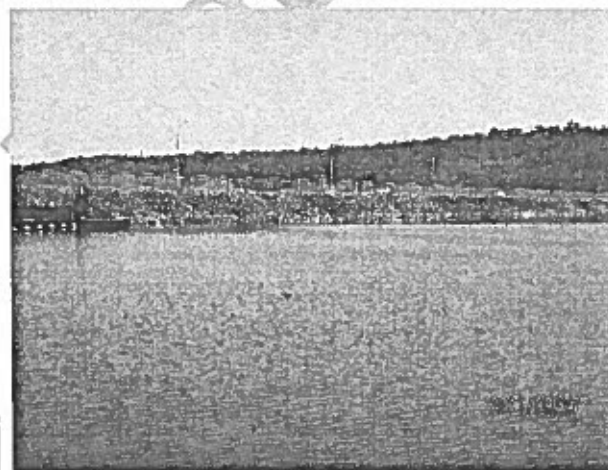


Foto 5 -UPA- BTE- 27SET11 n.0208 rjcardia



Foto 6 -UPA-BTE- 27SET11 n. 0210 rjcardia

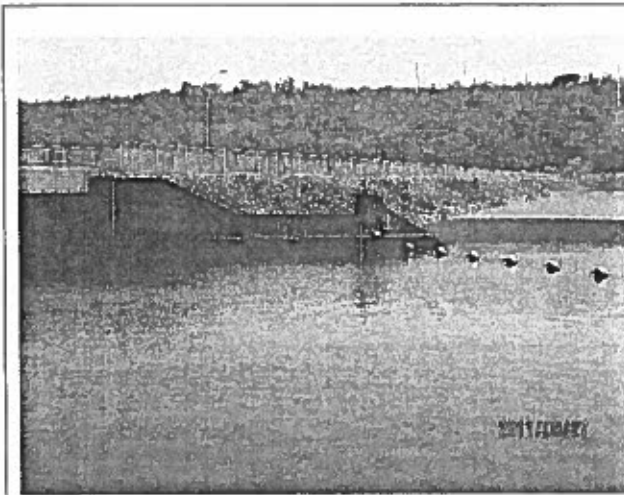


Foto 2 -UPA-BC -27SET11 n. 0215 rjcardia

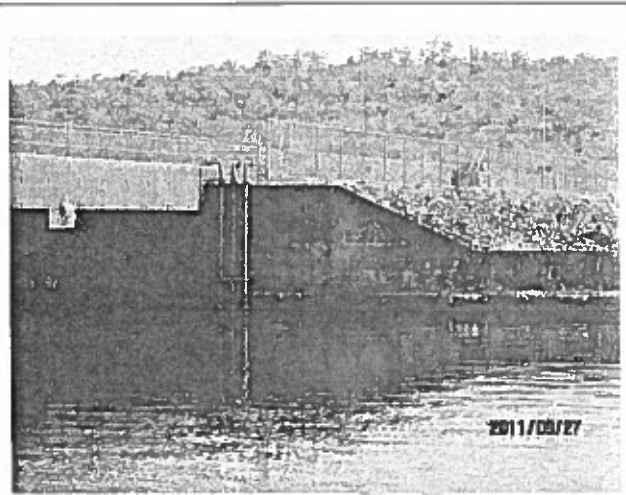


Foto 2 -UPA-BC-27SET11 n. 0218 rjcardia

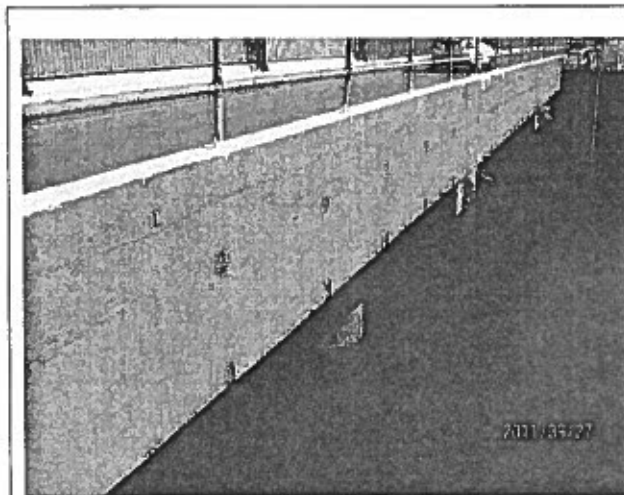


Foto 3 -UPA- BC- 27SET11 n. 0230 rjcardia

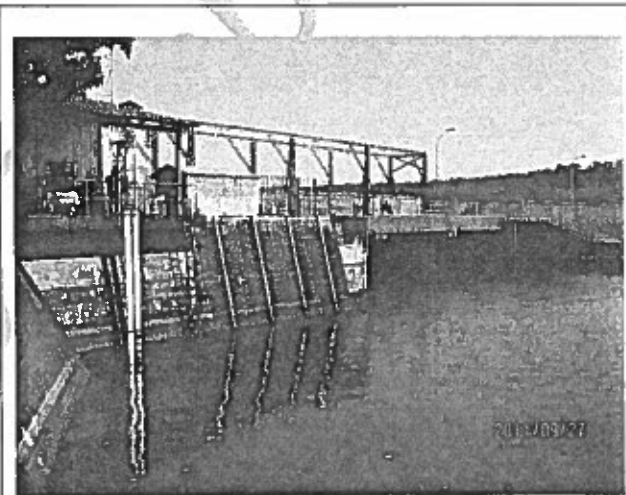


Foto 4 -UPA-BC- 27SET11 n. 0214 rjcardia

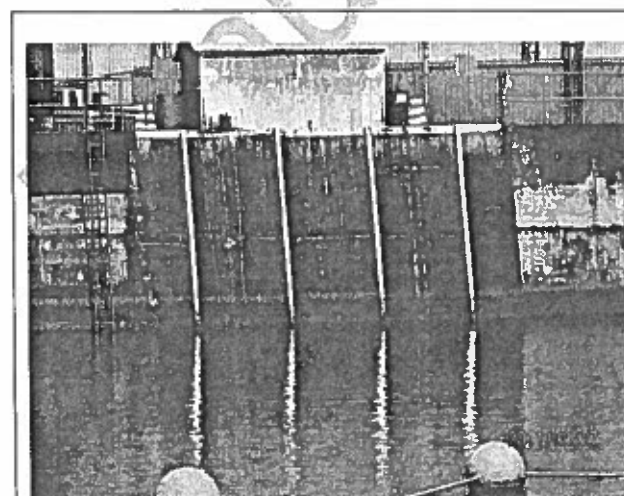


Foto 5 -UPA- BC- 27SE11 n.0206 rjcardia

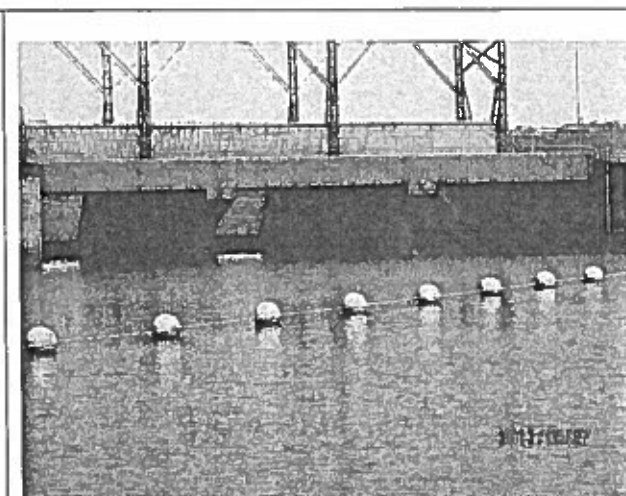


Foto 6 -UPA-BC- 27SET11 n. 0207 rjcardia



Foto 3 -UPA- CF-27SET11 n.0116 rjcardia

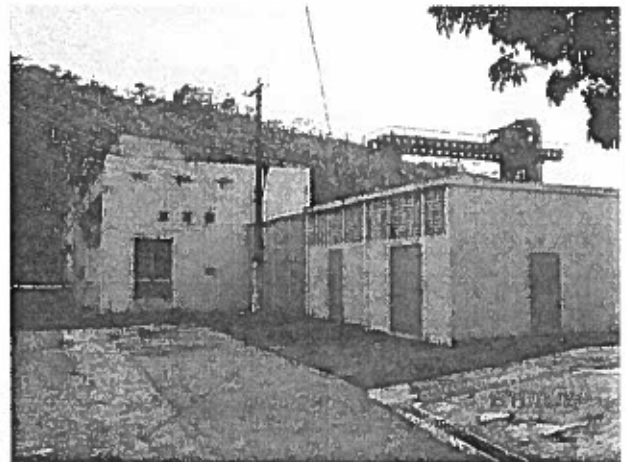


Foto 2 -UPA-CF-27SET11 n.0118 rjcardia

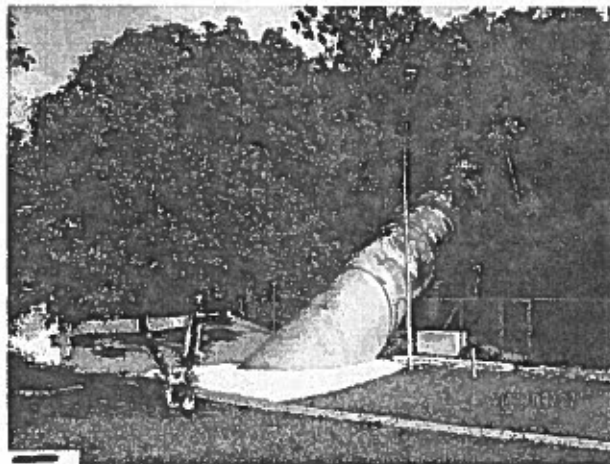


Foto 3 -UPA- CF- 27SET11 n. 0123 rjcardia

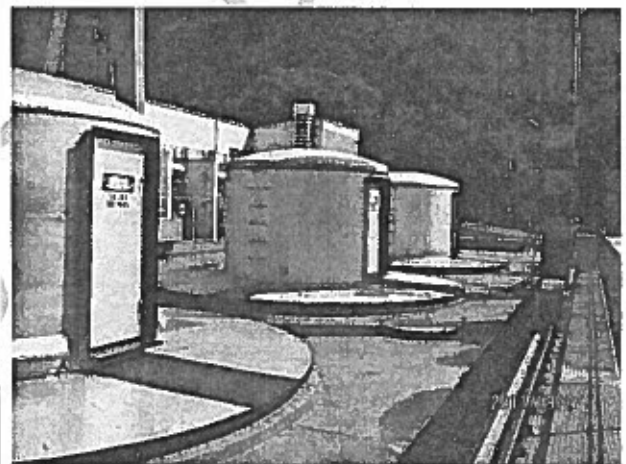


Foto 4. -UPA-CF- 27SET11 n.0127 rjcardia

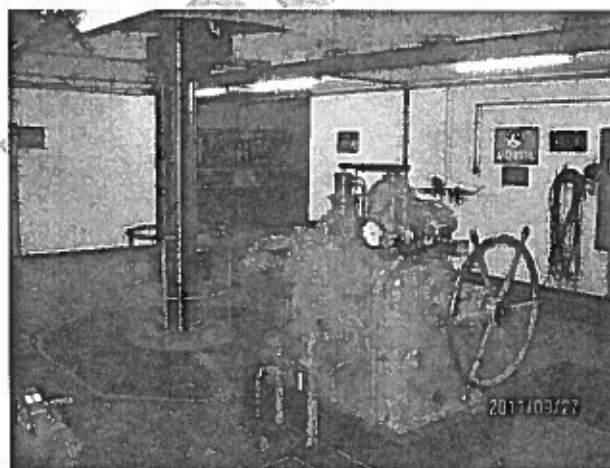


Foto 5 -UPA - CF- 27SET11 n.0183 rjcardia

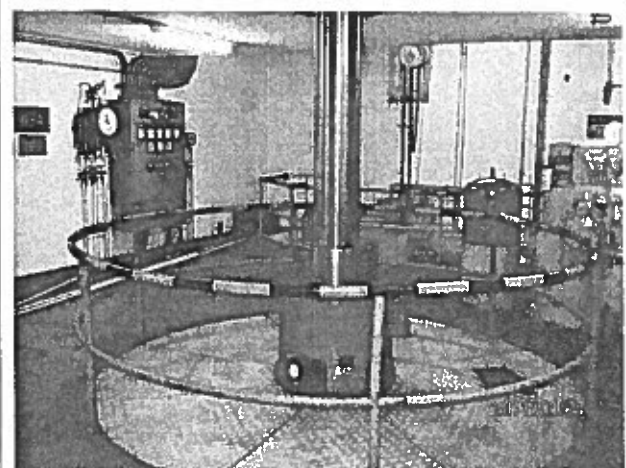


Foto 6 -UPA-CF- 27SET11 n. 0198 rjcardia

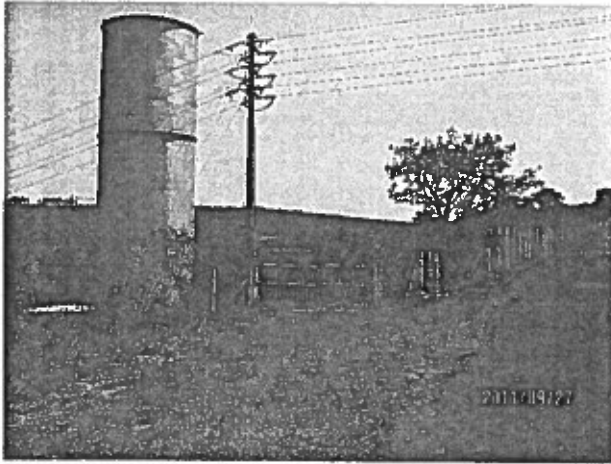


Foto 4 - UPA- AD-27SET11 n.0202 rjcardia

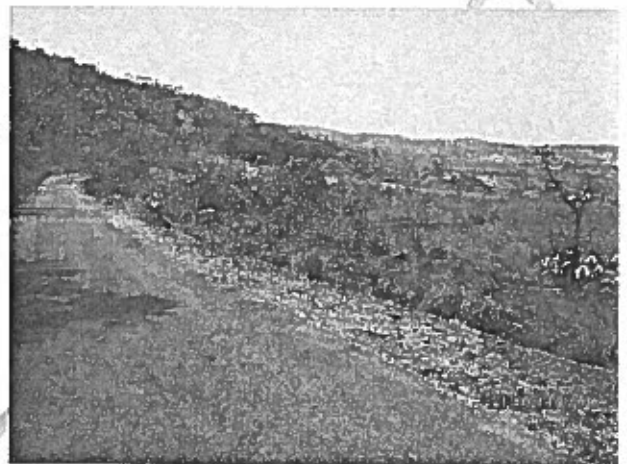


Foto 2 - UPA-AD-27SET11 n. 0201 rjcardia

Minuta de

Setor Protocolo Legislativo
RQ Nº 1412, 16
Folha Nº 97 B. E.

6.9. AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE

Na visita técnica de *Inspeção Visual* realizada à UHE PARANOÁ (26SET11), foram inspecionadas as condições aparentes de estabilidade das encostas naturais e taludes da Barragem de Terra e Enrocamento e na região da Tubulação Adutora e Conduto Forçado.

6.9.1. Área do Barramento

6.9.1.1. De maneira geral, visualmente não foram encontrados indícios de problemas para a estabilidade do maciço compactado. No entanto, há uma região próxima e até encostando na Ombreira Direita, onde se nota que a cobertura vegetal está mais verdejante, confirmando o aumento de saturação do aterro, devido contribuições do lençol freático. Sabe-se que, originalmente, já havia ocorrência de afloramentos de água na região da Ombreira Direita. A situação piorou com o enchimento do Reservatório, levando à manutenção e proteção local, com execução de valetas drenantes (tipo espinha de peixe), drenos sub-horizontais e instalação de Piezômetros, para monitoramento. Mas, aparentemente não houve conservação geral continuada e a vegetação tomou conta da área. Provavelmente, o sistema drenante deve estar com capacidade afetada pela penetração de raízes da vegetação, além de eventual preenchimento de vazios entre os grãos de areia, por parte do material colorido carreado. Dessa forma, o fluxo de água deve ter sido forçado a se deslocar em direção ao corpo da barragem, criando área afetada, principalmente no talude jusante. Essa situação deve ter reduzido um pouco a segurança da estrutura. Mas não se pode ter certeza do quanto isso seria. Para se tentar reverter a situação, deve ser providenciada manutenção imediata, com remoção da vegetação graúda e redução de vegetação rasteira, para garantir o acesso e inspeção local. Além disso, deve ser feita investigação das condições das valetas drenantes, pela abertura de covas ou poços exploratórios, verificando-se as condições de permeabilidade da areia. Se surgirem dúvidas quanto à real situação, pode ser retirada amostra e realizado ensaio laboratorial, para determinação da Permeabilidade e/ou teor de contaminação e/ou colmatção. Em caso mais grave, poderá se tornar necessária a ampliação e/ou substituição do sistema drenante.

6.9.1.2. Para atender exigência constante do Termo de Referência da Contratação, foi providenciado o estudo da estabilidade do aterro, por meio de modelagem matemática, usando-se a teoria de Spencer, com aplicação de 'software' específico, da Geo-slope.

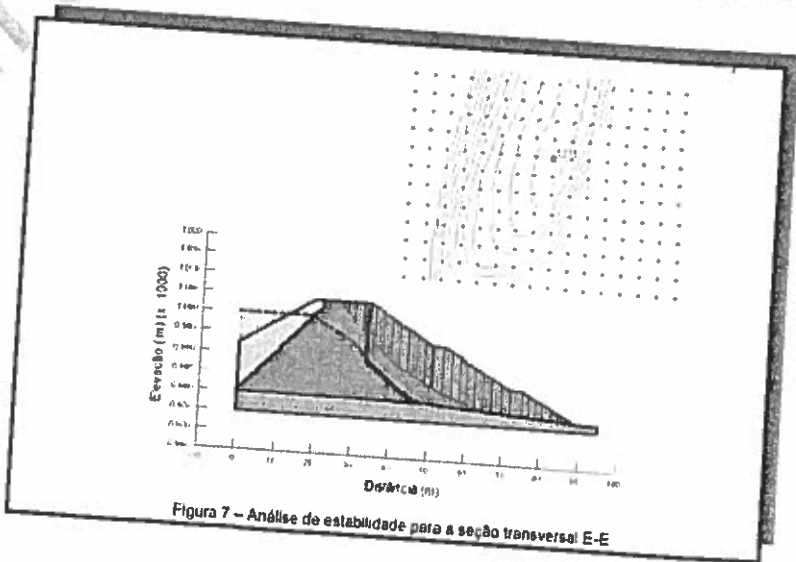
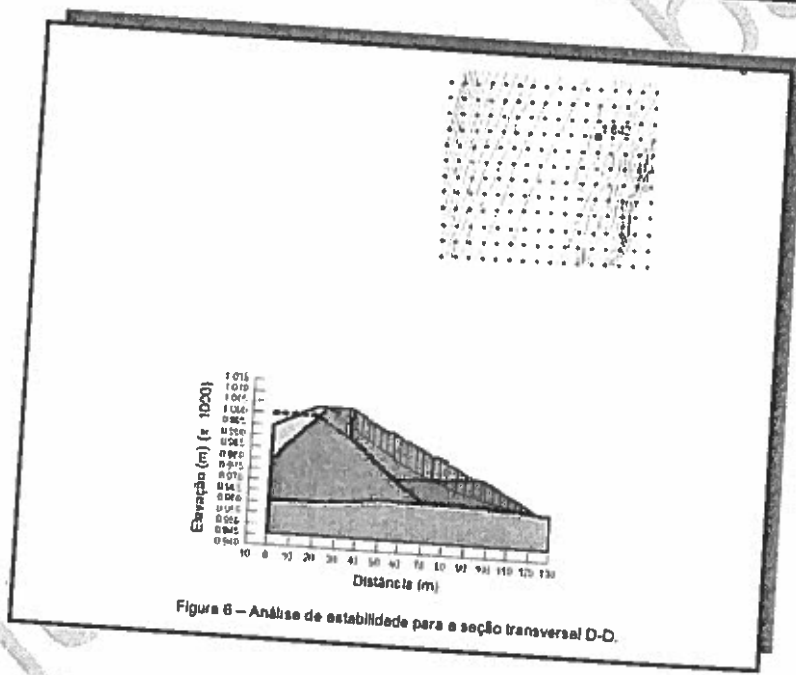
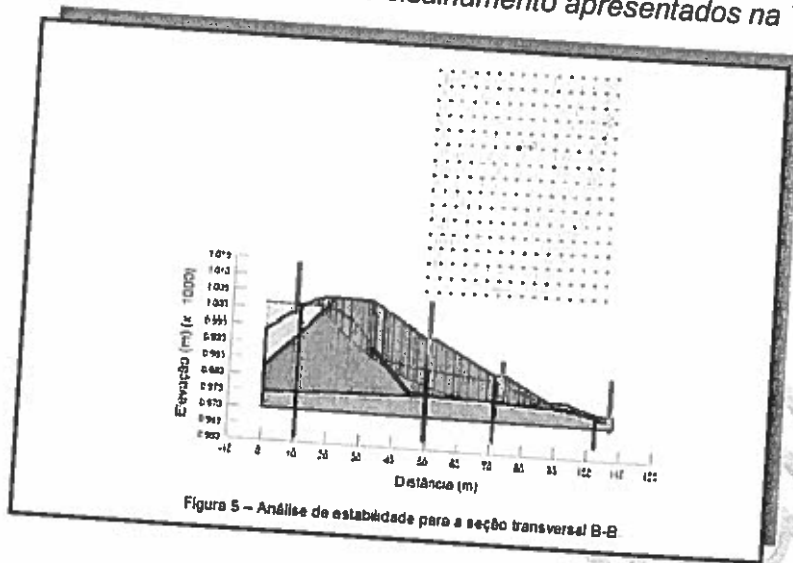
Tendo em vista que não foram retiradas novas amostras indeformadas para realização de ensaios laboratoriais, conforme orientação da equipe CEB-G, foram adotados (inicialmente) os parâmetros usados no estudo anterior, de 2002 (REZENDE, ABR02), com valores obtidos em ensaios realizados nas amostras retiradas naquela época. Os resultados da *Instrumentação de Auscultação* que foram fornecidos pela equipe CEB-G, para uso nos estudos de estabilidade, só chegaram até JAN02. Uma vez que o reservatório é a 'fio d'água', considerou-se que não deve ter ocorrido grande variação nos valores registrados de subpressão (ou de pressão de percolação).

As análises se basearam nas informações contidas no relatório da Domus, "*Diagnóstico das Condições de Segurança das Estruturas Civas*" (REZENDE, ABR02). Foram adotadas 03 (três) seções principais de estudo (B-B representando a região da Barragem próxima à ombreira direita); D-D na seção de maior altura; e E-E na região da Barragem próxima à ombreira esquerda da Barragem). E em apenas uma delas (B-B), existiam dados disponibilizados, dos piezômetros instalados em 1980 (PZ-01 a PZ-11), cujos resultados puderam ser usados nos estudos. Para as outras duas, os estudos foram realizados, considerando-se valores admitidos no relatório da Domus (REZENDE, ABR02).

Tabela 1. Resistência ao Cisalhamento - Parâmetros Adotados

Material	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)
Aterro	18,75	30,0	25,0
Enrocamento	22,0	0,0	43,0

As figuras 5 a 7 apresentam os resultados das análises de estabilidade nas quais se utilizou o conjunto de parâmetros de resistência ao cisalhamento apresentados na Tabela 1.

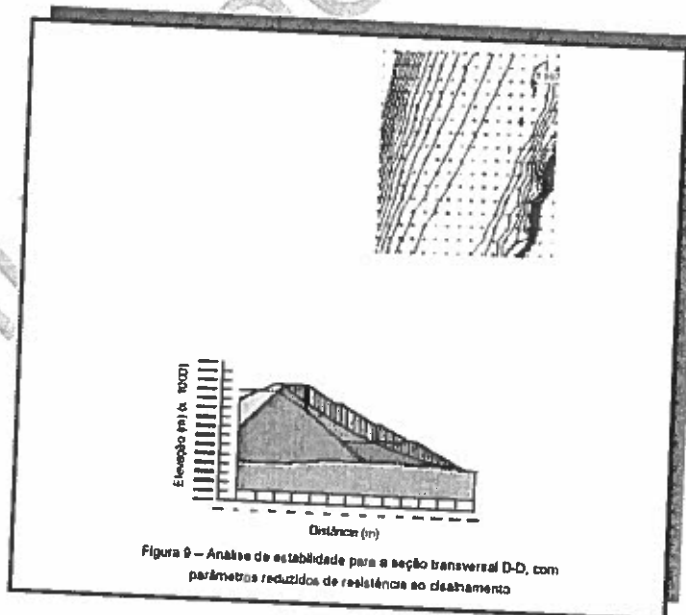
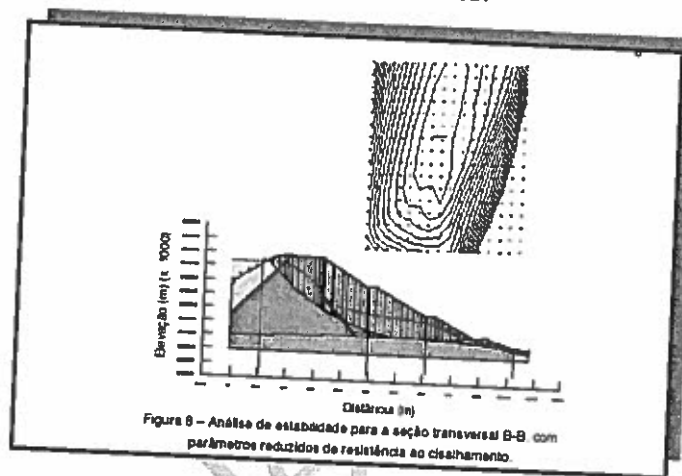


Sector Protocolo Legislativo
 RA Nº 1412/16
 Folha Nº 99 B/T

Para compensar a falta de dados mais recentes (de ensaios laboratoriais) para definição dos parâmetros geotécnicos de resistência ao cisalhamento, foi feita uma avaliação complementar, considerando uma deterioração nos materiais. Assim, para os parâmetros obtidos nos ensaios de 2002, foi considerado um fator de redução da ordem de 5%, para aplicação nos estudos das Seções B-B e D-D. Elas foram escolhidas, por terem: maior altura e terem apresentado menores valores para o Fator de Segurança, respectivamente. Essa redução foi aplicada diretamente nos valores de Coesão Efetiva e do Ângulo de Atrito Efetivo para o aterro. Essa redução pode ser considerada conservadora. Foram adotados os valores:

$$c' = 28,5 \text{ kPa e } \phi' = 23,75^\circ.$$

As figuras 8 e 9 apresentam os resultados das análises de estabilidade utilizando-se os parâmetros reduzidos de 5% para a resistência ao cisalhamento do aterro. Conforme citado anteriormente, estas análises foram realizadas para as seções B-B e D-D, de menor fator de segurança e maior altura da barragem, respectivamente.



Sector Protocolo Legislativo
 RR Nº 1412,16
 Folha Nº 100 Bete

Como Considerações Finais (PEREZ, 2011a), tendo por base os resultados dessas avaliações, foram registrados:

- As análises de estabilidade realizadas a partir dos parâmetros de resistência ao cisalhamento postulados no relatório da empresa Domus, resultaram em fator de segurança superior a 1,50, valor mínimo normalmente aceito para o período operacional de Barragens;

- Os resultados obtidos nas análises de estabilidade realizadas utilizando-se parâmetros reduzidos de resistência ao cisalhamento, com o intuito de verificar o eventual impacto da deterioração do aterro, indicam que para a seção transversal B-B o fator de segurança foi de aproximadamente **1,45**.

6.9.1.3. Para atender solicitação verbal do representante de CEB-G, foi providenciado mais um estudo adicional da estabilidade do aterro, por meio de modelagem matemática, usando-se a teoria de Spencer, com aplicação de 'software' específico, da Geo-slope. Desta feita, foi considerada a influência da elevação do *Nível Máximo Maximorum*, passando da elevação **1.000,80 manm** (usada nos estudos anteriores), para a cota **1.001,00 manm**.

Como Considerações Finais (PEREZ, 2011b), tendo por base os resultados dessas avaliações, foram registrados:

- As análises de estabilidade realizadas a partir dos parâmetros de resistência ao cisalhamento postulados no relatório da empresa Domus, resultaram em fator de segurança superior a **1,50**, valor mínimo normalmente aceito para o período operacional de Barragens;
- Os resultados obtidos nas análises de estabilidade realizadas utilizando-se parâmetros reduzidos de resistência ao cisalhamento, com o intuito de verificar o eventual impacto da deterioração do aterro, indicam que para a seção transversal B-B o fator de segurança foi de aproximadamente **1,45**.

6.9.2. Área da Tubulação

6.9.2.1. Foi percorrido o patamar onde se desenvolve o alinhamento da Tubulação Adutora e da Tubulação Forçada, verificando-se as condições locais, em busca de algum indicio de anomalia. No entanto, não foram encontrados indícios de condições que estivessem colocando em risco a estabilidade local.

Anteriormente já havia sido feita verificação do terreno no primeiro apoio (jusante do primeiro tramo de tubulação metálica adutora, após a saída da estrutura de concreto. Esse é o maior tramo, o qual passa sobre uma profunda ravina ou talvegue, por onde costuma escoar águas de enxurradas, oriundas da rodovia, trazendo material colorido (solo argiloso) carregado da área de duplicação da pista rodoviária. A erosão, então observada naquela época não progrediu e como a estrutura de rocha (metassiltito) apresentava condições favoráveis, não sendo facilitada a erosão, a equipe (PROMON, FEV81) considerou não haver problemas. Bastaria ser feita a recuperação do reaterro e manter em observação.

Há um local onde o corte em rocha foi muito justo e a Tubulação Adutora ficou assentada muito encostada. Como esse local poderia sofrer danos com eventual deslocamento do talude acima, é recomendável manter sua observação mensal, para antecipar necessidade de eventual manutenção.

Outro local a merecer atenção periódica, é o trecho de patamar que teve sua borda direita (descendente) erodida anteriormente. Segundo informações verbais, deve ser resultado de ocorrência com lagoa de estabilização do sistema de esgotos da cidade, que havia transbordado e derramado enxurrada, formada por onda de cheia, que desceu pela encosta, em direção ao antigo leito do rio. Se não houver progresso de escorregamento, não será necessária providência. No entanto, compensaria efetuar algum pequeno tratamento localizado, para desviar as enxurradas, e não permitir sua concentração.

Quanto à própria Tubulação, há necessidade de freqüente vistoria pela equipe de manutenção mecânica, para manter lubrificadas as juntas de expansão (flanges) e placas de

apoio, evitando esforços inadequados no metal. Não fazia parte do escopo deste contrato, o estudo de estabilidade estrutural da Tubulação. No entanto, isso deve ter sido realizado, por ocasião dos estudos de sua possível substituição, para ganho de potência na geração.

6.9.2.2. O talude íngreme, onde se situa a Tubulação Forçada, apresenta alguns danos por enxurradas e deveria receber algum tratamento, para desviar o fluxo das águas e/ou canalizar e reduzir a velocidade de escoamento e/ou a força erosiva da enxurrada, por trechos. Assim, seria evitado progresso de erosão (notada em alguns pontos) e não haveria risco de instabilização de base de apoios.

6.10. INSTRUMENTAÇÃO DE AUSCULTAÇÃO

Foi disponibilizada cópia (não preenchida) do Formulário usado para anotação das leituras no campo. Há divergência entre as numerações, visto que para *Piezômetros*, estão numerados PZ-1 a PZ-15, sendo que diversos deles, são duplos (com *Piezômetro Inferior e Superior*). Mas, no relatório da DOMUS, a numeração é diferente, devendo era verificada Qual a correta? Existem campos também, para medição de altura (m) para cálculo de *Vazão* (l/min) em Poços (1 a 3) e *Drenos* (1G a 4G). Adicionalmente, há campo para registro da 'Cota do Lago' na data da medição nos *Instrumentos de Auscultação*.

De acordo com o uso de *Sistema Internacional de Unidades - SI*, para vazões, deve ser usada a Unidade 'litros por segundo' (l/s). E a leitura de altura, normalmente é usada no caso de *Medidores de Vazão* com placa, onde há uma equação aferida, para o cálculo, usando-se a altura de lâmina d'água, acima do vértice do recorte da placa.

Verificou-se que os dados da *Instrumentação de Auscultação* anteriormente eram lançados em Planilha MS-Excel, mas (segundo informações verbais) o Banco de Dados estava extraviado.

6.10.1. DH - Dados Hidrometeorológicos

Para subsidiar avaliação do comportamento e da *Segurança* das estruturas, com base nos resultados fornecidos pela *Instrumentação de Auscultação*, devem ser verificadas possíveis influências externas (*Ações x Reações*). Essas informações são normalmente obtidas com Dados Hidrometeorológicos registrados por aparelhos instalados em uma *Estação Hidrometeorológica* e com registros anotados na *Sala de Comando*.

Normalmente, os Dados Hidrometeorológicos são obtidos em *Sensores de Nível, Régua Limnimétrica, Pluviômetro e Termometro*. Poderia ser prevista a instalação de *Sensores Hidrometeorológicos* ou *Estação Hidrometeorológica Compacta*, para o controle diário das condições hidrometeorológicas, de modo mais eficiente.

Os dados de DH disponíveis para subsídio aos estudos de comportamento da *Instrumentação de Auscultação*, se referem a:

- *Nível d'Água Montante*, em "manm";
- *Nível d'Água Jusante*, em "manm";
- *Somatória Diária de Precipitação Atmosférica*, em "mm".

Setor Protocolo Legislativo

AA Nº 1412/16
 Folha Nº 102 Betu

Outras informações que (se estiverem disponíveis, mas não são imprescindíveis e) podem ter utilidade no subsídio aos estudos, são aquelas referentes a:

- ✦ *Temperatura Ambiente* (Máxima e Mínima), em '°C';
- ✦ *Umidade Relativa do Ar* (Máxima e Mínima), em '%';
- ✦ *Duração de Precipitação Atmosférica*, em 'h:min'.
- ✦ *Condição e Intensidade de Vento*, em "direção e sentido" e "km/h".
- ✦ *Insolação* (Atividade Solar), em "minutos".

6.10.1.1. Níveis d'Água

Não foram recebidas todas as informações desejadas, por causa da dificuldade em localização do Banco de Dados. Assim, só foi possível incluir alguns poucos dados nos gráficos gerados, o que dificultou um pouco a avaliação.

Havia a Régua Limnimétrica para verificação de *Nível d'Água Montante*, na face esquerda da estrutura da TA-1. Existia outra Régua Limnimétrica na face esquerda do Pilar P1 do Vertedouro de Superfície, a qual estava necessitando de limpeza e manutenção. Para *Níveis d'Água*, observou-se quase estabilização a *Montante* (visto que o Reservatório é a 'Fio d'Água').

É evidentemente normal e repetitivo, o comportamento de leves oscilações de cotas a *Jusante*, principalmente em decorrência de aumento de vazão nas cheias e variação na quantidade de energia gerada diariamente. Há uma tendência de leve oscilação sazonal.

Tabela 6.10.1. UHE PARANOÁ
Valores⁽¹⁾ Extremos de Nível D'água / 01OUT08 a 30SET11

Extremo	Nível d'Água (manm)				OBS
	Dia(s)	Montante	Dia(s)	Jusante ⁽²⁾	
Superior	29JUN10	1.000,17			
Inferior	29OUT09	999,81			

OBS:

1. Foram poucos os dados recebidos para o período;
2. O *Nível Jusante* oficial se refere a leitura obtida na salda da Casa de Força e não reflete o nível a jusante da Barragem de Terra e Enrocamento, por estar em cota mais elevada, do terreno natural, bem mais a montante, sem lâmina d'água ao pé jusante do aterro. Não foram recebidos dados de jusante.

6.10.1.2. Chuva

Os valores de *Precipitação Pluviométrica* são coletados em *Pluviômetro* (que é aparelho totalizador de *Chuva*) sendo referentes ao período de vinte e quatro horas, de cada dia. Em períodos de baixa umidade relativa do ar e elevada temperatura ambiente, pode ocorrer acentuada evaporação da água, acarretando falseamento das medições, ao se usar *Pluviômetro* aberto e de pequena capacidade. Para se evitar isso, no recipiente de coletor aberto, poderá ser colocada fina camada de óleo no interior do aparelho, para formação de filme protetor.

Outra situação de leitura incorreta poderá ocorrer em períodos de intensas chuvas, nos casos em que ocorram valores de Precipitação superiores ao volume do recipiente usado, quando então, não será computada a quantidade de água que transborde. Para se evitar tal problema, são adotadas medições parciais, ao longo do dia.

No caso de não ocorrência de chuva, deverá ser registrado sempre o valor '0,00' (valor possível de grandeza medida nula), enquanto que o campo deixado em branco, significa ausência da atividade de medição e/ou falta de registro.

Não foram recebidos dados para o período total estudado. Considera-se que ocorreram *Chuvas* coerentes com o comportamento pluviométrico regional. Na Tabela 6.10.2. deveriam estar evidenciados:

- o maior valor acumulado diário; e
- o valor total que foi acumulado no período de doze meses (ou parcial), do Ano Hidrológico.

Tabela 6.10.2. UHE PARANOÁ / Chuva no Ano Hidrológico⁽¹⁾

Período	Valor Máximo Diário		Maior Valor Acumulado no Mês (mês/mm)	Acumulado No Período (mm)
	Data	(mm)		
01OUT08 a 30SET09				
01OUT09 a 30SET10				
01OUT10 a 30SET11				

OBS: (*) Não foram recebidos os dados para o período hidrológico.

Com os dados a serem obtidos, seria gerado o gráfico temporal [*Chuva* = *f* (*data*)] com os dados do valor acumulado diário de *Chuva*. Também seria preparada a representação gráfica seqüencial do valor acumulado ao longo de todo o intervalo de tempo abrangido no estudo, com o gráfico temporal [*ChuvaAcumulada* = *f* (*data*)]. No entanto, para obedecer ao padrão usado pela **RJC Engenharia**, as curvas seriam divididas nos intervalos de *Anos Hidrológicos*:

- ❖ 01OUT08 a 30SET09;
- ❖ 01OUT09 a 30SET10;
- ❖ 01OUT10 a 30SET11.

6.10.1.3. Temperatura do Ar Ambiente

Não foram disponibilizados os dados de *Temperatura Ambiente Máxima e Mínima*, que deveriam ser registradas ao longo do dia. Na ausência do registro, também deverá sempre ser deixado o espaço em branco, tendo em vista que '0,00' significa valor possível de grandeza medida, enquanto que, o campo deixado em branco, significa realmente, ausência de medição.

6.10.1.4. Umidade Relativa do Ar

Não foram disponibilizados os dados de *Umidade Ambiente Relativa*, que deveriam ter sido medidas e/ou calculadas e registradas ao longo do dia. Na ausência do registro de *Umidade Ambiente Relativa*, também deverá sempre ser deixado o espaço em branco, tendo em vista que '0,00' significa valor possível de grandeza medida, enquanto que, o campo deixado em branco, significa realmente, ausência de medição.

Setor Protocolo Legislativo

RQ Nº 1412/16

Folha Nº 104 Bete

6.10.2. Drenagem: MV – Medidor de Vazão

6.10.2.1. Há poço de drenagem (Poço 1 a Poço 3) em meio ao mato à direita e montante do terminal muito alto de *Piezômetro* da Ombreira Direita. Há necessidade de manutenção nos terminais e melhoria nas condições de acesso e Conservação Geral da área. Em terminal de drenagem superior na Ombreira Direita o primeiro tubo de PVC apresentava artesianismo vertente, sendo obtidos os valores: $v = 5,9 \text{ l} / \Delta t = 5,09 \text{ s} \rightarrow q = 1,159 \text{ l/s}$. O segundo tubo registrou: $v = 4,8 \text{ l} / \Delta t = 6,34 \text{ s} \rightarrow q = 0,757 \text{ l/s}$.

6.10.2.2. Na parede esquerda do Poço de Acesso à Galeria de Desvio, existem os terminais de saída das águas do sistema de drenagem ao pé jusante da barragem de terra e Enrocamento.

Deveriam ser feitas, no mínimo, as medições Quinzenais de vazões na saída da Galeria de Desvio (Poço 1 a Poço 3) e na saída do sistema de drenagem da Ombreira Direita (Dreno 1G a Dreno 4G). Na realidade, por se tratarem de sistemas de medição de vazão, no tipo *Medidor de Vazão* tipo Tubo, deveria ser adotada numeração com sigla **MV**.

Foi fornecida cópia digital de formulário de leitura, sem data, mas com indicação de se tratar de um mês de Janeiro (ano 2011?). Não foi anotada a Cota Montante. As leituras estavam de forma inadequada, em relação ao Formulário (o qual já não é adequado, por si só). A Unidade de altura, para medição é (m) no caso de Medidor do tipo Placa. Como foram usadas vasilhas e tempo, no caso de vazão em tubo, não houve a indicação das unidades em todos os campos (litros?) e muito menos os tempos gastos no acúmulo daqueles volumes citados. Parece que é usado tempo padrão (15 s? 50 s?), mas pode estar impreciso?. As leituras registradas foram:

Poço de Drenagem:

- Poço-1 $v = 65 \text{ l} / \Delta t = 50 \text{ s} ? \rightarrow q = 1,300 \text{ l/s}$;
- Poço-2 $v = 40 \text{ l} / \Delta t = 50 \text{ s} ? \rightarrow q = 0,800 \text{ l/s}$;
- Poço-3 $v = 1,5 \text{ l} / \Delta t = 50 \text{ s} ? \rightarrow q = 0,030 \text{ l/s}$;

Dreno:

- Dreno-1G $v = 4 \text{ l} / \Delta t = 50 \text{ s} ? \rightarrow q = 0,080 \text{ l/s}$;
- Dreno-2G $v = 1 \text{ l} / \Delta t = 50 \text{ s} ? \rightarrow q = 0,020 \text{ l/s}$;
- Dreno-3G $v = 1 \text{ l} / \Delta t = 50 \text{ s} ? \rightarrow q = 0,020 \text{ l/s}$;
- Dreno-4G $v = 1 \text{ l} / \Delta t = 50 \text{ s} ? \rightarrow q = 0,020 \text{ l/s}$.

Sector Protocolo Legislativo

RQ Nº 412 / 2016

Folha Nº 105 B16

Os valores obtidos por ocasião da Inspeção (29SET11) foram:

- MV-1G (com carreamento colorido – FCA?) $v = 4 \text{ l} / \Delta t = 55,03 \text{ s} \rightarrow q = 0,073 \text{ l/s}$;
- MV-2G (tubo de concreto com boca quebrada e com crescimento de vegetação) $v = 0,40 \text{ l} / \Delta t = 39,80 \text{ s} \rightarrow q = 0,010 \text{ l/s}$;
- MV-3G (com carreamento colorido – FCA?) $v = 12 \text{ l} / \Delta t = 15,70 \text{ s} \rightarrow q = 0,764 \text{ l/s}$;
- MV-4G $v = 0,25 \text{ l} / \Delta t = 14,25 \text{ s} \rightarrow q = 0,018 \text{ l/s}$.
- A vazão total drenada nos quatro tubos (sem considerar as vazões escoando pelas canaletas e piso da Galeria) era da ordem de $\rightarrow q = 0,865 \text{ l/s}$.

6.10.3. Pressão de Percolação e/ou Subpressão: PZ – Piezômetro de Tubo

Foi fornecida cópia digital de formulário de leitura, sem data, mas com indicação de se tratar de um mês de Janeiro (ano 2011?). Não foi anotada a Cota Montante. As leituras estavam indicando a medição em data anterior (não identificada) e a atual na data também não identificada (JAN11?). Nas colunas do Formulário (o qual já não é adequado, por si só), a Unidade de medição é (m) e não há coluna para conversão em grandeza de interesse: *Cota*

Piezométrica ou *Pressão de Coluna de Água*. Há apenas a distância em relação à Boca do Tubo e a posição da água no interior do tubo.

De maneira geral, houve um aumento na leitura, o que indicaria rebaixamento na *Cota Piezométrica* (provavelmente com redução no Nível Montante, entre as duas datas de medição (não registradas).

Para alguns *Piezômetros* (PZ-3I, PZ-4S, PZ-5S, PZ-9I), ocorreu variação inversa, mas pode ser considerado que variações de até 50 mm (ou 5 cm) podem se tratar apenas de imprecisão. A maior redução foi registrada para o PZ-6S, passando de $\ell = 7,20$ m para $\ell = 6,65$ m.

Para PZ-13 e PZ-14 as indicações são: "Vazio". Provavelmente signifique que não houve contato com a água, que o *Piezômetro* pode ser considerado SECO. E para o PZ-15, cuja leitura anterior havia sido de 24,3 m, não foi registrada a leitura, nem indicada a causa de ausência.

Conforme se verificou por ocasião da Inspeção (29SET11), o Indicador de Leitura de Nível d'Água (*Pio Elétrico*) disponível não estava em condições adequadas. A ponteira era grande, o cabo era grosso e a indicação do contato com água era visualizada em multímetro. Notou-se deficiência em remendo no cabo, no contato a 0,25 m. Há necessidade da aquisição de novo conjunto. Na realidade, como quem tem um não tem nenhum, deveriam ser adquiridos dois conjuntos, para se garantir que não ocorra período sem medições. Por exemplo, pode ser consultada a AgSolve (www.agsolve.com.br) para verificar as condições do Indicador Solinst Mod. 101, 102 ou 107.

Foi feita (29SET11) tentativa de leitura em *Piezômetros*, sendo registrado:

Setor Protocolo Legislativo

RA Nº 14121/16

Folha Nº 106 BGT

6.10.3.1. No primeiro terminal de montante (P1/P2) PVC de 19 mm (3/4") houve dificuldade de descida da ponteira do *Pio Elétrico*, devido ao engrossamento do cabo, no local de reparo. Assim, não foi possível a leitura;

6.10.3.2. Há terminal muito alto de *Piezômetro* da Ombreira Direita. Há outro terminal mais rebaixado de *Piezômetro* escondido em meio ao mato alto. Não houve condições de acesso e de medição. Há necessidade de manutenção nos terminais e melhoria nas condições de acesso e Conservação Geral da área.

6.10.3.3. No terminal da Ombreira Direita, o tubo de PVC também é de 19 mm (3/4") e assim, houve dificuldade de descida da ponteira do *Pio Elétrico*, além de falha na identificação do sinal, com variação se o ponto seria a 8,5 m ou a 12,0 m de profundidade;

6.10.3.4. No terminal indicado como P8/P9 existem dois tubos PVC situados 0,25 m abaixo do topo do tubo metálico de proteção, o que dificulta a precisão do ponto de leitura. Para abertura da grande tampa metálica há necessidade do apoio de Chave Inglesa de 0,61 m (24") e poderia ser aplicado tratamento antiferrugem na rosca. As leituras indicaram:

- ❖ Direita = PS-1 → $\ell = 4,67$ m (?) ou → $\ell = 29,23$ m (?). Houve imprecisão e indefinição no resultado, por falha no Indicador. Não foi possível obter o valor da profundidade ou comprimento do tubo, uma vez que seu valor é superior ao comprimento do cabo disponível (de 36 m);
- ❖ Esquerda = SPR-1 → $\ell = (?)$. Não foi possível medir a profundidade. Observou-se que o cabo ficou molhado, mas não houve indicação de contato confiável. Foi feito teste com o *Pio Elétrico* nas águas do Reservatório Montante, sendo obtido: escala 200 k, variação de 1 → 88.

6.10.4. Controle Topográfico de Movimentos

Foi buscada informação sobre a situação de sistema existente para o *Controle Topográfico*. Deve ser confirmada a existência de Banco de dados e a qualidade dos resultados (em função da qualidade dos equipamentos, da equipe e dos procedimentos usados). Eventualmente seja necessária a implantação de nova referência aos futuros levantamentos. No entanto, deve ser salientado que a precisão obtida para *Recalques* pode não ser a adequada, no caso dos *Nivelamentos (Movimento Vertical)* dos *Marcos Superficiais* serem feitos com *Estação Total*, com tripé, e com *Alvo Refletivo* (dois tamanhos de hastes) e também com *Miniprisma*. Para uma precisão mais adequada, é recomendado o uso de *Nível Eletrônico Digital* com Régua ou *Mira Invar* e dotada de *Escala em Código de Barras*, para leituras e registros automáticos (reduzindo o risco de erro de leitura e de anotação). Eventualmente, possa ser usado *Nível Ótico* tipo N-2.

Uma vez que: não existe *Medidor de Recalque* no Aterro; que há intenso tráfego de veículos pela crista; e que há carreamento de material colorido (FCA?) pelos sistemas de drenagem, o controle topográfico de movimentação poderia ser um modo de se garantir o monitoramento do maciço.

6.10.6.1. MB – Marco Básico

Foi vistoriado o pilarete do *Marco Básico (MB)* ou Referência de Nível (RN), instalado na Ombreira Direita, e que pode ser usado no controle de *Deslocamentos* dos *Marcos Superficiais*. Notou-se que existem suspeitas de falta de qualidade no referencial. Não se sabe como ele é internamente. Foi realmente feita a perfuração para instalação da armadura e fixação adequada na rocha sã? Ou é apenas apoio superficial?

Se não existirem desenhos de instalação corretos haverá necessidade de execução de novo(s) *Marco(s) Básico(s) - MB* e provavelmente, de *Referência Profunda de Nível – RP*.

6.10.6.2. MS – Marco Superficial

Notou-se que existem suspeitas de falta de qualidade nos *Marcos Superficiais - MS* instalados na região do *Barramento* e não há certeza se existem Marcos na região do patamar da Tubulação Aduutora é no talude do *Conduto Forçado*.

Para controle de movimentos horizontais (Montante / Jusante) até poderia ser usada a *Estação Total*, mas, é preferível o uso de *Nível Digital*, com Régua Horizontal deslizante, para fixação de mini-haste. No entanto, para seu uso, o *Marco Superficial* deve ser adaptado, para encaixe do equipamento.

Setor Protocolo Legislativo

RQ nº 1412, / 16
Folha nº 107 Bete

6.11. CHECKLIST

6.11.1. Definição da Área de Inspeção

Para facilidade de orientação e delimitação dos locais importantes para *Inspeção Visual*, normalmente constuma ser preparada uma '*Planta da Área de Segurança*' ou *Planta Geral – Limpeza e Conservação da Barragem e Área a Jusante*'. Para aquela área também devem ser seguidas, as Recomendações para Conservação Geral, Manutenção e Limpeza (principalmente para facilitar atividades na *Área de Inspeção*).

Notar que, conforme bibliografia internacional, considera-se necessário manter em observação, área com extensão (a partir do pé da estrutura) variando entre uma e duas vezes a altura da estrutura ou do monólito, por aquela seção. Para Barragens de Terra, há a opção de se considerar uma extensão para jusante do pé do aterro, equivalente ao comprimento de metade da base do aterro (distância entre linha de eixo e o pé de jusante).

Adicionalmente, como prática nacional, considera-se como dimensão útil a extensão de até "20 m" (normalmente na região próxima à *Ombreira*, onde a altura do aterro tende a se reduzir a zero). Ainda, locais importantes com condições especiais tais como: *Bacia de Dissipação, Adutoras, Canais, Erosão, Surgência*, etc, também podem ser demarcados (usando a mesma sistemática), mesmo em distâncias maiores do que aquelas anteriormente citadas, tendo em vista necessidade de garantia de controle da *Segurança*. No caso de *Barragens de Concreto*, em condições normais, a faixa pode ser reduzida, ficando com uma extensão de até "5 m".

6.11.2. Definição Padronizada

Para facilitar a orientação sobre fatos importantes a serem observados durante *Inspeção Visual* e também padronizar o registro dos fatos, possibilitando avaliação mais ágil de eventuais tendências, foi desenvolvido formulário tipo "**CHECKLIST**" (CARDIA, 1983).

Para definir um padrão, a metodologia se baseou em Recomendações e Manuais, emitidos por organismos internacionais (US BoR, USACE, TVA, etc), em Especificações e Recomendações de Projetistas, em Bibliografia disponível e principalmente na experiência do autor, na adaptação dessas sistemáticas divulgadas e às necessidades e disponibilidades, nas Usinas Hidrelétricas e na Companhia Proprietária.

O Formulário Padrão contém diversas afirmações referentes a problemas e fenômenos adversos passíveis de ocorrência ou situações já observadas em *Barragens*, as quais devem ser indicadas por marcação de 'X' em alternativa mais representativa das condições encontradas por ocasião das *Inspeções Visuais* (normalmente, durante as *Inspeções Rotineiras - Mensais*):

[NO] = NÃO OBSERVADA (Não foi constatada ocorrência do problema descrito);

[PV] = PRIMEIRA VEZ (Foi constatada pela primeira vez, a ocorrência do problema descrito);

[AM] = AUMENTOU (Foi percebido, visualmente, aumento na ocorrência do problema descrito);

[PC] = PERMANECEU CONSTANTE (Não foi percebida, visualmente, alteração na ocorrência do problema descrito);

[DM] = DIMINUIU (Foi percebida, visualmente, diminuição na ocorrência do problema descrito);

[DS] = **DESAPARECEU** (Foi executada manutenção, ou naturalmente houve interrupção na ocorrência do problema descrito);

OBS:

1. Notar que ao ser assinalada uma resposta, considera-se que a Inspeção Visual no local do item foi realmente executada.

Caso não tenha sido possível efetuá-la (por exemplo, falta de visualização do perfil vertente devido à comporta de *Vertedouro* estar aberta, etc) deve ser anotada essa informação na linha de "**Comentários**" ao invés de apenas assinalar "[NO]".

Esta alternativa sozinha, significa que não foi constatada/visualizada nenhuma anomalia, na *Inspeção Visual* (realmente) feita.

2. Já foi levantada dúvida quanto ao uso da alternativa "[PV] = PRIMEIRA VEZ", no caso de retorno de ocorrência do problema. Eventualmente poderia ser alterada para "[PV] = PROBLEMA VIZUALIZADO", "[PV] = PRIMEIRA VEZ/PROBLEMA VOLTOU" ou outra codificação equivalente.
3. Considera-se que o documento tem de ser dinâmico. Assim, com o uso e a experiência das pessoas, podem surgir dúvidas e sugestões, tornando necessária uma revisão na definição e composição do **CHECKLIST** como um todo, após período de no mínimo um ano de uso.

6.11.3. Padrão Usado para a UHE PARANOÁ

Foi encontrado Formulário adaptado por MELLO (s/d) a partir de modelo desenvolvido por CARDIA, 1983. Não houve confirmação se o Formulário foi realmente usado.

A seguir, estão apresentadas as páginas do modelo de formulário preparado por **RIC Engenharia**, para documentar os resultados da *Inspeção Visual* de 26 a 29SET11, na forma de "**Checklist**", para a UHE PARANOÁ (UPA).

Apesar de que algumas ocorrências já são antigas e conhecidas (conforme antigo modelo de Checklist), por se tratar da primeira edição do novo *Checklist*, as respostas para os diversos itens ficam sendo adotadas como "PV – PRIMEIRA VEZ (ou PROBLEMA VISUALIZADO)". Inclusive, porque não foram encontradas cópias do modelo original, que tivessem sido utilizadas e pudessem indicar a situação anterior. Eventualmente aquele modelo de formulário foi preparado mas pode não ter sido posto em uso. Ou as vias usadas foram extraviadas.

OBS: No *Apendice* a seguir, foram apresentadas as 4 folhas citadas.

Setor Protocolo Legislativo
RR nº 14121 / 6
Folha nº 109 Bete

CHECKLIST DE INSPEÇÃO VISUAL		Revisão/Data: R.0.0 / 11DEZ11
Inspetor (nome): Ruben JR Cardia	Aprovado:	Período/Data: 26 a 29/

1. RESERVATÓRIO

1.1 Erosões e Deslizamentos nas Margens do Reservatório, a Montante, nas Proximidades do Barramento

Resposta: NO PV PC AM DM

DS

Comentário: _____

1.2 Presença de Troncos, Detritos, etc, Junto as Grades da Tomada d'Água

Resposta: NO PV PC AM DM

] DS

Comentário: Não havia fluxo pois as Unidades estavam paradas.

1.3 Outros / Diversos

Comentário: _____

2. OMBREIRAS E MARGENS (DIREITA E ESQUERDA)

2.1 Condição dos Acessos Viários.

Resposta: NORMAL DEFICIENTE

Comentário: _____

2.2 Erosões e Deslizamentos nos Taludes das Ombreiras e Margens

Resposta: NO PV PC AM DM DS

Comentário: _____

2.3 Surgências no Terreno ou na Rocha

Resposta: NO PV PC AM DM DS

Comentário: Escorre água em meio à vegetação jusante direita. Escorre colorido (FCA/FeO?).

2.4 Outros / Diversos

Comentário: Na ocasião, a vegetação estava muito alta, impedindo a inspeção no Sistema de Drenagem da OD

3. BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO

3.1 Deterioração e Erosão no Enrocamento Montante (Riprap)

Resposta: NO PV PC AM DM DS

Comentário: _____

3.2 Trincas e Fissuras nas Estruturas de Concreto

Resposta: NO PV PC AM DM DS

Comentário: _____

3.3 Instrumentação (PZ, MV) – Acessos, Identificação, terminais

Resposta: NORMAL INADEQUADO

Comentário: _____

Setor Protocolo Legislativo

RK Nº 1412 / 16
Folha Nº 170 Betu

UPA – Pequena Central Hidrelétrica Paranoá

CHECKLIST DE INSPEÇÃO VISUAL		Revisão/Data: R.0.0 / 11DEZ11
Inspetor (nome): Ruben JR Cardia	Aprovado:	Período/Data: 26 a 29

3.4 Situação da Galeria de Desvio – Acesso, Iluminação, Ventilação, Limpeza
Resposta: NORMAL INADEQUADO
Comentário: Existe madeiras apodrecidas. Piso alagado. Escoamento inadequado. Luz ruim

3.5 Ocorrência de Água Turva e/ou com Partículas Sólidas nos Terminais de Vazão
Resposta: NO PV PC AM DM DS
Comentário: Escorre água em meio à vegetação jusante direita. Escorre colorido (FCA/FcO?).

3.6 Outros / Diversos
Comentário: _____

4. VERTEDOURO, PONTE, CALHA E TOMADA D'ÁGUA

4.1 Deterioração e Erosão nas Superfícies de Concreto
Resposta: NO PV PC AM DM DS
Comentário: Existem quebras de bordas de reparos, ferros aparentes e juntas desgastadas

4.2 Trincas e Fissuras nas Estruturas de Concreto
Resposta: NO PV PC AM DM DS
Comentário: Aparentemente inalteradas, devem ser de origem térmica

4.3 Infiltrações e Carbonatações nas Estruturas de Concreto
Resposta: NO PV PC AM DM DS
Comentário: Continuam nos Muros da Calha

4.4 Aberturas Acentuadas das Juntas de Dilatação
Resposta: NO PV PC AM DM DS
Comentário: _____

4.5 Quebra e Movimentação de Blocos de Rocha nos Taludes Laterais (Jusante)
Resposta: NO PV PC AM DM DS
Comentário: Abertura em leque, da Vazão descarregada no VS dá impacto na rocha a jusante

4.6 Outros / Diversos
Comentário: Necessidade de estudo adicional para avaliar se as irregularidades superficiais na Calha são causadas por Abrasão, e/ou Cavitação e/ou Reação Água-Pirita (como na Barragem Descoberto)

5. TUBULAÇÃO ADUTORA, CHAMINÉ E CONDUTO FORÇADO

5.1 Condição dos Acessos à Saída do trecho em Túnel
Resposta: NORMAL DEFICIENTE
Comentário: Por cima, não foi identificada trilha de acesso na vegetação alta e por jusante há uma grande ravina, onde a tubulação passa em vão livre.

5.2 Condição do Acesso e da Tubulação Adutora
Resposta: NORMAL DEFICIENTE
Comentário: _____

Setor Protocolo Legislativo
RQ nº 14121/16
Folha nº 111 Bete

CHECKLIST DE INSPEÇÃO VISUAL		Revisão/Data: R.0.0 / 11DEZ11
Inspetor (nome): Ruben JR Cardia	Aprovado:	Período/Data: 26 a 29!

- 5.3** Recalques e Deslocamentos nos Blocos de Ancoragem ou de Apoio
 Resposta: NO PV PC AM DM DS
 Comentário: Visualmente normal, apesar de alguns locais com quebra de revestimento e ferragem aparente.
- 5.4** Condição dos Acessos à Chaminé de Equilíbrio
 Resposta: NORMAL DEFICIENTE
 Comentário: _____
- 5.5** Trincas nas Estruturas de Concreto da Chaminé e Casa de Válvula
 Resposta: NO PV PC AM DM DS
 Comentário: Fissuras na crista do muro de concreto da base
- 5.2** Condição do Acesso e do Conduto Forçado
 Resposta: NORMAL DEFICIENTE
 Comentário: Existe erosão hídrica no acesso.
- 5.7.** Outros / Diversos
 Comentário: _____

6. CASA DE FORÇA E CANAL DE FUGA

- 6.1.** Deterioração e Erosão nas Superfícies de Concreto e/ou Edificação
 Resposta: NO PV PC AM DM DS
 Comentário: _____
- 6.2.** Trincas e Fissuras nas Estruturas de Concreto e/ou Edificação
 Resposta: NO PV PC AM DM DS
 Comentário: _____
- 6.3.** Infiltrações e Carbonatações nas Estruturas de Concreto e/ou Edificação
 Resposta: NO PV PC AM DM DS
 Comentário: Poucas ocorrências, normais
- 6.4.** Recalques e Deslocamentos nas Estruturas de Concreto e/ou Edificação
 Resposta: NO PV PC AM DM DS
 Comentário: Calçada externa montante da CF com trincas e afundamentos.
- 6.5.** Aberturas Acentuadas das Juntas de Dilatação
 Resposta: NO PV PC AM DM DS
 Comentário: Movimentação sazonal e bordas muito afastadas (originalmente?) na escada de acesso ao piso das máquinas, área de montagem e oficina
- 6.6** Deterioração e Erosão nas Superfícies de Concreto no Canal de Fuga
 Resposta: NO PV PC AM DM DS
 Comentário: Tubo de Sucção e Laje jusante com irregularidades superficiais, que podem ser causadas por Reação Água-Pirita e deve ser investigada.
- 6.7** Outros / Diversos
 Comentário: _____

Setor Protocolo Legislativo
 RK Nº 1412 / 16
 Folha Nº 112 Bete

CHECKLIST DE INSPEÇÃO VISUAL		Revisão/Data: R.0.0 / 11DEZ11
Inspetor (nome): Ruben JR Cardia	Aprovado:	Período/Data: 26 a 29

7. INSTRUMENTAÇÃO DE AUSCULTAÇÃO / GERAIS / OBSERVAÇÕES DIVERSAS

7.1 Condições de Acesso (e Segurança) aos Terminais de *Instrumentos de Auscultação*

Resposta: NORMAL DEFICIENTE

Comentário: Terminal na Ombreira Direita muito alto e em meio ao mato

7.2 Condições de Identificação (e Proteção) nos Terminais de *Instrumentos de Auscultação*

Resposta: NORMAL DEFICIENTE

Comentário: _____

7.3. Condição de Leitura nos *Instrumentos de Auscultação*

Resposta: NORMAL DEFICIENTE

Comentário: Indicador de Nível d'Água defeituoso deve ser substituído

7.4. Situação dos Equipamentos de Segurança Pessoal (EPC / EPI)

Resposta: NORMAL DEFICIENTE

Comentário: _____

7.5. Situação dos Equipamentos de Leituras dos *Instrumentos de Auscultação*

Resposta: NORMAL DEFICIENTE

Comentário: Falha no Pio Elétrico do Indicador de Nível d'Água - INA

7.6. Sugestões e/ou Recomendações Para Serem Evitados e/ou Eliminados Atos ou Situações Inseguras, Que Envolvam Risco de Acidente (CIPA)

Comentário: _____

7.7. Outros Problemas Existentes, Mas Não Abordados na Atual Revisão Deste Checklist

Comentário: Em se tratando da primeira edição do Checklist, as respostas para diversos itens ficam sendo adotadas como "PV".

l:\rj\Bauru, SP\IR.0\ChecklistUPA.doc\11DEZ11

Setor Protocolo Legislativo

Ra Nº 1412 / 16
Folha Nº 113 Betu

6.12. COMENTÁRIOS ADICIONAIS / PROCEDIMENTOS DIVERSOS

A seguir estão apresentados comentários adicionais, procurando servir de documentação dos procedimentos existentes, para subsidiar eventual estudo por parte do pessoal envolvido com *Segurança de Barragem*.

6.12.1. Deverá ser desenvolvido (se necessário, por Empresa terceirizada), o *Plano de Ação Emergencial - PAE*, em complementação ao *Plano de Contingência*, com descritivo de atividades que permitam fazer face às dificuldades causadas pela ocorrência de fortes chuvas, evitando o completo isolamento, por danos à via de acesso. E principalmente, para dotar o Aproveitamento, de recursos para atendimento a eventuais Emergências (em caso de risco de Incidente ou Acidente com a Barragem), conforme exige a nova Lei n. 13+224/2010 em Segurança de Barragem. Devem ser revisados Anualmente os documentos, pelo menos: ***Manual de Infra-estrutura e Manual de Conservação***.

6.12.2. Deve ser definido um local de depósito de "***Material Perene***", sendo que, antes do início do período de chuvas, deverão ser confirmadas a existência e disponibilidade dos materiais e ferramentas relacionadas no '***Manual de Conservação***' pertencente ao programa de atendimento ao *Plano de Contingência* ou *Plano de Ação Emergencial (PAE)*. Para maior durabilidade do material com guarda e/ou manuseio mais adequado, deve ser construída estrutura contendo baias de armazenamento e usar cobertura com lona plástica, em sistema de rolo retrátil.

6.12.3. Deverá ser garantida uma estrutura adequada de guarda, arquivamento e recuperação de documentação referente a atividades de Engenharia Civil (*Manutenção Civil, Instrumentação de Auscultação e Segurança de Barragens*). Para isso, a equipe da CEB-G deverá confirmar a disponibilidade de vários documentos (ou providenciar a urgente obtenção de cópias), os quais irão facilitar e subsidiar a realização de estudos e avaliações de comportamento, principalmente em situações de ***Emergência***, que possam surgir. Logicamente, pela idade da Barragem e pela eventual implantação inadequada de Programas de Qualidade Total (sem a devida adequação), muitos documentos desapareceram (se perderam ou foram danificados ou destruídos) ou não chegaram a serem emitidos. Eventualmente existam outros documentos, realizados posteriormente, durante a vida útil, mas que também são importantes e devem ser preservados e estarem com fácil acesso e recuperação. Os documentos desejados e relacionados às fases de *Projeto, Construção, Primeiro Enchimento do Reservatório e Análise* de dados da etapa inicial de Operação, envolvem os assuntos típicos e importantes:

6.12.3.1. Análises de Estabilidade / Memórias de Cálculo

6.12.3.2. Especificações Técnicas;

6.12.3.3. Instrumentação de Auscultação

- Relatório de Instalação;
- Manual de Supervisão e Relatório de Acompanhamento;

Sector Protocolo Legislativo
Rla Nº 1412 / 16
Folha Nº 114 B e

6.12.3.4. Outros Documentos e Relatórios Diversos;

- Relatório com os Estudos Hidrológicos (*Decamilar e/ou PMF*) para determinação da *Cheia de Projeto*, incluindo Níveis Máximo Maximorum de *Montante* e de *Jusante*, além do *Routing das Cheias*;
- Relatório com os Estudos Hidráulicos usando a *Cheia de Projeto* para determinação e dimensionamento da capacidade do *Vertedouro*;
- Relatório com os Estudos Hidráulicos usando *Modelo Reduzido* para dimensionamento e avaliação do comportamento do *Vertedouro*;
- Relatórios Finais com os Estudos Geológicos, Geotécnicos e de Tecnologia do Concreto (incluindo dosagens, traços e tipos de concreto, realmente usados)

6.12.4. Considera-se que seja útil o Cadastramento da UHE PARANOÁ, não apenas por solicitação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, e da Agência Nacional de Águas – ANA, mas também, junto ao Comitê Brasileiro de Barragens – CBDB. Adicionalmente, considera-se que (caso ainda não faça parte) a CEB Geração – CEB-G, poderia se filiar à Fundação Comitê Gestor – Fundação COGE, o que lhe permitirá, a baixo custo, obter apoio de especialistas em diversas atividades de projeto, treinamento, operação e manutenção, civis e eletromecânicas.

6.12.4.1. Cadastramento das Barragens / ANA

Caso ainda não tenha sido atendida a solicitação da Agência Nacional das Águas – ANA, do Ministério da Integração Nacional, recomenda-se que o cadastramento junto a essa Agência também deva ser providenciado. No site www.mi.gov.br pode ser obtida cópia, por 'download', do 'Manual de Preenchimento da Ficha de CADASTRO de Barragem'.

A inclusão das informações na Ficha de Cadastro, também pode ser feita no formulário eletrônico disponível no endereço www.ana.gov.br. Apesar de estar previsto o cadastramento de todas as Barragens disponíveis no país, inicialmente o Cadastro está priorizando apenas as 'Grandes Barragens'. Assim, no caso da CEB Geração – CEB-G, haveria interesse em cadastrar a Barragem PARANOÁ.

Maiores esclarecimentos poderão ser solicitados à:

Agência Nacional de Águas - ANA / Superintendência de Gestão da Informação

e-mail: cnb@ana.gov.br

telefone: (+55 61) 2109-5414

6.12.4.2. Cadastramento das Barragens / CBDB

Entende-se que ainda possa haver pouca interação com a Comunidade em Segurança de Barragem, principalmente com o Comitê Brasileiro de Barragens – CBDB. Normalmente, o Proprietário particular de Empreendimentos Hidrelétricos não considera necessário ou útil, tal conexão, ou até mesmo se preocupa com eventual uso indevido (por Terceiros) das informações divulgadas. Entretanto, com baixo custo e/ou investimento, pode ser obtido apoio de entidades e profissionais, para desenvolvimento de atividades necessárias, bem como ampliar seus conhecimentos quanto à Supervisão de Barragens, mantendo um padrão atualizado de atuação.

Assim, considera-se de grande utilidade a troca de informações técnicas e experiências, promovidas pelo CBDB, recomendando-se também o cadastramento junto a essa Organização. Apesar de estar previsto o cadastramento de todas as Barragens disponíveis no país, inicialmente o Cadastro priorizava apenas as 'Grandes Barragens'. Assim, no caso da CEB Geração – CEB-G, haveria interesse em cadastrar a Barragem PARANOÁ.

No site www.cbcb.org.br pode ser consultado o Cadastro Nacional de Barragens. A inclusão das informações na Ficha de Cadastro pode ser feita em cópia do formulário disponível como Anexo a este relatório (bem como por envio da cópia em formato eletrônico, disponibilizado no CD-Rom). A forma de envio mais eficaz (por fax ou meio eletrônico) deve ser confirmada junto à Secretaria do CBDB, no telefone (21) 2528-5320 / 2528-5162 ou por e-mail cbdb@cbdb.org.br.

6.12.4.3. Filiação / Fundação COGE

Ainda pode haver pouca interação com a Fundação Comitê de Gestão Empresarial ou Fundação COGE, mas na condição de produtor de energia elétrica, a Votorantim pode aproveitar os recursos tecnológicos e apoio ao desenvolvimento de pessoal que aquele órgão pode prestar. Assim, se ainda não existe, poderia ser providenciada a filiação à

Setor Protocolo Legislativo

RQ Nº 1412 / 16

Folha Nº 115 Betê

Fundação COGE. Mais detalhes podem ser obtidos com (21) 3973-8484 ou www.funcoge.org.br ou jvitor@funcoge.org.br.

6.12.5. As pessoas encarregadas das atividades de *Manutenção e Inspeção Visual*, devem ter à disposição, para seu uso quando necessário, EPIs / EPCs conforme lista padrão de "REGRAS BÁSICAS de SEGURANÇA no TRABALHO na INSTRUMENTAÇÃO e CONTROLE de BARRAGENS" (CARDIA, 2001).

6.12.6. Existe orientação adequada para pessoas responsáveis pelas atividades de *Manutenção, Inspeção Visual e Segurança de Barragens*, as quais devem estar cientes da orientação para efetuar imediato contato com o responsável, no caso de suspeita de qualquer anomalia que indique alteração na situação de *Segurança* da Planta. A situação deverá melhorar, a partir da implantação do novo Plano de Ação de Emergência – PAE, com suas respectivas edições de Treinamento e Reciclagem.

6.12.7. Com relação aos resultados da *Inspeção Visual 2011*, estão citadas nos diversos relatos, algumas providências que devem ter sua realização programada, para período mais adequado (priorizando aquelas que podem afetar a segurança das estruturas). Adicionalmente, estão relatadas algumas atividades. Para cada caso foi estabelecida e sugerida uma prioridade, de acordo com a situação aparente, tendo em vista a seguinte *Classificação*, contando-se como "data zero", o dia 01JAN12:

TABELA 6.12.1. PRIORIZAÇÃO			
Prioridade	Condição	Prazo	OBS
0	DE IMEDIATO	< 30 a 180 Dias	Depende do caso
1	CURTO PRAZO	< 2 Anos	
2	MÉDIO PRAZO	< 3 a 5 Anos	Depende do caso
3	LONGO PRAZO	> 5 Anos	
4	PERMANENTE	Indeterminado	

6.12.7.1. Ombreira e Margem Direita

6.12.7.1.1. Limpeza de canaletas e adequação das Caixas de Passagem (Poços de Drenagem?) de águas do Sistema de Drenagem, que está encoberta por mato e com carregamento de material colorido (*Fração Coloidal de Argila – FCA*, provavelmente); Conter a velocidade de escoamento de enxurradas nas trilhas de pessoal. *Prioridade de Imediato. Condição Permanente.*

6.12.7.1.2. Reparo e redução na altura do tubo no terminal de Piezômetro na Margem Direita, em meio ao mato alto; *Prioridade de Imediato*

6.12.7.2. Barragem de Terra e Enrocamento

6.12.7.2.1. Aplicar marcação de identificação de estacas, ao longo da crista e nas bermas do talude e/ou ao pé jusante, para facilitar a localização, por ocasião das *Inspeções Visuais*. *Prioridade de Curto Prazo.*

6.12.7.3. Vertedouro de Superfície

6.12.7.3.1. Caso volte a ocorrer intensa e prolongada abertura da *Comporta do Vertedouro de Superfície*, deverá ser efetuada observação (posterior) para identificar eventual progresso de erosão no perfil vertente e Calha, com correspondente necessidade de manutenção imediata; Eventualmente será necessária proteção adequada com produto de recobrimento da superfície, evitando o contato da água com o agregado graúdo (caso as análises comprovem a Reação Água-Agregado). *Prioridade de Imediato. Condição Permanente.*

Setor Protocolo Legislativo
 RA Nº 1412/16
 Folha Nº 116 Bete

6.12.7.3.2. Deve ser mantida em observação a ocorrência de erosão na rocha aflorante a jusante, nos cortes das laterais a jusante. *Condição Permanente.*

6.12.7.3.3. Providenciar eventual reforço da calçada à esquerda da ponte, que apresentou deformação aparentemente excessiva, por escorregamento do talude natural. *Prioridade de Curto Prazo.*

6.12.7.3.4. Programar a manutenção na comporta do VS-3, que foi danificada (e também na Viga Pescadora). *Prioridade de Curto Prazo.*

6.12.7.3.5. Programar a manutenção nas células da viga inferior das comportas, onde ocorre obstrução de ralos e conseqüente acúmulo de água e crescimento de vegetação. *Prioridade de Curto Prazo.*

6.12.7.4. Ombreira Esquerda e Tomada d'Água

6.12.7.4.1. Modificar o escoamento de águas pluviais, para evitar arraste e queda de pedras na canaleta e caixa no canto esquerdo do patamar após a Tomada d'Água. *Prioridade de Curto Prazo.*

6.12.7.5. Tubulação Adutora, Chaminé de Equilíbrio e Conduto Forçado

6.12.7.5.1. Manter limpeza da área de acesso à volta da estrutura de proteção da *Chaminé de Equilíbrio* e no acesso descendo junto à Tubulação Forçada. *Condição Permanente.*

6.12.7.5.2. Sempre que houver necessidade, devido variação térmica sazonal, deverá ser feito ajuste nos parafusos das juntas de dilatação (*Flanges*), para reduzir risco de vazamentos da tubulação. *Condição Permanente.*

6.12.7.5.3. Combater a ocorrência de casa de marimbondos, aderidas à tubulação. *Condição Permanente.*

6.12.7.5.4. Proteger a borda do patamar e o terreno sob a Tubulação Adutora. *Condição Permanente.*

6.12.7.6. Área de Montagem e Casa de Força

6.12.7.6.1. Calafetar as trincas e aberturas no asfalto junto à calçada no pátio montante da Casa de Força. *Prioridade de Curto Prazo.*

6.12.8. Diversos

6.12.8.1 Sempre que for efetuada poda geral deve ser tomado o cuidado para manter a vegetação rasteira, para não provocar erosão hídrica, por enxurradas. *Condição Permanente.*

Conforme programa de *Conservação Geral*, deve ser garantido o combate à ação de Aranhas, de **Abelhas e/ou Marimbondos**, de Cupins, **Formigueiros**, além de Escorpiões, Baratas, Morcegos, Pombos, Ratos e Urubus. *Condição Permanente.*

6.12.8.2. Não deve ser raspada ou removida a crosta de *Carbonatação* das paredes, em local de infiltração (por deficiência de concretagem, junta ou trinca), para evitar retorno do escoamento d'água. A deposição continuada tende normalmente a formar auto-cicatrização, reduzindo ou até mesmo estancando o vazamento. Em casos específicos, há eventual necessidade de se instalar captação da infiltração. *Condição Permanente.*

Setor Protocolo Legislativo
 RQ Nº 1412, 16
 Folha Nº 117 Bete

6.12.8.3 Para melhorar o conhecimento sobre o comportamento do *Mexilhão Dourado* (*Limoperna fortunei* / família *Mytilidae*), deve ser buscado contato com pessoal da área de meio-ambiente e/ou engenharia das Empresas Proprietárias de Barragens, as quais vêm estudando o fenômeno, participando junto ao Ministério do Meio Ambiente, com a Força Tarefa Nacional de Combate à Proliferação do Mexilhão Dourado.

6.12.8.4. O desenvolvimento urbano e a atividade humana na região a montante dos reservatórios, têm contribuído para que as águas dos mesmos estejam se tornado poluídas, pela existência de materiais originados do esgoto de cidades, lançados nos rios e reduzindo sua capacidade de uso para fins potáveis, sem adequado tratamento. Entretanto, para fins de geração hidráulica de energia elétrica, esse fato não apresenta grandes inconvenientes.

6.12.8.5. Deve ser usado o Formulário específico para controle e registro diário dos Dados DH - *Dados Hidrometeorológicos (Nível d'Água – Montante e Jusante; Precipitação, Temperatura Ambiente e Umidade Relativa do Ar, etc)* e facilitar as avaliações e monitoramento da *Segurança de Barragens*.

6.12.8.6. Caso ainda não exista, há necessidade de ser estabelecida programação de teste e verificação periódica (Anual) de operação das comportas do *Vertedouro de Superfície*, para que seja providenciada manutenção (em caso de necessidade) ainda antes do início do período de chuvas. *Condição Permanente*.

6.12.8.7. Leituras em Piezômetros de Tubo

A equipe de Operação e Manutenção deverá efetuar a leitura **Quinzenal** nos *Medidores*. Mas, não existe equipamento de leitura disponível, em boas condições. O "*Indicador de Nível d'Água*" também conhecido como "*Pio Elétrico*", próprio para medições em *Piezometro de Tubo - PZ*, apresentou falhas operacionais e deve ser substituído. Deveriam existir duas unidades, por garantia.

Setor Protocolo Legislativo

RQ Nº 1412, 16

Folha Nº 118 Betu

7. REFERÊNCIAS

- 7.1. AD HOC INTERAGENCY COMMITTEE ON DAM SAFETY, Federal Guidelines for Dam Safety, FCCforSET, Washington, DC, USA, FEMA, 1979, 48 p.;
- 7.2. ALMEIDA, A.B. de & VISEU, T., ed., Dams and Safety Management at Downstream Valleys, Rotterdam, A A Balkema, 1997, 248 p.;
- 7.3. ANEEL, "Manual de Fiscalização das Empresas de Geração de Energia Elétrica – Diagnóstico dos Procedimentos de Operação e Manutenção", Versão 01/02/2001, ANEEL, Brasília, DF, 2001;
- 7.4. BINDER, D, 'Legal Aspects of Dam Safety', in *Water Power and Dam Construction*, APR84, pages 24-26, London, UK;
- 7.5. ———, Legal Liability for Dam Failures, 56 pp, ASDSO, USA, 1992;
- 7.6. CARDIA, R.J.R, "A Utilização de Checklist nas Inspeções Visuais em Barragens da CESP", in Seminário Nacional de Grandes Barragens, XV, vol. I, pág. 469-492, CBDB, Rio de Janeiro, RJ, 1983;
- 7.7. ———, "Atividades em Segurança de Barragens, pós Privatização", in Seminário Nacional de Grandes Barragens, XXIV, CBDB, Fortaleza, CE, NOV2001;
- 7.8. ———, "Dam Safety Emergency Planning – A Brazilian Perspective", in EAP2002: International Workshop for Emergency Preparedness at Dams, FERC – ASDSO, Niagara Falls, NY, USA, 16-18th April, 2.002;
- 7.9. ———, "Checklist para Inspeção Visual de Barragens", in Simpósio Brasileiro de Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas, V, Florianópolis, SC, CBDB, Rio de Janeiro, RJ, 2006;
- 7.10. CARDIA, R.J.R., BONZEGNO, M.C. & IGARASHI, K., "Algumas Deficiências em Barragens que tem Dificultado as Atividades das Equipes de Inspeção e Manutenção de Instrumentos de Auscultação", Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, IX, CIGRE, Belo Horizonte, MG, 1987;
- 7.11. COMISSÃO DE AUSCULTAÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS, "Auscultação e Instrumentação de Barragens no Brasil", in Simpósio Sobre Instrumentação de Barragens, II, CBGB, Belo Horizonte, MG, AGO1996;
- 7.12. COMISSÃO REGIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS, Guia Básico de Segurança de Barragens, São Paulo, SP, NRSP-CBDB, 77 p., 1999;
- 7.13. COMISSÃO TÉCNICA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS, Segurança de Barragens – Recomendações para a Formulação e Verificação de Critérios e Procedimentos, RJ, CBGB, 120 p., 1986;
- 7.14. COMITÉ ESPAÑOL DE GRANDES PRESAS, Auscultación de Presas y sus Cimientos – Estado del Arte, Monografías, n. 16, CICCIP, Madrid, 1994;
- 7.15. COMMITTEE ON DAM SAFETY, "Dam Safety Guidelines", Bulletin 59, ICOLD, Paris, '87;

Setor Protocolo Legislativo
 RA Nº 1412 / 16
 Folha Nº 118 Bete

- 7.16. COMMITTEE ON THE SAFETY OF EXISTING DAMS, WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY BOARD, "Safety of Existing Dams, Evaluation and Improvement", National Academy Press, Washington, DC, USA, 1983;
- 7.17. CORNS, C. F, 'The National Dam Inspection Program', in *Civil Engineering*, APR75, pages 75-77, ASCE, NY, USA;
- 7.18. CRUZ, P. T. da, 'Cem Barragens Brasileiras', Oficina de Texto, 650 pag, SP, 1996;
- 7.19. DE FARIAS, R. S, "Avaliação do Potencial de Dano Ambiental das Barragens de Contenção de Rejeitos, de Resíduos e de Reservatório de Água em Empreendimentos Industriais de Mineração no Estado de Minas Gerais", Anexo 4. Relatório Final, FEAM, MAIO04;
- 7.20. DOLCIMASCOLO, A., 'Safety Inspection of Dams', in *Water Power and Dam Construction*, OCT80, pages 32-37, London, UK;
- 7.21. ELLAM, J. J. (Chairman), Responsibility and Liability of Public and Private Interests on Dams, Proceedings, Engineering Foundation Conference, Pacific Grove, CA, SEPT28/OCT03, 1975, ASCE, N.Y, USA, 1976;
- 7.22. ENGINEERING FOUNDATION CONFERENCE, The Evaluation of Dam Safety, ASCE, New York, NY, USA, 1977;
- 7.23. FEMA, DAM SAFETY: An Owner's Guidance Manual, FEMA, Washington, DC, USA, 1987;
- 7.24. FIGUEIREDO, S. D, "Barragem do Paranoá – Relatório de Andamento n. 02 = 01 a 31OUT79", PROMON, SP, NOV79;
- 7.25. _____, "Barragem do Paranoá – Relatório de Andamento n. 13 = 01 a 31OUT80", PROMON, SP, NOV80;
- 7.26. GOMES, J. C. O, "Inspeção Realizada no Sistema Adutor da UHE do lago Paranoá no Período de 19 a 22NOV91", Relatório s/n, Qualitec Engenharia Ambiental e Controle de Qualidade LTDA, Belo Horizonte, MG, 30DEZ91;
- 7.27. _____, "Inspeção Realizada no Sistema Adutor da UHE do lago Paranoá em NOV95", Relatório s/n, Qualitec Engenharia Ambiental e Controle de Qualidade LTDA, Belo Horizonte, MG, 08FEV96;
- 7.28. GUIMARÃES, N. S, "Condições Geotécnicas da Barragem do Paranoá", Relatório Diagnóstico Preliminar, PROGEA Engenharia, e Estudos Ambientais, Brasília, DF, JUN91;
- 7.29. GUSSO, L. C, "Barragem do Paranoá-Brasília, DF: Estudos Geotécnicos", Serviço n. DF-2027, Relatório n. 0929/80 (DF-RJ) RMPC, TECNOSOLO Engenharia e Tecnologia de Solos e Materiais S A, Rio de Janeiro, RJ, 15JUL80;
- 7.30. HERKENHOFF, C. S; LUZ, G. M; CALDAS, S. & LIMA Fo, S. O. L, "Barragem do Paranoá, Estruturas Civas Principais – Inspeção Visual em 27AGO92", Relatório n. RE-EEC-039/92, Eletronorte, Brasília, DF, 1992;
- 7.31. JANSEN, R.B., Dams and Public Safety, US Bu. Rec., Denver, USA, 332p, 1983;

- 7.32. KULHAWY, F.H, ed. "Recent Developments in Geotechnical Engineering for Hydro Projects", ASCE, NY, 1981;
- 7.33. LAVELLE, A. G. & FERREIRA, D, "Inspeção das Tubulações da UHE Paranoá – CEBG S A", Relatório n. 6875/10, End-Check, Santos, SP, 20SET10;
- 7.34. MAGALHÃES, R. A, "Usina Hidrelétrica Paranoá – Curso Básico de Segurança de Barragens e Instrumentação", DOMUS Engenharia Consultiva e Projetos Geotécnicos LTDA, Belo Horizonte, MG, ABR02
- 7.35. MELLIOS, G.A. & CARDIA, R.J.R., "Critérios de Segurança Operacional: Manutenção Preventiva", in Simpósio Sobre Segurança de Barragens, CBGB, São Paulo, 1990;
- 7.36. MELLO, J. C. M, "Manual de Inspeção para Barragem, Tubulação de Adução e Casa de Força da Usina do Paranoá", O.GRMU/O.SMO, CEB, Paranoá, DF, [s/d];
- 7.37. MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, "Avaliação da Segurança de Barragens Existentes", Eletrobrás, RJ, 176 pág, 1987;
- 7.38. MENESCAL, R. de A. (Organizador), "A Segurança de Barragens e a Gestão de Recursos Hídricos no Brasil", Ministério da Integração Nacional, Brasília, DF, 312 pág, 2004;
- 7.39. PEREZ, F. V, "Avaliação da Estabilidade - Barragem Paranoá - Brasília, DF", Relatório n.BJC-001-111130/0, VECTTOR Projetos SC Ltda, São Paulo, SP, 30NOV11;
- 7.40. _____, "Avaliação da Estabilidade - Barragem Paranoá - Brasília, DF", Relatório n.BJC-001-111130/1, VECTTOR Projetos SC Ltda, São Paulo, SP, 09JAN12;
- 7.41. PIANCASTELLI, E. M, "Aproveitamento do Paranoá / Avaliação das Condições de Segurança das Estruturas Civas/ Capitulo V – Ponte Rodoviária Sobre o Vertedouro / Cadastramento das Anomalias", complemento ao Contrato Nº 0071/2001-CEB, DOMUS, Belo Horizonte, MG, 17JUN02;
- 7.42. PIASENTIN, C., "Considerações Sobre a Importância das Observações Visuais na Auscultação de Barragens", in Seminário Nacional de Grandes Barragens, XXV, Anais, vol. II, pág.149-155, CBDB, Salvador, BA, OUT2003;
- 7.43. POVH, P. H, OTA, J. J. & GROSEWICZ, R. C, "Estudo para Substituição de Tubulação Aduçadora Visando Ganho de Geração em Usina Existente", Relatório Bimestral n. 01, CEHPAR, Curitiba, PR, JAN04;
- 7.44. POVH, P. H. et al, "Estudo para Substituição de Tubulação Aduçadora Visando Ganho de Geração em Usina Existente", in Simpósio Brasileiro de Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas, V, Florianópolis, SC, CBDB, Rio de Janeiro, RJ, 2006;
- 7.45. PROÁGUA Semi-Árido Obras (UGPO), "Manual de Segurança e Inspeção de Barragens", Ministério da Integração Nacional, Brasília, DF, 148 p, 2002;
- 7.46. PROGEA, "Barragem do Paranoá – Projeto de Reparos Geotécnicos no Entorno da Galeria de Desvio", Relatório s/Nº, PROGEA Engenharia e Estudos Ambientais, Brasília, DF, SET91;

Setor Protocolo Legislativo

RQ Nº 1412, / 16

Folha Nº 20 de 21

- 7.47. PROMON, "Execução de Tratamentos Diversos / Acompanhamento Fotográfico da Construção – OUT a DEZ80", Relatório n. BL01-MS6-420, PROMON, SP, JAN81;
- 7.48. _____, "Relatório Final: Tratamentos Diversos na Barragem do Paranoá", Relatório n. BL01-MS8-600, PROMON, SP, FEV81;
- 7.49. REZENDE, J. A. de, "Aproveitamento do Paranoá / Diagnóstico das Condições de Segurança das Estruturas Civas", PRELIMINAR, Contrato Nº 0071/2001-CEB, DOMUS, Belo Horizonte, MG, ABR02;
- 7.50. _____, "Aproveitamento do Paranoá / Avaliação das Condições de Segurança das Estruturas Civas/ Capítulo I – Diagnóstico das Condições de Segurança das Estruturas Civas", Contrato Nº 0071/2001-CEB, DOMUS, Belo Horizonte, MG, ABR02;
- 7.51. _____, "Aproveitamento do Paranoá / Avaliação das Condições de Segurança das Estruturas Civas/ Capítulo II – Serviços de Recuperação Propostos e Especificações Técnicas Executivas", Contrato Nº 0071/2001-CEB, DOMUS, Belo Horizonte, MG, 24MAIO02;
- 7.52. _____, "Aproveitamento do Paranoá / Avaliação das Condições de Segurança das Estruturas Civas/ Capítulo IV – Documentação Complementar e Encerramento", Contrato Nº 0071/2001-CEB, DOMUS, Belo Horizonte, MG, 24MAIO02;
- 7.53. _____, "Aproveitamento do Paranoá / Avaliação das Condições de Segurança das Estruturas Civas/ Capítulo IV – Documentação Complementar e Encerramento", Contrato Nº 0071/2001-CEB, DOMUS, Belo Horizonte, MG, 24MAIO02;
- 7.54. RICOY DE OLIVEIRA, A., "Segurança de Barragens. Planos de Emergência", Engenharia, Revista nº 465, São Paulo, SP, 1987;
- 7.55. ROFE, B, 'Reservoir Inspection and Care', in Water Power and Dam Construction, AUG85, pages 15-16, London, UK;
- 7.56. SERAFIM, J. L, "Safety Aspects in the Design and Inspection of Dams", in Water Power and Dam Construction, MAY82, pages 45-47, London, UK;
- 7.57. SILVEIRA, J.F.A, 'Algumas Considerações Sobre a Supervisão e a Inspeção de Barragens e Reservatórios', in Seminário Nacional de Grandes Barragens, XII, vol.II, pg.207-226, CBDB, São Paulo, SP, 1978;
- 7.58. _____, "Instrumentação e Comportamento de Fundações de Barragens de Terra", Oficina de Textos, São Paulo, SP, 2006;
- 7.59. THOMAS, H.H, "The Engineering of Large Dams", J.Wiley & Sons, London, UK, 1976;
- 7.60. UNIDADE DE GERENCIAMENTO DO PRÓAGUA/SEMI-ÁRIDO, Diretrizes Ambientais para Projeto e Construção de Barragens e Operação de Reservatórios, MIN, Brasília, DF, 112 p., 2005;
- 7.61. VALÉRIO, A. & GUIMARÃES, N. S, "Condições Geotécnicas da Barragem do Paranoá", Relatório de Diagnóstico Preliminar, PROGEA Eng e Estudos Ambientais, Brasília, DF, JUN91;

7.62. DESENHOS DIVERSOS

- 7.62.1. Dês. N. UPA-D-004 (Anexo 2.4), "Barragem do Paranoá – Instrumentação, Planta e Quadros", Domus, BH, ABR02;
- 7.62.2. Dês. N. UPA-D-009 (Anexo 2.9), "Barragem do Paranoá – Instrumentação, Planta e Quadros", Domus, BH, ABR02;
- 7.62.3. Dês. N. UPA-D-21 (Anexo 2.21), "Barragem Paranoá – Galeria de Desvio do Rio, Esgotamento das Águas das Canaletas, Planta, Seção e Detalhe", Domus, BH, ABR02;
- 7.62.4. Dês n. PAR-012, "Barragem do Paranoá – Locação dos Medidores de Vazão – Planta", Engevix S A, Brasília, DF, 05MAR79;
- 7.62.5. Dês Preliminar [s/n], "Rebatimento da Galeria", PROGEA, [s/d];
- 7.62.6. Dês. N. SPA-A1-9036a, "Usina Paranoá – Casa de Força – Cortes e Fachadas" Servix Engenharia S A, CEMIG para NOVACAP, SP, 26JUL60;
- 7.62.7. Dês. N. BH-A1-15512/SPA-A1-6021, "Usina Paranoá – Tubulação Aduutora – Folha 7" Servix Engenharia S A, CEMIG para NOVACAP, SP, 06FEV61;
- 7.62.8. Dês. N. 163.132, "Planta de Locação dos Poços de Sondagem", Tecnosolo Engenharia e Tecnologia de Materiais S A, RJ, 25ABR80;
- 7.62.9. Dês. N. 002, "Barragem Paranoá - Levantamento Planoaltimétrico e Cadastral. Anexo 2", Tecnosolo Engenharia e Tecnologia de Materiais S A, RJ, 29ABR80;
- 7.62.10. Dês. N. DHE-009, "Barragem do Paranoá – Esquema dos Selos de Borracha e dos Furos para Injeção de Cimento", (?), [s/d];

8. ANEXOS E APENDICES

Estão apresentadas (ao final dos capítulos) figuras ilustrativas da UHE PARANOÁ, relacionadas com *Instrumentação de Auscultação e Segurança de Barragens*. As figuras foram obtidas a partir de desenhos que foram fornecidos pela CEB Geração – CEB - G.

Existem fotografias ilustrativas obtidas pelo representante da *RJC Engenharia*, registrando a situação como encontrada por ocasião da *Inspeção Visual 2011*.

Para facilitar a compreensão sobre as estruturas constituintes do *Aproveitamento*, foi apresentada (em Apêndice, a seguir) a *Ficha Cadastral*, referente à UHE PARANOÁ.

Relatórios e demais dados citados, estão à disposição nos escritórios da CEB Geração – CEB G, localizados no Edifício SIA Centro Empresarial no Setor SIA Sul, Trecho 3/4 Lotes 625/695, Bloco C, Salas 312/314, em Brasília, DF.

Eventual consulta adicional ao 'Arquivo Morto' da CEB-G, poderá ser feita junto à área responsável por recuperação de documentos, daquela Companhia, nos escritórios do Setor SIA, em Brasília, DF e/ou na própria Barragem.

Setor Protocolo Legislativo

RQ Nº 1412 / 16 C:\UPA\Aval\SB11.doc\11DEZ11
Folha Nº 122 Beta

BARRAGEM PARANOÁ (UPA)

- Apellido: **UHE PARANOÁ**
- Concessão: **CEB G**
- Operação: **CEB G**
- Finalidade: **Paisagismo e Meio Ambiente**
- Outros Usos:
 - Geração de Energia;**

- Localização
- Rio: **Paranoá / SubBacia: rio**
- Bacia: **rio**
- Municípios:
- Marg.Direita: **Brasília, DF**
- Marg.Esquerda: **Brasília, DF**
- Estado: **DF**
- Latitude: **?? S**
- Longitude: **?? W**
- Concepção e Construção

- Projeto Básico: **??**
- Projeto Executivo: **Geotécnica**
- Construção: **CCC Correa, CCBE e Portuária Raymond Builders Inc ?**
- Montagem: **Voith / Mecânica Pesada / Siemens**

- Período Construtivo
- Obras Cíveis: **1958 / 1962**
- Início Operação: **???**

- Volumes Totais
- Concreto: **m³ (Obra)**

- Solo: **¿? m³**
- Enrocamento: **?? m³**

- Escavação: **?? m³**

- Outras Características:

Queda Bruta Nominal: 109,30 ??m. Adução em Concreto ($\ell = 150$ m / $\varnothing = 6,25$ m); Tubulação Adução ($\ell = 1.300$ m / $\varnothing_i = 3,00$ m); Chaminé de Equilíbrio; e Conduto Forçado ($\ell = 255,00$ m / $\varnothing_i = 2,60$ m) até Trifurcação da Casa de Força.

- Reservatório (N.A. Máx Normal)
- Área: **?? km²**
- Volume: **?? E⁶ m³**
- Comprimento: **?? . 10³ m**
- Vazão Média de Longo Termo: **?? m³/s**

- Barragem Principal
- Tipo: **Terra e Enrocamento**
- Comprimento: **620,00 m**
- Cota Crista: **1.003,80 manm**
- Altura Máxima Fundação: **48,0 m**
- Volume: **?? m³**

- Casa de Força
- Semi-Exposta**
- 03 Unidades Geradoras tipo: **Francis**
- Potencia Total Instalada: **≈ 25,5 MW**

- Período de Manutenção
- 1980 / 1991**

- Vertedouro
- Tipo: **Superfície / Controlada**

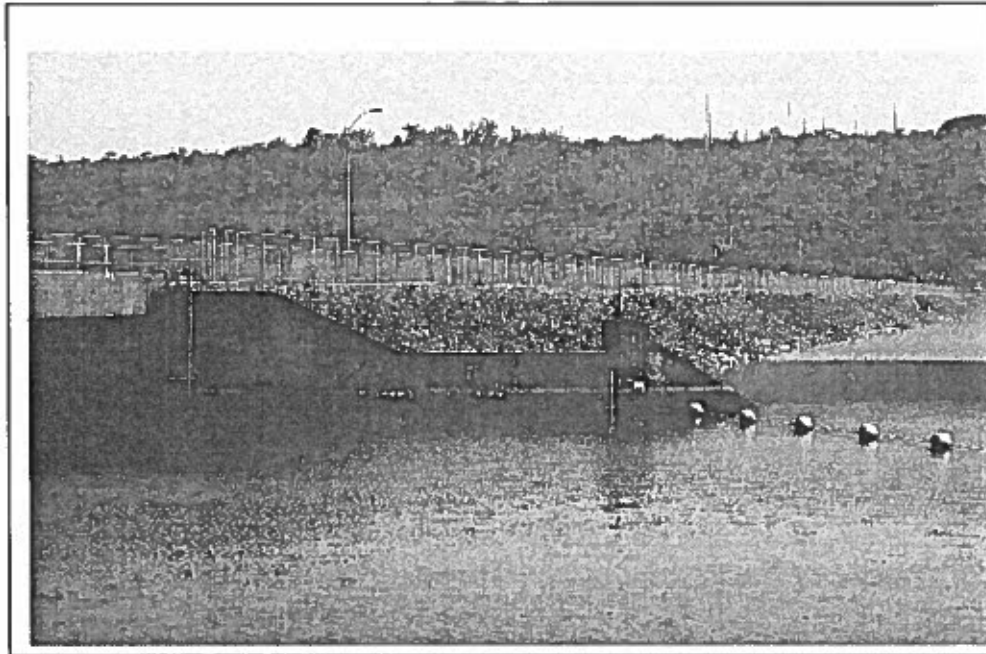
- Comporta: **Segmento**
- Número de vãos: **3 Perfil: Creager**
- Cota Soleira: **993,50 manm**
- Capacidade (??): **m³/s**
- Calha: **140 m extensão / 18 m largura**

- Bacia de Dissipação: **escavada**

- Níveis de Operação
- NA Máx Normal Montante:

1.000,80 manm Setor Protocolo Legisla

NA Máx Normal Jusante: RQ Nº 412 / 16
??? manm Folha Nº 123 Bx G



BARRAGEM PARANOÁ
Rio Paranoá, BRASÍLIA, DF

Setor Protocolo Legislativo

RA Nº 14121/16

Folha Nº 124 B/L



CÂMARA LEGISLATIVA DO DISTRITO FEDERAL

Unidade responsável: Secretaria Legislativa

Assunto: Distribuição do Requerimento nº 1.412/16.

Autoria: Deputado (a) Rodrigo Delmasso (PTN)

Ao SPL para indexações, em seguida ao Gabinete da Mesa Diretora para as providências de que trata o Art. 40, I do Regimento Interno, observado o prazo disposto no § 2º do mesmo artigo.

Em 04/02/16

MARCELO FREDERICO M. BASTOS

Matrícula 13.821

Assessor Especial

Setor Protocolo Legislativo
RA Nº 1412, 16
Folha Nº 125 Bete

ivo,0