



**INSPEÇÃO DE SEGURANÇA, AVALIAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E  
ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A RECUPERAÇÃO DE BARRAGEM**

**BARRAGEM NORTE  
MUNICÍPIO DE JOSÉ BOITEUX/SC**

B	04/08/2021	Revisão conforme comentários email GEMIT de 29/07/2021	DIV	HU
A	26/07/2021	Emissão Inicial	DIV	HU
Revisão Nº	Data	Descrição Sucinta	Elaboração	Aprovação
	<b>Título:</b>  <b>PRODUTO 2</b> <b>INSPEÇÃO DE SEGURANÇA</b> <b>REGULAR</b>		Número Hydros	
			<b>DC923.RE.BN013</b> Rev. B	
			Número DCSC	
		<b>Projeto</b>	<b>Verificado</b>	<b>Aprovado</b>
		DIV	MCT	HU
				<b>Data de Emissão</b>
				Ago/2021



**INSPEÇÃO DE SEGURANÇA, AVALIAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E  
ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A RECUPERAÇÃO DE BARRAGEM**

**BARRAGEM NORTE  
MUNICÍPIO DE JOSÉ BOITEUX/SC**

**PRODUTO 2  
INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR**

**DC923.RE.BN013 - B  
AGO/21**

---

DC923.RE.BN013

## PREFÁCIO

O marco legal na segurança de barragens no Brasil é a Lei 12.334/2010, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), destinada a acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e a acumulação de resíduos industriais.

A Lei 12.334/2010 criou o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), cabendo à Agência Nacional de Águas (ANA) implantar e gerir o sistema, e promover a articulação entre os órgãos fiscalizadores e coordenar a elaboração do Relatório de Segurança de Barragens. A entidade outorgante das barragens fica responsável por fiscalizar a segurança das barragens, bem como por manter o cadastro atualizado dessas barragens com identificação dos empreendedores, para fins de incorporação ao SNISB.

Os trabalhos foram desenvolvidos, de acordo com as instruções, exigências e condições estabelecidas na Lei nº 12.334/2010 e na Resolução ANA nº 236/2017.

- Lei Nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a PNSB e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB, em linhas gerais, estabelece como objetivos da Política Nacional de Segurança de Barragens: garantir a observância de padrões de segurança de barragens; regulamentar as ações de segurança em todas as fases dos empreendimentos; promover o monitoramento e o acompanhamento das ações de segurança empregadas; criar condições para a ampliação do controle de barragens pelo poder público; coligir informações que subsidiem o gerenciamento da segurança de barragens pelos governos; estabelecer conformidades de natureza técnica que permitam a avaliação da adequação aos parâmetros estabelecidos; e fomentar a cultura de segurança de barragens e gestão de riscos. No art. 9º, são abordados a periodicidade, a qualificação de equipe responsável, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento das inspeções de segurança regulares;
- Resolução ANA nº 236, de 30/01/2017, estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, do Plano de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência.

A Inspeção de Segurança Regular caracteriza-se, no âmbito da PNSB, como um relevante instrumento para a avaliação da situação das barragens, com a verificação e o monitoramento de anomalias e seus níveis de perigo. Sua periodicidade, ressalvados casos específicos, é anual, de acordo com a Resolução ANA nº 236/2017.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETO E OBJETIVO</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR</b>	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DO REPRESENTANTE LEGAL DO EMPREENDIMENTO</b>	<b>3</b>
<b>3.2</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO E RESPECTIVA ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA</b>	<b>3</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Anotação de Responsabilidade Técnica</b>	<b>4</b>
<b>3.3</b>	<b>FICHAS DE INSPEÇÃO VISUAL</b>	<b>5</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Dados Gerais</b>	<b>5</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Legenda</b>	<b>6</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Ficha A – Infraestrutura Operacional</b>	<b>7</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Ficha B – Barragem de Enrocamento</b>	<b>8</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Ficha C – Vertedouro</b>	<b>11</b>
<b>3.3.6</b>	<b>Ficha D – Túneis de Descarga</b>	<b>14</b>
<b>3.3.7</b>	<b>Ficha E – Estrutura da Galeria de Descarga (antiga Galeria de Desvio)</b>	<b>19</b>
<b>3.3.8</b>	<b>Ficha F – Reservatório</b>	<b>21</b>
<b>3.3.9</b>	<b>Ficha G – Sugestões e Recomendações</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>AVALIAÇÃO E REGISTRO DAS ANOMALIAS</b>	<b>24</b>
<b>4.1</b>	<b>BARRAGEM DE ENROCAMENTO</b>	<b>24</b>
<b>4.2</b>	<b>VERTEDOIRO DE CRISTA LIVRE</b>	<b>30</b>
<b>4.3</b>	<b>GALERIA DE DESCARGA (SEM CONTROLE DE VAZÃO)</b>	<b>33</b>
<b>4.4</b>	<b>TÚNEIS DE DESCARGA (COM CONTROLE DE VAZÃO)</b>	<b>36</b>
<b>4.4.1</b>	<b>Sistema de Descarga da Margem Direita</b>	<b>36</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Túneis de Descarga</b>	<b>36</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Estruturas de Emboque Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga</b>	<b>39</b>
<b>4.4.4</b>	<b>Grade da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Interno de Descarga</b>	<b>44</b>
<b>4.5</b>	<b>PLATAFORMA DE OPERAÇÃO DAS COMPORTAS</b>	<b>47</b>
<b>4.5.1</b>	<b>Estrutura de Concreto da Ponte Rolante de Manutenção das Comportas</b>	<b>47</b>
<b>4.5.2</b>	<b>Edificação da Casa de Comando das Comportas</b>	<b>47</b>
<b>4.5.3</b>	<b>Área Externa e Edificações da Plataforma de Operação das Comportas</b>	<b>49</b>

---

<b>4.5.4</b>	<b>Tampa Metálica do Poço de Acesso às Comportas</b>	<b>51</b>
<b>4.5.5</b>	<b>Poço de Acesso às Comportas</b>	<b>51</b>
<b>4.5.6</b>	<b>Galeria das Comportas</b>	<b>52</b>
<b>4.5.7</b>	<b>Escada Tipo Marinheiro de Acesso à Galeria das Comportas</b>	<b>53</b>
<b>4.6</b>	<b>EQUIPAMENTOS ELETROME CÂNICOS E HIDROME CÂNICOS</b>	<b>55</b>
<b>4.6.1</b>	<b>Ponte Rolante de Manutenção das Comportas</b>	<b>55</b>
<b>4.6.2</b>	<b>Equipamentos Hidromecânicos - Comportas Deslizantes de Controle de Vazão</b>	<b>57</b>
<b>4.6.3</b>	<b>Sistema de Acionamento das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão</b>	<b>57</b>
<b>4.6.4</b>	<b>Condutos de Óleo do Sistema de Acionamento das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão</b>	<b>58</b>
<b>4.6.5</b>	<b>Servomotores de Acionamento das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão</b>	<b>59</b>
<b>4.6.6</b>	<b>Pórtico Móvel de Manutenção Comportas Deslizantes de Controle de Vazão</b>	<b>60</b>
<b>4.6.7</b>	<b>Condutos de Aeração das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão</b>	<b>61</b>
<b>4.6.8</b>	<b>Sistema de Alimentação Elétrica da Barragem</b>	<b>62</b>
<b>4.6.9</b>	<b>Sistema de Alimentação Elétrica Emergencial da Barragem</b>	<b>63</b>
<b>4.7</b>	<b>INFRAESTRUTURA OPERACIONAL</b>	<b>64</b>
<b>4.7.1</b>	<b>Ponte de Acesso à Crista da Barragem</b>	<b>64</b>
<b>4.8</b>	<b>ESTRADAS DE ACESSO E DE SERVIÇO</b>	<b>67</b>
<b>4.8.1</b>	<b>Estradas de Acesso à Crista da Barragem</b>	<b>67</b>
<b>4.8.2</b>	<b>Estradas de Serviço das Áreas a Jusante da Barragem</b>	<b>67</b>
<b>4.9</b>	<b>COMPARAÇÃO COM OS RESULTADOS DA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR ANTERIOR</b>	<b>71</b>
<b>4.10</b>	<b>AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES E DOS REGISTROS DA INSTRUMENTAÇÃO EXISTENTE</b>	<b>78</b>
<b>4.11</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE PERIGO DA ANOMALIA (NORMAL, ATENÇÃO, ALERTA OU EMERGÊNCIA)</b>	<b>78</b>
<b>4.12</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE PERIGO GLOBAL DA BARRAGEM (NORMAL, ATENÇÃO, ALERTA OU EMERGÊNCIA)</b>	<b>78</b>
<b>4.13</b>	<b>ASSINATURA DO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO</b>	<b>79</b>
<b>4.14</b>	<b>CIÊNCIA DO REPRESENTANTE LEGAL DO EMPREENDEDOR</b>	<b>79</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este documento faz parte dos serviços de engenharia relacionados com a realização de inspeção de segurança, avaliação dos equipamentos e elaboração de projetos para a recuperação da Barragem Norte – no município de José Boiteux/SC, conforme Contrato nº 016/DC/2020, firmado entre Defesa Civil do Estado de Santa Catarina – DC/SC e a HYDROS Engenharia Ltda. em 3 de dezembro de 2020.

## **2 OBJETO E OBJETIVO**

O objeto dos serviços é a Barragem Norte localizada no município de José Boiteux/SC. O objetivo dos serviços é a apresentação do documento intitulado Produto 2 – Inspeção de Segurança Regular da Barragem Norte”.

### 3 INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR

#### 3.1 IDENTIFICAÇÃO DO REPRESENTANTE LEGAL DO EMPREENDIMENTO

<b>Empreendedor:</b>			
<b>CNPJ:</b>	13.586.957/0001-03		
<b>Figura Jurídica:</b>	Defesa Civil do Estado de Santa Catarina – DC/SC		
	Pessoa Física		
	Empresa Privada		
	Empresa Pública		
	Sociedade de Economia Mista		
	Autarquia		
X	Administração Direta		
	Outros:		
<b>Endereço:</b>	Avenida Ivo Silveira, nº 2.320 – Capoeiras – Florianópolis/SC		
<b>Telefone:</b>	(48) 3664.7001	<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:gabinete@defesacivil.sc.gov.br">gabinete@defesacivil.sc.gov.br</a>
<b>Quantidade de barragens de propriedade do empreendedor:</b>		3	
<b>Responsável legal:</b>			
<b>Nome:</b>	David Christian Busarello		
<b>Cargo:</b>	Chefe da Defesa Civil de Santa Catarina		
<b>Telefone:</b>	(48) 3664.7001	<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:chefe@defesacivil.sc.gov.br">chefe@defesacivil.sc.gov.br</a>

#### 3.2 IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO E RESPECTIVA ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

<b>Responsável Técnico</b>	
<b>Nome:</b> Hideaki Ussami	
<b>Cargo:</b> Diretor Geral	
<b>Telefone:</b> (11) 5583.2505	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:hydrosengenharia@hydroseng.com.br">hydrosengenharia@hydroseng.com.br</a>

### 3.2.1 Anotação de Responsabilidade Técnica





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977  
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

CREA-SP

ART de Obra ou Serviço  
28027230210906254

1. Responsável Técnico

**HIDEAKI USSAMI**

Título Profissional: Engenheiro Civil

RNP: 2604777908

Registro: 0600361799-SP

Registro: 0408214-SP

Empresa Contratada: **HYDROS ENGENHARIA LTDA**

2. Dados do Contrato

Contratante: **Defesa Civil do Estado de Santa Catarina**

CPF/CNPJ: 13.586.957/0001-03

Endereço: **Avenida GOVERNADOR IVO SILVEIRA**

Nº: 2320

Complemento:

Bairro: **CAPOEIRAS**

Cidade: **Florianópolis**

UF: **SC**

CEP: 88085-001

Contrato: **016/DC/2020**

Celebrado em: **03/12/2020**

Vinculada à Art nº:

Valor: R\$ **196.344,43**

Tipo de Contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Público**

Ação Institucional:

3. Dados da Obra Serviço

Endereço: **Rua FIAÇÃO DA SAÚDE**

Nº: 40

Complemento: **cjto 93**

Bairro: **VILA DA SAÚDE**

Cidade: **São Paulo**

UF: **SP**

CEP: 04144-020

Data de Início: **26/05/2021**

Previsão de Término: **23/09/2021**

Coordenadas Geográficas:

Finalidade: **Saneamento básico**

Código:

Proprietário: **Defesa Civil do Estado de Santa Catarina**

CPF/CNPJ: 13.586.957/0001-03

4. Atividade Técnica

			Quantidade	Unidade
<b>Consultoria</b>				
<b>1</b>	<b>Estudo</b>	<b>Barragem</b>	<b>357000000,00</b>	<b>metro cúbico</b>
			<b>000</b>	

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

\* Contratação de empresa especializada para a realização de inspeção de segurança, avaliação dos equipamentos e elaboração de projetos para a recuperação da BARRAGEM NORTE - no município de BOITEAU/SC: coordenação, supervisão e responsável técnico geral.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

0-NÃO DESTINADA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

*São Paulo* de *junho* de *2021*

Local data

*Hideaki*  
HIDEAKI USSAMI - CPF: 526.358.648-53

Defesa Civil do Estado de Santa Catarina - CPF/CNPJ: 13.586.957/0001-03

9. Informações

- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo Nosso Número.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.creasp.org.br](http://www.creasp.org.br) ou [www.confex.org.br](http://www.confex.org.br)

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

[www.creasp.org.br](http://www.creasp.org.br)

Tel: 0800 017 18 11

E-mail: [acessar link Fale Conosco do site acima](#)



Valor ART R\$ 233,94

Registrada em: 30/06/2021

Valor Pago R\$ 233,94

Nosso Numero: 28027230210906254

Versão do sistema

Impresso em: 01/07/2021 10:54:21

### 3.3 FICHAS DE INSPEÇÃO VISUAL

#### 3.3.1 Dados Gerais

DADOS GERAIS - CONDIÇÃO ATUAL		
1 – Nome da Barragem: BARRAGEM NORTE		
2 - Coordenadas: 26°53'31" S ; 49°40'55"W Datum: SIGARS 2000		
3 – Município/Estado : José Boiteux/SC		
4 - Vistoriado Por:	Hideaki Ussami	Assinatura:
5 - Cargo:	Diretor / Coordenador	
6 - Data da Vistoria:	31/05 /2021	Vistoria N.º: 3
7 - Cota atual do nível d'água: ~ 457m		
8 – Bacia: Itajaí	Curso d'água barrado: Rio Hercílio ou Itajaí	
9 – Empreendedor: Defesa Civil do Estado de Santa Catarina		

### 3.3.2 Legenda

#### Legenda:

SITUAÇÃO:	MAGNITUDE:	NÍVEL DE PERIGO (NP)
NA – Este item <b>Não é Aplicável</b>	I - Insignificante	0 - Nenhum
NE – Anomalia <b>Não Existente</b>	P - Pequena	1- Atenção
PV – Anomalia constatada pela <b>Primeira Vez</b>	M - Média	2- Alerta
DS – Anomalia <b>Desapareceu</b>	G- Grande	3- Emergência
DI – Anomalia <b>Diminuiu</b>		
PC – Anomalia <b>Permaneceu Constante</b>		
AU – Anomalia <b>Aumentou</b>		
NI – Este item <b>Não foi Inspeccionado (Justificar)</b>		

#### SITUAÇÃO:

**NA – Este item Não é Aplicável:** O item examinado não é pertinente à barragem que esteja sendo inspecionada.

**NE – Anomalia Não Existente:** Quando não existe nenhuma anomalia em relação ao item que esteja sendo examinado.

**PV – Anomalia constatada pela Primeira Vez:** Quando da visita à barragem, aquela anomalia for constatada pela primeira vez, não havendo indicação de sua ocorrência nas inspeções anteriores.

**DS – Anomalia Desapareceu:** Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia verificada na inspeção anterior não mais esteja ocorrendo.

**DI – Anomalia Diminuiu:** Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com menor intensidade ou dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme pode ser verificado pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.

**PC – Anomalia Permaneceu Constante:** Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com igual intensidade ou a mesma dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme pode ser verificado pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.

**AU – Anomalia Aumentou:** Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com maior intensidade, ou dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, capaz de ser percebida pela inspeção ou informada pela pessoa responsável pela barragem.

**NI – Este item Não foi Inspeccionado:** Quando um determinado aspecto da barragem deveria ser examinado e por motivos alheios à pessoa que esteja inspecionando a barragem, a inspeção não foi realizada.

#### MAGNITUDE:

**I - Insignificante:** Anomalia que pode simplesmente ser mantida sob observação pela equipe local da barragem.

**P - Pequena:** Anomalia que pode ser resolvida pela própria equipe local da barragem.

**M - Média:** Anomalia que pode ser resolvida pela equipe local da barragem com apoio da equipe sede do empreendedor ou apoio externo.

**G - Grande:** Anomalia que só pode ser resolvida com apoio da equipe da sede do empreendedor ou apoio externo.

#### NÍVEL DE PERIGO DA ANOMALIA:

**0 - Nenhum:** não compromete a segurança da barragem, mas que pode ser entendida como descaso e má conservação.

**1 - Atenção:** não compromete a segurança da barragem a curto prazo, mas deve ser controlada e monitorada ao longo do tempo.

**2 - Alerta:** risco a segurança da barragem, devem ser tomadas providências para a eliminação do problema.

**3 - Emergência:** risco de ruptura iminente, situação fora de controle.

## 3.3.3 Ficha A – Infraestrutura Operacional

A	INFRAESTRUTURA OPERACIONAL	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Falta de documentação sobre a barragem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
2	Falta de material para manutenção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
3	Falta de treinamento do pessoal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
4	Precariedade de acesso de veículos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Falta de energia elétrica	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
6	Falta de sistema de comunicação eficiente	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
7	Falta ou deficiência de cercas de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
8	Falta ou deficiência nas placas de aviso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
9	Falta de acompanhamento da Gerência Regional	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
10	Falta de manuais de operação e manutenção dos equipamentos hidromecânicos e elétricos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1

Comentários:

1 - Apesar de ter-se disponíveis desenhos de projeto nota-se falta de documentação técnica como memórias de cálculo, e memoriais descritivos.

2 e 3 - Falta de materiais e pessoal para manutenção.

5 a 8 - Infraestrutura operacional foi depredada.

10 - Apesar de ter-se disponível o Manual de Operação do Reservatório, falta manuais de operação e manutenção dos equipamentos hidromecânicos.

## 3.3.4 Ficha B – Barragem de Enrocamento

B BARRAGEM - MARGEM ESQUERDA														
B.1	PARAMENTO DE MONTANTE	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Escorregamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Fissuras/afundamento (face de concreto)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Rip-rap incompleto, destruído ou deslocado	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
5	Afundamentos e buracos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
7	Erosão nos encontros das ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Deslocamento de blocos de rocha pelo efeito de ondas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

Comentários:

4 - Observou-se alguns blocos de rocha apresentando ciclagem (desagregação) ainda em proporção muito pequena em relação ao enrocamento como um todo, sem representar qualquer risco a estrutura.

7 - Presença generalizada de arbustos e vegetação gramínea (capim).

B.2	CRISTA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Fissuras longitudinais e transversais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Falta de revestimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
4	Falha no revestimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
5	Afundamentos e buracos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
6	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Defeitos na drenagem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
8	Defeitos no meio fio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
9	Formigueiros, cupinzeiros, ou tocas de animais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Desalinhamento do meio fio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Ameaça de transbordamento da barragem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

Comentários:

3, 4 e 5 - A crista encontra-se sem proteção de revestimento primário, gerando pequenos buracos devido ao trânsito de veículos.

7 - O sistema de drenagem superficial da crista, consistido de passagens no meio fio a cada 20 m encontra-se entupido devido ao acúmulo de solo e trabalhos de regularização com máquina niveladora, sem o devido cuidado.

8 - Trechos do meio fio foram deslocados propositalmente a fim de promover a drenagem da crista devido aos drenos entupidos.

B.3	TALUDE DE JUSANTE	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Escorregamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Fissuras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Falha na proteção granular	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
5	Falha na proteção vegetal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Afundamentos e buracos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
8	Erosão nos encontros das ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Cavernas e buracos nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Canaletas quebradas ou obstruídas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
12	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
13	Sinais de fuga de água ou áreas úmidas (surgências)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
14	Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

Comentários:

4 - Observou-se alguns blocos de rocha apresentando ciclagem (desagregação) ainda em proporção muito pequena em relação ao enrocamento como um todo, sem representar qualquer risco a estrutura.

7 - Presença de vegetação arbustiva generalizada no talude de jusante que aumentou devido a ausência de manutenção (corte e limpeza).

11 - Verificou-se a presença de cupinzeiros e formigueiros ao longo do talude de jusante, observando-se a pouca eficiência dos trabalhos atuais de retirada destes insetos.

B.4	OMBREIRAS A MONTANTE ATÉ FAIXA DE SEGURANÇA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Desmatamento na área de proteção e construções irregulares	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
2	Erosão nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Desmoronamento nas margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Assoreamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Cavernas e buracos nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Trinca nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Árvores/arbustos na faixa de segurança da barragem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1

Comentários:

1 - Presença de construção irregular, já constatada em 2018, na área de segurança na barragem, situada a montante do encontro da ponte sobre o canal de restituição.

2 - Na inspeção de 2018 assinalou-se a anomalia (erosão nas ombreiras) todavia considera-se que esta refere-se ao encontro da ponte sobre o canal de restituição, assinalada na Ficha E.

8 - Observa-se a presença de vegetação de médio e grande porte na ombreira direita a montante e na ombreira esquerda próximo ao vertedouro de crista livre, o que prejudica a inspeção visual.

B.5	OMBREIRAS A JUSANTE ATÉ FAIXA DE SEGURANÇA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Construções irregulares próximas ao leito do rio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Erosão nos encontros barragem-ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Desmoronamento nas margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Cavernas e buracos nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Trinca nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Surgência de água e manchas de umidade	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Carreamento de finos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Árvores/arbustos na faixa de segurança da barragem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1

Comentários:

9 - Presença de vegetação de médio e grande porte tanto na ombreira direita quanto na ombreira esquerda.

B.6	BARRAGEM - MARGEM DIREITA (MURO LATERAL)	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Erosão na fundação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Erosão nos contatos dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Rachaduras ou trincas no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Movimentação (recalque/desalinhamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

## 3.3.5 Ficha C – Vertedouro

C	VERTEDOIRO SOLEIRA LIVRE - MARGEM DIREITA													
C.1	Estrutura Vertente	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Fissuras (trincas ou rachaduras) no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
4	Descalçamento da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Juntas de dilatação danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
6	Sinais de deslocamento das estruturas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Fissuras (trincas ou rachaduras) nos muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Erosão nos contatos dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Carreamento de materiais na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Vazão nos drenos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
12	Deterioração da superfície do concreto dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
13	Ocorrência de buracos na soleira	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
14	Presença de entulho na bacia de dissipação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
15	Presença de vegetação na bacia de dissipação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
16	Erosão na base dos canais (área de restituição)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

Comentários:

3 e 5 - Deterioração da superfície do concreto, e juntas danificadas, já verificadas em 2018 relacionam-se ao crescimento de vegetação e limo.

9, 11 e 13 - Os problemas de percolação e vazão nos drenos e buracos na soleira, observados na inspeção em 2018, não foram detectados.

15 - O problema de vegetação na bacia de dissipação e mesmo nas paredes de concreto, preferencialmente nas juntas, se agravou uma vez que a estrutura permaneceu sem manutenção.

C.2	CANAIS DE APROXIMAÇÃO E RESTITUIÇÃO	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
2	Obstruções ou entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
3	Desalinhamento dos taludes e muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Erosões ou escorregamentos nos taludes	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Erosão na base dos canais escavados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Erosão na área a jusante (erosão regressiva)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Instabilidade ou queda de blocos de rocha do talude lateral	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
8	Construções irregulares (aterro, casa, cerca)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1

Comentários:

1 - A presença de vegetação de médio e grande porte no Canal de Restituição aumentou visto que não foram feitos trabalhos de limpeza desde a última inspeção.

2 - A Obstrução deve-se ao trecho do canal de restituição o qual encontra-se em fase de projeto, todavia não se considera oferecer risco às estruturas.

7 - As instabilidades relacionadas ao talude lateral direito não foram constatadas.

8 - As construções irregulares na lateral direita do canal refere-se à anomalia relatada no item B4.

C.3	ESTRUTURA FIXAÇÃO DA COTA DA SOLEIRA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Fissuras ou trincas no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
4	Descalçamento da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Juntas danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
6	Sinais de deslocamentos das estruturas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

Comentários:

3 e 5 - A deterioração da superfície do concreto e das juntas, relaciona-se ao crescimento de vegetação na estrutura.

4 - A anomalia relatada na inspeção de 2018, relacionada ao descalçamento da estrutura não foi observada.

C.4	BACIA DE DISSIPACÃO	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Fissuras ou trincas no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
4	Ocorrência de buracos na soleira	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Erosão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Presença de entulho na bacia	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Presença de vegetação na bacia	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
8	Falha no enrocamento de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

Comentários:

1,2 e 6 - Anomalias referentes a este item relatadas em 2018, não foram observadas.

3 e 7 - Anomalias relacionadas ao crescimento de vegetação no fundo do Canal de Restituição.

C.5	MUROS	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Erosão na fundação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Erosão nos contatos dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Fissuras no concreto (trincas ou rachaduras)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
6	Erosões nos taludes dos diques	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Rip-rap incompleto, destruído ou deslocado	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

Comentários:

5 - Deterioração da superfície, relacionado ao crescimento de arbustos no muro lateral esquerdo e no muro de contenção do talude direito no trecho de montante do canal.

C.6	PONTE SOBRE CANAL DE RESTITUIÇÃO	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Estado dos pilares	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Estrutura das vigas e tabuleiro	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Apoios	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Estacas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Encontros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Sinais de deslocamentos das estruturas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1

Comentários:

6 - O problema de erosão próximo ao encontro direito (lado de jusante) permaneceu constante, considerando-se que não evoluiu significativamente provavelmente devido ao material rochoso do encontro, porém merece atenção para que não atinjam material de aterro do encontro.

## 3.3.6 Ficha D – Túneis de Descarga

TÚNEIS DE DESCARGA - ESTRUTURAS DE EMBOQUE TIPO TULIPA														
D.1	BOCA DE ENTRADA TIPO TULIPA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Falta de manutenção da estrada de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
2	Obstrução/entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
3	Presença de vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
4	Assoreamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
5	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Ocorrência de fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
8	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
9	Existência de habitação animal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Defeito na Grade	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Ausência de Grade de Proteção na Abertura da Laje do Emboque do Túnel Interno	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1

Comentários:

1 - A estrada de acesso encontra-se precária e parcialmente transitável por veículo 4x4, devido ao crescimento da vegetação e formação de trechos brejosos.

2 - O acúmulo de troncos e galhos de árvore na parte inferior dos emboques aumentou desde a última inspeção, visto que não foram realizadas remoções recentes dos materiais lenhosos. Observou-se sinais de queima dos materiais lenhosos junto à estrutura de concreto e grades verticais das torres tipo tulipa dos emboques.

3 e 4 - O assoreamento e a vegetação ao redor das estruturas permaneceram constantes ou com aumentos pouco significativos.

7 e 8 - Sinais de armadura exposta e deterioração da superfície de concreto em pontos localizados junto às guias metálicas das grades verticais do emboque tipo tulipa do túnel externo.

10 - Ausência da grade metálica na abertura da laje superior do emboque tipo tulipa do túnel interno.

D.2	REVESTIMENTO DE CONCRETO DOS TÚNEIS DE DESCARGA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Obstrução/entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Presença de vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
3	Assoreamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Ocorrência de fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
6	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Existência de habitação animal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Surgências de água em juntas de contração	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

Comentários:

- 2 - Presença de troncos de árvore no túnel interno (esquerdo) devido ausência de grade na Tulipa.  
 3 - Fissuras nas paredes do túnel, primeira vez detectadas, as quais merecem ser acompanhadas visualmente nas inspeções subsequentes.

D.3	ESTRUTURA DO POÇO DAS COMPORTAS (Área Plataforma de Operação)	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Ferragem exposta na estrutura da torre	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Falta de guarda corpo na escada de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração do guarda corpo das plataformas da escada de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
4	Ferragem exposta na plataforma (passadiço)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Falta de guarda corpo no passadiço	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Deterioração do guarda corpo no passadiço	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Ausência do Portão da Plataforma de Operação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
8	Deterioração da tubulação da aeração e by-pass	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

Comentários:

- 3 - Guarda corpo das plataformas metálicas de descanso da escada de acesso decorrente de depredações e deterioração por ausência de manutenção.  
 7 - Falta de Portão na Área da Plataforma de Operação por atos de depredação.

D.4	POÇO DE ACIONAMENTO DAS COMPORTAS	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Falta de guarda-corpo na escada de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
2	Deterioração da Escada Tipo Marinheiro do Poço de Acesso à Galeria das Comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
3	Tampa Metálica do Poço de Acesso à Galeria das Comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
4	Deterioração da tubulação de aeração	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
5	Deterioração da instalação de controle (pedestal)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Limpeza da Galeria das Comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
8	Pórtico Móvel de Manutenção das Comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	2
9	Ponte Rolante de Manutenção das Comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	2

Comentários:

1 e 2 - Escada Tipo Marinheiro do Poço de Acesso à Galeria das Comportas em boas condições estruturais, porém com problemas de falta de manutenção.

3 - Ausência da tampa metálica do poço de acesso à galeria das comportas decorrente de atos de depredação.

4 - Deterioração da tubulação metálica de aeração por falta de manutenção.

7 - A Galeria das Comportas encontra-se "entulhada" de lixo e toda sorte de materiais estranhos ao local por problemas de depredação, associado à dificuldade de realização dos serviços de manutenção devido à falta de condições operacionais da ponte rolante de manutenção.

8 - Pórtico móvel de manutenção das duas comportas dos túneis de descarga encontram-se em processo de deterioração devido à ausência de serviços de manutenção corrente.

9 - A Ponte Rolante de Manutenção das Comportas, situada na plataforma de operação, encontra-se desenergizada e inoperante por problemas de depredação e ausência de manutenção.

D.5	SISTEMA DE ACIONAMENTO DAS COMPORTAS	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Hastes (travada ou mancal, corrosão e empenamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Base dos mancais (corrosão, falta de chumbadores)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Corrosão nos mancais	NA	NE	NI	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Falhas nos chumbadores, lubrificação e pintura do pedestal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Falta de indicador de abertura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
6	Falta de volante	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Sistema de Acionamento Óleo-Hidráulico das Comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	2
8	Sistema de Medição da Abertura das Comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	2
9	Instalações Elétricas do Sistema de Acionamento Óleo-Hidráulico das Comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	2
10	Painéis Elétricos do Sistema de Acionamento Óleo-Hidráulico das Comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	2
11	Grupo Gerador Diesel de Emergência	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	2
12	Posto de Transformação, Seccionamento, Proteção e Medição de Energia Elétrica	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	2
13	Iluminação e Cabeamento da Plataforma de Operação das Comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	2

## Comentários

5 - Falta de indicador de abertura das comportas, primeira vez detectada.

7 - Sistema de Acionamento Óleo-Hidráulico das Comportas encontra-se inoperante e totalmente destruído, sem possibilidade de recuperação, devido às depredações ocorridas.

8 - O Sistema de Medição da Abertura das Comportas, do tipo mecânico, provido de régua de indicação da abertura, com indicador acionado por roldanas e cabos, encontra-se inoperante, com possibilidade de recuperação.

9 - As Instalações Elétricas do Sistema de Acionamento Óleo-Hidráulico das Comportas encontram-se desenergizadas, inoperantes e totalmente destruídas, sem possibilidade de recuperação, devido às depredações ocorridas.

10 - Os Painéis Elétricos do Sistema de Acionamento Óleo-Hidráulico das Comportas encontram-se desenergizados, inoperantes e totalmente destruídos, sem possibilidade de recuperação, devido às depredações ocorridas.

11 - O Grupo Gerador Diesel de Emergência encontra-se inoperante devido às depredações ocorridas, sendo desconhecido o seu paradeiro.

12 - O Posto de Transformação, Seccionamento, Proteção e Medição de Energia Elétrica da barragem, cuja energia elétrica é fornecida pela CELESC, concessionária local de distribuição de energia elétrica, encontra-se desenergizado e inoperante, sem possibilidade de recuperação, devido às depredações ocorridas.

13 - A Iluminação e Cabeamento da Plataforma de Operação das Comportas encontram-se inoperantes e depredados.

D.6	ESTRUTURA DE SAÍDA DOS TÚNEIS DE DESCARGA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Corrosão e vazamentos na tubulação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ruídos estranhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeito nos dispositivos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Fissuras (trincas ou rachaduras) ou surgências de água no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Precariedade de acesso (árvores e arbustos)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
6	Vazamento nos dispositivos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Construções irregulares a jusante	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Erosão a jusante	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0

## Comentários

5- A presença de vegetação de grande e médio porte no entorno dos muros laterais da estrutura de saída dificulta a inspeção e pode prejudicar a estrutura a longo prazo.

8- Erosão a jusante da saída, relatada na inspeção de 2018 devido a recirculação, encontra-se aparentemente estabilizada, não gerando risco à estrutura no momento.

## 3.3.7 Ficha E – Estrutura da Galeria de Descarga (antiga Galeria de Desvio)

ESTRUTURA DA GALERIA DE DESCARGA (ANTIGA GALERIA DE DESVIO)														
E.1	BOCA DE ENTRADA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Obstrução/entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
2	Presença de vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Assoreamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Ocorrência de fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Existência de habitação animal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Falta de Grade de Proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Defeito na Grade	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

Comentários:

1 - Acúmulo de troncos e galhos na entrada das galerias aumentou desde a última inspeção, visto que não foi mais feita remoção do material.

E.2	GALERIAS	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Obstrução/entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Presença de vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Assoreamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Ocorrência de fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Existência de habitação animal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Surgências de água em juntas de contração	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

Comentários:

Não foram inspecionadas, pois havia água escorrendo em alta velocidade.

E.3	ESTRUTURA DE SAÍDA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Corrosão e vazamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ruídos estranhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeito nos dispositivos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Fissuras (trincas ou rachaduras) ou surgências de água no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Precariedade de acesso (árvores e arbustos)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
6	Vazamento nos dispositivos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Construções irregulares a jusante	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Erosão a jusante	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1

## Comentários

5- Presença de vegetação de grande e médio porte no entorno dos muros laterais dificulta a inspeção e pode prejudicar a estrutura a longo prazo. Adicionalmente nota-se a falta de guarda corpo na ponte sobre a saída da galeria gerando risco de queda.

8- Erosão a jusante da saída, relatada na inspeção de 2018 devido à recirculação encontra-se aparentemente estabilizada, porém atingiu a estrada de acesso à região da saída da galeria de descarga, que deverá ser reconstituída. Recomenda-se planejar, num período hidrológico favorável (época de vazões baixas), a verificação da ocorrência de eventuais erosões ou cavidades sob as estruturas de concreto, com a utilização de varejões de aço.

## 3.3.8 Ficha F – Reservatório

F	RESERVATÓRIO	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Réguas danificadas ou faltando	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
2	Construções em áreas de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Poluição por esgoto, lixo, pesticida etc.	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Indícios de má qualidade d'água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Assoreamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
7	Desmoronamento das margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Existência de vegetação aquática excessiva	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Desmatamentos na área de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Presença de animais e peixes mortos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

Comentários:

1 - A régua do reservatório instalada junto ao talude frontal do Vertedouro encontra-se deteriorada, como já constatada em 2018 e com sua parte inferior fora do nível d'água.

6 - Constatado assoreamento e obstrução junto ao bueiro do acesso de ligação entre as margens do reservatório.

## 3.3.9 Ficha G – Sugestões e Recomendações

<b>G</b>	<b>SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES</b>
<b>1</b>	<b>Quanto à Segurança Individual e Patrimonial</b>
1.1	Recuperar e reforçar as cercas de segurança patrimonial da área de segurança da Barragem e retirar as construções irregulares presentes na margem direita.
1.2	Recomenda-se a especificar, contratar e instalar o sistema de vigilância por câmeras e controle de acesso aos locais vitais da barragem, em especial da área da Plataforma de Operação das Comportas.
<b>2</b>	<b>Quanto à Segurança das Estruturas e Obras de Terra</b>
2.1	Recomenda-se recuperar o revestimento da crista da barragem bem como seu sistema de drenagem superficial.
2.2	Recomenda-se realizar um trabalho de limpeza e supressão da vegetação dos taludes, ombreira e faixa de segurança a jusante do maciço envolvendo os arredores das estruturas de saída das galerias de descarga e dos túneis de descarga, bem como realizar de forma sistemática o corte da vegetação presente nestes locais.
<b>3</b>	<b>Quanto à Segurança das Estruturas e Obras de Concreto</b>
3.1	Recomenda-se recuperar todas as edificações e respectivas infraestruturas da área da Plataforma de Operação das Comportas, incluindo, rede elétrica, rede água, portões, guaritas, guarda corpos etc.
3.2	Recomenda-se realizar limpeza sistemática dos troncos e galhos de árvore no redor das Estruturas de Emboque Tipo Tulipa.
3.3	Recomenda-se realizar limpeza sistemática da vegetação que encontra-se em crescimento nas juntas e no meio das estruturas de concreto do Vertedouro de Crista Livre, incluindo a laje de fundo do canal, crista vertente e muros laterais.
3.4	Recomenda-se realizar limpeza sistemática dos troncos e galhos no emboque das galerias de descarga (utilizada como galeria de desvio do rio durante a construção da barragem) e a supressão sistemática de vegetação junto às margens. No desemboque, monitorar a erosão da margem esquerda e planejar, num período hidrológico favorável (época de vazões baixas), a verificação da ocorrência de eventuais erosões ou cavidades sob as estruturas de concreto, com a utilização de varejões de aço.
3.5	A Galeria das Comportas dos Túneis de Descarga encontra-se "entulhada" de lixo e toda sorte de materiais estranhos por problemas de depredação, associado às dificuldades de realização dos serviços de limpeza e manutenção, devido à falta de condições operacionais da ponte rolante de manutenção.
<b>4</b>	<b>Quanto à Segurança Operacional dos Equipamentos Eletromecânicos</b>
4.1	Recomenda-se especificar, adquirir e instalar um novo sistema óleo-hidráulico de acionamento das comportas, com todos seus acessórios.

4.2	Recomenda-se especificar, contratar e instalar o sistema de alimentação de energia elétrica da barragem, incluindo a os painéis e instalações elétricas do sistema de comando das comportas.
4.3	Recomenda-se especificar, adquirir e instalar a grade metálica da abertura da laje superior do emboque tipo tulipa do túnel interno.
4.4	Recomenda-se recuperar a Escada Tipo Marinheiro do Poço de Acesso à Galeria das Comportas, que se encontra com problemas de depredação e falta de manutenção.
4.5	Recomenda-se especificar, adquirir e reinstalar tampa metálica do poço de acesso à galeria das comportas, decorrente de atos de depredação.
4.6	Recomenda-se especificar e contratar fornecimento de retirada, jateamento, pintura e recolocação das grades dos emboques tipo tulipa dos túneis de descarga.
4.7	Recomenda-se especificar e executar o trabalho de manutenção da tubulação metálica de aeração.
4.8	Recomenda-se realizar o trabalho de remoção do "entulho" e limpeza Galeria das Comportas, após a recuperação da ponte-rolante de serviços de manutenção das Comportas dos Túneis de Descarga .
4.9	Recomenda-se especificar e executar os trabalhos de recuperação e manutenção do Pórtico Móvel de Manutenção das duas comportas dos túneis de descarga.
4.10	Recomenda-se especificar, contratar e instalar uma nova Ponte Rolante de Manutenção das Comportas, situada na plataforma de operação, incluindo a sua energização.
4.11	Recomenda-se especificar e executar os trabalhos de recuperação do Sistema de Medição da Abertura das Comportas, do tipo mecânico, provido de régua de indicação da abertura, com indicador acionado por roldanas e cabos, que se encontra inoperante.
4.12	Recomenda-se especificar, contratar e refazer as Instalações Elétricas do Sistema de Acionamento Óleo-Hidráulico das Comportas, que se encontram desenergizadas, inoperantes e totalmente destruídas.
4.13	Recomenda-se especificar, contratar e reinstalar os Painéis Elétricos do Sistema de Acionamento Óleo-Hidráulico das Comportas, que se encontram desenergizados, inoperantes e totalmente destruídos.
4.14	Recomenda-se especificar, adquirir e reinstalar um novo Grupo Gerador Diesel de Emergência, cujo paradeiro é desconhecido.
4.15	Recomenda-se especificar, contratar e refazer o Posto de Transformação, Seccionamento, Proteção e Medição de Energia Elétrica da barragem, cuja energia elétrica é fornecida pela CELESC, concessionária local de distribuição de energia elétrica, que se encontra desenergizado e inoperante.
4.16	Recomenda-se especificar, contratar e reinstalar a Iluminação e os cabamentos da Plataforma de Operação das Comportas, que se encontram inoperantes e depredados.

## 4 AVALIAÇÃO E REGISTRO DAS ANOMALIAS

### 4.1 BARRAGEM DE ENROCAMENTO

De forma geral a barragem de enrocamento não mostra indícios de problemas estruturais, tais como deformações ou trincas, porém se apresenta com problemas de ausência de serviços de manutenção.

O talude de montante apresenta crescimento de vegetação na forma de capim excessivamente alto e arbustos, especialmente nas porções próximas a crista, ao pé e junto às ombreiras (Foto 1).



Foto 1 - Vista geral do talude de montante com vegetação arbustiva e na forma de capim.

O enrocamento da barragem é constituído de arenito, que apresenta alguns blocos desagregados devido ao intemperismo físico (efeito térmico), que vem afetando os blocos em uma proporção ainda pequena em relação ao volume total, favorecendo o crescimento de vegetação (Foto 2).



Foto 2 – Bloco de arenito do enrocamento apresentando desagregação devido à ação do intemperismo físico.

A crista da barragem, que não tem revestimento impermeável, não mostra indícios de deformação ou movimentação perceptíveis, porém a deficiência do revestimento primário e a ausência de serviços de manutenção propicia o aparecimento de pequenas cavidades ou buracos devido ao trânsito de veículos. O sistema de drenagem da crista, na forma de pequenas aberturas ou passagens de água através do meio fio, existentes a cada 20 metros, aproximadamente, encontram-se assoreados ou entupidos, gerando pontos de empocamento ou de acúmulo de água (Foto 3).

Devido a esta deficiência no sistema de drenagem superficial da crista da barragem, constatou-se que alguns blocos do meio fio foram removidos ou deslocados a fim de atenuar os problemas de empocamento e água (Foto 4).



Foto 3 - Vista geral da crista com presença de pequenos buracos e problemas de drenagem



Foto 4 - Blocos do meio fio foram removidos a fim de se permitir a drenagem da crista

Os taludes de montante e de jusante da barragem encontram-se fortemente tomados pela vegetação arbustiva, notando-se a presença de blocos de enrocamento desagregados (foto 5).



Foto 5- Vista geral do talude de jusante com grande quantidade de vegetação arbustiva.

A ombreira esquerda, tanto a jusante como a montante, apresenta vegetação de grande porte, denotando ausência de serviços de manutenção, que dificulta a realização de serviços de inspeção e constatação de eventuais anomalias (Fotos 6 e 7)



Foto 6 – Ombreira esquerda a montante, com presença de vegetação excessivamente alta.



Foto 7 – Ombreira esquerda a jusante também com a presença de vegetação excessiva.

O fechamento da barragem na ombreira direita é feito em terreno natural nas porções mais baixas, com encosto no muro lateral do vertedouro (a jusante) e no muro da estrutura de controle das comportas (a montante). Observa-se em ambos os casos a presença de vegetação arbustiva e até mesmo de árvores de pequeno porte, as quais devem ser suprimidas (Fotos 8).

Observa-se adicionalmente na ombreira direita, junto do talude de escavação da margem direita do canal de restituição do vertedouro livre, a presença de construção irregular (Foto 9).



Foto 8 – Ombreira esquerda a montante, com parte superior em encosto na estrutura de concreto e na porção inferior em terreno natural, com presença de árvores e arbustos.



Foto 9 - Construção irregular na ombreira direita, junto à ponte sobre o canal do vertedouro.

#### 4.2 VERTEDOURO DE CRISTA LIVRE

Não foram observadas trincas ou indícios aparentes de problemas estruturais, entretanto a presença de vegetação de pequeno porte em juntas da estrutura poderá, a longo prazo, comprometer a estrutura.

Observou-se também a presença de árvores e vegetação de grande porte situadas próximo ao pé do vertedouro, que podem prejudicar a durabilidade da estrutura devido ao enraizamento (Foto 10), sendo recomendada a retirada da vegetação de médio e grande porte a uma faixa de ao menos 6 metros a montante da crista vertente.

São observadas, também, a presença de vegetação de médio porte crescendo junto ao muro de contenção do trecho de montante do Canal de Restituição, as quais devem também ser suprimidas e objeto de manutenção continuada (Foto 11).



Foto 10 – Vista aérea da crista vertente mostrando presença de árvore excessivamente crescidas próxima à estrutura.



Foto 11 – Vista do muro de contenção do Canal de Restituição com presença de vegetação de médio porte.

Ainda no trecho de montante do canal de Restituição a laje de fundo apresenta crescimento de vegetação de pequeno porte em meio às juntas de dilatação, as quais se não retiradas tendem a evoluir e degradar a estrutura (Foto 12).

A Parede Lateral do Canal do Vertedouro apresenta crescimento de vegetação de pequeno e médio porte na parte inferior da estrutura e junto ao seu pé (Foto 13).

Por fim salienta-se que o sistema extravasor de cheias, em especial o seu canal de restituição e bacia de dissipação de energia, é objeto de um trabalhos de recuperação específico, cujo projeto executivo já foi elaborado, porém sua implantação ainda não foi efetivada.

Assim sendo as observações relativas à vegetação, que se encontra em estágio de crescimento bastante avantajado, deverão ser objeto de supressões por ocasião da implantação das obras de adequação e recuperação do sistema extravasor de cheias.



Foto 12 - Laje de fundo do trecho de montante do canal de Restituição com vegetação nas juntas



Foto 13 - Muro lateral esquerdo do Canal de Restituição com vegetação de pequeno e médio portes.

#### 4.3 GALERIA DE DESCARGA (SEM CONTROLE DE VAZÃO)

A Galeria de Descarga (antiga galeria de desvio do rio durante a construção da barragem), que se situa sob a barragem e junto à ombreira esquerda, foram inspecionadas em sua porção externa, ou seja, suas bocas de entrada e saída, uma vez que por esta estrutura escoa toda a vazão normal do rio, encontrando-se sempre com fluxo de água permanente e em alta velocidade.

A boca de montante da galeria não apresenta indícios de problemas estruturais assim como a parede frontal do emboque do canal de aproximação, porém nota-se grande acúmulo de troncos e galhos de árvore, cujo choque nas paredes entre as galerias acaba provocando desgaste da superfície do concreto na entrada (Fotos 14 e 15), além de provocar risco de entupimento por ocasião das grandes cheias, quando são carregadas os troncos e galhos de árvore em maior quantidade e, também, de maior porte.



Foto 14 - Boca de Entrada da Galeria de Descarga com acúmulo de galhos e troncos



Foto 15 - Parede frontal do emboque da Galeria de Descarga em bom estado

Assim como a boca de entrada, a estrutura de saída da Galeria de Descarga encontra-se em bom estado notando-se, porém, excesso de vegetação no entorno que dificulta a inspeção e, por outro lado, a presença de árvores muito próximas à parede lateral do canal de restituição pode gerar problemas futuros caso haja penetração de raiz por alguma junta da estrutura (Fotos 16 e 17).



Foto 16 - Vista Geral da Estrutura de Saída da Galeria de Descarga em bom estado geral



Foto 17 - Vista de jusante da Estrutura de Saída da Galeria de Descarga, notando- presença de árvores e arbustos ao lado da parede laterais do canal de restituição.



Foto 18 - Vista para jusante da Estrutura de Saída da Galeria de Descarga.

#### **4.4 TÚNEIS DE DESCARGA (COM CONTROLE DE VAZÃO)**

##### **4.4.1 Sistema de Descarga da Margem Direita**

O sistema de descarga da margem direita é constituído por dois túneis paralelos com Estruturas de Emboque Tipo Tulipa, sendo que o túnel esquerdo, ou túnel interno, possui tulipa com soleira vertente situada na cota 264,00 m (cota mais alta) e o túnel direito, ou túnel externo possui soleira da vertente do emboque tipo tulipa na cota 258,00m (cota mais baixa).

Na porção central dos túneis, aproximadamente no alinhamento do eixo do barramento, situa-se a galeria das comportas planas deslizantes, de controle da vazão de descarga, com acionamento hidráulico, acessado a partir da Plataforma de Operação das Comportas, que se situa junto à crista da barragem, por meio de um poço vertical de acesso ou “shaft”.

As estruturas dos Túneis de Descarga foram inspecionadas interna e externamente quanto aos seus aspectos civis/estruturais e quanto à situação dos equipamentos hidromecânicos existentes.

##### **4.4.2 Túneis de Descarga**

Os túneis de descarga têm revestimento de concreto e são divididos em dois trechos, o primeiro trecho compreendido entre a Estrutura de Emboque Tipo Tulipa e as comportas de controle de vazão, cujo escoamento é forçado quando ocorre o escoamento de água nos túneis e, o segundo trecho, compreendido entre as comportas de controle de vazão e a boca de saída, cujo escoamento é a superfície livre.

Os túneis de descarga encontram-se, de forma geral, em bom estado de conservação e não apresentam indícios aparentes de problemas estruturais, notando-se algumas anomalias usuais em estruturas do gênero, na forma de fissuras ou juntas com pontos de pequenas infiltrações de água.

Em sua parte interna, nota-se a presença de cinco fissuras com carbonatação, situadas entre a parte intermediária a do trecho livre e a porção de jusante deste trecho (Fotos 19 a 23).

Observa-se, próximo à boca de saída, uma junta de construção horizontal com infiltração (foto 24). Nota-se que o trecho livre do túnel é dotado de drenos, onde a maioria destes mostra-se seco.

Os batentes bem como a porção inferior da comporta do túnel interno encontram-se em bom estado (Foto 23).

O trecho forçado (entre a comporta e o emboque tipo tulipa) do túnel interno encontra-se em bom estado de conservação, notando-se apenas um local de infiltração ao longo de uma junta horizontal de construção (Foto 24).



Foto 19 – Túnel Interno – 1ª fissura contada de montante para jusante no trecho livre.



Foto 20 – Túnel Interno – 2ª fissura contada de montante para jusante no trecho livre.



Foto 21 – Túnel Interno – 3ª fissura contada de montante para jusante no trecho livre



Foto 22 Túnel Interno – 4ª fissura contada de montante para jusante no trecho livre.



Foto 23 – Túnel Interno - 5ª fissura contada de montante para jusante no trecho livre.

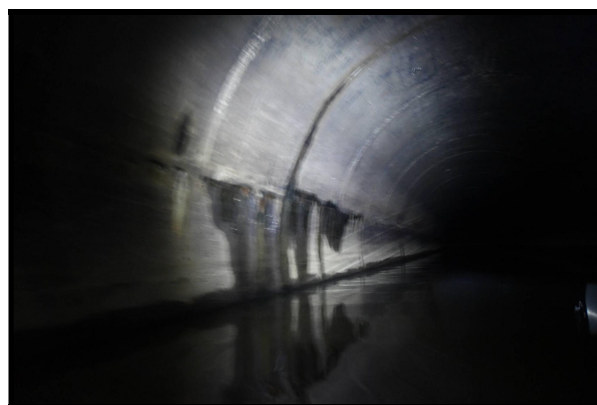


Foto 24 – Infiltração em junta horizontal de construção próximo a boca de saída.



Foto 25 – Batente do Túnel Interno em bom estado.



Foto 26 – Parte Inferior da comporta do Túnel Interno.

O Túnel Externo, situado na direita hidráulica, encontra-se em bom estado sendo observado no seu trecho forçado apenas uma fissura paralela a uma junta transversal com carbonatação (Foto 27) e uma fissura horizontal com percolação de água próximo à boca de saída (Foto 28).

A porção inferior do comporta e os batentes encontram-se em bom estado (Foto 29) e o trecho forçado, entre a comporta e a tulipa, apresenta apenas um ponto de percolação de água ao longo de uma junta horizontal de construção, já próximo a extremidade de montante (Foto 30).



Foto 27 – Fissura com carbonatação no trecho livre do túnel externo.



Foto 28 – Fissura com percolação de água no trecho livre do túnel externo.



Foto 29 – Batente da comporta do Túnel Externo em bom estado.



Foto 30 – Junta horizontal com percolação próximo à extremidade de jusante do Túnel Externo.

#### 4.4.3 Estruturas de Emboque Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga

As Estruturas de Emboque Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga encontram-se, de forma geral, com bom estado de conservação e não apresentam indícios aparentes de problemas estruturais, notando-se algumas anomalias usuais em estruturas do gênero, na forma de ferragens expostas e pequenas arestas ou cantos lascados.

Observa-se que a Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Interno tem-se algumas falhas de concretagem ou faces quebradas devido ao choque de troncos, porém sem ocasionar risco à estrutura ou a fixação das grades, além de se constatar a ausência da grade na laje superior da estrutura de emboque (Foto 32).



Foto 31 – Emboque Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga.



Foto 32 - Tulipa do Túnel interno face com falha de concretagem ou avaria devido a choque de tronco de árvore.

Internamente a estrutura encontra-se em bom estado, sem trincas, fissuras e indício de erosão ou cavitação na superfície do concreto, mesmo com fluxo de troncos de árvores devido à ausência da grade da abertura da laje superior. (Foto 33)



Foto 33 – Parte interna da Tulipa do Túnel esquerdo sem cavitação nem erosão mesmo com a entrada de troncos devido à ausência da grade superior. A trinca/fissura horizontal decorre de falhas na junta horizontal de concretagem.



Foto 34 – Parte interna da Tulipa do Túnel esquerdo em bom estado.

A estrutura de emboque tipo tulipa do túnel externo (túnel direito) apresenta como principal anomalia o acúmulo de troncos na porção inferior de sua entrada devido à menor cota da soleira (Foto 35).

Foi constatado que o material lenhoso que fica depositado naturalmente na base da estrutura da tulipa direita, conforme apresentado nas fotos 35 e 36 abaixo, é queimado no próprio local, de modo inadequado, ao invés de ser removido manual ou mecanicamente e dado destino para outro local ou para uso energético.

Observa-se que esse procedimento gera problemas de fissuras e arrancamento de blocos de concreto e, conseqüentemente, o enfraquecimento estrutural da base da estrutura tipo tulipa, além de danificar e tirar as proteções das grades, acelerando muito a sua corrosão, que se manifesta na forma de perda acentuada de material, gerando redução ao seu desempenho estrutural.

A parte interna da estrutura tipo tulipa do túnel do lado direito encontra-se em bom estado, sem indícios de problemas estruturais ou sinais de erosão ou cavitação na superfície do concreto (Foto 37).



Foto 35 –Estrutura de emboque tipo tulipa (entrada do Túnel Externo ) com acúmulo de troncos e galhos na parte inferior.



Foto 36 – Base da estrutura de emboque tipo tulipa (entrada do Túnel Externo) com sinais de queima do material lenhoso junto à estrutura.



Foto 37 – Parte interna da estrutura de emboque tipo tulipa do túnel direito (Túnel Externo) em bom estado.



Foto 38 - Base da estrutura de emboque tipo tulipa do túnel interno (ou esquerdo) em bom estado

#### 4.4.4 Grade da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Interno de Descarga

Foi constatado que a abertura de entrada de água da laje superior da estrutura de emboque tipo tulipa do túnel interno (lado esquerdo) encontra-se totalmente aberta, desprovida de grade, propiciando a entrada de detritos que podem obstruir as comportas de controle de vazão dos túneis de descarga (Foto 39).

Foi constatado, também, que as grades de proteção de passagens de detritos pelos túneis e comportas apresentam sinais de corrosão e as peças fixas em vários pontos estão com suas ferragens expostas, havendo necessidade de correção dessas anomalias. Há necessidade de refazer a proteção superficial das faces das grades e recuperar o concreto que foi danificado, em especial junto às guias das grades.

Durante a inspeção dos túneis de adução, realizada com a utilização de barco inflável, não foram constatados vestígios da grade no interior dos túneis, que é metálica e de grandes dimensões.

Segundo relatos colhidos por ocasião da realização dos trabalhos a inspeção, a busca da grade “perdida”, realizada em ocasiões anteriores pela DCSC, incluindo o arraste de rede no interior dos túneis, indicou não existe qualquer grade no interior dos túneis de descarga e nem nos arredores da estrutura de emboque tipo tulipa, depreendendo-se que a grade não chegou a ser instalada na laje superior da estrutura. Observa-se não existe qualquer registro de tal ocorrência ou procedimento.



Foto 39 – Observa-se a Ausência da Grade da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Interno de Descarga

O Túnel Interno (esquerdo) encontra-se com sua boca de saída em bom estado não sendo notadas quaisquer anomalias nesta porção da estrutura.

A boca de saída de ambos os túneis se encontra em bom estado, não sendo observadas anomalias com exceção do excesso de vegetação no entorno dos muros laterais e sobre o desemboque, o que dificulta a inspeção do entorno (Foto 41).

Na inspeção de 2018 foram verificadas erosões a jusante dos túneis. A avaliação é que houve processo erosivo na lateral esquerda do túnel interno com formação de uma bacia, porém aparentemente esta encontra-se estabilizada. Já lateral direita da saída dos túneis foi escavada gerando um talude em rocha que se mostra resistente a problemas de erosão (Foto 40).



Foto 40 - Margem esquerda do canal a jusante da saída dos túneis onde se formou uma bacia devido a erosão.



Foto 41 – Boca de saída do túnel interno, com excesso de vegetação do entorno.



Foto 42 – Boca de saída do túnel externo, com vista do talude rochoso na lateral direita da do canal escavado a jusante .

## 4.5 PLATAFORMA DE OPERAÇÃO DAS COMPORTAS

### 4.5.1 Estrutura de Concreto da Ponte Rolante de Manutenção das Comportas

A Estrutura de Concreto da Ponte Rolante de Manutenção das Comportas encontra-se em bom estado, sem indícios de problemas estruturais, não sendo observadas anomalias com exceção do aspecto “envelhecido” dos pilares e vigas de concreto aparente e ausência de manutenção das peças metálicas (Foto 43).



Foto 43 – Area externa da Casa de Comando totalmente depredada e sem portão.

### 4.5.2 Edificação da Casa de Comando das Comportas

A estrutura de concreto e alvenaria da edificação da Casa de Comando das Comportas encontra-se íntegra, porém, totalmente depredada no que refere ao seu acabamento, sem portas, janelas e instalação elétrica, inclusive os sistemas de acionamento das comportas, de indicação de abertura das comportas, grupo gerador diesel-elétrico de emergência etc. (Foto 44).



Foto 44 – Vista Externa da Edificação da Casa de Comando das Comportas, totalmente depredada



Foto 45 – Vista Interna da Edificação da Casa de Comando das Comportas, totalmente depredada

#### 4.5.3 Área Externa e Edificações da Plataforma de Operação das Comportas

A área externa da Plataforma de Operação das Comportas encontra-se depredada, sem portão, desprovida de rede elétrica, de água encanada, com sinais visíveis de depredação e atos de vandalismo (Foto 48).

A Guarita de Segurança encontra-se, também, totalmente depredada sem portas, janelas e instalação elétrica (Foto 46).

O guarda-corpo da área da Plataforma de Operação das Comportas, de concreto, encontra-se deteriorado, com ferragem exposta (Foto 47), além de ter altura insuficiente, tal como ocorre na ponte sobre o Canal de Restituição do Vertedouro.



Foto 46 – Guarita de Segurança depredada e abandonada, sem porta e janelas.



Foto 47 – Guarda corpo deteriorado da área da Plataforma de Operação das Comportas.



Foto 48 – Ausência de Portão da Plataforma de Operação das Comportas, devido às depredações ocorridas.

#### 4.5.4 Tampa Metálica do Poço de Acesso às Comportas

A Tampa Metálica da abertura de carga e descarga do poço, instalada no meio da Tampa do Poço está desaparecida e, para segurança dessa área foi instalado, provisoriamente, uma proteção tipo grelha de vigas de madeira (Foto 49).



Foto 49 – Fechamento Provisório da abertura de carga e descarga do Poço de Acesso à Galeria das Comportas.

#### 4.5.5 Poço de Acesso às Comportas

O poço de acesso à Galeria das Comportas, revestido de concreto, encontra-se em bom estado sem indícios de problemas estruturais, à exceção de exsudações com carbonatação em pontos localizados do revestimento de concreto (Foto 50).



Foto 50 – Revestimento do poço de acesso à Galeria das Comportas.

#### 4.5.6 Galeria das Comportas

A Galeria das Comportas, revestida de concreto, encontra-se em bom estado, sem indícios de problemas estruturais, à exceção de exsudações com carbonatação em pontos localizados do revestimento de concreto (Foto 51).



Foto 51 – Revestimento de concreto da Galeria das Comportas.

#### 4.5.7 Escada Tipo Marinheiro de Acesso à Galeria das Comportas

A Escada Tipo Marinheiro de Acesso à Galeria das Comportas, encontra-se em bom estado, sem indícios de problemas estruturais, decorrentes das ações de predação, porém verifica-se a ausência de manutenção dos seus componentes metálicos (Foto 52 e 53).



Foto 52 – Boca de Acesso à Escada de Marinheiro do poço de acesso à Galeria das Comportas



Foto 53 – Tampa Metálica do poço de acesso à Galeria das Comportas com problemas de corrosão decorrente de falta da manutenção.



Foto 54 – Escada Tipo Marinheiro e Patamar de Descanso do poço de acesso à Galeria das Comportas, com problemas avançados de corrosão.



Foto 55 – Vista inferior do Patamar de Descanso da Escada Tipo Marinheiro do poço de acesso à Galeria das Comportas, com problemas avançados de corrosão.

#### 4.6 EQUIPAMENTOS ELETROME CÂNICOS E HIDROME CÂNICOS

##### 4.6.1 Ponte Rolante de Manutenção das Comportas

A ponte rolante de manutenção das comportas deslizantes está radicalmente depredada quanto aos seus principais componentes, quais sejam: motores e freios da elevação e da translação; redutor e eixos da translação; roldanas, cabo de aço e gancho principal da elevação, painel elétrico de proteção e comando, alimentação elétrica longitudinal da ponte.

Observa-se que, basicamente, só resta a estrutura, o redutor da elevação e as estruturas de maior porte, de depredação mais difícil (Foto 56).



Foto 56 – Ponte Rolante de Manutenção das Comportas.



Fotos 57 – Ausência das roldanas, do gancho, cabo de aço e gancho da elevação.



Fotos 58 – Ausência das roldanas, do gancho, cabo de aço e gancho da elevação.

#### 4.6.2 Equipamentos Hidromecânicos - Comportas Deslizantes de Controle de Vazão

Conforme constatado nos trabalhos de inspeção muitos dos equipamentos hidromecânicos foram praticamente inutilizados em especial aqueles instalados da sala de comando e no coroamento da barragem.

Segundo informações obtidas “in loco” as Comportas Deslizantes de Controle de Vazão são operadas, em casos emergenciais de enchentes, com uma Unidade Hidráulica externa, contratada no local. Nesses casos são utilizadas todas as tubulações hidráulicas, desde a sala de comando até os cilindros hidráulicos e também os cilindros hidráulicos e seus acessórios, que se encontram operantes.

#### 4.6.3 Sistema de Acionamento das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão

O Sistema de Acionamento das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão, constituído pelo Painel de Proteção e Comando da Unidade Óleo-Hidráulica da Acionamento das Comportas, encontra-se inutilizado (Foto 59).



Foto 59 – Painel Elétrico de Proteção e Comando e Unidade Óleo-Hidráulica de Acionamento das Comportas Inutilizados.

O indicador de posição da comporta instalado na casa de comando das comportas, que se situa na plataformas de operação das comportas também foi bastante danificado, restando somente a régua indicadora de aberturas das comportas, estando desaparecidos os cabos de aço, as roldanas, etc., necessários para a sua operação. (Foto 60)



Foto 60 – Régua de Medição da Abertura da Comporta.

#### **4.6.4 Condutos de Óleo do Sistema de Acionamento das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão**

Os Condutos de Óleo do Sistema de Acionamento das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão encontram-se operantes, sem sinais visíveis de estrangulamentos ou vazamentos, uma vez que as comportas são operadas em casos de necessidade emergencial, com a utilização equipamentos móveis de acionamento óleo-hidráulico por empresas especializadas (Foto 61).



Foto 61 – Conduitos Metálicos de Óleo da Unidade Óleo-Hidráulica da Acionamento das Comportas em bom estado, a menos de manutenção e pintura.

#### **4.6.5 Servomotores de Acionamento das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão**

Os Servomotores de Acionamento das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão encontram-se operantes uma vez que as comportas são operadas em casos de necessidade, com a utilização equipamentos móveis de acionamento óleo-hidráulico por empresas especializadas (Foto 62).



Foto 62 – Servomotor da Acionamento das Comportas.

#### **4.6.6 Pórtico Móvel de Manutenção Comportas Deslizantes de Controle de Vazão**

O Pórtico Móvel de Manutenção das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão, situado na galeria das comportas, encontra-se operante, porém com necessidade de serviços de manutenção (Foto 63).



Foto 63 – Pórtico Móvel de Manutenção das Comportas de Controle de Vazão

#### **4.6.7 Condutos de Aeração das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão**

Os Condutos de Aeração das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão encontram-se operantes, porém com necessidade de serviços de recuperação e manutenção (Foto 64).

Observou-se que foi feita uma abertura de inspeção no conduto de aeração para permitir a ventilação do poço, mantendo a abertura aberta, entretanto alerta-se que há risco de inundação da galeria, em casos extremos por jusante, quando da operação das comportas, pois, esse conduto tem acesso à água que escoa pelo túnel/comporta. Recomenda-se analisar o assunto com mais profundidade e detalhes.



Foto 64 – Pórtico Móvel de Manutenção das Comportas de Controle de Vazão, onde se vê abertura para ventilação.

#### **4.6.8 Sistema de Alimentação Elétrica da Barragem**

O Sistema de Alimentação Elétrica da Plataforma de Operação das Comportas encontra-se inoperante devido ao problemas de depredação total e roubo de todos os seus componentes, em especial os cabos elétricos (Foto 65).



Foto 65 – Posto de Medição, Proteção e Seccionamento do Sistema de Alimentação Elétrica

#### **4.6.9 Sistema de Alimentação Elétrica Emergencial da Barragem**

O Sistema de Alimentação Elétrica Emergencial da Plataforma de Operação das Comportas, constituído por um grupo gerador diesel-elétrico estacionário, situado na casa de comando das comportas, encontra-se inoperante, devido a problemas de depredação com roubo do conjunto gerador, restando somente do conjunto, base pouco útil (Foto 66).



Foto 66 – “Skid” do Grupo Gerador Diesel-Elétrico do Sistema de Alimentação Emergencial de Energia Elétrica da Plataforma de Operação das Comportas.

#### **4.7 INFRAESTRUTURA OPERACIONAL**

##### **4.7.1 Ponte de Acesso à Crista da Barragem**

A Ponte de Acesso à Crista da Barragem, que se situa sobre o canal de restituição do vertedouro, é de concreto e encontra-se, segundo a inspeção visual realizada, sem indícios aparentes de problemas estruturais, porém com problemas de degradação nas juntas da laje do tabuleiro e nas tampas da passarela de pedestre (Foto 67).

O guarda corpo da ponte encontra-se deteriorado em alguns pontos e constata-se que altura é insuficiente, menor do que a exigida por normas técnicas, que é 1,1 m de altura mínima.



Foto 67 – Placa de concreto da calçada da ponte quebrada.

Em 2018 a inspeção realizada pela DCSC identificou um problema de erosão no encontro do lado direito da ponte, decorrente da drenagem da estrada que despeja água pluvial diretamente no canal do vertedouro, sobre o talude de escavação do canal (Foto 68).

Devido ao excesso de vegetação e à dificuldade de acesso ao local, a erosão existente não pode ser avaliada quanto à sua magnitude e eventual evolução desde a constatação em 2018, porém observa-se, “a priori”, que a erosão não evoluiu significativamente a ponto de afetar a parte superior do encontro da ponte com estrada local, devido à constituição rochosa do local (Foto 69). Todavia a anomalia deve ser monitorada a fim de que não atinja o aterro do encontro.



Foto 68 –Drenagem da estrada jogando água no talude próximo ao encontro direto da ponte sobre o Canal de Restituição.



Foto 69 – Vista geral do encontro direto da ponte com drenagem da estrada terminando no talude.

## 4.8 ESTRADAS DE ACESSO E DE SERVIÇO

### 4.8.1 Estradas de Acesso à Crista da Barragem

A estrada de acesso à crista da barragem, que também dá acesso à plataforma de operação das comportas, encontra em bom estado de conservação, podendo ser trafegada por veículos comuns (tração simples), mesmo em período de chuvas.

### 4.8.2 Estradas de Serviço das Áreas a Jusante da Barragem

Observa-se, entretanto, que os acessos a jusante, incluindo as estradas de servidão pública e as estradas serviço encontram-se degradados, alguns tomados pela vegetação e com águas “empoçadas”, devido a problemas de falta de manutenção.

A estrada de jusante, antiga estrada de serviço utilizada na construção da barragem, que passa sobre a ponte a jusante da barragem, encontra-se praticamente desativada, sendo precariamente utilizada pelos moradores locais. A estrada de jusante tem possibilidade de se trafegar com veículos especiais, com tração 4x4, pois tem problemas de falta de revestimento primário, alguns pontos ou trechos com problemas de erosão pluvial associado à necessidade de melhorias do sistema de drenagem superficial (Fotos 70 e 71).



Foto 70 - Trecho a ser recuperado da estrada a jusante da barragem, na margem esquerda (coord.: 26°53'23.90"S, 49°40'22.01"O).



Foto 71 - Trecho da estrada a jusante da barragem, situado na margem direita, com pontos localizados de erosão e crescimento de vegetação (coord. 26°53'38.38"S, 49°40'35.00"O).

A ponte de jusante, que tem vigas metálicas e tabuleiro de concreto, sobre pilares de concreto, encontra-se em boas condições estruturais, porém teve seu guarda corpo metálico depredado e furtado (Foto 72), com alguns drenos do tabuleiro obstruídos pelos sedimentos acumulados, que exigem trabalhos de limpeza e manutenção.

Foi observado, também, que há necessidade de se realizar um pequeno reparo localizado na parte inferior dos pilares do encontro esquerdo da ponte, a fim de se precaver contra problemas de erosão hidráulica do aterro no entorno pilares (Foto 73).



Foto 72 – Vista geral da ponte de jusante, com ausência de guarda corpo.



Foto 73 – Processo inicial de erosão sob os pilares da ponte que pode afetar o aterro da pista junto ao encontro esquerdo da ponte.

As estradas de serviço a jusante da barragem, que delimitam a área de segurança, foram abandonadas por desuso após a construção da barragem, sendo utilizadas parcial e precariamente pelos moradores locais que se estabeleceram na área após a construção da barragem.

Alguns trechos da antiga estrada de serviço, literalmente abandonada, são constituídos solos moles saturados, impróprios para leitos de estradas e estão atualmente tomados pela vegetação.

Na estrada de serviço da margem esquerda houve crescimento de vegetação incluindo árvores com troncos de até 20 cm de diâmetro, além da ocorrência de um ponto de erosão que afeta parcialmente o antigo leito da estrada, necessitando a execução de recuperação e instalação de bueiro, bem como obras de contenção localizada (Foto 74).

Ainda na margem esquerda o antigo leito da estrada está totalmente ocupado pela vegetação, ainda de pequeno (Foto 75) porte, necessitando também de trabalho de drenagem, uma vez que ela corre paralelamente a uma drenagem a qual foi assoreada, desviando a água para o leito da estrada.



Foto 74 - Erosão em estrada de serviço abandonada da margem esquerda coord.:  
26°53'30.60"S, 49°40'31.10"O.



Foto 75 - Estrada de serviço abandonada, na margem direita, no limite da área de segurança, a qual deve ser recuperada, realizando limpeza e drenagem (coord.: 26°53'42.50"S, 49°40'42.97"O).

#### **4.9 COMPARAÇÃO COM OS RESULTADOS DA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR ANTERIOR**

Em relação à barragem de terra observou-se as anomalias na crista (deficiência do revestimento e drenagem, bem como blocos da guia deslocados). Foi observado que tais anomalias se mantiveram praticamente inalteradas, com pouca ou nenhuma evolução desde a inspeção anterior, realizada no ano de 2018.

Em relação a vegetação presente nos taludes de montante e de jusante, bem como na área a jusante da barragem e no entorno das saídas da galeria (margem esquerda) e dos túneis (margem direita) de descarga, considerou-se que a anomalia aumentou, devido ao crescimento da vegetação no período e a não realização de trabalhos de manutenção continuada.

No vertedouro de soleira livre as anomalias relacionadas com a presença de vegetação, que causam deterioração das superfícies do concreto e juntas, aumentou com o crescimento continuado da vegetação.

Outras anomalias relacionadas com a estabilidade do talude da barragem não foram verificadas. A presença de áreas úmidas no fundo do canal foram consideradas normais devido a profundidade da escavação e proximidade da superfície freática.

Em relação às estruturas de emboque tipo tulipas dos túneis de descarga e da casa de comando, poço e galeria das comportas, as anomalias observadas mantiveram-se constantes, observando-se acúmulo de material lenhoso no entorno das estruturas de emboque tipo tulipa, bem como a falta da grade da laje superior do túnel externo, sendo relevantes as depredações observadas nos equipamentos de acionamento das comportas.

No túnel de descarga as fissuras no trecho livre, em especial do túnel interno, não tinham ainda sido detectadas, todavia o aspecto destas fissuras que mostram-se seladas pelo processo de carbonatação, indica que as mesmas encontram-se estabilizadas, recomendando-se a necessidade de monitoramento por meio de cadastramento e acompanhamento visual fotográfico.

Quanto à erosão verificada a jusante das estruturas de saída das galerias e túneis de descarga, decorrente da formação de uma bacia de recirculação na lateral esquerda hidráulica do canal de restituição, a análise das imagens históricas de satélite indicou que houve uma evolução entre 2006 e 2016, com tendência de estabilização entre 2016 e 2018, tal como se apresentam nas Figuras 1 a 4 (Saídas dos Túneis de Descarga) e Figura 5 a 8 (Saídas das Galerias de Descarga).

Além disso, no caso das saídas das galerias de descarga, observa-se que a erosão atingiu a estrada de acesso, que permitia a manutenção, tanto destas galerias, como as saídas dos túneis de descarga, devendo este acesso ser recuperado.



Figura 1 - Imagem de Satélite da Saída dos Túneis de Descarga do ano de 2006- fonte Google Earth -imagens históricas



Figura 2 - Imagem de Satélite da Saída dos Túneis de Descarga do ano de 2014- fonte Google Earth -imagens históricas



Figura 3 - Imagem de Satélite da Saída dos Túneis de Descarga do ano de 2016- fonte Google Earth -imagens históricas



Figura 4 - Imagem de Satélite da Saída dos Túneis de Descarga do ano de 2018- fonte Google Earth -imagens históricas

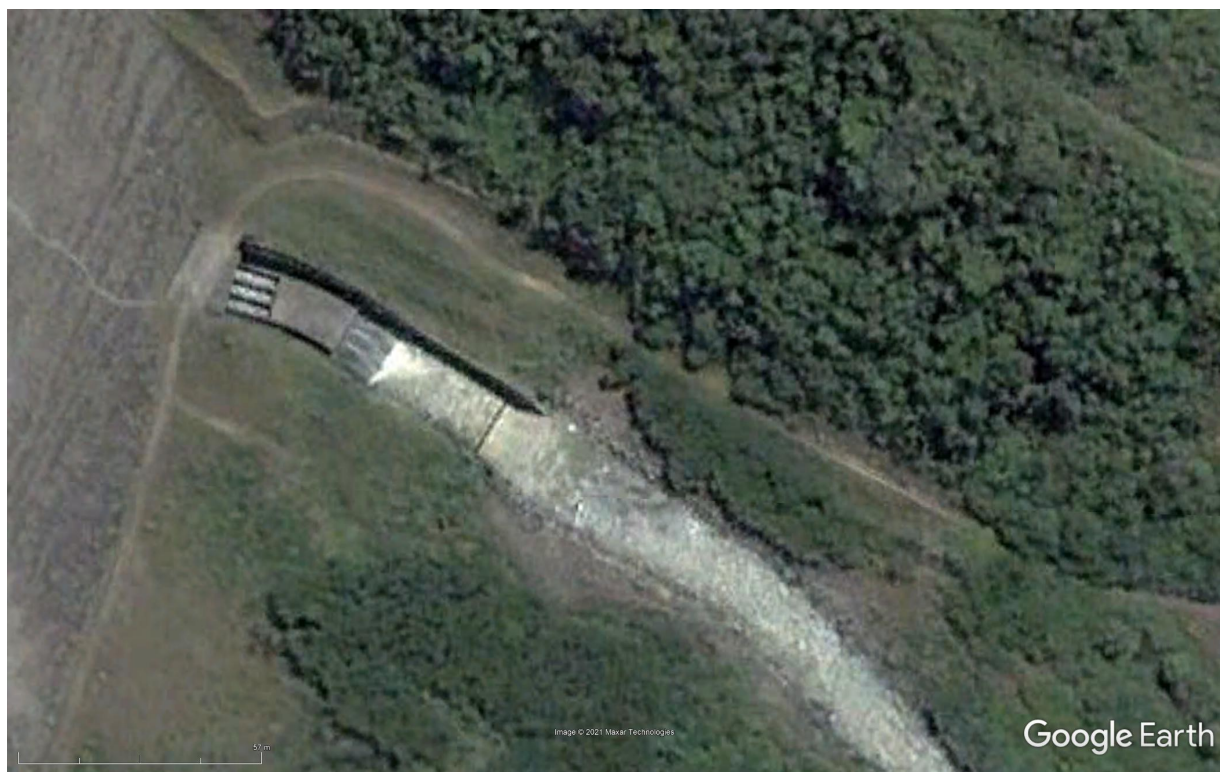


Figura 5 - Imagem de Satélite da Saída das Galerias de Descarga do ano de 2006- fonte Google Earth -imagens históricas.



Figura 6 - Imagem de Satélite da Saída das Galerias de Descarga do ano de 2014- fonte Google Earth -imagens históricas.



Figura 7 - Imagem de Satélite da Saída das Galerias de Descarga do ano de 2016- fonte Google Earth -imagens históricas.



Figura 8 - Imagem de Satélite da Saída das Galerias de Descarga do ano de 2018- fonte Google Earth -imagens históricas.

É apresentado, no Quadro 1, o resumo da comparação das anomalias constatadas na última inspeção realizada em 2018 pela equipe da Defesa Civil e a inspeção atual.

**Quadro 1 – Comparação e Evolução das Anomalias constatadas.**

Ficha	Local / Anomalia	Comparação da Situação Constatada em Relação à Inspeção Anterior
<b>A</b>	<b>Infraestrutura Operacional</b>	
A.1	Falta de documentação sobre a barragem, recursos materiais e humanos para manutenção, deficiência da segurança patrimonial	Anomalia permaneceu constante.
A.2	Falta de acompanhamento da Gerência Regional	Considera-se que a anomalia diminuiu, notando-se maior acompanhamento da gerência.
<b>B</b>	<b>Barragem</b>	
B.1	Rip-rap incompleto, destruído ou deslocado	Anomalia não detectada em 2018.
B.2	Presença de vegetação	Anomalia aumentou devido à ausência de manutenção continuada.
B.3	Falta de revestimento e problema de drenagem	Anomalia permaneceu constante.

<b>Ficha</b>	<b>Local / Anomalia</b>	<b>Comparação da Situação Constatada em Relação à Inspeção Anterior</b>
B.4	Presença de vegetação no talude de jusante e na faixa de segurança a jusante no entorno das saídas da galeria e dos túneis	Anomalia aumentou devido à ausência de manutenção continuada.
B.5	Construção irregulares na ombreira direita	Anomalia permaneceu constante.
B.6	Árvores/arbustos na faixa de segurança da barragem	Anomalia aumentou devido à ausência de manutenção continuada.
<b>C</b>	<b>Estrutura Vertente</b>	
C.1	Deterioração as superfície do concreto e de juntas de dilatação	Anomalia aumentou devido ao crescimento da vegetação.
C.2	Obstrução no canal de restituição	Anomalia permaneceu constante.
C.3	Instabilidade ou queda de blocos do talude lateral	Anomalia relatada na Ficha de inspeção de 2018 não foi constatada.
C.4	Deterioração da superfície e juntas do concreto da soleira	Anomalia permaneceu constante.
C.5	Deterioração da superfície do concreto e das juntas da bacia de dissipação (laje de fundo do canal)	Anomalia aumentou devido ao crescimento da vegetação.
C.6	Deterioração da superfície do concreto dos Muros laterais	Anomalia aumentou devido ao crescimento da vegetação.
C.7	Erosão no encontro da ponte sobre o canal de restituição	Anomalia permaneceu constante, uma vez que não notou-se evolução da mesma.
<b>D</b>	<b>Estrutura de Emboque Tipo Tulipa - Túneis de Descarga</b>	
D.1	Obstrução/entulho	O acúmulo de troncos em volta da estrutura de emboque tipo tulipa do túnel externo aumentou devido à falta de manutenção continuada.
D.2	Deterioração da superfície	Considera-se que esta anomalia aumentou, pois apesar de não se ter verificado a o aumento da deterioração da superfície, as marcas de fogo tendem a comprometé-la em longo prazo.
D.3	Ocorrência de fissuras no trecho de jusante (trecho livre) do túnel interno	A anomalia não tinha sido registrada em 2018, porém a avaliação indicou que a anomalia esta já existia e, aparentemente, mostra-se estabilizada.
<b>E</b>	<b>Plataforma de operação das comportas dos túneis de descarga</b>	
E.1	Deterioração e depredação da área do entorno da casa de comando das comportas	A anomalia manteve-se constante, uma vez que a estrutura tinha sido depredada anteriormente
E.2	A depredação dos equipamentos de acionamento das comportas	A anomalia manteve-se constante, uma vez que a estrutura tinha sido depredada anteriormente

<b>Ficha</b>	<b>Local / Anomalia</b>	<b>Comparação da Situação Constatada em Relação à Inspeção Anterior</b>
E.3	Precariedade de acesso e presença de árvores no entono dos muros laterais das saídas dos túneis de descarga	Anomalia permaneceu constante, um vez que a área já apresentava vegetação de grande porte em 2018.
E.4	Erosão a jusante da saída do túnel	A anomalia mostrou-se constante, uma vez que aparentemente a erosão não evoluiu.
<b>F</b>	<b>Estruturas de saída dos túneis de descarga</b>	
F.1	Precariedade de acesso e presença de árvores no entono dos muros laterais das saídas dos túneis de descarga	Anomalia permaneceu constante, um vez que a área já apresentava vegetação de grande porte em 2018.
F.2	Erosão a jusante da saída do túnel	A anomalia mostrou-se constante, uma vez que aparentemente a erosão não evoluiu.
<b>G</b>	<b>Reservatório</b>	
G.1	Réguas linimétricas danificadas ou ausentes	Anomalia permaneceu constante
G.2	Assoreamento no bueiro da estrada de acesso na área do reservatório	Aparentemente a anomalia evoluiu, uma vez que não se tem relato anterior.

#### 4.10 AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES E DOS REGISTROS DA INSTRUMENTAÇÃO EXISTENTE

A barragem Norte não possui instrumentação instalada bem como registro de monitoramento de suas estruturas.

#### 4.11 CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE PERIGO DA ANOMALIA (NORMAL, ATENÇÃO, ALERTA OU EMERGÊNCIA)

A barragem Norte possui grande número de anomalias verificadas sendo a maioria classificada como nível de perigo 1 (Atenção), que não comprometem a segurança da barragem a curto prazo, mas devem ser monitoradas e controladas ou sanadas ao longo do tempo.

Apesar da ausência de manutenção e das condições de inoperabilidade das comportas dos túneis de descarga, que encontram-se totalmente abertas, a falta de condições operacionais, de ausência de possibilidade de se realizar a manutenção das comportas dos túneis de descarga e, também, de domínio patrimonial da barragem e seus órgãos operacionais justificam a classificação da barragem no nível 2, ou seja, de Alerta.

#### 4.12 CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE PERIGO GLOBAL DA BARRAGEM (NORMAL, ATENÇÃO, ALERTA OU EMERGÊNCIA)

Em vista do conjunto das anomalias observadas considera-se que a Barragem Norte encontra-se em Nível de Perigo Global classificado como **Atenção** de acordo com as diretrizes do Manual de Segurança de Barragens da ANA (2016) e da Resolução da ANA nº 236 de 2017.

Correspondendo o efeito conjugado das anomalias não comprometendo de imediato a segurança da barragem, mas caso venha a progredir, pode comprometê-la, devendo ser controlada, monitorada ou reparada.

#### **4.13 ASSINATURA DO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO**

---

**Engº Hideaki Ussami**  
**Responsável Técnico pela Elaboração do Relatório**

#### **4.14 CIÊNCIA DO REPRESENTANTE LEGAL DO EMPREENDEDOR**

---

**David Christian Busarello**  
**Chefe da Defesa Civil de Santa Catarina**