

PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM PCH CACHOEIRA DA LIXA



CLX-PSB-001-00-24

NOVEMBRO/2024

Diretor Operações:

Vágner Serrato - V2I Energia

ENERGÉTICA SERRA DA
PRATA S/A

Responsável Técnico Seg. Barragem:

Henrique Y. Vieira– Prosenge Eng.

Eng. Civil - CREA PR 61.964/D

Responsável elaboração PSB:

Henrique Y. Vieira– Prosenge Eng.

Eng. Civil - CREA PR 61.964/D

00	11/11/2024	Emissão inicial	PBE	Prosenge Projetos e Engenharia
Revisão	Data	Objeto da revisão	Redação	Empresa

1	INTRODUÇÃO	1
2	HISTÓRICO.....	2
2.1	Objetivo	2
2.2	Organização do Relatório.....	3
3	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	5
3.1	Empresa	5
3.2	Representantes Legais.....	5
3.3	Coordenador de O&M e Coordenador do PAE	5
3.4	Identificação do Responsável Técnico da Barragem	5
3.5	Organograma da Equipe	6
4	DADOS TÉCNICOS DO EMPREENDIMENTO E NECESSÁRIOS PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS BARRAGENS	7
4.1	Características Técnicas Usina	7
4.1.1	Localização e acessos	10
4.1.2	Reservatório	12
4.1.3	Barragem.....	12
4.1.4	Vertedouro.....	14
4.1.5	Circuito Hidráulico	15
4.2	Características hidrológicas, geológicas e sísmicas	24
4.2.1	Características Hidrológicas	24
4.2.2	Análise das estruturas extravasoras	30
4.2.3	Características Geológicas no Local da Barragem	31
4.2.4	Critérios sismológicos.....	39
4.3	Operação e Manutenção da Barragem	39
4.3.1	Plano de Esvaziamento Reservatório.....	39
4.3.2	Plano de Descomissionamento da Barragem	40
4.3.3	Manual de Operação e Manutenção da Barragem.....	40
4.4	Instrumentação de Auscultação	40
5	ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E QUALIFICAÇÃO TÉCNICA.....	43
5.1	Estrutura Organizacional	43
5.1.1	Equipe Geral da Segurança da Barragem	44

5.1.2	Identificação do Responsável Técnico da Barragem	44
5.1.3	Organograma da Equipe	45
5.1.4	Estrutura Organizacional na usina da Segurança da Barragem	45
5.2	Qualificação Técnica	46
6	MANUAIS DE PROCEDIMENTOS DOS ROTEIROS DE INSPEÇÕES DE SEGURANÇA E MONITORAMENTO E RELATÓRIO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM ...	47
6.1	Cadastro das Estruturas.....	47
6.1.1	PCHCLX-BA → BARRAGEM TERRA.....	47
6.1.2	PCHCLX-VT → VERTEDOURO	48
6.1.3	PCHCLX-CA → CANAL DE ADUÇÃO	48
6.1.4	PCHCLX-TAA → TOMADA D'ÁGUA CANAL DE ADUÇÃO	48
6.1.5	PCHCLX-CO → CONDUTO FORÇADO	48
6.1.6	PCHCLX-CF → CASA DE FORÇA	49
6.1.7	PCHCLX-SC → SÍTIO CIRCUNVIZINHO	49
6.2	Planejamento das Inspeções	49
6.2.1	Tipos e Frequência das Inspeções.....	49
6.2.2	Classificação dos Inspetores.....	51
6.2.3	Itinerário e Materiais para Inspeções	52
6.2.4	Observações e Fichas de Inspeções.....	52
6.3	Resumo das Fichas de Inspeções	58
6.3.1	Inspeções Regulares e Especiais	58
6.4	Monitoramento da Instrumentação de Auscultação	59
6.4.1	Frequência de Leituras.....	59
6.4.2	Valores de Controle.....	60
6.4.3	Calibração dos instrumentos	60
6.4.4	Monitoramento e Avaliação	60
6.5	Manutenções Periódicas Usina	61
6.6	Fluxo de informação, instrumentação de auscultação e equipe de inspeção	62
7	REGRA OPERACIONAL DE DISPOSITIVO DE DESCARGA.....	65
8	ÁREA A SER RESGUARDADA	67
9	PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA	68

10	RELATÓRIOS DAS INSPEÇÕES DE SEGURANÇA	69
10.1	Relatório Mensal.....	69
10.2	Relatório Anual	69
10.3	Relatório Especial.....	71
11	REVISÕES PERIÓDICAS DE SEGURANÇA.....	72
12	IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS, COM DEFINIÇÃO DAS HIPÓTESES E DOS CENÁRIOS POSSÍVEIS DE ACIDENTE OU DESASTRE.....	74
12.1	Cenários de não rompimento – Simulação 1	74
12.2	Cenário de rompimento – Simulação 2	74
12.3	Cenário efeito cascata.....	74
13	MAPA DE INUNDAÇÃO, CONSIDERANDO PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO.....	76
14	IDENTIFICAÇÃO E DADOS TÉCNICOS DAS ESTRUTURAS, DAS INSTALAÇÕES E DOS EQUIPAMENTOS DE MONITORAMENTO DA BARRAGEM	79
15	EQUIPE TÉCNICA	80
16	BIBLIOGRAFIA.....	81
17	ANEXOS	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Montante da PCH Cachoeira da Lixa	8
Figura 2 – Jusante da PCH Cachoeira da Lixa.....	9
Figura 3 – Desenho Acesso Geral da PCH Cachoeira da Lixa	10
Figura 4 – Desenho Acesso Estrada Vicinal da PCH Cachoeira da Lixa	11
Figura 5 - Planta geral do Barragem	13
Figura 6 - Barragem, seção típica	13
Figura 7 – Curva de Descarga – Vertedouro	15
Figura 8 - Arranjo geral da PCH Cachoeira da Lixa.....	18
Figura 9 – Arranjo Geral de Montante	19
Figura 10 – Seções da Barragem	20
Figura 11 – Seções do Vertedouro	21
Figura 12 – Arranjo Geral de jusante	22
Figura 13 – Circuito de Geração - Planta e Seção	23
Figura 14 – Mapa com indicação da localização da PCH Cachoeira da Lixa	24
Figura 15 – Geologia local - Fonte: Mapa geológico de superfície – 0501-CL-DE-410-12-008.....	34
Figura 16 - Planta de localização das seções geológicas na região do barramento.....	36
Figura 17 – Seção geológica AA - longitudinal ao barramento.....	37
Figura 18 – Seção geológica BB – longitudinal ao eixo do túnel de desvio	38
Figura 19 – Seção geológica CC – canal de adução (trecho de montante)	38
Figura 20 - Seção geológica CC – Canal de Adução e Tomada D'água.....	39
Figura 21 – Localização da Instrumentação do Barramento	41
Figura 22 – Representação esquemática das anomalias	55
Figura 23 – Curva de Descarga – Vertedouro	65
Figura 24 – Vertedouro da PCH Cachoeira da Lixa.....	66
Figura 25 – Área Resguardada – PCH Cachoeira da Lixa	67
Figura 26 - Mapa Rompimento PCH Cachoeira da Lixa TR 10.000 nos	77

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Aproveitamentos Hidrelétricos no Rio Jucuruçu do Sul, próximos a PCH Cachoeira da Lixa	11
Tabela 2 – Curva CotaxÁreaxVolume – PCH Cachoeira da Lixa	12
Tabela 3 – Barragem - Resultados das análises de estabilidade	14
Tabela 4 - Curva de descarga Vertedouro	15
Tabela 5 – Vazão Média Mensal PCH Cachoeira da Lixa	25
Tabela 6 – Permanência de Vazão para PCH Cachoeira da Lixa	26
Tabela 7 – Vazão Máxima Média Diária – PCH Cachoeira da Lixa	27
Tabela 8 – Mês de Ocorrência de Máximas Cheia Anuais	28
Tabela 9 – Vazões Máximas para diversos Tempos de Recorrência e Parâmetros Cálculo	29
Tabela 10 – Vazão Máxima Instantânea para diferentes TR – PCH Cachoeira da Lixa	29
Tabela 11 – Vazões de Cheia na PCH Cachoeira da Lixa – RPS e Projeto Básico	30
Tabela 12 – Projeto básico: Sondagem geofísica	32
Tabela 13 – Projeto básico – sondagens diretas	32
Tabela 14 - Projeto Pré-Executivo – sondagens mistas e rotativas	32
Tabela 15 – Projeto Executivo – sondagens a percussão	33
Tabela 16 - Projeto Executivo/Construção – sondagens rotopercussivas	33
Tabela 17 – Instrumentação – Barragem	41
Tabela 18 - Tipo e frequência das inspeções de segurança	49
Tabela 19 – Frequência Leituras Instrumentação – PCH Cachoeira da Lixa	59
Tabela 20 – Valores de Controle PZs – PCH Cachoeira da Lixa	60
Tabela 21 – Valores de atenção e alerta para o medidor de vazão.	60
Tabela 22 – Tempo de chegada da onda e níveis de água em cada seção para TR 10.000 anos	78

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório contempla o Plano de Segurança de Barragem da PCH Cachoeira da Lixa, no Rio Jucuruçu do Sul, pertencente à **ENERGÉTICA SERRA DA PRATA S/A.** do grupo V2i Energia, localizada no estado da Bahia.

Visa atender a Política Nacional de Segurança de Barragens – Lei Federal nº 12.334/2010 alterada pela Lei 14.066/2020 e a Resolução Normativa – ANEEL - Nº 1064/2023.

Este plano foi elaborado para todas as estruturas da usina, obtendo um plano completo de monitoramento, manutenção e operação das estruturas da Usina.

Estabelece orientações gerais quanto as metodologias e procedimentos, de forma a assegurar adequadas condições de segurança para a barragem e estruturas anexas.

2 HISTÓRICO

A PCH Cachoeira da Lixa de potência instalada de 14,80 MW em operação comercial em janeiro/2008.

Em novembro de 2016 O consultor Paulo Vilas Bôas Machado, elaborou o primeiro Plano de Segurança de Barragens, através do documento **PSB PCH Cachoeira da Lixa (PSB- CL-V1-T1 a PSB-CL-V4-T2)**, o qual será revisado e substituído pelo documento em questão.

Já em novembro/2021 foi elaborado pela Fractal Engenharia o primeiro Plano de Ação de Emergências **(975-CLX-PAE-RT)**, sendo última versão emitida em novembro/2022. Este documento também será revisado e substituído pelo novo PAE, documento CLX-PAE-001-00-24 de acordo com nova legislação e mudanças devido a primeira Revisão periódica de segurança da barragem também realizada em 2024.

2.1 Objetivo

De acordo com a Lei 12.334 de setembro de 2010 alterada pela 14.066/2020 e da Resolução Normativa nº 1.064 de 2 maio de 2023, todas as barragens deverão ser classificadas conforme o risco e o dano potencial associado.

Ainda conforme Lei 12.334 e Resolução Normativa nº 1.064/2023, a barragem da PCH Cachoeira da Lixa se enquadra na matriz de classificação de barragem como **classe B**, isto é, categoria de risco BAIXO e dano potencial ALTO. Logo, devido a esta classificação se faz necessário a elaboração do Plano de Segurança da Barragem (documento em questão) e o Plano de Ação de Emergências (CLX-PAE-001-00-24).

O Plano de Segurança da Barragem tem como objetivo determinar as condições relativas à segurança estrutural e operacional das barragens, identificando os problemas e recomendando tanto reparos corretivos, restrições operacionais e/ou modificações quanto análise/estudos para determinar as soluções dos problemas.

O Plano de Segurança da Barragem conterá os Manuais de Operação, Manutenção e Inspeção (OMI) para a Barragem.

O Plano de Ação de Emergência (PAE) contemplará procedimentos tanto em situações de normalidade como de anormalidade, que deverão ser revistos continuamente, de modo a possibilitar uma ação rápida e segura quando da eminência de um desastre ou da efetivação do mesmo. Deverá ser dada ampla divulgação aos órgãos e instituições envolvidas, principalmente as prefeituras das cidades que possivelmente poderão ser atingidas.

O Plano de Ação de Emergência (PAE) visa ainda estabelecer os procedimentos que contribuam para minimizar os danos causados nas áreas de jusante, decorrentes de situações críticas que possam vir a acontecer em virtude de riscos hidrológicos ou da ruptura da barragem. A atenção deste trabalho será voltada, principalmente, com as consequências à jusante com hipotética ruptura da barragem.

O Plano de Ação de Emergência (PAE) definirá as responsabilidades, conforme as atribuições de cada órgão de Governo e Organizações de suporte, sendo que para o agente operador

deve caber a tarefa de alertar os órgãos públicos sobre a possibilidade de ocorrências de eventos extremos, independente da origem dos mesmos, visando à minimização de danos causados por um eventual desastre.

Conforme a Lei nº 12.334, o Plano de Segurança da Barragem deve compreender, no mínimo, as seguintes informações:

- I - Identificação do empreendedor;
- II - Dados técnicos referentes à implantação do empreendimento, inclusive, no caso de empreendimentos construídos após a promulgação desta Lei, do projeto como construído, bem como aqueles necessários para a operação e manutenção da barragem;
- III - Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de segurança da barragem;
- IV - Manuais de procedimentos dos roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento e relatórios de segurança da barragem;
- V - Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem;
- VI - Indicação da área do entorno das instalações e seus respectivos acessos, a serem resguardados de quaisquer usos ou ocupações permanentes, exceto aqueles indispensáveis à manutenção e à operação da barragem;
- VII - Plano de Ação de Emergência – No Caso da PCH Cachoeira da Lixa é necessário a elaboração do Plano de Ação de Emergência devido à Classe da Barragem B;
- VIII - Relatórios das inspeções de segurança;
- IX - Revisões periódicas de segurança;
- X – Identificação e avaliação dos riscos, com definição das hipóteses e dos cenários possíveis de acidente ou desastre;
- XI – Mapa de inundação, considerando pior cenário identificado;
- XII – Identificação e dados técnicos das estruturas, das instalações e dos equipamentos de monitoramento da barragem.

2.2 Organização do Relatório

O estudo está dividido segundo a seguinte estrutura:

- Cap.1 – Introdução
- Cap.2 – Histórico
- Cap.3 – Identificação do Empreendedor

- Cap.4 – Dados Técnicos do Empreendimento e Necessários para Operação e Manutenção das Barragens
- Cap.5 – Estrutura Organizacional e Qualificação Técnica
- Cap.6 – Manuais de Procedimentos dos Roteiros de Inspeções de Segurança e de Monitoramento e Relatórios de Segurança da Barragem
- Cap.7 – Regra Operacional de Dispositivo de Descarga
- Cap. 8 – Área a ser resguardada
- Cap. 9 – Plano de Ação de Emergência
- Cap.10 – Relatórios das Inspeções de Segurança
- Cap.11 – Revisões Periódicas de Segurança
- Cap.12 – Identificação e avaliação dos riscos, com definição das hipóteses e dos cenários possíveis de acidente ou desastre;
- Cap.13 – Mapa de inundação, considerando pior cenário identificado;
- Cap.14 – Identificação e dados técnicos das estruturas, das instalações e dos equipamentos de monitoramento da barragem.
- Cap.15 – Equipe Técnica
- Cap.16 – Bibliografia
- Cap.17 – Anexos

3 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

3.1 Empresa

ENERGÉTICA SERRA DA PRATA S/A. – CNPJ 05.982.449/0001-16

Estabelecida na Cidade de Salvador, Estado da Bahia, na Avenida Tancredo Neves, nº 450, 23º andar, salas 2301/2302, Caminho das Árvores, CEP 41820-901

PCH Cachoeira da Lixa - CNPJ/MF sob o nº.05.982.449/0004-69

Cidade Itamaraju, Estado da Bahia, IV. Povoado de São João da Prata, S/N, CEP. 45.836-000

Coordenadas – Latitude 17° 04'27,87" S e Longitude 40° 04' 10,18" O

3.2 Representantes Legais

Vágner Serrato - V2i Energia

Telefone: (48) 98871-8000

vagner.serratto@v2ienergia.com

3.3 Coordenador de O&M e Coordenador do PAE

Felipe Moraes - V2i Energia

Telefone: (33) 9997-8584

felipe.moraes@v2ienergia.com

3.4 Identificação do Responsável Técnico da Barragem

PROSENGE Projetos e Engenharia Ltda – ME – CNPJ 21.082.963/0001-51

www.prosenge.com

Endereço Escritório: Rua Lauro Linhares 2123 sala 204 Bloco B – Trindade Shopping
Florianópolis – SC – Cep: 88036-003

Telefone (49) 99124-0254

E-mail: henrique@prosenge.com

Engenheiro Civil: Henrique Yabrudi Vieira

CREA SC 057.323-9

3.5 Organograma da Equipe

As áreas diretamente ligadas à operação da Usina estão listadas a seguir em ordem crescente de responsabilidade.

PCH CLX			
NOME	FUNÇÃO	TELEFONE DE CONTATO	E-MAIL
Edivar Ribeiro de Souza	Assistente téc de O&M	73 98164-6504	edivar.souza@v2ienergia.com
Agnaldo José Soares	Técnico de manutenção	32 99839-8006	agnaldo.soares@v2ienergia.com
Danilo José Nóbrega do Carmo	Técnico de manutenção	32 99821-4251	danilo.nobrega@v2ienergia.com
Alexandro de Souza Almeida	Serviços gerais	73 98135-0731	alexandro.souza@v2ienergia.com
Abraão dos Santos Costa	Serviços gerais	73 98178-3779	abraao.costa@v2ienergia.com
Cosme Silva Souza Paiva	Serviços gerais	73 98181-8468	cosme.silva@v2ienergia.com
Leonardo Silva Matos	Serviços gerais	73 99143-9503	leonardo.matos@v2ienergia.com
Vanderlan Chaves Roma	Serviços gerais	73 98248-9459	vanderlan.roma@v2ienergia.com
Igor Rivelino Kucharski	Supervisor de O&M	69 98429-2942	Igor.rivelino@v2ienergia.com

4 DADOS TÉCNICOS DO EMPREENDIMENTO E NECESSÁRIOS PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS BARRAGENS

4.1 Características Técnicas Usina

A barragem da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Cachoeira da Lixa está situada no rio Jucuruçu do Sul, nas coordenadas 17° 04'27,87" S e 40° 04' 10,18" O.

A barragem consiste em um maciço de solo compactado com 18 m de altura máxima, 175 m de extensão e crista na El. 374,00 m. O espaldar de montante tem inclinação 2 H : 1 V com proteção em rocha tipo rip-rap entre as cotas 368,00 e 374,00 m. Na face de jusante, a inclinação dos taludes é de 1,8 H : 1 V com uma berma de equilíbrio, sendo que acima da El.370,00 esta inclinação passa a ser de 1,6H:1V. O controle das infiltrações no interior da barragem é efetuado através de um filtro vertical e de um tapete drenante horizontal.

Existe instrumentação na barragem, constituída de 4 piezômetros de tubo aberto, 5 marcos superficiais e 1 medido de vazão.

Sob a barragem de terra foi instalada tubulação para manter constante para jusante a vazão sanitária durante a operação da usina. Foi instalada válvula a jusante do barramento, na El. 354,85 m. O emboque da tubulação que leva à válvula está posicionado na El.361,85 e é protegido por uma grade.

O sistema extravasor é através de um vertedouro tem soleira livre em perfil Creager, com crista na elevação 370,00 m, largura 12,60 m. A estrutura está dimensionada para escoar a cheia decamilenar, com pico de 165,36 m³/s, com uma sobre-elevação máxima de 3,26 m no reservatório (RPS-2024). No final do trecho em concreto existe um defletor que lança o jato para longe do pé da estrutura. O restante da calha tem fundo em rocha, até o lançamento do fluxo no leito do rio.

O circuito de geração está posicionado na margem esquerda e é constituído de canal de adução, tomada de água, conduto forçado, casa de força e canal de fuga. A casa de força abriga duas unidades geradoras do tipo Francis de eixo horizontal, com potência instalada total de 14,80 MW, aproveitando uma queda bruta de 250,00 m.

Abaixo estão apresentadas algumas fotos gerais das estruturas de montante e jusante (Figura 1 e Figura 2).



Figura 1 – Montante da PCH Cachoeira da Lixa



Figura 2 – Jusante da PCH Cachoeira da Lixa

4.1.1 Localização e acessos

A PCH Cachoeira da Lixa faz parte de um conjunto de três PCHs da Energética Serra da Prata S.A., junto com duas outras implantadas no Córrego Colino, afluente da margem direita do rio Jucuruçu do Sul. As outras duas PCHs são denominadas Colino 1 e Colino 2. O conjunto das três PCHs é denominado “Complexo Serra da Prata”. Esses aproveitamentos estão situados no extremo sul do Estado da Bahia, entre os Municípios de Teixeira de Freitas, Medeiros Neto e Itamaraju.

A barragem da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Cachoeira da Lixa está situada nas coordenadas 17° 04'27,87" S e 40° 04' 10,18" O, com área de drenagem 180 km², conforme ficha técnica ANEEL.

O acesso à usina faz-se através da rodovia BR-101 que liga todo litoral do país, de onde parte-se no sentido sul da cidade de Porto Seguro em direção a cidade de Teixeira de Freitas. Continuando pela BA-290 por cerca de 65 km até cidade de Medeiros Neto, segue-se pela BA-126 por 41 km no sentido norte, até cruzamento com estrada vicinal vira-se a direita e por cerca de 8 km com placas indicativas até usinas ESPRA.

Na Figura 3 e Figura 4 a seguir apresenta-se o desenho geral e detalhado de acesso a Usina.

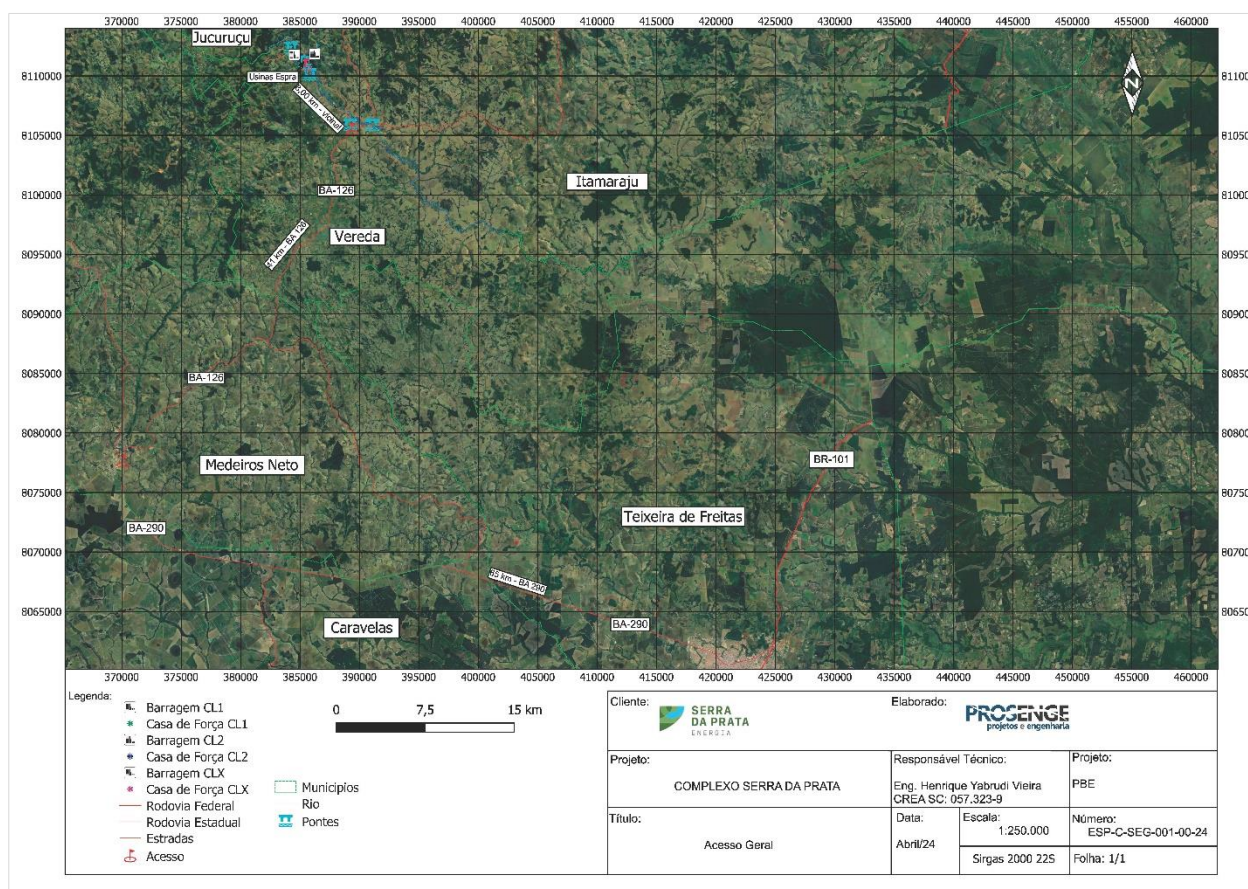


Figura 3 – Desenho Acesso Geral da PCH Cachoeira da Lixa

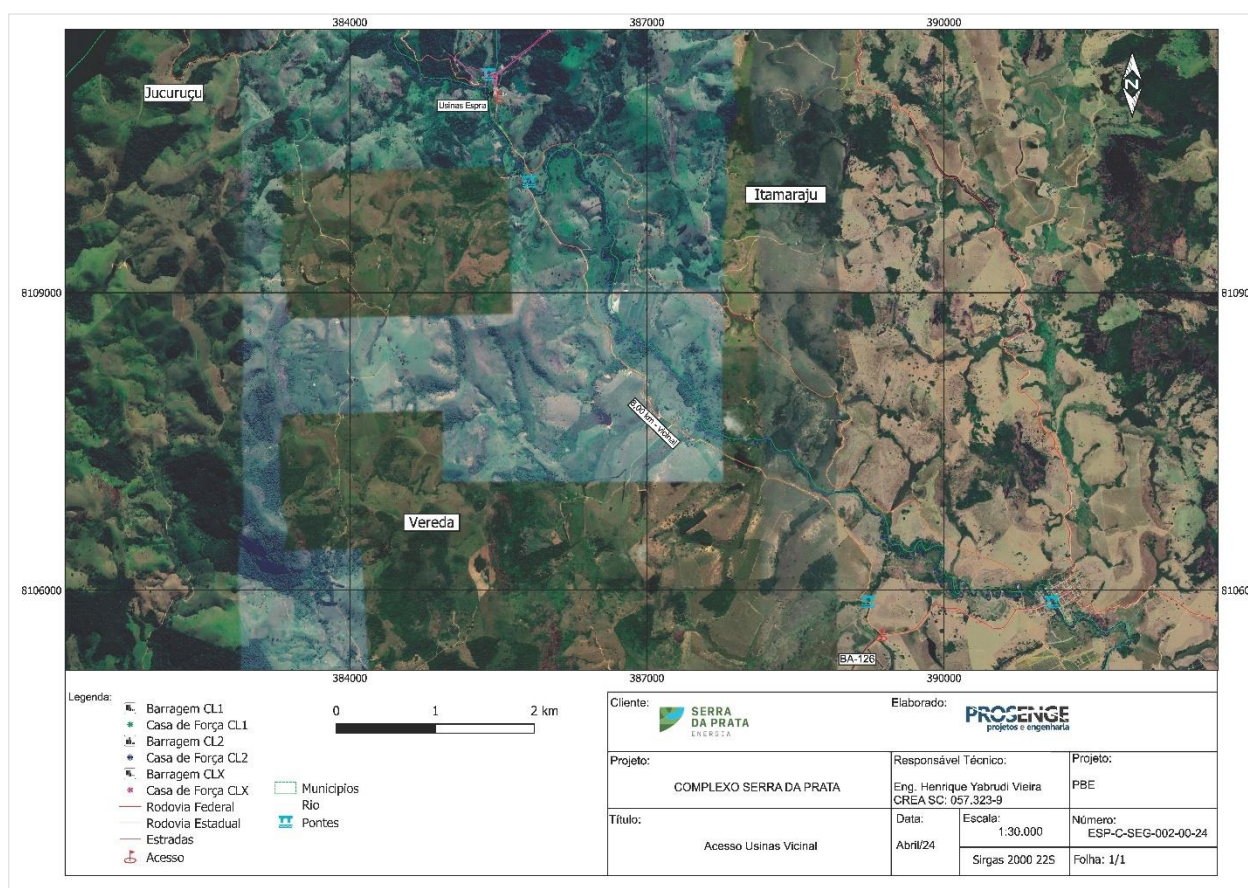


Figura 4 – Desenho Acesso Estrada Vicinal da PCH Cachoeira da Lixa

O desenho ESP-C-SEG-004-00-24-Area Resguardada CL1 e CLX, apresenta mapa da área definida em campo com cercas, portões, cancela e interfone para preservar área da usina também no Anexo I – 1 Gerais.

A Tabela abaixo apresenta a localização relativa da PCH Cachoeira da Lixa na divisão de quedas do Rio Jucuruçu do Sul, de acordo com ANEEL.

Tabela 1 – Aproveitamentos Hidrelétricos no Rio Jucuruçu do Sul, próximos a PCH Cachoeira da Lixa

Posição em relação à PCH Cachoeira da Lixa	Aproveitamento	Potência Instalada (MW)	Proprietário
Montante	Sem usina operação		
PCH Cachoeira da Lixa		14,80	ENERGÉTICA SERRA DA PRATA S/A.
Jusante	Sem usina operação		

Fonte (Aneel, 2024)

4.1.2 Reservatório

Foi obtida a curva cota x área x volume do projeto básico (WaterMark Engenharia e Sistemas Ltda – setembro 2002), sendo obtido para NA Normal na El. 370 m uma área de 0,120 km² e um volume de 0,70 hm³. Segue abaixo a curva do reservatório da PCH Cachoeira da Lixa.

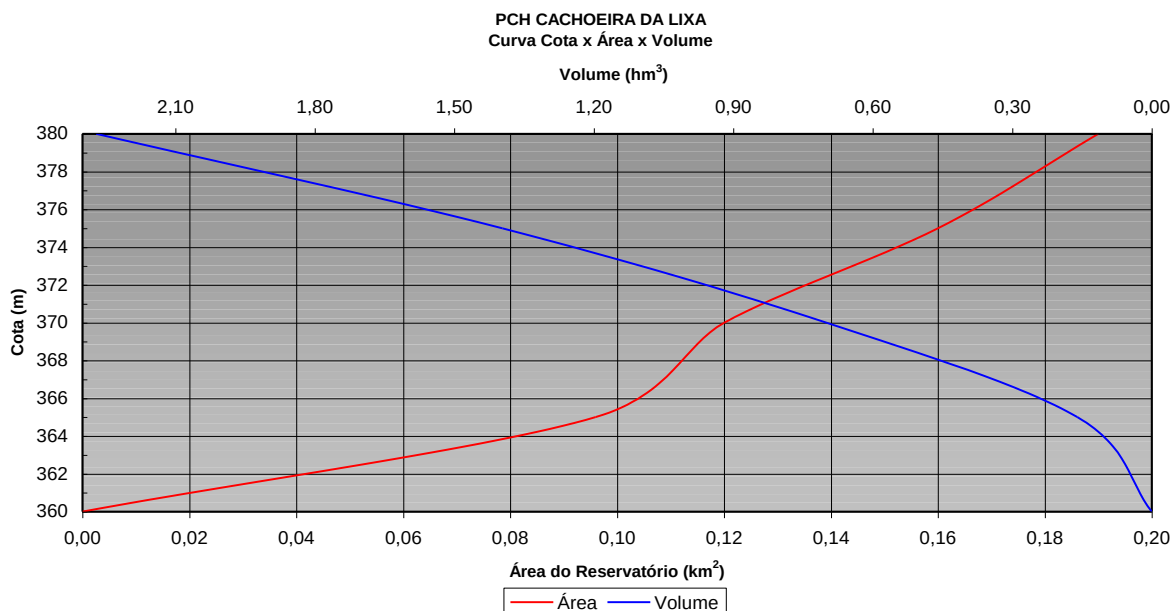


Tabela 2 – Curva Cota x Área x Volume – PCH Cachoeira da Lixa

Cota	Volume Total	área
(m)	(hm ³)	(km ²)
360	0	0
361	0,035	0,02
362	0,055	0,042
363	0,070	0,063
364	0,120	0,082
365	0,160	0,095
366	0,220	0,104
367	0,330	0,108
368	0,450	0,113
369	0,570	0,117
370	0,700	0,120
371	0,840	0,126
372	0,970	0,134
373	1,110	0,143
374	1,250	0,152

Fonte: Projeto Básico - WaterMark

4.1.3 Barragem

A barragem consiste em um maciço de solo compactado com 18 m de altura máxima, 175 m de extensão e crista na El. 374,00 m. O talude de montante tem inclinação 2,00H:1,00V com proteção em rocha tipo rip-rap entre as cotas 368,00 e 374,00 m. Na face de jusante, a

inclinação dos taludes é de 1,80H:1,00V com uma berma de equilíbrio, sendo que acima da El.370,00 esta inclinação passa a ser de 1,60H:1,00V. O controle das infiltrações no interior da barragem é efetuado através de um filtro vertical e de um tapete drenante horizontal.

Os documentos do vertedouro estão apresentados no Anexo I – Documentos de Projeto – 2 Barragem.

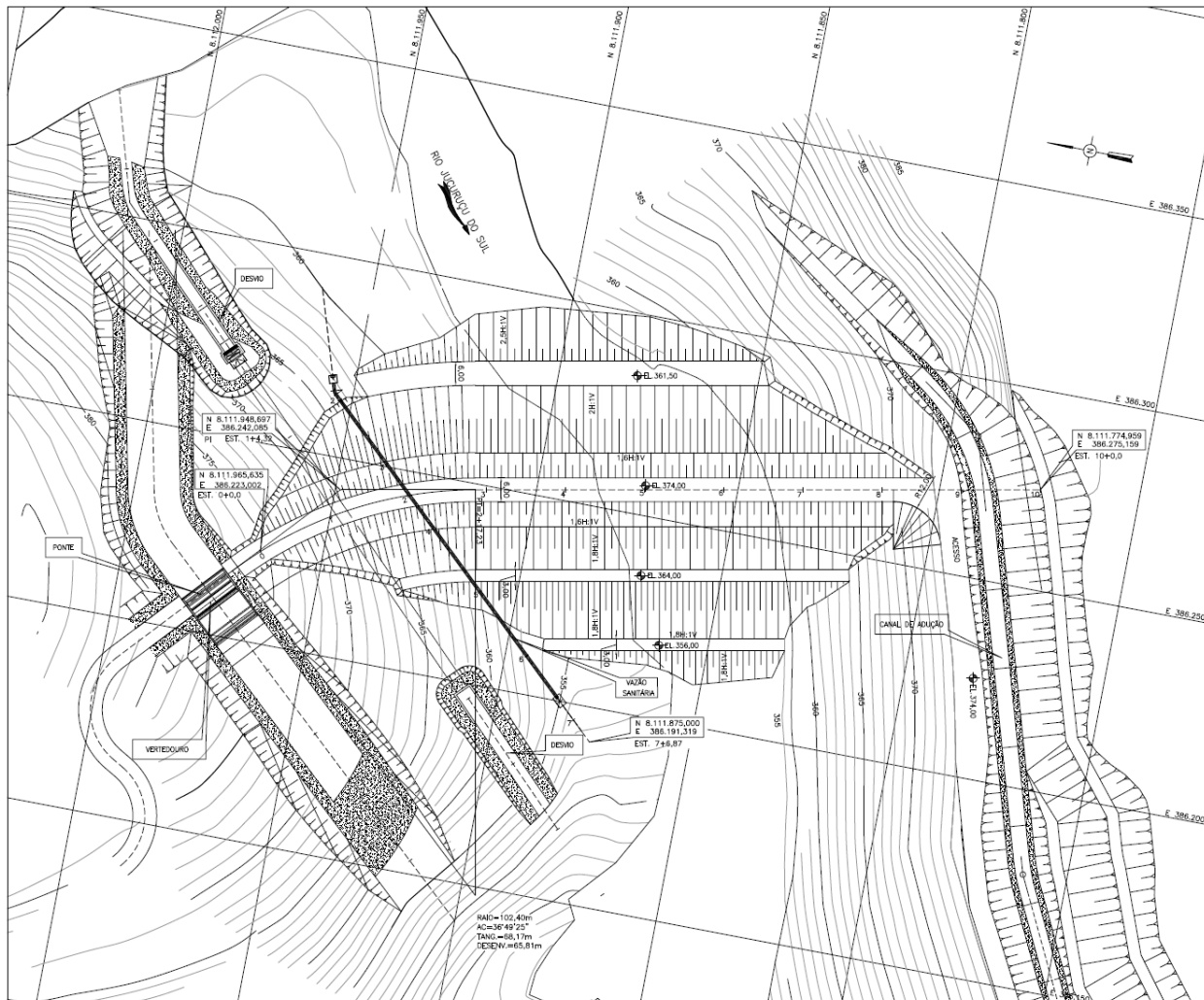


Figura 5 – Planta geral do Barragem

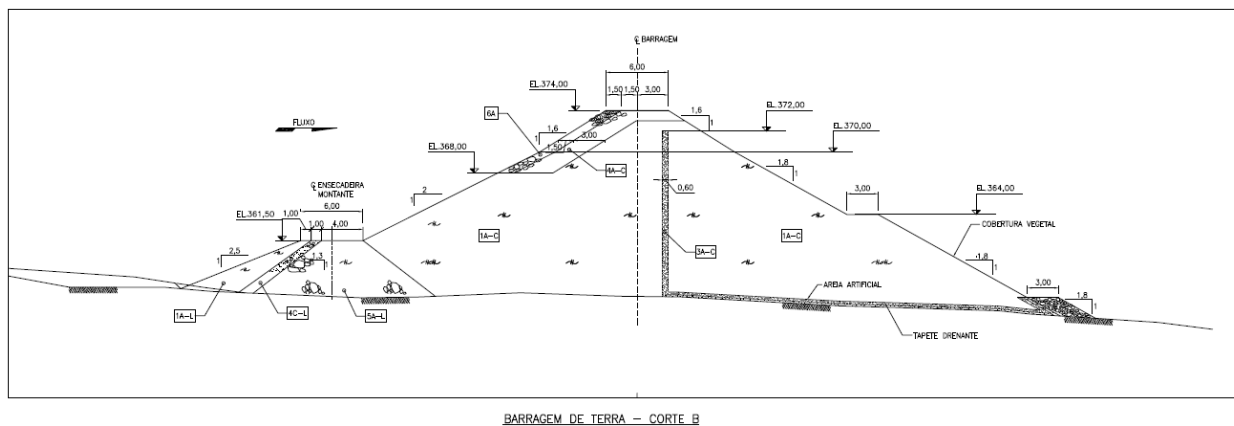


Figura 6 – Barragem, seção típica

4.1.3.1 Dimensionamento e Estabilidade da Barragem

Na elaboração da RPS-2024 foram atualizados estudos hidrológicos e com isso necessidade de atualização da estabilidade da barragem principal. No item 3.4 da revisão periódica de segurança da barragem (CLX-RPS-001-00-24) está apresentado toda análise da estabilidade da estrutura.

A Barragem de terra da PCH Cachoeira da Lixa está construído de acordo com os critérios da Eletrobrás e as condições de estabilidade estão com os fatores segurança superiores aos preconizados nas normas.

A memória de cálculo apresentada no item 3.4 da Revisão periódica de Segurança (CLX-RPS-001-00-24) elaborado em 2024, obteve os seguintes coeficientes de segurança para estabilidade da Barragem de terra.

Tabela 3 – Barragem - Resultados das análises de estabilidade

USINA	SEÇÃO DE ANÁLISE	CONDIÇÃO DE CARREGAMENTO	TALUDE	FS calc.	FS _{adm.}	Situação
CACHOEIRA DA LIXA	AA	Operação normal/Atual	Jusante	1,86	1,50	Ok
		Caso excepcional	Jusante	1,79	1,30	Ok
		Operação com sismo	Jusante	1,64	1,10	Ok
			Montante	1,87	1,10	Ok
		Rebaixamento Rápido	Montante	1,52	1,20	Ok
	BB	Operação normal/Atual	Jusante	1,69	1,50	Ok
		Caso excepcional	Jusante	1,69	1,30	Ok
		Operação com sismo	Jusante	1,63	1,10	Ok
			Montante	1,88	1,10	Ok
		Rebaixamento Rápido	Montante	1,52	1,20	Ok

Fonte: CLX-RPS-001-00-24

LOGO, TODAS AS ESTRUTURAS DO BARRAMENTO ESTÃO EM CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE ADEQUADAS COM FATORES DE SEGURANÇA DENTRO DOS CRITÉRIOS DE PROJETO ELETROBRÁS E NORMAS.

Memória completa está apresentado no Capítulo 3.5 da RPS-2024 - CLX- RPS-001-00-24 RPS PCH Cachoeira da Lixa.

4.1.4 Vertedouro

O vertedouro é do tipo soleira livre com extensão total da crista de 12,60 m. Nos estudos de atualização da hidrologia na RPS a cheia com tempo de recorrência decamilenar foi determinada em 165,36 m³/s que resulta no NA máximo maximorum na cota 373,26 m com uma borda livre de 0,74 m. Logo, foi recomendado na RPS a implantação de uma mureta de 1,00 m, garantindo borda livre de 1,74 m.

Os documentos do vertedouro estão apresentados no Anexo I – Documentos de Projeto – 3 Vertedouro.

A curva abaixo apresenta curva de descarga do Vertedouro soleira livre.

Tabela 4 – Curva de descarga Vertedouro

NA (m)	Q (m³/s)
370,00	0,00
370,02	0,01
370,05	0,09
370,10	0,53
370,20	1,98
370,50	8,20
370,75	15,46
371,00	24,39
371,25	34,85
371,50	46,73
371,75	59,97
372,00	74,38
372,25	90,17
372,50	107,00
372,75	124,82
373,00	144,18
373,50	185,50
374,00	231,60

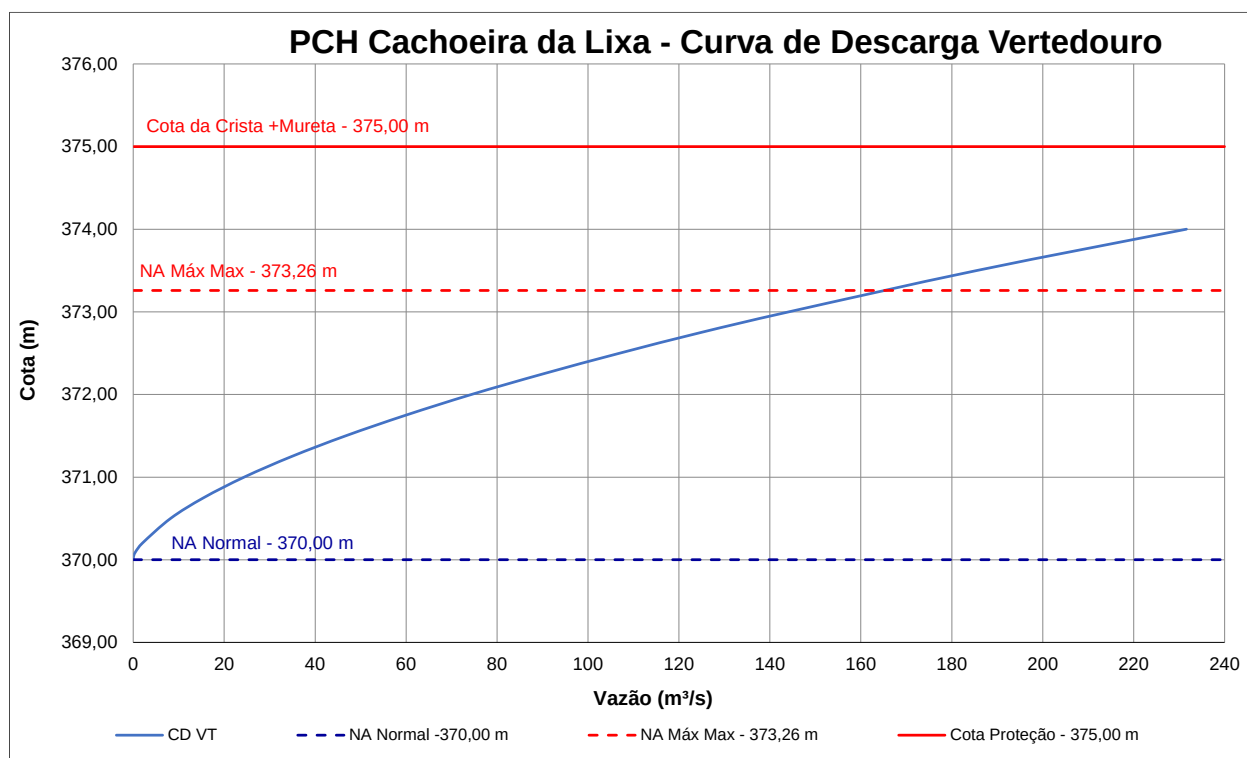


Figura 7 – Curva de Descarga – Vertedouro

4.1.5 Circuito Hidráulico

O circuito hidráulico é formado por Tomada de água do canal de adução na margem esquerda. Logo, após um canal de adução está implantada Tomada de água em concreto com um

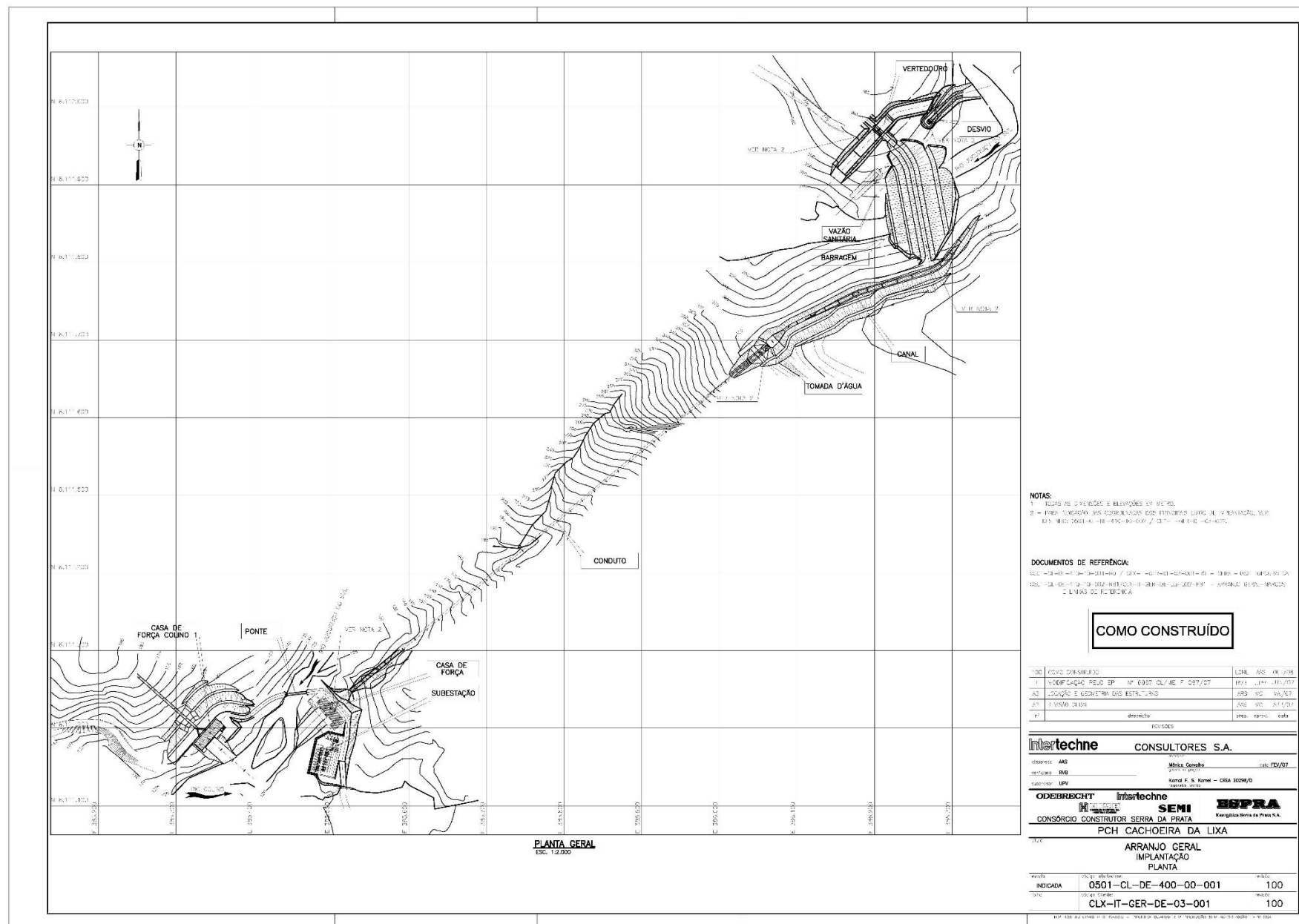
conduto de aproximadamente 700 m, que bifurcam antes da casa de força até as duas unidades geradoras e Casa de Força Abrigada com potência Instalada de 14,80 MW com 2 unidades geradoras tipo Francis de eixo horizontal;

Os documentos da do circuito e casa de força estão apresentados no Anexo I – Documentos de Projeto – 6 Circuito de geração).

Abaixo está apresentado a ficha resumo da Usina e alguns desenhos arranjo geral.

FICHA TÉCNICA - PCH Cachoeira da Lixa

FOTO		CASCATA		
		Usina Montante:	Inexistente	
		Usina Jusante:	Inexistente	
IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR		ÓRGÃOS EXTRAVASORES - VERTEDOURO		
Nome:	PCH Cachoeira da Lixa	Tipo:	Soleira Livre	
Municípios:	Medeiros Neto/Prado/Tex. Freitas- BA	Capacidade (m³/s):	165,36 TR 10.000 anos	
Proprietário:	ENERGÉTICA SERRA DA PRATA S. A	Elevação da Crista (m):	370,00	
DATAS		Fundação:	granito-gnaisse	
Conclusão Barramento:	dez/07	Comprimento (m):	12,60	
Início Operação:	jan/08	CANAL DE ADUÇÃO		
Manutenção Barragem:	-----	Tipo:	Escavado rocha/revestido concreto	
BACIA HIDROGRÁFICA		Seção (m²):	4,8	
Curso d'Água:	Rio Jucuruçu do Sul	Comprimento (m):	170,00	
Bacia (ANEEL):	05-Atlantico Leste	TOMADA D'ÁGUA		
Sub-Bacia (ANEEL):	55- São Matheus, Itanhém e outros	Tipo:	Gravidade	
Coordenadas Usina:	Lat. 17° 04' 27"S - Long. 40° 04' 06"O	Comprimento (m):	11,10	
RESERVATÓRIO		Comportas	Número:	1
Área Drenagem - (km²):	180,00		Largura (m):	2,00
Área NA Normal - (km²):	0,12		Altura (m):	2,40
Volume NA Normal (hm³):	0,70		Soleira (m):	308,75
Vazão Sanitária (m³/s):	0,23	CONDUTOS FORÇADO		
Vazão Média - QMLT(m³/s)	4,70	Unidades:	1	
BARRAGEM		Diâmetro (m):	1,45	
Tipo:	Solo compactado	Comprimento Total (m):	700,00	
Comprimento (m):	175,00	CASA DE FORÇA		
Altura Máxima (m):	18,00	Tipo:	Abrigada	
Largura Crista (m):	6,00	Potência Instalada (MW)	14,80	
Elevação da Crista (m):	374 + 1 m - 375	Unidades Geradoras:	2 Francis Horizontal	
Fundação:	granito-gnaisse	Vazão Máxima (m³/s):	7,60	
		Queda Bruta (m)	250,00	
		Nível de água jusante (m):	Máx Max:	-
			Normal:	120,00
			Mínimo:	-
		TURBINA		
		Potência Nominal [MW]	7,4 Unitária	
		Vazão Nominal [m³/s]	3,8 Unitária	
		Rotação (rpm)	900,00	
		GERADOR		
		Potência Nominal [kVA]	8200 Unitária	
		Rotação (rpm)	900,00	
		Fator de Potência	0,90	



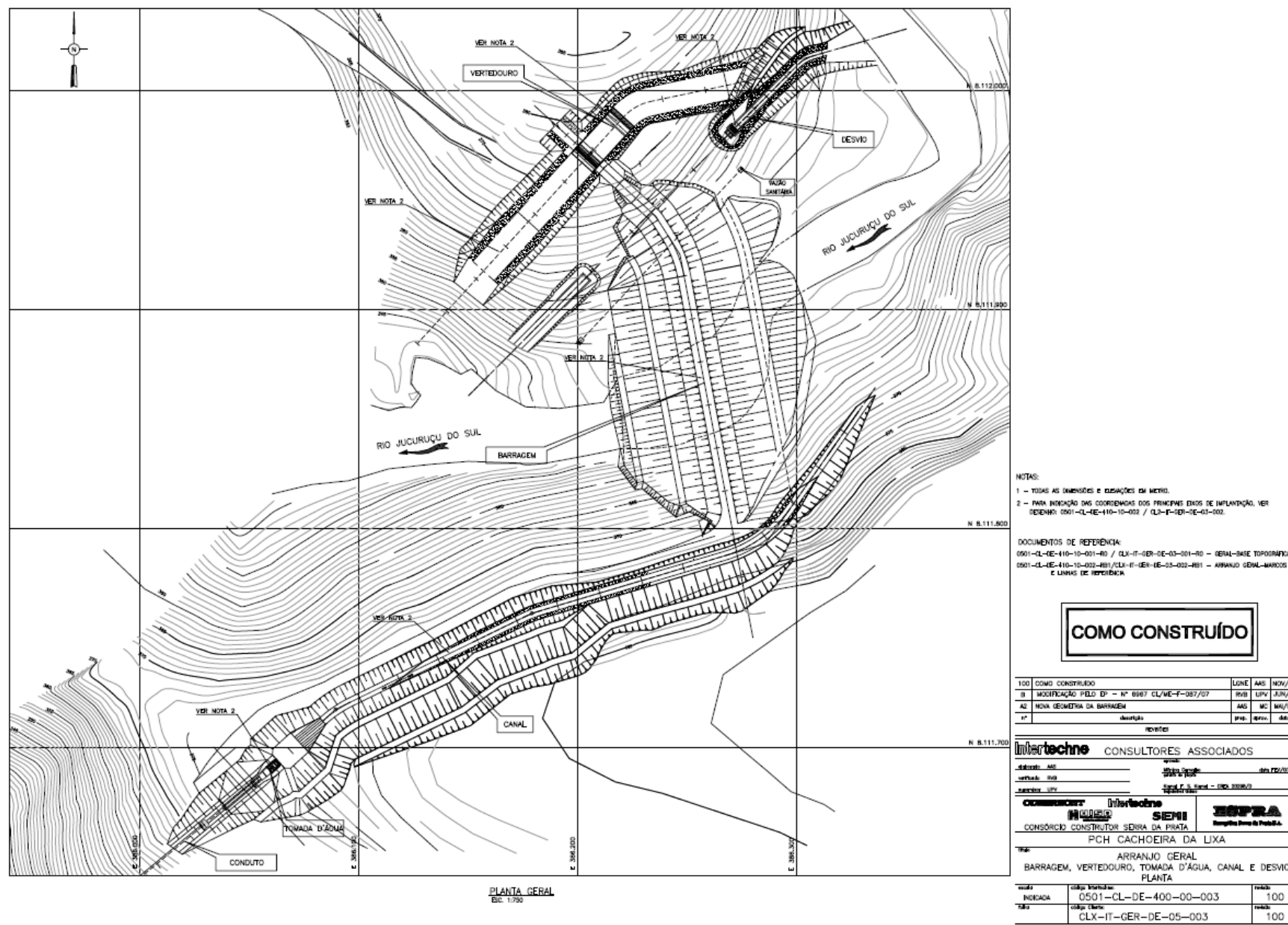


Figura 9 – Arranjo Geral de Montante

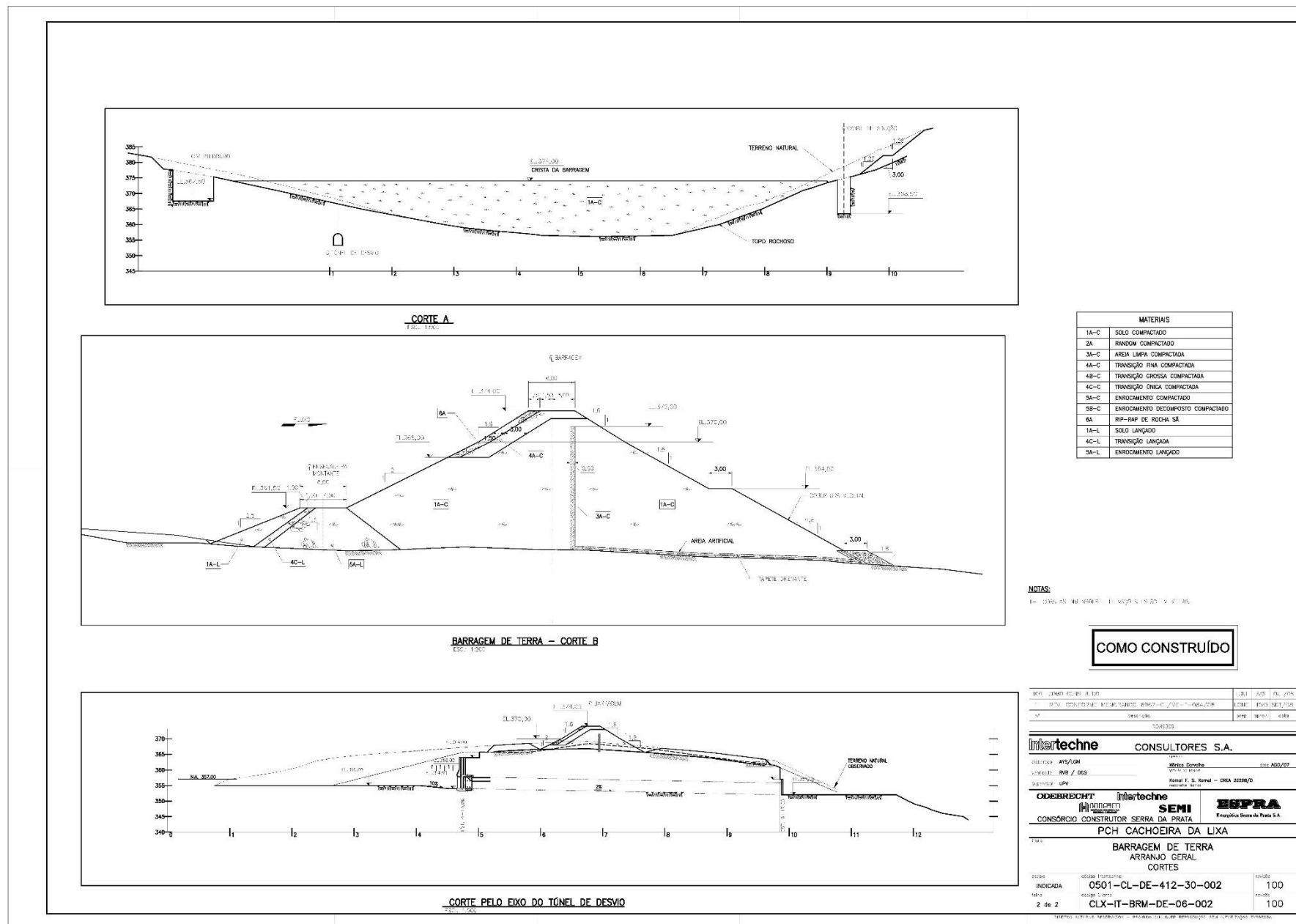


Figura 10 – Seções da Barragem

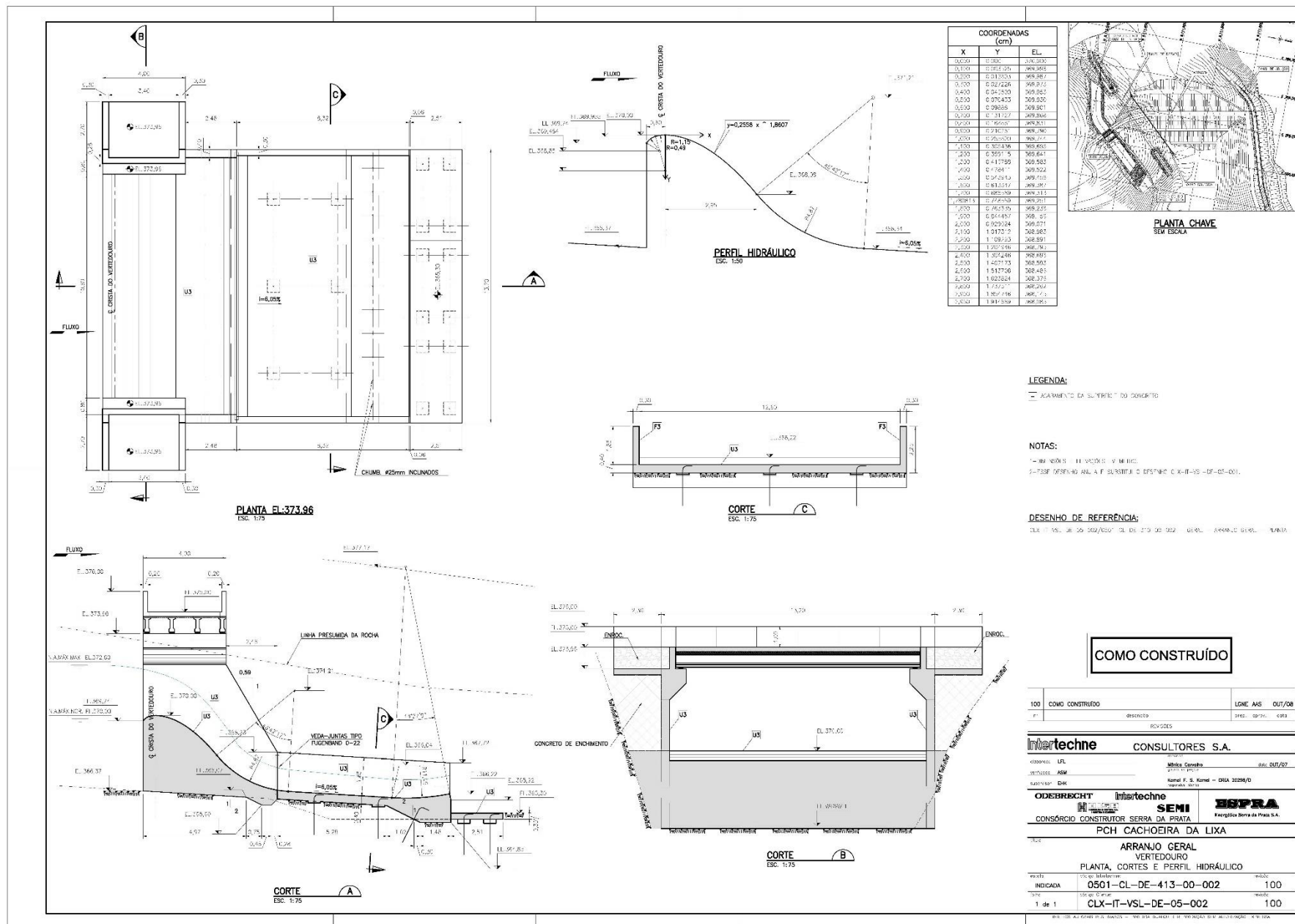


Figura 11 – Seções do Vertedouro

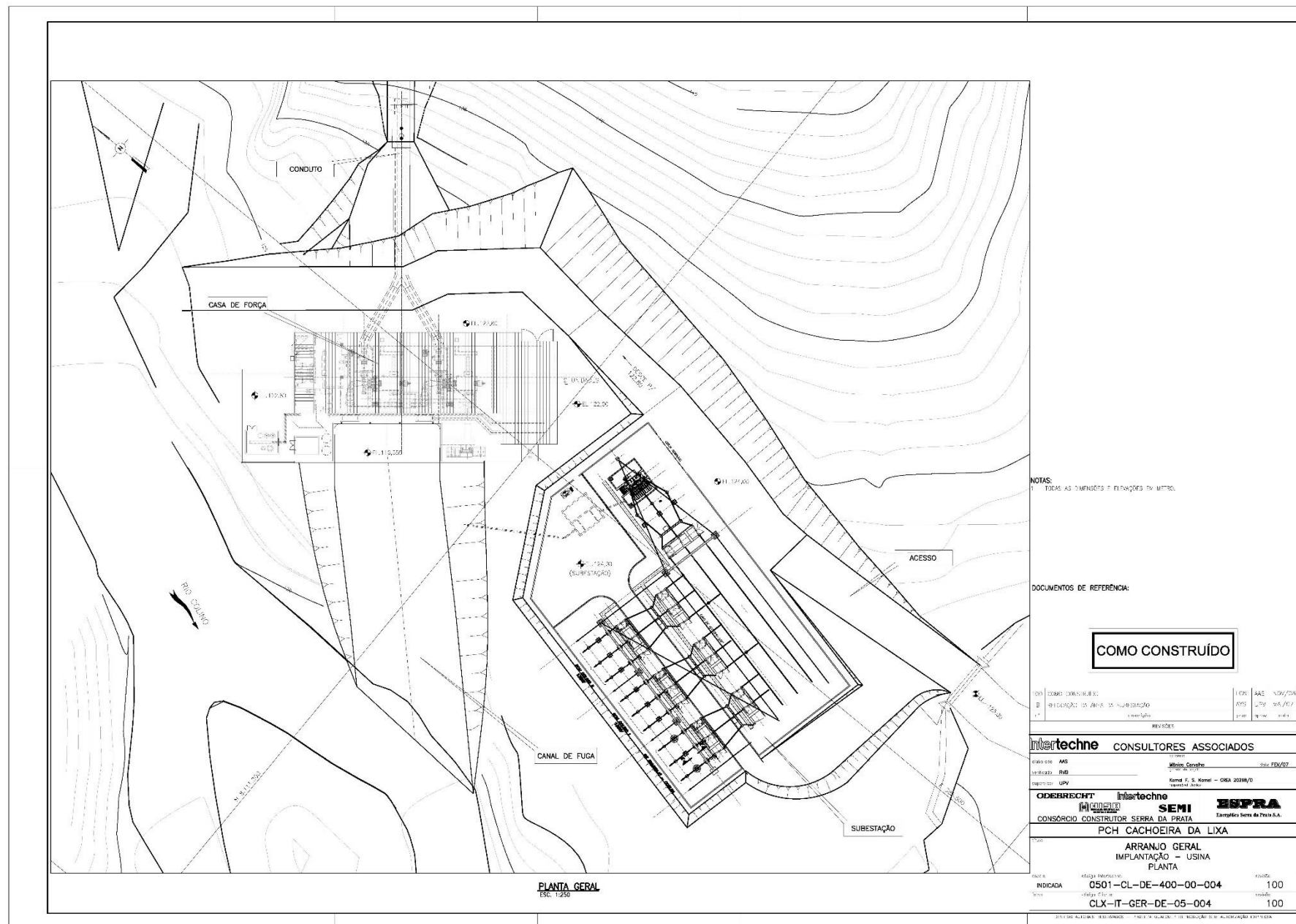


Figura 12 – Arranjo Geral de jusante

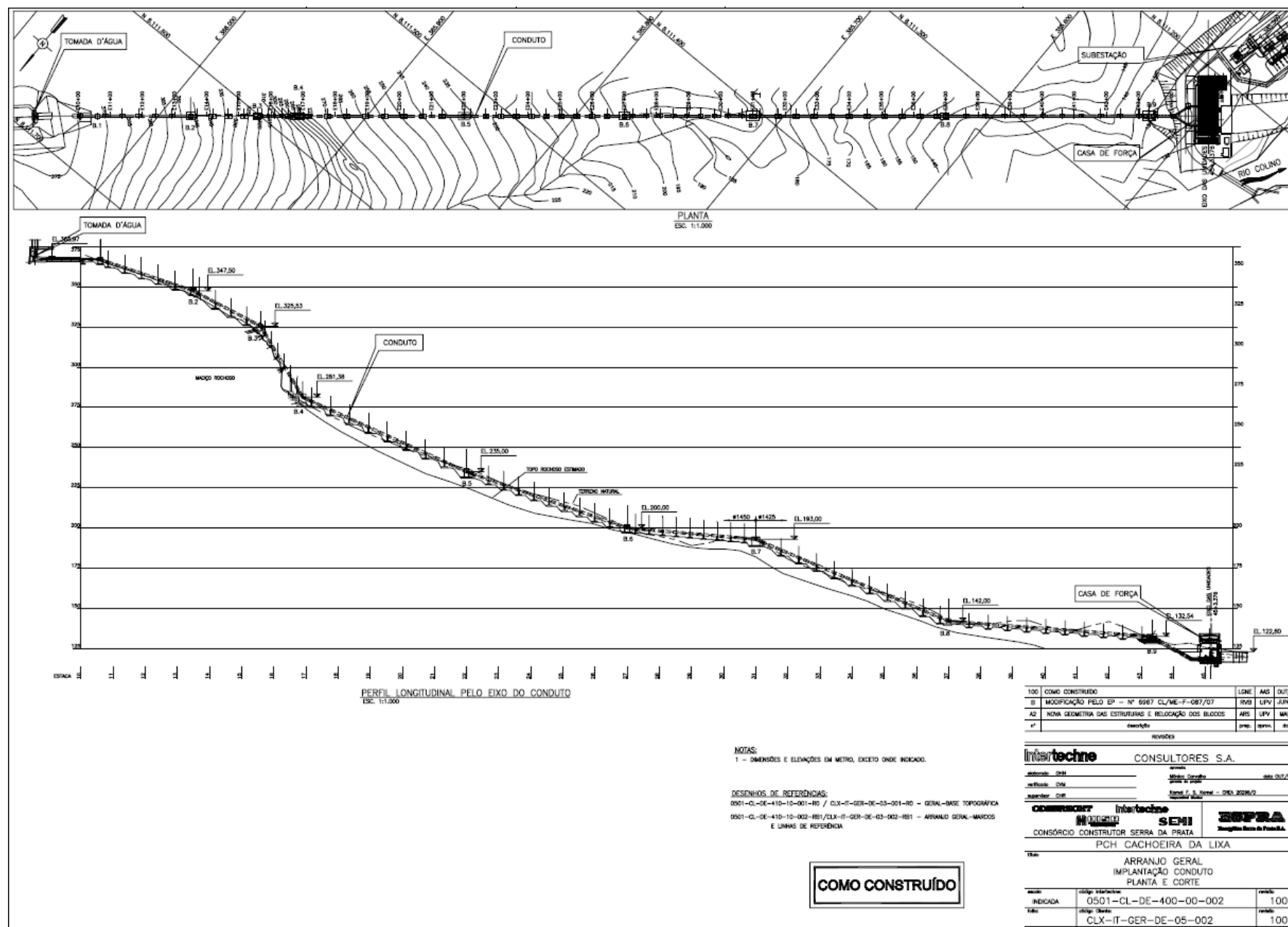


Figura 13 – Circuito de Geração - Planta e Seção

4.2 Características hidrológicas, geológicas e sísmicas

4.2.1 Características Hidrológicas

4.2.1.1 Características da Bacia Hidrográfica – Aspectos Gerais

O Jucuruçu Sul se encontra na bacia hidrográfica do rio Atlântico Leste (5), sub bacia (55) sendo afluente pela margem direita do rio Jucuruçu Braço Sul, indicado na Figura 14 abaixo.

A bacia hidrográfica do Rio Jucuruçu possui uma área de aproximadamente 5.900 km² junto a sua foz no oceano Atlântico sendo que desse total aproximadamente 2.100 km² são parte da bacia do rio Jucuruçu Braço Sul. No barramento da PCH Cachoeira da Lixa a área da bacia hidrográfica do rio Jucuruçu Sul é de 180 km².

O rio Jucuruçu Sul nasce na encosta leste da Serra dos Aimorés na divisa dos estados de Minas Gerais e Bahia nos municípios de Jucuruçu e Veredas com altitude das nascentes ao redor de 750 m e da foz ao nível do mar quando se junta ao rio Jucuruçu Braço Norte. O rio possui escoamento predominante no sentido leste. Abaixo no mapa de Jucuruçu está em destaque o local de implantação da barragem da PCH Cachoeira da Lixa.

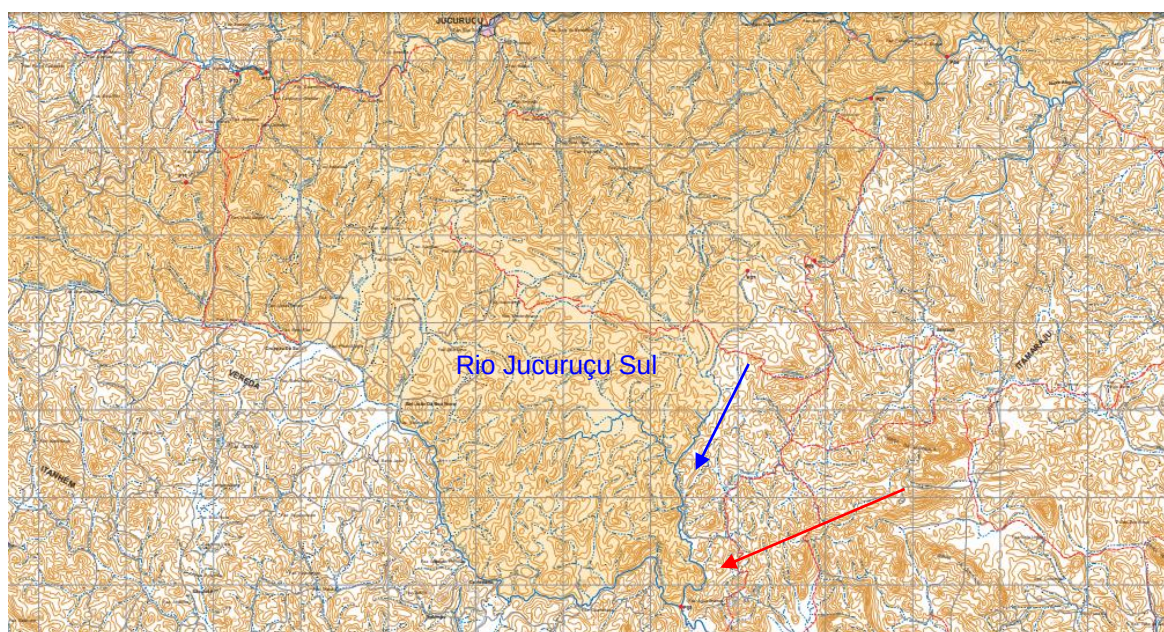


Figura 14 – Mapa com indicação da localização da PCH Cachoeira da Lixa

4.2.1.2 Série de Vazões Médias Mensais Para PCH Cachoeira da Lixa

A Tabela 5 a seguir apresenta os dados de vazão média mensal no local de implantação da barragem da PCH Cachoeira da Lixa no rio Jucuruçu Braço Sul. Os estudos hidrológicos foram atualizados até setembro de 2023.

Tabela 5 – Vazão Média Mensal PCH Cachoeira da Lixa

Vazão Média Mensal - PCH Cachoeira da Lixa (m³/s)

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
1965												2,23	2,23
1966	1,45	0,92	0,62	1,83	4,39	3,97	4,08	3,52	3,27	4,12	6,33	1,79	3,02
1967	1,01	1,51	1,29	1,72	1,33	1,45	1,40	3,29	2,36	2,94	6,42	7,30	2,67
1968	4,51	5,86	5,28	4,42	4,39	3,92	4,14	3,03	3,59	4,16	4,87	7,12	4,61
1969	5,35	3,73	6,08	3,46	3,41	4,81	4,18	2,89	2,43	3,80	2,25	9,61	4,33
1970	11,84	5,39	5,46	3,76	4,06	3,34	5,41	5,52	4,13	10,48	22,84	9,40	7,64
1971	4,69	3,39	4,26	3,93	3,05	3,19	4,34	3,19	4,87	5,21	15,95	14,77	5,90
1972	6,23	3,54	3,80	4,51	3,01	2,46	2,83	2,08	3,27	3,57	3,33	6,02	3,72
1973	2,53	1,56	4,06	4,21	3,01	2,64	2,46	1,36	1,56	2,93	5,40	8,75	3,37
1974	7,04	5,10	4,06	4,71	9,09	5,28	5,21	3,79	2,81	3,84	9,30	9,10	5,78
1975	6,70	5,19	4,58	4,52	4,14	4,62	6,80	4,67	4,49	9,69	15,10	6,46	6,41
1976	3,23	3,12	2,61	1,91	3,38	2,27	8,22	3,43	2,84	6,40	13,21	7,44	4,84
1977	7,14	6,50	3,80	5,63	5,22	4,83	6,30	3,23	3,79	7,50	6,71	11,62	6,02
1978	11,66	10,01	7,52	8,36	6,94	6,89	7,01	5,70	4,66	4,78	5,39	7,12	7,17
1979	16,14	15,22	13,44	11,99	7,57	6,63	5,62	5,44	4,90	10,79	7,27	5,15	9,18
1980	7,54	12,90	7,05	6,73	5,29	4,63	4,26	5,35	4,01	4,45	3,47	5,21	5,91
1981	3,28	2,60	7,42	7,07	6,61	5,27	4,32	3,46	2,53	3,49	6,96	3,31	4,69
1982	16,10	8,28	6,06	7,27	5,31	3,96	3,58	3,62	4,52	4,42	2,16	2,08	5,61
1983	3,10	3,52	5,24	9,38	8,11	4,93	3,54	3,28	6,37	8,78	6,71	5,03	5,66
1984	3,44	4,94	4,98	12,84	5,36	4,18	5,08	4,25	6,67	5,15	4,39	7,13	5,70
1985	20,47	7,39	5,10	4,76	3,90	3,07	3,26	3,86	4,24	6,64	6,96	7,81	6,46
1986	5,65	2,98	2,70	2,20	2,44	3,59	3,05	2,01	2,22	2,53	5,90	3,54	3,23
1987	1,95	2,23	3,29	2,53	4,34	2,59	2,22	1,49	1,88	1,34	4,74	4,91	2,79
1988	2,28	0,89	2,44	2,29	3,55	2,75	3,34	2,71	1,87	2,45	2,64	5,76	2,75
1989	1,65	1,01	1,93	2,06	3,54	2,92	2,59	2,51	2,42	3,93	4,23	10,57	3,28
1990	4,12	3,04	2,12	1,59	2,06	3,20	3,10	4,77	3,60	5,06	4,31	7,91	3,74
1991	6,42	2,91	2,96	3,82	4,49	4,18	3,26	5,08	4,34	4,82	11,01	8,82	5,18
1992	10,89	13,40	13,70	6,03	5,28	6,16	6,23	4,49	4,24	7,05	6,58	20,09	8,68
1993	8,58	5,60	3,35	3,36	6,02	6,37	4,09	3,42	2,55	2,73	1,93	6,25	4,52
1994	5,87	2,47	6,61	4,53	5,73	3,56	4,84	3,21	2,83	2,41	4,58	2,53	4,10
1995	1,51	0,91	2,44	10,17	5,65	3,85	5,25	3,07	3,67	3,98	4,30	9,77	4,55
1996	3,98	2,97	2,57	3,16	2,10	2,09	1,85	2,33	2,18	2,34	11,39	5,33	3,53
1997	3,34	3,20	8,36	10,19	6,16	3,92	3,38	2,61	2,46	2,90	2,43	3,03	4,33
1998	1,94	1,12	1,69	1,52	2,01	2,04	1,56	1,33	1,10	1,02	8,00	9,30	2,72
1999	2,43	1,57	4,85	4,15	3,72	2,29	5,33	3,61	2,37	3,83	10,40	12,71	4,77
2000	8,83	5,74	6,87	7,05	5,83	4,21	5,33	4,26	4,43	3,44	13,62	12,74	6,86
2001	5,32	3,39	5,55	3,70	4,65	5,88	5,67	5,78	4,16	8,04	7,93	4,83	5,41
2002	7,62	5,21	5,39	4,86	4,05	3,71	3,91	3,13	7,24	4,34	3,51	3,25	4,69
2003	3,39	1,97	1,94	4,31	4,44	2,38	2,49	2,24	3,09	1,90	2,33	1,61	2,67
2004	3,47	6,15	11,18	9,13	6,25	6,41	7,87	5,06	3,33	2,93	5,72	8,66	6,35
2005	3,89	5,83	4,26	4,39	4,54	7,80	4,68	4,41	3,31	2,85	6,07	11,11	5,26
2006	7,75	4,10	7,64	8,67	5,22	5,06	4,54	3,72	3,43	4,72	11,01	10,04	6,32
2007	4,97	9,47	5,71	6,90	4,50	3,72	3,20	3,22	3,24	3,16	2,50	3,69	4,52
2008	2,27	1,49	2,17	1,97	1,85	3,57	2,73	1,83	1,94	2,11	4,08	9,92	2,99
2009	6,42	3,31	3,98	10,15	6,62	8,09	4,75	5,08	4,18	5,49	4,79	2,45	5,44
2010	1,80	1,63	6,19	3,94	2,89	2,38	2,77	2,21	1,90	2,07	4,91	3,38	3,01
2011	2,47	1,88	4,46	6,83	5,23	3,16	3,05	2,59	1,78	3,58	4,66	9,03	4,06
2012	3,66	2,73	2,57	1,75	3,14	2,10	2,29	3,34	2,64	2,35	5,22	2,04	2,82
2013	1,10	1,31	1,01	3,20	1,97	2,84	3,71	2,58	3,71	3,21	6,50	7,35	3,21
2014	3,89	2,79	3,16	4,11	2,16	4,66	3,61	3,50	2,18	2,72	4,42	3,36	3,38
2015	1,40	1,33	3,51	2,99	4,56	4,60	4,53	3,60	2,10	1,54	1,41	0,99	2,71
2016	4,09	1,23	0,78	0,74	0,99	1,16	1,96	1,71	1,21	2,62	3,35	4,08	1,99
2017	1,00	1,66	0,91	1,26	2,86	2,72	5,46	5,66	4,02	2,17	5,23	9,33	3,52
2018	3,22	4,63	2,97	3,89	3,24	4,22	2,76	1,81	1,61	1,72	4,10	11,50	3,81

Vazão Média Mensal - PCH Cachoeira da Lixa (m³/s)

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
2019	2,97	1,41	3,45	3,63	4,99	3,12	3,31	7,51	3,93	4,55	2,50	2,89	3,69
2020	2,90	1,80	5,75	6,62	6,26	4,43	3,78	4,01	2,52	2,64	8,02	3,80	4,38
2021	2,01	2,38	1,98	2,51	1,88	1,56	1,37	1,61	1,59	1,85	3,98	17,84	3,38
2022	6,36	4,16	3,58	2,91	3,03	2,41	2,34	2,48	2,66	2,41	6,99	17,51	4,74
2023	7,69	3,44	2,91	7,00	4,69	3,30	3,25	2,53	2,46				4,14
Média	5,22	4,03	4,48	4,88	4,32	3,89	3,99	3,47	3,24	4,07	6,32	7,18	4,59

Os estudos de atualização da hidrologia na PCH Cachoeira da Lixa indicam que a vazão média de longo período esperada para o local da barragem é 4,59 m³/s no período de 1965 a 2023.

4.2.1.3 Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais

Com os dados das vazões médias mensais definidos foi possível obter a curva de permanência de vazões para o local da barragem da PCH Cachoeira da Lixa. A Tabela 6 abaixo indica as vazões obtidas. O Gráfico 1 apresenta a curva completa com todos os dados disponíveis.

Tabela 6 – Permanência de Vazão para PCH Cachoeira da Lixa

perman. (%)	Cach Lixa (m³/s)	perman. (%)	Cach Lixa (m³/s)	perman. (%)	Cach Lixa (m³/s)
0,25%	20,09	25%	5,52	75%	2,61
0,75%	16,14	30%	5,19	80%	2,43
1%	15,95	35%	4,72	85%	2,16
3%	12,84	40%	4,42	90%	1,85
5%	10,19	45%	4,15	95%	1,45
8%	9,09	50%	3,89	97%	1,26
10%	8,00	55%	3,58	98%	1,02
13%	7,35	60%	3,38	99%	0,92
15,0%	6,96	65%	3,20	99,5%	0,89
20%	6,25	70%	2,93	99,75%	0,74

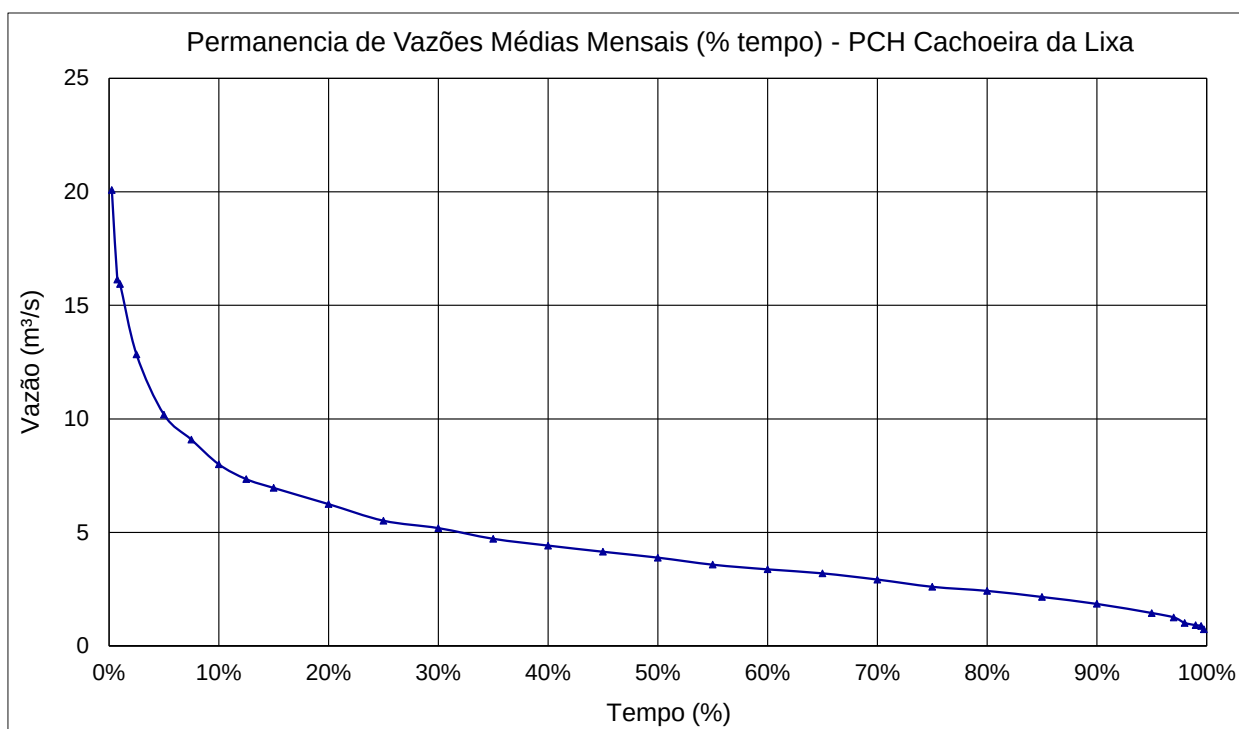


Gráfico 1 – Curva de Permanência de Vazões – PCH Cachoeira da Lixa

4.2.1.4 Vazões de Cheia – PCH Cachoeira da Lixa

Os estudos hidrológicos realizados permitiram a obtenção da vazão máxima média diária ao longo de todos os meses do período de estudo para o local da barragem da PCH Cachoeira da Lixa. Os valores estão indicados na Tabela 7 abaixo com destaque ao mês em que ocorre o maior valor anual de vazão e indicado na última coluna (máximo).

Tabela 7 – Vazão Máxima Média Diária – PCH Cachoeira da Lixa

Vazão Máxima Diária Mensal - PCH Cachoeira da Lixa (m³/s)

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Máximo
1965												11,94	11,94
1966	3,33	2,94	0,93	4,07	4,92	4,41	4,38	3,90	3,91	5,37	8,04	4,80	8,04
1967	1,97	2,71	3,90	2,94	3,02	3,61	2,46	11,82	3,69	5,36	8,26	8,98	11,82
1968	5,87	7,05	7,05	7,05	4,98	4,44	5,39	5,55	5,63	6,62	8,03	8,62	8,62
1969	6,54	4,60	20,66	7,05	6,20	11,68	6,70	4,91	3,43	8,55	3,64	30,13	30,13
1970	27,16	10,41	12,07	5,47	11,09	4,76	10,41	8,91	6,28	48,72	55,96	18,92	55,96
1971	6,04	4,15	8,10	6,28	4,91	6,04	8,64	6,54	8,91	12,58	46,77	34,58	46,77
1972	9,84	4,15	6,20	9,28	4,30	2,74	4,99	2,55	7,65	7,13	8,82	12,37	12,37
1973	4,15	2,61	10,70	7,65	5,63	4,30	3,50	1,68	3,29	5,87	21,86	27,49	27,49
1974	12,58	9,56	8,56	12,82	15,53	7,33	9,88	5,27	3,48	7,53	20,19	17,31	20,19
1975	12,33	8,88	6,17	5,80	7,63	21,56	21,26	8,25	11,85	18,59	50,70	11,02	50,70
1976	4,58	5,62	4,84	2,84	7,03	2,70	31,48	5,09	6,45	19,17	37,78	14,48	37,78
1977	21,50	13,02	8,81	11,24	9,48	8,03	9,58	5,32	7,53	15,02	11,70	23,29	23,29
1978	17,81	21,65	9,78	16,86	11,24	9,21	10,22	9,08	7,78	10,33	8,76	13,02	21,65
1979	34,58	27,16	26,52	17,13	8,76	8,55	7,70	10,33	7,59	32,50	12,77	9,09	34,58
1980	16,59	30,13	11,47	11,01	7,65	7,31	6,79	9,75	6,18	7,31	6,96	9,56	30,13
1981	7,74	3,03	26,52	13,18	9,37	6,87	5,76	4,59	2,90	9,56	12,48	9,75	26,52
1982	50,70	10,70	10,80	21,86	6,70	5,27	4,86	5,20	10,60	10,60	2,97	3,80	50,70
1983	6,79	5,90	12,58	23,07	17,50	6,54	4,26	5,07	36,35	30,46	10,03	10,80	36,35
1984	7,39	8,82	17,50	33,88	7,65	6,46	10,51	10,41	17,50	10,22	11,48	20,37	33,88
1985	38,14	10,13	6,04	6,04	5,00	4,12	4,19	7,22	7,57	20,96	21,56	14,26	38,14
1986	18,07	3,54	3,93	2,90	4,79	7,92	4,46	2,53	4,46	5,69	14,52	5,83	18,07
1987	3,34	8,46	5,76	4,66	15,32	3,28	3,15	1,94	4,06	3,67	12,68	13,39	15,32
1988	4,19	1,15	5,27	5,62	17,50	5,13	7,13	3,93	3,09	5,62	4,93	12,07	17,50
1989	2,29	1,54	4,39	2,66	11,68	6,79	4,52	6,18	5,97	6,62	11,78	29,13	29,13
1990	8,64	6,96	3,99	2,47	4,59	6,70	6,70	10,60	6,62	13,08	10,89	14,79	14,79
1991	12,98	3,23	3,67	7,72	16,66	7,11	5,04	10,83	7,92	8,74	25,25	19,14	25,25
1992	21,26	18,58	29,46	8,12	7,52	8,85	9,71	6,54	6,27	12,47	18,72	37,42	37,42
1993	15,08	6,45	4,14	4,06	18,44	11,17	5,91	5,55	4,14	4,54	2,95	14,83	18,44
1994	22,77	3,60	12,59	9,06	10,04	6,36	6,45	4,30	5,04	10,94	12,59	6,73	22,77
1995	2,34	1,23	10,83	27,49	7,92	5,04	8,43	4,22	8,02	7,92	11,64	15,21	27,49
1996	7,92	6,18	4,70	5,21	3,75	3,16	3,02	3,98	3,02	5,38	37,42	9,93	37,42
1997	6,82	5,29	25,25	17,20	11,52	4,62	4,70	3,16	3,38	5,77	4,36	7,51	25,25
1998	3,84	1,72	4,06	3,08	5,37	3,56	1,94	2,18	2,37	2,49	13,53	28,14	28,14
1999	3,42	2,94	10,64	6,42	5,93	2,88	11,20	7,42	2,94	7,00	42,20	33,88	42,20
2000	31,48	7,34	24,62	12,94	10,36	5,77	11,20	7,00	11,77	8,73	30,13	28,14	31,48
2001	7,00	4,66	18,92	5,85	11,49	10,17	11,11	11,30	6,09	23,07	23,69	7,08	23,69
2002	15,05	8,73	8,90	7,51	6,83	4,14	6,42	4,14	15,05	7,00	7,42	11,68	15,05
2003	6,01	2,75	3,70	7,85	8,64	3,01	3,99	2,88	6,58	3,01	4,82	3,56	8,64
2004	7,42	23,07	38,51	13,43	9,17	10,17	17,50	6,42	3,92	7,42	24,62	24,62	38,51
2005	6,83	9,08	6,75	8,81	10,17	10,92	6,66	5,21	7,03	7,39	10,70	26,84	26,84
2006	12,18	5,21	11,78	15,68	7,58	6,94	7,12	4,80	5,13	11,88	30,13	18,35	30,13

Vazão Máxima Diária Mensal - PCH Cachoeira da Lixa (m³/s)

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Máximo
2007	6,40	17,23	8,82	13,20	6,14	4,64	3,80	4,25	5,88	6,85	12,28	12,08	17,23
2008	3,80	4,80	3,50	2,87	3,15	10,03	4,41	2,41	5,71	6,76	20,37	20,08	20,37
2009	12,18	4,41	10,41	18,35	16,12	18,92	9,31	8,24	10,03	12,08	10,70	3,50	18,92
2010	2,94	2,41	13,94	7,58	4,10	3,43	4,56	2,94	3,50	3,15	11,09	7,77	13,94
2011	3,36	3,22	11,18	11,48	9,57	4,33	5,63	3,43	2,41	11,18	7,49	25,56	25,56
2012	5,54	3,95	4,17	2,15	5,21	3,08	3,65	6,58	3,95	4,96	9,01	4,17	9,01
2013	1,34	2,34	1,62	7,77	3,65	6,23	9,39	6,40	6,05	6,23	18,35	11,88	18,35
2014	5,88	4,10	8,24	12,28	2,73	11,09	9,75	8,72	2,80	13,52	11,48	7,67	13,52
2015	2,50	2,09	7,89	10,65	7,23	6,77	6,45	6,06	2,91	2,60	3,74	1,91	10,65
2016	22,04	3,15	1,61	1,13	1,85	1,97	5,33	2,91	2,00	8,01	10,39	12,63	22,04
2017	1,50	2,74	2,03	2,09	7,14	6,28	9,15	16,68	4,99	3,08	11,83	38,87	38,87
2018	4,35	10,27	4,51	8,42	4,51	9,70	3,81	2,47	3,59	9,45	10,27	31,99	31,99
2019	6,01	2,02	11,56	6,81	16,61	5,33	6,10	19,81	7,49	10,84	3,30	5,92	19,81
2020	7,14	3,89	16,38	13,18	17,28	9,83	4,91	6,50	3,22	6,06	14,00	7,83	17,28
2021	2,54	3,89	3,19	4,47	2,70	2,67	2,37	2,67	3,96	4,04	7,04	60,13	60,13
2022	14,01	6,19	4,87	4,75	4,59	3,51	2,94	5,84	3,81	6,68	16,75	34,06	34,06
2023	11,30	4,27	4,19	30,63	8,66	4,59	5,24	3,23	3,37				30,63
Máxima	31,48	23,07	38,51	30,63	18,44	18,92	17,50	19,81	15,05	23,07	42,20	60,13	60,13

A tabela indica um comportamento controlado relação a ocorrência das maiores vazões de enchente anual onde os meses de janeiro (8), novembro (14) e dezembro (15) concentram a maioria das cheias com 64,47% do total de ocorrências nesses meses. Já o mês de julho não teve nenhuma ocorrência enquanto junho, setembro e outubro tiveram apenas 1 ocorrência de cheia no mês. A Tabela 8 e o Gráfico 2 apresentam o mês de ocorrência da máxima cheia anual para o todo o período de dados. No **Erro! Fonte de referência não encontrada.** acima e m vermelho estão distribuídas as vazões máximas anuais na PCH Cachoeira da Lixa.

Tabela 8 – Mês de Ocorrência de Máximas Cheia Anuais

Mês	Cheias
jan	8
fev	3
mar	4
abr	4

Mês	Cheias
mai	5
jun	1
jul	0
ago	2

Mês	Cheias
set	1
out	1
nov	14
dez	16

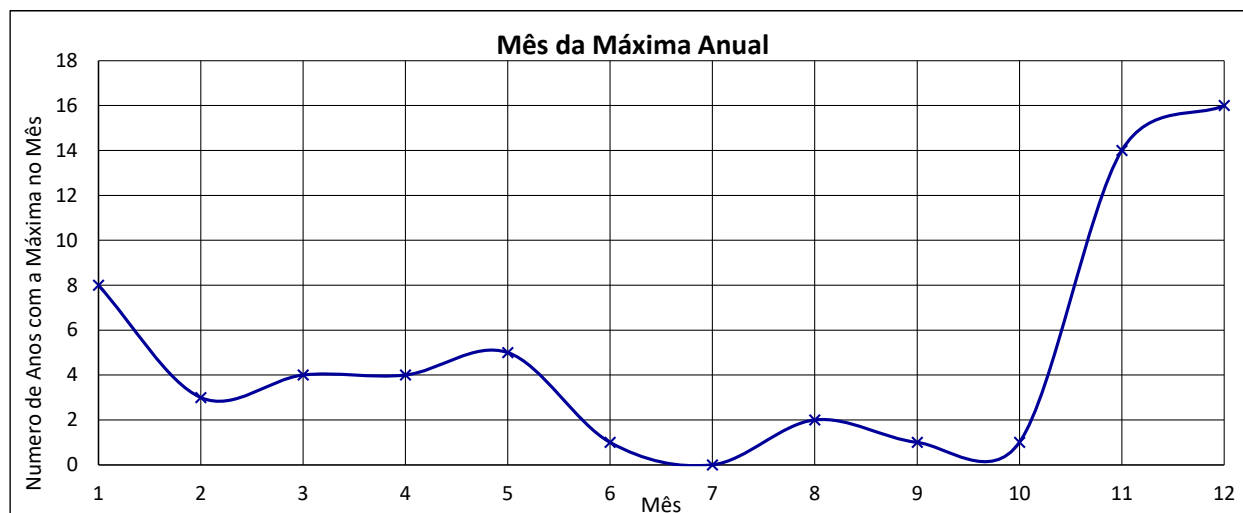


Gráfico 2 – Mês de Ocorrência de Máximas Cheias Anuais ao longo do período de estudos (59 anos)

Com os valores de vazão máxima anual disponíveis ao longo de todo o período foram calculadas as vazões extremas que para a PCH Cachoeira da Lixa foi realizado pela distribuição de Gumbel, devido a assimetria dos dados menor que 1,5. Os resultados obtidos também estão indicados na Tabela 9 abaixo.

Tabela 9 – Vazões Máximas para diversos Tempos de Recorrência e Parâmetros Cálculo

Vazão Máx TR anos	Cach da Lixa Q (m³/s)
5	33,55
10	40,68
25	49,70
50	56,38
100	63,02
500	78,36
1.000	84,96
10.000	106,86

Distribuição Gumbel	
Parametros	Cach da Lixa
Média	26,32
Assimetria	0,70
Desvio Padrão	12,19
alfa	9,51
mi	19,28

Para o cálculo da vazão instantânea, ou vazão de pico, é necessário realizar a correção das vazões máximas diárias pelo coeficiente de Fuller, que está relacionado a área da bacia hidrográfica. Na PCH Cachoeira da Lixa com a área de drenagem de 180 km² o coeficiente de Fuller resultante é de 1,548, ou seja, a vazão de pico é 1,548 vezes a vazão média diária. A Tabela 10 indica a vazão máxima instantânea para os diversos tempos de recorrência (TR).

Tabela 10 – Vazão Máxima Instantânea para diferentes TR – PCH Cachoeira da Lixa

Vazão Máx inst TR anos	Cach da Lixa Q (m³/s)
5	51,91
10	62,95
25	76,90
50	87,25
100	97,53
500	121,27
1.000	131,47
10.000	165,36

A dren km² 180

Coeficiente Fuller 1,548

No projeto básico foi considerada a vazão máxima de projeto de 185 m³/s para o tempo de recorrência de 10.000 anos. Nessa atualização dos estudos hidrológicos a vazão de 10.000 anos foi calculada como sendo 235,92 m³/s ou seja 27,5% acima do projeto básico consolidado.

Na Tabela 11 abaixo estão indicados os dados de cheia obtidos para o RPS, cheia normal e cheia instantânea, e a cheia obtida no projeto básico da PCH Cachoeira da Lixa. O mesmo

acontece no Gráfico 3 onde estão plotadas em escala logarítmica para o eixo x, tempo de recorrência, as vazões de cheia normal e as máximas instantâneas obtidas no Projeto Básico Consolidado e no RPS para os diversos tempos de recorrência.

Tabela 11 – Vazões de Cheia na PCH Cachoeira da Lixa – RPS e Projeto Básico

Vazão Máx TR anos	Cach da Lixa Normal Q (m³/s)	Cach da Lixa Instant Q (m³/s)	Cach Lixa - Proj Bás Instant Q (m³/s)
5	33,55	51,91	35,00
10	40,68	62,95	42,00
25	49,70	76,90	52,00
50	56,38	87,25	59,00
100	63,02	97,53	66,00
500	78,36	121,27	82,00
1.000	84,96	131,47	88,00
10.000	106,86	165,36	110,00

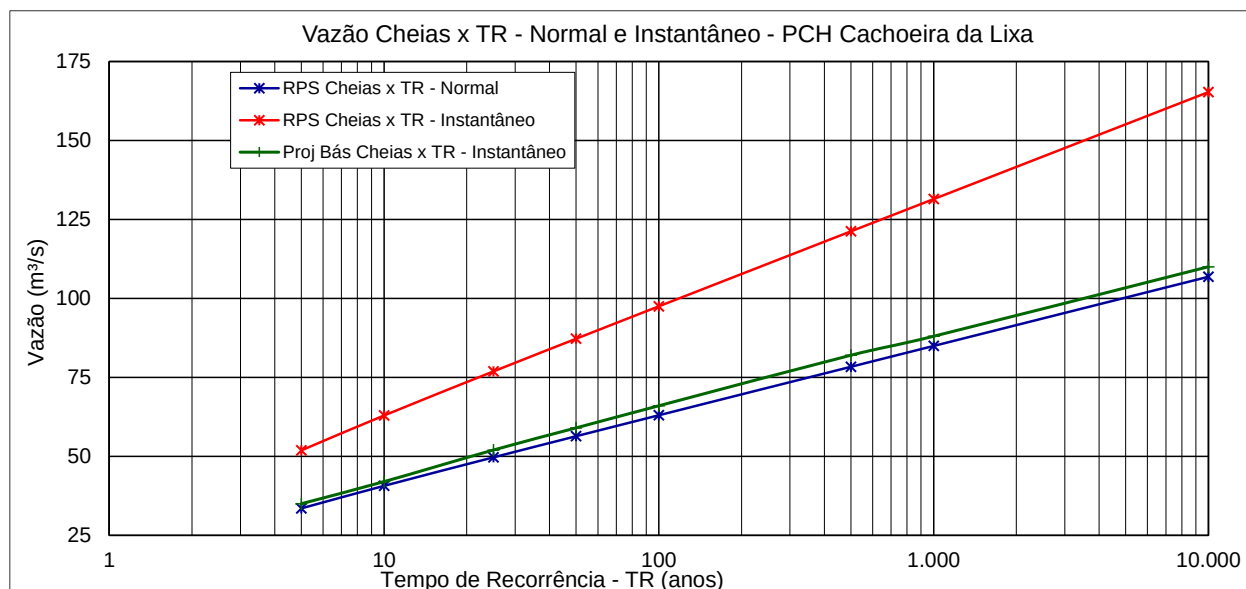


Gráfico 3 – Vazão e Tempo de Recorrência – RPS (Normal e Instantâneo) e Projeto Básico

4.2.2 Análise das estruturas extravasoras

Na análise dos projetos como construído da PCH Cachoeira da Lixa o vertedouro é composto de uma estrutura em concreto em soleira livre possuindo com comprimento de 12,60 m e crista na elevação 370,00 m. Para a passagem da vazão de cheia com tempo de recorrência decamilenar (RPS) 165,36 m³/s o reservatório deverá estar na elevação 373,26 m.

A crista da barragem se encontra na elevação 374,00 m, ou seja, 0,74 m acima do NA Max Máximum para a cheia decamilenar sendo menor que a borda livre mínima. Assim é necessária a implantação de uma mureta com 1,00 m de altura ao longo de todo o barramento. No Gráfico 4 está indicada a curva de descarga do vertedouro onde no eixo X se encontra a vazão e no eixo Y a cota do reservatório. No mesmo gráfico está indicada a cota da crista da

barragem (elevação 374,00 m) e a linha verde pontilhada indicando a mureta necessária na cota 375,00 m mantendo assim a borda mínima de 1,50 m.

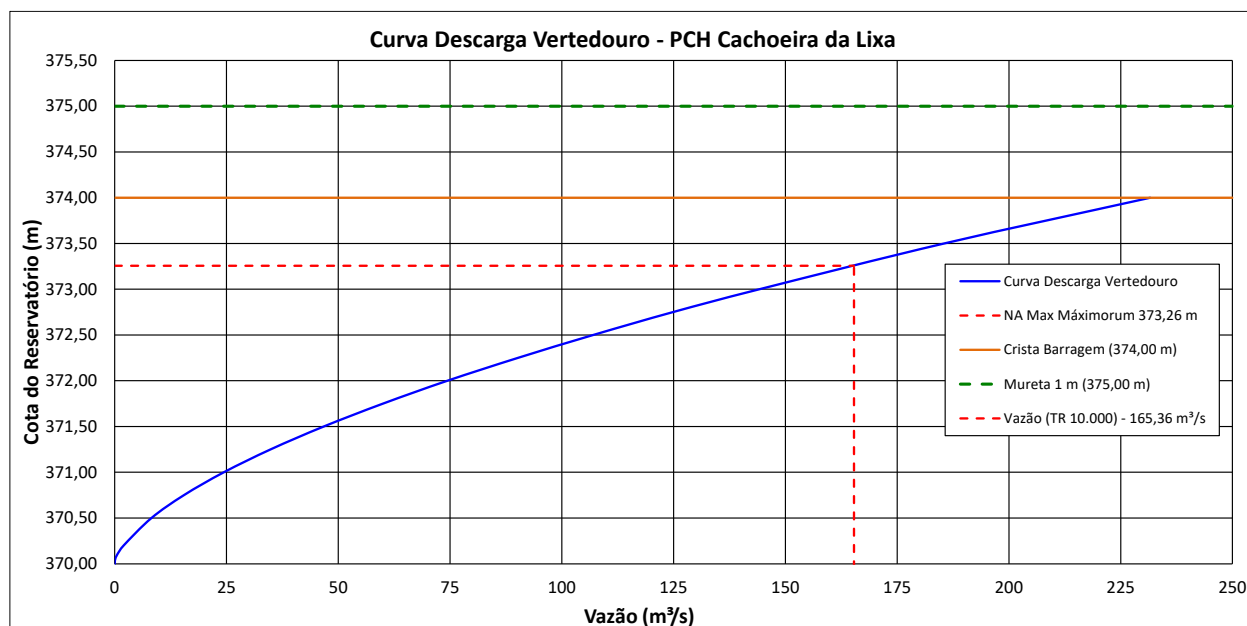


Gráfico 4 – Curva de Descarga Vertedouro – PCH Cachoeira da Lixa

4.2.3 Características Geológicas no Local da Barragem

4.2.3.1 Características geológicas do sítio do aproveitamento hidrelétrico

As informações a respeito da caracterização geológica geral do sítio do aproveitamento hidrelétrico foram obtidas a partir do estudo de Projeto Básico elaborado pela WaterMark Engenharia e Sistemas Ltda em no ano de 2002.

Na região do sítio da PCH Cachoeira da Lixa são encontradas litologias do Complexo Costeiro cujas unidades mais comuns são gnaisses e migmatitos de estrutura bandada e facoidal. Na região é frequentemente verificada a ocorrência de rochas granitóides.

Além das litologias indicadas acima, secundariamente são verificados depósitos quaternários de aluvião essencialmente areno-arginosos, que se distribuem em terraços e praias marginais ao rio, condição verificada no local da casa de força.

Para elaboração do Projeto Básico foram levantados dados geológicos e geotécnicos na bibliografia existente sendo a principal fonte o Projeto Sul da Bahia, convênio DNPM / CPRM e projeto Carta Geológica ao milionésimo do DNPM, folha SE.24 Rio Doce. Nesta etapa de estudo foi realizada uma campanha de sondagens diretas, sendo esta distribuída da seguinte forma: 3 mistas, 2 no eixo da barragem e 1 na casa de força; 9 sondagens a percussão no canal de adução e ao longo do conduto forçado e 4 sondagens rotativas, 1 margem direita do barramento, 1 na tomada d'água e 2 na região da casa de força e canal de fuga, totalizando 16 furos de sondagem.

Posteriormente a etapa de projeto básico foram realizadas sondagens complementares, tendo sido contempladas as etapas de projeto pré-executivo e executivo. As campanhas de

sondagem realizadas compuseram um adequado plano de investigação geológica do sítio da PCH CACHOEIRA DA LIXA. As campanhas de investigações realizadas são apresentadas da Tabela 12 a Tabela 16, as informações apresentadas podem ser consultadas em detalhe no desenho 0501-CL-DE-410-12-002 – Investigações Geológico - Geotécnicas.

Tabela 12 – Projeto básico: Sondagem geofísica

LEVANTAMENTO GEOFÍSICO POR SÍSMICA DE REFRAÇÃO				
		COORDENADAS		COTA
		N	E	
SS18	Início	8.111.749,842	386.100,129	370,083
	Fim	8.111.654,031	386.024,247	368,067

Tabela 13 – Projeto básico – sondagens diretas

SONDAGENS EXECUTADAS EM ETAPAS ANTERIORES				
FURO	COORDENADAS		COTA	PROFUNDIDADE
	N	E		
SM-01	8.111.842,63	386.317,81	369,98	13,64
SM-03	8.111.230,25	385.517,36	127,64	21,55
SP-01	8.111.944,05	386.224,75	369,51	4,62
SP-02	8.111.754,44	386.105,80	369,98	1,61
SP-03	8.111.522,95	385.772,01	226,39	7,81
SP-04	8.111.260,02	385.535,52	137,42	17,56
SP-05	8.111.655,18	385.908,31	311,56	1,82
SP-06	8.111.519,02	385.773,46	224,74	3,78
SP-08	8.111.366,84	385.630,16	155,41	5,91
SP-09	8.111.304,50	385.581,28	137,18	0,76
SR-01	8.111.726,83	385.997,87	371,58	11,60
SR-02	8.111.154,74	385.488,25	125,76	33,86
SR-03	8.111.133,73	385.429,33	121,11	21,80
SR-04	8.111.176,93	385.465,87	123,18	37,14

Tabela 14 - Projeto Pré-Executivo – sondagens mistas e rotativas

PROGRAMA DE SONDAGENS PRÉ-EXECUTIVO				
FURO	COORDENADAS		COTA	PROFUNDIDADE
	N	E		
SM-301	8.111.820,00	386.260,00	364,95	4,66
SM-303	8.111.964,00	386.235,00	373,57	14,88
SP-304	8.111.750,00	381.100,00	370,13	12,64
SM-305	8.111.690,00	386.053,00	379,92	15,51
SM-306	8.111.260,16	385.540,32	139,08	25,00
SM-307	8.111.196,186	385.553,45	139,55	30,00

PROGRAMA DE SONDAGENS EXECUTIVO				
FURO	COORDENADAS		COTA	PROFUNDIDADE
	N	E		
SM-401-CL	8.111.224,020	385.498,621	125,658	24,70
SR-402-CL	8.111.832,953	386.260,328	359,950	14,95

Tabela 15 – Projeto Executivo – sondagens a percussão

SONDAGENS PERCUSSIVAS (SP)  POÇO DE INVESTIGAÇÃO  – EXECUTIVO				
FURO	COORDENADAS		COTA	PROFUNDIDADE
	N	E		
SP-B01-A	8.111.664,024	386.029,900	371,580	7,21
SP-B02-B	8.111.628,214	385.985,236	347,816	1,25
P-04	8.111.588,666	385.941,093	284,410	2,15
P-05	8.111.520,320	385.854,093	237,612	2,00
SP-B05	8.111.519,380	385.853,212	237,528	13,40
SP-B06	8.111.454,978	385.773,967	199,297	2,90
SP-B07	8.111.404,293	385.716,005	193,871	6,45
P-08	8.111.331,187	385.621,234	142,720	1,70
B-10	8.111.237,610	385.513,333	126,985	1,85

Tabela 16 - Projeto Executivo/Construção – sondagens rotopercussivas

SONDAGENS ROTO-PERCUSSIVAS (SRP)  EXECUTIVO				
FURO	COORDENADAS		COTA	PROFUNDIDADE
	N	E		
SRP-01	8.111.690,651	386.060,168	379,809	5,60
SRP-01A	8.111.728,000	386.113,000	379,683	5,00
SRP-02	8.111.673,049	386.078,112	380,300	14,00
SRP-02A	8.111.699,983	386.127,087	387,400	19,00
SRP-03	8.111.713,532	386.038,950	370,100	21,25
SRP-03A	8.111.746,446	386.103,425	371,800	17,00
SRP-04	8.111.756,000	386.167,000	379,510	14,50
SRP-04A	8.111.778,000	386.222,000	380,942	18,50
SRP-05	8.111.728,050	386.178,278	388,800	15,50
SRP-05A	8.111.746,454	386.232,710	390,800	11,00
SRP-06	8.111.774,834	386.159,028	371,600	10,00
SRP-06A	8.111.796,529	386.214,623	370,100	5,25
SRP-07	8.111.789,000	386.273,000	380,735	25,00
SRP-08	8.111.765,657	386.289,540	390,800	8,25
SRP-09	8.111.812,773	386.256,247	367,200	5,00

4.2.3.2 Geologia local

A geologia na região das estruturas civis do aproveitamento hidrelétrico em estudo é caracterizada pela ocorrência de granito gnaisse coerente, pouco fraturado com passagens medianamente fraturado. Ao longo das vertentes das encostas verifica-se ocorrência de cobertura de solo de alteração com afloramento de blocos de rocha. Ao longo do leito do rio é possível verificar a ocorrência de afloramento rochoso, sendo este recoberto por depósitos aluvionares nas zonas de meandro do rio.

A geologia estrutural na região do barramento é caracterizada pela ocorrência de fraturas e falhas, no entanto, não foram identificadas ocorrências de feições geológicas no mapeamento geológico de superfície que denotassem atenção especial. As condições geológicas verificadas em campo foram passíveis remediação mediante a aplicação de metodologias típicas de

tratamento superficial de fundação. Na Figura 15 é apresentado o mapa geológico de superfície da região de implantação das estruturas civis:

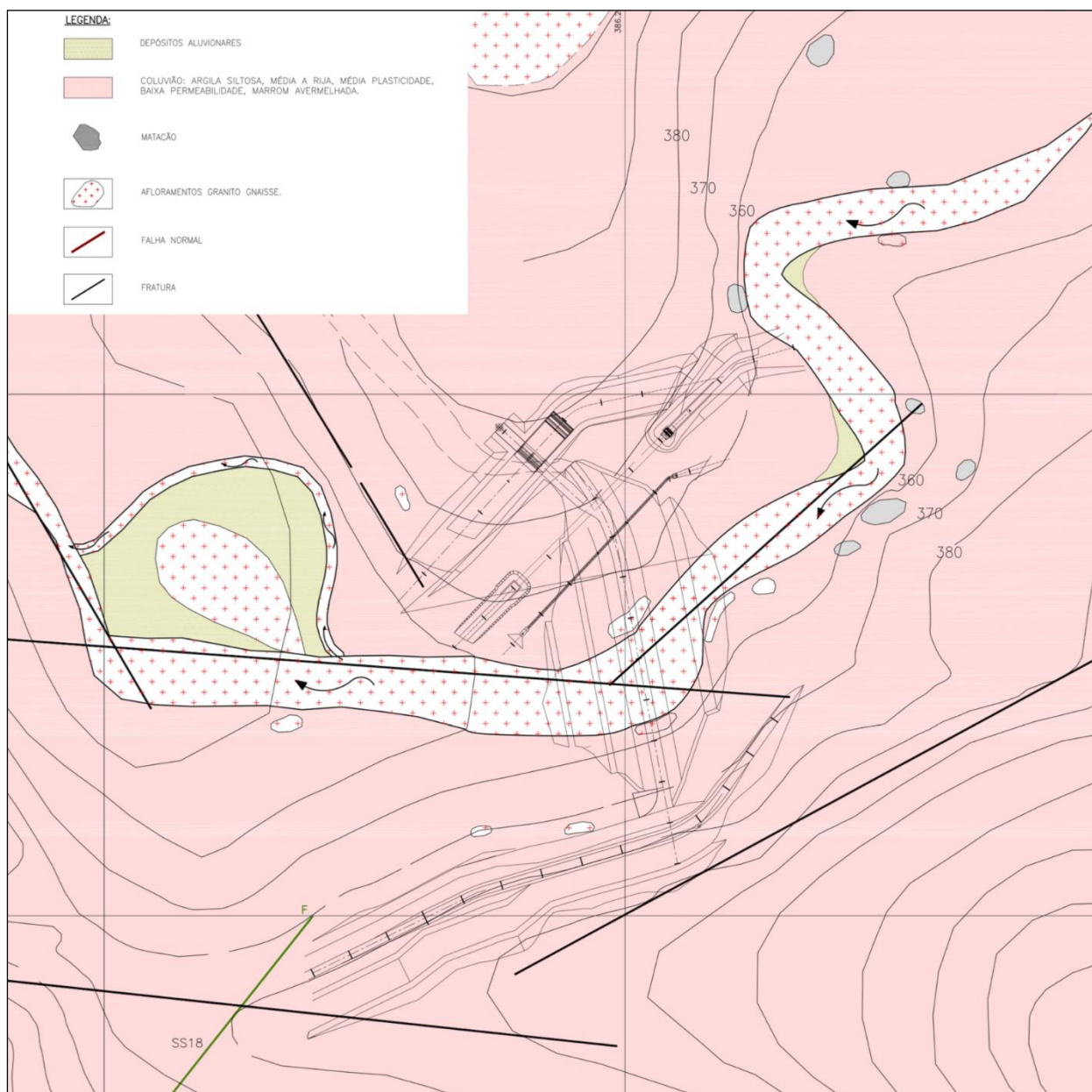


Figura 15 – Geologia local - Fonte: Mapa geológico de superfície – 0501-CL-DE-410-12-008

4.2.3.2.1 Região do barramento

De um modo geral, na região da barragem de terra o perfil geológico representado na seção AA, indica o maciço rochoso mais superficial, sendo verificada delgada cobertura de solo na ombreira esquerda, exposição rochosa no leito do rio e cobertura de solo com espessura máxima da ordem de 4,0m. A capa de solo apresenta valor de $N_{spt} < 10$ golpes, tendo sido removida para assentamento da barragem de terra.

O maciço rochoso de modo geral apresenta-se pouco fraturado com intervalos medianamente fraturado, apresentado juntas sub-horizontais, inclinadas e subverticais. Destaca-se o fato de que a ombreira direita indicou uma maior ocorrência de juntas e fraturas em relação à ombreira

esquerda, contudo, verificou-se uma condição passível de tratamento de fundação com emprego de injeções de calda de cimento para controle de percolação pela fundação do barramento.

Na região do Túnel de Desvio o perfil geológico BB indica condições adequadas para implantação da escavação subterrânea, sendo caracterizado um maciço rochoso competente pouco fraturado com passagens medianamente fraturadas.

Na região do Canal de Adução e Tomada D'água, o perfil geológico CC indica uma maior espessura de solo, sendo verificado horizonte de solo de alteração que varia de 4,0m de espessura na região do emboque do canal e amplia em direção a tomada d'água segando a atingir espessuras superiores a 10,0m. Destaca-se o fato de que, embora a maior parte do canal tenha tido seu fundo compreendido em solo, a estrutura da tomada d'água foi assente em rocha competente, tendo em vista sua cota de fundação profunda em relação ao fundo canal, sendo o fundo do canal e a fundação da Tomada D'água localizados nas elevações 368,0m e 365,0m, respectivamente. A cobertura de solo apresenta perfil de alteração sendo verificado valores de Nspt variando entre 10 e 30 golpes sem presença de nível d'água. O maciço rochoso apresenta-se são e pouco fraturado com passagens medianamente fraturadas.

A localização dos perfis geológicos da região do barramento é indicada na Figura 16, os perfis geológicos AA, BB e CC são apresentados da Figura 17 a Figura 20.

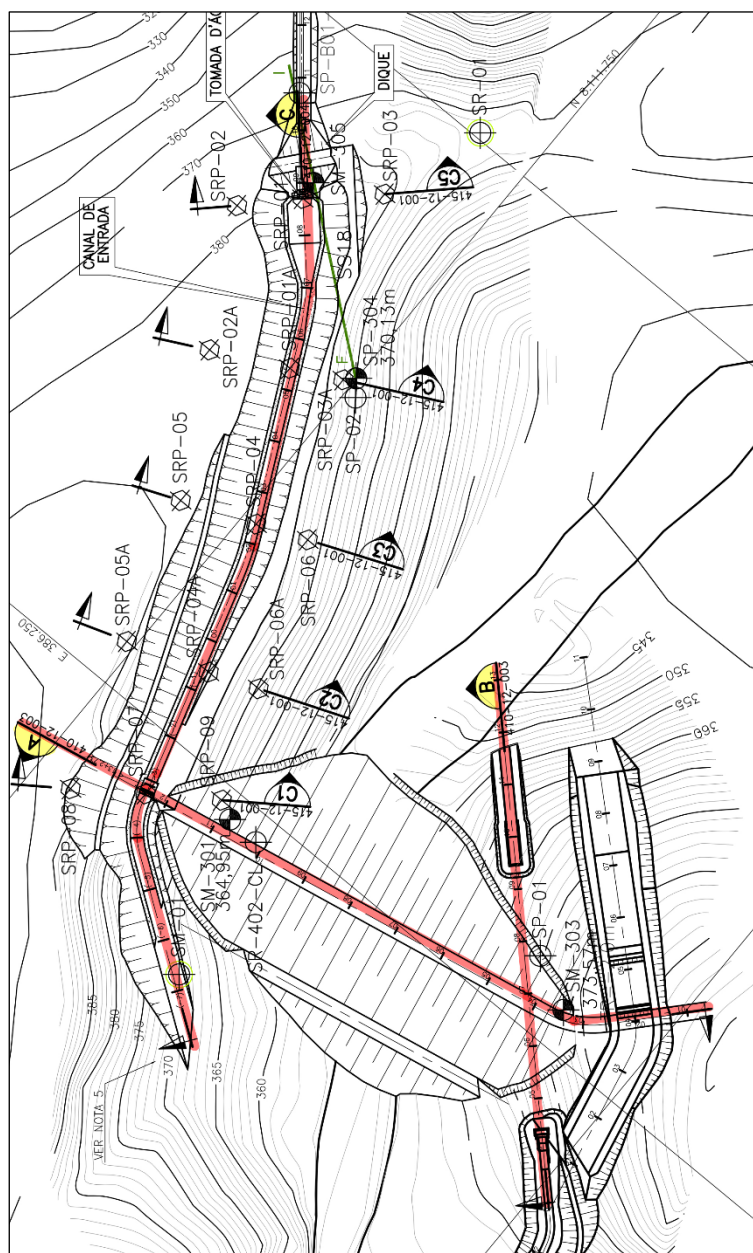


Figura 16 - Planta de localização das seções geológicas na região do barramento

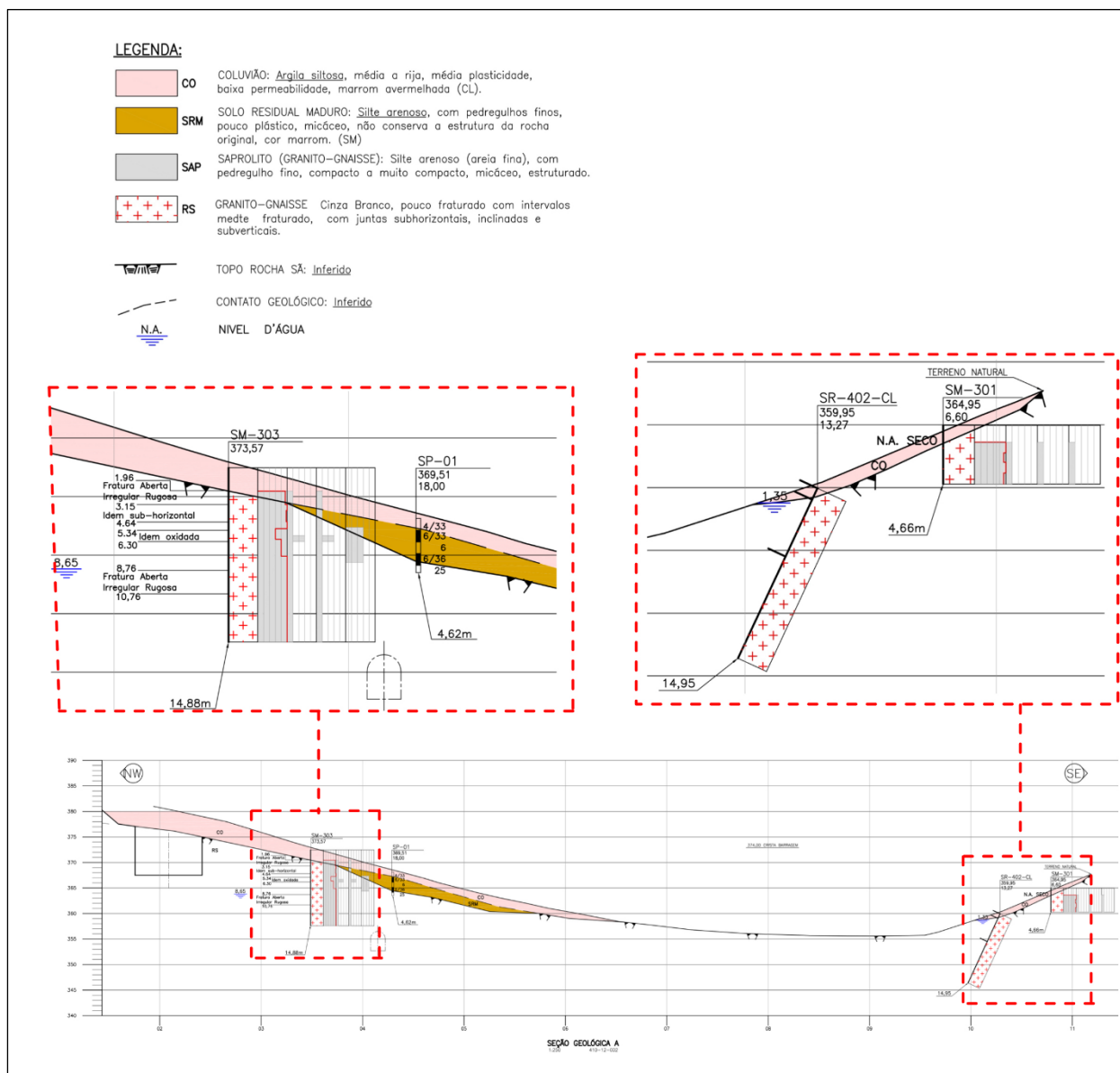


Figura 17 – Seção geológica AA - longitudinal ao barramento

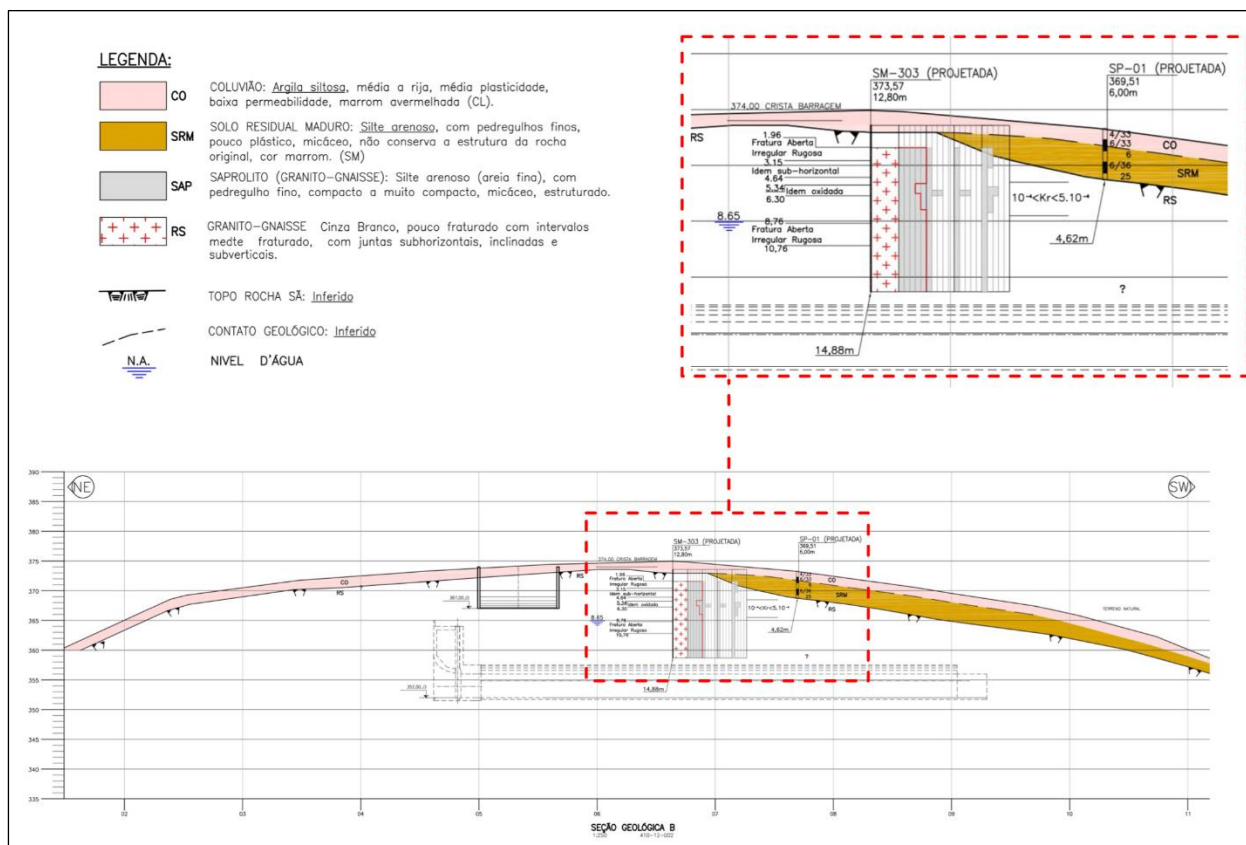


Figura 18 – Seção geológica BB – longitudinal ao eixo do túnel de desvio

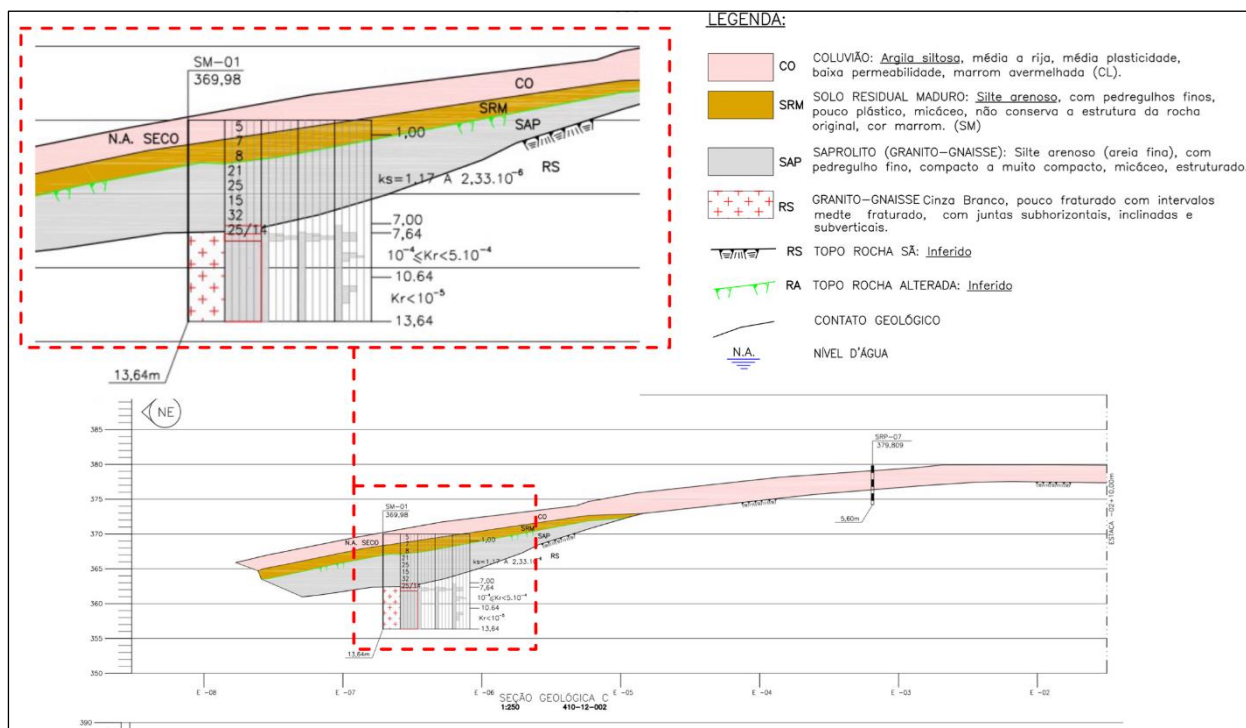


Figura 19 – Seção geológica CC – canal de adução (trecho de montante)

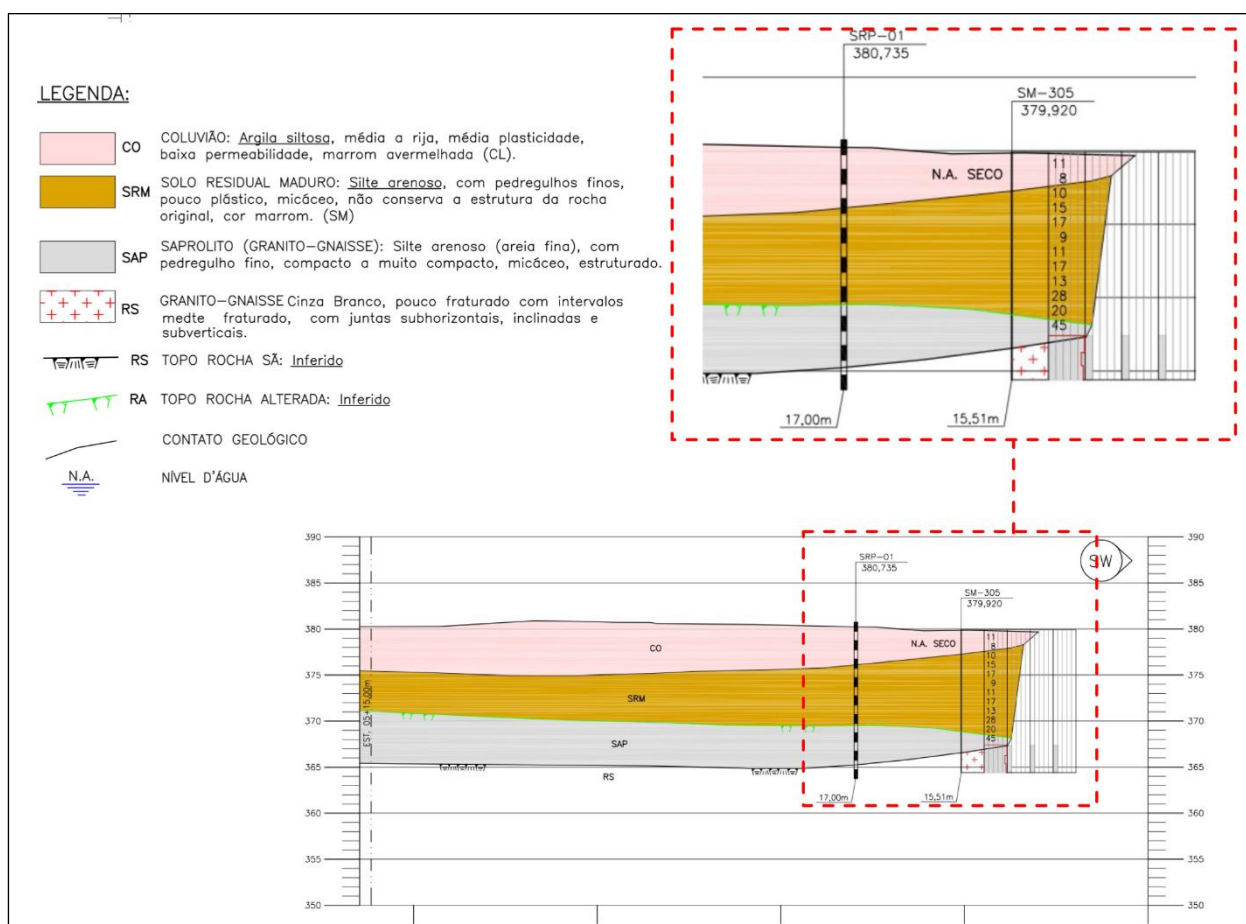


Figura 20 - Seção geológica CC – Canal de Adução e Tomada D'água

4.2.4 Critérios sismológicos

A barragem em questão está localizada no estado da Bahia, que apresenta uma baixa característica sísmica, de uma maneira geral. Apesar de existirem registros de tremores no estado, nenhum destes está próximo à localidade da PCH Cachoeira da Lixa.

De acordo com RPS- 2024 (CLX-RPS-001-00-24)) a barragem foi classificada como de pequeno porte.

Portanto, tendo em vista a baixa sismicidade local e porte da barragem recomenda-se que sejam adotadas as premissas de cálculo preconizadas pela Eletrobrás 2003, Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas, sendo adotada análise pseudo-estática na avaliação de estabilidade das estruturas de barramento, empregando acelerações de 0,05 g na direção horizontal e 0,03 g na direção vertical.

4.3 Operação e Manutenção da Barragem

4.3.1 Plano de Esvaziamento Reservatório

Este plano não se aplica à PCH Cachoeira da Lixa por não existir descarregadores de fundo, pois o túnel de desvio forma tamponadas após o desvio do rio na fase de construção da obra.

4.3.2 Plano de Descomissionamento da Barragem

De acordo com a Lei nº 12.334, art. 18, “A Barragem que não atender aos requisitos de segurança nos termos da legislação pertinente deverá ser recuperada, desativada ou descaracterizada pelo seu empreendedor, que deverá comunicar ao órgão fiscalizador as providências adotadas.”

4.3.3 Manual de Operação e Manutenção da Barragem

Foram elaborados manuais de procedimentos dos roteiros de inspeção, lista de verificação das estruturas e frequência de realização das inspeções civis.

Foram desenvolvidos os manuais de operação, manutenção e inspeção (OMI) para a Barragem e estruturas associadas. Estes manuais contêm informações coerentes e suficientes para permitir que os colaboradores operem e mantenham as barragens em condições seguras, e monitorem seu estado, de forma a acionar uma situação de alerta em caso de sinais que indiquem riscos acima de limites toleráveis.

Este manual está detalhado no item 6 - Manuais de procedimentos dos roteiros de inspeções de Segurança e Monitoramento e Relatório de Segurança da Barragem. Estes procedimentos devem servir de base para avaliar a vida útil do ativo e permitir a realização das análises de condição.

4.4 Instrumentação de Auscultação

A instrumentação implantada possui o objetivo de monitorar a barragem de terra. O conjunto de instrumentação consiste em:

- 4 Piezômetros abertos tipo Casagrande na barragem, sendo dois no maciço (PSP-11 e 21) e dois no filtro (PSP-12 e 22);
- 6 Marcos superficiais distribuídos ao longo da estrutura da barragem de terra;
- 01 medidor de vazão na jusante do barramento.

Na Figura abaixo pode-se observar a localização da instrumentação da barragem de terra.

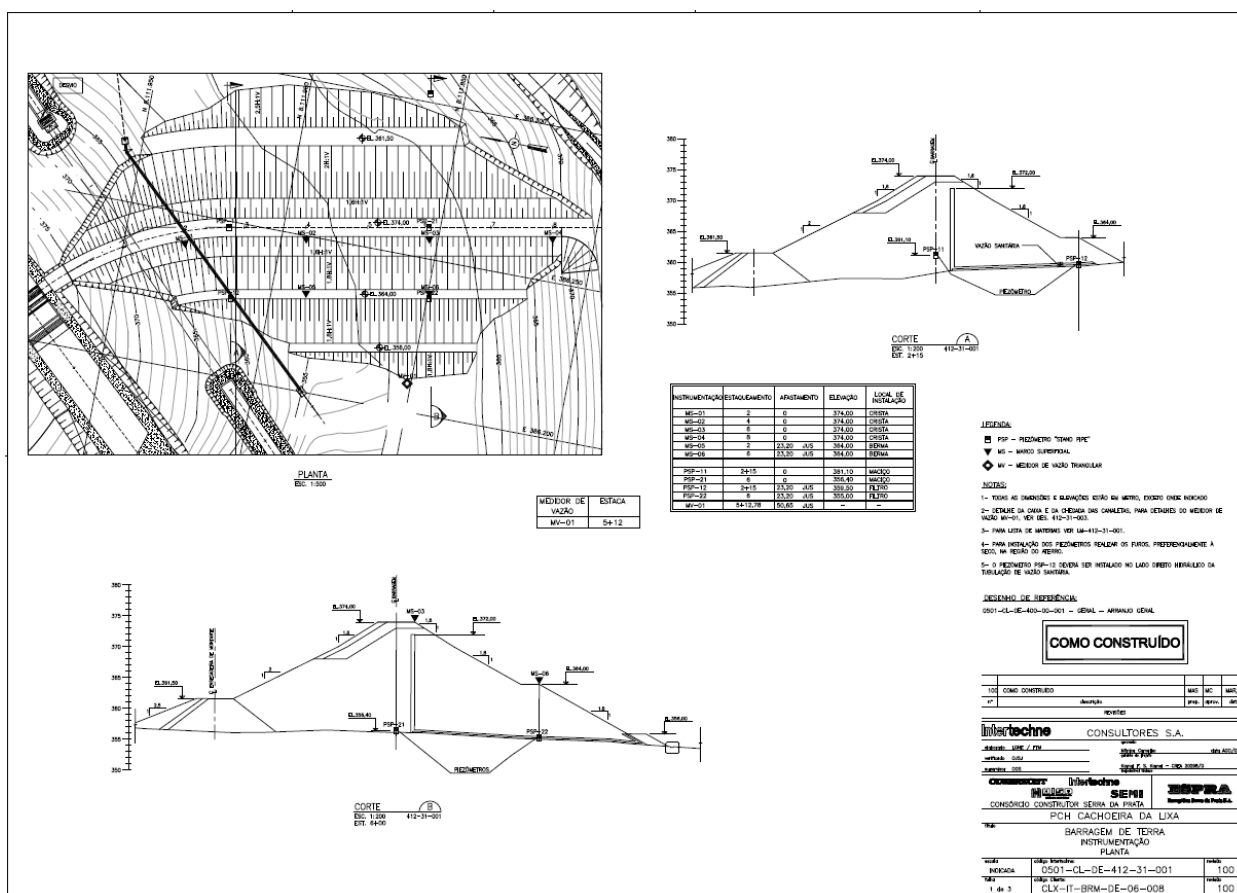


Figura 21 – Localização da Instrumentação do Barramento

Segue abaixo a função de cada instrumento bem como o tipo de monitoramento das estruturas.

Tabela 17 – Instrumentação – Barragem

TIPO DE INSTRUMENTO	CARACTERÍSTICAS	TIPO DE MONITORAMENTO
Piezômetros de Tubo Aberto (PZ)	São utilizados para medir a pressão - Nível de Água (NA) - da água intersticial nos locais selecionados tais como tapete drenante, maciço, contato do maciço de solo compactado da barragem com a fundação e na fundação da barragem.	Devem ser observados os limites informados pela projetista da barragem, Intertechne bem como os seus níveis de alerta (quando e se ocorrerem).
Marcos Superficiais (MS)	Possuem a finalidade de medir eventuais recalques do maciço da barragem, por meio de levantamentos topográficos de precisão. Para as medições, é necessária a implantação de uma referência de nível (RN), instalada no terreno natural, em local afastado da influência da implantação das estruturas.	Por se tratar de um monitoramento que exige equipe independente daquela de O&M, uma vez que a verificação das coordenadas tridimensionais destes MSs exige um serviço de topografia, este monitoramento será executado por topógrafos e resultará em relatório específico.
Medidor de Vazão (MV)	É utilizado para medir a percolação de água da barragem de enrocamento/terra ou jusante de barramento de concreto.	Leitura da vazão percolada considerando suas possíveis variações (a maior ou a menor), bem como a coloração da água percolada (mais ou menos límpida) em relação à cor da água do reservatório.

Os documentos referentes a Instrumentação de Auscultação estão apresentados no Anexo I – Documentos de Projeto – 8-Instrumentação.

5 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E QUALIFICAÇÃO TÉCNICA

5.1 Estrutura Organizacional

Para segurança da Barragem, medidas preventivas e corretivas deverão ser tomadas.

Para isso, será necessário criar uma estrutura organizacional da equipe de segurança da Barragem. Esta estrutura compreenderá desde o operador da Usina até um consultor externo em caso de emergência.

Em situações de emergência, o processo de decisões sobre a operação do reservatório assumirá configuração descentralizada, que incluirá autoridade para mobilização de recursos humanos, materiais e financeiros.

Será de responsabilidade da Operadora:

- Correção de qualquer deficiência constatada.
- Operação segura e continuada, manutenção e inspeção das estruturas da Usina e do reservatório.

A equipe de segurança da Barragem será composta pelo Responsável Técnico da Barragem, o Técnico de Segurança da Barragem (Operador da Usina) e o Consultor externo, conforme descrito abaixo:

- Responsável Técnico da Barragem: é o responsável pela segurança geral da barragem, garantindo que esteja em conformidade com todos os requisitos da lei e as boas práticas de engenharia. Todas as informações serão concentradas neste profissional, sendo que o técnico de segurança da Barragem e o consultor externo se reportarão a ele. Este é responsável pela contratação do consultor externo para realização das inspeções regulares e especiais.
- Coordenador de O&M e Coordenador do PAE: coordenador geral da operação e manutenção da Usina, da segurança da barragem e Plano de Ação de Emergência. Este irá informar o responsável da Barragem qualquer anomalia entrada nas estruturas civis, bem como irá coordenar a equipe segurança da Usina.
- Operador da Usina: é o responsável pela realização das inspeções rotineiras (mensais) na Barragem e das leituras de instrumentação. Ele deverá comunicar ao Responsável Técnico da Barragem as informações rotineiras e eventual anormalidade detectada nas inspeções mensais e nas leituras da instrumentação.
- Consultor Externo: será contratado pela gerência da usina para realização das inspeções civis regulares ou especiais. O consultor também avaliará os dados da instrumentação realizados até o momento da inspeção. Ele se portará ao Responsável Técnico da Barragem, a qual tomará as medidas corretivas e de manutenção da Barragem.

A seguir é apresentada a estrutura organizacional da equipe de segurança da Barragem para PCH Cachoeira da Lixa.

5.1.1 Equipe Geral da Segurança da Barragem

5.1.1.1 Empresa

ENERGÉTICA SERRA DA PRATA S/A. – CNPJ 05.982.449/0001-16

Estabelecida na Cidade de Salvador, Estado da Bahia, na Avenida Tancredo Neves, nº 450, 23º andar, salas 2301/2302, Caminho das Árvores, CEP 41820-901

PCH Cachoeira da Lixa - CNPJ/MF sob o nº.05.982.449/0004-69

Cidade Itamaraju, Estado da Bahia, IV. Povoado de São João da Prata, S/N, CEP. 45.836-000
Coordenadas – Latitude 17° 04'27,87" S e Longitude 40° 04' 10,18" O

5.1.1.2 Representantes Legais

Vágner Serrato - V2i Energia

Telefone: (48) 98871-8000

vagner.serratto@v2ienergia.com

5.1.1.3 Coordenador de O&M e Coordenador do PAE

Felipe Moraes - V2i Energia

Telefone: (33) 9997-8584

felipe.moraes@v2ienergia.com

5.1.2 Identificação do Responsável Técnico da Barragem

PROSENCE Projetos e Engenharia Ltda – ME – CNPJ 21.082.963/0001-51

www.prosenge.com

Endereço Escritório: Rua Lauro Linhares 2123 sala 204 Bloco B – Trindade Shopping
Florianópolis – SC – Cep: 88036-003

Telefone (49) 99124-0254

E-mail: henrique@prosenge.com

Engenheiro Civil: Henrique Yabrudi Vieira

CREA SC 057.323-9

5.1.3 Organograma da Equipe

As áreas diretamente ligadas à operação da Usina estão listadas a seguir em ordem crescente de responsabilidade.

PCH CLX			
NOME	FUNÇÃO	TELEFONE DE CONTATO	E-MAIL
Edivar Ribeiro de Souza	Assistente téc de O&M	73 98164-6504	edivar.souza@v2ienergia.com
Agnaldo José Soares	Técnico de manutenção	32 99839-8006	agnaldo.soares@v2ienergia.com
Danilo José Nóbrega do Carmo	Técnico de manutenção	32 99821-4251	danilo.nobrega@v2ienergia.com
Alexandro de Souza Almeida	Serviços gerais	73 98135-0731	alexandro.souza@v2ienergia.com
Abraão dos Santos Costa	Serviços gerais	73 98178-3779	abraao.costa@v2ienergia.com
Cosme Silva Souza Paiva	Serviços gerais	73 98181-8468	cosme.silva@v2ienergia.com
Leonardo Silva Matos	Serviços gerais	73 99143-9503	leonardo.matos@v2ienergia.com
Vanderlan Chaves Roma	Serviços gerais	73 98248-9459	vanderlan.roma@v2ienergia.com
Igor Rivelino Kucharski	Supervisor de O&M	69 98429-2942	Igor.rivelino@v2ienergia.com

5.1.4 Estrutura Organizacional na usina da Segurança da Barragem

RESPONSÁVEL TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

Henrique Yabrudi Vieira Prosenge Eng – Engenheiro Civil

- Atribuições: Gestão do Plano de Segurança de Barragem;
- Atividades: Preenchimento do Formulário de Segurança de Barragem; Inspeção de Segurança Regular - ISR; Manutenção Civil das Instalações; Treinamento da equipe local; Análise de documentação do PSB (inspeções de rotina, planilhas de auscultação); Coordenação da equipe local de segurança de barragem e participação nas atividades do Plano de Ação de Emergências em conjunto coordenador PAE.

CONSULTOR EXTERNO

Engenheiro Civil – Contratado conforme ISR e necessidades

- Atribuições: Consultoria e apoio nos assuntos relacionados a Segurança de Barragem.
- Atividades: Inspeção de Segurança Regular - ISR e Análise de Auscultação da barragem; Orientação em procedimentos específicos e especializados.

COORDENAÇÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

Felipe Moraes - Coordenador de O&M e Coordenador do PAE

Igor Rivelino Kucharski – Supervisor O&M

- Atribuições: Coordenador e Gestor Local de Segurança de Barragem;

- Atividades: Condução das atividades relacionadas à Segurança de Barragem reportando toda e qualquer anomalia encontrada ao Responsável Técnico de Segurança de Barragem.

EQUIPE OPERACIONAL

Técnicos e mantenedores

- Atribuições: Execução das atividades relacionadas à segurança de barragens.
- Atividades: Inspeccionar semanalmente as estruturas com emissão mensal da Ficha de Inspeção de Rotina e Relatório Fotográfico das possíveis anomalias encontradas; Leitura dos instrumentos de auscultação; Execução de manutenção preventiva e/ou corretiva relacionadas a operação e Segurança de Barragens.

5.2 Qualificação Técnica

A qualificação técnica da equipe de segurança da barragem deverá ser realizada após a conclusão do Plano de Segurança da Barragem e realizado reciclagens a cada ano de forma a manter equipe atualizada e comprometida com segurança da Barragem.

Esta qualificação será realizada para os operadores da Usina, bem como para o responsável pela segurança da Barragem, e deverá conter os seguintes itens:

- O porquê da Lei de Segurança de Barragens;
- Histórico de Rompimentos de Barragens;
- Lei no 12.334/2010 alterada 14.066/2020 – Política Nacional de Segurança de Barragens;
- Monitoramento e Manutenção Civil – Inspeções Cíveis, Fichas Inspeção, Instruções de Trabalho;
- Estrutura Organizacional Equipe de Segurança da Barragem;
- Fluxograma de Informações;
- Definição dos Itens a serem verificados nas Inspeções regulares (Mensais/Semestrais e Anuais);
 - Estruturas de terra/enrocamento (Barragem, Dique e Taludes);
 - Estruturas de Concreto (Barragem Concreto, Vertedouro, Tomada d'Água e Casa de Força).

A apresentação para o treinamento e qualificação técnica está apresentada no ANEXO IV deste relatório.

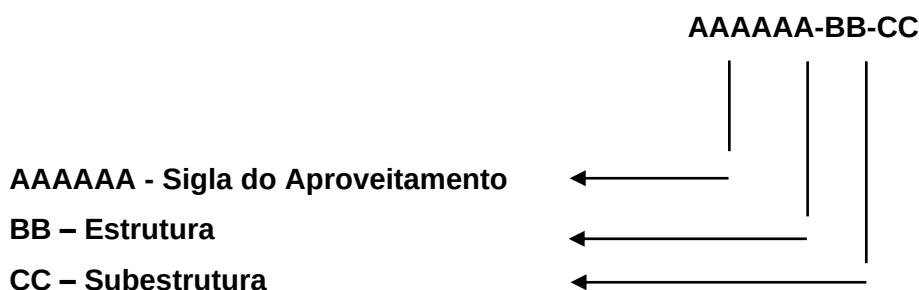
6 MANUAIS DE PROCEDIMENTOS DOS ROTEIROS DE INSPEÇÕES DE SEGURANÇA E MONITORAMENTO E RELATÓRIO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

6.1 Cadastro das Estruturas

Cada estrutura civil da usina foi cadastrada em unidades, subunidades e equipamentos. Para cada equipamento foi definido uma lista de verificação para inspeção e manutenção, de acordo com as características e necessidades de cada um.

Apresenta-se, a seguir, o cadastro das subunidades e equipamentos pertencentes à unidade PCHCLX – Estruturas e Edificações, da Pequena Central Hidrelétrica Cachoeira da Lixa bem como os respectivos atributos e sua descrição.

As estruturas civis do aproveitamento foram cadastradas em estruturas e subestruturas, conforme o seguinte padrão de identificação:



A seguir são apresentados os cadastros das estruturas e suas subestruturas com as respectivas características.

6.1.1 PCHCLX-BA→ BARRAGEM TERRA

A Barragem de terra, principal barramento, é em solo compactado e apresenta a maior altura de 18,00 m em relação à fundação.

PCHCLX-BA-TM - TALUDE DE MONTANTE

Inclinação média do talude controle: 1 (V) – 2,00 (H) até crista EL. 374,00 m

Material: solo argiloso

PCHCLX-BA-CR - CRISTA

Largura: 6,00 m

Pavimento: revestimento primário

PCHCLX-BA-TJ - TALUDE DE JUSANTE

Inclinação média do talude controle: 1 (V) – 1,80 (H) até crista EL. 374,00 m, com berma de 3,00 m na EL. 364,00

Material: solo

PCHCLX-BA-IT - INSTRUMENTAÇÃO

Tipo: Piezômetros de Tubo Aberto tipo Casagrande, Medidor de Vazão e Marcos Superficiais.

6.1.2 PCHCLX-VT → VERTEDOIRO

Vertedouro de soleira livre núcleo em concreto massa e externo em concreto convencional.

PCHCLX-VT-FJ → FACE DE JUSANTE

Tipo: vertedouro em calha

Material: concreto convencional

Obs.: ressalta-se que esta parte da estrutura do Vertedouro será inspecionada somente quando não estiver ocorrendo vertimento.

PCHCLX-VT-CR → CRISTA

Cota de projeto: 370,00

Comprimento: 12,60 m

PCHCLX-VT-RE → RESTITUIÇÃO

Material: rocha

6.1.3 PCHCLX-CA → CANAL DE ADUÇÃO

O canal de adução foi escavado em rocha/solo e protegido com concreto.

PCHCLX-CA-CA → CANAL DE ADUÇÃO

Tipo: escavado em rocha/solo

PCHCLX-CA-DQ → DIQUE

Estrutura: solo compactado

6.1.4 PCHCLX-TAA → TOMADA D'ÁGUA CANAL DE ADUÇÃO

A Estrutura da tomada d'água é de concreto armado.

PCHCLX-TAA-CR → CRISTA

Tipo: concreto

PCHCLX-TAA-CJ → ESTRUTURA DE CONCRETO À JUSANTE

Estrutura: concreto armado

Número de comportas: 1

Dimensões dos vãos das comportas: 2,00 × 2,40 m (L x A)

6.1.5 PCHCLX-CO → CONDUTO FORÇADO

Um conduto forçado em aço apoiado sobre berços de concreto armado.

PCHCLX-CO-BE → BERÇOS DE APOIO E BLOCO DE ANCORAGEM

Tipo: concreto convencional

PCHCLX-CO-TB → TUBULAÇÃO

Tipo: Aço carbono

Diâmetro: 1,45 m

6.1.6 PCHCLX-CF → CASA DE FORÇA

PCHCLX-CF-AE → ÁREA EXTERNA

Estrutura: piso em aterro e concreto

PCHCLX-CF-EC → ESTRUTURA DA CASA DE FORÇA

Estrutura: alvenaria e concreto

PCHCLX-CF-CF → CANAL DE FUGA

Tipo: escavado em rocha

6.1.7 PCHCLX-SC → SÍTIO CIRCUNVIZINHO

PCHCLX-SC-AC → ACESSOS E LIMITES DA PROPRIEDADE

Tipo: estradas vicinais com tratamento primário e taludes escavados e cercas ao longo da propriedade

PCHCLX-SC-SB → SUBESTAÇÃO

Tipo: pátio com brita e bases de concreto

PCHCLX-SC-TE → TALUDES E EROSÕES NO ENTORNO DA USINA

Tipo: Taludes naturais ou escavados com ou sem processo de erosão

PCHCLX-SC-RE → RESERVATÓRIO

Tipo: Taludes naturais e boias sinalização

6.2 Planejamento das Inspeções

6.2.1 Tipos e Frequência das Inspeções

A tabela abaixo apresenta resumo das inspeções anuais.

Tabela 18 - Tipo e frequência das inspeções de segurança

Tipo	Frequência	Total Anual	Executor
Inspeção Rotineira	1 x mês	12	Operação – Equipe Interna da Segurança da Barragem
Inspeção Regular	1 x ano	01	Consultor – Eng. Civil especialista em Segurança de Barragens
Inspeção Especial	Esporádico, de acordo com necessidade. Avaliado pelo responsável da segurança da Barragem		

A seguir são descritas e detalhadas as inspeções necessárias para acompanhamento das estruturas civis da usina.

6.2.1.1 Inspeções Rotineiras (Mensais)

As “Inspeções Rotineiras” são aquelas realizadas pelos técnicos responsáveis pela operação da Usina, durante sua circulação pela crista da barragem, Ombreiras, vertedouros, e tomada d’água, a frequência dessas inspeções deverá ser mensal, definida de acordo com o recomendado no item a ser inspecionado, e podendo ser mais reduzida em função de restrições sazonais, após ocorrências de enchentes (Vertimentos acima 1,50 m). Não gera relatórios específicos, mas apenas comunicações de eventuais anomalias detectadas.

Deverão ser preenchidas as Fichas Inspeção mensais de acompanhamento para as seguintes estruturas civis que estão apresentadas no Anexo II.

Destaca-se que esses técnicos deverão ser devidamente treinados e qualificados para tal, sendo alertados antecipadamente sobre os vários tipos de anomalias a observar nas estruturas em solo e rocha, assim como nas estruturas de concreto. Toda anomalia deverá ser registrada através de fotos, sendo que as mais importantes, tais como:

- Surgências de água a jusante e ombreiras;
- Surgência de água no paramento de jusante;
- Trincas e deslocamentos no concreto;
- Fissuras na crista ou talude de jusante; etc.

Estas inspeções devem ser realizadas por técnicos ou auxiliares técnicos devidamente treinados para tal, que tenha conhecimento do empreendimento.

6.2.1.2 Inspeção de Segurança Regular (Anual)

São as inspeções realizadas por uma equipe do proprietário da barragem ou por consultor externo. Esta equipe deverá ser composta de especialistas das áreas de Hidráulica, Geotecnia, Geologia, Estruturas e Tecnologia de Concreto. A frequência destas inspeções deverá ser anual (Classe B). Os aspectos a serem vistoriados, analisados e relatados neste tipo de inspeção estão detalhados nas Fichas de Inspeções anuais. Também deverão ser analisados os dados das inspeções rotineiras e preenchidas as Fichas de Inspeções do Anexo II.

A seguir apresenta-se a relação dos Técnicos e Engenheiros que devem participar dessa inspeção:

- Engenheiro estrutural ou da área de concreto;
- Engenheiro geotécnico;
- Engenheiro hidráulico;
- Técnico sênior.

6.2.1.3 Inspeções Segurança Especial

As “Inspeções Especiais” são aquelas a serem realizadas após a ocorrência de eventos especiais, tais como uma cheia excepcional, rebaixamento rápido do reservatório, sismo sensível na região, etc., ou após a detecção de uma anomalia ou ocorrência de um evento adverso, que possa colocar em risco a segurança da barragem. Tendo por base as consequências do evento excepcional ou a anomalia observada, pode haver a necessidade de participação de um ou mais especialistas, para assessorar nessa inspeção.

Esta convocação normalmente será fruto de uma avaliação, por parte da equipe de engenharia de inspeção e manutenção, após uma grande enchente onde se detecte algum problema que

mereça atenção especial ou mediante alterações importantes dos níveis de leitura dos instrumentos de monitoramento da barragem/vertedouro.

Depois de cheias e chuvas torrenciais, observações não usuais tais como fissuras, recalques, surgências de água e indícios de instabilidade de taludes devem ser verificadas.

A seguir apresenta-se a relação dos Técnicos e Engenheiros que devem participar dessa inspeção. Dependendo da causa que motivou essa “Inspeção Especial” não haverá necessidade de participação de toda a equipe a seguir relacionada.

- Engenheiro especialista;
- Engenheiro estrutural ou da área de concreto;
- Engenheiro geotécnico;
- Engenheiro hidráulico;
- Engenheiro mecânico.

6.2.2 Classificação dos Inspetores

No que concerne às “Inspeções Rotineiras” os técnicos devem estar devidamente treinados para a sua realização e registro, aproveitando o fato de estarem circulando periodicamente pelas estruturas da barragem. Os mesmos devem ser orientados no sentido de proceder à observação dos locais por onde estão circulando, registrando toda nova anomalia e comunicando de imediato aos superiores.

Deve-se ressaltar que esses técnicos devem participar de cursos preparatórios para saber o que observar, como efetuar o registro das anomalias mais relevantes e aquelas que deverão ser comunicadas de imediato aos superiores, a quem efetuar essas comunicações, etc.

No que diz respeito às “Inspeções Segurança Regular” as mesmas devem ser realizadas por uma equipe local de Engenheiros e Geólogos, cabendo ao responsável técnico o recolhimento de Anotação de Responsabilidade junto ao órgão competente (CREA). Em se tratando de Usinas Hidrelétricas ou barragens dotadas de comportas e equipamentos auxiliares, um Engenheiro Mecânico e/ou Elétrico poderão participar.

Na realização das “Inspeções Segurança Regular” a equipe deve ter conhecimento prévio sobre os equipamentos eletromecânicos do empreendimento, particularmente das comportas e stop-logs do Vertedouro, Tomada de Água e Casa de Força, incluindo o dispositivo da vazão sanitária.

No que concerne às “Inspeções Segurança Especiais”, as mesmas poderão ser realizadas, eventualmente, pela equipe das “Inspeções Segurança Regular”, mas exigindo geralmente a contratação de mais algum especialista. Após a passagem de uma grande cheia caberia, por exemplo, a contratação de um especialista em Hidráulica-Hidrologia, após um grande sismo, de um bom Geólogo de Engenharia, ou de um Engenheiro Mecânico especialista em turbinas,

após um eventual problema com uma das unidades geradoras, envolvendo, por exemplo, a quebra das pás.

6.2.3 Itinerário e Materiais para Inspeções

A inspeção no campo tem por objetivo identificar anomalias ou condições que possam afetar a segurança da barragem. Assim é importante observar todas as regiões da barragem, designadamente o paramento de montante, paramento de jusante, crista, ombreiras, reservatório, etc. Deve também incluir as estruturas extravasoras, especialmente o vertedouro, a tomada de água e a descarga de fundo.

A técnica usual é caminhar ao longo da crista da barragem, pé de jusante e ombreiras, incluindo algum caminhamento sobre os taludes para a observação de alguma eventual particularidade.

A experiência vem mostrar que pequenos detalhes podem usualmente ser vistos a partir de uma distância de 3 a 10 metros, em qualquer direção. Não importa o tipo de trajetória, o importante é que, tanto quanto possível, toda a superfície da barragem seja coberta visualmente.

Durante as inspeções visuais devem ser fotografadas todas as regiões inspecionadas, particularmente as anomalias encontradas. Deve-se sempre procurar proceder a uma comparação das anomalias já observadas em inspeções anteriores, tais como fissuras, infiltrações e surgências nas ombreiras, para verificar se houve alguma evolução.

No caso das inspeções especiais o roteiro da inspeção depende da situação a ser investigada e da metodologia de trabalho da equipe de especialistas, podendo ser localizada ou envolver toda a barragem e áreas adjacentes, no caso de um sismo.

Destacam-se como equipamentos a serem levados nas inspeções de campo, sejam elas “Regulares” ou “Especiais”, os seguintes:

- Caderno de anotações e caneta;
- Câmera fotográfica;
- Trena (2,0 a 5,0 m);
- Martelo de geólogo (eventual);
- Fissurômetro.

6.2.4 Observações e Fichas de Inspeções

Relacionam-se a seguir os dados que deverão integrar os “Relatórios de Inspeção Regular” ou “Especial”, com uma relação dos principais tópicos a serem observados e registrados.

Pode-se consultar manual da ANA - Volume II – Guia Orientação Formulários Para Inspeções Segurança Barragem disponível em:

<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cadastros/Barragens/ManualEmpreendedor.aspx>.

Dentro do Anexo II – Fichas de Inspeções, também está apresentado descritivo das principais anomalias encontradas nas estruturas civis de acordo com ANA.

6.2.4.1 Geral

CONDIÇÕES OPERACIONAIS

- Falta de manutenção sobre estruturas civis;
- Boas condições de acesso;
- Falta de cercas de proteção;
- Falta ou deficiência de placas sinalização;
- Mapas de risco e rotas de fuga;
- Condições de geração: NA Montante, NA Jusante, Vazão Vertida, Unidades em Operação;
- Residências nas Juba Ida barragem.

RESERVATÓRIO

- Sinalizadores para proteção Vertedouros;
- Materiais flutuantes junto as grades;
- Muita vegetação nas margens;
- Água com turbidez;
- Indícios de assoreamento;
- Ocorrência de fortes ondas.

6.2.4.2 Estruturas de Terra e/ou Enrocamento

TALUDE DE MONTANTE

- Erosão do material do rip-rap;
- Desagregação de blocos de rocha;
- Recalque, depressão, escorregamento (sinkholes);
- Vegetação excessiva (arbustos, árvores).

CRISTA

- Recalque, depressão, sinkhole;
- Desalinhamento da crista;

- Fissuras transversais ou longitudinais;
- Vegetação excessiva (arbustos, árvores);
- Erosão superficial.

TALUDE DE JUSANTE

- Erosão;
- Cobertura de proteção inadequada;
- Fissuras longitudinais ou transversais;
- Recalque, depressão, escorregamento (sinkholes)
- Obstrução dos canaletas de drenagem
- Áreas úmidas ou com infiltração
- Tocas de animais (cupinzeiros, formigueiros)
- Vegetação excessiva (arbustos, árvores).

Na Figura 22 apresenta-se um esquema ilustrando as anomalias mais usuais observadas em barragens de terra ou enrocamento.

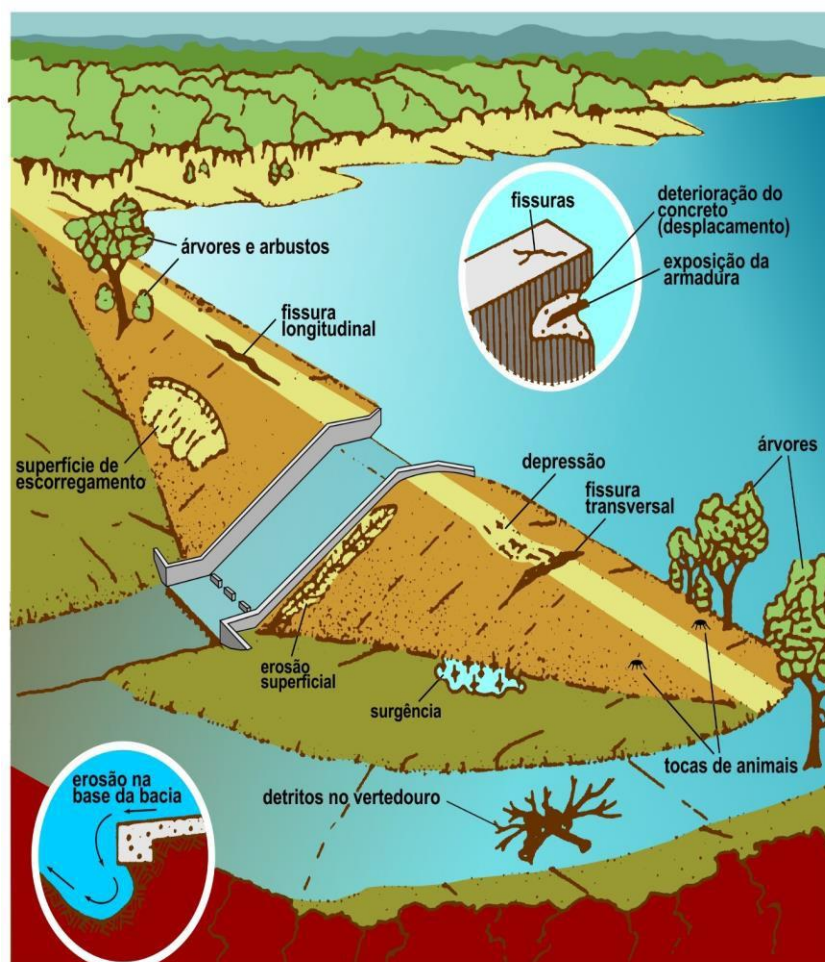


Figura 22 – Representação esquemática das anomalias

Fonte: modificado de Roque e Comissão, 2001

TALUDES USINA

- Bom aspecto geral da rocha;
- Deslocamentos de concreto projeto e/ou rocha;
- Escorregamento e/ou erosões de taludes;
- Blocos de rocha instáveis nos taludes;
- Falta de proteção contra intempéries (proteção vegetal, proteção com telas e etc).
- Existência de dispositivos de drenagem e limpeza.

6.2.4.3 Estruturas de Concreto

PARAMENTO DE MONTANTE

- Deslocamento pronunciado entre blocos;
- Junta de vedação danificada entre blocos e/ou lajes;
- Desgaste superficial do concreto
- Fissuras superficiais ($e > 0,5$ mm);
- Exposição do agregado;
- Exposição da armadura.

CRISTA

- Fissuras superficiais ($e > 0,5$ mm);
- Fissuras tipo “mapa”;
- Juntas de contração bem abertas;
- Recalque diferencial pronunciado entre blocos;
- Desalinhamento do guarda-corpo;
- Deslocamento do concreto;
- Boa drenagem do trilho da talha.

PARAMENTO DE JUSANTE

- Deslocamento pronunciado entre Bloco;
- Juntas de contração com infiltração;
- Infiltração concreto;

- Carbonatação no concreto;
- Fissuras superficiais ($e > 0,5$ mm);
- Deslocamento do concreto;
- Exposição da armadura;
- Vegetação excessiva no pé da barragem.

TOMADA DE ÁGUA E CÂMARA DE CARGA

- Deslocamento superficial do concreto;
- Fissuração no concreto ($e > 0,5$ mm);
- Exposição do agregado;
- Exposição da armadura;
- Deslocamento pronunciada entre blocos;
- Dispositivo de vedação da junta danificado;
- Infiltração através das juntas/fissuras;
- Trilho do pórtico em bom estado;
- Formação de vórtices a montante;
- Materiais flutuantes a montante;
- Equipamentos mecânicos em bom estado.

VERTEDOURO

- Fissuras superficiais ($e > 0,5$ mm);
- Fissuras tipo “mapa”;
- Infiltração pelas juntas entre blocos;
- Erosão por abrasão;
- Erosão por cavitação;
- Arrancamento de reparos superficiais;
- Exposição da armadura;
- Carbonatação concreto;
- Boas condições hidráulicas.

CASA DE FORÇA INTERNA

- Fissuras no concreto;

- Infiltrações no concreto;
- Carbonatação no concreto;
- Água acumulada sobre o piso;
- Deslocamento do concreto;
- Cobertura em bom estado;
- Equipamentos/estrutura em bom estado;
- Boas condições de ventilação;
- Boas condições de iluminação.

CASA DE FORÇA EXTERNA

- Calçada lateral em bom estado;
- Canaletas de drenagem limpos;
- Água acumulada na lateral;
- Fissuras nas paredes
- Janelas em bom estado;
- Boas condições de acesso;
- Taludes laterais em bom estado;
- Boas condições de limpeza no entorno.

SUBESTAÇÃO

- Boas condições de drenagem;
- Piso em boas condições;
- Equipamentos em boas condições;
- Condições de acesso adequadas;
- Canaletas de drenagem limpos;
- Indícios de instabilidade de talude lateral;
- Infiltrações de água nas proximidades;
- Erosão superficial do terreno;
- Vegetação interna excessiva;
- Vegetação externa excessiva.

6.2.4.4 Instrumentação de Auscultação

- Boa proteção;
- Acesso adequado;
- Limpeza adequada;
- Identificação adequada;
- Execução das leituras e tabulação;
- Instrumento em boas condições;
- Calibração das leitoras.

6.3 Resumo das Fichas de Inspeções

6.3.1 Inspeções Regulares e Especiais

Apresenta-se, no quadro abaixo, um resumo das fichas de inspeção para realização das inspeções regulares e especiais e demais características associadas.

Netas inspeções as fichas de inspeções irão avaliar com seguintes itens:

1- SITUAÇÃO	
NA	Este item Não é Aplicável
NE	Anomalia não existe
PV	Anomalia constatada pela Primeira Vez
DS	Anomalia desapareceu ou sofreu manutenção
DI	Anomalia Diminuiu
AU	Anomalia Aumentou
NI	Este item não foi inspecionado

2- MAGNITUDE	
I	Insignificante
P	Pequena
M	Média
G	Grande

3- NÍVEL DE PERIGO DA ANOMALIA (Risco Barragem)	
1	Normal - Não ocorre anomalia ou as que existem não compromete a segurança da barragem, mas devem ser monitoradas;
2	Atenção - Anomalia não compromete estrutura, mas exige monitoramento/controle ou reparo;
3	Alerta - Anomalia representa risco à segurança da barragem, exige providências para manutenção das condições de segurança;
4	Emergência - Anomalia representa risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais.

Quadro 1 – Resumo das Fichas de Inspeções Anual/Especial

	Fichas de Inspeções	Estrutura	Frequência	Instruções de Trabalho
1	PCHCLX-BA	Barragem Terra	Anual	IT1, IT11, IT12 e IT13
2	PCHCLX-VT	Vertedouro		IT1, IT5 e IT6
3	PCHCLX-CA	Canal de Adução		IT1 e IT12
4	PCHCLX-TAA	Tomada d'água Canal de Adução		IT1, IT4, IT5 e IT6
5	PCHCLX-CO	Conduto Forçado		IT1, IT2, IT3, IT4, IT5, IT6, IT7 e IT8
6	PCHCLX-CF	Casa de Força		IT1, IT2, IT3, IT4, IT5, IT6, IT7 e IT8
7	PCHCLX-SC	Sítio Circunvizinho		IT1, IT2, IT3, IT4, IT5, IT6, IT7 e IT8

Para as inspeções rotineiras (mensais), a serem executadas pelos operadores da Usina, foi criada um Checklist global de todas as estruturas, para acompanhamento mais simplificado.

6.4 Monitoramento da Instrumentação de Auscultação

6.4.1 Frequência de Leituras

As leituras da Instrumentação estão sendo executadas adequadamente conforme período da fase da barragem. É recomendado manter a frequência abaixo para instrumentos após RPS.

Tabela 19 – Frequência Leituras Instrumentação – PCH Cachoeira da Lixa

Instrumento	Leituras
Piezômetro de Tubo Aberto	Semanal
Medidor de Vazão	Semanal
Marcos Superficiais	Quando necessário (*)

(*) Devido idade da barragem os marcos serão lidos de acordo com necessidade de investigação de um possível deslocamento, sendo solicitado ISR ou ISE

6.4.2 Valores de Controle

6.4.2.1 Piezômetros

Os valores de controle para piezômetros serão mantidos de projeto, pois estabilidade está de acordo, logo segue definido no manual de auscultação da INTT.

Tabela 20 – Valores de Controle PZs – PCH Cachoeira da Lixa

Seção	Piezômetro	Cota de Instalação (m)	Valor de Atenção		Valor de Alerta	
			Cota Piezométrica	Carga Piezométrica	Cota Piezométrica	Carga Piezométrica
A	PSP - 11	361,10	365,58	4,48	367,49	6,39
	PSP - 12	359,50	360,50	1,00	361,50	2,00
B	PSP - 21	356,40	365,17	8,77	366,59	10,19
	PSP - 22	355,00	358,69	3,69	359,45	4,45

Fonte: CLX-IT-BRM-MN-06-001-R0 - Manual Auscultação– Intertechne

6.4.2.2 Medidor de vazão

Com base nos critérios expostos na RPS-2024 são apresentados os valores de referência para monitoramento da vazão total medida no MV-1:

Tabela 21 – Valores de atenção e alerta para o medidor de vazão.

Medidor de Vazão	Vazão l/min.	
	Nível de Atenção	Nível de Alerta
MV-01	14	70

6.4.3 Calibração dos instrumentos

A calibração dos instrumentos deverá ser realizada de acordo com o determinado por cada fabricante ou pelo menos 1 vez por ano. Importante utilizar instrução técnica (ITI3) para verificação de necessidade de calibração ou troca da leitora do PZ. Importante manter leitora reserva em caso de danificação da principal.

6.4.4 Monitoramento e Avaliação

6.4.4.1 Leituras e registros

Para monitoramento são realizadas leituras na instrumentação, conforme frequência da Tabela 19 e registradas nos gráficos abaixo para acompanhamento da Barragem de terra com núcleo de argila.

Todas as planilhas da instrumentação estão apresentadas no Anexo III – Instruções de Trabalho – Instrumentação.

6.4.4.2 Análise e Avaliação

Nas inspeções de segurança regular, com frequência anual, a instrumentação deverá ser analisada/reavaliada de modo a se verificar a tendência de comportamento dos instrumentos. Além de ser uma boa prática de engenharia é uma recomendação da Resolução Normativa ANEEL 1064/2023.

6.5 Manutenções Periódicas Usina

Para realização as manutenções periódicas na usina, Barragens e estruturas associadas, foram elaboradas instruções de trabalho são utilizadas para orientar/auxiliar na realização das manutenções civis.

A equipe de inspeção e manutenção deverá consultar este item do Plano, previamente à realização do serviço, para tomar conhecimento das orientações a serem seguidas.

O objetivo das instruções é orientar como determinado serviço deverá ser executado.

Outras instruções técnicas específicas poderão ser criadas em uma eventual necessidade após as inspeções regulares/segurança/especiais.

As instruções técnicas mais simplificadas poderão ser realizadas pela equipe da operação da Usina, e os serviços mais especializados deverão ser elaborados internamente por técnicos ou engenheiros e/ou contratados quando identificada a necessidade nas inspeções regulares e/ou especiais.

Apresentam-se, no Anexo III, as Instruções de Trabalho (IT) e as Instruções de Trabalho da Instrumentação (ITI).

Quadro 2 – Resumo das Instruções de Trabalho e utilização - Manutenções

Instruções de Trabalho	Descrição da Instrução	Estrutura	Utilização - Inspeção	Equipe p/ realização da IT
IT-1	Serviços Gerais – Limpeza, Manutenção e Conservação	Usina	Regular - Mensal	Operação
IT-2	Recomposição do reboco	Usina	Regular - Mensal	Especializada (*)
IT-3	Demolição de Blocos de Rocha	Sítio Circunvizinho	Segurança - Anual	Especializada (*)
IT-4	Monitoramento de Trincas e Fissuras	Barragem, Tomada d'água e Casa de Força	Segurança - Anual	Especializada (*)
IT-5	Reparos nas Juntas de Dilatação	Barragem, Vertedouro, Tomada d'água e Casa de Força	Segurança - Anual	Especializada (*)
IT-6	Reparos no Concreto e Tratamento de Armaduras	Barragem, Vertedouro, Tomada d'água e Casa de Força	Segurança - Anual	Especializada (*)

IT-7	Bate Choco	Sítio Circunvizinho e taludes da Casa de Força	Segurança - Anual	Especializada (*)
IT-8	Concreto Projetado	Sítio Circunvizinho e taludes da Casa de Força	Regular - Mensal	Especializada (*)

(*) A equipe especializada para realização dos serviços poderá ser contratada quando detectado a necessidade nas inspeções regulares realizadas pelos consultores externos.

Quadro 3 - Resumo das Instruções de Trabalho e utilização - Instrumentação

Instruções de Trabalho	Descrição da Instrução	Estrutura	Utilização - Inspeção	Equipe p/ realização da ITI
ITI-1	Leituras de Piezômetros de Tubo Aberto e Medidores de Nível d'Água	Barragem	Mensal	Operação
ITI-2	Leituras Medidor de Vazão	Barragem		Operação
ITI-3	Certificação Plo Elétrico	Barragem	Semestral	Operação

6.6 Fluxo de informação, instrumentação de auscultação e equipe de inspeção

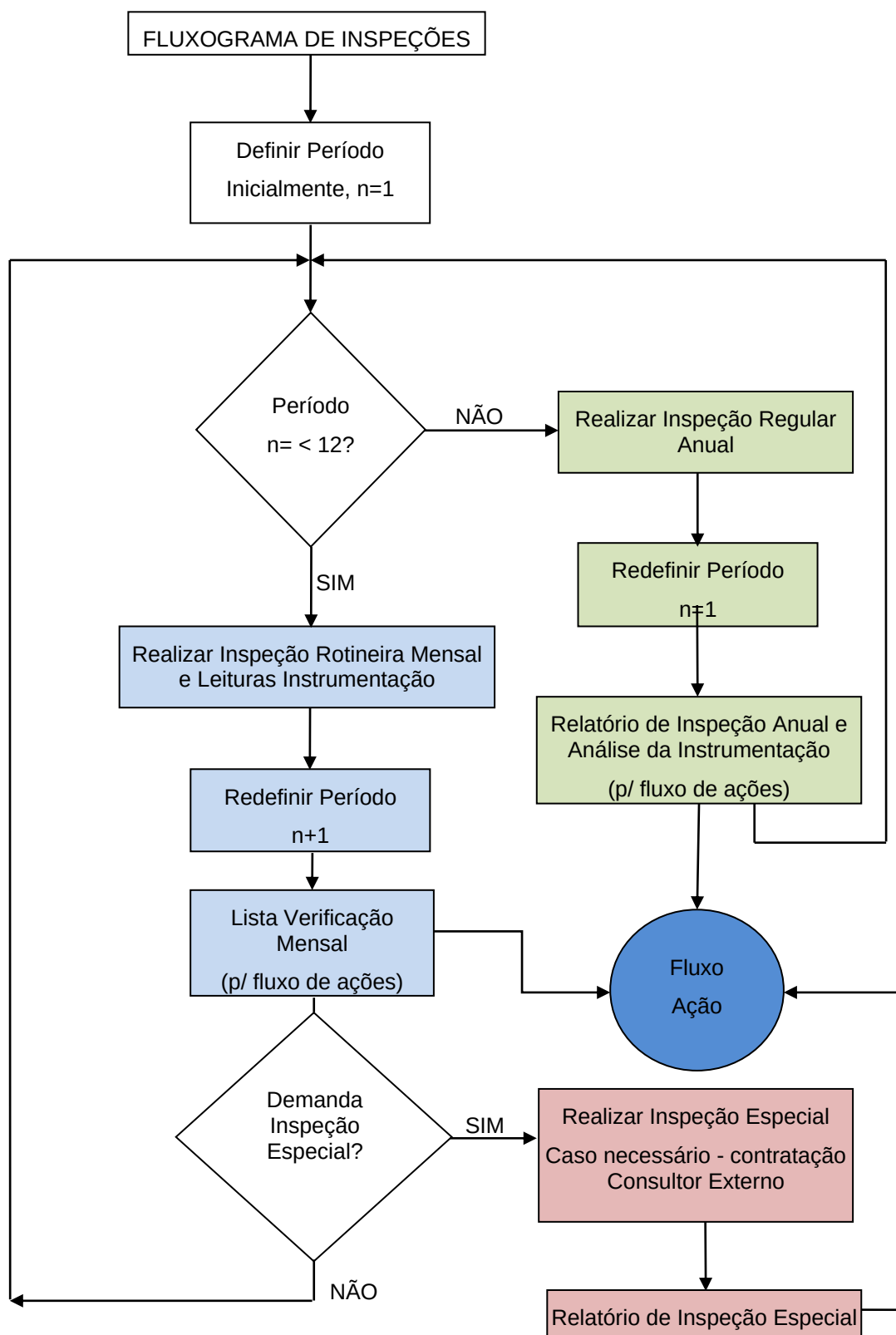
O fluxograma apresenta as atividades da equipe de inspeção e manutenção das estruturas civis e a interface com a Gerência da Usina sendo de inspeções e de ações.

O fluxograma de inspeções (Fluxograma 1) indica a sequência dos procedimentos para as inspeções nas estruturas de acordo com a periodicidade necessária.

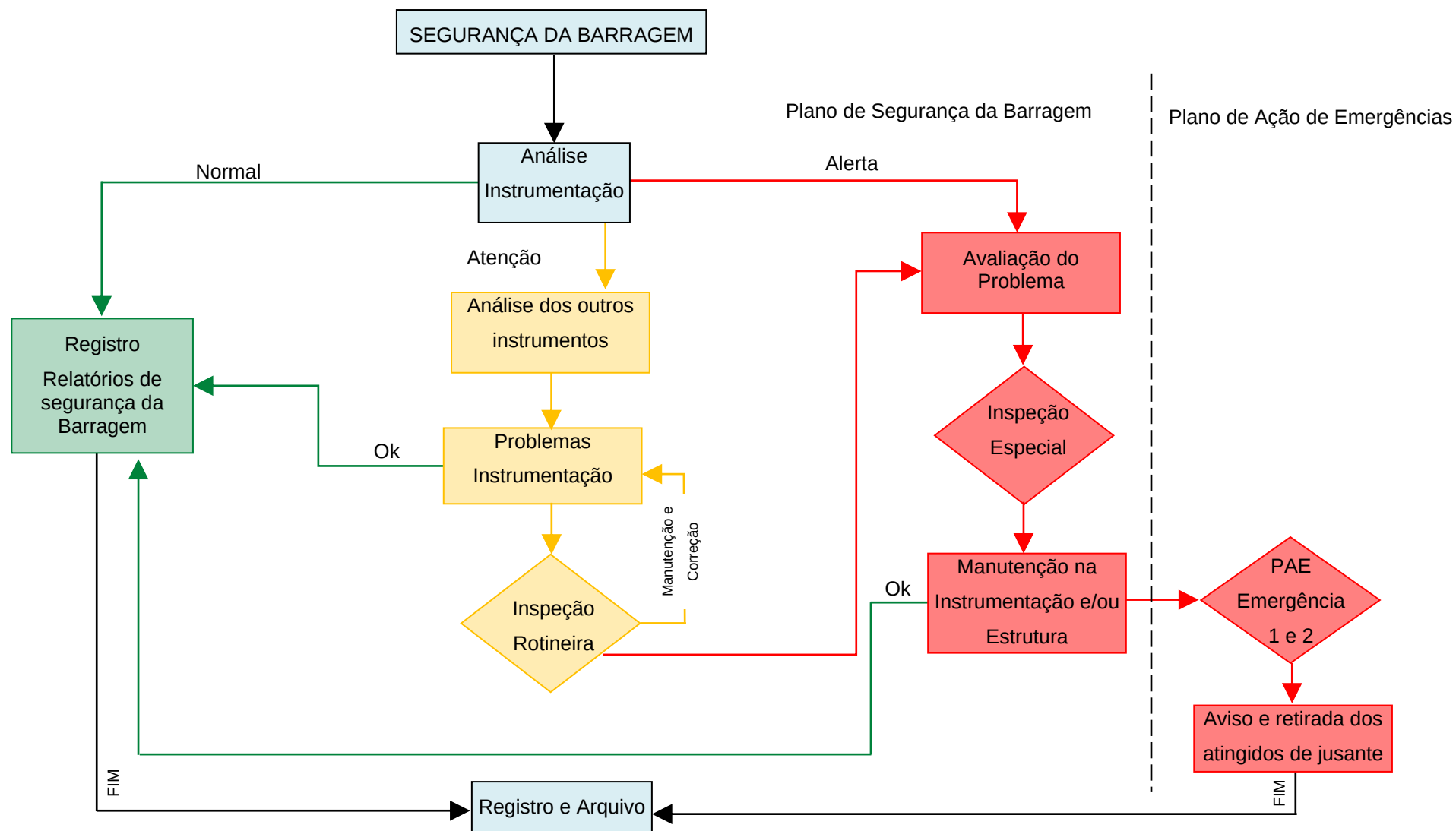
O fluxograma de segurança da barragem (Fluxograma 2) indica a sequência na tomada de decisões com base nos dados obtidos na instrumentação, inspeções e no relatório das inspeções.

O fluxograma de ações (Plano de Ação de Emergências – CLX-PAE-001-00) indica a sequência na tomada de decisões com base nos no nível de emergência.

Caso o fluxograma de ações entrar em **EMERGÊNCIA 1** deverá seguir procedimento do Plano de Ação de Emergência.



Fluxograma 1 – Fluxograma de Inspeções – n = mês



Fluxograma 2 – Fluxograma de Segurança da Barragem - manutenção da instrumentação e estruturas

7 REGRA OPERACIONAL DE DISPOSITIVO DE DESCARGA

Na barragem da PCH Cachoeira da Lixa está implantado um vertedouro de soleira livre, onde não há controle da vazão vertida, sendo maior vertimento conforme o fluxo de vazão no reservatório.

O Vertedouro, do tipo soleira livre, disposto no eixo do Rio Jucuruçu do Sul tem seguintes características:

- crista na El. 370,00 m e comprimento total de 12,60 m;
- capacidade de vazão total para TR 10.000 anos é de 165,36 m³/s garantindo borda livre de 0,74 m em relação Barragem de Terra e atingirá NA Máx Max de 373,26 m, conforme curva de descarga abaixo definida na Revisão Periódica de Segurança. Foi recomendado na RPS a implantação de uma mureta de proteção para garantir borda livre 1,74 m

Abaixo estão apresentadas fotos do vertedouro e curva de descarga do mesmo.

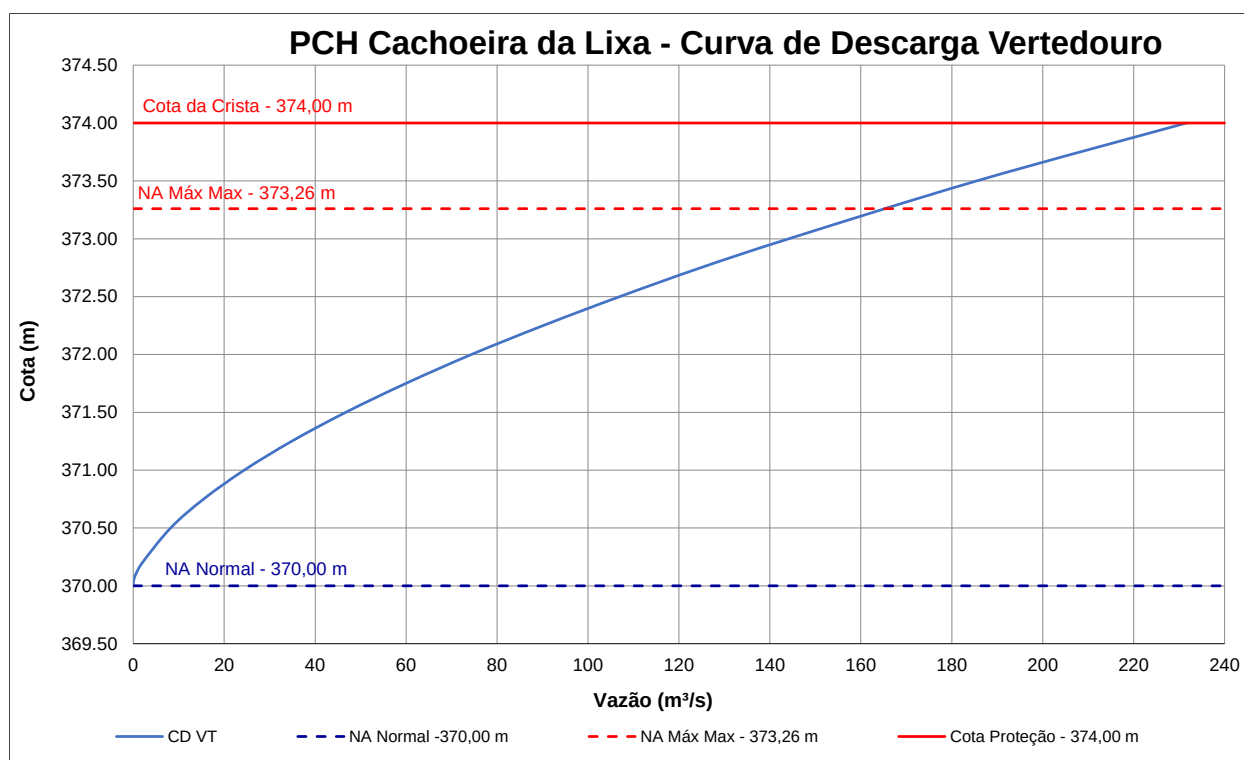


Figura 23 – Curva de Descarga – Vertedouro



Figura 24 – Vertedouro da PCH Cachoeira da Lixa

8 ÁREA A SER RESGUARDADA

De acordo com a localização da usina não existem áreas em seu entorno e acessos a serem resguardados, exceto aqueles indispensáveis para manutenção e operação da barragem.

A PCH Cachoeira da Lixa tem sua área resguardada com cercas e portão no acesso a Barragem e placas informativas em todo acesso a Usina, de acordo com relatório de inspeção civil CLX-C-ISR-001-00-24- ISR 2024.

No Anexo I – 1 Gerais está apresentado o desenho da área a ser resguardada ESP-C-SEG-004-00-24 e abaixo.

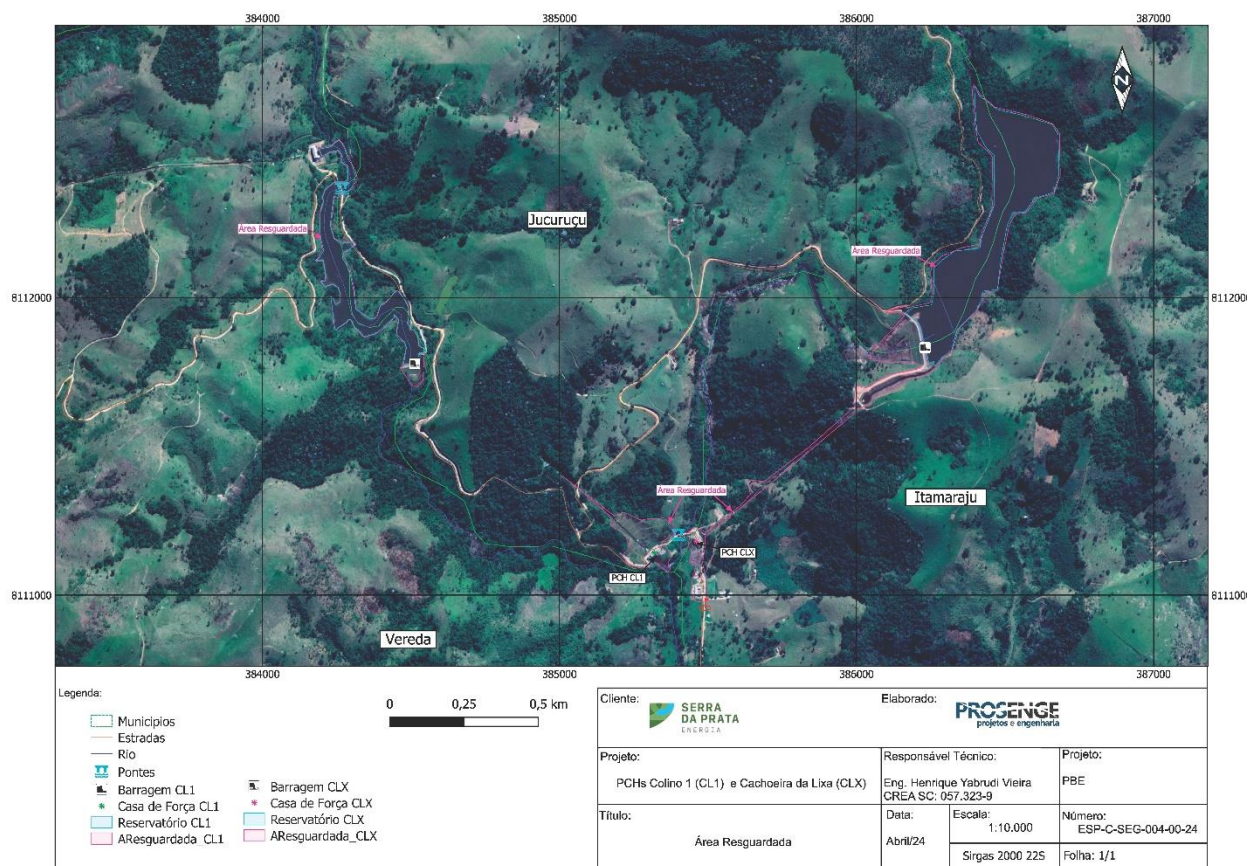


Figura 25 – Área Resguardada – PCH Cachoeira da Lixa

9 PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

De acordo com a classificação da Barragem, o risco da barragem é baixo e de dano potencial associado é alto, classificando a Barragem em categoria **Classe B**, é necessário elaborar Plano de Ação de Emergências.

Para uma barragem **Classe B** de acordo com 1064/2023 da ANEEL (FSB-2023) é necessário:

- Inspeção de segurança regular – Frequência anual;
- Elaborar Plano de Ação de Emergências – CLX-PAE-001-01-24;
- Revisão periódica de segurança – 7 anos (Elaborado em 2024, logo próxima será em 2031).

No Anexo I, 1-FSB é apresentada a classificação da Barragem 2023 elaborado após a RPS de acordo com resolução 1064/2023.

Este plano está apresentado no documento CLX-PAE-001-01-24- PAE PCH Cachoeira da Lixa.

10 RELATÓRIOS DAS INSPEÇÕES DE SEGURANÇA

Deverão ser emitidos relatórios de inspeção civil utilizando os procedimentos descritos no item 6.2- Planejamento das Inspeções, ou seja, deverão seguir a frequência conforme determinada a seguir:

10.1 Relatório Mensal

Deverão ser preenchidas as Fichas Inspeção mensais e anotadas todas as anomalias encontradas e sua recuperação. Estas listas deverão ser arquivadas na rede interna da empresa, devendo ser informado via e-mail ao responsável técnico de barragens qualquer risco eventual verificado nas estruturas. Também durante o mês deverá ser realizado leituras da instrumentação e tabuladas nas planilhas específicas.

10.2 Relatório Anual

Durante a realização da Inspeção de Segurança (Anual) deverão ser preenchidas as Fichas Inspeção (Anexo II) e deverá ser emitido relatório de inspeção recomendando reparos/manutenções necessários utilizando as Instruções de Trabalho do Anexo III.

Este relatório de inspeção de segurança regular deverá conter no mínimo as seguintes informações (Resolução 1064/2023 - ANEEL):

- I - Identificação do representante do empreendedor;
- II - Identificação do responsável técnico pela barragem;
- III - Identificação dos profissionais envolvidos e responsáveis técnicos pela realização da ISR;
- IV - Data da inspeção com a indicação das condições do tempo e do nível do reservatório;
- V - Avaliação da instrumentação disponível na barragem, com avaliação das condições de acesso, operacionalidade, frequência de leitura, armazenamento de dados, calibração e aferição dos instrumentos, indicando necessidade de manutenção, calibração, alteração de frequência de leitura, reparo ou ampliação da instrumentação, inclusive com avaliação sobre a necessidade de instrumentação caso a barragem não possua instrumentos;
- VI - Avaliação e interpretação do histórico das leituras dos instrumentos com conclusão sobre os resultados em relação aos valores de referência da instrumentação e critérios estabelecidos em projeto ou nos manuais de instrumentação para as condições atuais da estrutura, comportamento ao longo do tempo, bem como recomendações necessárias;
- VII - avaliação das inspeções rotineiras da barragem;

- VIII – avaliação dos dispositivos de controle do sistema extravasor, contemplando minimamente a análise dos testes de acionamento e a redundância no suprimento de energia, de acordo com os procedimentos estabelecidos pelos documentos técnicos que regem as regras de operação e manutenção do empreendimento;
- IX - Identificação e avaliação de anomalias que acarretem mau funcionamento, em indícios de deterioração ou em defeitos construtivos da barragem e estruturas associadas, indicando o nível de gravidade advindo, a prioridade das intervenções e o cronograma de adequação e monitoramento para cada anomalia encontrada;
- X - Comparativo com inspeção de segurança regular anterior com relação às anomalias identificadas naquela inspeção, contendo avaliação das intervenções realizadas considerando os aspectos de eliminação das anomalias, com a indicação da respectiva data, e o cronograma proposto para aquelas ainda não solucionadas;
- XI – Avaliação, devidamente fundamentada, da necessidade de atualização do estudo da condição de estabilidade
- XII - Diagnóstico do nível de segurança da barragem, de acordo com estas categorias:

Normal - quando não houver anomalias ou contingências, ou as que existirem não comprometem a segurança da barragem, mas que devem ser controladas e monitoradas ou reparadas ao longo do tempo;

Atenção - quando as anomalias ou contingências não comprometem a segurança da barragem no curto prazo, mas exigem intensificação de monitoramento, controle ou reparo no médio ou longo prazos;

Alerta - quando as anomalias ou contingências representam risco à segurança da barragem, exigindo providências em curto prazo para manutenção das condições de segurança e

Emergência - quando as anomalias ou contingências representam risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais.

- XIII - indicação de quais anomalias ou contingências identificadas conduzem ao diagnóstico de segurança da barragem
- XIV - indicação de recomendações e medidas de monitoramento e reparação necessárias à garantia da segurança da barragem e manutenção do nível de segurança na condição normal.
- XV - Avaliação quanto à categoria de risco da barragem, de acordo com a classificação da RN 1064/2023.
- XVI - indicação quanto ao Dano Potencial Associado da usina.

10.3 Relatório Especial

Durante a realização da inspeção especial deverão ser preenchidas as Fichas Inspeção anuais referente à estrutura com emergência e deverá ser emitido relatório especial da intervenção necessária. Este relatório deverá seguir mesma diretriz do relatório Anual (Item 10.2).

11 REVISÕES PERIÓDICAS DE SEGURANÇA

Para garantir as necessárias condições de segurança das barragens ao longo da sua vida útil, devem ser adotadas medidas de prevenção e controle dessas condições. Essas medidas, se devidamente implementadas, asseguram uma probabilidade de ocorrência de acidente reduzida ou praticamente nula. Para isso as condições de segurança das barragens devem ser periodicamente revisadas, levando em consideração eventuais alterações resultantes do envelhecimento e deterioração das estruturas ou de outros fatores, como o aumento da ocupação nos vales a jusante, foco do serviço a ser contratado.

Desta forma neste trabalho deve ser seguido as diretrizes do Art. 10 da Lei nº 12.334 de 20 de Setembro de 2010, a Normativa 1064 de 02 de maio de 2023 da ANEEL e o Manual do empreendedor da Ana relativo a revisão periódica, plano de segurança de barragens, plano de ação de emergência e inspeções de segurança de barragens (<http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/ManualEmpreendedor>).

Em out/2024 foi realizada a primeira revisão periódica de segurança realizada na PCH Cachoeira da Lixa, onde teve o objetivo de diagnosticar o estado geral de segurança da barragem, levando-se em conta o avanço tecnológico, a atualização de informações hidrológicas na respectiva bacia hidrográfica, de critérios de projeto e de condições de uso e ocupação do solo a montante e a jusante do empreendimento. Além disso, devem ser recomendadas medidas que se julguem necessárias para assegurar condições adequadas de operação e segurança da barragem e seus demais componentes associados.

Foi atualizado as condições de segurança da barragem, a equipe de segurança da Barragem, bem como dos procedimentos de inspeção: periodicidade, acompanhamento das estruturas e instruções de trabalho (gerais e específicas).

A revisão periódica de segurança da Barragem está de acordo com as ações adotadas pelo empreendedor para a manutenção da segurança da Barragem, compreendendo:

- I – o exame de toda a documentação da barragem, em particular dos relatórios de inspeção;
- II – a revisão dos procedimentos de manutenção e operação adotados pelo empreendedor, considerando os avanços da tecnologia e as novas metodologias em segurança de barragens;
- III – a análise comparativa do desempenho da barragem em relação às revisões efetuadas anteriormente;
- IV – a revisão e atualização dos estudos hidrológicos para determinação de vazões extremas e verificação da capacidade de laminação da cheia de projeto pelos dispositivos de descarga, medido em Tempo de Recorrência (TR);

- V – a análise das condições estruturais, de acionamento e de segurança das comportas de vertedouro e do sistema de adução;
- VI – a análise dos sistemas de alívio de subpressão e drenagem interna nas barragens, quando existente;
- VII – a revisão dos limites de atenção e alerta para os instrumentos de auscultação da barragem considerando os critérios de projeto e avaliação da necessidade de recuperação e instalação de novos instrumentos;
- VIII – a avaliação da necessidade de atualização do projeto da usina, indicando documentos a serem atualizados, ou elaborando o projeto em caso de sua inexistência;
- IX – as condições de estabilidade global das estruturas da barragem mediante cálculo de estabilidade, estrutural e geotécnico, para verificação dos coeficientes e fatores de segurança, conforme critérios ou diretrizes estabelecidas em Norma Técnica ou referências nacionais e internacionais;
- X - declaração de condição de estabilidade de barragem, com base na análise do item IX, assinada pelo responsável técnico;
- XI – revisão dos estudos de rompimento e mapa de inundação de que trata o § 2º do art. 6º, considerando atualização do uso e ocupação do solo a jusante da barragem e os resultados dos novos estudos hidrológicos a que se refere o inciso IV;
- XII – indicação de recomendações e medidas de monitoramento e reparação necessárias à garantia da segurança da barragem e manutenção do nível de segurança na condição normal, que deverão ser classificadas quanto à sua importância, baixa, média ou alta, com definição dos prazos para atendimento.

Esta revisão deverá ser realizada de 7 em 7 anos devido ao fato de a Barragem ter sido classificada como **Classe B** e sempre por equipe multidisciplinar especializada em segurança de barragens.

A primeira revisão periódica deste empreendimento foi elaborada em outubro de 2024, apresentada no documento CLX-RPS-001-00-24, logo a próxima será em 2031.

Atualizações dos responsáveis e das equipes de operação deverão ser realizadas sempre que ocorrer a troca dos colaboradores e contatos sempre mantendo atualizados os meios de comunicação entre os profissionais atuantes na usina.

12 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS, COM DEFINIÇÃO DAS HIPÓTESES E DOS CENÁRIOS POSSÍVEIS DE ACIDENTE OU DESASTRE

No estudo de rompimento da Barragem PCH Cachoeira da Lixa (item 5 do Plano de Ação de Emergência-CLX-PAE-001-01-24), foi identificado os seguintes cenários possíveis de acidente ou desastres, conforme descrito itens abaixo.

12.1 Cenários de não rompimento – Simulação 1

Foram verificadas a partir de simulações no HEC-RAS 6.5, as manchas de inundação de jusante formadas a partir da passagem de ondas de cheia com Q_{mlt} e TR 10.000 anos. Essa última consideração é importante de ser tomada para fins de comparação entre a mancha de inundação do cenário de rompimento com a mancha de inundação pela cheia máxima TR 10.000 anos.

12.2 Cenário de rompimento – Simulação 2

Para a realização das simulações, assumiu-se que o colapso da barragem de Cachoeira da Lixa ocorre a partir da entrada, no reservatório, de vazão de cheia com descarga superior à vazão de Q_{mlt} , e TR 10.000 anos. Essa premissa foi adotada visando gerar um cenário bastante desfavorável quanto ao rompimento da Barragem.

- **Modo RDC 1** – Rompimento por *piping* na região central do barramento, vertendo a vazão decamilenar em Condição de Carregamento Excepcional (CCE); e
- **Modo RDC 2** – Rompimento por *piping* na região central do barramento, vertendo uma vazão média (*Sunny Day*) em Condição de Carregamento Normal (CCN).

Desse modo, as condições gerais adotadas para o cenário de rompimento da PCH Cachoeira da Lixa são:

- Formação da brecha com características apresentadas Item 5.4.1 do PAE (CLX-PAE-001-00-24);
- Vazão máxima de Cheia conforme tempo de retorno no pico máximo do hidrograma.

Mais especificações a respeito das condições de contorno e premissas adotadas neste cenário de rompimento serão apresentadas no item 5.4 do CLX-PAE-001-01-24.

12.3 Cenário efeito cascata

De acordo com RN 1064/2024 da ANEEL, Art. 6º, § 2º é solicitado o estudo de Rompimento da Barragem para confirmação do Dano Potencial Associado, conforme transcrito abaixo:

“Art. 6º O Plano de Segurança da Barragem deve ser elaborado e assinado pelo responsável técnico, com manifestação de ciência do representante do empreendedor, e conter minimamente as informações dispostas no art. 8º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.

§ 1º A extensão e detalhamento do Plano de Segurança e estudos a ele associados deverão ser proporcionais à complexidade da barragem e sua área de influência, e devem ser suficientes para garantir as condições adequadas de segurança das estruturas e pessoas.

§ 2º Deverá ser elaborado estudo de rompimento e de propagação da cheia associada, contemplando mapa de inundação para os possíveis cenários de ruptura da barragem, considerando o pior cenário identificado.

§ 3º O pior cenário de ruptura da barragem deve considerar o maior impacto entre a área atingida pela inundação incremental de rompimento em cenário da cheia natural considerada no projeto de dimensionamento do vertedouro, ou no estudo hidrológico mais atualizado; e a área atingida por inundação proveniente de rompimento em dia seco, independentemente de cheia natural.

§ 4º O estudo de que trata o § 2º deverá indicar a metodologia e software adotados e os critérios, premissas e parâmetros utilizados para a elaboração do mapa de inundação, com a indicação do nível de precisão do levantamento topográfico, os tempos estimados da onda de impacto a jusante, e seu risco hidrodinâmico.

§ 5º A área de abrangência dos estudos de que trata o § 2º deverá se estender até o amortecimento da cheia associada ou até o reservatório da usina hidrelétrica imediatamente a jusante, o que ocorrer primeiro.

§ 6º Quando a área de abrangência do estudo de que trata o § 2º se estender até o reservatório de jusante, seu resultado deverá ser encaminhado para o representante do empreendedor da usina de jusante alcançada pelo § 5º para avaliação da capacidade de amortecimento.

Não tem nenhuma barragem na jusante da PCH Cachoeira da Lixa, logo não foi realizado efeito cascata.

13 MAPA DE INUNDAÇÃO, CONSIDERANDO PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO

O mapa de inundação para pior cenário, rompimento com enchente de TR 10.000 anos está apresentado no desenho CLX-C-MPI-001-00-24 – Mapa de Inundação – TR 10.000 Anos – Natural e Dam Break – Folhas 01 a 05, no Anexo V – do Plano de Ação de Emergência da Barragem (CLX-PAE-001-00-24).

Abaixo segue Figura 26 do mapa geral e Tabela 22 com os tempos de chegada da onda em cada seção de interesse mapeado no trecho de jusante, onde são atingidas usinas de jusante, bem como o balneário lago Segredo.

Maiores detalhes estão apresentados no Plano de Ação de Emergência, documento CLX-PAE-001-00-24.

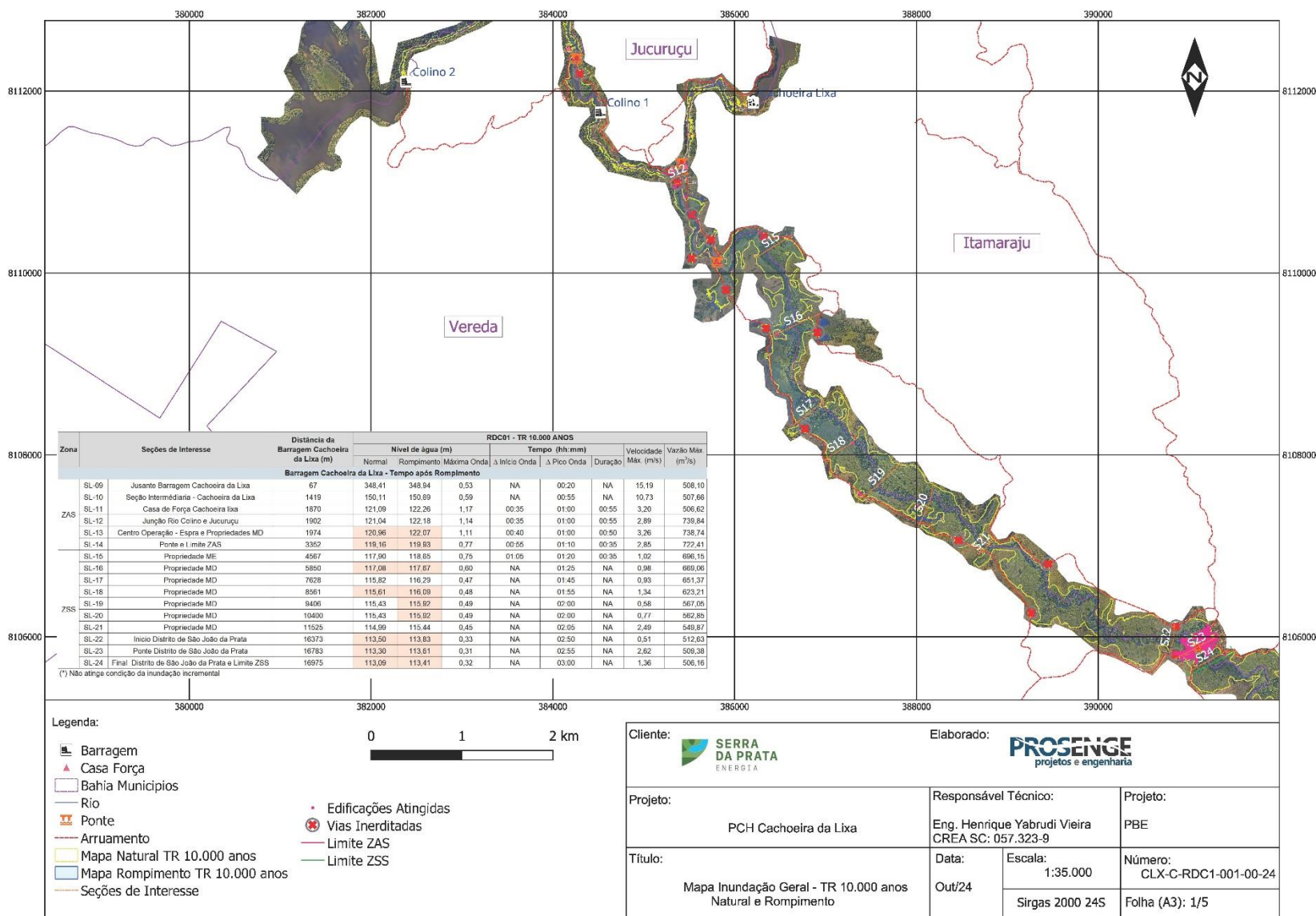


Figura 26 - Mapa Rompimento PCH Cachoeira da Lixa TR 10.000 nos

Tabela 22 – Tempo de chegada da onda e níveis de água em cada seção para TR 10.000 anos

Zona	Seções de Interesse		Distância da Barragem Cachoeira da Lixa (m)	RDC01 - TR 10.000 ANOS							
				Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)			Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
				Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração		
Barragem Cachoeira da Lixa - Tempo após Rompimento											
ZAS	SL-09	Jusante Barragem Cachoeira da Lixa	67	348,41	348,94	0,53	NA	00:20	NA	15,19	508,10
	SL-10	Seção intermediária - Cachoeira da Lixa	1419	150,11	150,69	0,59	NA	00:55	NA	10,73	507,66
	SL-11	Casa de Força Cachoeira Lixa	1870	121,09	122,26	1,17	00:35	01:00	00:55	3,20	506,62
	SL-12	Junção Rio Colino e Jucuruçu	1902	121,04	122,18	1,14	00:35	01:00	00:55	2,89	739,84
	SL-13	Centro Operação - Espra e Propriedades MD	1974	120,96	122,07	1,11	00:40	01:00	00:50	3,26	738,74
	SL-14	Ponte e Limite ZAS	3352	119,16	119,93	0,77	00:55	01:10	00:35	2,85	722,41
ZSS	SL-15	Propriedade ME	4567	117,90	118,65	0,75	01:05	01:20	00:35	1,02	696,15
	SL-16	Propriedade MD	5850	117,08	117,67	0,60	NA	01:25	NA	0,98	669,06
	SL-17	Propriedade MD	7628	115,82	116,29	0,47	NA	01:45	NA	0,93	651,37
	SL-18	Propriedade MD	8561	115,61	116,09	0,48	NA	01:55	NA	1,34	623,21
	SL-19	Propriedade MD	9406	115,43	115,92	0,49	NA	02:00	NA	0,58	567,05
	SL-20	Propriedade MD	10400	115,43	115,92	0,49	NA	02:00	NA	0,77	562,85
	SL-21	Propriedade MD	11525	114,99	115,44	0,45	NA	02:05	NA	2,49	549,87
	SL-22	Início Distrito de São João da Prata	16373	113,50	113,83	0,33	NA	02:50	NA	0,51	512,63
	SL-23	Ponte Distrito de São João da Prata	16783	113,30	113,61	0,31	NA	02:55	NA	2,62	509,38
	SL-24	Final Distrito de São João da Prata e Limite ZSS	16975	113,09	113,41	0,32	NA	03:00	NA	1,36	506,16

(*) Não atinge condição da inundação incremental

(**) Destacados em laranja ocorre inundação

- A zona de auto salvamento fica definida como 30 min da onda de rompimento, ou seja, até SL-05 cerca de 3,35 km a jusante do barramento PCH Cachoeira da Lixa.
- A Zona de Secundária de Segurança fica definida como o amortecimento da onda, SL-24 cerca de 16,97 km da barragem PCH Cachoeira da Lixa.

14 IDENTIFICAÇÃO E DADOS TÉCNICOS DAS ESTRUTURAS, DAS INSTALAÇÕES E DOS EQUIPAMENTOS DE MONITORAMENTO DA BARRAGEM

A barragem consiste em um maciço de solo compactado com 18 m de altura máxima, 175 m de extensão e crista na El. 374,00 m. O espaldar de montante tem inclinação 2 H : 1 V com proteção em rocha tipo rip-rap entre as cotas 368,00 e 374,00 m. Na face de jusante, a inclinação dos taludes é de 1,8 H : 1 V com uma berma de equilíbrio, sendo que acima da El.370,00 esta inclinação passa a ser de 1,6H:1V. O controle das infiltrações no interior da barragem é efetuado através de um filtro vertical e de um tapete drenante horizontal.

Existe instrumentação na barragem, constituída de 4 piezômetros de tubo aberto, 5 marcos superficiais e 1 medido de vazão.

Sob a barragem de terra foi instalada tubulação para manter constante para jusante a vazão sanitária durante a operação da usina. Foi instalada válvula a jusante do barramento, na El. 354,85 m. O emboque da tubulação que leva à válvula está posicionado na El.361,85 e é protegido por uma grade.

O sistema extravasor é através de um vertedouro tem soleira livre em perfil Creager, com crista na elevação 370,00 m, largura 12,60 m. A estrutura foi dimensionada para escoar a cheia decamilenar, com pico de 165,36 m³/s, com uma sobre-elevação máxima de 3,26 m no reservatório (RPS-2024). No final do trecho em concreto existe um defletor que lança o jato para longe do pé da estrutura. O restante da calha tem fundo em rocha, até o lançamento do fluxo no leito do rio.

O circuito de geração está posicionado na margem esquerda e é constituído de canal de adução, tomada de água, conduto forçado, casa de força e canal de fuga. A casa de força abriga duas unidades geradoras do tipo Francis de eixo horizontal, com potência instalada total de 14,80 MW, aproveitando uma queda bruta de 250,00 m.

A instrumentação implantada possui o objetivo de monitorar a barragem de terra. O conjunto de instrumentação consiste em:

- 4 Piezômetros abertos tipo Casagrande na barragem, sendo dois no maciço (PSP-11 e 21) e dois no filtro (PSP-12 e 22);
- 6 Marcos superficiais distribuídos ao longo da estrutura da barragem de terra;
- 01 medidor de vazão na jusante do barramento.

Maiores detalhes dos dados técnicos do empreendimento bem como instrumentação de monitoramento das estruturas estão detalhados no item 4.1.

15 EQUIPE TÉCNICA

Nome	Formação	Função
Henrique Yabrudi Vieira	Engenharia Civil	Hidráulica – Segurança de Barragens
Patrícia Becker	Engenharia Civil	Estruturas – Segurança de Barragem
Ronaldo Corrêa	Engenharia Civil	Geotecnia

As Anotações de Responsabilidade Técnica (ART) dos profissionais envolvidos nos trabalhos estão apresentadas no Anexo V.

16 BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, A. B. de. **A gestão do risco em sistemas hídricos: conceitos e metodologias aplicadas a vales com barragens**. 6º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, APR. Cabo Jauru, 2003.

ANEEL - Resolução Normativa Nº 1064, 02 de maio de 2023.

ANA - Manual do empreendedor da Ana relativo a revisão periódica, plano de segurança de barragens, plano de ação de emergência e inspeções de segurança de barragens (<http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/ManualEmpreendedor>).

BARBOSA, N. P.; MENDONÇA, A. V.; SANTOS, C. A. G.; LIRA, B. B. **Barragem de Camará**. Universidade Federal da Paraíba – Centro de Tecnologia. Ministério Público Federal. Procuradoria da República no Estado da Paraíba. PB, 2004. Disponível em: <<http://www.prpb.mpf.gov.br/>>. Acesso em 23/09/2008.

CETESB. **Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos**. Norma P4.261, Maio/2003.

COLLISCHONN, V. **Análise do rompimento da barragem de Ernestina**. Dissertação (Mestrado). Porto Alegre: UFRGS, 1997.

CRUZ, P.T. **100 Barragens Brasileiras: Casos Históricos, Materiais de Construção, Projetos**. Oficina de Textos, Mato Grosso, 2004.

DUARTE, Moacir. Riscos Industriais: **Etapas para a investigação e a prevenção de acidentes**. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2002.

FEEMA. **Manual do Curso de Análise de Riscos Ambientais**. Agosto de 1998.

GUIA BÁSICO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS, Comitê Brasileiro De Grandes Barragens, Núcleo Regional Da Bahia.

LEI Nº 12.334, de 20 de Setembro de 2010, **Política Nacional de Segurança de Barragens**, Presidência da República, Alterada Lei 14.066/2020.

MENESCAL, R. A.; VIEIRA, V. P. P. B.; FONTENELLE, A. S.; OLIVEIRA, S. K. F. 2001. **Incertezas, Ameaças e Medidas Preventivas nas Fases de Vida de uma Barragem.** XXIV Seminário Nacional de Grandes Barragens, Anais, Fortaleza – CE.

MENESCAL, R. A.; MIRANDA, A. N.; PITOMBEIRA, E. S.; PERINI, D. S. **As Barragens e as Enchentes.** Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 2004 Florianópolis - SC.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **A Segurança de Barragens e a Gestão de Recursos Hídricos no Brasil** / [Organizador, Rogério de Abreu Menescal]. Brasília: Proágua, 2005.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Manual de Segurança e Inspeção de Barragens.** Brasília, 2002.

SILVA, M. M. A.; LACERDA, M. J.; SILVA, P. K.; SILVA, M. M. P. **Impactos Ambientais causados em decorrência do rompimento da Barragem Camará no município de Alagoa Grande, PB.** Revista de Biologia e Ciências da Terra. Volume 6 – Número 1. 2006.

SILVEIRA, J.F.A. **Instrumentação e Segurança de Barragens de Terra e Enrocamento.** Oficina de Textos, Mato Grosso, 2006.

17 ANEXOS

ANEXO I – DOCUMENTOS DE PROJETO

ANEXO II – FICHAS INSPEÇÃO - INSPEÇÃO

- Inspeções rotineiras – mensais
- Inspeções regulares –anuais e especiais

ANEXO III – INSTRUÇÕES DE TRABALHO

ANEXO IV – TREINAMENTO EQUIPE INTERNA - OPERADOR

ANEXO V – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

ANEXO I– DOCUMENTOS DO PROJETO

Apresenta-se a seguir uma relação dos principais documentos que auxiliarão nas atividades de inspeção e manutenção.

1 - GERAIS

2 – GEOLOGIA

3 – BARRAGEM

4 – VERTEDOURO

5 – DESVIO DO RIO

6 – CIRCUITO DE GERAÇÃO

7 – SÍTIO CIRCURVIZINHO

8 – INSTRUMENTAÇÃO

9 - INSPEÇÃO CIVIL REGULAR 2024

ANEXO II – FICHAS INSPEÇÃO - INSPEÇÃO

INSPEÇÕES ROTINEIRAS – MENSAIS

INSPEÇÕES REGULARES –ANUAIS E ESPECIAIS

ANEXO III – INSTRUÇÕES DE TRABALHO

ANEXO IV – TREINAMENTO EQUIPE INTERNA - OPERADOR

ANEXO V – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Relatório de Assinaturas

Datas e horários em UTC-0300 (America/Sao_Paulo)

Última atualização em 23 Janeiro 2025, 10:01:31

Status: Assinado

Documento: CLX-PSB-001-00-24- PSB PCH Cachoeira Da Lixa.Pdf

Número: 51da1a39-1ae2-46bc-be6a-566924278134

Data da criação: 23 Janeiro 2025, 09:50:40

Hash do documento original (SHA256): b728ab32eea063ddca551ff263fa4204db15202691b3beca7ea7fd6266b610bd



Assinaturas

1 de 1 Assinaturas

Assinado  via ZapSign by Truora

VAGNER ALEXANDRE SERRATTO

Data e hora da assinatura: 23 Janeiro 2025, 10:01:30

Token: db413a76-5081-4075-87f9-97429405bb4d

Assinatura

Vagner Alexandre Serratto

Pontos de autenticação:

Telefone: + 5548988718000

E-mail: vagner.serratto@v2ienergia.com

Localização aproximada: -22.948827, -43.182407

IP: 189.60.61.241

Dispositivo: Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/132.0.0.0 Safari/537.36 Edg/132.0.0.0

INTEGRIDADE CERTIFICADA - ICP-BRASIL

Assinaturas eletrônicas e físicas têm igual validade legal, conforme MP 2.200-2/2001 e Lei 14.063/2020.

Confirme a integridade do documento aqui.



Este Log é exclusivo e parte integrante do documento número 51da1a39-1ae2-46bc-be6a-566924278134, segundo os [Termos de Uso da ZapSign](#), disponíveis em zapsign.com.br

ZapSign 51da1a39-1ae2-46bc-be6a-566924278134. Documento assinado eletronicamente, conforme MP 2.200-2/2001 e Lei 14.063/2020.