



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

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

B A	23/09/2021 26/08/2021	Conforme comentários email DCSC 14/09/2021 Emissão Inicial	DIV DIV	HU HU
Revisão Nº	Data	Descrição Sucinta	Elaboração	Aprovação
	Título: PRODUTO 3 AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS, OBRAS CIVIS E EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS DA BARRAGEM		Número Hydros DC923.RE.BN014 Rev. B	
			Número DCSC	
	Projeto	Verificado	Aprovado	Data de Emissão
	DIV	MCT	HU	Set/2021



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

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

PRODUTO 3

**AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS,
OBRAS CIVIS E EQUIPAMENTOS ELETROMECCÂNICOS DA
BARRAGEM**

**DC923.RE.BN014 - B
SET/21**

DC923.RE.BN014

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

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETO E OBJETIVO	2
3	ANTECEDENTES	3
4	CARACTERIZAÇÃO SUCINTA DA BARRAGEM	4
5	LISTAGEM DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS/ANOMALIAS PREVIAMENTE IDENTIFICADAS DA BARRAGEM	6
6	AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA HIDROLÓGICO-HIDRÁULICA DA BARRAGEM	8
6.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	8
6.2	DESCRIÇÃO SUCINTA DO SISTEMA EXTRAVASOR	8
6.3	HIDROGRAMAS DAS CHEIAS DE PROJETO	12
6.4	CURVA COTA X VOLUME DO RESERVATÓRIO	16
6.5	CURVAS DE DESCARGA DO SISTEMA EXTRAVASOR DE CHEIA	17
6.6	SIMULAÇÕES DO AMORTECIMENTO DAS CHEIAS PELO RESERVATÓRIO	22
6.7	ESTIMATIVA DA BORDA LIVRE NECESSÁRIA DA BARRAGEM	24
6.8	RESULTADOS DA VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA HIDROLÓGICO DA BARRAGEM	24
6.9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
7	AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA ESTRUTURAL DA BARRAGEM DE ENROCAMENTO	26
7.1	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SUCINTAS DA BARRAGEM	26
7.2	PRINCIPAIS ASPECTOS OBSERVADOS NA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA	28
7.3	CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS À ESTABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE TERRA E ENROCAMENTO	28
8	AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS E OBRAS CIVIS DA BARRAGEM	33
8.1	PATOLOGIAS DA ESTRUTURA DE ENROCAMENTO BARRAGEM	33
8.2	PATOLOGIAS DA ESTRUTURA DE CONCRETO DO VERTEDOURO	41
8.3	PATOLOGIAS DA ESTRUTURA DE CONCRETO DA GALERIA DE DESCARGA (OU GALERIAS DE DESVIO)	45
8.4	PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO DOS TÚNEIS DE DESCARGA	49
8.5	PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO DA PLATAFORMA DE OPERAÇÃO DAS COMPORTAS	65

8.6	PATOLOGIAS DA INFRAESTRUTURA OPERACIONAL E DE MANUTENÇÃO DA BARRAGEM	70
8.7	PATOLOGIAS DO SISTEMA DE SEGURANÇA PATRIMONIAL	80
9	AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS DOS EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGA E HIDROMECÂNICOS DA BARRAGEM	82
9.1	ARRANJO GERAL ESQUEMÁTICO DOS TÚNEIS DE DESCARGA COM CONTROLE DE VAZÃO	82
9.2	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS DA BARRAGEM	83
9.3	PATOLOGIAS DA PONTE ROLANTE DE MANUTENÇÃO DAS COMPORTAS	83
9.4	PATOLOGIAS DA PÓRTICO MÓVEL DE MANUTENÇÃO DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO	90
9.5	PATOLOGIAS DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO	92
9.6	PATOLOGIAS DO SISTEMA DE ACIONAMENTO DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO	93
9.7	PATOLOGIAS DA GRADE DA LAJE SUPERIOR DA ESTRUTURA DE EMBOQUE TIPO TULIPA DO TÚNEL INTERNO DE DESCARGA	107
9.8	PATOLOGIAS DAS PEÇAS METÁLICAS DIVERSAS DA BARRAGEM	114
10	AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA BARRAGEM	119
10.1	SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DA BARRAGEM	119
10.2	PATOLOGIAS DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA EMERGENCIAL DAS COMPORTAS BARRAGEM	122
10.3	PATOLOGIAS DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	123
11	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	124



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 3 – Avaliação das Patologias e Equipamentos Eletromecânicos da Barragem”.

3 ANTECEDENTES

A elaboração dos estudos relativos à Avaliação das Patologias e Equipamentos Eletromecânicos da Barragem foi precedida dos trabalhos relativos aos Estudos Preliminares e Planejamento dos Serviços, bem como, dos trabalhos de Inspeção de Segurança Regular, cujos resultados foram organizados e apresentados nos documentos abaixo discriminados:

- a) N° DC923.RE.BN012 - Barragem Norte - Produto 1 - Estudos Preliminares e Planejamento
- b) N° DC923.RE.BN013 - Barragem Norte - Produto 2 – Inspeção de Segurança Regular - ISR

4 CARACTERIZAÇÃO SUCINTA DA BARRAGEM

A Barragem Norte está localizada no Rio Hercílio ou Itajaí do Norte na cidade de José Boiteux/SC e tem como finalidade a contenção de cheia. O Projeto da Barragem Norte foi desenvolvido pela empresa Hidroterra S.A e Rodio S.A juntamente com Departamento Nacional de Obras de Saneamento em 1992. Conforme o projeto, as estruturas civis são compostas das seguintes estruturas:

- a) Barragem de enrocamento compactado com núcleo de argila, com altura de máxima de 60 m e comprimento aproximado de 400,00 m. A barragem está protegida para cota 310 m, sendo que nível máximo maximorum é de 306,00 m (TR=10.000 anos).
- b) Vertedouro lateral de concreto, de crista livre, implantado na ombreira direita, com comprimento de crista de 300 m e capacidade máxima de descarga de 4.274,00 m³/s (TR=10.000 anos);
- c) Galeria de descarga implantada na margem esquerda, constituída de 5 (cinco) galerias de desvio do rio, utilizadas durante a construção da barragem, estando 2 (duas) delas tamponadas, com a finalidade de controlar as cheias, com seção de controladora de 3,0 x 6,00 m e com capacidade máxima de descarga de 1.227,00 m³/s. O volume total de armazenamento do reservatório para NA normal (302,70 m) é de 328,85 hm³;
- d) Túneis de Descarga implantados na ombreira direita, constituídas de 2 (dois) túneis revestidos de concreto, providos de 2 (dois) emboques de tipo tulipa, 2 (duas) comportas metálicas do tipo deslizante.

O projeto executivo do canal de restituição do sistema extravasor de cheia da barragem foi elaborado em 2015, porém a obra não foi ainda executada (2021). O projeto é constituído por um vertedouro de soleira livre e um canal escavado em rocha, do tipo “rápido”, que escoar a água na El. 280,00 m, até alcançar a bacia de dissipação de energia, do tipo fossa, cujo fundo situa-se na El. 248,70 m e tem, aproximadamente, 50 m de largura por 35 m de comprimento. Após a bacia de dissipação de energia a água escoar por um canal de 30 m de largura com inclinação dos taludes laterais de 0,25 (H):1(V) e comprimento de 160 m na El. 257,00 m.

Apresenta-se nas Figuras 4-1 e 4-2, a seguir, a imagem de satélite da barragem com identificação das principais estruturas e elementos constituintes e o levantamento topográfico “as built” da Barragem Norte.



Figura 4-1 - Barragem Norte – Arranjo Geral Esquemático (Imagem Google Earth)

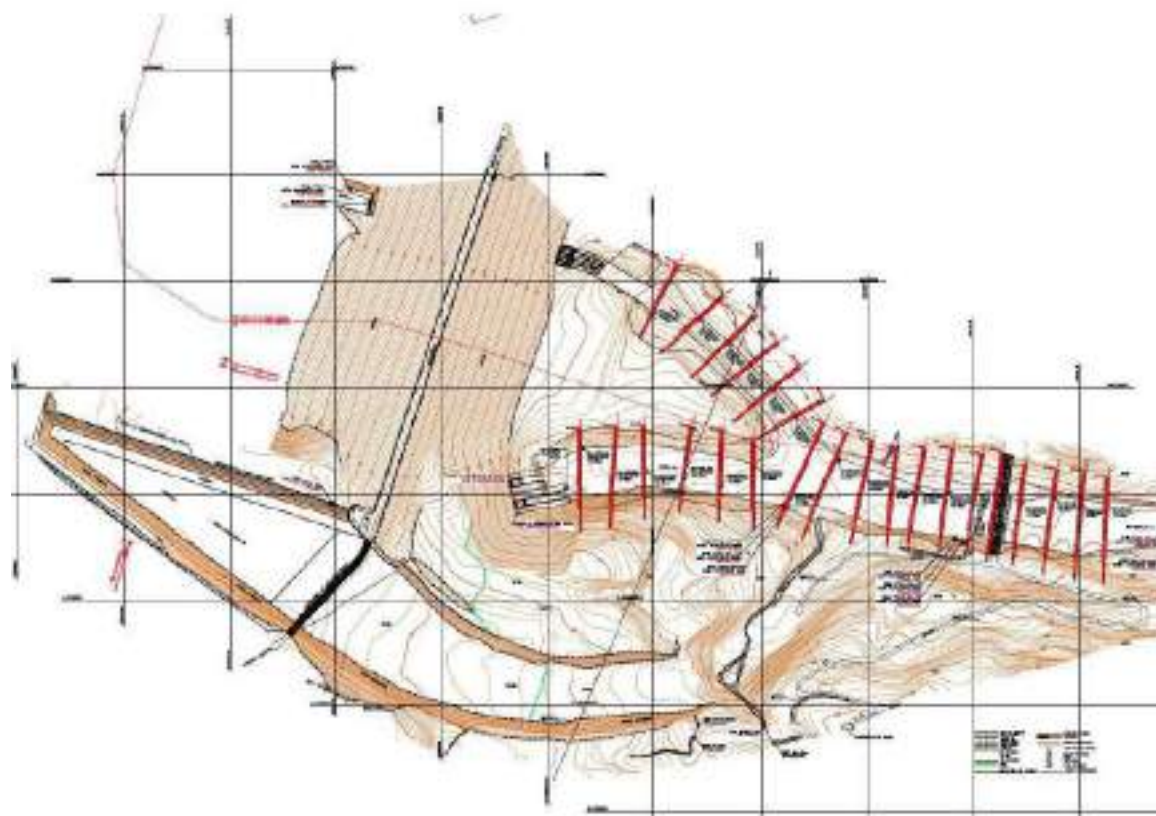


Figura 4-2 - Barragem Norte – Levantamento Topográfico “As Built”

5 LISTAGEM DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS/ANOMALIAS PREVIAMENTE IDENTIFICADAS DA BARRAGEM

Os trabalhos de inspeção de segurança regular da barragem, associada à análise da documentação técnica disponível, abrangendo as estruturas e obras civis da barragem, bem como os equipamentos e órgãos operacionais da barragem, corroboraram, de forma geral, as patologias/anomalias previamente identificadas em inspeções técnicas realizadas na barragem, pela DCSC.

São listadas na Tabela 5-1, apresentada a seguir, as principais patologias/anomalias previamente identificadas na barragem:

Tabela 5-1 - Principais Patologias/Anomalias Previamente Identificadas na Barragem

Item	Discriminação das Patologias/Anomalias da Barragem
1	Falta de cercamento operacional
2	Condições precárias da via de acesso utilizada pela comunidade indígena (realizar levantamento dos pontos nos quais são necessárias melhorias)
3	Condições falhas de segurança e na drenagem da ponte à jusante da barragem
4	Taludes da barragem com vegetação
5	Pista na crista da barragem com problemas na drenagem e na regularização
6	Assoreamento em diversos pontos do rio próximos à barragem
7	Erosão no desemboque das galerias de desvio
8	Falta de instrumentação e de equipamentos que auxiliem o monitoramento, controle e manutenção da estrutura
9	Problemas de drenagem na ponte de acesso a crista da barragem
10	Erosão embaixo do tabuleiro da ponte de acesso a crista
11	Adequação dos vertedouros tulipas, avaliação do método de fixação das grades
12	Estrutura precária de acesso à Câmara das Comportas: portas, tampas, escada de marinho
13	Casa de operações em situação precária
14	Painel de comando das comportas danificado
15	Falta de Unidade Hidráulica e de bacia de contenção de óleo
16	Gerador para emergências sem condições de uso
17	Sistema de ponte rolante sem condições de uso
18	Necessária revisão da gaiola para movimentação de cargas

Item	Discriminação das Patologias/Anomalias da Barragem
19	Necessária revisão e adequação das tubulações óleo-hidráulicas
20	Necessária avaliação e adequação dos servomotores
21	Necessária avaliação das comportas
22	Avaliação e adequação do sistema de indicação de posição das comportas
23	Avaliação e adequação do sistema de pórtico Rolante da Câmara das Comportas (trilhos, servomotores e acessórios)
24	Avaliação e adequação da tubulação de aeração das comportas
25	Avaliação do sistema de drenagem da Câmara das Comportas
26	Adequação das réguas de medição de nível
27	Avaliação dos canais de aproximação e de restituição
28	Definição de área de bota-fora

6 AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA HIDROLÓGICO-HIDRÁULICA DA BARRAGEM

6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A avaliação da segurança hidrológico-hidráulica teve o intuito de verificar a suficiência ou insuficiência da capacidade do sistema de extravasão de cheia da barragem considerando a cheia de projeto da barragem.

É importante observar que a Barragem Norte é a maior barragem, que faz parte de um conjunto de barragens estrategicamente construídas nos principais formadores da bacia hidrográfica do rio Itajaí, com a finalidade de atenuar e dar proteção às cidades e ocupações populacionais situadas no Vale do Itajaí.

Assim sendo foram realizados trabalhos de recuperação dos estudos e informações técnicas previamente realizados, com o intuito de se verificar a segurança hidrológico-hidráulica do barramento.

6.2 DESCRIÇÃO SUCINTA DO SISTEMA EXTRAVASOR

O sistema extravasor de cheias do barramento é composto por um Vertedouro Principal, de crista livre, acrescida de dois descarregadores de fundo, denominados Galeria de Descarga e Túneis de Descarga.

O vertedouro principal é do tipo canal lateral situado na ombreira direita, tem perfil vertente tipo Creager, possui 300 m comprimento de crista livre, que se situa na cota 302,70 m, conforme apresentado em planta na Figura 6-1, obtido do desenho SAN-BAN-B-GRET-C04-0001-0A PRANCHAS.pdf.

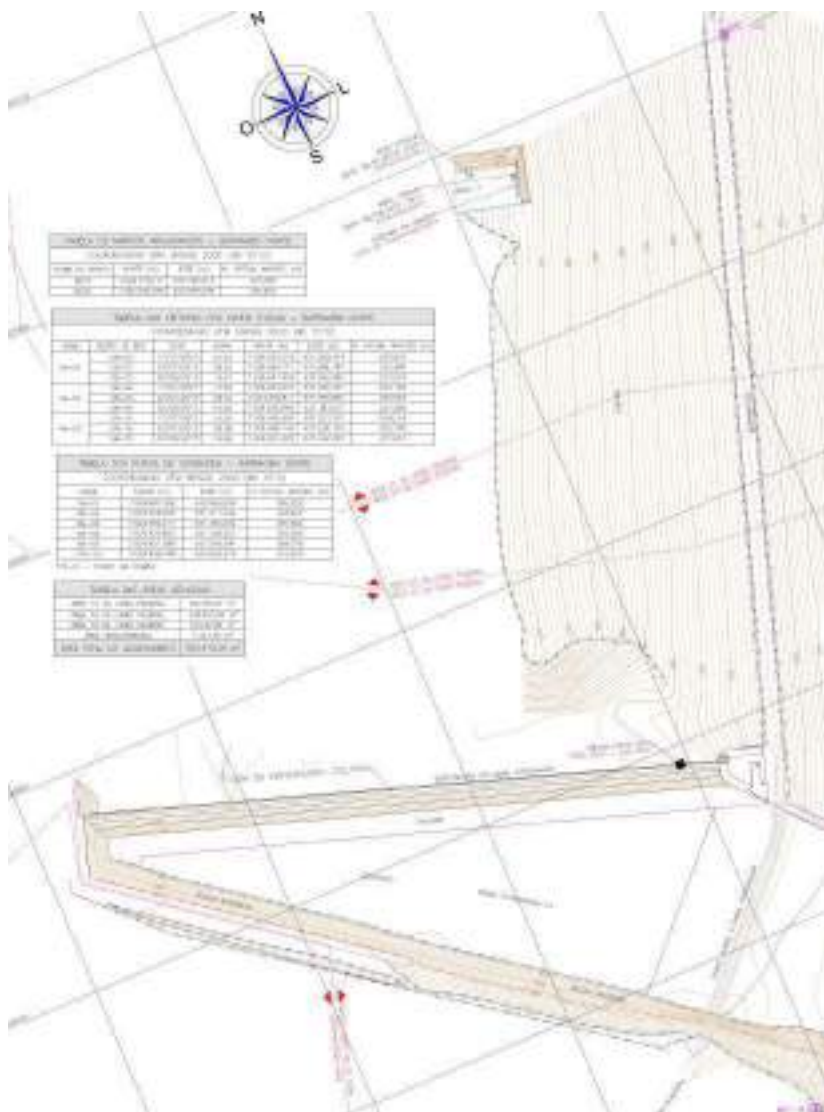


Figura 6-1 – Vertedouro de Crista Livre Tipo Canal Lateral (em planta)

O primeiro descarregador de fundo, denominado Galeria de Descarga, situado junto à ombreira esquerda da barragem, descarrega continuamente as vazões normais do rio Hercílio, sem qualquer equipamento de controle de vazão, ou seja, sem retenção de vazão no reservatório de contenção de cheias.

A Galeria de Descarga, que foi utilizada como galeria de desvio do rio durante a construção, é composto por três células retangulares de concreto armado, com seção transversal de 3,0 m de largura por 6,0 m de altura, com declividade de 0,0030 m/m e 182,6 m de comprimento, com o piso do seu emboque na cota 256,00 m.

Durante a fase de desvio, a galeria de descarga possuía 5 vãos, porém 2 vãos situados nas laterais foram tamponadas, restando abertas somente os três centrais, decorrente da calibragem da seção de escoamento da barragem de contenção de cheias, cuja seção transversal típica é apresentada na Figura 6-2, a seguir:

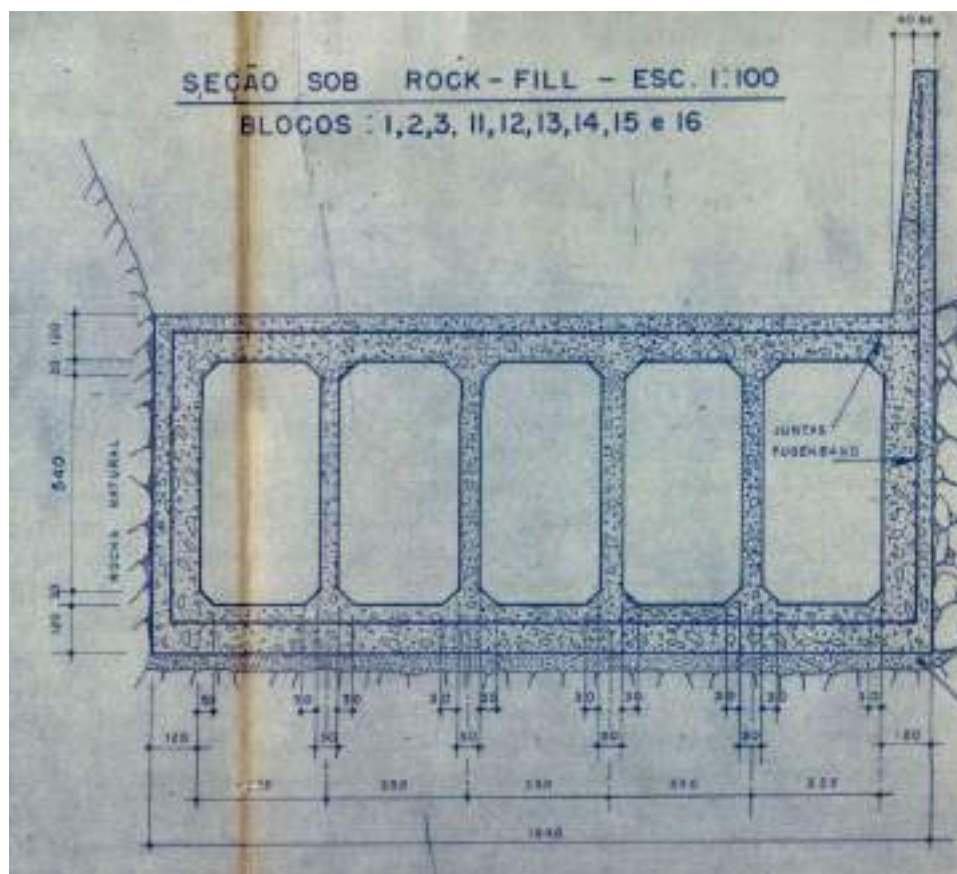


Figura 6-2 – Seção Transversal Típica da Galeria de Descarga

O segundo descarregador de fundo, denominado Túneis de Descarga, situa-se na ombreira direita e tem a função de complementar a descarga das vazões de cheias do rio Hercílio, com equipamento de controle de vazão, ou seja, realizando a retenção das vazões no reservatório de contenção de cheias.

Os Túneis de Descarga são constituídos por 2 túneis distintos, com traçados paralelos, o primeiro denominado de Túnel Interno, com 315 m de extensão e, o segundo de Túnel Externo, com 357,20 m de extensão, sendo ambos com seções ovais, com 6,0 m de diâmetro, intercalados por comportas deslizantes no seu trecho central que permitem a realização do controle das vazões de descarga.

As extremidades de montante são providas de estruturas de emboque do tipo tulipa, providas de grades grossas para retenção de detritos graúdos. As duas estruturas de emboque tem alturas distintas, com a soleira do Túnel Interno na cota 264,00 m e a do Túnel Externo na cota 258,00 m, tal como mostrado nas Figuras 6-3 a 6-5, apresentadas a seguir:

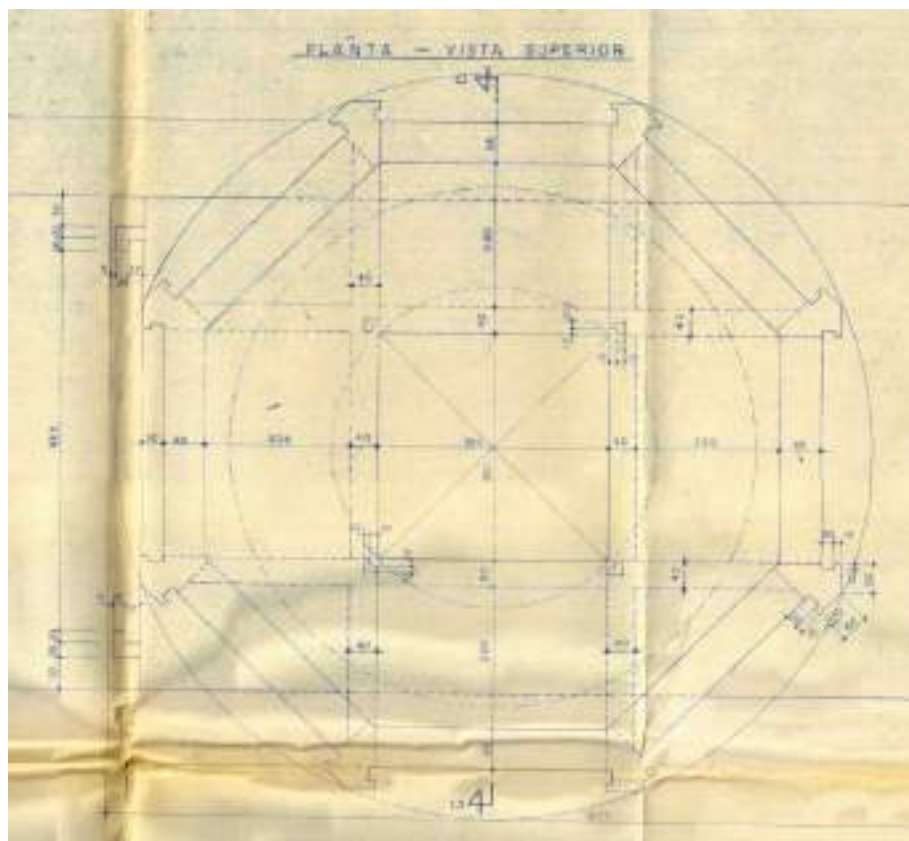


Figura 6-3 – Emboque Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga - Planta

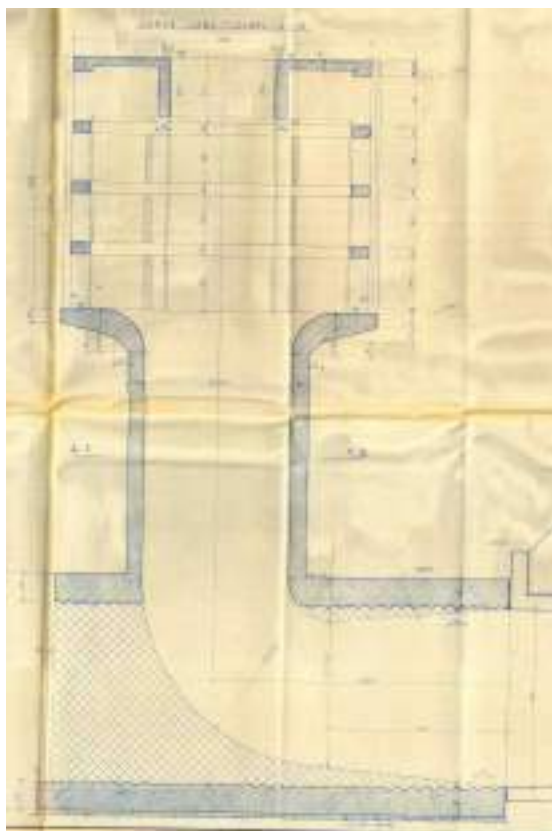


Figura 6-4 – Emboque Tipo Tulipa do Túnel Externo - Perfil

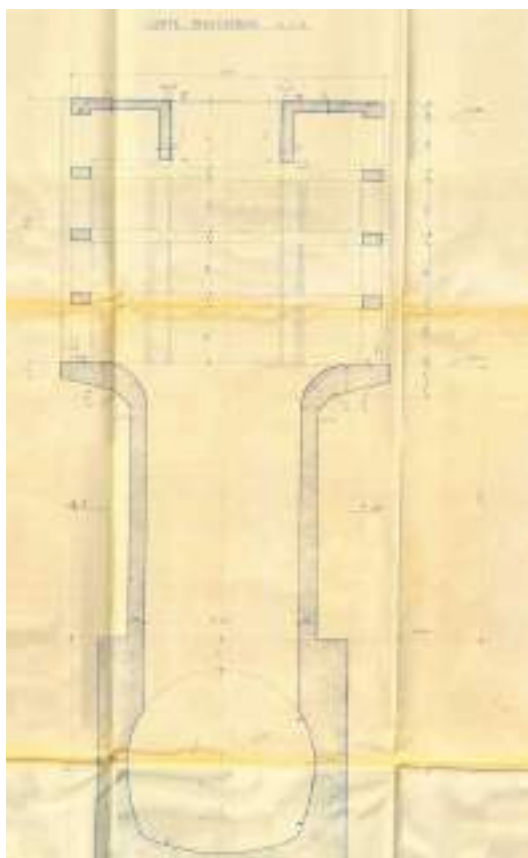


Figura 6-5 – Emboque Tipo Tulipa do Túnel Interno – Perfil

6.3 HIDROGRAMAS DAS CHEIAS DE PROJETO

Os hidrogramas das cheias de projeto da Barragem Norte considerados nos trabalhos de avaliação da segurança hidrológico-hidráulica da Barragem Norte levaram em conta os estudos hidrológicos conduzidos pela Defesa Civil de Santa Catarina, apresentados nos documentos que nortearam o dimensionamento do canal de restituição do vertedouro de superfície, contidos no documento elaborado pela Prosul Engenharia, de número 5062-BAI-6C-RTHI-001-00-17 de julho de 2017, intitulado “ESTUDOS DE FREQUÊNCIA DE CHEIAS PARA AS BARRAGENS DE CONTENÇÃO DE CHEIA DO ALTO VALE DO ITAJAÍ – BARRAGENS NORTE, OESTE E SUL”.

Nestes estudos os hidrogramas foram gerados por meio da relação chuva x vazão, baseado no método do Soil Conservation Service, com utilização do aplicativo HEC-HMS, desenvolvido pelo U. S. Army Corps of Engineers, levando em conta vazões com recorrência de até 1.000 anos.

Considerando-se que para barragens com as características e porte da Barragem Norte é recomendável realizar a avaliação da segurança com utilização de cheias com maior período de recorrência, ou seja, de 10.000 anos ou decamilenar, foi gerado no presente trabalho, o hidrograma da cheia decamilenar, considerando-se os mesmos procedimentos e metodologias previamente considerados pela DCSC, acima descritos.

A bacia de drenagem da Barragem Norte corresponde à Sub-bacia 06. Os parâmetros de entrada de dados do Modelo HEC-HMS para a bacia são apresentados na Tabela 6-1 e as precipitações, na Tabela 6-2.

Quadro 127 - Parâmetros de Entrada do Modelo HEC-HMS – Sub-bacias

Elemento	AD	ΔH	L	Tc	Lag Time	CN - AMC II	Q inicial	Coef. Rec.	Ratio to Peak
	km ²	m	km	min	min	Inicial	m ³ /s		
Sub-Bacia 01	1163,38	820,00	61,42	594,91	356,95	75	25,59	0,90	0,20
Sub-Bacia 02	860,84	665,00	61,83	623,04	373,82	75	18,94	0,90	0,20
Sub-Bacia 03	849,36	950,00	57,49	541,32	325,99	75	18,69	0,90	0,20
Sub-Bacia 04	2164,82	765,00	145,41	1366,93	820,16	75	47,63	0,90	0,20
Sub-Bacia 05	440,89	560,00	49,23	518,37	311,02	75	9,70	0,90	0,20
Sub-Bacia 06	2331,14	985,00	140,13	1257,91	754,75	75	51,29	0,90	0,20
Sub-Bacia 07	1023,98	660,00	81,82	814,10	488,46	75	22,53	0,90	0,20
Sub-Bacia 08	157,09	815,00	29,19	293,81	176,29	75	3,46	0,90	0,20

Tabela 6.1 – Parâmetros de Entrada de Dados do Modelo HEC-HMS

Quadro 117 - Blocos Alternados - Sub-bacia 06

Duração (minutos)	Tempo de Recorrência (anos) - Bacia 06 - Blocos Alternados							
	2	5	10	25	50	100	1000	10000
30	0,23	0,28	0,31	0,34	0,38	0,41	0,50	0,60
60	0,23	0,28	0,31	0,34	0,38	0,41	0,50	0,60
90	0,33	0,51	0,62	0,68	0,76	0,82	1,01	1,20
120	0,33	0,51	0,62	0,68	0,76	0,82	1,01	1,20
150	0,33	0,51	0,62	0,68	0,76	0,82	1,01	1,20
180	0,33	0,51	0,62	0,68	0,76	0,82	1,01	1,20
210	0,33	0,51	0,62	0,68	0,76	0,82	1,01	1,20
240	0,33	0,51	0,62	0,68	0,76	0,82	1,01	1,20
270	0,46	0,56	0,63	0,68	0,76	0,82	1,01	1,20
300	0,46	0,56	0,63	0,75	0,90	1,01	1,38	1,75
330	0,46	0,56	0,63	0,75	0,90	1,01	1,38	1,75
360	0,46	0,56	0,63	0,75	0,90	1,01	1,38	1,75
390	0,46	0,56	0,63	0,75	0,90	1,01	1,38	1,75
420	0,46	0,56	0,63	0,75	0,90	1,01	1,38	1,75
450	0,46	0,56	0,63	0,75	0,90	1,01	1,38	1,75
480	0,93	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40
510	0,93	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40
540	0,93	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40
570	0,93	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40
600	0,93	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40
630	0,93	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40
660	0,93	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40
690	0,93	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40
720	1,85	2,23	2,48	2,72	3,03	3,27	4,04	4,80
750	1,85	2,23	2,48	2,72	3,03	3,27	4,04	4,80
780	1,85	2,23	2,48	2,72	3,03	3,27	4,04	4,80
810	2,78	3,35	3,72	4,08	4,55	4,90	6,05	7,21
840	3,70	4,46	4,96	5,44	6,06	6,53	8,07	9,61
870	3,70	4,46	4,96	5,44	6,06	6,53	8,07	9,61
900	28,77	34,45	38,55	42,28	47,12	50,74	62,71	74,67
930	10,11	12,18	13,54	14,85	16,56	17,83	22,03	26,23
960	3,70	4,46	4,96	5,44	6,06	6,53	8,07	9,61
990	3,70	4,46	4,96	5,44	6,06	6,53	8,07	9,61
1020	2,78	3,35	3,72	4,08	4,55	4,90	6,05	7,21
1050	1,85	2,23	2,48	2,72	3,03	3,27	4,04	4,80
1080	1,85	2,23	2,48	2,72	3,03	3,27	4,04	4,80
1110	1,85	2,23	2,48	2,72	3,03	3,27	4,04	4,80
1140	0,93	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40
1170	0,93	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40
1200	0,93	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40
1230	0,93	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40
1260	0,93	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40

Rod. José Carlos Daux, 500, sala 404 - ed. Techno Towers - Florianópolis SC - CEP 88.030-000

Página 180

Duração (minutos)	Tempo de Recorrência (anos) - Bacia OS - Blocos Alternados							
	2	5	10	25	50	100	1000	10000
1290	0,99	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40
1320	0,99	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40
1350	0,93	1,12	1,24	1,36	1,52	1,63	2,02	2,40
1380	0,46	0,56	0,63	0,75	0,90	1,01	1,38	1,75
1410	0,46	0,56	0,63	0,75	0,90	1,01	1,38	1,75
1440	0,46	0,56	0,63	0,75	0,90	1,01	1,38	1,75
1470	0,46	0,56	0,63	0,75	0,90	1,01	1,38	1,75
1500	0,46	0,56	0,63	0,75	0,90	1,01	1,38	1,75
1530	0,46	0,56	0,63	0,75	0,90	1,01	1,38	1,75
1560	0,46	0,56	0,62	0,68	0,76	0,82	1,01	1,20
1590	0,33	0,51	0,62	0,68	0,76	0,82	1,01	1,20
1620	0,33	0,51	0,62	0,68	0,76	0,82	1,01	1,20
1650	0,33	0,51	0,62	0,68	0,76	0,82	1,01	1,20
1680	0,33	0,51	0,62	0,68	0,76	0,82	1,01	1,20
1710	0,33	0,51	0,62	0,68	0,76	0,82	1,01	1,20
1740	0,33	0,51	0,62	0,68	0,76	0,82	1,01	1,20
1770	0,23	0,28	0,31	0,34	0,38	0,41	0,50	0,60
1800	0,23	0,28	0,31	0,34	0,38	0,41	0,50	0,60

Tabela 6-2 – Distribuição das precipitações para períodos de retorno de até 10.000 anos.

Apresenta-se na Figura 6-6, a seguir, o hidrograma da cheia de projeto para a chuva com 10.000 anos de recorrência no local da Barragem Norte.

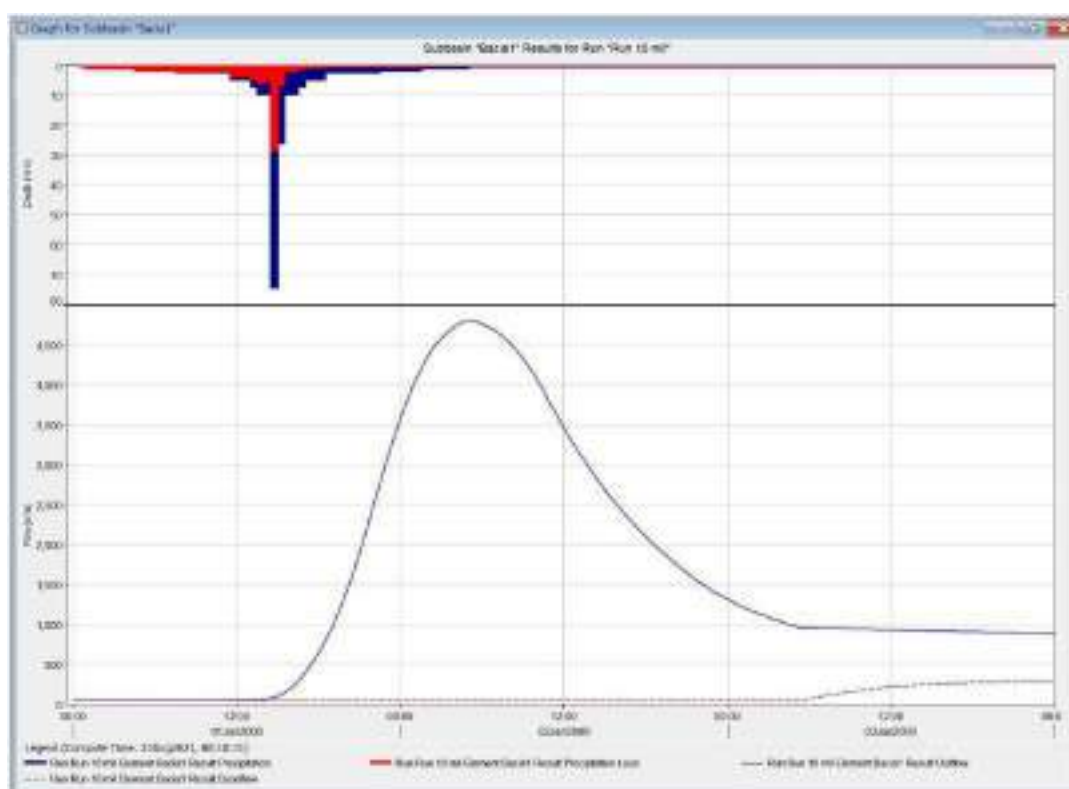


Figura 6-6 – Hidrograma de Projeto com TR de 10.000 anos.

6.4 CURVA COTA X VOLUME DO RESERVATÓRIO

As curvas Cota x Área x Volume do reservatório foram fornecidas pela DCSC, por meio do arquivo “CxAxV-Volume Barragens_SDC.pdf”, apresentadas na tabela e no gráfico a seguir.

BARRAGEM NORTE - RESERVATÓRIO						
Cota (m)	Área (m²)	Área (ha)	Área (km²)	Volume (m³)	V. Acumulado (m³)	Vol. Acumulado (10 ⁶ m³)
259	862.503,5	86,25	0,86	0,00	0,00	0,00
260	1.281.828,2	128,18	1,28	1065172,00	1065172,00	1,07
261	1.667.022,9	166,70	1,67	1470109,81	2535281,80	2,54
262	1.861.538,6	186,15	1,86	1763385,51	4298667,31	4,30
263	2.065.824,4	206,58	2,07	1982794,39	6281461,71	6,28
264	2.261.825,3	226,18	2,26	2163084,75	8445446,45	8,42
265	2.458.304,7	245,83	2,46	2350383,18	10783829,64	10,78
266	2.697.390,9	269,74	2,70	2576623,39	13360853,03	13,36
267	2.989.589,5	298,96	2,99	2842238,30	16203091,32	16,20
268	3.138.362,7	313,84	3,14	3063675,10	19266766,42	19,27
269	3.384.383,5	338,44	3,38	3260599,55	22527365,98	22,53
270	4.810.155,3	481,02	4,81	4078437,97	26603803,95	26,60
271	5.723.285,7	572,33	5,72	5260111,55	31863815,50	31,86
272	6.110.848,1	611,09	6,11	5916067,35	37779872,85	37,78
273	6.377.369,4	637,74	6,38	6243684,04	44023656,89	44,02
274	6.599.738,4	659,97	6,60	6488236,33	50511893,22	50,51
275	6.811.828,7	681,18	6,81	6705404,55	57217297,77	57,22
276	7.023.905,6	702,39	7,02	6917495,83	64134793,60	64,13
277	7.232.322,8	723,23	7,23	7127860,38	71262653,98	71,26
278	7.438.684,7	743,87	7,44	7335261,84	78597915,82	78,60
279	7.644.492,7	764,45	7,64	7541354,66	86139270,48	86,14
280	7.848.783,9	784,88	7,85	7746413,84	93885084,32	93,89
281	8.052.128,6	805,21	8,05	7950239,56	101835923,87	101,84
282	8.253.325,4	825,33	8,25	8152520,11	109988443,98	109,99
283	8.455.330,6	845,53	8,46	8354124,44	118342568,43	118,34
284	8.657.941,3	865,79	8,66	8556436,02	126899004,45	126,90
285	8.856.449,1	885,64	8,86	8757007,71	135656012,16	135,66
286	9.064.797,3	906,48	9,06	8960421,33	144616433,49	144,62
287	9.293.074,1	929,31	9,29	9178699,10	153795132,59	153,80
288	9.508.187,8	950,82	9,51	9400628,87	163196061,46	163,20
289	9.723.314,0	972,33	9,72	9616057,22	172812118,68	172,81
290	9.943.214,2	994,32	9,94	9833059,20	182645177,88	182,65
291	10.163.182,8	1.016,32	10,16	10052997,97	192698175,85	192,70
292	10.394.401,0	1.039,44	10,39	10278575,18	202976751,04	202,98
293	10.643.453,4	1.064,35	10,64	10518681,49	213495432,52	213,50
294	10.879.457,2	1.087,95	10,88	10761239,63	224256672,15	224,26
295	11.132.100,5	1.113,21	11,13	11005537,21	235262209,36	235,26
296	11.383.003,3	1.138,30	11,38	11257318,90	246519528,26	246,52
297	11.634.902,1	1.163,49	11,63	11508722,94	258028251,20	258,03
298	11.885.549,4	1.188,55	11,89	11760003,14	269788254,34	269,79
299	12.182.163,1	1.218,22	12,18	12033551,62	281821805,95	281,82
300	12.496.484,8	1.245,65	12,48	12319069,44	294140875,39	294,14
301	12.748.047,4	1.274,80	12,75	12601985,02	306742860,41	306,74
302	13.028.333,6	1.302,83	13,03	12887938,51	319630798,93	319,63
303	13.318.515,1	1.331,85	13,32	13173158,00	332803894,93	332,80
304	13.632.727,6	1.363,27	13,63	13475318,06	346279270,98	346,28
305	13.953.514,0	1.395,35	13,95	13792808,96	360072060,95	360,07
306	14.281.097,7	1.428,11	14,28	14116889,15	374188070,10	374,19
307	14.627.110,8	1.462,71	14,63	14453759,01	388642829,11	388,64
308	14.981.616,8	1.498,16	14,98	14804009,95	403446839,07	403,45
309	15.344.028,5	1.534,40	15,34	15162481,74	418609300,80	418,61

Tabela 6-3 – Curva Cota x Área x Volume do Reservatório da Barragem Norte

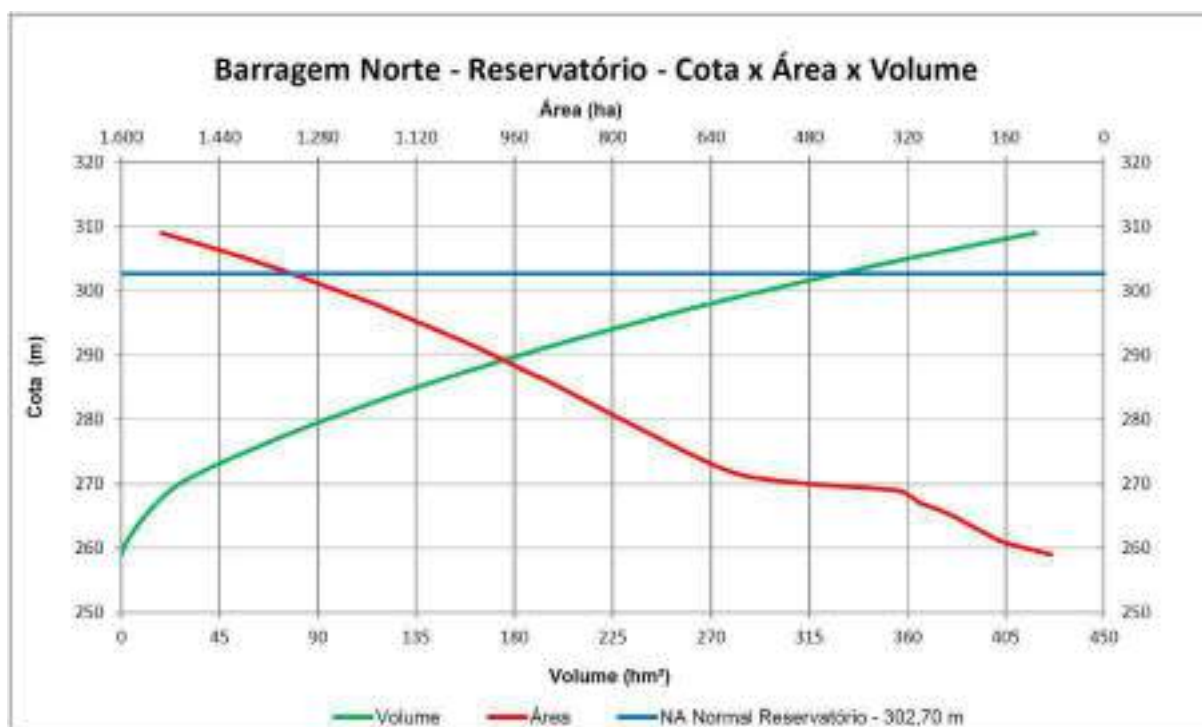


Gráfico 6-1 - Barragem Norte – Curvas Cota x Área x Volume do reservatório

6.5 CURVAS DE DESCARGA DO SISTEMA EXTRAVASOR DE CHEIA

Para fazer as simulações do amortecimento das cheias foram obtidas as curvas de descarga dos órgãos hidráulicos que compõem o sistema extravasor de cheia, conforme procedimentos descritos a seguir:

6.5.1 Vertedouro Tipo Creager de Crista Livre

Os escoamentos pelo vertedouro livre foram calculados segundo as recomendações do HDC – Hydraulic Design Criteria, Chart III-3, apresentada na Figura 6-7.

$$Q = c \cdot L \cdot H^{3/2}$$

Sendo:

- c = coeficiente de descarga do vertedouro;
- L = comprimento do vertedouro (m);
- H = carga sobre o vertedouro (m).

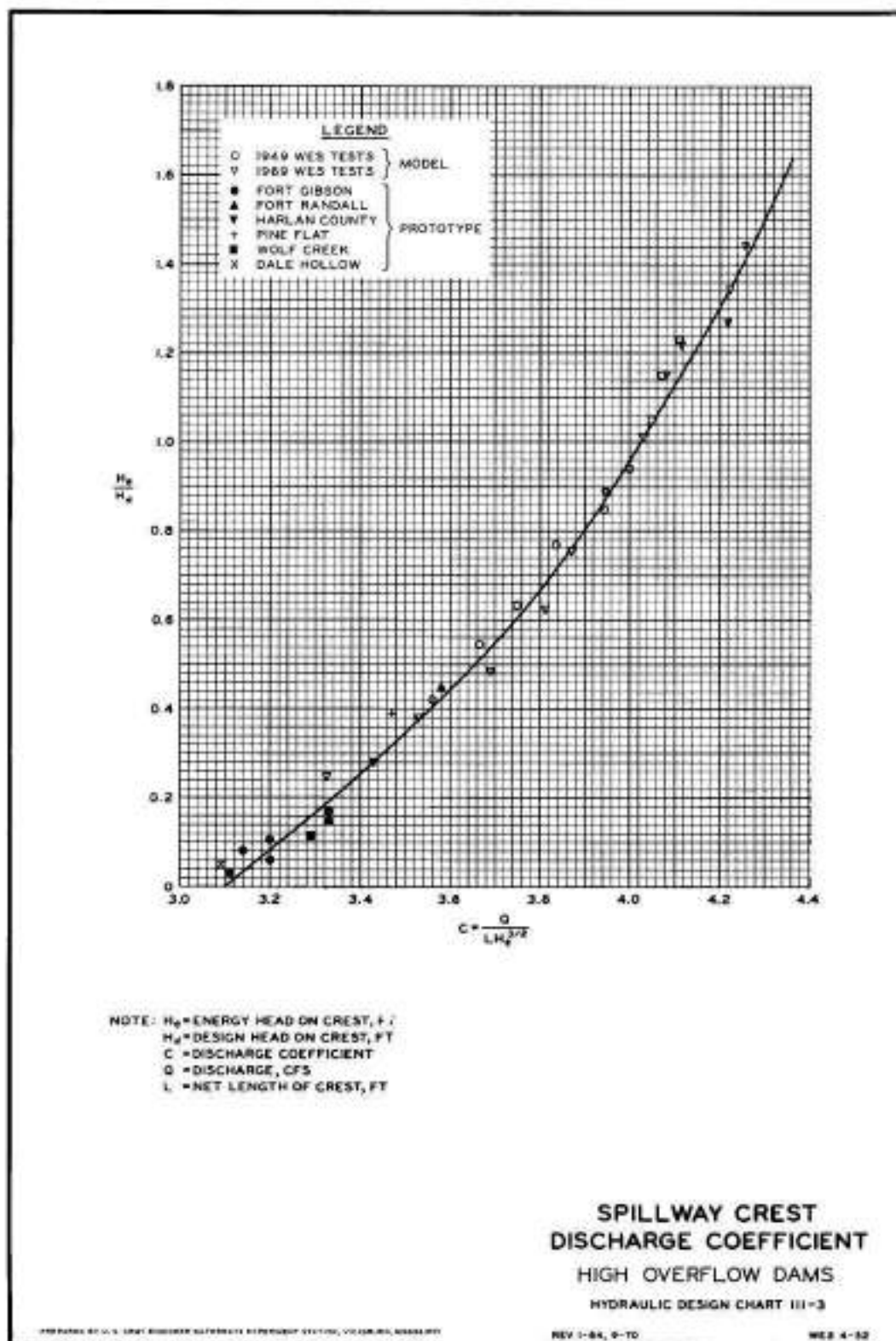


Figura 6-7 – Chart III-3, do HDC.

Os efeitos de contração lateral na aproximação, por meio do Chart III-3/2, apresentada na Figura 6-8 a seguir.

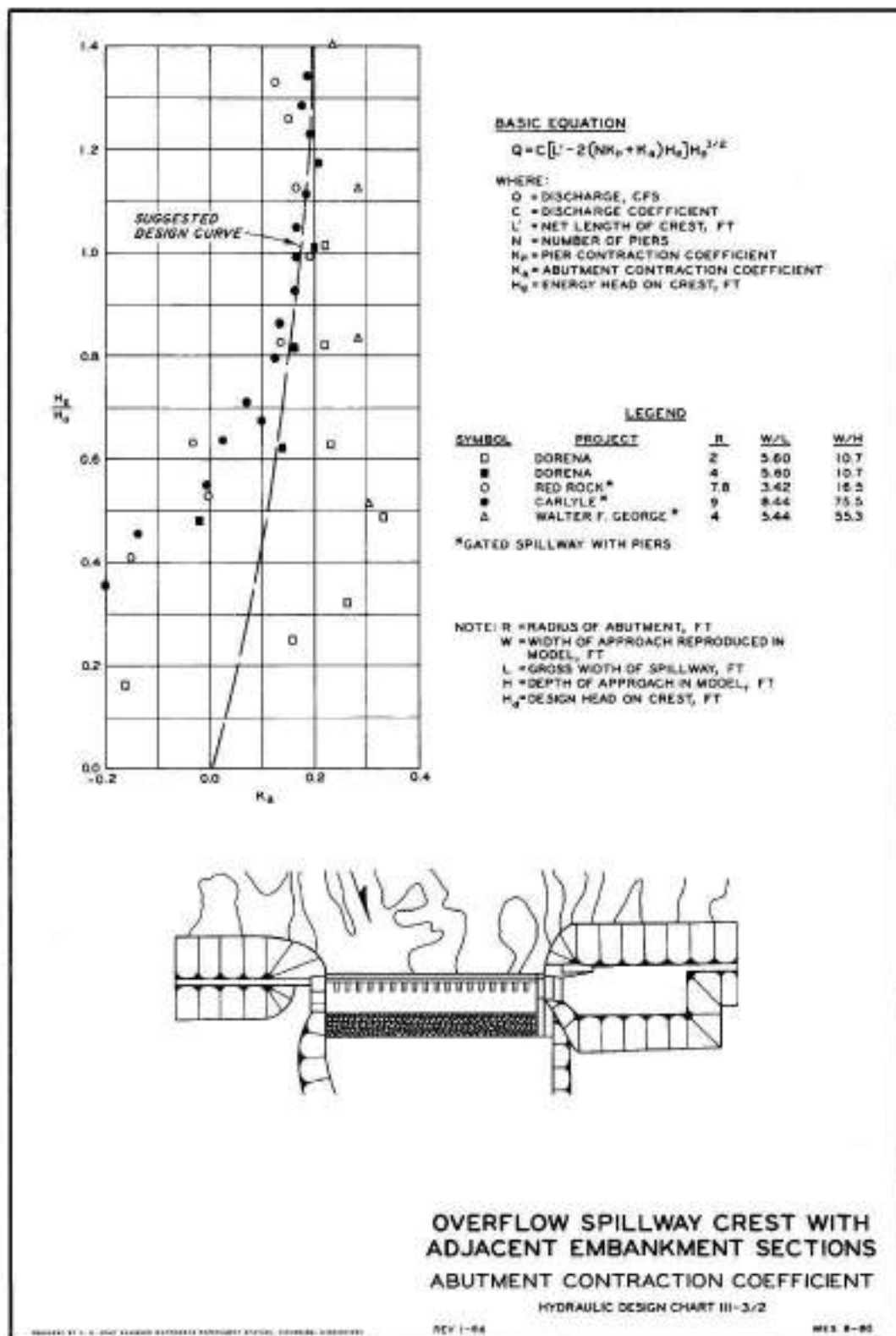


Figura 6-8 – Chart II-3/2 do HDC.

6.5.2 Descarregadores de Fundo

Os descarregadores de fundo e as galerias de desvio e os túneis foram simulados como condutos forçados, não sendo considerados os trechos iniciais em conduto livre (canal), por serem esses trechos muito curtos e de velocidades muito baixas.

As perdas de carga em condutos forçados podem ser calculadas pela Fórmula Universal da Perda de Carga

$$\Delta H = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

ΔH = perda de carga (m);

f = fator de atrito da Fórmula Universal da Perda de Carga (adimensional);

L = comprimento da tubulação (m);

D = diâmetro hidráulico da tubulação (m);

V = velocidade do escoamento (m/s);

g = aceleração da gravidade (m/s²)

O fator de atrito f foi calculado pela Fórmula de Swamee, válida para todos os tipos de escoamento:

$$f = \left\{ \left(\frac{64}{Re} \right)^8 + 9,5 \left[\ln \left(\frac{k}{3,71.D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) - \left(\frac{2500}{Re} \right)^6 \right]^{-16} \right\}^{0,125}$$

Sendo:

k = rugosidade absoluta do conduto (m);

Re = número de Reynolds do escoamento;

$$Re = \frac{V.D}{\nu}$$

Sendo:

ν = coeficiente de viscosidade cinemática do fluido (m²/s)

Para os descarregadores de fundo, de concreto armado, foram considerados os seguintes parâmetros:

- Número de células: 3;
- Largura de cada célula: 3,00 m;

- Altura de cada célula: 6,00 m;
- Comprimento dos descarregadores: 182,6 m;
- Rugosidade: 2 mm.

Para o Túnel Interno, foram considerados os seguintes parâmetros:

- Cota da soleira: 264,00 m;
- Comprimento: 315,0 m;
- Área da seção transversal: 29,86 m²;
- Perímetro: 19,60 m;
- Raio hidráulico: 1,523 m;
- Diâmetro hidráulico: 6,09 m;
- Rugosidade adotada: 2 mm.

Para o Túnel Externo, foram considerados os seguintes parâmetros:

- Cota da soleira: 258,00 m;
- Comprimento: 357,2 m;
- Área da seção transversal: 29,86 m²;
- Perímetro: 19,60 m;
- Raio hidráulico: 1,523 m;
- Diâmetro hidráulico: 6,09 m;
- Rugosidade adotada: 2 mm.

Para o vertedouro de superfície, foram considerados os seguintes parâmetros:

- Tipo de perfil: Creager;
- Comprimento da soleira vertente: 300 m;
- Carga de projeto: 1,50 m;
- Cota da soleira: 302,70 m;
- Cota da crista da barragem: 309,902 m;

São apresentadas no Gráfico 6-2, a seguir, as curvas de descarga dos descarregadores de fundo:

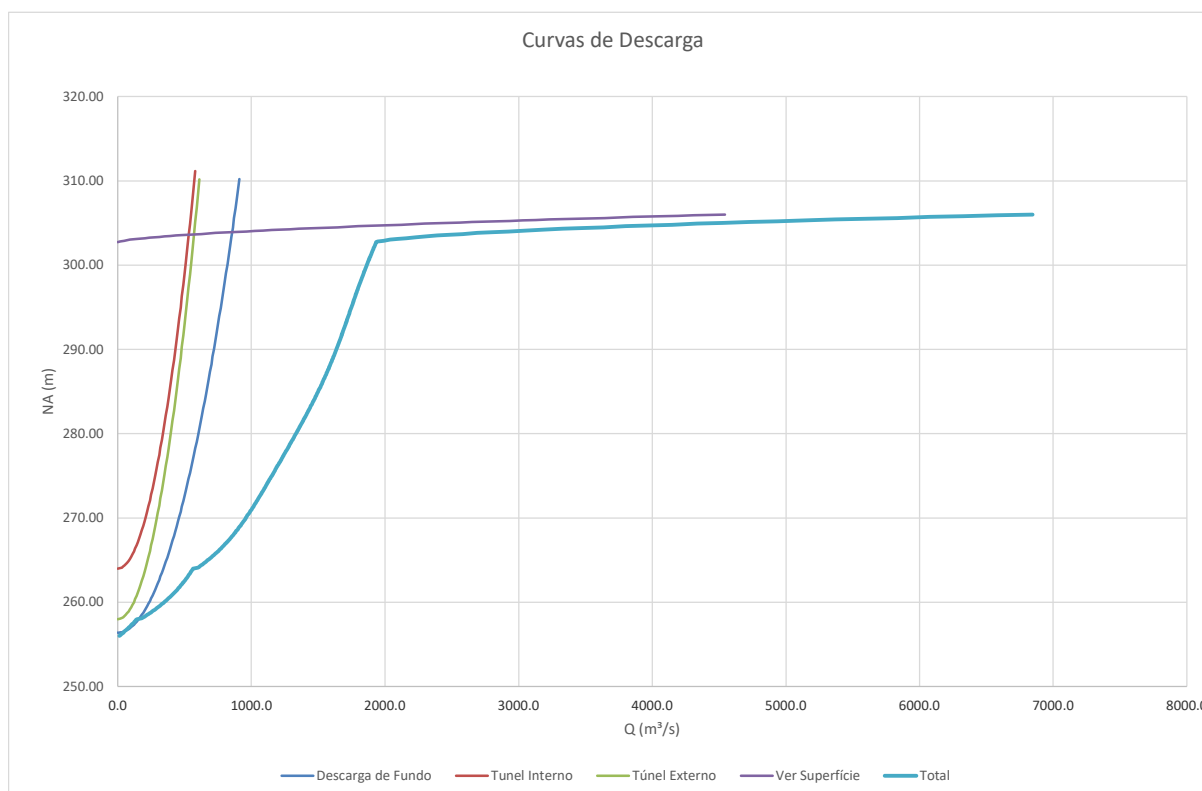


Gráfico 6-2 - Barragem Norte – Curvas de Descarga dos Órgãos Extravasores

6.6 SIMULAÇÕES DO AMORTECIMENTO DAS CHEIAS PELO RESERVATÓRIO

Foram realizadas duas simulações com amortecimento das cheias pelo reservatório, ambas para a passagem da cheia com o período de 10.000 anos, considerando:

- a) com o reservatório inicialmente vazio, com as descargas de fundo abertas; e,
- b) com o reservatório inicialmente cheio, com todas as descargas de fundo fechadas ou obstruídas.

As simulações foram realizadas utilizando o Método de Puls Modificado, com utilização de planilha eletrônica MS Excel, sendo os resultados apresentados nos Gráficos 6-3 e 6-4, a seguir:

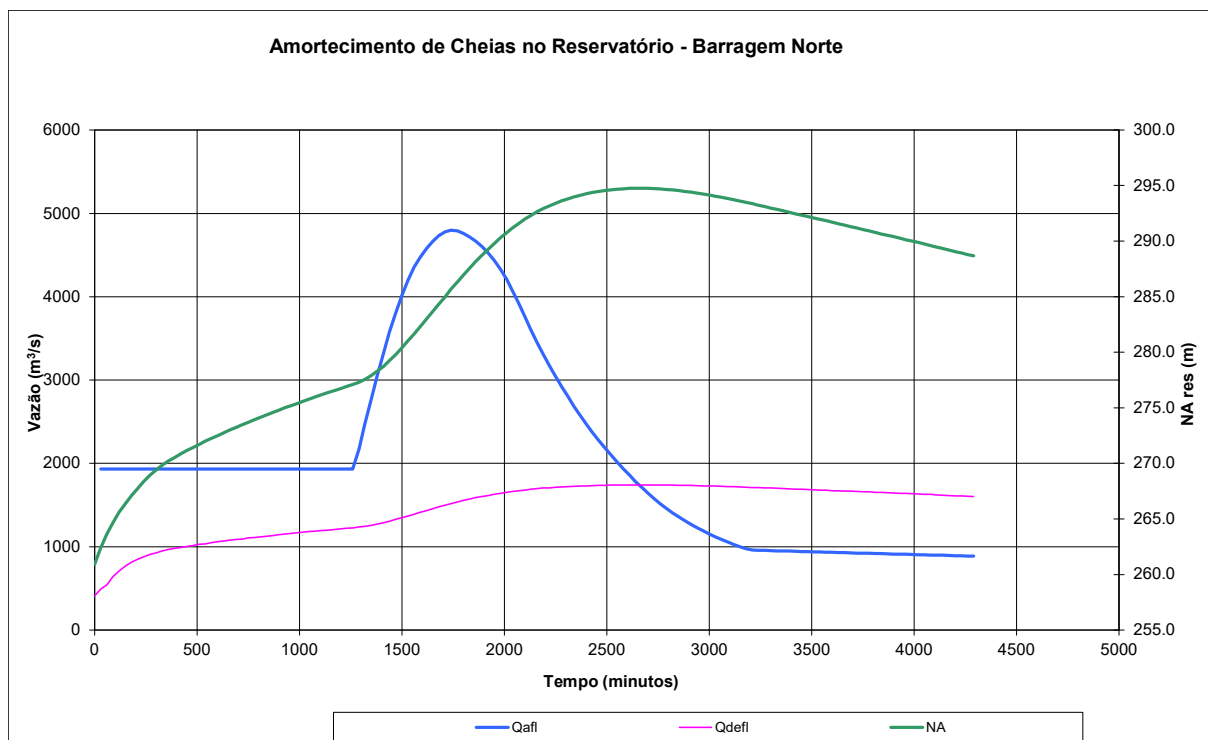


Gráfico 6-3 – Laminação da Cheia – TR = 10.000 anos – Reservatório Inicialmente Vazio com Descarregadores de Fundo Totalmente Abertos

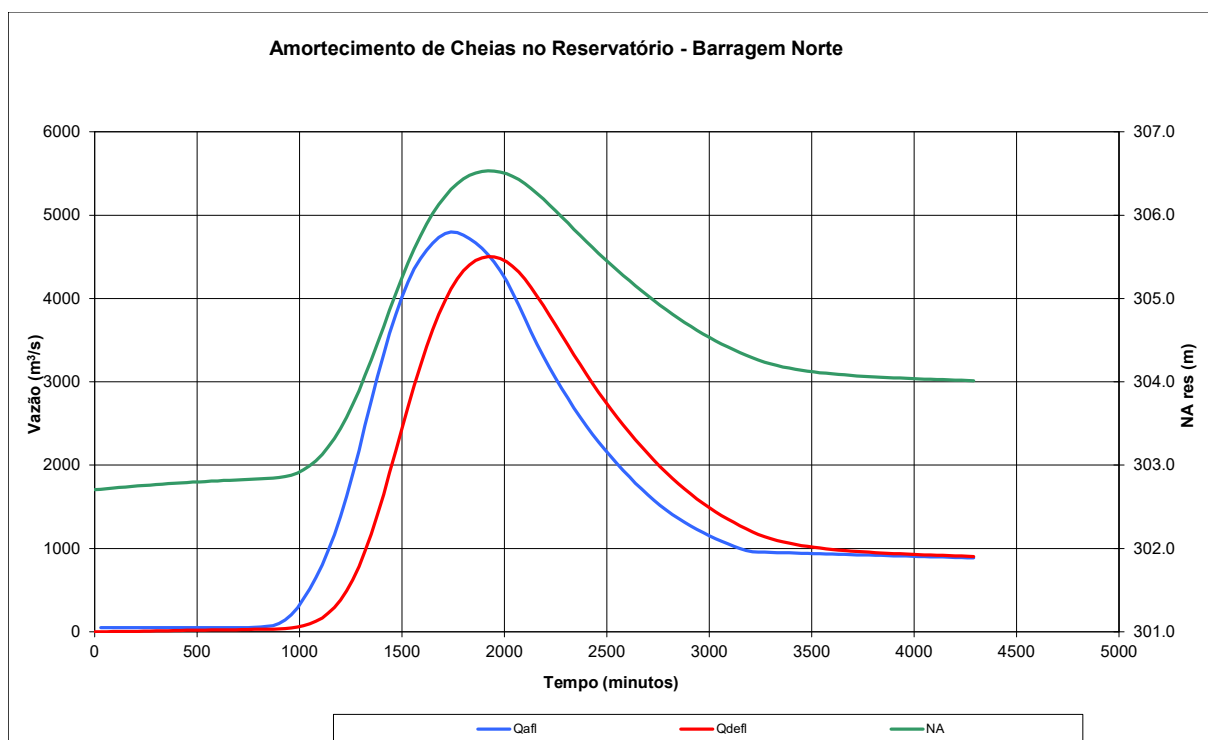


Gráfico 6-4 – Laminação da Cheia – TR = 10.000 anos - Reservatório Inicialmente Cheio com Descarregadores de Fundo Totalmente Fechados

6.7 ESTIMATIVA DA BORDA LIVRE NECESSÁRIA DA BARRAGEM

Abstraindo-se, por ora, de questões relacionadas à segurança estrutural, observa-se que para se avaliar a segurança hidrológico-hidráulica do barramento foi considerada a questão relativa à borda livre mínima do barramento.

A borda livre mínima foi estimada utilizando-se a fórmula empírica de Stevenson (válida para “fetch” inferior a 20 km):

$$h_o = 0,028\sqrt{vF} + 0,76 - 0,26\sqrt[4]{F}$$

sendo: h_o - altura de onda (m)

v (km/h)

F = “fetch” (km)

h (borda livre) = 1,4 h_o

O “fetch” foi determinado por meio de medições a partir de imagem do Google Earth.

Admitindo-se um vento de projeto com velocidade de 180 km/h obteve-se os valores da borda mínima necessária:

Barragem	Fetch (km)	Altura do Onda h_o (m)	Borda Livre Mínima Necessária (m)
Barragem Norte	2,31	1,01	1,41

Quadro 6-1 - Estimativa da Borda Livre – Fórmula de Stevenson

6.8 RESULTADOS DA VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA HIDROLÓGICO DA BARRAGEM

O Quadro 6-2 apresenta os resultados dos cálculos efetuados, para cota de soleira do vertedouro na elevação 302,70 m, cabendo destacar, na última coluna, a situação da borda livre disponível.

Método/Duração da Chuva	Q afluente (m³/s)	Q defluente (m³/s)	NA max max (m)	Borda Livre Disponível (m)	Folga (m)
TR 10.000 anos	4798	1742	294,75	15,15	13,74
TR = 10.000 anos – Sem descargas de fundo	4798	4502	306,53	3,37	1,96

Obs: Folga = (Borda Livre Disponível) – (Borda Livre Mínima Necessária).

Quadro 6-2- Resultado do Amortecimento de Cheias

Considerando-se os resultados obtidos, constata-se que para os diferentes métodos e durações das precipitações consideradas, tendo em conta crista do vertedouro na cota 302,70 m e crista da barragem na cota 309,902 m, bem como a borda livre mínima necessária, a verificação da “Folga” é positiva para os dois casos, ou seja, a barragem não apresenta um “déficit” de folga, atendendo plenamente as condições de segurança hidrológico-hidráulica preconizados para o barramento.

6.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos hidrológicos referentes às estimativas das cheias, elaborados pela Defesa Civil de Santa Catarina/Prosul (relatório nº 5062-BAI-6C-RTHI-001-00-17), foram desenvolvidos seguindo a metodologia do SCS para vazões de projeto de até 1.000 anos de tempo de recorrência.

Considerando-se que para barragens com as características e porte da Barragem Norte é recomendável realizar a avaliação da segurança com utilização de cheias com período de recorrência mais longo, ou seja, de 10.000 anos ou decamilenar, foi gerado no presente trabalho, o hidrograma da cheia decamilenar.

A avaliação da capacidade de descarga do vertedouro para a vazão decamilenar, considerando-se o efeito de laminação dos hidrogramas de cheia e, por conseguinte, a verificação da suficiência ou insuficiência da borda livre (“freeboard”) disponível, indicou que o sistema extravasor existente (vertedouro com soleira livre na cota 302,70 m) tem capacidade suficiente para escoar a cheia decamilenar, com uma folga na borda livre, de 1,96 m, em relação à borda livre mínima necessária, mesmo na condição extrema de o reservatório estar cheio e os descarregadores de fundo e túneis inoperantes.

7 AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA ESTRUTURAL DA BARRAGEM DE ENROCAMENTO

7.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SUCINTAS DA BARRAGEM

A Barragem Norte é uma barragem de enrocamento com núcleo de argila, taludes de jusante e de montante com inclinação 1 (V) :2,30 (H), altura máxima contada a partir da fundação de 60 m.

O maciço da barragem é constituído por espaldares de enrocamento constituído por blocos de arenito e núcleo impermeável de material siltico argiloso, separado por transições a montante e a jusante, sendo que entre o núcleo e o espaldar de jusante, além da transição, tem ainda um trecho constituído de material intermediário, do tipo randon, formado por mistura de blocos de rocha e solo de alteração, tal como apresentado na Figura 7-1, a seguir:

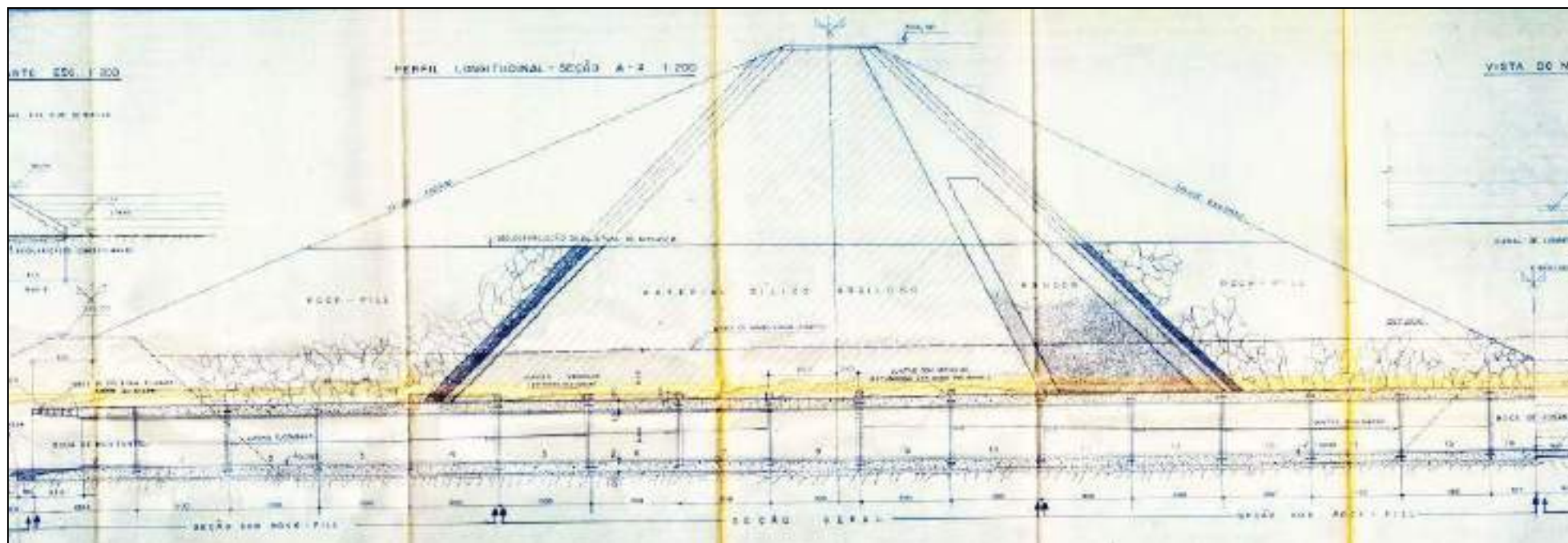


Figura 7-1 - Seção da Barragem no Local da Galeria de Desvio

Fonte: des. Galeria de Desvio – Planta e Detalhes – DNOS/ Hidroterra S.A. 1982.

7.2 PRINCIPAIS ASPECTOS OBSERVADOS NA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

Durante os trabalhos da Inspeção de Segurança não foram observadas anomalias na estrutura da barragem relacionadas a problemas de deformação ou desestabilização dos taludes e da crista. As anomalias observadas na estrutura do barramento relacionam-se a falta de manutenção continuada como crescimento de vegetação, falta de drenagem e problemas no revestimento da crista.

Devido ao fato da barragem normalmente encontrar-se vazia, não foi possível a verificação de pontos de percolação ou surgência de água, uma vez que as surgências só podem ser observadas após um longo período em que a estrutura permaneça em carga, ou seja, é necessário que o nível d'água do reservatório permaneça elevado por algum tempo, o que é muito pouco frequente no caso de barragens de contenção de cheias, tal como é o caso da Barragem Norte.

7.3 CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS À ESTABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE TERRA E ENROCAMENTO

Segundo Marshal 1973, enrocamentos são materiais que quando submetidos a uma variação de tensão sofrem transformações estruturais devido a deslocamentos, rotação e quebra de partículas.

Nas estruturas de enrocamento, por se tratarem de maciço permeáveis, a estabilidade dos taludes não sofre influência de pressões neutras como ocorre em barragens de terra, sendo a sua estabilidade avaliada de forma distinta das estruturas de terra.

A resistência ao cisalhamento dos enrocamentos é função do nível de tensão. Sendo assim a envoltória de Mohr-Coulomb é traduzida por uma linha curva, expressa pela equação:

$$\tau = A (\sigma)^b$$

Onde:

- τ é a resistência ao cisalhamento;
- σ a tensão normal
- A e b são parâmetros característicos do material podendo ser obtidos por ajuste dos dados de ensaios.

O parâmetro A é igual à tangente de ϕ (ângulo de atrito do material) para tensão normal unitária e b reflete as variações de ϕ de acordo com σ .

A equação apresentada acima mostra que a resistência ao cisalhamento dos enrocamentos obedece a uma relação do tipo exponencial e, segundo P. T. Cruz (2004)¹, expressa melhor as envoltórias curvas condicionadas pelo ângulo de atrito do material e sua variação em relação a tensão normal. Nesta tipo de envoltória há diminuição do ângulo de atrito em pressões confinantes elevadas.

A Tabela 7-1, apresentada por P. T. Cruz et al. (2009)², mostra alguns resultados de ensaios triaxiais realizados por vários pesquisadores, inclusive os parâmetros A e b.

Tabela 7-1 - Resultados de Ensaio de Resistência em Enrocamentos (adaptado por P. T. Cruz et al., 2009).

Material	Ensaio	D max (mm)	A (kPa)	b	Φ_1	Ref.
Basalto - São Francisco	TR	200	1,68	0,79	59	Marsal, 1971
Diorito Barragem El Infiemillo	TR	200	1,00	0,90	45	Marsal 1973
Granito-gnaiss-mica	TR	200	85,32	0.90	41	Marsal 1973
Conglomerado silicificado — Barragem El Infiemillo	TR	200	1,53	0,79	57	Marsal, 1973
Granito-gnaiss-xisto/ arragem Mica	TR	200	78,45	0.94	38	Marsal 1973
Basaltos			151,02	0.82	57	Mello, 1977
Basalto	TR		220,65	0.75	65	M. Neves, 2002
Grauvaca	TR		208,88	0.75	64	Intertechne
Arenito - DR=85%			0,85	0,96	40	Marachi, 1969
Basalto Bar. Marimbondo						
Pedreira	TR		213,78	0.79	64	Maia, 2001
Barragem (após 25 anos)	TR		171,62	0.85	62	
Alterado	TR		156,91	0.88	61	
Basalto - Campos Novos	DS	51	135,33	0.892	54	Basso e Cruz, 2006
Gnaiss-xisto-micaxisto Itapebi	DS	25.0	81,4	1 1		Fleury <i>et al.</i> , 2004
		75.0	88,26			
Enrocamento com 25% de material cimentado	TR	-	294,20	0,6	72°	Peng Yii, 2006
Barragem Oroville	TR		1,12	0,8	48	Marachi <i>et al</i> 1969

¹ Cruz, P. T. 100 Barragens Brasileiras – Casos Históricos - Materiais de Construção – Projeto. São Paulo. Oficina de Textos. 2004;

² Cruz, P.T. ; Materón, B.; Freitas, M. (2009) Barragens de Enrocamento com fase de Concreto . Oficina de Textos, São Paulo, SP,448 p.



Φ_1 — ângulo de atrito para $\sigma = 98,0665 \text{ kPa}$
 TR – ensaio triaxial
 DS – ensaio de cisalhamento direto

Uma variante importante na constituição dos enrocamentos, que influenciam nos parâmetros de ângulo de atrito, são a porcentagem de finos e a tensão confinante, diretamente relacionada com a altura da barragem.

A influência da porcentagem de finos pode ser visualizada na Figura 7-2, que apresenta a envoltória de resistência na forma convencional de envoltórias, $\tau \times \sigma_n$, segundo dados coligidos por diversos autores.

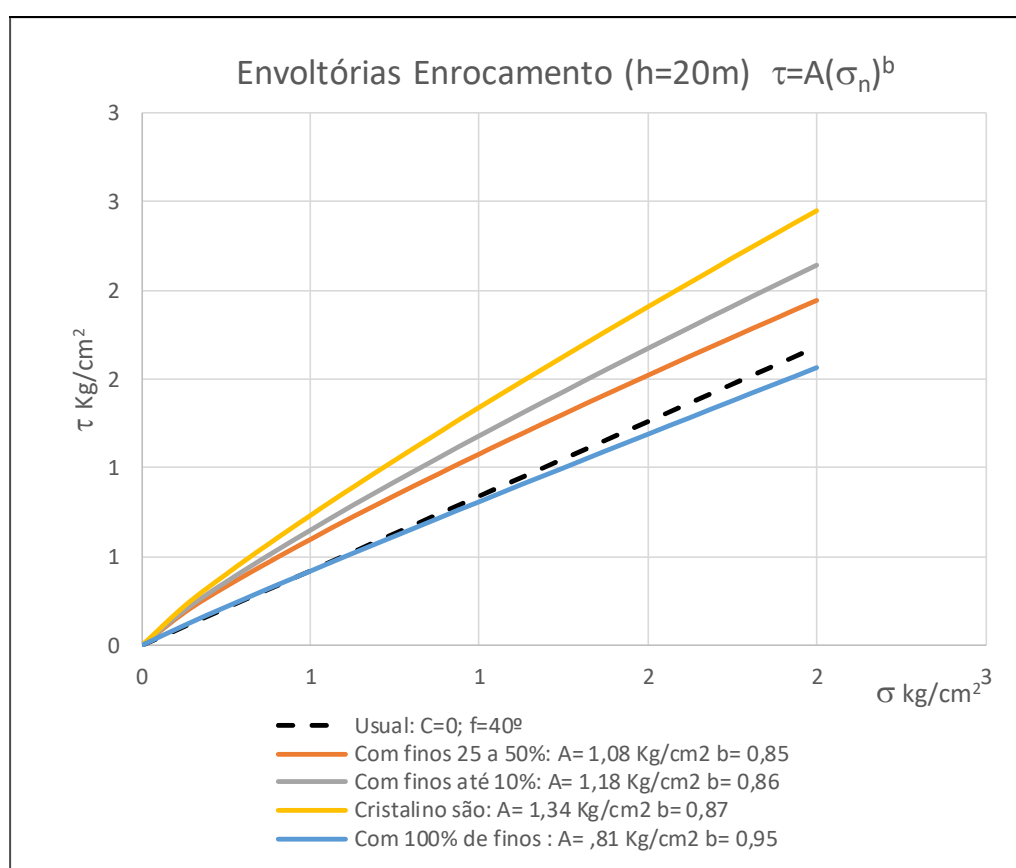


Figura 7-2 - Envoltórias de Enrocamentos segundo Cruz 2004¹, Materon 1983³, Marsal 1973⁴, Midea 1973⁵,

³ Materon, B. Compressibilidade e Comportamento de Enrocamentos. Anais do Simp. sobre Geotecnia da Bacia do Alto Paraná. São Paulo. ABMS/ABGE/CBMR. 1983;

⁴ Marshal, R. Mechanical properties of rock-fill. Embankment dam engineering. Casagrande Volume. New York: John Wiley & Sons. 1973.

⁵ Midea, N. F. Ensaios de cisalhamento Direto (em laboratório) sobre Enrocamento de Gnaiss – Obra de Paraibuna. LEC/CESP. Relatório G - 07/73. 1973

Salienta-se que o aumento da tensão confinante tende a diminuir o ângulo de atrito global da estrutura devido o efeito de esmagamento da rocha nos pontos ou vértices de contato entre os blocos.

Uma série de, aproximadamente, 100 ensaios triaxiais, realizados por de Leps (1970), apud Maia (2001)⁶, mostra a influência da tensão de confinamento na resistência ao cisalhamento em 15 variedades diferentes de materiais rochosos, tal com se apresenta na Figura 7-3.

Nesta figura pode ser observada a redução do ângulo de atrito com o aumento da tensão normal efetiva σ'_n , que representa a tensão de confinamento.

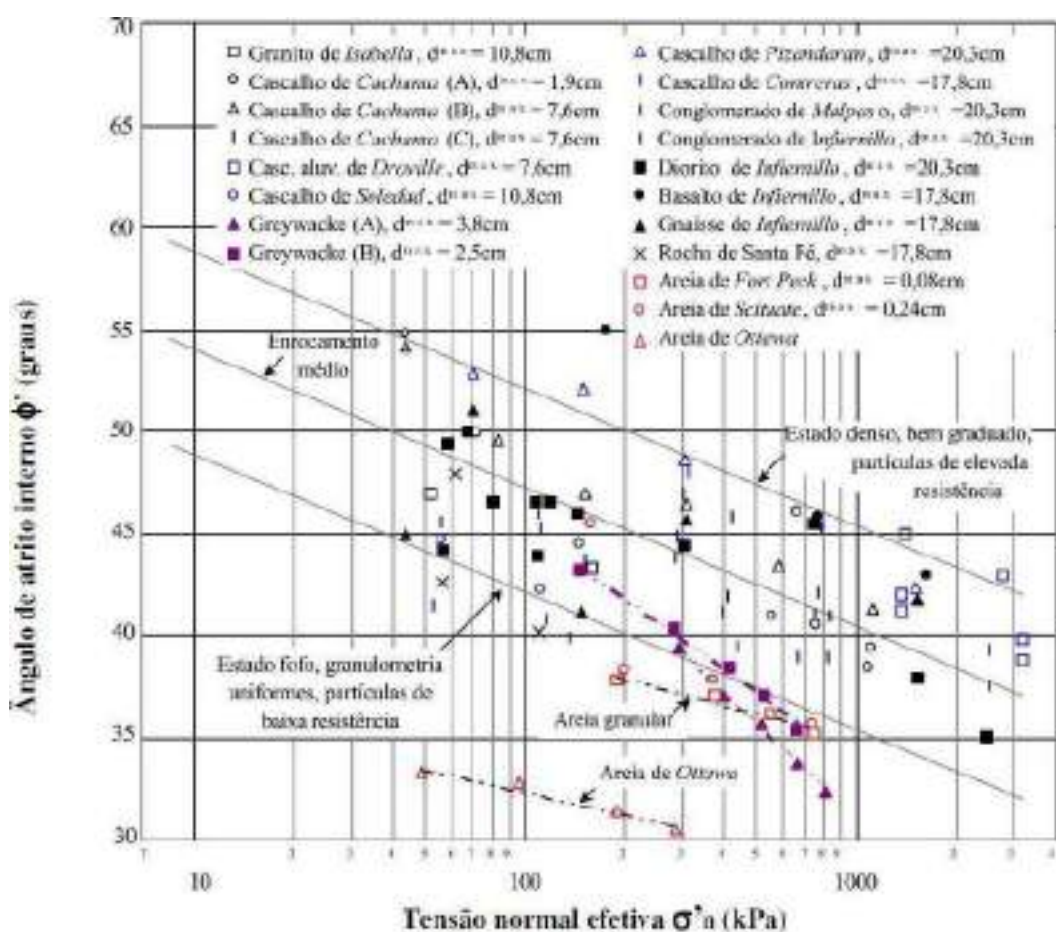


Figura 7-3 - Variação do ângulo de atrito em função da tensão normal efetiva segundo Leps 1970, apud Maia (2001)⁶

Para o caso da Barragem Norte, que possui altura máxima da fundação de 60 m, assumindo-se densidade do enrocamento de arenito igual a 17 kN/m³ e uma coluna de 60 metros de altura, a tensão normal resultante equivale a 1000 kPa.

⁶ MAIA, P.C.A. Avaliação do comportamento geomecânico e de alterabilidade de enrocamentos. Tese de doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio De Janeiro, PUC – Rio, Rio de Janeiro, p. 351, 2001.

Considerando-se que a rocha utilizada no enrocamento da barragem é um arenito coerente, classificado como enrocamento médio (linha intermediária da Figura 7-3), pode-se assumir um ângulo de atrito igual a 40°

É importante salientar que Cooke e Sherard (1987)⁷ foram contundentes ao afirmar que enrocamentos não rompem com superfícies paralelas aos taludes ou mesmo circulares, se lançados com inclinações de até 1V: 1,4H, pela simples razão decorrente do ângulo de atrito destes materiais ser sempre superior a 45°.

No caso da Barragem Norte, o valor do ângulo de atrito é próximo de 40° e, neste caso, o talude de jusante, que tem inclinação de 1V: 2,3H, atende plenamente a condição de estabilidade com fatores de segurança adequados.

Observa-se que, como critério de projeto de barragens, é geralmente adotado o ângulo de atrito de enrocamento igual a 40°. Segundo esse critério:

$$FS = \tan(i) / \tan(\phi),$$

onde:

(i) é a inclinação do talude

(ϕ) o ângulo de atrito pode ser uma boa medida do fator de segurança.

No caso da Barragem Norte resulta, para a inclinação do talude igual a 1V: 2,3H, a tangente (i) igual a 0,42 e tangente de 40° igual a 0,84, resultando o fator de segurança:

$$FS = 0,84 / 0,42 = 2,0$$

Supondo-se uma hipótese conservadora, onde o enrocamento da barragem seja considerado como fofo, com blocos de baixa resistência (linha inferior da Figura 7-3), o ângulo de atrito ficaria em torno de 35°. Com essa consideração o fator de segurança da barragem seria:

$$FS = 0,70 / 0,42 = 1,6$$

Assim sendo observa-se que, até mesmo numa situação muito conservadora, o fator de segurança da barragem de enrocamento atende aos critérios de segurança preconizados para barragens do gênero, uma vez que o fator de segurança mínimo requerido é igual a 1,5.

⁷ Cooke, J. B. e Sherrard, J.L. Concrete Face Rockfill Dam: II Design. Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE, vol. 113, nº10, 1113-1132.



8 AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS E OBRAS CIVIS DA BARRAGEM

8.1 PATOLOGIAS DA ESTRUTURA DE ENROCAMENTO BARRAGEM

8.1.1 Taludes e Crista da Barragem

Apresenta-se na Figura 8.1-1, a seguir, o arranjo geral esquemático que mostra a crista e os taludes de montante e jusante da barragem de enrocamento:



Figura 8.1-1 - Arranjo Geral Esquemático - Crista e Taludes de Montante e Jusante da Barragem (Imagem Landsat)



Figura 8.1-2 - Arranjo Geral Esquemático – ARP – Área de Resguardo Permanente da Barragem (Imagem Google Earth)

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 Vegetações Arbustiva e Gramínea

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 com Evidências de Desagregação por 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 empoçamento 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 empoçamento de água (Foto 4).



Foto 3 - Vista Geral da Crista com Presença de Depressões e Problemas de Drenagem



Foto 4 - Blocos do Meio Fio Removidos para 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)

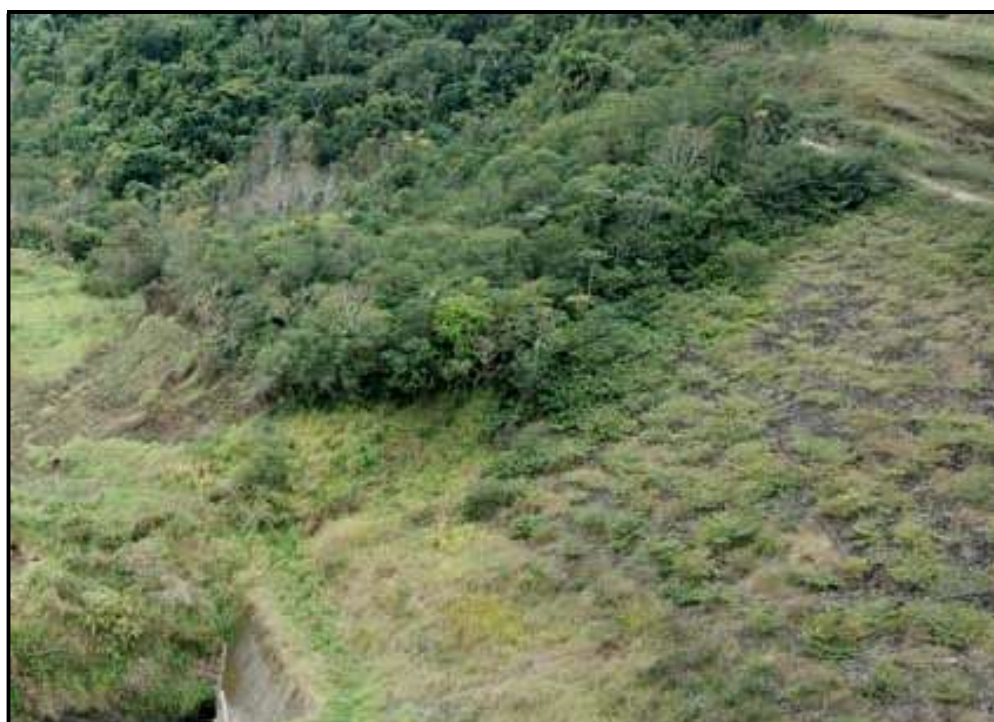


Foto 6 – Montante da Ombreira Esquerda com Presença de Vegetação Exuberante



Foto 7 – Talude de Jusante junto à Ombreira Esquerda com a Presença de Vegetação Exuberante

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 – Montante da Ombreira Esquerda, com a 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

8.2 PATOLOGIAS DA ESTRUTURA DE CONCRETO DO VERTEDOURO

8.2.1 Sistema Extravasor de Cheia

Apresenta-se na Figura 8.2-1, a seguir, o arranjo geral esquemático do sistema extravasor de cheia da barragem, situado na ombreira direita, constituído por um vertedouro de concreto, com crista livre e um canal de restituição:



Figura 8.2-1 - Arranjo Geral Esquemático – Sistema Extravasor de Cheia da Barragem (Imagem Landsat)

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 do Vertedouro, com Presença de Árvores de Grande Porte



Foto 11 – Vista do Muro de Contenção do Canal de Restituição com 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

8.3 PATOLOGIAS DA ESTRUTURA DE CONCRETO DA GALERIA DE DESCARGA (OU GALERIAS DE DESVIO)

Apresenta-se na Figura 8.3-1, a seguir, o arranjo geral esquemático da galeria de descarga (ou de desvio do rio), situada na ombreira esquerda, constituído por uma estrutura de entrada d'água de concreto, cinco galerias celulares de concreto, com duas células tamponadas e uma estrutura de saída d'água de concreto:



Figura 8.3-1 - Arranjo Geral Esquemático – Galeria de Descarga (ou de Desvio do Rio) - (Imagem Landsat)

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 – Estrutura de Entrada d’Água da Galeria de Descarga com Obstrução por Galhos e Troncos de Árvore



Foto 15 - Parede Lateral da Estrutura de Entrada d’Água 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 com Presença de Árvores e Arbustos junto à Parede Laterais do Canal de Restituição



Foto 18 - Vista para Jusante da Estrutura de Saída da Galeria de Descarga

8.4 PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO DOS TÚNEIS DE DESCARGA

8.4.1 Sistema de Descarga da Margem Direita

Apresenta-se na Figura 8.4-1, a seguir, o arranjo geral esquemático dos túneis de descarga, situados na ombreira direita, constituídos por duas estruturas de emboque do tipo tulipa, dois túneis paralelos, escavados em rocha e revestidos de concreto, uma estrutura de controle de vazão situada no trecho central dos túneis e duas estruturas de saída de água de concreto:



Figura 8.4-1 - Arranjo Geral Esquemático – Túneis de Descarga (com controle de vazão por meio de comportas) - (Imagem Landsat)

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.

8.4.2 Galeria das Comportas Deslizantes

A galeria das comportas deslizantes, situada no “pé” do poço de acesso às comportas, é subterrânea, escavada em rocha, com revestimento de concreto. São apresentados, a seguir, os desenhos que ilustram a geometria da galeria das comportas, incluindo o túnel de descarga que se desenvolve sob e perpendicularmente à galeria das comportas. Os revestimentos de concreto da galeria estão manchados de exsudações de carbonatos do concreto e águas dos drenos de parede, porém não evidencia indícios de problemas de estruturais.

Apresenta-se, na Figura 8.4-2, o desenho de arranjo geral da estrutura de concreto da galeria das comportas deslizantes.

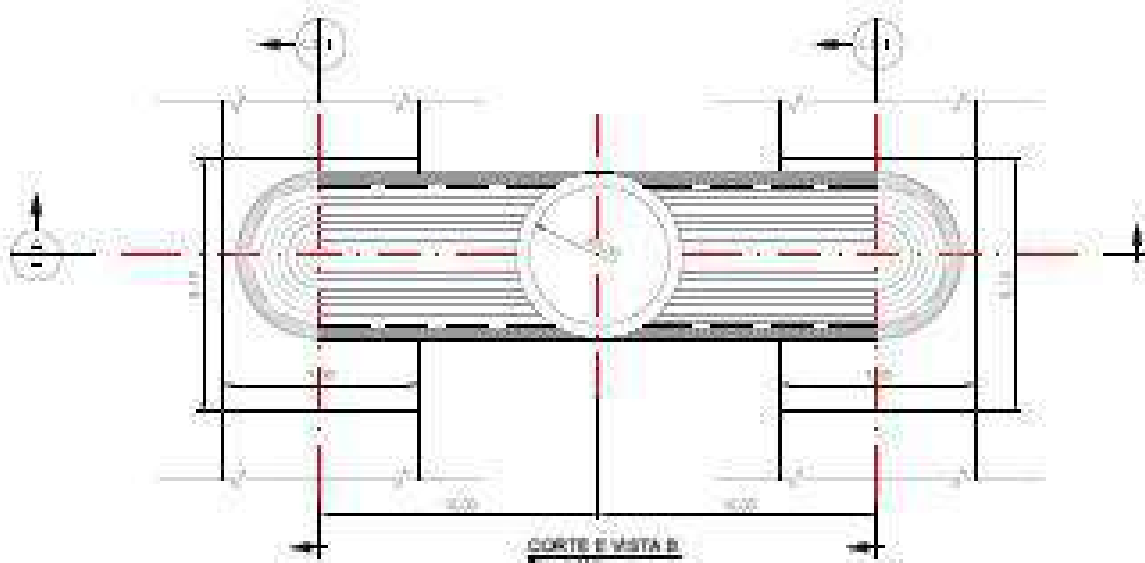


Figura 8.4-2 – Planta Baixa (Corte Horizontal) da Galeria das Comportas Deslizantes

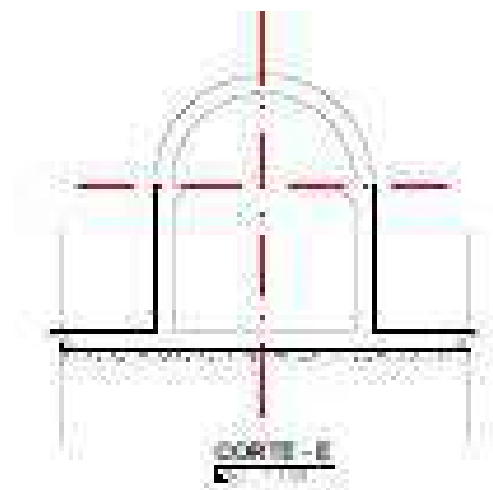


Figura 8.4-3 – Corte Transversal da Galeria das Comportas Deslizantes

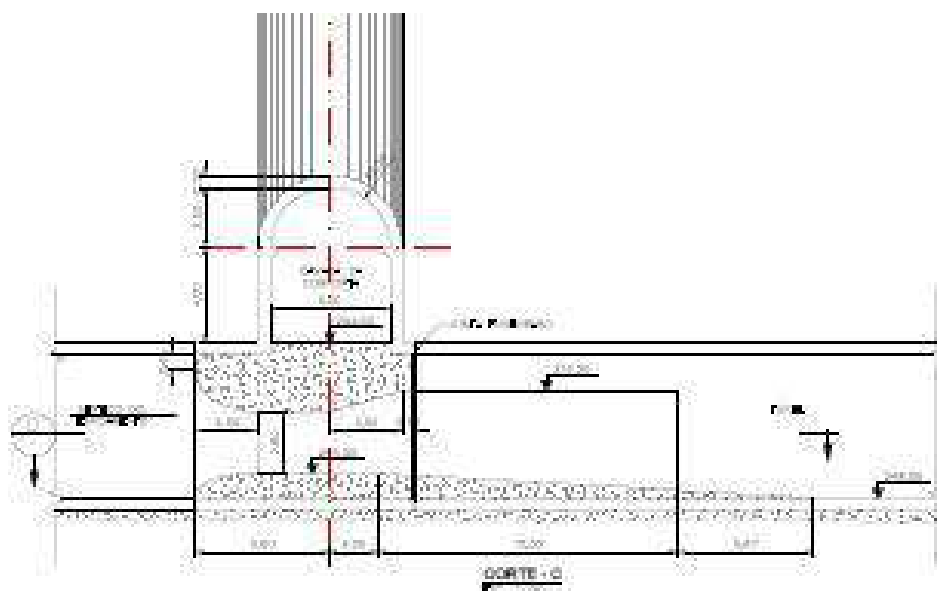


Figura 8.4-4 – Corte Longitudinal do Túnel de Descarga e Comporta Deslizante

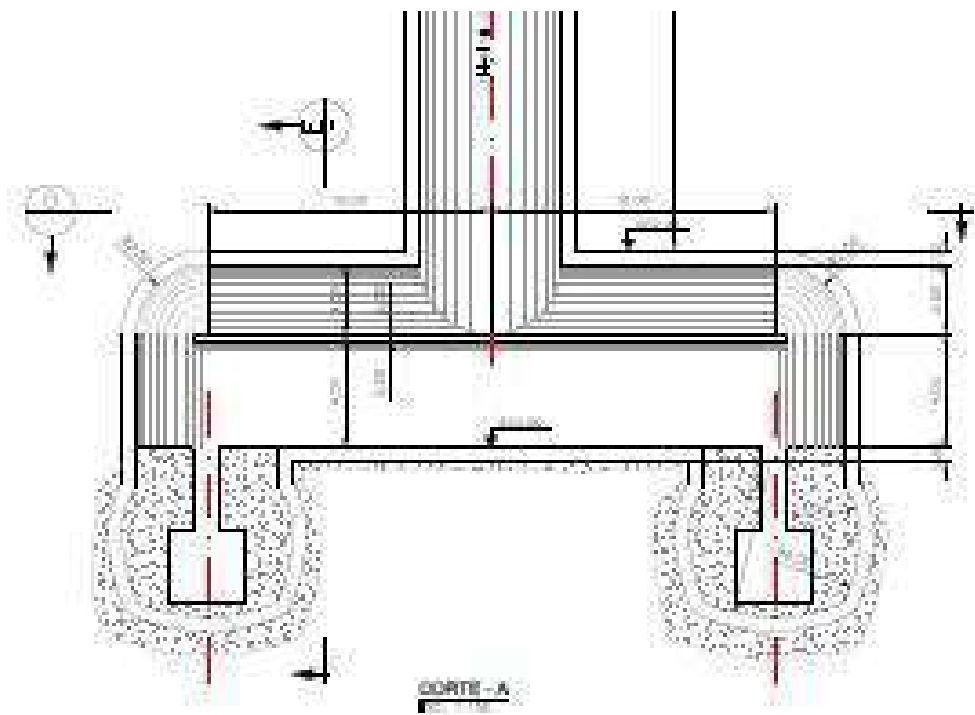


Figura 8.4-5 – Corte Longitudinal da Galeria das Comportas Deslizantes

8.4.3 Túneis de Descarga da Margem Direita

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 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).

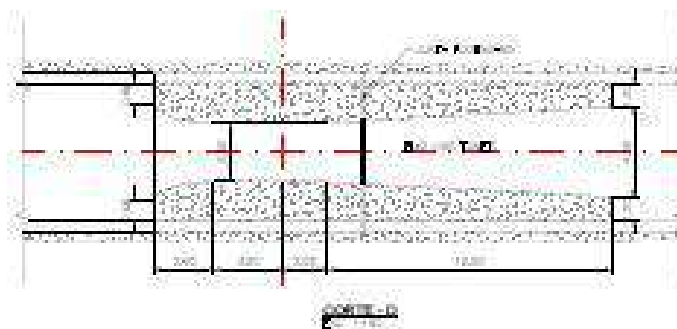


Figura 8.4-6 – Planta do Túnel e Comportas Deslizantes

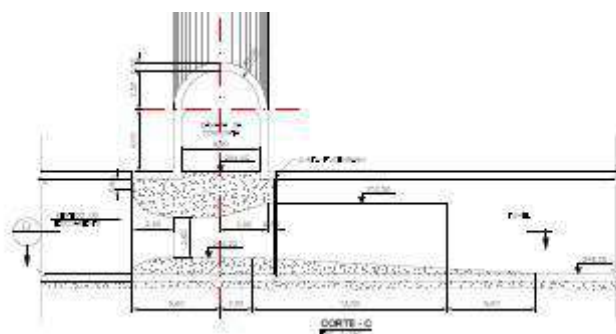


Figura 8.4-7 – Perfil do Túnel e Comportas Deslizantes

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).

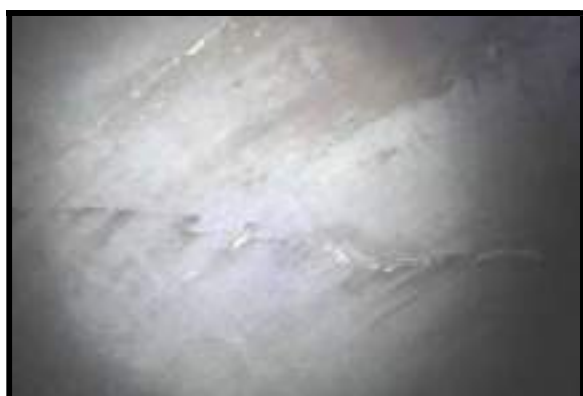


Foto 19 – Túnel Interno – 1ª fissura contada de montante para jusante no trecho livre.



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.

8.4.4 Estruturas de Concreto dos Emboques Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga

Apresenta-se na Figura 8.4-8, a seguir, o arranjo geral esquemático das Estruturas de Concreto dos Emboques dos Túneis de Descarga, situados na ombreira direita, constituídos de duas estruturas de emboque do tipo tulipa:



Figura 8.4-8 - Arranjo Geral Esquemático – Estruturas de Concreto dos Emboques Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga - (Imagem Landsat)

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 na 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 – Estrutura de Emboque Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga.



Foto 32 – Estrutura Tipo Tulipa do Túnel Interno 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 indícios 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 Estrutura de Emboque 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 Estrutura de Emboque 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 do Túnel Externo (com acúmulo de troncos e galhos na parte inferior)



Foto 36 – Base da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa 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 (túnel esquerdo - em bom estado)

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

8.4.5 Estruturas de Concreto das Saídas dos Túneis de Descarga

Apresenta-se na Figura 8.4-9, a seguir, o arranjo geral esquemático das Estruturas de Concreto das Saídas dos Túneis de Descarga, situadas na ombreira direita:



Figura 8.4-9 - Arranjo Geral Esquemático – Estruturas de Concreto das Saídas dos Túneis de Descarga - (Imagem Landsat)

As bocas de saída de ambos os túneis encontram-se 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 40).

Na inspeção de 2018 foram verificadas erosões a jusante dos túneis. Avaliou-se que houve processo erosivo na lateral esquerda do túnel interno, com formação de uma bacia, porém aparentemente esta encontra-se estabilizada. Verificou-se que a lateral direita da saída dos túneis foi escavada em rocha, gerando um talude robusto em rocha são, que se mostra resistente a problemas de erosão (Foto 39).



Foto 39 - Margem Esquerda do Canal a Jusante da Saída dos Túneis onde se formou uma bacia devido a erosão.



Foto 40 – Boca de Saída do Túnel Interno (com excesso de vegetação no entorno)



Foto 41 – Boca de Saída do Túnel Externo (com vista do talude rochoso na lateral direita da do canal escavado a jusante)

8.5 PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO DA PLATAFORMA DE OPERAÇÃO DAS COMPORTAS

Apresenta-se na Figura 8.5-1, a seguir, o arranjo geral esquemático das Estruturas de Concreto da Plataforma de Operação das Comportas:



Figura 8.5-1 - Arranjo Geral Esquemático – Estruturas de Concreto das Estruturas de Concreto da Plataforma de Operação das Comportas - (Imagem Landsat)

8.5.1 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 42).



Foto 42 – Estrutura de Concreto da Ponte Rolante de Manutenção das Comportas

8.5.2 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 43 e 44).



Foto 43 – Vista Externa da Edificação da Casa de Comando das Comportas (totalmente depredada)



Foto 44 – Vista Interna da Edificação da Casa de Comando das Comportas (totalmente depredada)

8.5.3 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 47).

A Guarita de Segurança encontra-se, também, totalmente depredada sem portas, janelas e instalação elétrica (Foto 45).

O guarda-corpo da área da Plataforma de Operação das Comportas, de concreto, encontra-se deteriorado, com ferragem exposta (Foto 46), além de ter altura insuficiente, tal como ocorre na ponte sobre o Canal de Restituição do Vertedouro.



Foto 45 – Guarita de Segurança (totalmente depredada e abandonada, sem porta e janelas)



Foto 46 – Guarda corpo Deteriorado - Área da Plataforma de Operação das Comportas



Foto 47 – Ausência de Portão da Plataforma de Operação das Comportas(devido às depredações ocorridas)

8.6 PATOLOGIAS DA INFRAESTRUTURA OPERACIONAL E DE MANUTENÇÃO DA BARRAGEM

8.6.1 Ponte de Acesso à Crista da Barragem

Apresenta-se na Figura 8.6-1, a seguir, o arranjo geral esquemático da Ponte de Acesso à Crista da Barragem, sobre o canal de restituição do sistema extravasor de cheia da barragem.



Figura 8.6-1 - Arranjo Geral Esquemático – Ponte de Acesso à Crista da Barragem (Imagem Landsat)

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 48).

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



Foto 48 – 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 50). Todavia a anomalia deve ser monitorada a fim de que não atinja o aterro do encontro.



Foto 49 –Drenagem da estrada jogando água no talude próximo ao encontro direto da ponte sobre o Canal de Restituição.



Foto 50 – Vista geral do encontro direto da ponte com drenagem da estrada terminando no talude.

8.6.2 Ponte da Estrada de Jusante da Barragem

Apresenta-se na Figura 8.6-2, a seguir, o arranjo geral esquemático da Ponte da Estrada de Jusante da Barragem, sobre o curso d'água natural (rio Hercílio), a jusante da barragem:



Figura 8.6-2 - Arranjo Geral Esquemático – Ponte da Estrada de Jusante da Barragem (Imagem Landsat)

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 51), 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 52).



Foto 51 – Vista geral da ponte de jusante, com ausência de guarda corpo.



Foto 52 – Processo inicial de erosão sob os pilares da ponte que pode afetar o aterro da pista junto ao encontro esquerdo da ponte.

8.6.3 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-se em bom estado de conservação, podendo ser trafegada por veículos comuns (tração simples), mesmo em período de chuvas.

8.6.4 Estradas de Serviço das Áreas a Montante e a Jusante da Barragem

Apresenta-se na Figura 8.6-3, a seguir, o arranjo geral esquemático das estradas de Serviço das Áreas a Montante e a Jusante da Barragem:



Figura 8.6-3 - Arranjo Geral Esquemático – Estradas de Serviço das Áreas a Montante e a Jusante da Barragem (Imagem Google Earth)

8.6.5 Estradas de Serviço da Área a Jusante da Barragem – Margem Direita

Observa-se, entretanto, que os acessos a jusante, incluindo as estradas de servidão pública e as estradas de 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 só 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 53 e 54).



Foto 53 - 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 54 - 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).

8.6.6 Estradas de Serviço da Área a Jusante da Barragem – Margem Esquerda

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 da execução de recuperação e instalação de bueiro, bem como obras de contenção localizada (Foto 55).

Ainda na margem esquerda o antigo leito da estrada está totalmente ocupado pela vegetação, ainda de pequeno porte (Foto 56), 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 55 - Erosão em estrada de serviço abandonada da margem esquerda coord.:
26°53'30.60"S, 49°40'31.10"O.**



**Foto 56 - 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).**

8.7 PATOLOGIAS DO SISTEMA DE SEGURANÇA PATRIMONIAL

8.7.1 Cercamento da Área de Segurança da Barragem

Apresenta-se na Figura 8.7-1, a seguir, o arranjo geral esquemático do Cercamento da Área de Segurança da Barragem:



Figura 8.7-1 - Arranjo Geral Esquemático – Cercamento da Área de Segurança da Barragem (Imagem Google Earth)

9 AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS DOS EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGA E HIDROMECÂNICOS DA BARRAGEM

9.1 ARRANJO GERAL ESQUEMÁTICO DOS TÚNEIS DE DESCARGA COM CONTROLE DE VAZÃO

Apresenta-se na Figura 9.1-1, a seguir, a imagem de satélite contendo o arranjo geral esquemático dos túneis de descarga das vazões de cheias, que são providos de comportas de controle de vazão do tipo deslizante.

O arranjo geral dos túneis de descarga contempla dois túneis paralelos implantados na ombreira direita da barragem, escavados em rocha e revestidos de concreto, com controle de vazão por meio de comportas metálicas tipo deslizante, situadas na porção central dos túneis.

As comportas deslizantes encontram-se instaladas a cerca de 50 m de profundidade, sob a crista da barragem. O acesso às comportas é feito por meio de um poço, cuja boca superior situa-se junto à crista da barragem, numa área cercada por muros de concreto/alvenaria, denominada plataforma de operação das comportas, onde se concentram os equipamentos eletromecânicos da barragem.



Figura 9.1-1 - Arranjo Geral Esquemático dos Túneis de Descarga

9.2 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS DA BARRAGEM

Segundo regras operacionais vigentes da barragem de controle de cheias, as comportas são mantidas totalmente abertas em condições normais de vazão ou de cheias de pequena intensidade no curso d'água, sendo totalmente fechadas por ocasião da ocorrência de grandes cheias na região, com o intuito de proteger ou atenuar as cheias no vale situado a jusante do barramento.

As comportas dos túneis de descarga encontram-se totalmente inoperantes, atualmente, devido a problemas de depredação ocorridas nas instalações eletromecânicas da barragem, fazendo com que as mesmas não sejam operáveis nas situações necessárias.

Devido à ausência de condições operacionais normais, a DCSC vem operando de forma precária, quando possível, com utilização de equipamentos móveis de acionamentos das comportas, montados em carroceria de caminhão devido à inexistência de energia elétrica no local das comportas, decorrentes dos problemas de depredação sofridos pela barragem.

Os equipamentos de manutenção das comportas, de forma análoga às comportas, encontram-se também totalmente inoperantes, devido aos problemas de depredação sofridos pela barragem.

9.3 PATOLOGIAS DA PONTE ROLANTE DE MANUTENÇÃO DAS COMPORTAS

A ponte rolante de manutenção das comportas situa-se na plataforma de operação das comportas, na ombreira direita da barragem, entre a ponte sobre o canal de restituição do sistema extravasor de cheia e o início da crista da barragem.

A ponte rolante de manutenção tem a função de realizar o transporte vertical de equipamentos/ferramentas/trabalhadores, necessário aos trabalhos de operação e manutenção das comportas. A falta de condições operacionais da ponte rolante vem impedindo a realização dos trabalhos de manutenção dos equipamentos situados na galeria das comportas, que se situa a cerca de 50 m de profundidade.

A estrutura de concreto da ponte rolante de manutenção das comportas encontra-se em bom estado estrutural e de conservação, porém os equipamentos eletromecânicos da ponte encontram-se inoperantes e completamente depredados, tal como mostrados de forma detalhada na documentação fotográfica apresentada neste documento.

Apresentam-se, na Figura 9.3-1, o desenho de arranjo geral da estrutura de concreto da ponte rolante de manutenção e Figura 9.3-2, o desenho de arranjo geral do poço de acesso e da galeria das comportas.

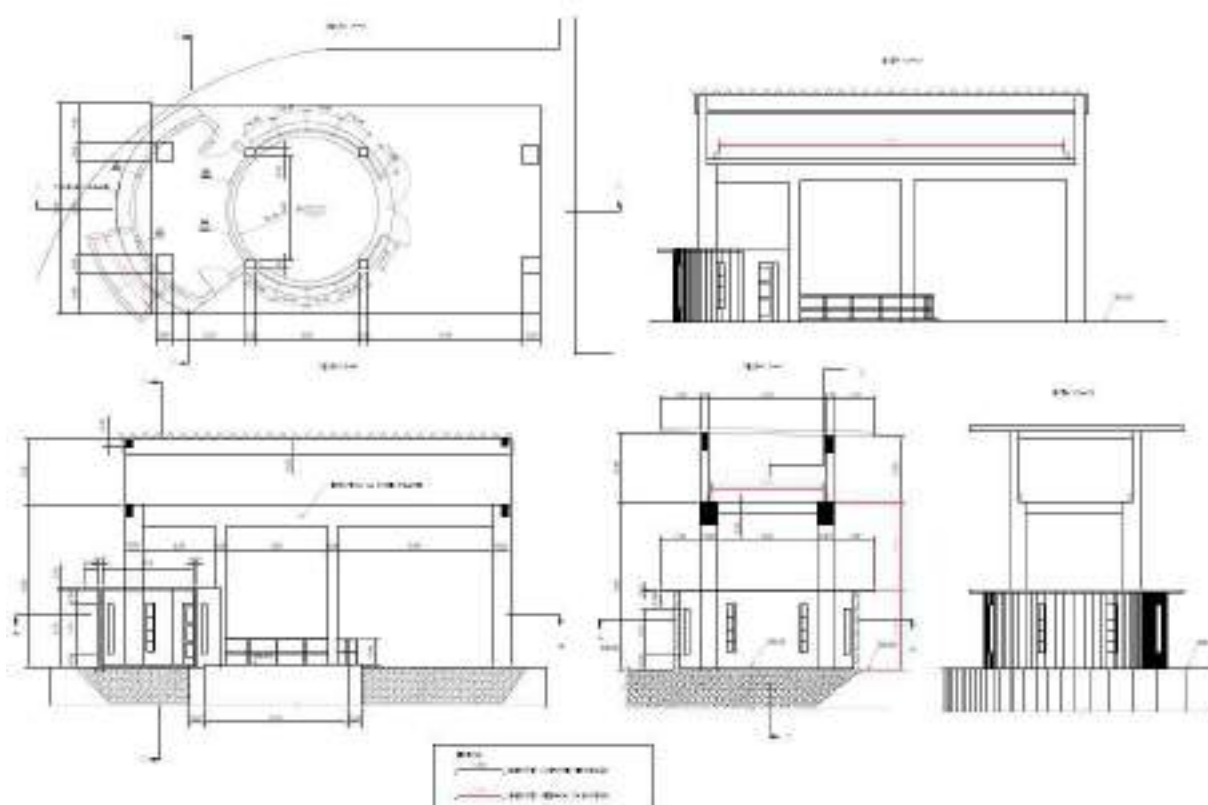


Figura 9.3-1 - Desenho de Arranjo Geral da Estrutura de Concreto da Ponte Rolante de Manutenção

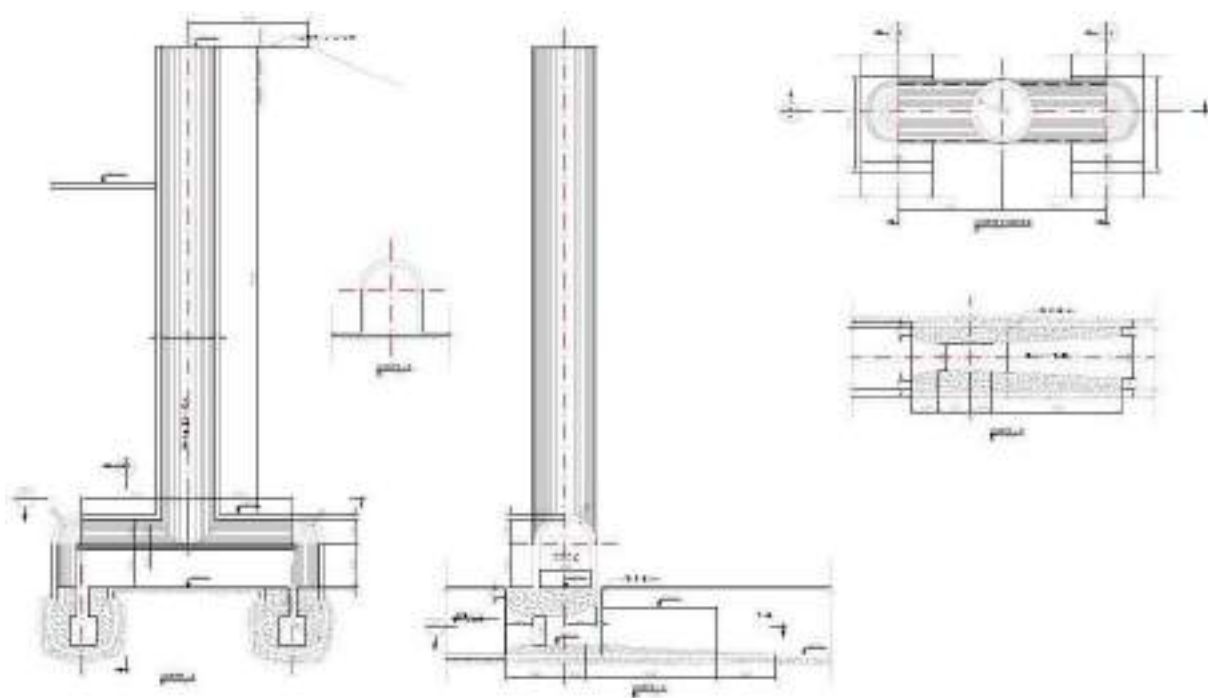


Figura 9.3-2 - Desenho de Arranjo Geral do Poço de Acesso e da Galeria das Comportas

A ponte rolante de manutenção das comportas deslizantes encontra-se completamente 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 57).



Foto 57 – Ponte Rolante de Manutenção das Comportas



Foto 58 – Trilhos e Ponte Rolante de Manutenção das Comportas



Fotos 59 – Ponte Rolante com Ausência das Roldanas, do Gancho, Cabo de Aço e Gancho da Elevação.



Fotos 60 – Ponte Rolante Ausência das Roldanas, do Gancho, Cabo de Aço e Gancho da Elevação.

Foi constatado que a viga pescadora da manobra das comportas está em bom estado de conservação, a menos de limpeza e pintura, porém desapareceram as guias de teflon, que devem ser refeitas e instaladas corretamente, pois são fundamentais para encaixá-la nas peças fixas quando da pesca da comporta quando submersa, tal como mostrada nas fotos abaixo.

A viga pescadora encontra-se largada e abandonada, depositada no solo natural, como mostrado na foto abaixo. Há necessidade de construção de berço metálico de armazenagem para a viga pescadora, em local a ser definido e abaixo da área de atuação da ponte rolante, para facilitar a operação de engate e desengate da viga pescadora no gancho da ponte rolante, quando houver necessidade de retirada das comportas do poço.



Fotos 61 – Viga Pescadora da Ponte Rolante de Manutenção das Comportas



Foto 62 - Desaparecimento da Guia de Teflon da Viga Pescadora.



Foto 63 – Gaiola (Totalmente Depredada) de Transporte de Pequenas Cargas e Trabalhadores da Ponte Rolante Totalmente Depredada de Manutenção das Comportas



Foto 64 – Carro Metálico com Rodas (Totalmente Depredado) de Transporte de Pequenas Cargas da Galeria das Comportas

9.4 PATOLOGIAS DA PÓRTICO MÓVEL DE MANUTENÇÃO DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO

A estrutura de concreto da galeria das comportas encontra-se em bom estado estrutural e de conservação, porém os equipamentos eletromecânicos da ponte encontram-se inoperantes e com problemas de ausência de manutenção, tal como mostrados de forma detalhada na documentação fotográfica apresentada neste documento.

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 e ou troca de componentes inoperantes ou deficientes face a deterioração do tempo, ferrugem ou engripamento. (Foto 65).



Foto 65 – Pórtico Móvel de Manutenção das Comportas de Controle de Vazão



Foto 66 – “Pernas” do Pórtico Móvel de Manutenção das Comportas Deslizantes



Foto 67 – Detalhe da Corrente de Acionamento das Rodas do Pórtico Móvel de Manutenção das Comportas Deslizantes

9.5 PATOLOGIAS DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO

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

Porém, segundo informações obtidas “in loco” no decorrer dos trabalhos de inspeção da barragem, as Comportas Deslizantes de Controle de Vazão encontram-se em condições operacionais, apesar das ausências de cuidados de manutenção, pois podem ser 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.

São apresentados, as seguir, os desenhos de arranjo geral (planta, cortes e detalhes) das comportas deslizantes:

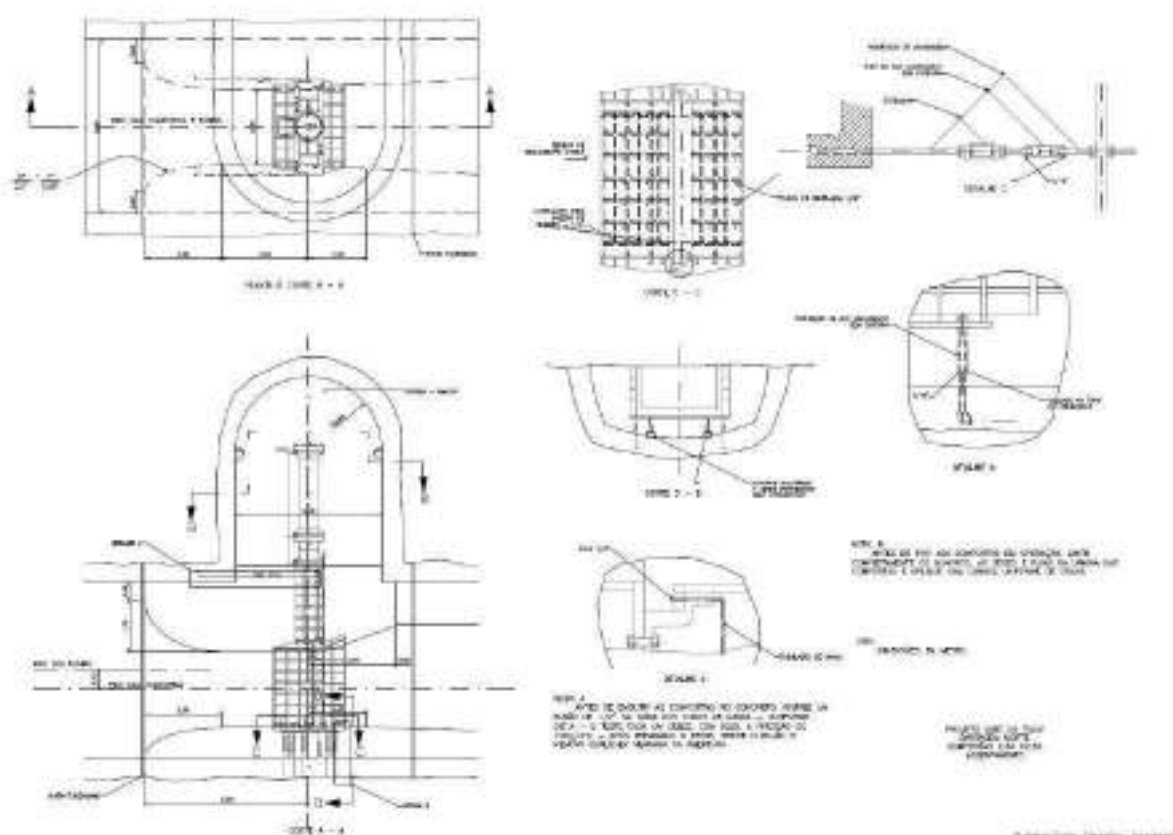


Figura 9.5-1 – Planta, Cores e Detalhes das Comportas Deslizantes

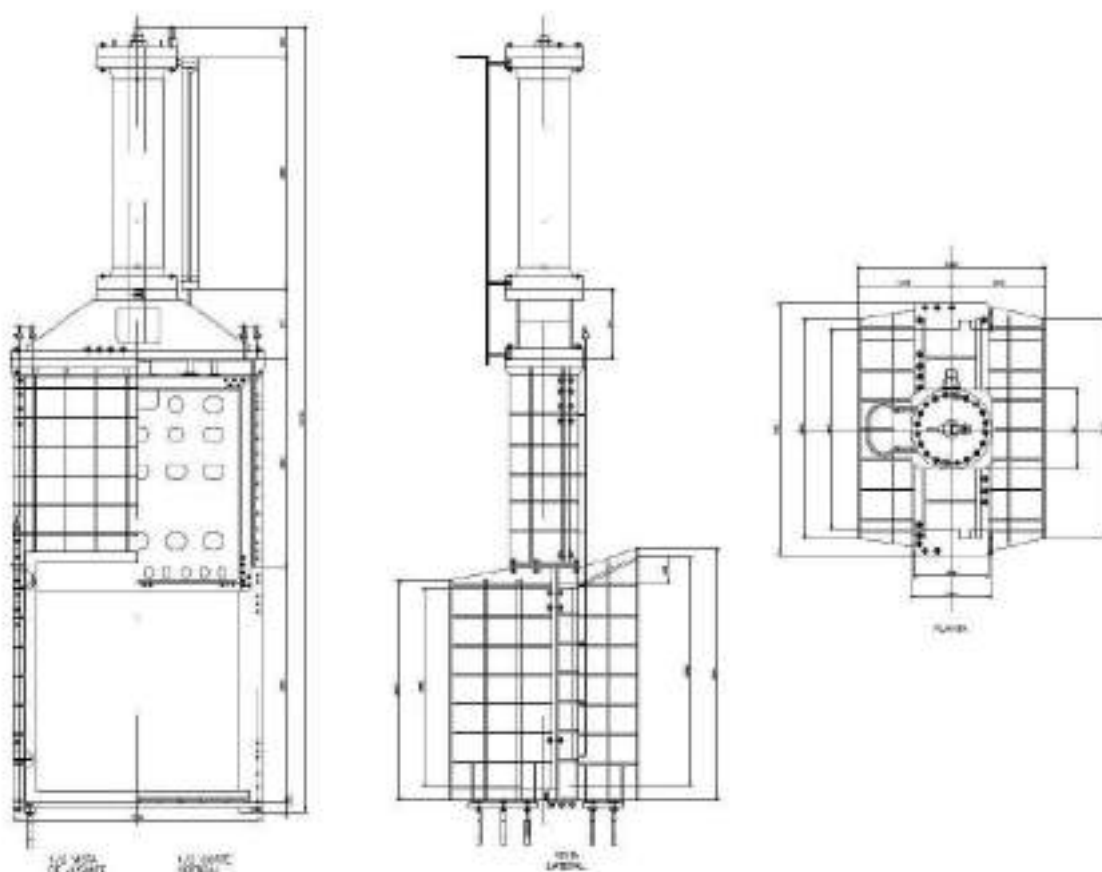


Figura 9.5-2 – Planta, Cores e Vista da Comporta Deslizante e Servomotor de Acionamento

Observa-se que a comporta deslizante está completamente embutida na massa de concreto do túnel de descarga, sendo impossível vistoriá-la, à exceção das guias laterais e seu servomotor, que se situa na galeria das comportas. As informações obtidas no decorrer dos trabalhos de inspeção indicaram que as comportas estão em condições operacionais plenas.

9.6 PATOLOGIAS DO SISTEMA DE ACIONAMENTO DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO

Os equipamentos de acionamento das comportas (sistema óleo-hidráulico) encontram-se totalmente inoperantes, devido aos problemas de depredação e, também de falta de manutenção, tal como mostrados de forma detalhada na documentação fotográfica apresentada neste documento.

Apresenta-se, na Figura 9.6-1, desenho de arranjo geral da estrutura de casa de comando das comportas deslizantes.

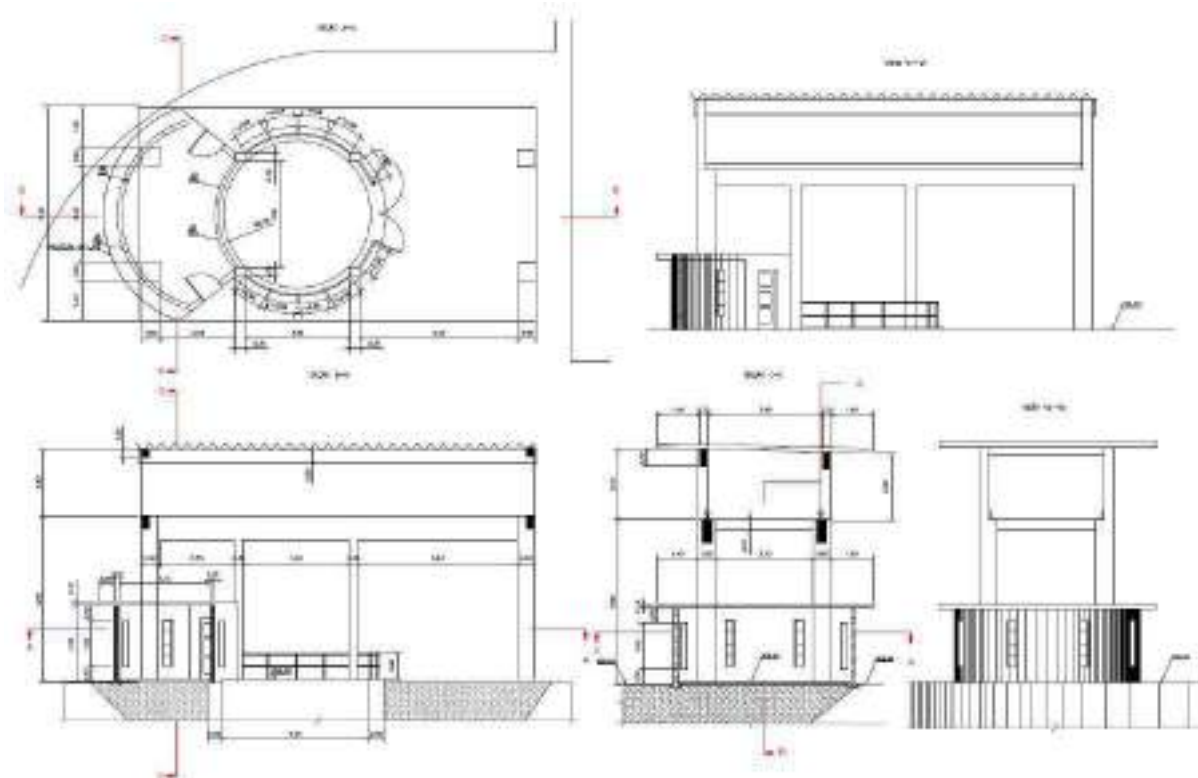


Figura 9.6-1 - Arranjo Geral da Estrutura de Casa de Comando das Comportas Deslizantes

9.6.1 Unidade Hidráulica de Acionamento das Comportas

A Unidade Hidráulica de acionamento das comportas deslizantes, bem como Painel de Proteção e Comando de Unidade Hidráulica, que fazem parte do Sistema de Acionamento das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão, encontram-se totalmente depredados inutilizados (Foto 68).



Foto 68 – Painel Elétrico de Proteção e Comando e Unidade Hidráulica de Acionamento das Comportas Inutilizados.



Foto 69 – Unidade Hidráulica de Acionamento das Comportas Totalmente Inutilizada

9.6.2 Condutos do Sistema de Acionamento das Comportas Deslizantes

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 locais (Foto 70).

Por outro lado, os condutos de óleo exigem serviços de pintura externa adequada, retirada do óleo interno, lavagem com líquidos adequados tipo flushing (para eliminar detritos internos e impurezas face ao uso de bomba externa e óleos duvidosos, em operação emergencial e esporádica) quando da ocorrência de enchentes preocupantes, e finalmente após todo o sistema hidráulico a ser reinstalado e revisado adequadamente, fazer o enchimento como óleo hidráulico novo a ser recomendado.



Foto 70 – Condutos Metálicos de Óleo da Unidade Óleo-Hidráulica da Acionamento das Comportas em Bom Estado, com Necessidade Manutenção e Pintura.



Foto 71 – Condutores Metálicos de Óleo da Unidade Óleo-Hidráulica de Acionamento das Comportas em Bom Estado, com Necessidade Manutenção e Pintura.



Foto 72 – Condutores Metálicos de Óleo do Sistema Óleo-Hidráulico de Acionamento das Comportas em Bom Estado, com Necessidade Manutenção e Pintura.



Foto 73 – Conduitos Metálicos de Óleo da Unidade Óleo-Hidráulica da Acionamento das Comportas em Bom Estado, com Necessidade Manutenção e Pintura.

9.6.3 Servomotores de Acionamento das Comportas Deslizantes

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 locais (Foto 74).

Contudo, devido ao longo período que os mesmos ficaram sem os cuidados de manutenção, recomenda-se a realização de serviços de pintura externa adequada, retirada do óleo interno, lavagem com líquidos adequados tipo “flushing” (para eliminar detritos internos e impurezas face ao uso de bomba externa e óleos duvidosos, em operação emergencial e esporádica) e, finalmente, após todo o sistema hidráulico a ser reinstalado e revisado adequadamente, realizara a troca de óleo com óleo hidráulico novo a ser recomendado.



Foto 74 – Servomotor de Acionamento da Comporta



Foto 75 – Base do Servomotor de Acionamento da Comporta



Foto 76 – Detalhe da Base do Servomotor de Acionamento da Comporta



Foto 77 – Detalhe da Haste do Servomotor de Acionamento da Comporta

9.6.1 Sistema de Medição de Abertura da Comporta Deslizante

A medição de abertura das comportas é feita na galeria das comportas e na casa de comando das comportas, situada a cerca de 50 m acima da galeria das comportas. O sistema de medição da abertura é do tipo mecânico, acionado por cabos e roldanas, que transfere as movimentações das comportas, situadas nas galerias de comportas, até a plataforma de operação das comportas.

Os indicadores de posição das comportas instalados na casa de comando das comportas, que se situa na plataforma de operação das comportas, foram bastante depredados e danificados, restando somente a régua indicadora de aberturas das comportas, estando desaparecidos os cabos de aço, as roldanas, etc., necessários para a sua operação. (Foto 78)



Foto 78 – Régua de Medição da Abertura da Comporta situada na Casa de Comando das Comportas



Foto 79 – Régua de Medição da Abertura da Comporta situada na Galeria das Comportas Deslizantes



Foto 80 – Sistema de medição de Abertura da Comporta Situada na Galeria das Comportas Deslizantes



Foto 81 - Cabos e Roldanas do Sistema de Medição de Abertura das Comportas

9.6.2 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 82).

Observou-se que foi feita uma abertura de inspeção no conduto de aeração, do tipo janela, para permitir a ventilação da galeria das comportas, mantendo-a aberta. Alerta-se que essa situação poderá colocar a galeria em risco de inundação, por jusante, quando da operação das comportas, pois, esse conduto ou poço vertical conecta-se diretamente ao escoamento d'água no túnel de descarga. Sugere-se analisar essa situação com mais detalhes e profundidade.



Foto 82 – “Janela” do Duto de Aeração da Comporta Deslizante Esquerda



Foto 83 – “Janela” do Duto de Aeração da Comporta Deslizante Esquerda



Foto 84 – “Poço” do Duto de Aeração da Comporta Deslizante Esquerda



Foto 85 – “Janela” do Duto de Aeração da Comporta Deslizante Direita



Foto 86 – “Junção” dos Dutos de Aeração das Comportas Deslizantes

9.7 PATOLOGIAS DA GRADE DA LAJE SUPERIOR DA ESTRUTURA DE EMBOQUE TIPO TULIPA DO TÚNEL INTERNO DE DESCARGA

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

As estruturas de emboque dos túneis de descarga são do tipo tulipa, providas de grades grossas para impedir a entrada de detritos que poderão causar problemas à operação das comportas deslizantes existentes.

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.

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 se corrigir essas anomalias. Há necessidade de refazer a proteção superficial das faces das grades e, também, 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, soube-se que 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 87 – Estruturas de emboque dos túneis de descarga tipo tulipa dos túneis direito e esquerdo



Foto 88 – Estruturas de emboque tipo tulipa do túnel de descarga esquerdo



Foto 89 – Ausência da Grade da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Interno de Descarga (Esquerdo)



Foto 90 – Ausência da Grade da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Interno de Descarga (Esquerdo)

As grades de proteção contra a passagens de detritos pelas estruturas de emboque tipo tulipa dos túneis de descarga apresentam sinais de corrosão, com ferragens expostas das peças fixas em alguns pontos, recomendando-se a necessidade de se realizar as correções dessas anomalias.

As grades requerem a recuperação da proteção superficial das faces das grades, concomitantemente aos trabalhos de recuperação das anomalias no concreto, tal como mostrado nas Fotos apresentadas a seguir.



Foto 91 –Grade da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Externo de Descarga (Direito)



Foto 92 –Grade da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Externo de Descarga (Direito)



Foto 93 –Vista Inferior da Grade da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Externo de Descarga (Direito)



Foto 94 – Ocorrência de Problemas de Corrosão nas Lâminas das Grades



Foto 95 – Ocorrência de Problemas de Corrosão nas Lâminas das Grades



Foto 96 – Ocorrência de Ferragens Expostas junto às Guias das Grades das Estruturas de Emboque Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga



Foto 97 – Tulipa direita (entrada do Túnel Externo) com sinais de queima do material lenhoso junto à estrutura.

9.8 PATOLOGIAS DAS PEÇAS METÁLICAS DIVERSAS DA BARRAGEM

9.8.1 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 98).



Foto 98 – Fechamento Provisório da abertura de carga e descarga do Poço de Acesso à Galeria das Comportas.

Há necessidade de instalar uma grade de piso nova e similar à mostrada na foto anexada logo a seguir, com dobradiças e acionamento manual.

Nota-se também que a tampa metálica do poço deve ser pintada tanto na face superior como inferior para evitar a sua perda total, face a progressão da corrosão em andamento.

Vê-se, em foto tirada de dentro do poço, abaixo numerada de 99, que existem fissuras nessa tampa, face a corrosão que deve ser corrigida.



Foto 99 – Tampa Metálica do poço de acesso à Galeria das Comportas com problemas de corrosão decorrente de falta da manutenção.

9.8.2 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 depredação (Foto 100 a 105).

Entretanto, as peças danificadas ou deformadas face a depredações da escada de acesso ao poço deve ser trocadas, também devem ser revistas as suas ancoragens no concreto e finalmente todas as peças da escada devem ser pintadas adequadamente.



Foto 100 – Boca de Acesso à Escada de Marinheiro do poço de acesso à Galeria das Comportas

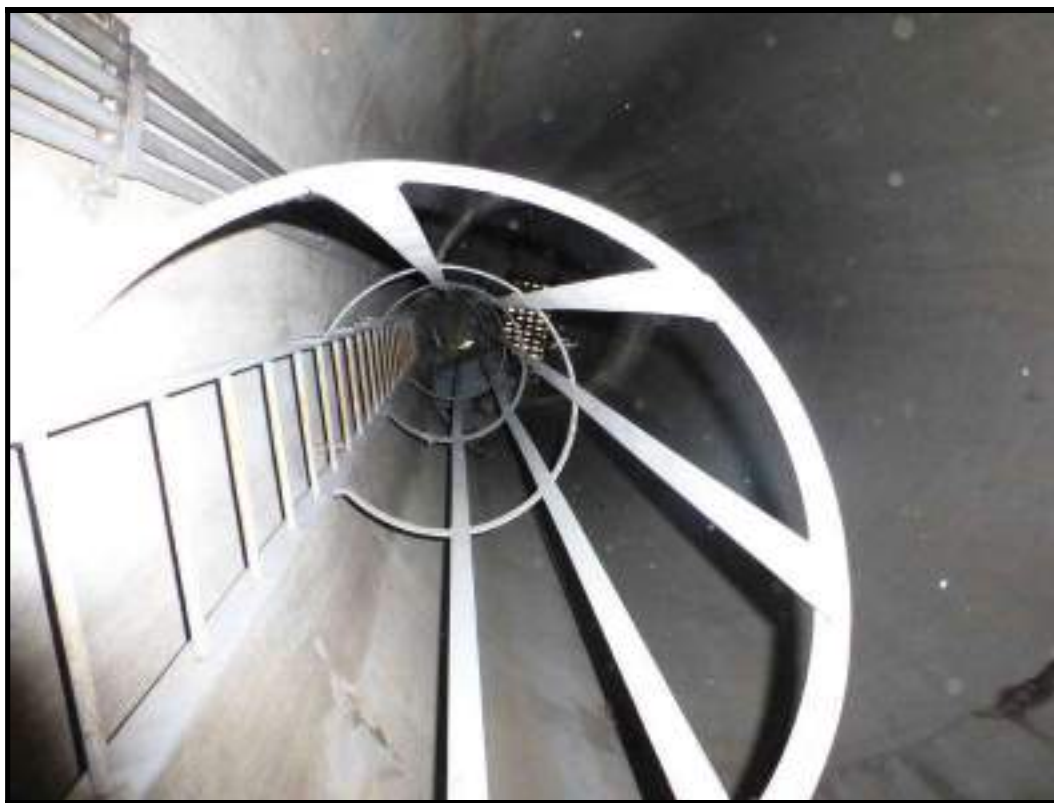


Foto 101 – Escada Tipo Marinheiro do Poço de Acesso à Galeria das Comportas



Foto 102 – Escada Tipo Marinheiro e Patamar de Descanso do Poço de Acesso à Galeria das Comportas (vista de baixo para cima)



Foto 103 – Patamar de Descanso Depredado da Escada Tipo Marinheiro do Poço de Acesso à Galeria das Comportas (vista de baixo para cima)



Foto 104 –Escada Tipo Marinheiro e Patamar de Descanso do poço de acesso à Galeria das Comportas, com problemas avançados de corrosão.



Foto 105 – Vista inferior do Patamar de Descanso da Escada Tipo Marinheiro do poço de acesso à Galeria das Comportas, com problemas avançados de corrosão.

10 AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA BARRAGEM

10.1 SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DA BARRAGEM

O suprimento de energia elétrica à barragem é feito pela concessionária de energia elétrica local, CELESC, a partir de uma ramal de eletrificação rural, trifásica, na tensão 13,8 kV, porém o suprimento está atualmente desativado, pois não há consumo de energia elétrica na barragem, uma vez que o principal uso de energia elétrica é aquele necessário para se manobrar as comportas dos túneis de descarga, acrescida dos equipamentos de necessários à manutenção das comportas, bem como outras necessidades relacionadas com a iluminação, vigilância patrimonial, etc.

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 106).



Foto 106 – Vista Geral da Barragem e Posto de Transformação/Medição de Energia Elétrica



Foto 107 – Linha de Alimentação Elétrica e Posto de Transformação/Medição de Energia Elétrica



Foto 108 – Posto de Medição, Proteção e Seccionamento do Sistema de Alimentação Elétrica



Foto 109 – Canaleta de Cabos Elétricos sob a Passarela de Pedestres da Ponte sobre o Canal de Restituição do Vertedouro



Foto 110 – Resquício da Caixa de Seccionamento, Proteção e Distribuição de Energia Elétrica (Coluna Vermelha)

O Sistema de Alimentação Elétrica da Plataforma de Operação das Comportas deverá ser refeito, a partir da posto de transformação/proteção/medição da CELESC.

10.2 PATOLOGIAS DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA EMERGENCIAL DAS COMPORTAS 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 111).



Foto 111 – “Skid” do Grupo Gerador Diesel-Elétrico do Sistema de Alimentação Emergencial de Energia Elétrica da Plataforma de Operação das Comportas.

O Sistema de Alimentação Elétrica Emergencial da Plataforma de Operação das Comportas, constituído por um grupo gerador diesel-elétrico estacionário, deverá ser adquirido e reposto.

10.3 PATOLOGIAS DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O sistema de distribuição e energia elétrica, incluindo todas as instalações elétricas, encontra-se totalmente depredado e roubado, em especial as fiações de cobre (Foto 112).



Foto 112 – Resquício do Sistema de Iluminação da Estrutura da Ponte Rolante de Manutenção das Comportas

O sistema de distribuição de energia elétrica da barragem, em especial da Plataforma de Operação das Comportas, deverá ser totalmente refeito, uma vez que o sistema existente foi roubado e depredado.

11 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Considerando-se que a patologia mais relevante da barragem refere-se à falta de operacionalidade dos equipamentos eletromecânicos, uma vez que os mesmos sofreram depredações severas, além da ausência de serviços de manutenção por longo período, são descritas, de forma resumida, as principais patologias associadas aos equipamentos eletromecânicos da barragem:

- Necessidade de uma nova unidade hidráulica, completa, em substituição à que existia, pois a que existia foi totalmente depredada e inutilizada;
- Necessidade de um novo painel elétrico de proteção e comando das comportas, em substituição ao que existia, pois o que existia foi totalmente depredado e inutilizado;
- Necessidade de se refazer toda a fiação elétrica de força e cabos de alimentação da unidade eletro hidráulica e da sala de comando, em substituição à que existia, pois a que existia foi totalmente depredada e inutilizada;
- Necessidade de se refazer o sistema de indicação de abertura das comporta, em substituição ao que existia, pois o que existia foi totalmente depredado e inutilizado, só restando as réguas;
- Necessidade de se instalar o sistema de iluminação da sala de comando e da área externas, em substituição ao que existia, pois o que existia foi totalmente depredado e inutilizado;
- Necessidade de se recuperar a viga pescadora da comporta deslizante, repondo as guias desaparecidas de teflon e execução de um berço apropriado para armazenamento da viga pescadora;
- Necessidade de se repor o sistema de geração emergência, devido ao desaparecimento da unidade que existia no local, restando somente a base;
- Necessidade de se reinstalar todo o sistema de cabeamentos de alimentação elétrica da barragem e todos aqueles de iluminação, segurança, comando e força necessárias para operação dos diversos componentes e equipamentos que também desapareceram.

Por outro lado, constatou-se que os equipamentos mais pesados e de depredação mais difícil não foram afetados de forma mais severa, prevendo-se o reaproveitamento do seguinte:

- Reaproveitamento de toda a tubulação hidráulica desde a unidade eletro-hidráulica até os servomotores hidráulicos instalados sobre as comportas deslizantes, na galeria situada no fundo do poço;
- Reaproveitamento dos servomotores hidráulicos pois não apresentam vazamentos a olhos nu e estão com bom visual, a menos da pintura. Conforme informações da DCSC quando há necessidade de operar as comportas, em situação de emergência,

uma vez que é usada uma bomba hidráulica móvel acoplada às tubulações existentes, que por sua vez acionam os servomotores que movimentam as comportas;

- Reaproveitamento das comportas deslizante pois encontram-se em condições operacionais normais, confirmada pelas operações em situação de emergência com utilização de unidade eletro-hidráulica móvel.

Apresenta-se no quadro resumo, a seguir, as conclusões e recomendações relativas à avaliação das patologias constatadas nas obras civis e equipamentos/sistemas eletromecânicos:

Item	Anomalia/Patologia	Dignóstico Técnico da Patologia	Providência
1	AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA HIDROLÓGICO-HIDRÁULICA DA BARRAGEM		
1.1	Segurança Hidrológico-Hidráulica da Barragem	A avaliação da capacidade de descarga do vertedouro, para a vazão decamilenar, indicou que o sistema extravasor existente (vertedouro com soleira livre na cota 302,70 m) tem capacidade suficiente para escoar a cheia decamilenar, com uma folga na borda livre de 1,96 m.	A segurança hidrológico-hidráulica da Barragem Norte está satisfatória, pois a verificação mostrou que a folga na borda livre é superior a 0,00 m, que é a folga mínima preconizada para barragens do gênero. Assim sendo não existe, quaisquer providências a tomar em termos de adequação da segurança hidrológico-hidráulica do barramento.
2	AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA ESTRUTURAL DA BARRAGEM		
2.1	Segurança Estrutural da Barragem de Enrocamento	A inspeção técnica indicou que 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. A verificação da estabilidade da Barragem Norte, que é de enrocamento, indicou o fator de segurança igual a 2,0 para o talude de jusante, que tem inclinação de 1V: 2,3H, atende plenamente a condição de estabilidade com fatores de segurança adequados. Supondo-se uma hipótese conservadora, considerando-se que o enrocamento da barragem esteja fofo, com blocos de baixa resistência, resulta no fator de segurança igual a 1,6, ainda superior a 1,5, que é o mínimo preconizado pela boa técnica em obras do gênero que é 1,5.	A segurança estrutural da Barragem Norte está satisfatória, pois a verificação mostrou que os coeficientes de segurança são superiores a 1,5, que é o limite mínimo preconizado para barragens do gênero. Assim sendo não existem quaisquer providências a tomar em termos de adequação da barragem à segurança estrutural do barramento.
3	ESTRUTURAS E OBRAS CIVIS BARRAGEM		
3.1	ESTRUTURA DE ENROCAMENTO BARRAGEM		
3.1.1	Taludes e Crista da Barragem		
3.1.1.1	Taludes da barragem com vegetação		Realizar a remoção da vegetação (roçadas com remoção do material vegetal) .
3.1.1.1.1	Manutenção dos taludes de montante e de jusante da barragem	Taludes de montante e de jusante completamente tomados pela vegetação de pequeno porte (arbustos e capim).	Corte manual e limpeza da vegetação sobre os taludes de enrocamento de montante e jusante, incluindo faixa de aproximadamente 7 metros de largura, junto ao paramento de montante do vertedouro.
3.1.1.1.2	Vegetação de pequeno a médio porte na área de segurança da barragem	Necessidade de realizar a remoção da vegetação da área de resguardo permanente da barragem, incluindo os locais de saída das galerias, com presença de vegetação de pequeno a médio porte.	Desmatamento e remoção manual da vegetação de pequeno (arbustos e capim) e médio (arbustos de árvores de até 20 cm de diâmetro) .
3.1.2	Pista na crista da barragem com problemas na drenagem e na regularização		Recuperação/instalação de guias, sargetas, revestimento primário e caixas de drenagem.
3.1.2.1	Necessidade de limpeza e recuperação da drenagem	Verificou-se que a passagem de máquina niveladora ao longo do tempo sobre a crista, provoca o tamponamento da passagem de água (drenagem original) ao longo das guias impedindo a drenagem, que posteriormente exigiu a improvisação de saídas para água empoçada, com deslocamento dos blocos pré-moldados das guias.	Realização de raspagem/regularização da superfície da crista para desobstrução e drenagem, com posterior lançamento de revestimento primário.
3.1.2.2	Reconstituição da superfície da crista		Regularização com lançamento e regularização de revestimento primário.
3.1.2.3	Recolocação das guias e reconstituição da drenagem		Recolocação das guias e reconstituição da drenagem original por meio de passagens de água pelas guias (vão de 20 em 20 m).
3.1.3	Acúmulo de troncos e galhos de árvores em torno dos emboques tipo tulipa	As áreas no entorno dos emboques tipo tulipa dos túneis de descarga encontram-se com grande acúmulo de troncos e galhos secos de árvores, transportados pelo escoamento.	Realizar a remoção dos troncos e galhos de árvores e não permitir a sua queima junto às estruturas de concreto.

Item	Anomalia/Patologia	Dignóstico Técnico da Patologia	Providência
3.1.4	Presença de assoreamentos no entorno dos emboques tipo tulipa do túneis de descarga	Os assoreamentos são decorrentes do transporte de sedimentos do curso d'água que se depositam nas áreas de menor velocidade do escoamento. Os problemas de assoreamento são comuns em reservatórios, sem afetar a segurança do barramento, porém são prejudiciais a plena operação dos túneis de descarga por ocasião da ocorrência das grandes cheias.	Realizar a remoção dos sedimentos acumulados, em especial no entorno das estruturas de emboque dos túneis de descarga.
3.2	ESTRUTURA DE CONCRETO DO VERTEDOURO		
3.2.1	Sistema Extravasor de Cheia		
3.2.1.1	Presença de vegetação de médio porte, cujas raízes podem provocar danos à estrutura Canal de Restituição das Galerias e Túneis de Descarga	Necessidade de realizar a remoção da vegetação da área de resguardo permanente da barragem, incluindo os locais de saída das galerias, com presença de vegetação de pequeno a médio porte, uma vez que as raízes das árvores poderão provocar danos irreversíveis à estrutura de concreto.	Realizar a supressão da vegetação existente, que já é de médio porte.
3.3	ESTRUTURA DE CONCRETO DA GALERIA DE DESCARGA (OU GALERIAS DE DESVIO)		
3.3.1	Erosão no desembocamento das galerias de desvio	Erosões nas laterais, causadas por espalhamento e correntes de recirculação. Não oferece risco à estrutura.	Aparentemente, está estável, devido à existência de rocha competente. Monitorar por meio de inspeções periódicas.
3.3.2	Acúmulo de troncos e galhos de árvore na entrada das galerias de desvio	O acúmulo de troncos e galhos de árvore poderão provocar o "entupimento" das galerias, provocando uma situação de remoção muito difícil e oneroso.	Realizar trabalhos sistemáticos de remoção dos troncos e galhos de árvores, transportados pelo curso d'água, em especial após as cheias mais acentuadas.
3.3.3	Falta de guarda corpos nas estruturas de emboque	A falta de guarda corpos nas estruturas de saída poderá causar acidentes aos trabalhadores durante as lides de manutenção.	Realizar a instalação de guarda guarda corpos.
3.3.4	Falta de guarda corpos nas estruturas de saída na galeria de descarga	A falta de guarda corpos nas estruturas de saída poderá causar acidentes aos trabalhadores durante as lides de manutenção.	Realizar a instalação de guarda guarda corpos.
3.4	ESTRUTURAS DE CONCRETO DOS TÚNEIS DE DESCARGA		
3.4.1	Sistema de Descarga da Margem Direita		
3.4.2	Galeria das Comportas Deslizantes		
3.4.2.1	Avaliação do sistema de drenagem da Galeria das Comportas	O sistema de drenagem da galeria das comportas encontra-se operante, sem problemas de entupimento, porém com necessidade de limpeza das canaletas e condutos.	Realizar a limpeza sistemática dos orifícios de drenagem e, se necessário, a instalação de poços de bombeamento com bombas de drenagem.
3.4.3	Túneis de Descarga da Margem Direita		
3.4.3.1	Canal de Restituição dos Túneis de Descarga com Vegetação	Necessidade de realizar a remoção da vegetação da área de resguardo permanente da barragem, incluindo os locais de saída das galerias, com presença de vegetação de pequeno a médio porte, uma vez que as raízes das árvores poderão provocar danos irreversíveis à estrutura de concreto.	Realizar a supressão da vegetação de médio e grande porte do entorno da estrutura situado na área de resguardo permanente da Barragem.
3.4.3.2	Falta de guarda corpos nas estruturas de saída dos túneis de descarga	A falta de guarda corpos nas estruturas de saída poderá causar acidentes aos trabalhadores durante as lides de manutenção.	Realizar a instalação de guarda guarda corpos.
3.4.4	Estruturas de Concreto dos Emboques Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga		
3.4.4.1	Pequenas avarias nas estruturas de concreto dos emboques tipo tulipa dos túneis de descarga	As pequenas avarias nas estruturas de concreto dos emboques tipo tulipa dos túneis de descarga, com ferragens expostas, não afetam presentemente a segurança estrutural dos emboques, porém poderão causar danos maiores com a evolução do problema, exigindo gastos maiores à recuperação das estruturas.	Realizar os trabalhos de recuperação das pequenas avarias existentes nas estruturas de concreto.
3.4.5	Estruturas de Concreto das Saídas dos Túneis de Descarga		
3.4.5.1	Estruturas de Concreto das Saídas dos Túneis de Descarga	As estruturas de concreto das saídas dos túneis de descarga encontram-se em bom estado sem problemas estruturais aparentes, porém encontram-se com muita vegetação no seu entorno.	Realizar a supressão da vegetação médio e grande porte do entorno da estrutura situado na área de resguardo permanente da Barragem.

Item	Anomalia/Patologia	Dignóstico Técnico da Patologia	Providência
3.5	ESTRUTURAS DE CONCRETO DA PLATAFORMA DE OPERAÇÃO DAS COMPORTAS		
3.5.1	Estrutura de Concreto da Ponte Rolante de Manutenção das Comportas		
	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 problemas estruturais aparentes.	A estrutura é de concreto aparente, com aparência de concreto envelhecido, porém não há nada a fazer para melhorar a condição de segurança da estrutura.
3.5.2	Edificação da Casa de Comando das Comportas		
3.5.2.1	Casa de comando das comportas em situação precária		Reforma completa aproveitando a estrutura existente.
3.5.2.1.1	Casa de comando das comportas, inclusive WC	A edificação de comando encontra-se totalmente depredada, restando somente a estrutura de concreto, alvenaria e cobertura com laje de concreto. As portas e esquadrias metálicas foram removidas e depredadas, restando somente as aberturas nas paredes de alvenaria.	Realizar a reforma completa da edificação, inclusive do WC existente , reinstalando as portas, esquadrias, piso, parede, pintura, instalações hidráulicas e elétricas.
3.5.3	Área Externa e Edificações Plataforma de Operação das Comportas		
3.5.3.1	Guarita de Vigilância	A edificação da guarita de vigilância de 2 cômodos sobrepostos encontra-se totalmente depredada, restando somente a estrutura de concreto, alvenaria, laje de piso e laje de cobertura concreto. As portas e esquadrias metálicas foram removidas e depredadas, restando somente as aberturas nas paredes de alvenaria, inclusive a escada de acesso ao piso superior	Realizar a reforma completa da edificação, inclusive instalação de uma escada espiral, e pia com pequena copa, reinstalando as portas, esquadrias, piso, parede, pintura e instalações elétricas.
3.5.3.2	Muro de segurança patrimonial da área de manutenção e comando das comportas	O muro de segurança patrimonial da área de manutenção e comando das comportas encontra-se depredado e desgastado com o tempo.	Realizar a reforma completa do muro de segurança patrimonial, incluindo fechamento de cavidades, regularização das superfícies pintura.
3.6	INFRAESTRUTURA OPERACIONAL E DE MANUTENÇÃO DA BARRAGEM		
3.6.1	Ponte de Acesso à Crista da Barragem		
3.6.1.1	Drenagem na ponte de acesso à crista da barragem	Os drenos do tabuleiro da ponte de acesso à crista da barragem encontram-se entupidos por sedimentos, causando o empoçamento de água com consequente formação de lamas/barro na pista da ponte, fazer limpeza.	Realizar a remoção dos sedimentos e o desentupimento dos drenos.
3.6.1.2	Tampos da calçada quebradas	Os tampos das calçadas, que vedam a canaleta de cabos e condutos existente sob a passarela de pedestre da ponte, encontram-se quebrados em vários pontos colocando os passantes em risco de acidentes devido à cavidades resultantes.	Realizar a substituição dos tampos quebrados (0.92x1.00x0.10 m)
3.6.1.3	Erosão embaixo do tabuleiro da ponte de acesso ao vertedouro	A erosão situa-se na ombreira da margem direita, a jusante da ponte, decorrente da descarga localizada da água de enxurrada .	Implantar uma canaleta de drenagem em cada lado, até a calha do vertedouro, calha em degraus com 1 m de largura e 1 m de altura.
3.6.1.4	Vegetação no encosto da margem direita da ponte	A vegetação se concentra no encosto da margem direita da ponte, nos dois lados da ponte.	Realizar a supressão da vegetação.
3.6.2	Ponte da Estrada de Jusante da Barragem		
3.6.2.1	Condições falhas de segurança e na drenagem da ponte à jusante da barragem	A ponte não possui guarda corpos, salvo pedaços nas suas extremidades. Os drenos encontram-se entupidos por sedimentos.	Realizar a remoção dos sedimentos e o desentupimento dos drenos.
3.6.2.2	Erosão no pé dos muros de encosto da margem esquerda da ponte	A erosão é localizada no pé do encosto da ponte na margem esquerda.	Realizar a recuperação da erosão como preenchimento de concreto na parte de baixo da parede com posterior preenchimento de vazios nas demais partes.
3.6.3	Estradas de Serviço das Áreas a Montante e a Jusante da Barragem		
3.6.3.1	Condições precárias da via de acesso utilizada pela comunidade indígena	A estrada de serviço utilizada durante a construção da barragem encontra-se abandonada desde o término da construção, sendo em alguns trechos ou precariamente utilizada pela população local. A utilização desta estrada exigirá obras e serviços de recuperação e melhoria para torná-la transitável.	

Item	Anomalia/Patologia	Dignóstico Técnico da Patologia	Providência
3.6.3.2	Recuperação da estrada de serviço da margem direita, com alargamento da pista, recomposição do revestimento primário, alteamento da pista e instalação de dispositivos de drenagem, etc	A estrada de serviço da margem direita, que parte da estrada de acesso à barragem e alcança a ponte de serviço situada a jusante da barragem, encontra-se abandonada e parcialmente utilizada pelos moradores locais, porém precariamente transitável. Em alguns trechos é transitável somente por veículos especiais do tipo 4x4.	De forma geral o leito carroçável necessita de alargamento e recomposição do revestimento primário original, pois encontra-se estreitada pela vegetação nativa que se encontra em estado avançado de regeneração, com problemas de irregularidades e erosões localizadas do leito carroçável.
3.6.3.3	Recuperação da estrada de serviço, com alargamento da pista, recomposição do revestimento primário, desvio de cratera de erosão, instalação de dispositivos de drenagem, etc	A estrada de serviço da margem esquerda, que parte da ponte de serviço situada a jusante da barragem e alcança a estrada de serviço da crista da barragem, junto à sua ombreira esquerda, encontra-se abandonada, parcialmente utilizada pelos moradores locais, porém precariamente transitável, somente por veículos especiais do tipo 4x4. Em cerca de 50 % do trecho, a estrada já não é mais transitável, nem por veículo 4x4, devido ao crescimento da vegetação nativa que tomou conta do antigo leito carroçável.	De forma geral a faixa transitável necessita de alargamento e remoção da vegetação, recomposição do revestimento primário original. Foi constatado uma erosão profunda, na forma de uma cratera, junto ao antigo leito carroçável da estrada de serviços, que exigirá, além de dispositivos de drenagem superficial, obras de desvio da cratera ou de contenção da evolução da mesma.
3.7	SISTEMA DE SEGURANÇA PATRIMONIAL		
3.7.1	Cercamento da Área de Segurança da Barragem		
3.7.1.1	Falta de cercamento patrimonial	A falta de cercamento patrimonial facilita os atos de vandalismo e de depredação das instalações da barragem, em especial, dos equipamentos operacionais da barragem.	O cercamento patrimonial da área da barragem exigirá construção de uma cerca do tipo alambrado, provida de 3 (três) portões, na saída da barragem - margem esquerda.
3.7.1.2	Construção de uma cerca do tipo alambrado (ou outro padrão de cerca) em todo o perímetro patrimonial da barragem		Construir uma cerca do tipo tipo alambrado, com pilaretes e tela (malha 70 mm e 1,80 m de altura), com espiral farpado na parte superior, em todo o perímetro da Área de Segurança.
3.7.1.3	Instalação de três portões de correr, do tipo metálico, de aço, com face cega, provida de uma porta para passagem de pedestres/motocicletas, com tramela e cadeado, com manobra motorizada, com comando manual ou telecomando local		Instalação de três portões, denominados portão P1, P2 e P3 (tipo metálico, de aço, com face cega, provida de uma porta para passagem de pedestres/motocicletas), com manobra motorizada, com comando manual ou telecomando local) Portão P1 - na entrada da área cercada, na margem direita (face sul); b) Portão P2 - (face norte) e c) Portão P3 - na entrada da área do poço das comportas da Tomada d'Água.
4	AVALIAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGA E HIDROMECÂNICO BARRAGEM		
4.1	PONTE ROLANTE DE MANUTENÇÃO DAS COMPORTAS		
4.1.1	Sistema de ponte rolante sem condições de uso	A ponte rolante encontra-se totalmente danificada devido o desaparecimento do (a): translação da ponte, gancho e roldanas, alimentação elétrica, painel elétrico de proteção e comando, botoeira, fins de curso, motor - freio e acoplamento da elevação, cabos de aço, etc, só sobrou estrutura, o redutor da elevação e o caminho de rolamento.	Realizar a reposição da ponte rolante.
4.1.2	Gaiola para movimentação de pessoal e cargas leve de manutenção	A gaiola para movimentação de trabalhadores e pequenas cargas encontra-se totalmente deformada e depredada no fundo do poço das comportas.	Realizar a reposição da ponte rolante.
4.1.3	Viga pescadora da comporta deslizante	sem manutenção e sem patins, fabricar berço de estocagem metálico.	Realizar a recuperação da viga pescadora com lavagem, desingripamento, lubrificação, reposição de patins de nylon, jateamento e pintura, incluindo um berço de estocagem.
4.2	PÓRTICO MÓVEL DE MANUTENÇÃO DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO		
4.2.1	Avaliação e adequação do sistema de pórtico Rolante da Câmara das Comportas (trilhos, servomotores e acessórios)	O pórtico rolante do poço das comportas dos túneis de descarga encontra-se operante na movimentação da translação e elevação manual.	Realizar a recuperação do pórtico rolante com lavagem, desingripamento, lubrificação, reposição de correntes, jateamento e pintura.
4.3	COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO		
4.3.1	Comportas Deslizantes	As comportas dos túneis de descarga encontram-se operantes, sem sinais de depredação.	As comportas estão operantes. Não há necessidade de realizar trabalhos de recuperação.

Item	Anomalia/Patologia	Dignóstico Técnico da Patologia	Providência
4.4	SISTEMA DE ACIONAMENTO DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO		
4.4.1	Unidade Hidráulica de Acionamento das Comportas		
4.4.1.1	Falta de Unidade Hidráulica e de bacia de contenção de óleo	A falta da unidade hidráulica e da caixa de óleo impede a operação das comportas da tomada d'água. A unidade eletro-hidráulica originalmente existente foi totalmente depredada e saqueada, não restando nada que seja recuperável ou aproveitável.	Realizar a reposição da Unidade Hidráulica, incluindo a bacia de contenção de óleo.
4.4.2	Condutos do Sistema de Acionamento das Comportas Deslizantes		
4.4.2.1	Necessária revisão e adequação das tubulações óleo-hidráulicas	As tubulações do sistema de acionamento das comportas encontram-se instaladas nas paredes do poço das comportas em condições operacionais.	As tubulações do sistema de acionamento das comportas deverão passar por processo de conservação, com realização de pintura, drenagem do óleo velho, lavagem com flushing especial e carga de óleo hidráulico novo.
4.4.3	Servomotores de Acionamento das Comportas Deslizantes		
4.4.3.1	Servomotores de Acionamento das Comportas	Os servomotores das comportas encontram-se operantes, sem sinais de depredação.	Os servomotores do sistema de acionamento das comportas deverão passar por processo de conservação, com realização de pintura, drenagem do óleo velho, lavagem com flushing especial e carga de óleo hidráulico novo.
4.4.4	Sistema de Medição de Abertura da Comporta Deslizante		
4.4.4.1	Cabos e Roldanas do Sistema de Medição de Abertura das Comportas		
4.4.4.2	Sistema de indicação de posição das comportas	O sistema de indicação de posição das comportas encontra-se inoperante, porém com possibilidade de recuperação.	Realizar a recuperação do sistema de medição de abertura das comportas deslizantes, realizando a substituição dos cabos, roldanas e régua de indicação da abertura.
4.4.5	Condutos de Aeração das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão		
4.4.5.1	Dutos de aeração das comportas	Os dutos de aeração das comportas encontram-se operantes, porém levemente desgastados por problemas de falta de manutenção.	Realizar a recuperação dos dutos do sistema de aeração das comportas, realizando jateamentos e pinturas.
4.5	GRADE DA LAJE SUPERIOR DA ESTRUTURA DE EMBOQUE TIPO TULIPA DO TÚNEL INTERNO DE DESCARGA		
4.5.1	Grade da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Interno de Descarga		
4.5.1.1	Grades horizontais das estruturas dos emboques tipo tulipa dos túneis de descarga	Os topos dos emboques tipo tulipa são fechados por lajes horizontais de concreto, com aberturas quadradas na porção central. O Emboque N° 1 é de menor altura e é equipado com a grade metálica horizontal, do tipo grelha, que tem a função de reter a entrada de detritos de grande porte, que possam causar problemas ao bom funcionamento das comportas da Tomada d'Água. O Emboque N° 2, de maior altura, não é equipado com a grade metálica horizontal, tal como é o caso do Emboque N° 1. Informações obtidas por ocasião da inspeção indicaram que a grade ou grelha metálica do Emboque N° 2 não foi instalada, provavelmente, por ocasião da construção da barragem, pois a mesma não foi encontrada nas buscas feitas no interior da galeria em túnel situado a jusante da barragem.	Realizar a reposição da grade faltante.
4.5.1.2	Grades verticais das estruturas de emboque tipo tulipa	As grades verticais dos emboques tipo tulipa encontram-se em bom estado estrutural, porém com necessidade de manutenção devido aos problemas de corrosão.	Realizar os trabalhos de manutenção, considerando a remoção, jateamento, pintura e recolocação.
4.6	PEÇAS METÁLICAS DIVERSAS BARRAGEM		
4.6.1	Tampa Metálica do Poço de Acesso às Comportas		
4.6.1.1	Estrutura precária de acesso à Câmara das Comportas: portas, tampas, escada de marinheiro	A tampa metálica do poço das comportas encontra-se depredada, com tamponamento provisório por meio de uma grelha de madeira sobre a tampa remanescente depredada. A abertura de acesso à escada de marinheiro continua aberta, podendo provocar a queda de desavisados pela mesma.	Realizar os trabalhos de manutenção, considerando o jateamento e pintura.

Item	Anomalia/Patologia	Dignóstico Técnico da Patologia	Providência
4.6.1.2	Tampa metálica do poço das comportas	O problema da ausência de uma tampa metálica adequada no topo do poço das comportas é, atualmente, contornada por uma grelha de vigas de madeira, que evita precariamente a queda de transeuntes no poço.	Confeccionar e instalar uma tampa apropriada que proteja a queda de trabalhadores por ocasião dos serviços de operação das comportas, de manutenção da mesmas, incluindo tampas especiais no acesso à escadas de marinheiro.
4.6.2	Escada Tipo Marinheiro de Acesso à Galeria das Comportas		
4.6.2.1	Realização dos trabalhos de reparo dos patamares de descanso, incluindo a troca das chapas estampada dos pisos dos patamares de descanso e do parapeitos metálicos.	A escada de marinheiro do poço das comportas está fixada na parede circular de concreto do poço de acesso à câmara das comportas. A escada de marinheiro é provida de costado de proteção, conforme as normas técnicas de segurança em dispositivos do gênero, tem aproximadamente 50 m de altura, é intercalada por patamares de descanso espaçados de 10 m aproximadamente, com plumadas alternadas e espaçadas de 2 m aproximadamente. Os patamares metálicos, construídos de perfis metálicos com chapas estampadas no piso, encontram-se oxidados e os guarda corpos deformados por atos de vandalismo. As fixações da escada metálica nas paredes de concreto do poço encontram-se bem firmes, com uma ou outra fixação com necessidade de reforço, sem indicação de fragilidades que exijam a substituição completa da escada.	Os trabalhos de reparo e manutenção corrente das peças metálicas da escada de marinheiro deverão abranger: serviços de desoxidações, aplicação de pinturas de proteção e pinturas de acabamento da escada de marinheiro, inclusive do guarda corpo; realização dos serviços de reparo dos guarda-corpos metálicos e troca das chapas de piso dos patamares de descanso, que se encontram desgastados pela ação da oxidação.
5	AValiação do Sistema de Alimentação e Instalações Elétrica Barragem		
5.1	Sistema de Alimentação Elétrica da Barragem		
5.1.1	Painel de comando das comportas inutilizado	O painel de comando das comportas encontra-se totalmente inoperante por depredação.	Realizar a reposição do painel de comando das comportas.
5.2	Sistema de Alimentação Elétrica Emergencial das Comportas Barragem		
5.2.2	Gerador para emergências sem condições de uso	Gerador para emergências foi totalmente removido, sendo seu paradeiro desconhecido.	Realizar a reposição do grupo gerador de emergência.



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

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

C	29/10/2021	Revisão conforme e-mail recebido DCSC em 28/10/2021 Complementação Orçamento Emissão Inicial	DIV	HU
B	27/10/2021		DIV	HU
A	07/10/2021		DIV	HU
Revisão Nº	Data	Descrição Sucinta	Elaboração	Aprovação
	Título: PRODUTO 4 AVALIAÇÃO PRELIMINAR DOS SERVIÇOS DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM		Número Hydros DC923.RE.BN015 Rev. C	
			Número DCSC	
	Projeto		Data de Emissão	
	DIV		Out/2021	



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

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

PRODUTO 4

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DOS SERVIÇOS DE
RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM**

**DC923.RE.BN015 - C
OUT/21**

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

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETO E OBJETIVO	2
3	ANTECEDENTES	3
4	CARACTERIZAÇÃO SUCINTA DA BARRAGEM.....	4
5	AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS E OBRAS CIVIS DA BARRAGEM	6
5.1	PATOLOGIAS DA ESTRUTURA DE ENROCAMENTO BARRAGEM.....	6
5.1.1	Taludes e Crista da Barragem	6
5.2	PATOLOGIAS DA ESTRUTURA DE CONCRETO DO VERTEDOURO	14
5.2.1	Sistema Extravasor de Cheia	14
5.3	PATOLOGIAS DA ESTRUTURA DE CONCRETO DA GALERIA DE DESCARGA (OU GALERIAS DE DESVIO).....	18
5.4	PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO DOS TÚNEIS DE DESCARGA.....	22
5.4.1	Sistema de Descarga da Margem Direita.....	22
5.4.2	Galeria das Comportas Deslizantes	23
5.4.3	Túneis de Descarga da Margem Direita.....	25
5.4.4	Estruturas de Concreto dos Emboques Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga	29
5.4.5	Estruturas de Concreto das Saídas dos Túneis de Descarga.....	35
5.5	PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO DA PLATAFORMA DE OPERAÇÃO DAS COMPORTAS.....	38
5.5.1	Estrutura de Concreto da Ponte Rolante de Manutenção das Comportas.....	38
5.5.2	Edificação da Casa de Comando das Comportas.....	39
5.5.3	Área Externa e Edificações da Plataforma de Operação das Comportas	41
5.6	PATOLOGIAS DA INFRAESTRUTURA OPERACIONAL E DE MANUTENÇÃO DA BARRAGEM	43
5.6.1	Ponte de Acesso à Crista da Barragem	43
5.6.2	Ponte da Estrada Vicinal de Jusante da Barragem	46
5.6.3	Estradas de Acesso à Crista da Barragem.....	48
5.6.4	Estradas de Serviço das Áreas a Montante e a Jusante da Barragem	48
5.6.5	Estradas de Serviço da Área a Jusante da Barragem – Margem Direita	50
5.6.6	Estradas de Serviço da Área a Jusante da Barragem – Margem Esquerda.....	51
5.7	PATOLOGIAS DO SISTEMA DE SEGURANÇA PATRIMONIAL	53

5.7.1	Cercamento da Área de Segurança da Barragem.....	53
6	AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS DOS EQUIPAMENTOS MECÂNICOS DA BARRAGEM	55
6.1	ARRANJO GERAL ESQUEMÁTICO DOS TÚNEIS DE DESCARGA COM CONTROLE DE VAZÃO.....	55
6.2	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ELETROMECAÂNICOS DA BARRAGEM	56
6.3	PATOLOGIAS DA PONTE ROLANTE DE MANUTENÇÃO DAS COMPORTAS	56
6.4	PATOLOGIAS DA PÓRTICO MÓVEL DE MANUTENÇÃO DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO	63
6.5	PATOLOGIAS DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO.....	65
6.6	PATOLOGIAS DO SISTEMA DE ACIONAMENTO DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO	66
6.6.1	Unidade Hidráulica de Acionamento das Comportas	67
6.6.2	Condutos do Sistema de Acionamento das Comportas Deslizantes	69
6.6.3	Servomotores de Acionamento das Comportas Deslizantes.....	71
6.6.4	Sistema de Medição de Abertura da Comporta Deslizante.....	74
6.6.5	Condutos de Aeração das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão	77
6.6.6	Drenos da Galeria das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão.....	79
6.7	PATOLOGIAS DA GRADE DA LAJE SUPERIOR DA ESTRUTURA DE EMBOQUE TIPO TULIPA DO TÚNEL INTERNO DE DESCARGA	81
6.7.1	Grade da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Interno de Descarga	81
6.8	PATOLOGIAS DAS PEÇAS METÁLICAS DIVERSAS DA BARRAGEM.....	88
6.8.1	Tampa Metálica do Poço de Acesso às Comportas Deslizantes.....	88
6.8.2	Escada Tipo Marinheiro de Acesso à Galeria das Comportas	89
7	AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS DA REDE DE ALIMENTAÇÃO E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA BARRAGEM.....	93
7.1	REDE DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DA BARRAGEM.....	93
7.2	PATOLOGIAS DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA EMERGENCIAL DAS COMPORTAS BARRAGEM.....	96
7.3	PATOLOGIAS DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EXISTENTES	97
8	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS DE RECUPERAÇÃO DAS OBRAS CIVIS DA BARRAGEM	98
8.1	ESTRUTURAS DE ENROCAMENTO DA BARRAGEM	98
8.1.1	Vegetação Arbustiva dos Taludes da Barragem	98
8.1.2	Vegetação Arbustiva e Árvores de Pequeno a Médio Porte da Barragem	98



8.1.3	Recomposição, Regularização e Drenagem da Estrada de Travessia sobre a Crista da Barragem	98
8.2	RESERVATÓRIO DA BARRAGEM	99
8.2.1	Acesso às Estruturas de Emboque Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga	99
8.2.2	Acúmulo de Troncos e Galhos de Árvores no Entorno dos Emboques Tipo Tulipa	99
8.2.3	Assoreamentos no Entorno dos Emboques Tipo Tulipa do Túneis de Descarga..	99
8.2.4	Instrumentação do Reservatório.....	99
8.3	ESTRUTURAS DE CONCRETO DA BARRAGEM.....	100
8.3.1	Acesso à Estrutura de Entrada das Galerias de Descarga (ou Galerias de Desvio)	100
8.3.2	Vegetação de Médio Porte junto às Estruturas de Concreto dos Canais de Restituição das Galerias e Túneis de Descarga	100
8.4	ESTRUTURA DE CONCRETO DA GALERIA DE DESCARGA (OU GALERIA DE DESVIO)	100
8.4.1	Acesso à Estrutura de Saída das Galerias de Descarga (ou Galerias de Desvio)	100
8.4.2	Acúmulo de Troncos e Galhos de Árvores na Entrada das Galerias de Desvio..	101
8.4.3	Guarda Corpos nas Estruturas de Entrada e Saída das Galerias de Descarga ..	101
8.5	ESTRUTURAS DE CONCRETO DO SISTEMA DE DESCARGA DA MARGEM DIREITA OU TÚNEIS DE DESCARGA	101
8.5.1	Avarias das Estruturas de Concreto dos Emboques Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga	101
8.5.2	Canais de Restituição dos Túneis de Descarga da Margem Direita	101
8.5.3	Guarda Corpos das Estruturas de Saída dos Túneis de Descarga	102
8.5.4	Sistema de Drenagem da Galeria das Comportas Deslizantes.....	102
8.6	EDIFICAÇÕES DA PLATAFORMA DE OPERAÇÃO DAS COMPORTAS	102
8.6.1	Edificação da Casa de Comando das Comportas.....	102
8.6.2	Guarita de Vigilância da Plataforma de Operação das Comportas.....	102
8.6.3	Muro de Segurança Patrimonial e Guarda Corpo da Plataforma de Manutenção e Operação das Comportas	103
8.7	PONTE DE ACESSO À CRISTA DA BARRAGEM (SOBRE O CANAL DE RESTITUIÇÃO DO VERTEDOURO.....	103
8.7.1	Drenagem Superficial do Tabuleiro da Ponte de Acesso à Crista da Barragem.	103
8.7.2	Tampos de Concreto da Canaleta de Cabos/Calçada da Ponte de Acesso à Crista da Barragem	103
8.7.3	Guarda Corpo da Ponte de Acesso à Crista da Barragem.....	104
8.7.4	Erosão do Encontro da Ponte de Acesso à Crista da Barragem.....	104

8.7.5	Vegetação no Encontro da Margem Direita da Ponte de Acesso à Crista da Barragem.....	104
8.8	PONTE DE JUSANTE DA BARRAGEM (SOBRE O RIO HERCÍLIO)	104
8.8.1	Guarda Corpo e Drenagem da Ponte da Estrada de Jusante da Barragem.....	104
8.8.2	Erosão Hidráulica no Pé do Muro de Contenção da Margem Esquerda da Ponte de Jusante da Barragem	104
8.9	ESTRADAS DE SERVIÇO DA ÁREA A JUSANTE DA BARRAGEM.....	105
8.9.1	Recuperação da Estrada de Jusante da Margem Direita.....	105
8.9.2	Recuperação da Estrada Jusante da Margem Esquerda	105
8.10	SISTEMA DE SEGURANÇA PATRIMONIAL	105
8.10.1	Cercamento da Área de Segurança Patrimonial da Barragem	105
9	DISCRIMINAÇÃO DAS ATIVIDADES DE RECUPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGA E EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS.....	107
9.1	PONTE ROLANTE DE MANUTENÇÃO DA COMPORTAS.....	107
9.1.1	Ponte Rolante da Plataforma de Operação/Manutenção das Comportas	107
9.1.2	Gaiola para Movimentação de Pessoal e Cargas Leves de Serviços de Manutenção	107
9.2	PÓRTICO MÓVEL DA CÂMARA DE COMPORTAS.....	107
9.2.1	Pórtico Móvel de Manutenção das Comportas Deslizantes de Câmara de Comportas.....	107
9.2.2	Viga Pescadora das Comportas Deslizantes dos Túneis de Descarga	108
9.3	UNIDADE HIDRÁULICA DE ACIONAMENTO DAS COMPORTAS DESLIZANTES	108
9.3.1	Unidade Hidráulica de Acionamento das Comportas Deslizantes	108
9.3.2	Conduitos do Sistema de Acionamento das Comportas Deslizantes	108
9.3.3	Servomotores de Acionamento das Comportas Deslizantes.....	108
9.4	SISTEMA DE MEDIÇÃO DE ABERTURA DA COMPORTA DESLIZANTE	109
9.5	DUTOS DE AERAÇÃO DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO ...	109
9.6	GRADES DO EMBOQUE TIPO TULIPA DOS TÚNEIS DE DESCARGA	109
9.6.1	Grade Horizontal da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Interno de Descarga	109
9.6.2	Grades Verticais das Estruturas de Emboque Tipo Tulipa	109
9.7	PEÇAS METÁLICAS DIVERSAS.....	110
9.7.1	Tampa Metálica do Poço de Acesso às Comportas	110
9.7.2	Escada Tipo Marinheiro de Acesso à Galeria das Comportas	110
10	DISCRIMINAÇÃO DAS ATIVIDADES DE RECUPERAÇÃO DA REDE DE ALIMENTAÇÃO E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA BARRAGEM	111



10.1	REDE DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DA BARRAGEM.....	111
10.2	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA PLATAFORMA DE OPERAÇÃO DA BARRAGEM.....	111
10.3	GRUPO GERADOR DIESEL ELÉTRICO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA EMERGENCIAL DAS COMPORTAS DA BARRAGEM	111
11	SISTEMA DE VIGILÂNCIA ELETRÔNICA DA BARRAGEM.....	112
12	ORÇAMENTO PRELIMINAR DOS SERVIÇOS DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM, EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	113
13	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	114



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 4 – Avaliação Preliminar dos Serviços de Recuperação da Barragem”.

3 ANTECEDENTES

A elaboração dos estudos relativos à Avaliação das Patologias e Equipamentos Eletromecânicos da Barragem foi precedida dos trabalhos relativos aos Estudos Preliminares e Planejamento dos Serviços, bem como, dos trabalhos de Inspeção de Segurança Regular, cujos resultados foram organizados e apresentados nos documentos abaixo discriminados:

- a) N° DC923.RE.BN012 - Barragem Norte - Produto 1 - Estudos Preliminares e Planejamento;
- b) N° DC923.RE.BN013 - Barragem Norte - Produto 2 – Inspeção de Segurança Regular - ISR;
- c) N° DC923.RE.BN014 - Barragem Norte - Produto 3 – Avaliação das Patologias das Estruturas, Obras Cíveis e Equipamentos Eletromecânicos da Barragem.



4 CARACTERIZAÇÃO SUCINTA DA BARRAGEM

A Barragem Norte está localizada no Rio Hercílio ou Itajaí do Norte na cidade de José Boiteux/SC e tem como finalidade a contenção de cheia. O Projeto da Barragem Norte foi desenvolvido pela empresa Hidroterra S.A e Rodio S.A., juntamente com Departamento Nacional de Obras de Saneamento, em 1992. Conforme o projeto, as estruturas civis são compostas das seguintes estruturas:

- a) Barragem de enrocamento compactado com núcleo de argila, com altura de máxima de 60 m e comprimento aproximado de 400,00 m. A barragem está protegida para cota 310 m, sendo que nível máximo maximorum é de 306,00 m (TR=10.000 anos).
- b) Vertedouro lateral de concreto, de crista livre, implantado na ombreira direita, com comprimento de crista de 300 m e capacidade máxima de descarga de 4.274,00 m³/s (TR=10.000 anos);
- c) Galeria de descarga implantada na margem esquerda, constituída de 5 (cinco) galerias de desvio do rio, utilizadas durante a construção da barragem, estando 2 (duas) delas tamponadas, com a finalidade de controlar as cheias, com seção de controladora de 3,0 x 6,00 m e com capacidade máxima de descarga de 1.227,00 m³/s. O volume total de armazenamento do reservatório para NA normal (302,70 m) é de 328,85 hm³;
- d) Túneis de Descarga implantados na ombreira direita, constituídas de 2 (dois) túneis revestidos de concreto, providos de 2 (dois) emboques de tipo tulipa, 2 (duas) comportas metálicas do tipo deslizante.

O projeto executivo do canal de restituição do sistema extravasor de cheia da barragem foi elaborado em 2015, porém a obra não foi ainda executada (2021). O projeto é constituído por um vertedouro de soleira livre e um canal escavado em rocha, do tipo “rápido”, que esco a água na El. 280,00 m, até alcançar a bacia de dissipação de energia, do tipo fossa, cujo fundo situa-se na El. 248,70 m e tem, aproximadamente, 50 m de largura por 35 m de comprimento. Após a bacia de dissipação de energia a água esco a por um canal de 30 m de largura com inclinação dos taludes laterais de 0,25 (H):1(V) e comprimento de 160 m na El. 257,00 m.

Apresenta-se na Figuras 4-1, a seguir, a imagem de satélite da barragem com identificação das principais estruturas e elementos constituintes e o levantamento topográfico “as built” da Barragem Norte.



Figura 4-1 - Barragem Norte – Arranjo Geral Esquemático (Imagem Google Earth)

5 AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS E OBRAS CIVIS DA BARRAGEM

São descritas, a seguir, as patologias das estruturas e obras civis da barragem, identificadas no decorrer dos trabalhos de inspeção técnica multidisciplinar da barragem, que são acompanhadas de mapas de localização, desenhos (quando disponíveis) e fotos caracterização das patologias.

5.1 PATOLOGIAS DA ESTRUTURA DE ENROCAMENTO BARRAGEM

5.1.1 Taludes e Crista da Barragem

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.

Apresenta-se na Figura 5.1-1, a seguir, o arranjo geral esquemático que mostra a crista e os taludes de montante e jusante da barragem de enrocamento:



Figura 5.1-1 - Arranjo Geral Esquemático - Crista e Taludes de Montante e Jusante da Barragem (Imagem Landsat)



Figura 5.1-2 - Arranjo Geral Esquemático – ARP – Área de Resguardo Permanente da Barragem (Imagem Google Earth)

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 Vegetações Arbustiva e Gramínea

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 com Evidências de Desagregação por 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 empoçamento 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 empoçamento de água (Foto 4).



Foto 3 - Vista Geral da Crista com Presença de Depressões e Problemas de Drenagem



Foto 4 - Blocos do Meio Fio Removidos para 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 – Montante da Ombreira Esquerda com Presença de Vegetação Exuberante



Foto 7 – Talude de Jusante junto à Ombreira Esquerda com a Presença de Vegetação Exuberante

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 – Montante da Ombreira Esquerda, com a 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

5.2 PATOLOGIAS DA ESTRUTURA DE CONCRETO DO VERTEDOURO

5.2.1 Sistema Extravasor de Cheia

Apresenta-se na Figura 5.2-1, a seguir, o arranjo geral esquemático do sistema extravasor de cheia da barragem, situado na ombreira direita, constituído por um vertedouro de concreto, com crista livre e um canal de restituição:



Figura 5.2-1 - Arranjo Geral Esquemático – Sistema Extravasor de Cheia da Barragem (Imagem Landsat)

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 do Vertedouro, com Presença de Árvores de Grande Porte



Foto 11 – Vista do Muro de Contenção do Canal de Restituição com 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 trabalho 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

5.3 PATOLOGIAS DA ESTRUTURA DE CONCRETO DA GALERIA DE DESCARGA (OU GALERIAS DE DESVIO)

Apresenta-se na Figura 5.3-1, a seguir, o arranjo geral esquemático da galeria de descarga (ou de desvio do rio), situada na ombreira esquerda, constituído por uma estrutura de entrada d'água de concreto, cinco galerias celulares de concreto, com duas células tamponadas e uma estrutura de saída d'água de concreto:



Figura 5.3-1 - Arranjo Geral Esquemático – Galeria de Descarga (ou de Desvio do Rio) - (Imagem Landsat)

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 carreadas os troncos e galhos de árvore em maior quantidade e, também, de maior porte.



Foto 14 – Estrutura de Entrada d’Água da Galeria de Descarga com Obstrução por Galhos e Troncos de Árvore



Foto 15 - Parede Lateral da Estrutura de Entrada d’Água 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 com presença de Árvores e Arbustos junto à Parede Laterais do Canal de Restituição



Foto 18 - Vista para Jusante da Estrutura de Saída da Galeria de Descarga

5.4 PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO DOS TÚNEIS DE DESCARGA

5.4.1 Sistema de Descarga da Margem Direita

Apresenta-se na Figura 5.4-1, a seguir, o arranjo geral esquemático dos túneis de descarga, situados na ombreira direita, constituídos por duas estruturas de emboque do tipo tulipa, dois túneis paralelos, escavados em rocha e revestidos de concreto, uma estrutura de controle de vazão situada no trecho central dos túneis e duas estruturas de saída de água de concreto:



Figura 5.4-1 - Arranjo Geral Esquemático – Túneis de Descarga (com controle de vazão por meio de comportas) - (Imagem Landsat)

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.

5.4.2 Galeria das Comportas Deslizantes

A galeria das comportas deslizantes, situada no “pé” do poço de acesso às comportas, é subterrânea, escavada em rocha, com revestimento de concreto. São apresentados, a seguir, os desenhos que ilustram a geometria da galeria das comportas, incluindo o túnel de descarga que se desenvolve sob e perpendicularmente à galeria das comportas. Os revestimentos de concreto da galeria estão manchados de exsudações de carbonatos do concreto e águas dos drenos de parede, porém não evidencia indícios de problemas de estruturais.

Apresenta-se, na Figura 5.4-2, o desenho de arranjo geral da estrutura de concreto da galeria das comportas deslizantes.

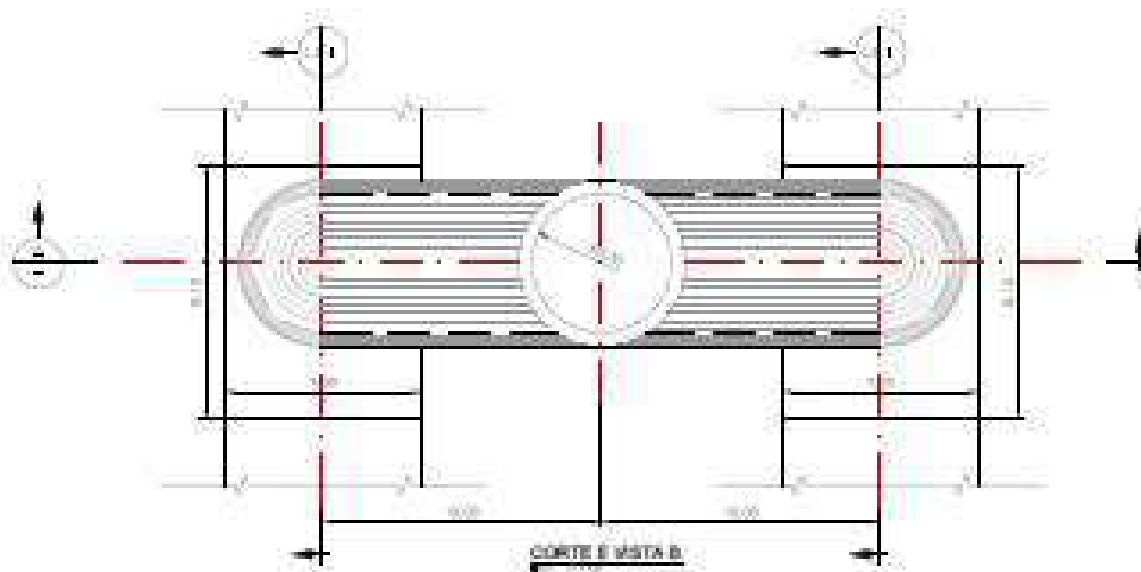


Figura 5.4-2 – Planta Baixa (Corte Horizontal) da Galeria das Comportas Deslizantes

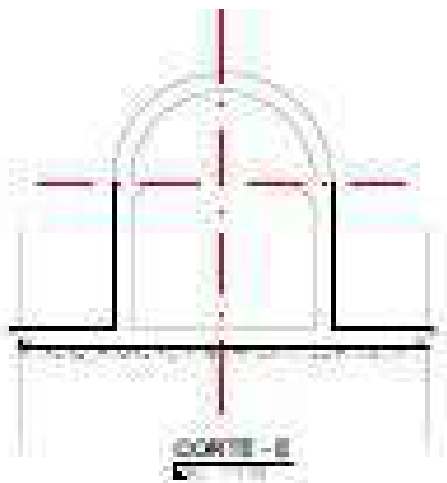


Figura 5.4-3 – Corte Transversal da Galeria das Comportas Deslizantes

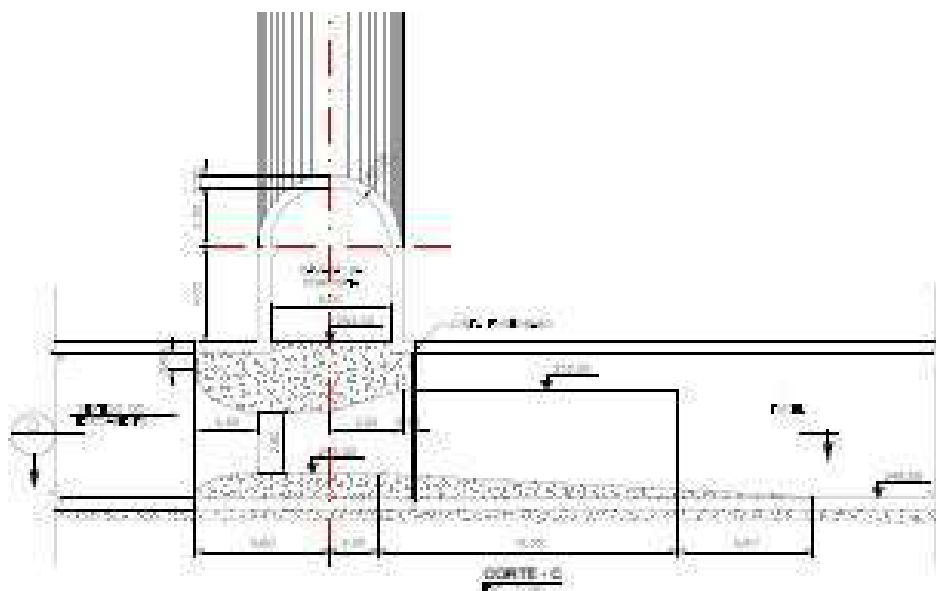


Figura 5.4-4 – Corte Longitudinal do Túnel de Descarga e Comporta Deslizante

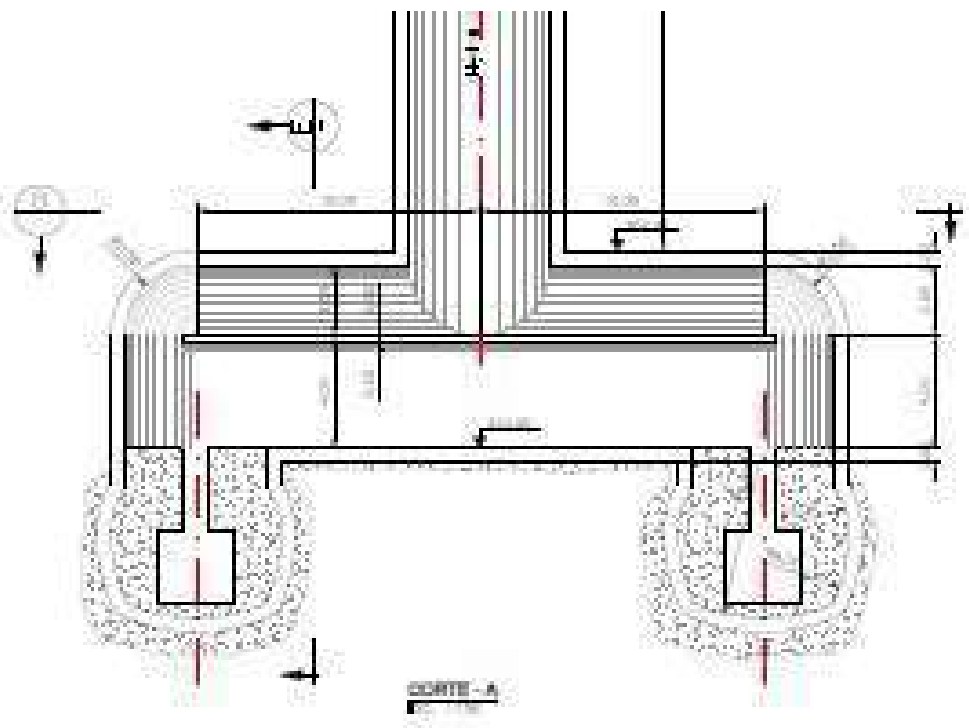


Figura 5.4-5 – Corte Longitudinal da Galeria das Comportas Deslizantes

5.4.3 Túneis de Descarga da Margem Direita

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 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).

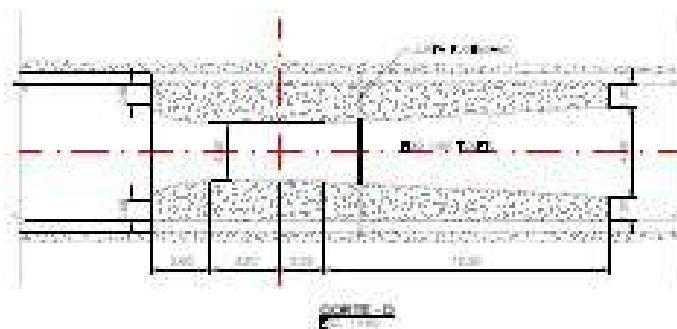


Figura 5.4-6 – Planta do Túnel e Comportas Deslizantes

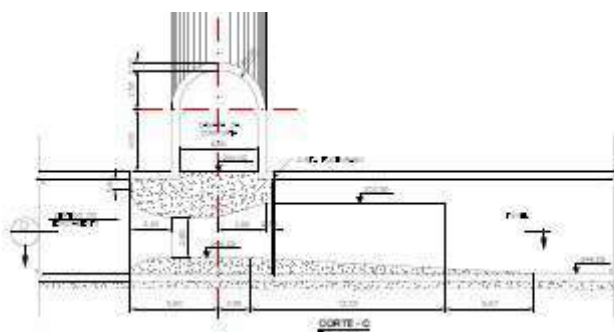


Figura 5.4-7 – Perfil do Túnel e Comportas Deslizantes

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).

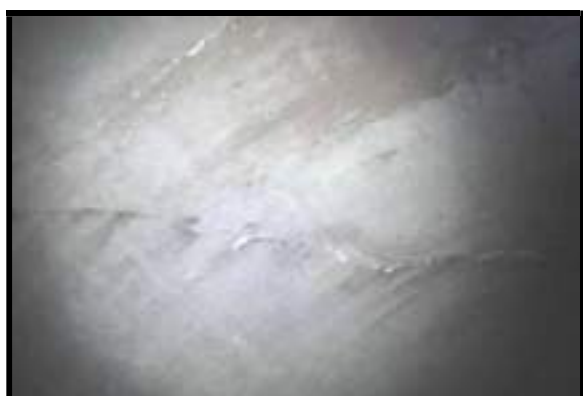


Foto 19 – Túnel Interno – 1ª fissura contada de montante para jusante no trecho livre.



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 próxima 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.

5.4.4 Estruturas de Concreto dos Emboques Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga

Apresenta-se na Figura 5.4-8, a seguir, o arranjo geral esquemático das Estruturas de Concreto dos Emboques dos Túneis de Descarga, situados na ombreira direita, constituídos de duas estruturas de emboque do tipo tulipa:



Figura 5.4-8 - Arranjo Geral Esquemático – Estruturas de Concreto dos Emboques Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga - (Imagem Landsat)

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 na 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 – Estrutura de Emboque Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga.



Foto 32 – Estrutura Tipo Tulipa do Túnel Interno 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 indícios 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 Estrutura de Emboque 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 Estrutura de Emboque 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 do Túnel Externo (com acúmulo de troncos e galhos na parte inferior)



Foto 36 – Base da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa 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 (túnel esquerdo - em bom estado)

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

5.4.5 Estruturas de Concreto das Saídas dos Túneis de Descarga

Apresenta-se na Figura 5.4-9, a seguir, o arranjo geral esquemático das Estruturas de Concreto das Saídas dos Túneis de Descarga, situadas na ombreira direita:



Figura 5.4-9 - Arranjo Geral Esquemático – Estruturas de Concreto das Saídas dos Túneis de Descarga - (Imagem Landsat)

As bocas de saída de ambos os túneis encontram-se 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 40).

Na inspeção de 2018 foram verificadas erosões a jusante dos túneis. Avaliou-se que houve processo erosivo na lateral esquerda do túnel interno, com formação de uma bacia, porém aparentemente esta encontra-se estabilizada. Verificou-se que a lateral direita da saída dos túneis foi escavada em rocha, gerando um talude robusto em rocha são, que se mostra resistente a problemas de erosão (Foto 39).



Foto 39 - Margem Esquerda do Canal a Jusante da Saída dos Túneis onde se formou uma bacia devido a erosão.



Foto 40 – Boca de Saída do Túnel Interno (com excesso de vegetação no entorno)



Foto 41 – Boca de Saída do Túnel Externo (com vista do talude rochoso na lateral direita da do canal escavado a jusante)

5.5 PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO DA PLATAFORMA DE OPERAÇÃO DAS COMPORTAS

Apresenta-se na Figura 5.5-1, a seguir, o arranjo geral esquemático das Estruturas de Concreto da Plataforma de Operação das Comportas:



Figura 5.5-1 - Arranjo Geral Esquemático – Estruturas de Concreto das Estruturas de Concreto da Plataforma de Operação das Comportas - (Imagem Landsat)

5.5.1 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 42).



Foto 42 – Estrutura de Concreto da Ponte Rolante de Manutenção das Comportas

5.5.2 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 43 e 44).



Foto 43 – Vista Externa da Edificação da Casa de Comando das Comportas (totalmente depredada)



Foto 44 – Vista Interna da Edificação da Casa de Comando das Comportas (totalmente depredada)

5.5.3 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 47).

A Guarita de Segurança encontra-se, também, totalmente depredada sem portas, janelas e instalação elétrica (Foto 45).

O guarda-corpo da área da Plataforma de Operação das Comportas, de concreto, encontra-se deteriorado, com ferragem exposta (Foto 46), além de ter altura insuficiente, tal como ocorre na ponte sobre o Canal de Restituição do Vertedouro.



Foto 45 – Guarita de Segurança (totalmente depredada e abandonada, sem porta e janelas)



Foto 46 – Guarda corpo Deteriorado - Área da Plataforma de Operação das Comportas



Foto 47 – Ausência de Portão da Plataforma de Operação das Comportas(devido às depredações ocorridas)

5.6 PATOLOGIAS DA INFRAESTRUTURA OPERACIONAL E DE MANUTENÇÃO DA BARRAGEM

5.6.1 Ponte de Acesso à Crista da Barragem

Apresenta-se na Figura 5.6-1, a seguir, o arranjo geral esquemático da Ponte de Acesso à Crista da Barragem, sobre o canal de restituição do sistema extravasor de cheia da barragem.



Figura 5.6-1 - Arranjo Geral Esquemático – Ponte de Acesso à Crista da Barragem (Imagem Landsat)

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 48).

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



Foto 48 – 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 50). Todavia a anomalia deve ser monitorada a fim de que não atinja o aterro do encontro.



Foto 49 –Drenagem da estrada jogando água no talude próximo ao encontro direto da ponte sobre o Canal de Restituição.



Foto 50 – Vista geral do encontro direto da ponte com drenagem da estrada terminando no talude.

5.6.2 Ponte da Estrada Vicinal de Jusante da Barragem

Apresenta-se na Figura 5.6-2, a seguir, o arranjo geral esquemático da Ponte da Estrada Vicinal de Jusante da Barragem, sobre o curso d'água natural (rio Hercílio), a jusante da barragem:



Figura 5.6-2 - Arranjo Geral Esquemático – Ponte da Estrada de Jusante da Barragem (Imagem Landsat)

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 51), 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 52).



Foto 51 – Vista geral da ponte de jusante, com ausência de guarda corpo.



Foto 52 – Processo inicial de erosão sob os pilares da ponte que pode afetar o aterro da pista junto ao encontro esquerdo da ponte.

5.6.3 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-se em bom estado de conservação, podendo ser trafegada por veículos comuns (tração simples), mesmo em período de chuvas.

5.6.4 Estradas de Serviço das Áreas a Montante e a Jusante da Barragem

Apresenta-se na Figura 5.6-3, a seguir, o arranjo geral esquemático das Estradas de Serviço das Áreas a Montante e a Jusante da Barragem:



Figura 5.6-3 - Arranjo Geral Esquemático – Estradas de Serviço das Áreas a Montante e a Jusante da Barragem (Imagem Google Earth)

5.6.5 Estradas de Serviço da Área a Jusante da Barragem – Margem Direita

Observa-se, entretanto, que os acessos a jusante, incluindo as estradas de servidão pública e as estradas de serviço encontram-se degradados, alguns tomados pela vegetação e com águas “empoadas”, 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 só 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 53 e 54).



Foto 53 - 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 54 - 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).

5.6.6 Estradas de Serviço da Área a Jusante da Barragem – Margem Esquerda

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 da execução de recuperação e instalação de bueiro, bem como obras de contenção localizada (Foto 55).

Ainda na margem esquerda o antigo leito da estrada está totalmente ocupado pela vegetação, ainda de pequeno porte (Foto 56), 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 55 - Erosão em estrada de serviço abandonada da margem esquerda coord.:
26°53'30.60"S, 49°40'31.10"O.**



**Foto 56 - Estrada de Serviço abandonada, situada 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).**

5.7 PATOLOGIAS DO SISTEMA DE SEGURANÇA PATRIMONIAL

5.7.1 Cercamento da Área de Segurança da Barragem

Apresenta-se na Figura 5.7-1, a seguir, o arranjo geral esquemático do Cercamento da Área de Segurança da Barragem:



Figura 5.7-1 - Arranjo Geral Esquemático – Cercamento da Área de Segurança da Barragem (Imagem Google Earth)

6 AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS DOS EQUIPAMENTOS MECÂNICOS DA BARRAGEM

6.1 ARRANJO GERAL ESQUEMÁTICO DOS TÚNEIS DE DESCARGA COM CONTROLE DE VAZÃO

Apresenta-se na Figura 6.1-1, a seguir, a imagem de satélite contendo o arranjo geral esquemático dos túneis de descarga das vazões de cheias, que são providos de comportas de controle de vazão do tipo deslizante.

O arranjo geral dos túneis de descarga contempla dois túneis paralelos implantados na ombreira direita da barragem, escavados em rocha e revestidos de concreto, com controle de vazão por meio de comportas metálicas tipo deslizante, situadas na porção central dos túneis.

As comportas deslizantes encontram-se instaladas a cerca de 50 m de profundidade, sob a crista da barragem. O acesso às comportas é feito por meio de um poço, cuja boca superior situa-se junto à crista da barragem, numa área cercada por muros de concreto/alvenaria, denominada plataforma de operação das comportas, onde se concentram os equipamentos eletromecânicos da barragem.



Figura 6.1-1 - Arranjo Geral Esquemático dos Túneis de Descarga

6.2 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ELETROMECCÂNICOS DA BARRAGEM

Segundo regras operacionais vigentes da barragem de controle de cheias, as comportas são mantidas totalmente abertas em condições normais de vazão ou de cheias de pequena intensidade no curso d'água, sendo totalmente fechadas por ocasião da ocorrência de grandes cheias na região, com o intuito de proteger ou atenuar as cheias no vale situado a jusante do barramento.

As comportas dos túneis de descarga encontram-se totalmente inoperantes, atualmente, devido a problemas de depredação ocorridas nas instalações eletromecânicas da barragem, fazendo com que as mesmas não sejam operáveis nas situações necessárias.

Devido à ausência de condições operacionais normais, a DCSC vem operando de forma precária, quando possível, com utilização de equipamentos móveis de acionamentos das comportas, montados em carroceria de caminhão devido à inexistência de energia elétrica no local das comportas, decorrentes dos problemas de depredação sofridos pela barragem.

Os equipamentos de manutenção das comportas, de forma análoga às comportas, encontram-se também totalmente inoperantes, devido aos problemas de depredação sofridos pela barragem.

6.3 PATOLOGIAS DA PONTE ROLANTE DE MANUTENÇÃO DAS COMPORTAS

A ponte rolante de manutenção das comportas situa-se na plataforma de operação das comportas, na ombreira direita da barragem, entre a ponte sobre o canal de restituição do sistema extravasor de cheia e o início da crista da barragem.

A ponte rolante de manutenção tem a função de realizar o transporte vertical de equipamentos/ferramentas/ trabalhadores, necessário aos trabalhos de operação e manutenção das comportas. A falta de condições operacionais da ponte rolante vem impedindo a realização dos trabalhos de manutenção dos equipamentos situados na galeria das comportas, que se situa a cerca de 50 m de profundidade.

A estrutura de concreto da ponte rolante de manutenção das comportas encontra-se em bom estado estrutural e de conservação, porém os equipamentos eletromecânicos da ponte encontram-se inoperantes e completamente depredados, tal como mostrados de forma detalhada na documentação fotográfica apresentada neste documento.

Apresentam-se, na Figura 6.3-1, o desenho de arranjo geral da estrutura de concreto da ponte rolante de manutenção e Figura 6.3-2, o desenho de arranjo geral do poço de acesso e da galeria das comportas.

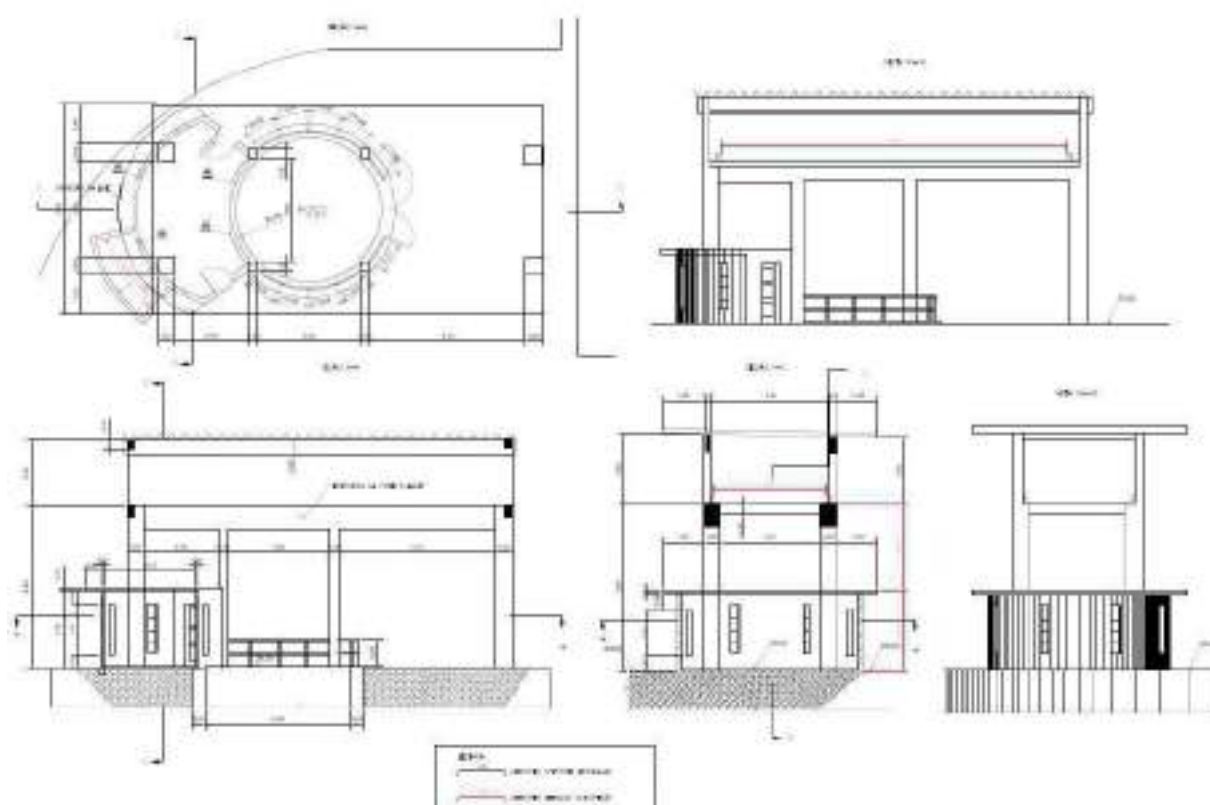


Figura 6.3-1 - Desenho de Arranjo Geral da Estrutura de Concreto da Ponte Rolante de Manutenção

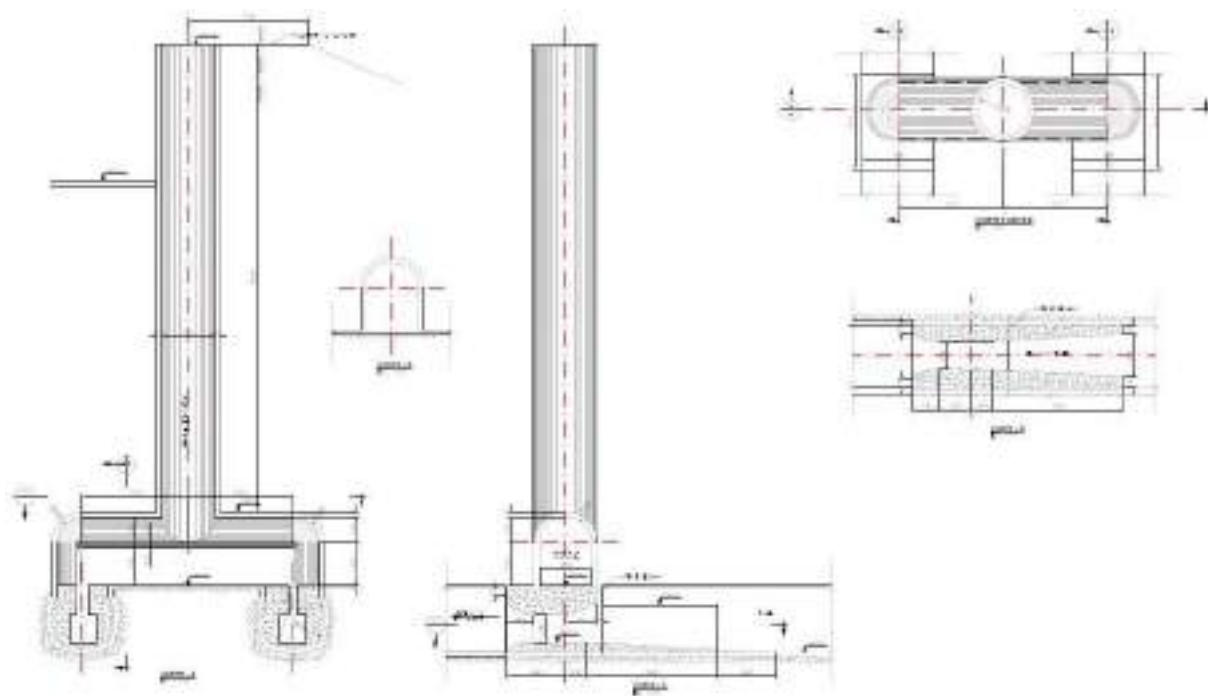


Figura 6.3-2 - Desenho de Arranjo Geral do Poço de Acesso e da Galeria das Comportas

A ponte rolante de manutenção das comportas deslizantes encontra-se completamente 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 57).



Foto 57 – Ponte Rolante de Manutenção das Comportas



Foto 58 – Trilhos e Ponte Rolante de Manutenção das Comportas



Fotos 59 – Ponte Rolante com Ausência das Roldanas, do Gancho, Cabo de Aço e Gancho da Elevação.



Fotos 60 – Ponte Rolante Ausência das Roldanas, do Gancho, Cabo de Aço e Gancho da Elevação.

Foi constatado que a viga pescadora da manobra das comportas está em bom estado de conservação, a menos de limpeza e pintura, porém desapareceram as guias de teflon, que devem ser refeitas e instaladas corretamente, pois são fundamentais para encaixá-la nas peças fixas quando da pesca da comporta quando submersa, tal como mostrada nas fotos abaixo.

A viga pescadora encontra-se largada e abandonada, depositada no solo natural, como mostrado na foto abaixo. Há necessidade de construção de berço metálico de armazenagem para a viga pescadora, em local a ser definido e abaixo da área de atuação da ponte rolante, para facilitar a operação de engate e desengate da viga pescadora no gancho da ponte rolante, quando houver necessidade de retirada das comportas do poço.



Fotos 61 – Viga Pescadora da Ponte Rolante de Manutenção das Comportas



Foto 62 - Desaparecimento da Guia de Teflon da Viga Pescadora.



Foto 63 – Gaiola (Totalmente Depredada) de Transporte de Pequenas Cargas e Trabalhadores da Ponte Rolante Totalmente Depredada de Manutenção das Comportas



Foto 64 – Carro Metálico com Rodas (Totalmente Depredado) de Transporte de Pequenas Cargas da Galeria das Comportas

6.4 PATOLOGIAS DA PÓRTICO MÓVEL DE MANUTENÇÃO DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO

A estrutura de concreto da galeria das comportas encontra-se em bom estado estrutural e de conservação, porém os equipamentos eletromecânicos da ponte encontram-se inoperantes e com problemas de ausência de manutenção, tal como mostrados de forma detalhada na documentação fotográfica apresentada neste documento.

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 e ou troca de componentes inoperantes ou deficientes face a deterioração do tempo, ferrugem ou engripamento. (Foto 65).



Foto 65 – Pórtico Móvel de Manutenção das Comportas de Controle de Vazão



Foto 66 – “Pernas” do Pórtico Móvel de Manutenção das Comportas Deslizantes



Foto 67 – Detalhe da Corrente de Acionamento das Rodas do Pórtico Móvel de Manutenção das Comportas Deslizantes

6.5 PATOLOGIAS DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO

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

Porém, segundo informações obtidas “in loco” no decorrer dos trabalhos de inspeção da barragem, as Comportas Deslizantes de Controle de Vazão encontram-se em condições operacionais, apesar das ausências de cuidados de manutenção, pois podem ser 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.

São apresentados, as seguir, os desenhos de arranjo geral (planta, cortes e detalhes) das comportas deslizantes:

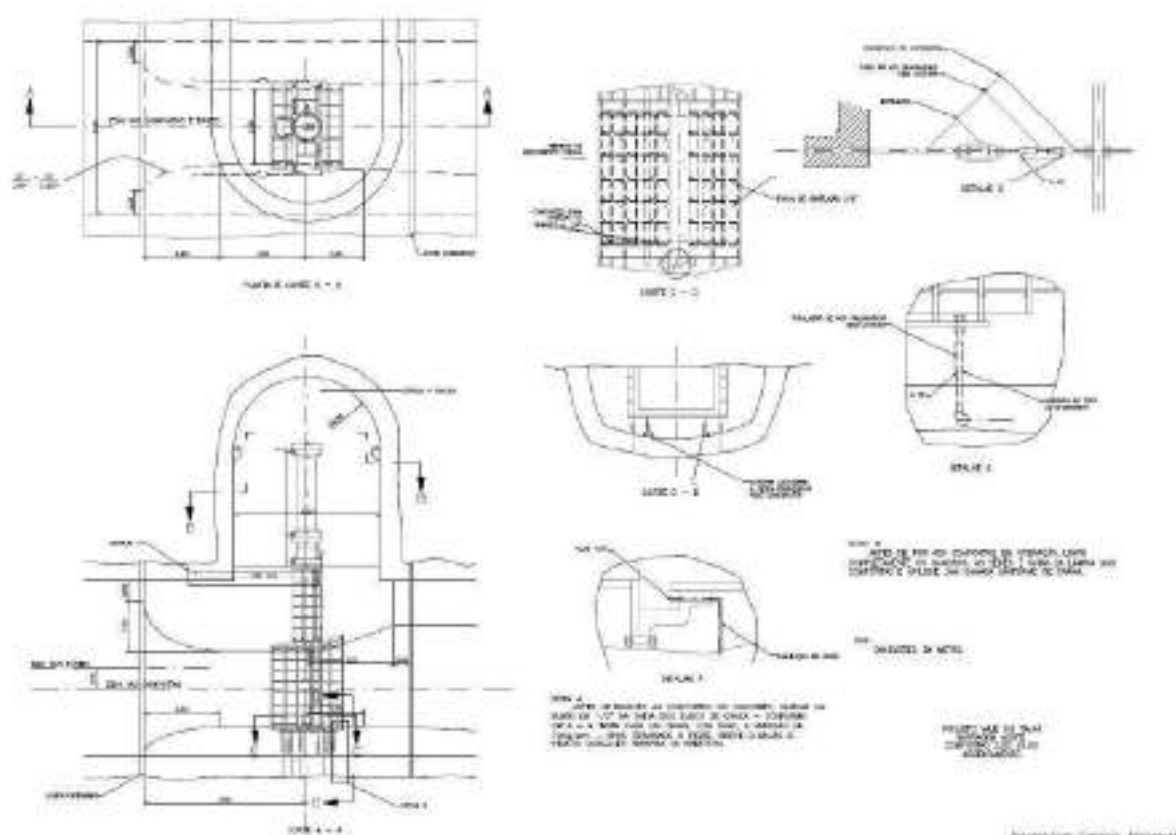


Figura 6.5-1 – Planta, Cores e Detalhes das Comportas Deslizantes

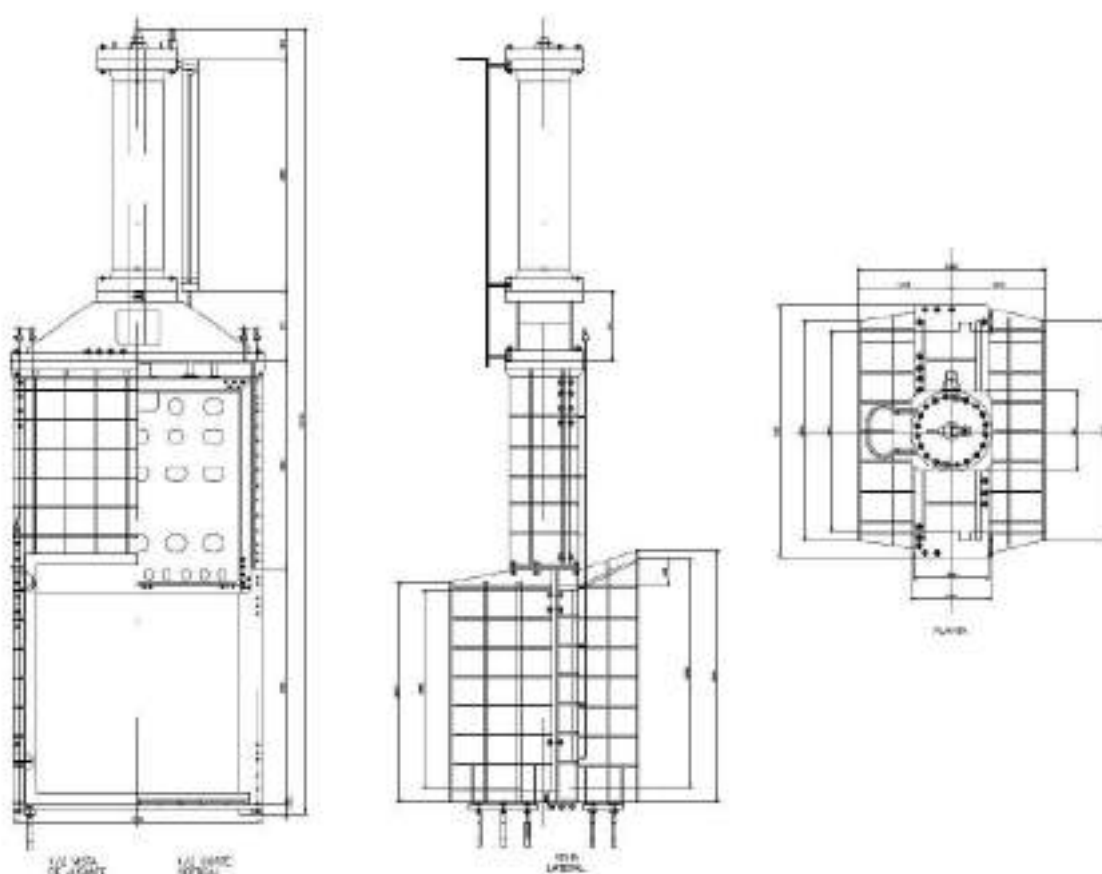


Figura 6.5-2 – Planta, Cores e Vista da Comporta Deslizante e Servomotor de Acionamento

Observa-se que a comporta deslizante está completamente embutida na massa de concreto do túnel de descarga, sendo impossível vistoriá-la, à exceção das guias laterais e seu servomotor, que se situa na galeria das comportas. As informações obtidas no decorrer dos trabalhos de inspeção indicaram que as comportas estão em condições operacionais plenas.

6.6 PATOLOGIAS DO SISTEMA DE ACIONAMENTO DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO

Os equipamentos de acionamento das comportas (sistema óleo-hidráulico) encontram-se totalmente inoperantes, devido aos problemas de depredação e, também de falta de manutenção, tal como mostrados de forma detalhada na documentação fotográfica apresentada neste documento.

Apresenta-se, na Figura 6.6-1, desenho de arranjo geral da estrutura de casa de comando das comportas deslizantes.

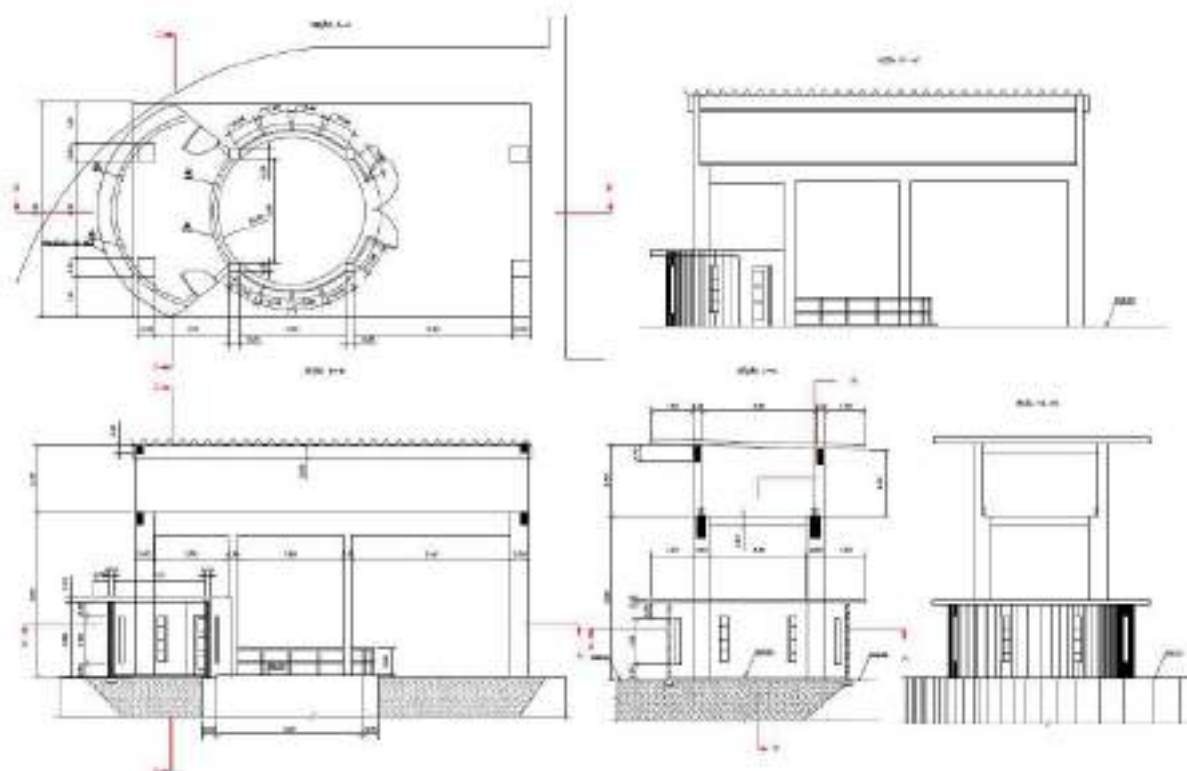


Figura 6.6-1 - Arranjo Geral da Estrutura de Casa de Comando das Comportas Deslizantes

6.6.1 Unidade Hidráulica de Acionamento das Comportas

A Unidade Hidráulica de acionamento das comportas deslizantes, bem como Painel de Proteção e Comando de Unidade Hidráulica, que fazem parte do Sistema de Acionamento das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão, encontram-se totalmente depredados inutilizados (Foto 68).



Foto 68 – Painel Elétrico de Proteção e Comando e Unidade Hidráulica de Acionamento das Comportas Inutilizados.



Foto 69 – Unidade Hidráulica de Acionamento das Comportas Totalmente Inutilizada

6.6.2 Condutos do Sistema de Acionamento das Comportas Deslizantes

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 locais (Foto 70).

Por outro lado, os condutos de óleo exigem serviços de pintura externa adequada, retirada do óleo interno, lavagem com líquidos adequados tipo flushing (para eliminar detritos internos e impurezas face ao uso de bomba externa e óleos duvidosos, em operação emergencial e esporádica) quando da ocorrência de enchentes preocupantes, e finalmente após todo o sistema hidráulico a ser reinstalado e revisado adequadamente, fazer o enchimento como óleo hidráulico novo a ser recomendado.



Foto 70 – Condutos Metálicos de Óleo da Unidade Óleo-Hidráulica da Acionamento das Comportas em Bom Estado, com Necessidade Manutenção e Pintura.



Foto 71 – Condutos Metálicos de Óleo da Unidade Óleo-Hidráulica da Acionamento das Comportas em Bom Estado, com Necessidade Manutenção e Pintura.



Foto 72 – Condutos Metálicos de Óleo do Sistema Óleo-Hidráulica de Acionamento das Comportas em Bom Estado, com Necessidade Manutenção e Pintura.



Foto 73 – Condutos Metálicos de Óleo da Unidade Óleo-Hidráulica da Acionamento das Comportas em Bom Estado, com Necessidade Manutenção e Pintura.

6.6.3 Servomotores de Acionamento das Comportas Deslizantes

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 locais (Foto 74).

Contudo, devido ao longo período que os mesmos ficaram sem os cuidados de manutenção, recomenda-se a realização de serviços de pintura externa adequada, retirada do óleo interno, lavagem com líquidos adequados tipo “flushing” (para eliminar detritos internos e impurezas face ao uso de bomba externa e óleos duvidosos, em operação emergencial e esporádica) e, finalmente, após todo o sistema hidráulico a ser reinstalado e revisado adequadamente, realizara a troca de óleo com óleo hidráulico novo a ser recomendado.



Foto 74 – Servomotor de Acionamento da Comporta



Foto 75 – Base do Servomotor de Acionamento da Comporta



Foto 76 – Detalhe da Base do Servomotor de Acionamento da Comporta



Foto 77 – Detalhe da Haste do Servomotor de Acionamento da Comporta

6.6.4 Sistema de Medição de Abertura da Comporta Deslizante

A medição de abertura das comportas é feita na galeria das comportas e na casa de comando das comportas, situada a cerca de 50 m acima da galeria das comportas. O sistema de medição da abertura é do tipo mecânico, acionado por cabos e roldanas, que transfere as movimentações das comportas, situadas nas galerias de comportas, até a plataforma de operação das comportas.

Os indicadores de posição das comportas instalados na casa de comando das comportas, que se situa na plataforma de operação das comportas, foram bastante depredados e danificados, restando somente a régua indicadora de aberturas das comportas, estando desaparecidos os cabos de aço, as roldanas etc., necessários para a sua operação. (Foto 78)



Foto 78 – Régua de Medição da Abertura da Comporta situada na Casa de Comando das Comportas



Foto 79 – Régua de Medição da Abertura da Comporta situada na Galeria das Comportas Deslizantes



Foto 80 – Sistema de medição de Abertura da Comporta Situada na Galeria das Comportas Deslizantes



Foto 81 - Cabos e Roldanas do Sistema de Medição de Abertura das Comportas

6.6.5 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 82).

Observou-se que foi feita uma abertura de inspeção no conduto de aeração, do tipo janela, para permitir a ventilação da galeria das comportas, mantendo-a aberta.

Considerando-se que o risco de inundação da galeria é muito baixo (somente por ocasião de cheias excepcionais no rio Hercílio), além disso, os equipamentos de acionamento e manutenção das comportas podem ser eventualmente inundados sem causar danos maiores aos mesmos, recomenda-se manter a janela de ventilação aberta, com fechamento manual da portinhola metálica, que deverá ser provida de dobradiças, vedações de borracha e travas de fechamento manual.

O procedimento descrito acima manterá uma ventilação natural permanente na galeria das comportas, tal como ocorre atualmente, mantendo as boas condições de salubridade do ar.



Foto 82 – “Janela” do Duto de Aeração da Comporta Deslizante Esquerda



Foto 83 – “Junção” dos Dutos de Aeração das Comportas Deslizantes



Foto 84 – “Poço” do Duto de Aeração da Comporta Deslizante Esquerda

6.6.6 Drenos da Galeria das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão

O sistema de drenagem da Galeria das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão é assegurando por orifícios de drenagem localizados nas canaletas de drenagem, situados junto aos dutos de aeração das comportas deslizantes.

Os drenos da Galeria das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão encontram-se operantes, porém com necessidade de serviços de recuperação e manutenção (Fotos 85 e 86).



Foto 85 – Canaleta e Orifício de Drenagem da Galeria das Comportas Deslizantes



Foto 86 – Canaleta de Drenagem da Galeria das Comportas Deslizantes

6.7 PATOLOGIAS DA GRADE DA LAJE SUPERIOR DA ESTRUTURA DE EMBOQUE TIPO TULIPA DO TÚNEL INTERNO DE DESCARGA

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

As estruturas de emboque dos túneis de descarga são do tipo tulipa, providas de grades grossas para impedir a entrada de detritos que poderão causar problemas à operação das comportas deslizantes existentes.

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.

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 se corrigir essas anomalias. Há necessidade de refazer a proteção superficial das faces das grades e, também, 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, soube-se que 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 87 – Estruturas de emboque dos túneis de descarga tipo tulipa dos túneis direito e esquerdo



Foto 88 – Estruturas de emboque tipo tulipa do túnel de descarga esquerdo



Foto 89 – Ausência da Grade da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Interno de Descarga (Esquerdo)



Foto 90 – Ausência da Grade da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Interno de Descarga (Esquerdo)

As grades de proteção contra a passagem de detritos pelas estruturas de emboque tipo tulipa dos túneis de descarga apresentam sinais de corrosão, com ferragens expostas das peças fixas em alguns pontos, recomendando-se a necessidade de se realizar as correções dessas anomalias.

As grades requerem a recuperação da proteção superficial das faces das grades, concomitantemente aos trabalhos de recuperação das anomalias no concreto, tal como mostrado nas Fotos apresentadas a seguir.



Foto 91 –Grade da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Externo de Descarga (Direito)



Foto 92 –Grade da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Externo de Descarga (Direito)



Foto 93 –Vista Inferior da Grade da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Externo de Descarga (Direito)



Foto 94 – Ocorrência de Problemas de Corrosão nas Lâminas das Grades



Foto 95 – Ocorrência de Problemas de Corrosão nas Lâminas das Grades



Foto 96 – Ocorrência de Ferragens Expostas junto às Guias das Grades das Estruturas de Emboque Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga



Foto 97 – Tulipa direita (entrada do Túnel Externo) com sinais de queima do material lenhoso junto à estrutura.

6.8 PATOLOGIAS DAS PEÇAS METÁLICAS DIVERSAS DA BARRAGEM

6.8.1 Tampa Metálica do Poço de Acesso às Comportas Deslizantes

A tampa metálica da abertura de carga e descarga do poço de acesso às comportas deslizantes, 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 98).



Foto 98 – Fechamento Provisório da abertura de carga e descarga do Poço de Acesso à Galeria das Comportas.

Há necessidade de instalar uma grade de piso nova, com dobradiças e acionamento manual.

Nota-se também que a tampa metálica do poço deve ser pintada tanto na face superior como inferior para evitar a sua perda total, face a progressão da corrosão em andamento.

Vê-se, em foto tirada de dentro do poço (Foto 99), que existem fissuras nessa tampa, face a corrosão que deve ser corrigida.



Foto 99 – Tampa Metálica do poço de acesso à Galeria das Comportas com problemas de corrosão decorrente de falta da manutenção.

6.8.2 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 depredação (Foto 100 a 105).

Entretanto, as peças danificadas ou deformadas face a depredações da escada de acesso ao poço deve ser trocadas, também devem ser revistas as suas ancoragens no concreto e finalmente todas as peças da escada devem ser pintadas adequadamente.



Foto 100 – Boca de Acesso à Escada de Marinheiro do poço de acesso à Galeria das Comportas

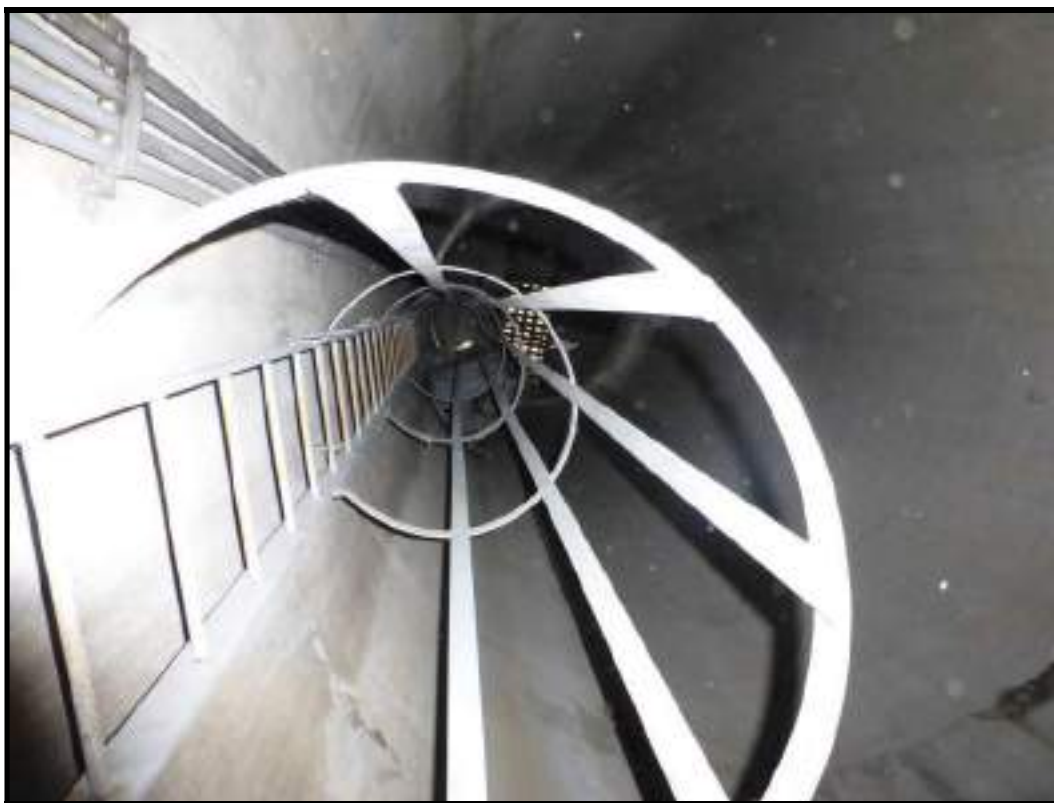


Foto 101 – Escada Tipo Marinheiro do Poço de Acesso à Galeria das Comportas



Foto 102 – Escada Tipo Marinheiro e Patamar de Descanso do Poço de Acesso à Galeria das Comportas (vista de baixo para cima)



Foto 103 –Patamar de Descanso Depredado da Escada Tipo Marinheiro do Poço de Acesso à Galeria das Comportas (vista de baixo para cima)



Foto 104 –Escada Tipo Marinheiro e Patamar de Descanso do poço de acesso à Galeria das Comportas, com problemas avançados de corrosão.



Foto 105 – Vista inferior do Patamar de Descanso da Escada Tipo Marinheiro do poço de acesso à Galeria das Comportas, com problemas avançados de corrosão.

7 AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS DA REDE DE ALIMENTAÇÃO E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA BARRAGEM

7.1 REDE DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DA BARRAGEM

O suprimento de energia elétrica à barragem é feito pela concessionária de energia elétrica local, CELESC, a partir de uma ramal de eletrificação rural, trifásica, na tensão 13,8 kV, porém o suprimento está atualmente desativado, pois não há consumo de energia elétrica na barragem, uma vez que o principal uso de energia elétrica é aquele necessário para se manobrar as comportas dos túneis de descarga, acrescida dos equipamentos de necessários à manutenção das comportas, bem como outras necessidades relacionadas com a iluminação, vigilância patrimonial, etc.

A Rede de Alimentação Elétrica da Plataforma de Operação das Comportas encontra-se desativado e inoperante devido a problemas de depredação total e roubo de todos os seus componentes, em especial os cabos elétricos (Foto 106).



Foto 106 – Vista Geral da Barragem e Posto de Transformação/Medição de Energia Elétrica



Foto 107 – Linha de Alimentação Elétrica e Posto de Transformação/Medição de Energia Elétrica



Foto 108 – Posto de Medição, Proteção e Seccionamento do Sistema de Alimentação Elétrica



Foto 109 – Canaleta de Cabos Elétricos sob a Passarela de Pedestres da Ponte sobre o Canal de Restituição do Vertedouro



Foto 110 – Resquício da Caixa de Seccionamento, Proteção e Distribuição de Energia Elétrica (Coluna Vermelha)

A Rede de Alimentação Elétrica da Plataforma de Operação das Comportas deverá ser totalmente refeita, a partir da rede de eletrificação rural existe da CELESC.

7.2 PATOLOGIAS DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA EMERGENCIAL DAS COMPORTAS 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 111).



Foto 111 – “Skid” do Grupo Gerador Diesel-Elétrico do Sistema de Alimentação Emergencial de Energia Elétrica da Plataforma de Operação das Comportas.

O Sistema de Alimentação Elétrica Emergencial da Plataforma de Operação das Comportas, constituído por um grupo gerador diesel-elétrico estacionário, deverá ser adquirido e reposto.

7.3 PATOLOGIAS DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EXISTENTES

O sistema de distribuição e energia elétrica, incluindo todas as instalações elétricas, encontra-se totalmente depredado e roubado, em especial as fiações de cobre (Foto 112).



Foto 112 – Resquício do Sistema de Iluminação da Estrutura da Ponte Rolante de Manutenção das Comportas

O sistema de distribuição de energia elétrica da barragem, em especial da Plataforma de Operação das Comportas, deverá ser totalmente refeito, uma vez que o sistema existente foi roubado e depredado.

8 DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS DE RECUPERAÇÃO DAS OBRAS CIVIS DA BARRAGEM

8.1 ESTRUTURAS DE ENROCAMENTO DA BARRAGEM

8.1.1 Vegetação Arbustiva dos Taludes da Barragem

Sabe-se que os serviços de manutenção corrente da barragem foram paralisados em 2014, propiciando o crescimento de vegetações arbustiva nos taludes da barragem, além daquelas existentes nas áreas adjacentes às obras da barragem.

Assim sendo constata-se a necessidade de se realizar a supressão das vegetações no talude de montante e de jusante, que se encontram completamente tomados por vegetações de pequeno porte (capim e arbustos), por meio de roçadas, com remoção do material vegetal.

Devido às características da barragem (taludes de enrocamento), o corte da vegetação deverá ser manual, com utilização de equipamentos portáteis.

8.1.2 Vegetação Arbustiva e Árvores de Pequeno a Médio Porte da Barragem

A vegetação arbustiva e as árvores de pequeno a médio porte, de até aproximadamente 20 cm de diâmetro, existentes nas áreas adjacentes às obras da barragem, ou seja, na Área de Resguardo Permanente – ARP da barragem, deverão ser suprimidas, incluindo as áreas adjacentes às entradas e saídas das galerias de descarga e túneis de descarga.

A supressão vegetal deverá ser feita por meio de desmatamento e remoção manual da vegetação de pequeno porte (arbustos e capim) e médio porte (arbustos e árvores de até aproximadamente 20 cm de diâmetro).

8.1.3 Recomposição, Regularização e Drenagem da Estrada de Travessia sobre a Crista da Barragem

A pista de travessia do curso d'água sobre a crista da barragem encontra-se desgastada, com problemas de drenagem superficial, que causam o empoçamento de água e formação de lameiros.

Observou-se que a passagem de máquina niveladora, ao longo do tempo, sobre a crista da barragem, provocou o tamponamento das saídas de água do sistema de drenagem original da crista, que existiam ao longo das guias, impedindo a drenagem das águas pluviais. Verifica-se que, posteriormente, forma improvisadas saídas para as águas empoçadas, com deslocamento/remoção dos blocos pré-moldados das guias.

A recomposição da pista deverá ser feita com a raspagem/enchimento/regularização do leito carroçável da pista, com recuperação/instalação de guias, sarjetas, revestimento primário e caixas de drenagem.

8.2 RESERVATÓRIO DA BARRAGEM

8.2.1 Acesso às Estruturas de Emboque Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga

O acesso às estruturas de emboque tipo tulipa dos túneis de descarga é feito por uma estrada de serviço situada no leito do reservatório, a partir da estrada vicinal que liga a cidade de José Boiteux à rodovia BR 116. A estrada de serviço, por se situar em área alagável, encontra-se intransitável, com necessidade de serviços de recuperação.

Realizar a recuperação da estrada de acesso às estruturas de emboque tipo tulipa dos túneis de descarga, incluindo o acesso à área de bota fora, localizado no leito seco do reservatório, junto bueiro da estrada vicinal que liga a cidade de José Boiteux à rodovia BR 116, a fim de permitir a realização dos trabalhos de manutenção corrente.

8.2.2 Acúmulo de Troncos e Galhos de Árvores no Entorno dos Emboques Tipo Tulipa

As áreas situadas no entorno dos emboques tipo tulipa dos túneis de descarga encontram-se com grande acúmulo de troncos e galhos secos de árvores, transportados pelo escoamento.

Realizar a remoção dos troncos e galhos de árvores e não permitir a sua queima junto às estruturas de concreto.

8.2.3 Assoreamentos no Entorno dos Emboques Tipo Tulipa do Túneis de Descarga

Os assoreamentos são decorrentes do transporte de sedimentos do curso d'água que se depositam nas áreas de menor velocidade do escoamento. Os problemas de assoreamento são comuns em reservatórios, sem afetar a segurança do barramento, porém os assoreamentos que ocorrem nas áreas adjacentes às estruturas de descarga da barragem são prejudiciais à operação plena desses órgãos por ocasião da ocorrência das grandes cheias.

Realizar a remoção dos sedimentos acumulados, em especial no entorno das estruturas de emboque dos túneis de descarga.

8.2.4 Instrumentação do Reservatório

O reservatório não é provido de um posto de medição adequado de nível d'água.

Realizar a instalação de um posto de medição telemétrico de nível d'água.

8.3 ESTRUTURAS DE CONCRETO DA BARRAGEM

8.3.1 Acesso à Estrutura de Entrada das Galerias de Descarga (ou Galerias de Desvio)

O acesso à estrutura de entrada das galerias de descarga (ou galerias de desvio), situa junto à ombreira esquerda da barragem, é feito a partir da estrada de acesso às estruturas de emboque tipo tulipa dos túneis de descarga, situadas na ombreira direita da barragem. A estrada de serviço, por se situar em área alagável, encontra-se intransitável, com necessidade de serviços de recuperação.

Realizar a recuperação da estrada de acesso à estrutura de entrada das galerias de descarga (ou galerias de desvio), a fim de permitir a realização dos trabalhos de manutenção corrente.

8.3.2 Vegetação de Médio Porte junto às Estruturas de Concreto dos Canais de Restituição das Galerias e Túneis de Descarga

As áreas adjacentes às estruturas de entrada e saída das galerias e túneis de descarga, situadas na Área de Resguardo Permanente – ARP da barragem, encontram-se tomadas por vegetações de pequeno a médio porte, cujas raízes poderão provocar danos irreversíveis à estrutura de concreto.

Realizar a supressão e remoção das vegetações existentes, que são de pequeno a médio porte, devido ao longo período que a barragem se encontra sem os serviços de manutenção corrente.

8.4 ESTRUTURA DE CONCRETO DA GALERIA DE DESCARGA (OU GALERIA DE DESVIO)

8.4.1 Acesso à Estrutura de Saída das Galerias de Descarga (ou Galerias de Desvio)

O acesso à estrutura de saída das galerias de descarga (ou galerias de desvio), situa junto à ombreira esquerda da barragem, é feito a partir da estrada de serviço de jusante, com traçado à meia encosta, paralelo ao do curso d'água. A estrada de acesso, por estar sem uso por um longo tempo, encontra-se intransitável, com necessidade de serviços de recuperação.

Realizar a recuperação da estrada de acesso à estrutura de entrada das galerias de descarga (ou galerias de desvio), incluindo a supressão da vegetação de médio a grande porte existente, a fim de permitir a realização dos trabalhos de manutenção corrente.

8.4.2 Acúmulo de Troncos e Galhos de Árvores na Entrada das Galerias de Desvio

Observa-se o acúmulo de troncos e galhos de árvore na entrada das galerias de desvio, que poderão provocar o "entupimento" das galerias, com alteração das condições hidráulicas de amortecimento das cheias e, também, provocando uma situação de remoção muito difícil e onerosa dos materiais acumulados.

Portanto há necessidade de se realizar trabalhos sistemáticos de remoção dos troncos e galhos de árvores, transportados pelo curso d'água, em especial após as cheias mais acentuadas, mantendo as entradas das galerias livres de troncos e galhos de árvores, pois o processo de entupimento é progressivo e cumulativo.

8.4.3 Guarda Corpos nas Estruturas de Entrada e Saída das Galerias de Descarga

As estruturas de concreto de entrada e saídas das galerias de descarga não foram providas de guarda corpos por ocasião da construção da barragem. A falta de guarda corpos nas estruturas de saída poderá causar acidentes fatais aos trabalhadores durante as lides de manutenção.

Portanto há necessidade de se instalar guarda corpos metálicos nas bordas das estruturas de concreto de entrada e saídas das galerias de descarga.

8.5 ESTRUTURAS DE CONCRETO DO SISTEMA DE DESCARGA DA MARGEM DIREITA OU TÚNEIS DE DESCARGA

8.5.1 Avarias das Estruturas de Concreto dos Emboques Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga

As estruturas de concreto dos emboques tipo tulipa dos túneis de descarga estão com pequenas avarias, do tipo "borda lascada", com ferragens expostas, que não afetam diretamente a segurança estrutural dos emboques, porém poderão causar danos maiores caso haja evolução do problema, exigindo gastos maiores à recuperação das estruturas.

Portanto há necessidade de se realizar os trabalhos de recuperação das pequenas avarias existentes nas estruturas de concreto, com aplicação de reparos do tipo "concreto dental".

8.5.2 Canais de Restituição dos Túneis de Descarga da Margem Direita

As áreas adjacentes às estruturas dos canais de restituição dos túneis de descarga da margem direita, situadas na Área de Resguardo Permanente – ARP da barragem, tem necessidade de se realizar a supressão da vegetação, constituída de vegetação de médio a grande porte, uma vez que as raízes das árvores poderão provocar danos irreversíveis à estrutura de concreto.

Portanto há necessidade de se realizar os trabalhos de supressão da vegetação de médio e grande porte do entorno da estrutura, na Área de Resguardo Permanente – ARP da Barragem.

8.5.3 Guarda Corpos das Estruturas de Saída dos Túneis de Descarga

As estruturas de saída dos túneis de descarga, inclusive dos canais de restituição, não foram providas de guarda corpos por ocasião da construção da barragem. A falta de guarda corpos nas estruturas de saída poderá causar acidentes fatais aos trabalhadores durante as lides de manutenção.

Portanto há necessidade de se instalar guarda corpos metálicos nas bordas das estruturas de concreto de saída dos túneis e canais de descarga.

8.5.4 Sistema de Drenagem da Galeria das Comportas Deslizantes

O sistema de drenagem da galeria das comportas encontra-se operante, sem problemas de entupimento, porém com necessidade de limpeza das canaletas e condutos.

Realizar a limpeza sistemática das canaletas e orifícios de drenagem e, de forma complementar, prever a possibilidade de se instalar bombas elétricas portáteis de drenagem.

8.6 EDIFICAÇÕES DA PLATAFORMA DE OPERAÇÃO DAS COMPORTAS

8.6.1 Edificação da Casa de Comando das Comportas

A edificação da casa de comando das comportas encontra-se totalmente depredada, restando somente a estrutura de concreto, paredes de alvenaria e cobertura com laje de concreto. As portas e esquadrias metálicas foram depredadas e removidas, restando somente as aberturas nas paredes de alvenaria.

Portanto há necessidade de se realizar a reforma completa da edificação, inclusive do WC existente, reinstalando as portas, esquadrias, piso, parede, pintura, instalações hidráulicas e elétricas.

8.6.2 Guarita de Vigilância da Plataforma de Operação das Comportas

A edificação da guarita de vigilância, constituída de 2 cômodos sobrepostos, encontra-se totalmente depredada, restando somente a estrutura de concreto, alvenaria, laje de piso e laje de cobertura concreto. As portas e esquadrias metálicas foram removidas e depredadas, restando somente as aberturas nas paredes de alvenaria, inclusive a escada de acesso ao piso superior

Portanto há necessidade de se realizar a reforma completa da edificação, incluindo a instalação de uma escada espiral ou equivalente, pia da pequena copa, reinstalando as portas, esquadrias, piso, parede, pintura e instalações elétricas.

8.6.3 Muro de Segurança Patrimonial e Guarda Corpo da Plataforma de Manutenção e Operação das Comportas

O muro de segurança patrimonial da área de manutenção e operação das comportas encontra-se depredado e desgastado pela ação do tempo.

O guarda corpo de concreto, do tipo guarda corpo de ponte, encontra-se deteriorado pela ação do tempo, com ferragem exposta e necessidade de reposição.

Portanto há necessidade de se realizar a reforma completa do muro de segurança patrimonial, com fechamento de cavidades, regularização das superfícies e pintura. O guarda corpo deverá ser totalmente substituído por uma guarda corpo equivalente, porém de maior altura.

8.7 PONTE DE ACESSO À CRISTA DA BARRAGEM (SOBRE O CANAL DE RESTITUIÇÃO DO VERTEDOURO)

8.7.1 Drenagem Superficial do Tabuleiro da Ponte de Acesso à Crista da Barragem

Os drenos do tabuleiro da ponte de acesso à crista da barragem encontram-se entupidos por sedimentos, causando o empoçamento de água e consequente formação da lama/barro na pista da ponte.

Portanto há necessidade de se realizar a remoção dos sedimentos, desobstrução e limpeza e dos orifícios de drenagem do tabuleiro da ponte.

8.7.2 Tampos de Concreto da Canaleta de Cabos/Calçada da Ponte de Acesso à Crista da Barragem

Alguns tampos de concreto da canaleta de cabos/calçada de pedestres da ponte, que vedam a canaleta de cabos e condutos de água existente sob a passarela de pedestre da ponte, encontram-se quebrados em vários pontos, colocando os usuários da ponte em risco de acidentes devido às cavidades resultantes.

Portanto há necessidade de se realizar remoção dos cabos e condutos de água, a limpeza das canaletas e a substituição dos tampos quebrados.

8.7.3 Guarda Corpo da Ponte de Acesso à Crista da Barragem

O guarda corpo de concreto da ponte, encontra-se deteriorado pela ação do tempo, com ferragem exposta e necessidade de reposição.

Portanto há necessidade de se realizar a reforma completa do guarda corpo, devendo ser totalmente substituído por uma guarda corpo novo equivalente, porém de maior altura.

8.7.4 Erosão do Encontro da Ponte de Acesso à Crista da Barragem

A erosão situa-se na ombreira da margem direita, a jusante da ponte, decorrente da descarga localizada da água de enxurrada.

Portanto há necessidade de se implantar uma canaleta de drenagem em cada lado da pista.

8.7.5 Vegetação no Encontro da Margem Direita da Ponte de Acesso à Crista da Barragem

A vegetação se concentra no encontro da margem direita da ponte, nos dois lados da ponte.

Portanto há necessidade de se realizar a supressão da vegetação existente.

8.8 PONTE DE JUSANTE DA BARRAGEM (SOBRE O RIO HERCÍLIO)

8.8.1 Guarda Corpo e Drenagem da Ponte da Estrada de Jusante da Barragem

A ponte de jusante não possui guarda corpos, devido à ação de vândalos, salvo pequenos trechos nas suas extremidades. Os drenos encontram-se entupidos por sedimentos e obstrução dos orifícios de drenagem.

Portanto há necessidade de se reinstalar os guarda corpos da ponte e realizar a remoção dos sedimentos, desobstrução e limpeza e dos orifícios de drenagem do tabuleiro da ponte.

8.8.2 Erosão Hidráulica no Pé do Muro de Contenção da Margem Esquerda da Ponte de Jusante da Barragem

A erosão hidráulica localiza-se no pé do muro de contenção da margem esquerda da Ponte de Jusante da Barragem.

Realizar a recuperação da erosão localizada na parte inferior da parede de contenção da margem esquerda com preenchimento do vazio com concreto.

8.9 ESTRADAS DE SERVIÇO DA ÁREA A JUSANTE DA BARRAGEM

8.9.1 Recuperação da Estrada de Jusante da Margem Direita

A estrada de jusante da margem direita, que parte da estrada de acesso à barragem e alcança a ponte de jusante da barragem, encontra-se abandonada e parcialmente utilizada pelos moradores locais, porém precariamente transitável.

Portanto a estrada de jusante da margem direita necessita ser totalmente recuperada, aproveitando-se somente o traçado do antigo leito carroçável, com supressão da vegetação, realização do alargamento do leito e recomposição do revestimento primário original e implantação de canaletas e bueiros de drenagem superficial.

8.9.2 Recuperação da Estrada Jusante da Margem Esquerda

A estrada de jusante da margem esquerda, que parte da ponte de serviço situada a jusante da barragem e alcança a estrada de serviço da crista da barragem, junto à sua ombreira esquerda, encontra-se abandonada e intransitável, devido ao crescimento da vegetação nativa que tomou conta do antigo leito carroçável.

Portanto a estrada de jusante da margem direita necessita ser totalmente recuperada, aproveitando-se somente o traçado do antigo leito carroçável, com supressão da vegetação, realização do alargamento do leito carroçável, recomposição do revestimento primário original e implantação de canaletas e bueiros de drenagem superficial.

A erosão profunda existente, na forma de uma cratera de erosão, existente junto ao antigo leito carroçável da estrada de serviços, exigirá, além de dispositivos de drenagem superficial, obras de contenção da erosão existente.

8.10 SISTEMA DE SEGURANÇA PATRIMONIAL

8.10.1 Cercamento da Área de Segurança Patrimonial da Barragem

A falta de cercamento patrimonial facilita os atos de vandalismo e de depredação das instalações da barragem, em especial, dos equipamentos operacionais da barragem.

O cercamento patrimonial da área da barragem exigirá construção de uma cerca do tipo alambrado, onde o acesso é mais fácil, nos trechos próximos às estradas existentes.

A cerca tipo alambrado será provida de 3 (três) portões, ou seja: a) um portão na entrada da barragem (margem direita); b) um portão na plataforma de operação e, c)) um portão na saída da barragem (margem esquerda).

A delimitação da área de segurança da barragem, nos trechos de acesso mais difícil (trechos com vegetação densa ou desnível acentuado), será feita por meio de estacas de madeira tratada, com sinalização listrada, com as cores da DCSC (azul, laranja e branco).



9 DISCRIMINAÇÃO DAS ATIVIDADES DE RECUPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGA E EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS

9.1 PONTE ROLANTE DE MANUTENÇÃO DA COMPORTAS

9.1.1 Ponte Rolante da Plataforma de Operação/Manutenção das Comportas

A ponte rolante plataforma de operação/manutenção das comportas deslizantes dos túneis de descarga encontra-se totalmente depredada e sem condições operacionais devido ao desaparecimento do: sistema de translação da ponte, gancho e roldanas, alimentação elétrica, painel elétrico de proteção e comando, botoeira, fins de curso, motor/freio, acoplamento da elevação, cabos de aço etc. Observa-se que só sobrou estrutura móvel do tipo ponte, o redutor da elevação e o caminho de rolamento.

Portanto a ponte rolante necessita ser totalmente reposta, aproveitando-se somente a estrutura de concreto e o trilhamento existente.

9.1.2 Gaiola para Movimentação de Pessoal e Cargas Leves de Serviços de Manutenção

A gaiola para movimentação de trabalhadores e pequenas cargas encontra-se totalmente deformada e depredada no fundo do poço das comportas.

Portanto a gaiola de cargas/pessoas da ponte rolante necessita ser totalmente reposta.

9.2 PÓRTICO MÓVEL DA CÂMARA DE COMPORTAS

9.2.1 Pórtico Móvel de Manutenção das Comportas Deslizantes de Câmara de Comportas

O pórtico rolante do poço das comportas dos túneis de descarga, que tem movimentações de da translação e elevação de forma manual, encontra-se operante, porém com necessidade serviços de recuperação e colocação em condições de uso normal.

Portanto o pórtico rolante do poço das comportas requer a realização de serviços de recuperação, envolvendo lavagem, desengripamento, lubrificação, reposição de correntes, jateamento e pintura.

9.2.2 Viga Pescadora das Comportas Deslizantes dos Túneis de Descarga

A viga pescadora das comportas deslizantes dos túneis de descarga encontra-se sem manutenção e praticamente abandonada no pátio da plataforma de operação/manutenção da barragem.

Portanto a viga pescadora das comportas deslizantes requer a realização de serviços de recuperação, com lavagem, desengripamento, lubrificação, reposição de patins de nylon, jateamento e pintura, incluindo a fabricação de um berço metálico de estocagem metálico.

9.3 UNIDADE HIDRÁULICA DE ACIONAMENTO DAS COMPORTAS DESLIZANTES

9.3.1 Unidade Hidráulica de Acionamento das Comportas Deslizantes

A falta da unidade hidráulica e da caixa de óleo impede a operação das comportas da tomada d'água, devido à atos de vandalismo, depredação e ausência de suprimento de energia elétrica impede o acionamento das comportas deslizantes. A unidade eletro-hidráulica originalmente existente foi totalmente depredada e saqueada, não restando nada que seja recuperável ou aproveitável.

Portanto há necessidade de se realizar a reposição completa da Unidade Hidráulica, incluindo a bacia de contenção de óleo e a reinstalação do sistema de suprimento de energia elétrica.

9.3.2 Condutos do Sistema de Acionamento das Comportas Deslizantes

As tubulações metálicas do sistema de acionamento das comportas encontram-se instaladas nas paredes do poço das comportas e em condições operacionais.

As tubulações do sistema de acionamento das comportas deverão passar por processo de conservação, com realização de pintura, drenagem do óleo velho existente, lavagem do circuito de óleo com “flushing” especial e carga de óleo hidráulico novo.

9.3.3 Servomotores de Acionamento das Comportas Deslizantes

Os servomotores das comportas encontram-se operantes, sem sinais de depredação.

Os servomotores do sistema de acionamento das comportas deverão passar por processo de conservação, com realização de pintura, drenagem do óleo velho, lavagem com flushing especial e carga de óleo hidráulico novo.

9.4 SISTEMA DE MEDIÇÃO DE ABERTURA DA COMPORTA DESLIZANTE

O sistema de indicação de posição das comportas, do tipo mecânico, com acionamento por cabos e roldanas, encontra-se inoperante, porém com possibilidade de recuperação.

Portanto há necessidade de se realizar os trabalhos de recuperação do sistema de medição de abertura das comportas deslizantes, realizando a substituição dos cabos, roldanas e réguas de indicação da abertura.

9.5 DUTOS DE AERAÇÃO DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO

Os dutos de aeração das comportas encontram-se operantes, porém desgastadas pela ação do tempo e falta de serviços de manutenção.

Portanto há necessidade de se realizar a recuperação dos dutos do sistema de aeração das comportas, realizando jateamentos e pinturas.

9.6 GRADES DO EMBOQUE TIPO TULIPA DOS TÚNEIS DE DESCARGA

9.6.1 Grade Horizontal da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Interno de Descarga

Os topos dos emboques tipo tulipa são fechados por lajes horizontais de concreto, com aberturas quadradas na porção central.

O Emboque Nº 1 é de menor altura e é equipado com a grade metálica horizontal, do tipo grelha, que tem a função de reter a entrada de detritos de grande porte, que possam causar problemas ao bom funcionamento das comportas da Tomada d'Água.

O Emboque Nº 2, de maior altura, não está equipada com a grade metálica horizontal, tal como é o caso do Emboque Nº 1.

Portanto há necessidade de se realizar a fabricação de uma nova grade e realizar a reposição da grade faltante.

9.6.2 Grades Verticais das Estruturas de Emboque Tipo Tulipa

As grades verticais dos emboques tipo tulipa encontram-se em bom estado estrutural, porém com necessidade de manutenção devido aos problemas de corrosão.

Portanto há necessidade de se realizar os trabalhos de manutenção, considerando a remoção das grades, jateamento, pintura e recolocação, inclusive guias metálicas das grades.

9.7 PEÇAS METÁLICAS DIVERSAS

9.7.1 Tampa Metálica do Poço de Acesso às Comportas

A tampa metálica do poço das comportas encontra-se depredada, com tamponamento provisório por meio de uma grelha de madeira sobre a tampa remanescente depredada.

Portanto há necessidade de se confeccionar e instalar uma tampa apropriada que proteja a queda de trabalhadores por ocasião dos serviços de operação das comportas, de manutenção da mesma, incluindo tampas especiais no acesso às escadas de marinheiro.

9.7.2 Escada Tipo Marinheiro de Acesso à Galeria das Comportas

A escada de marinheiro do poço das comportas está fixada na parede circular de concreto do poço de acesso à câmara das comportas.

A escada de marinheiro é provida de costado de proteção, conforme as normas técnicas de segurança em dispositivos do gênero, tem aproximadamente 50 m de altura, é intercalada por patamares de descanso espaçados de 10 m aproximadamente, com plumadas alternadas e espaçadas de 2 m aproximadamente.

Os patamares metálicos, construídos de perfis metálicos com chapas estampadas no piso, encontram-se oxidados e os guarda corpos deformados por atos de vandalismo. As fixações da escada metálica nas paredes de concreto do poço encontram-se firmes, com uma ou outra fixação com necessidade de reforço.

Portanto os trabalhos de reparo e manutenção corrente das peças metálicas da escada de marinheiro deverão abranger: serviços de desoxidações, aplicação de pinturas de proteção e pinturas de acabamento da escada de marinheiro, inclusive do guarda corpo; realização dos serviços de reparo dos guarda-corpos metálicos e troca das chapas de piso dos patamares de descanso, que se encontram desgastados pela ação da oxidação.

10 DISCRIMINAÇÃO DAS ATIVIDADES DE RECUPERAÇÃO DA REDE DE ALIMENTAÇÃO E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA BARRAGEM

10.1 REDE DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DA BARRAGEM

O painel de comando das comportas encontra-se totalmente inoperante por vandalismos e depredações.

Portanto há necessidade de se realizar a reposição completa do painel de comando das comportas, incluindo a reinstalação rede elétrica que se encontra desenergizada devido ao furto dos cabos e fios elétricos.

10.2 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA PLATAFORMA DE OPERAÇÃO DA BARRAGEM

As instalações elétricas da plataforma de operação das comportas encontram-se totalmente inoperantes devido a vandalismos e depredações.

Portanto há necessidade de se realizar a reposição completa das instalações elétricas do painel de comando das comportas, incluindo a reinstalação rede elétrica que se encontra desenergizada devido ao furto dos cabos e fios elétricos.

10.3 GRUPO GERADOR DIESEL ELÉTRICO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA EMERGENCIAL DAS COMPORTAS DA BARRAGEM

O grupo gerador diesel elétrico de alimentação elétrica emergencial foi vandalizado, sendo seu paradeiro desconhecido.

Portanto há necessidade de se realizar a reposição completa do grupo gerador diesel elétrico de emergência.

11 SISTEMA DE VIGILÂNCIA ELETRÔNICA DA BARRAGEM

O sistema de vigilância eletrônica será constituído por câmeras de telemonitoramento das principais instalações da barragem, em especial dos principais portões do barramento e da plataforma de operação das comportas dos túneis de descarga.

O telemonitoramento será constituído por câmeras de vigilância instalados adequadamente nas áreas de interesse do barramento, com possibilidade de receber as imagens das áreas monitoras nas sedes regional e central da DCSC, por meio da internet.

**12 ORÇAMENTO PRELIMINAR DOS SERVIÇOS DE RECUPERAÇÃO DA
BARRAGEM, EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS**



923 - DCSC - BARRAGEM NORTE/JOSÉ BOITEAUX

RECUPERAÇÃO DAS OBRAS CIVIS E EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS DA BARRAGEM

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE CUSTOS - Rev 011 - 26/10/21

Ref.	CÓDIGO	Item (revisado)	DISCRIMINAÇÃO	Unid.	Quant.
		5	RECUPERAÇÃO DAS OBRAS CIVIS DA BARRAGEM		
		5.1	ESTRUTURAS DE ENROCAMENTO BARRAGEM		
		5.1.1	Vegetação Arbustiva dos Taludes da barragem		
SICRO	4915761	5.1.1.1	Corte manual e limpeza da vegetação sobre os taludes de enrocamento de montante e jusante	m ²	55.072,00
SICRO	4915761	5.1.1.2	Desmatamento e remoção manual da vegetação de pequeno (arbustos e capim) e médio (árbustos de árvores de até 20 cm de diâmetro) .	m ²	56.228,00
		5.1.2	Vegetação de pequeno a médio porte na área de segurança da barragem		
SICRO	1600412	5.1.2.1	Raspagem/regularização da superfície da crista para desobstrução e drenagem, com posterior lançamento de revestimento primário	m ²	2.827,50
SICRO	4011219	5.1.2.2	Regularização com lançamento de revestimento primário.	m ³	565,50
SICRO	4915777	5.1.3	Recolocação das guias e reconstituição da drenagem original por meio de passagens de água pelas guias (vão de 20 em 20 m).	m l	754,00
		5.2	RESERVATÓRIO DA BARRAGEM		
COMP.	CPU 001	5.2.1	Recuperação da Estrada de Acesso às Estruturas de Emboque Tipo Tulipa dos Túneis de Descarga	m	800,00
SICRO	4015800	5.2.2	Remoção dos troncos e galhos de árvores junto às estruturas de concreto.	m ³	60,00
SICRO	5502120	5.2.3	Remoção dos sedimentos acumulados, em especial no entorno das estruturas de emboque dos túneis de descarga	m ³	6.000,00
		5.3	ESTRUTURA DE CONCRETO DA GALERIA DE DESCARGA (OU GALERIAS DE DESVIO)		
COMP.	CPU 001	5.3.1	Recuperação da Estrada de Acesso à Estrutura de Entrada das Galerias de Descarga (ou Galerias de Desvio)	m	780,00
SICRO	4915768	5.3.2	Supressão da vegetação existente, que já é de médio porte.	m ³	
SICRO	4915768	5.3.3	Remoção de acúmulo de troncos e galhos de árvore na entrada das galerias de desvio	m ³	5,00
SICRO	3816118	5.3.4	Realizar a instalação de guarda guarda corpo nas estruturas de entrada da galeria de descarga	m	70,00

Ref.	CÓDIGO	Item (revisado)	DISCRIMINAÇÃO	Unid.	Quant.
SICRO	3816118	5.3.5	Realizar a instalação de guarda guarda corpo nas estruturas de saída da galeria de descarga	m	170,00
		5.4	ESTRUTURAS DE CONCRETO DOS TÚNEIS DE DESCARGA		
SICRO	1109680	5.4.1	Realizar os trabalhos de recuperação das pequenas avarias existentes nas estruturas de concreto.	m³	3,00
SICRO	4915768	5.4.2	Supressão da vegetação de médio e grande porte do entorno da estrutura situado na ARP das estruturas dos canais de restituição dos túneis de descarga	m³	
SICRO	3816118	5.4.3	Instalação de guarda corpo nas estruturas de saída dos tuneis e canais de descarga	m	130,00
SINAPI	102122	5.4.4	Limpeza das canaletas e orifícios de drenagem, com previsão de instalação de bombas portáteis de drenagem na galeria das comportas deslizantes	unid.	1,00
		5.5	EDIFICAÇÕES DA PLATAFORMA DE OPERAÇÃO DAS COMPORTAS		
Cotação	Internet	5.5.1	Reforma completa da edificação da casa de comando das comportas, inclusive do WC existente, reinstalando as portas, esquadrias, piso, parede, pintura, instalações hidráulicas e elétricas.	m²	23,86
Cotação	Internet	5.5.2	Reforma completa da edificação da guarita de vigilância, inclusive instalação de uma escada e pia com pequena copa, reinstalando as portas, esquadrias, piso, parede, pintura e instalações elétricas.	m²	18,41
SICRO	.0909620	5.5.3	Reforma completa do muro patrimonial da área de operação das compostas, com fechamento de cavidades, regularização das superfícies e pintura e instalação de concertinas	m²	121,04
SICRO	3713904	5.5.4	Substituição do guarda corpo existente por uma mureta contínua de concreto	m	43,47
		5.5.5	Reforma da guarita do portão de entrada	m²	3,06
SICRO		5.6	PONTE DE ACESSO À CRISTA DA BARRAGEM (SOBRE O CANAL DE RESTITUIÇÃO DO VERTEDOURO)		
SICRO	4915672	5.6.1	Remoção dos sedimentos e o desentupimento dos drenos	m	10,00
COMP.	CPU 002	5.6.2	Substituição dos tampos quebrados (0.92x1.00x0.10 m)	un.	15,00
SICRO	3713904	5.6.3	Reforma completa dos guarda corpos da ponte, devendo ser totalmente substituído por uma guarda corpo novo, do tipo mureta de concreto	m	232,04
SICRO	2003817	5.6.4	Implantação de canaletas de drenagem em cada lado da via, até o topo da calha do vertedouro	m	0,00

Ref.	CÓDIGO	Item (revisado)	DISCRIMINAÇÃO	Unid.	Quant.
SICRO	4915761	5.6.5	Realizar a supressão da vegetação das canaletas de drenagem	m²	200,00
		5.7	PONTE DE JUSANTE DA BARRAGEM (SOBRE O RIO HERCÍLIO)		
SICRO	4915672	5.7.1.a	Remoção dos sedimentos e o desentupimento dos drenos.	m	120,00
SICRO	3713904	5.7.1.b	Reforma completa dos guarda corpos da ponte, devendo ser totalmente substituído por uma guarda corpo novo, do tipo mureta de concreto	m	188,82
SICRO	1107896	5.7.2	Recuperação da erosão localizada na parte inferior da parede de contenção da margem esquerda com preenchimento do vazio com concreto	m³	2,00
		5.8	ESTRADAS VICINAIS DE JUSANTE DA BARRAGEM		
		5.8.1	Recuperação da Estrada Vicinal de Jusante da Margem Direita, com supressão da vegetação, realização do alargamento do leito e recomposição do revestimento primário original e implantação de canaletas e bueiros de drenagem superficial	m	920,00
SICRO	4915761	5.8.1.1	Desmatamento, destocamento, limpeza de área e estocagem do material de limpeza com árvores de diâmetro até 0,15 m	m²	9.200,00
SICRO	4011209	5.8.1.2	Regularização do subleito	m²	9.200,00
SICRO	5914359	5.8.1.3	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em leito natural (material de jazida, 10 km)	m³xkm	6.200,00
SICRO	4015612	5.8.1.4	Execução de revestimento primário com material de jazida (espessura de 40 cm)	m³	4.880,00
SICRO	5502904	5.8.1.5	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.000 m - caminho de serviço em leito natural - com caminhão de 14,00 m³ (extensão de 300,00 m)	m³	3.000,00
SICRO	5914359	5.8.1.6	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em leito natural (material para bota-fora, 9 km)	m³xkm	27.000,00
SICRO	2003868	5.8.1.7	Lastro de pedra de mão ou rachão - espessura de 30 cm (extensão de 300,00 m)	m³	1.800,00
		5.8.2	Recuperação da Estrada Vicinal de Jusante da Margem Esquerda, com supressão da vegetação, realização do alargamento do leito e recomposição do revestimento primário original e implantação de canaletas e bueiros de drenagem superficial	m	900,00
SICRO	4915761	5.8.2.1	Desmatamento, destocamento, limpeza de área e estocagem do material de limpeza com árvores de diâmetro até 0,15 m	m²	9.000,00
SICRO	4011209	5.8.2.2	Regularização do subleito	m²	9.000,00
SICRO	5914359	5.8.2.3	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em leito natural (material de jazida, 10 km)	m³xkm	45.000,00

Ref.	CÓDIGO	Item (revisado)	DISCRIMINAÇÃO	Unid.	Quant.
SICRO	4015612	5.8.2.4	Execução de revestimento primário com material de jazida (espessura de 40 cm)	m³	3.600,00
SICRO	3205866	5.8.2.5	Proteção lateral da pista com gabião tipo caixa 2 x 1 x 1,00 m - Zn/Al + PVC - D = 2,4 mm - Extensão de 150 m	m³	150,00
		5.10	SISTEMA DE SEGURANÇA PATRIMONIAL		
SICRO	4915761	5.8.2.1	Desmatamento e remoção manual da vegetação de pequeno (arbustos e capim) e médio (arbustos de árvores de até 20 cm de diâmetro) .	m²	3.400,00
SINAPI	98522	5.10.1	Cerca do tipo tipo alambrado, com pilaretes e tela (malha 70 mm e 1,80 m de altura), com concertina (espiral farpada) na parte superior, em todo o perímetro da Área de Segurança.	m	2.000,00
SICRO	3716610	5.10.2	Cerca com 4 fios de arame farpado e mourão de concreto de seção quadrada de 11 cm a cada 2,5 m e esticador de 15 cm a cada 50,00 m	m	1.400,00
Cotação	Internet	5.10.2	Instalação de três portões - P1, P2 e P3 (tipo metálico, de aço, com face cega), com manobra motorizada, com comando manual ou telecomando local)	unid	3,00
		5.12	Serviços Diversos		
		5.12.1	Demolição da edificação irregular na margem direita	m²	149,00
SIURB	07-22-00	5.12.2	Remoção de entulhos e limpeza da galeria das comportas deslizantes (após a recuperação da operacionalidade da ponte rolante)	m³	50,00
		5.12	INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS		
			Mobilização	gl	0,50%
			Desmobilização	gl	0,50%
			Construção do Canteiro de Obras	gl	3,50%
			Operação e manutenção do Canteiro de Obras	gl	7,50%
		6	RECUPERAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGA E HIDROMECAÑICOS DA BARRAGEM		
		6.1	PONTE ROLANTE DE MANUTENÇÃO DAS COMPORTAS		
		6.1.1	Reposição da ponte rolante.	gl	1,00
		6.1.2	Reposição da gaiola para movimentação de pessoal e cargas leve de manutenção	gl	1,00
		6.1.3	Realizar a recuperação da viga pescadora com lavagem, desingripamento, lubrificação, reposição de patins de nylon, jateamento e pintura, incluindo um berço de estocagem.	gl	1,00

Ref.	CÓDIGO	Item (revisado)	DISCRIMINAÇÃO	Unid.	Quant.
		6.2	PÓRTICO MÓVEL DE MANUTENÇÃO DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO		
		6.2.1	Recuperação do pórtico rolante com lavagem, desengripamento, lubrificação, reposição de correntes, jateamento e pintura.	gl	1,00
		6.2.2	Recuperação da Viga Pescadora das Comportas Deslizantes dos Túneis de Descargacom, incluindo lavagem, desengripamento, lubrificação, reposição de patins de nylon, jateamento e pintura, incluindo a fabricação de um berço metálico de estocagem metálico	unid	1,00
		6.3	SISTEMA DE ACIONAMENTO DAS COMPORTAS DESLIZANTES DE CONTROLE DE VAZÃO		
		6.3.1	Reposição da Unidade Hidráulica, incluindo a bacia de contenção de óleo.	gl	1,00
		6.3.2	Revisão e adequação das tubulações óleo-hidráulicas, incluindo pintura, drenagem do óleo velho existente, lavagem do circuito de óleo com “flushing” especial e carga de óleo hidráulico novo	gl	1,00
		6.3.3	Servomotores de Acionamento das Comportas Deslizantes		
		6.3.3.1	Serviços de conservação, com realização de pintura, drenagem do óleo velho, lavagem com flushing especial e carga de óleo hidráulico novo.	gl	1,00
		6.4	Sistema de Medição de Abertura da Comporta Deslizante		
		6.4.1	Recuperação do sistema de medição de abertura das comportas deslizantes, realizando a substituição dos cabos, roldanas e réguas de indicação da abertura.	gl	1,00
		6.5	Dutos de Aeração das Comportas Deslizantes de Controle de Vazão		
		6.5.1	Realizar a recuperação dos dutos do sistema de aeração das comportas, realizando jateamentos e pinturas.	gl	1,00
		6.6	GRADE DA LAJE SUPERIOR DA ESTRUTURA DE EMBOQUE TIPO TULIPA DO TÚNEL INTERNO DE DESCARGA		
		6.6.1	Reposição da Grade Horizontal da Laje Superior da Estrutura de Emboque Tipo Tulipa do Túnel Interno de Descarga	gl	1,00
		6.6.2	Realizar os trabalhos de manutenção das grades verticais, considerando a remoção, jateamento, pintura e recolocação das grades existentes	gl	1,00

Ref.	CÓDIGO	Item (revisado)	DISCRIMINAÇÃO	Unid.	Quant.
		6.7	Escada Tipo Marinheiro de Acesso à Galeria das Comportas		
		6.7.1	Recuperação da tampa metálica do poço de acesso às comportas deslizantes, incluindo a confecção e instalação de uma grelha metálica e uma tampa circular de fechamento do acesso da escada de marinheiro	gl	1,00
		6.7.2	Recuperação da escada de marinheiro, incluindo serviços de desoxidações, aplicação de pinturas de proteção e pinturas de acabamento da escada de marinheiro e guarda corpo, com realização dos serviços de reparo dos guarda-corpos metálicos e troca das chapas de piso dos patamares de descanso	gl	1,00
		6.7.3	Instalação de dobradiças, borrachas de vedação e travas de fechamento da "janela" do duto de aeração	gl	1,00
		7	REDE DE ALIMENTAÇÃO, INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, VIGILÂNCIA ELETRÔNICA E INSTRUMENTAÇÃO		
		7.1	Rede de Alimentação Elétrica	gl	1,00
		7.2	Instalações Elétricas	gl	1,00
		7.3	Reposição do grupo gerador de emergência.	gl	1,00
		7.4	SISTEMA DE VIGILÂNCIA ELETRÔNICA DA BARRAGEM	gl	1,00
		7.5	POSTO DE MEDIÇÃO TELEMÉTRICA DO NÍVEL D'ÁGUA DO RESERVATÓRIO	un.	1,00

13 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As patologias identificadas nas obras civis da barragem não são de grande magnitude e nem afetam diretamente a integridade física ou segurança da barragem. Os serviços e obras de recuperação das obras civis da barragem são relacionadas com os trabalhos recuperação das facilidades de manutenção e da manutenção propriamente dita das diferentes obras e órgãos que compõem o barramento, acrescida de providências relacionadas com melhoria das condições de segurança patrimonial do barramento.

A patologia mais relevante da barragem refere-se à falta de operacionalidade dos equipamentos eletromecânicos, uma vez que os mesmos sofreram depredações severas, além da ausência de serviços de manutenção por longo período, são descritas, de forma resumida, as principais patologias associadas aos equipamentos eletromecânicos da barragem:

- Necessidade de se recuperar/repor a ponte rolante de manutenção das comportas deslizantes dos túneis de fuga;
- Necessidade de uma nova unidade hidráulica, completa, em substituição à que existia, pois a que existia foi totalmente depredada e inutilizada;
- Necessidade de se refazer o sistema de indicação de abertura das comporta, em substituição ao que existia, pois o que existia foi totalmente depredado e inutilizado, só restando as réguas;
- Necessidade de se recuperar a viga pescadora da comporta deslizante, repondo as guias desaparecidas de teflon e execução de um berço apropriado para armazenamento da viga pescadora;
- Necessidade de se reinstalar todo o sistema de cabeamentos de alimentação elétrica da barragem e todos aqueles de iluminação, segurança, comando e força necessárias para operação dos diversos componentes e equipamentos que também desapareceram;
- Necessidade de um novo painel elétrico de proteção e comando das comportas, em substituição ao que existia, pois o que existia foi totalmente depredado e inutilizado;
- Necessidade de se refazer toda a fiação elétrica de força e cabos de alimentação da unidade eletro hidráulica e da sala de comando, em substituição à que existia, pois a que existia foi totalmente depredada e inutilizada;
- Necessidade de se instalar o sistema de iluminação da sala de comando e da área externas, em substituição ao que existia, pois o que existia foi totalmente depredado e inutilizado. Necessidade de se repor o sistema de geração emergência, devido ao desaparecimento da unidade que existia no local, restando somente a base.

A avaliação preliminar de custos de recuperação das obras civis, bem como de aquisição e recuperação dos equipamentos e sistemas elétricos da barragem é estimada em R\$ 4.350.000,00, sendo aproximadamente 50% do valor total relativa aos serviços de recuperação das obras civis da barragem e 50 % do valor total relativa aos serviços de

recuperação dos equipamentos eletromecânicos da barragem e rede/instalações elétricas da barragem.



TERMO DE INFORMAÇÃO

Em resposta ao PARECER Nº 18/2026-PGE/COJUR/NUCONT

Segue abaixo as respostas solicitadas no **PARECER Nº 18/2026-PGE/COJUR/NUCONT**, às fls. 0868 a 0891 dos autos do processo SGP-e **SDC 00004911/2025**, pertinentes a minuta de edital de licitação:

As respostas dos itens a.1), a.2), a.3.1), a.3.2), a.3.3), a.3.4), a.3.5), a.3.7), a.3.8), a.3.9), a.4), a.5), a.10), a.11), a.12), a.15) e a.17) **foram respondidas e inseridas no processo pela SDC/DIOP na peça Informação Técnica 024_DIOP_2026 - SDC 4911_2025 - Supervisão José Boiteux nas fl. 0955-0958 dos autos.**

a.3.6) a Lei n.º 14.133/2021 exige que a atribuição de notas e quesitos seja feita por banca designada para esse fim, cuja composição consta do §1º do art. 37, o que deve ser observado pela Administração. Destaca-se o entendimento da doutrina de que esse dispositivo legal determina a constituição de uma banca de especialistas, inconfundível com a comissão da contratação;

Resposta: Considerando que o procedimento licitatório em epígrafe adota o critério de julgamento por técnica e preço, nos termos do art. 37 da Lei nº 14.133/2021, para a contratação de serviços técnicos especializados de natureza predominantemente intelectual, relacionados à elaboração de projetos e/ou execução de obras de engenharia;

a.6) recomenda-se revisão do item 7.3.2 do edital, pois parece contrariar o disposto no art. 63, II, da Lei n.º 14.133/2021;

Resposta: Foi retirado do edital.

a.7) seja juntada a autorização da autoridade competente para a abertura da licitação;

Resposta: Autorização se encontra na fl. 0977 dos autos.

a.8) seja juntada aos autos a certificação do encerramento da fase Preparatória (art. 40, caput, do Decreto estadual nº 47/2023);

Resposta: A documentação de planejamento consta nos processos vinculados, bem como nas documentações anexas entre as fls. 001-0766 dos autos. Considera-se o encerramento da fase preparatória o encaminhamento do processo para SIE/GELIC.

a.9) juntada da requisição de compra do WebLIC (art. 4º, VIII, do Decreto nº 47/23);

Resposta: A requisição encontra-se na fl. 0961 dos autos.

a.13) inserir no edital que as certidões ou atestados exigidos podem demonstrar capacidade operacional na execução de serviços similares de complexidade tecnológica e operacional equivalente ou superior, em atenção ao inciso II do art. 67 da Lei n.º 14.133/2021 e ao Acórdão 298/2024 – Plenário - TCU;

Resposta: Inserido nos itens 9.10 e 11.2.3.4 do edital.

a.14) inserir no edital previsão de tratamento diferenciado às ME se EPPs, se couber (art.4º da LLCA), como modelo de declaração a que se refere o art.4º, §2º, LLCA;

Resposta: Se encontra no item 8.5 do edital.

a.16) sejam submetidos os autos à prévia deliberação do GGG;

Resposta: Consta a aprovação da solicitação SIGEF 2026SO000177, fls. 0975 dos autos.

Florianópolis, data da assinatura.



ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE
GERÊNCIA DE LICITAÇÕES

(assinado digitalmente)

César Santos Farias
Gerente de Licitações