

PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

PCH COLINO 2



CL2-PSB-001-00-24

OUTUBRO/2024




Diretor Operações:
Vagner 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	30/10/2024	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	11
4.1.3	Barragem	12
4.1.4	Vertedouro	15
4.1.5	Circuito Hidráulico.....	16
4.2	Características hidrológicas, geológicas e sísmicas.....	26
4.2.1	Características Hidrológicas.....	26
4.2.2	Características Geológicas no Local da Barragem.....	32
4.2.3	Critérios sismológicos	39
4.3	Operação e Manutenção da Barragem	40
4.3.1	Plano de Esvaziamento Reservatório	40
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	42
5.1	Estrutura Organizacional.....	42
5.1.1	Equipe Geral da Segurança da Barragem.....	43

5.1.2	Identificação do Responsável Técnico da Barragem.....	43
5.1.3	Organograma da Equipe.....	44
5.1.4	Estrutura Organizacional na usina da Segurança da Barragem	44
5.2	Qualificação Técnica.....	45
6	MANUAIS DE PROCEDIMENTOS DOS ROTEIROS DE INSPEÇÕES DE SEGURANÇA E MONITORAMENTO E RELATÓRIO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM ...	46
6.1	Cadastro das Estruturas	46
6.1.1	PCHCL2-BA → BARRAGEM TERRA	46
6.1.2	PCHCL2-VT → VERTEDOURO.....	47
6.1.3	PCHCL2-TAA → TOMADA D'ÁGUA.....	47
6.1.4	PCHCL2-CA → TÚNEL DE ADUÇÃO.....	47
6.1.5	PCHCL2-CO → CONDUTO FORÇADO	47
6.1.6	PCHCL2-CF → CASA DE FORÇA	48
6.1.7	PCHCL2-SC → SÍTIO CIRCUNVIZINHO.....	48
6.2	Planejamento das Inspeções	48
6.2.1	Tipos e Frequência das Inspeções.....	48
6.2.2	Classificação dos Inspetores.....	50
6.2.3	Itinerário e Materiais para Inspeções	51
6.2.4	Observações e Fichas de Inspeções	51
6.3	Resumo das Fichas de Inspeções	57
6.3.1	Inspeções Regulares e Especiais	57
6.4	Monitoramento da Instrumentação de Auscultação.....	58
6.4.1	Frequência de Leituras	58
6.4.2	Níveis de Controle	58
6.4.3	Calibração dos instrumentos.....	59
6.4.4	Monitoramento e Avaliação.....	59
6.5	Manutenções Periódicas Usina.....	60
6.6	Fluxo de informação, instrumentação de auscultação e equipe de inspeção	61
7	REGRA OPERACIONAL DE DISPOSITIVO DE DESCARGA	64
8	ÁREA A SER RESGUARDADA.....	66

9	PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA	67
10	RELATÓRIOS DAS INSPEÇÕES DE SEGURANÇA.....	68
10.1	Relatório Mensal.....	68
10.2	Relatório Anual	68
10.3	Relatório Especial.....	70
11	REVISÕES PERIÓDICAS DE SEGURANÇA.....	71
12	IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS, COM DEFINIÇÃO DAS HIPÓTESES E DOS CENÁRIOS POSSÍVEIS DE ACIDENTE OU DESASTRE	73
12.1	Cenários de não rompimento – Simulação 1.....	73
12.2	Cenário de rompimento – Simulação 2	73
12.3	Cenário efeito cascata	73
13	MAPA DE INUNDAÇÃO, CONSIDERANDO PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO.....	75
14	IDENTIFICAÇÃO E DADOS TÉCNICOS DAS ESTRUTURAS, DAS INSTALAÇÕES E DOS EQUIPAMENTOS DE MONITORAMENTO DA BARRAGEM	78
15	EQUIPE TÉCNICA	80
16	BIBLIOGRAFIA.....	81
17	ANEXOS	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Montante da PCH Colino 2	8
Figura 2 – Jusante da PCH Colino 2	9
Figura 3 – Desenho Acesso Geral da PCH Colino 2.....	10
Figura 4 – Desenho Acesso Estrada Vicinal da PCH Colino 2	11
Figura 5 - Planta geral do Barragem.....	13
Figura 6 - Barragem, seção típica.....	13
Figura 7 – Curva de Descarga – Vertedouro	16
Figura 8 - Arranjo geral da PCH Colino 2	18
Figura 9 – Arranjo Geral de Montante	19
Figura 10 – Planta da Barragem.....	20
Figura 11 – Seções da Barragem.....	21
Figura 12 – Seção do Vertedouro Tulipa	22
Figura 13 – Arranjo Geral de jusante.....	23
Figura 14 – Circuito de Geração - Planta e Seção.....	24
Figura 15 – Planta Casa de Força.....	25
Figura 16 – Mapa com indicação da localização da PCH Colino 2.....	26
Figura 17 – Mapa Geológico na região do barramento	35
Figura 18– Planta de localização das seções geológicas na região do barramento e emboques do túnel adutor- 0501-C2-DE-410-12-002-R100	36
Figura 19 – Seção geológica AA - longitudinal ao barramento - 0501-C2-DE-410-12-003-R100	37
Figura 20 – Seção geológica BB – Túnel Adutor emboque de montante - 0501-C2-DE-410-12-003-R100	38
Figura 21- Seção geológica DD - Túnel Adutor emboque de jusante - 0501-C2-DE-410-12-004-R100 ...	39
Figura 22 – Seção geológica CC – canal de adução (trecho de montante) - 0501-C2-DE-410-12-004-R100.....	39
Figura 23 – Localização da Instrumentação do Barramento	41
Figura 24 – Representação esquemática das anomalias.....	54
Figura 25 – Curva de Descarga – Vertedouro	64
Figura 26 – Vertedouro da PCH Colino 2	65
Figura 27 – Área Resguardada – PCH Colino 2	66
Figura 28 - Mapa Rompimento PCH Colino 2 TR 10.000 anos	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Aproveitamentos Hidrelétricos no Rio Colino, próximos a PCH Colino 2.....	11
Tabela 2 – Curva CotaxÁreaxVolume – PCH Colino 2.....	12
Tabela 3 - Barragem - Resultados das análises de estabilidade	14
Tabela 4 - Curva de descarga Vertedouro.....	15
Tabela 5 – Vazão Média Mensal PCH Colino 2	27
Tabela 6 – Permanência de Vazão para PCH Colino 2.....	28
Tabela 7 – Vazão Máxima Média Diária – PCH Colino 2	29
Tabela 8 – Mês de Ocorrência de Máximas Cheia Anuais	30
Tabela 9 – Vazões Máximas para diversos Tempos de Recorrência e Parâmetros Cálculo	31
Tabela 10 – Vazão Máxima Instantânea para diferentes TR – PCH Colino 2	31
Tabela 11 – Vazões de Cheia na PCH Colino 2 – RPS e Projeto Básico	32
Tabela 12 – Projeto básico: Sondagem geofísica	33
Tabela 13 – Projeto básico – sondagens diretas	33
Tabela 14 – Projeto Pré-Executivo – sondagens mistas e rotativas	34
Tabela 15 – Projeto Executivo – sondagens a percussão	34
Tabela 16 – Instrumentação – Barragem.....	41
Tabela 17 - Tipo e frequência das inspeções de segurança	48
Tabela 18 – Frequência Leituras Instrumentação – PCH Colino 2	58
Tabela 19 – Valores de Controle PZs – PCH Colino 2	58
Tabela 20 – Valores de atenção e alerta para o medidor de vazão.....	59
Tabela 21 - Resumo das estruturas das Usinas – Rio Colino.....	74
Tabela 22 – Tempo de chegada da onda e níveis de água em cada seção para TR 10.000 anos.....	77

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório contempla o Plano de Segurança de Barragem da PCH Colino 2, no Rio Colino, 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 Colino 2 de potência instalada de 16,00 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 Colino 2 (PSB-C2-V1-T1-R0 a PSB-C2-V4-T2-R0)**, 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-CL2-PAE-RT**), sendo última versão emitida em novembro/2022. Este documento também será revisado e substituído pelo novo PAE, documento CL2-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 Colino 2 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 (CL2-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 Colino 2 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 Colino 2 - CNPJ/MF sob o nº. 05.982.449/0003-88

Cidade Vereda, Estado da Bahia, IV. Povoado de São João da Prata, S/N, CEP. 45.955-000

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) Colino 2 está situada nas coordenadas 17° 04'21" S e 40° 06' 17" O.

A barragem consiste de um maciço de solo compactado com 28,00 m de altura máxima, 155,00 m de extensão e crista na El. 464,00. O talude de montante tem inclinação 2H:1V abaixo da cota 460,00 m, e inclinação 1,6 H:1 V entre cotas 460,00 m e 464,00 m. Existe proteção em rocha tipo rip-rap entre as cotas 458,00 e 464,00. Na face de jusante com duas bermas de equilíbrio de 2,50 m de largura, a inclinação dos taludes é de 1,8 H:1 V, com bermas até EL. 460,00 m, sendo que acima da El.460,00 esta inclinação passa a ser de 1,6 H:1 V. 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 5 piezômetros de tubo aberto, 8 marcos superficiais e 1 medidor 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.433,32. O emboque da tubulação que leva à válvula está posicionado na El.451,53 m e é protegido por uma grade.

O sistema extravasor é do tipo "tulipa", com estrutura de concreto armado aduzindo para túnel escavado na ombreira direita, que fez parte do sistema de desvio do rio durante a construção. A crista do vertedouro está na cota 460,00 m e o raio do bocal de entrada é 5,10 m. O shaft tem comprimento de 8 m e diâmetro equivalente de 6 m. A transição entre o shaft e o túnel tem raio de curvatura de 10 m, sendo executada em concreto armado. O túnel é escavado em rocha sã, tendo cota de fundo 438,00 m a montante e 435,00 m a jusante, e extensão de 70 m. A seção do túnel é em arco- retângulo com medidas internas de 3,80 m de largura na base e 6,5 m de altura. O extravasor tem capacidade escoar a cheia decamilenar, com pico de 236 m³/s, com uma sobrelevação máxima de 2,44 m no reservatório (RPS-2024).

O circuito de geração está posicionado na margem direita e é constituído de tomada de água, túnel de adução, 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 16,00 MW, aproveitando uma queda bruta de 203,00 m.

Abaixo estão apresentadas algumas fotos gerais das estruturas de montante e jusante (Figura 1 e Figura 2), arranjos gerais das estruturas civis (Figura 8 a Figura 14) e Ficha resumo para segurança da Barragem.



Figura 1 – Montante da PCH Colino 2



Figura 2 – Jusante da PCH Colino 2

4.1.1 Localização e acessos

A PCH Colino 2 faz parte de um conjunto de três PCHs da Energética Serra da Prata S.A., junto com duas outras, a PCH Colino 1 (implantada no Córrego Colino, afluente da margem direita do Rio Jucuruçu do Sul) e a PCH Cachoeira da Lixa (no Rio Jucuruçu do Sul). 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.

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.

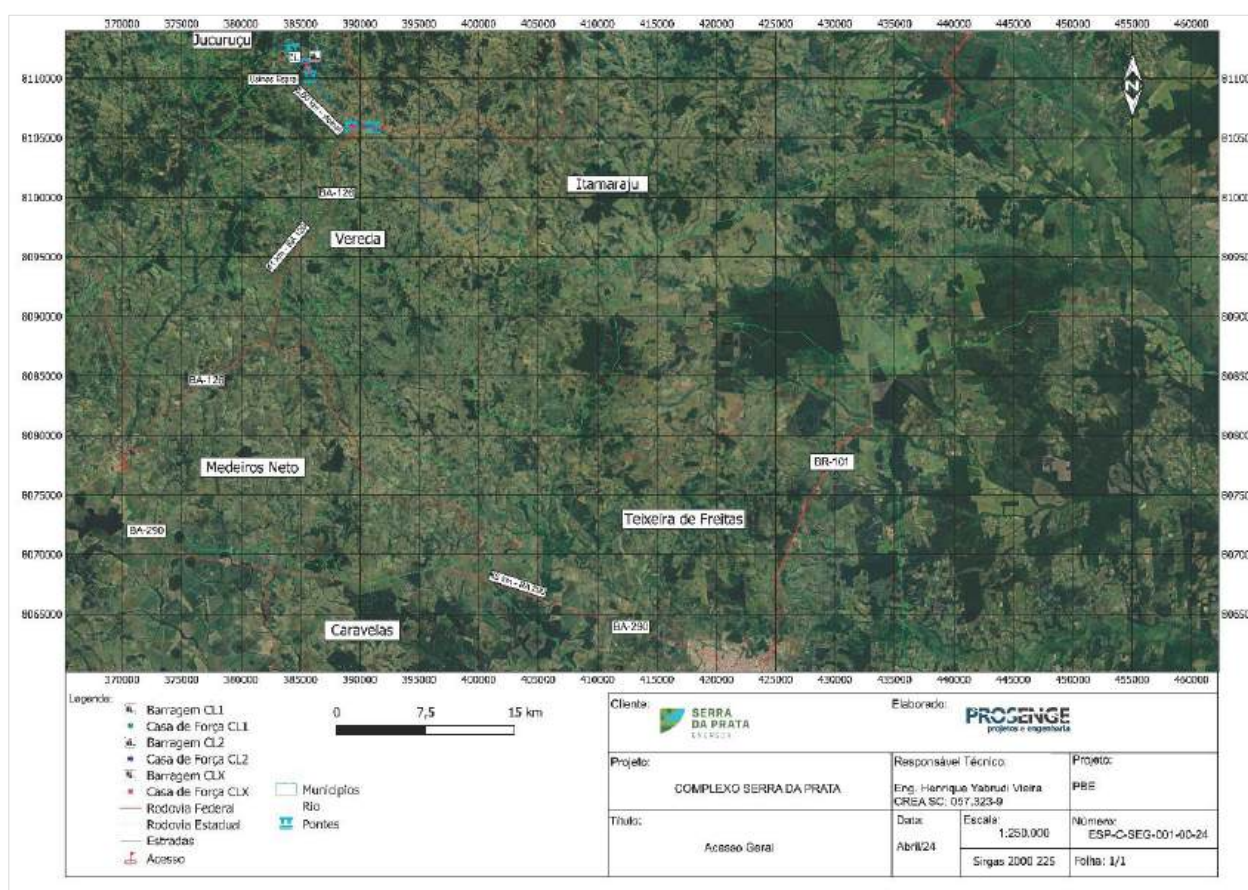


Figura 3 – Desenho Acesso Geral da PCH Colino 2

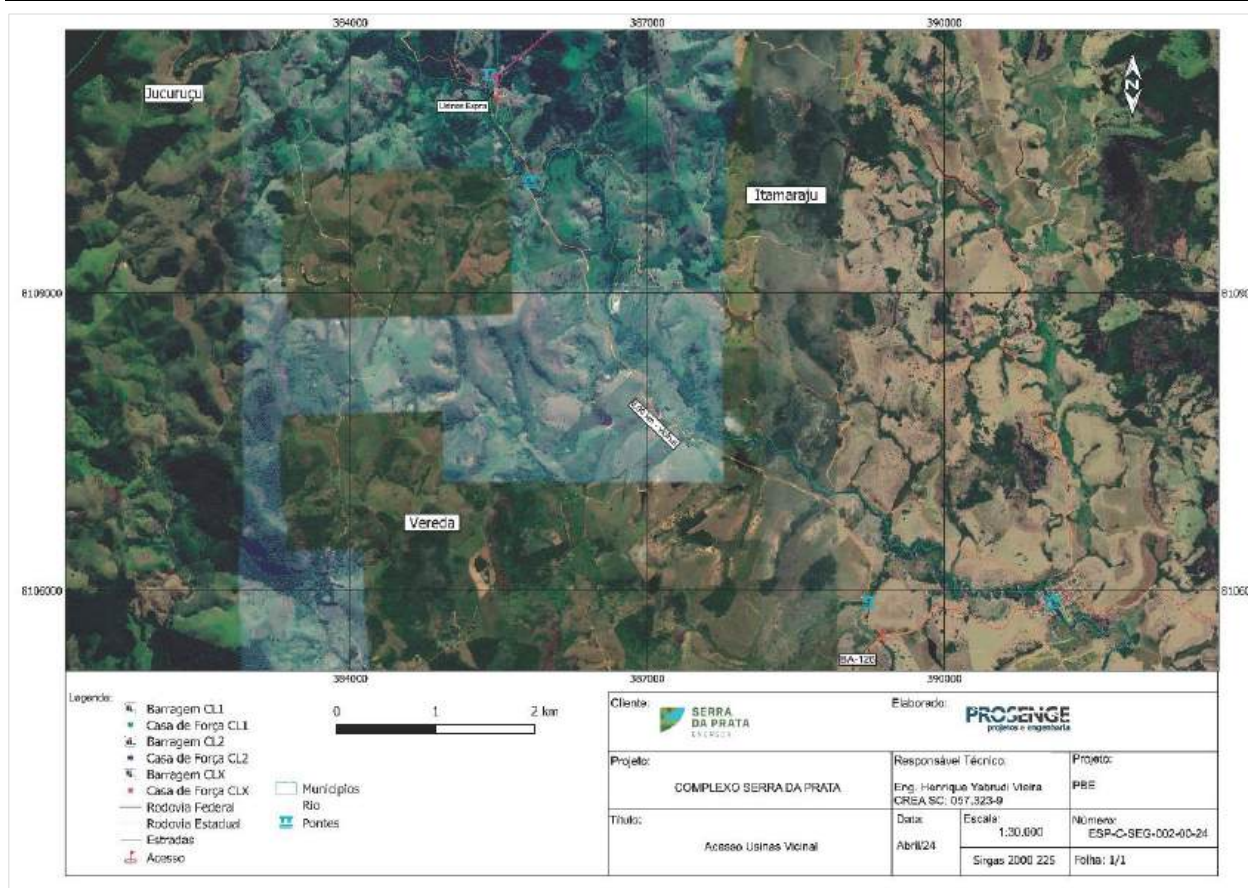


Figura 4 – Desenho Acesso Estrada Vicinal da PCH Colino 2

O desenho ESP-C-SEG-003-00-24-Area Resguardada CL2, 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 Colino 2 na divisão de quedas do Rio Colino, de acordo com ANEEL.

Tabela 1 – Aproveitamentos Hidrelétricos no Rio Colino, próximos a PCH Colino 2

Posição em relação à PCH Colino 2	Aproveitamento	Potência Instalada (MW)	Proprietário
Montante	Sem usina operação		
PCH Colino 2		16,00	ENERGÉTICA SERRA DA PRATA S/A.
Jusante	PCH Colino 1	11,00	ENERGÉTICA SERRA DA PRATA S/A.

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 2003), sendo obtido para NA Normal na El. 460,00 m uma área de 1,48 km² e um volume de 22 hm³. Segue abaixo a curva do reservatório da PCH Colino 2.

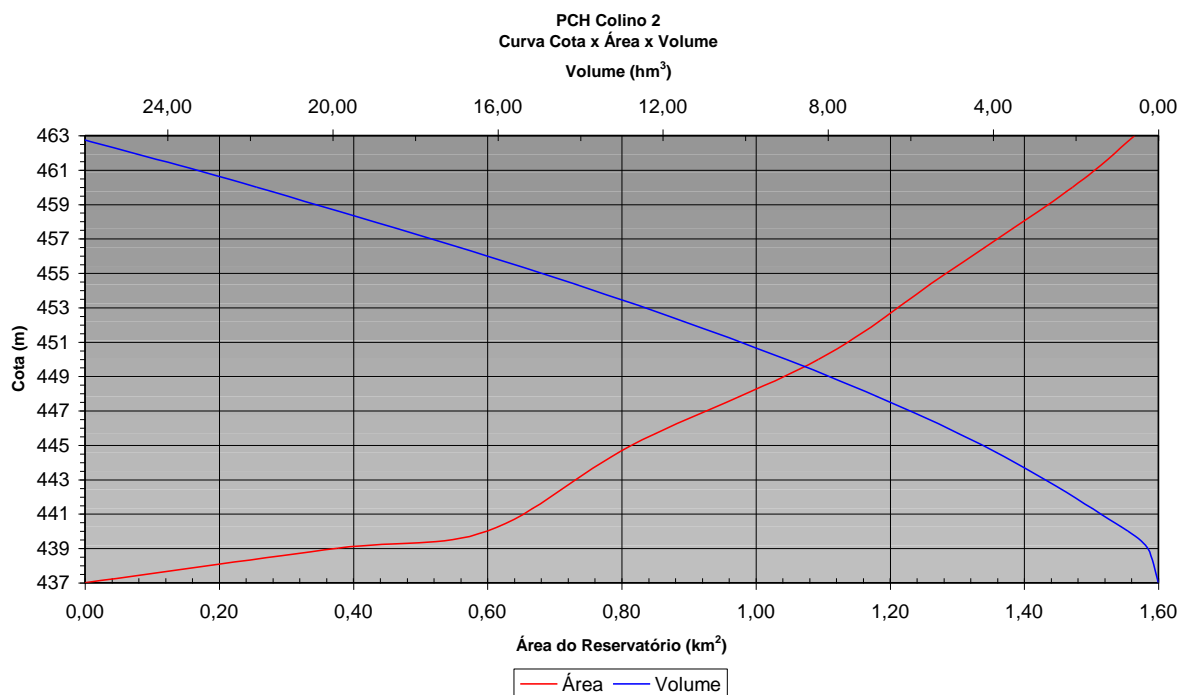


Tabela 2 – Curva CotaxÁreaxVolume – PCH Colino 2

Cota	Volume Total	área
(m)	(hm ³)	(km ²)
437	0.000	0.000
439	0.500	0.360
441	1.000	0.660
443	2.500	0.730
445	4.000	0.815
447	6.000	0.925
449	8.000	1.040
451	10.000	1.140
453	12.500	1.210
455	15.00	1.280
456	16.20	1.320
457	17.50	1.360
458	19.00	1.400
459	20.40	1.440
460	22.00	1.480
461	23.20	1.520
463	26.00	1.570

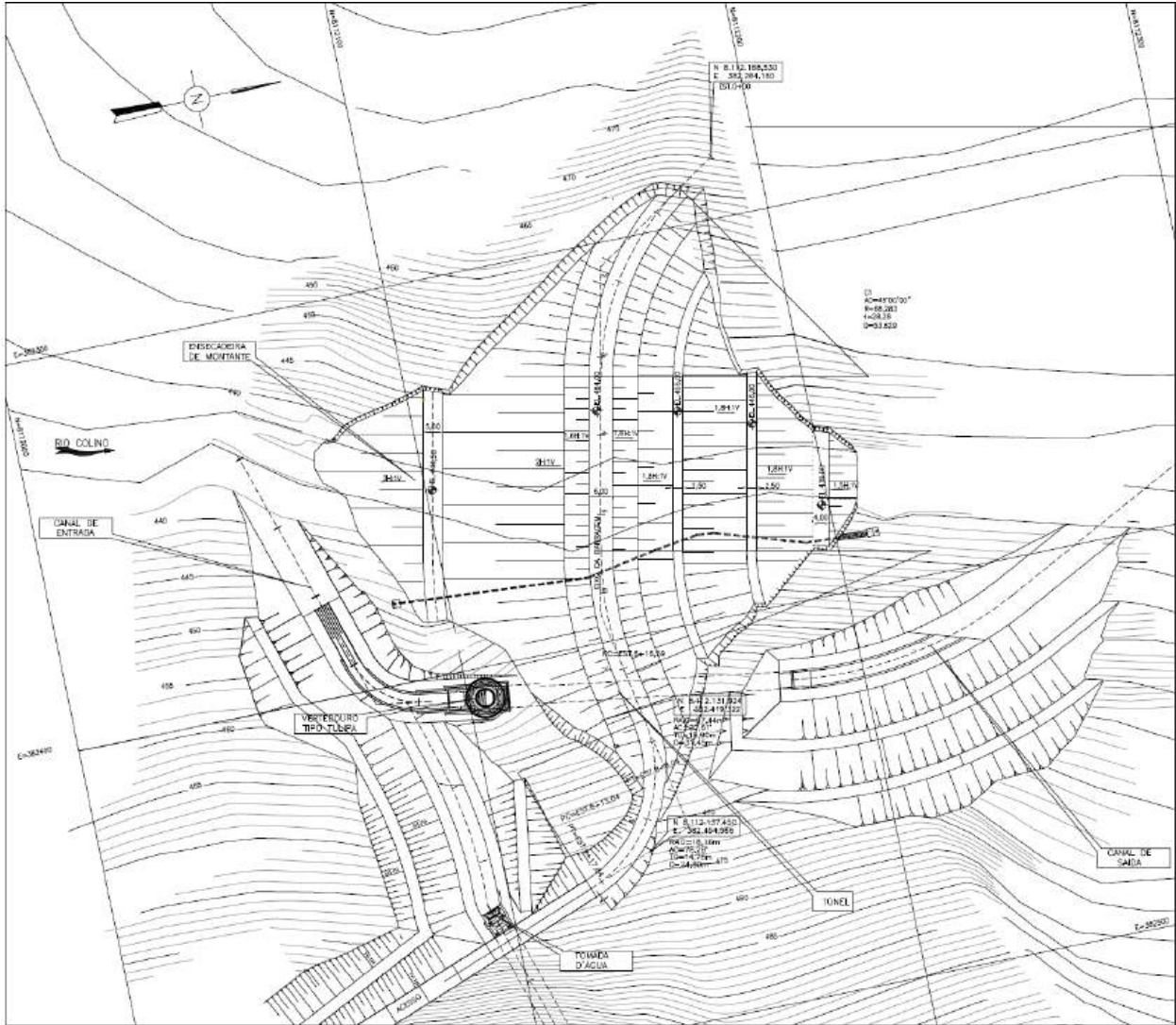
Fonte: Projeto Básico - WaterMark

4.1.3 Barragem

A barragem consiste de um maciço de solo compactado com 28,00 m de altura máxima, 155,00 m de extensão e crista na El. 464,00. O talude de montante tem inclinação 2H:1V abaixo da cota 460,00 m, e inclinação 1,6 H:1 V entre cotas 460,00 m e 464,00 m. Existe proteção em rocha tipo rip-rap entre as cotas 458,00 e 464,00. Na face de jusante com duas bermas de equilíbrio de 2,50 m de largura, a inclinação dos taludes é de

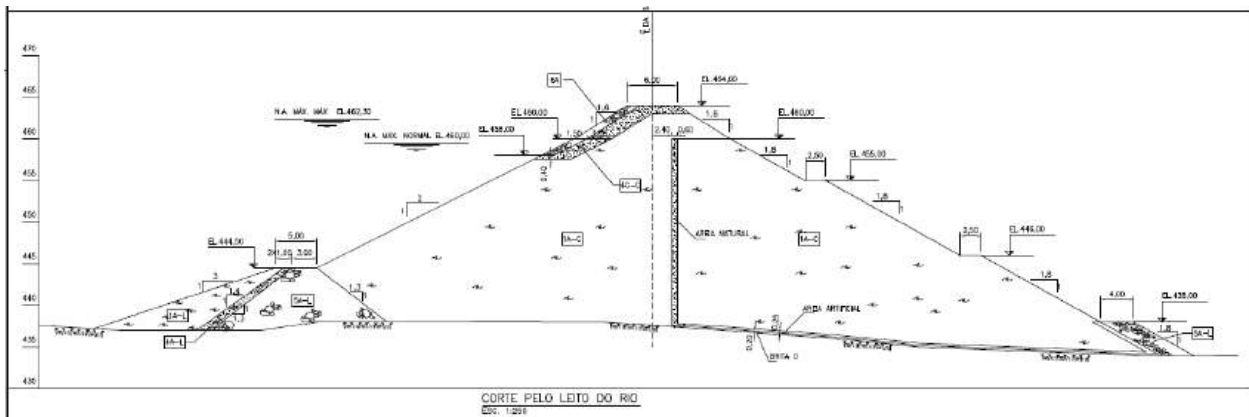
1,8 H:1 V, com bermas até EL. 460,00 m, sendo que acima da El. 460,00 esta inclinação passa a ser de 1,6 H:1 V. O controle das infiltrações no interior da barragem é efetuado através de um filtro vertical e de um tapete drenante horizontal.

Os documentos da barragem estão apresentados no Anexo I – Documentos de Projeto – 3 Barragem.



PLANTA
Esc. 1:500

Figura 5 - Planta geral do Barragem



CORTE PELO LEITO DO RIO
Esc. 1:200

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 (CL2-RPS-001-00-24) está apresentado toda análise da estabilidade da estrutura.

A Barragem de terra da PCH Colino 2 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 (CL2-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
COLINO 2	A	Operação normal/Atual	Jusante	1,59	1,50	Ok
		Caso excepcional	Jusante	1,58	1,30	Ok
		Operação com sismo	Jusante	1,42	1,10	Ok
			Montante	1,73	1,10	Ok
	Rebaixamento Rápido	Montante	2,12	1,20	Ok	
	B	Operação normal/Atual	Jusante	1,58	1,50	Ok
		Caso excepcional	Jusante	1,54	1,30	Ok
		Operação com sismo	Jusante	1,37	1,10	Ok
			Montante	1,73	1,10	Ok
	Rebaixamento Rápido	Montante	2,01	1,20	Ok	
	C	Operação normal/Atual	Jusante	2,07	1,50	Ok
		Caso excepcional	Jusante	1,97	1,30	Ok
		Operação com sismo	Jusante	1,80	1,10	Ok
			Montante	1,29	1,10	Ok
	Rebaixamento Rápido	Montante	1,48	1,20	Ok	
	LR	Operação normal/Atual	Jusante	1,53	1,50	Ok
		Caso excepcional	Jusante	1,53	1,30	Ok
		Operação com sismo	Jusante	1,37	1,10	Ok
			Montante	1,70	1,10	Ok
		Rebaixamento Rápido	Montante	1,91	1,20	Ok

Fonte: CL2-RPS-001-00-24

Memória completa está apresentado no Capítulo 3.4 da RPS-2024 – CL2- RPS-001-00-24 RPS PCH Colino 2.

4.1.4 Vertedouro

O sistema extravasor é do tipo “tulipa”, com estrutura de concreto armado aduzindo para túnel escavado na ombreira direita, que fez parte do sistema de desvio do rio durante a construção. A crista do vertedouro está na cota 460,00 m e o raio do bocal de entrada é 5,10 m. O shaft tem comprimento de 8 m e diâmetro equivalente de 6 m. A transição entre o shaft e o túnel tem raio de curvatura de 10 m, sendo executada em concreto armado. O túnel é escavado em rocha sã, tendo cota de fundo 438,00 m a montante e 435,00 m a jusante, e extensão de 70 m. A seção do túnel é em arco- retângulo com medidas internas de 3,80 m de largura na base e 6,5 m de altura. O extravasor tem capacidade escoar a cheia decamilenar, com pico de 236 m³/s, com uma sobrelevação máxima de 2,44 m no reservatório (RPS-2024).

Os documentos do vertedouro estão apresentados no Anexo I – Documentos de Projeto – 4 Vertedouro e desvio do rio.

A curva abaixo apresenta curva de descarga do Vertedouro Tulipá.

Tabela 4 - Curva de descarga Vertedouro

NA (m)	Q (m ³ /s)
460,00	0,00
460,02	0,03
460,05	0,27
460,10	1,54
460,20	5,10
460,50	21,19
460,75	40,07
461,00	61,70
461,25	86,22
461,50	113,34
461,75	142,83
462,00	174,50
462,25	208,22
462,50	243,88
462,75	281,36

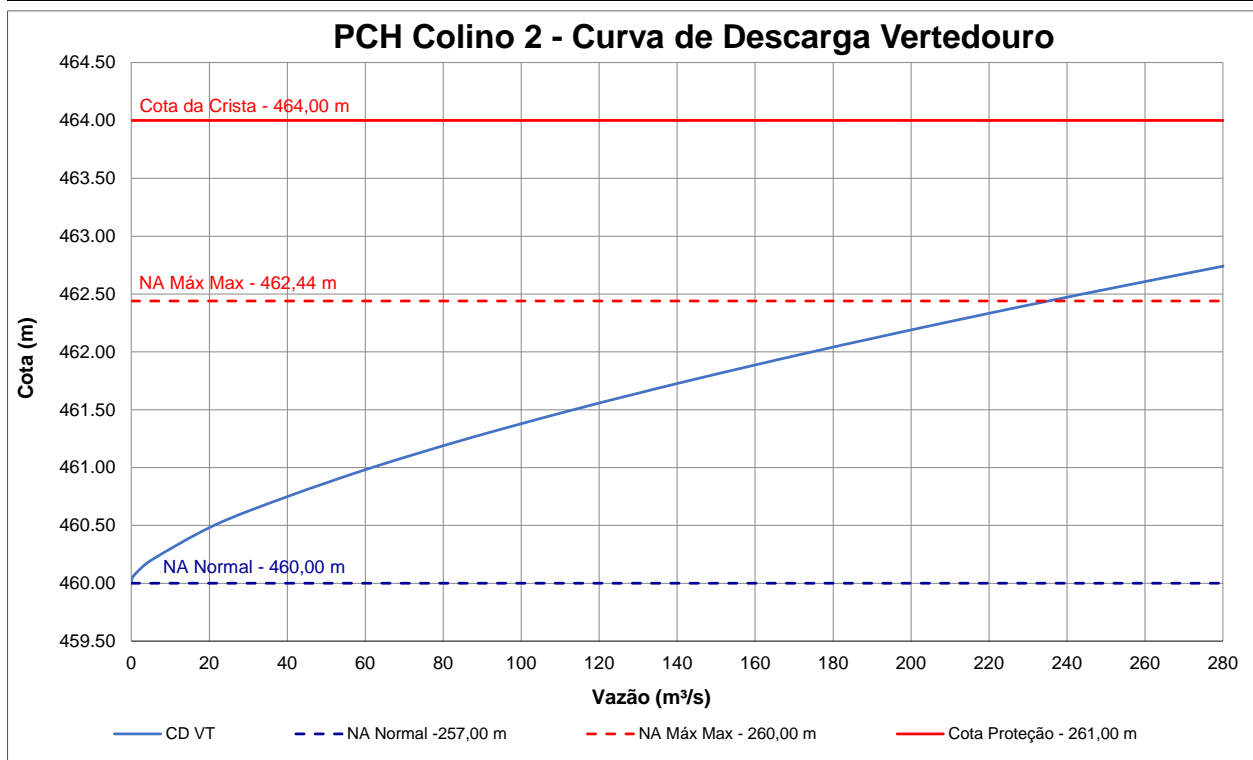


Figura 7 – Curva de Descarga – Vertedouro


4.1.5 Circuito Hidráulico

O circuito de geração está posicionado na margem direita e é constituído de tomada de água, túnel de adução, 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 16,00 MW com 2 unidades geradoras tipo Francis de eixo horizontal, aproveitando uma queda bruta de 203,00 m.

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 Colino 2

FOTO		CASCATA	
		Usina Montante:	Inexistente
		Usina Jusante:	Colino I
IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR		ÓRGÃOS EXTRAVASORES - VERTEDOIRO	
Nome:	PCH Colino II	Tipo:	Tulipa
Municípios:	Medeiros Neto/Prado/Tex. Freitas- BA	Capacidade (m ³ /s):	235,00 TR 10.000 anos
Proprietário:	ENERGÉTICA SERRA DA PRATA S. A	Elevação da Crista (m):	460,00
		Fundação:	granito-gnaisse
		Comprimento (m):	5,10 (raio)
DATAS		TOMADA D'ÁGUA	
Conclusão Barramento:	dez/07	Tipo:	Gravidade
Início Operação:	jan/08	Comprimento (m):	8,80
Manutenção Barragem:	-----		
BACIA HIDROGRÁFICA		TUNEL DE ADUÇÃO	
Curso d'Água:	Rio Colino	Tipo:	Escavado rocha/seção arco retangular
Bacia (ANEEL):	05-Atlantico Leste	Comprimento (m):	950,00
Sub-Bacia (ANEEL):	55- São Matheus, Itanhém e outros	Arco retângulo (m):	3 (L) x 4 (H)
Coordenadas Usina:	07"O	CONDUTOS FORÇADO	
		Unidades:	1
		Diâmetro (m):	1,85
		Comprimento Total (m):	850,00
RESERVATÓRIO		CASA DE FORÇA	
Área Drenagem - (km ²):	164,00	Tipo:	Abrigada
Área NA Normal - (km ²):	1,47	Potência Instalada (MW)	16,00
Volume NA Normal (hm ³):	22,00	Unidades Geradoras:	2 Francis Horizontal
Vazão Sanitária (m ³ /s):	0,47	Vazão Máxima (m ³ /s):	9,10
Vazão Média - QMLT(m ³ /s)	7,17	Queda Bruta (m)	203,00
Níveis de Água (m):	Máx. Max.:	Nível de água jusante (m):	Máx Max: 260,00
	Normal:		Normal: 257,00
	Mínimo:		Mínimo: 255,10
BARRAGEM		TURBINA	
Tipo:	Solo compactado	Potência Nominal [MW]	8 Unitária
Comprimento (m):	165,00	Vazão Nominal [m ³ /s]	4,55 Unitária
Altura Máxima (m):	28,00	Rotação (rpm)	900,00
Largura Crista (m):	6,00	GERADOR	
Elevação da Crista (m):	464,00	Potência Nominal [kVA]	8720 Unitária
Fundação:	granito-gnaisse	Rotação (rpm)	900,00
		Fator de Potência	0,90

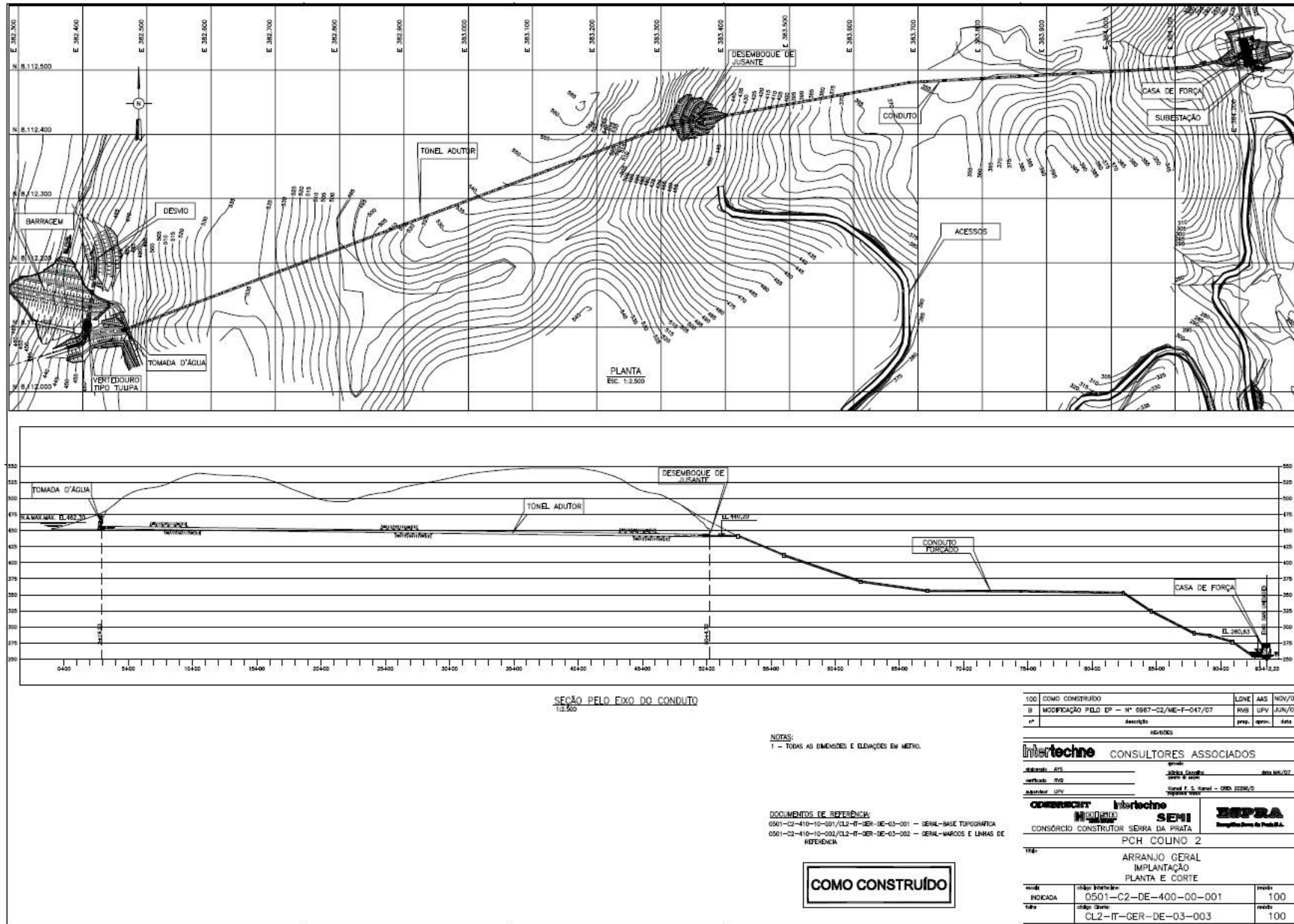
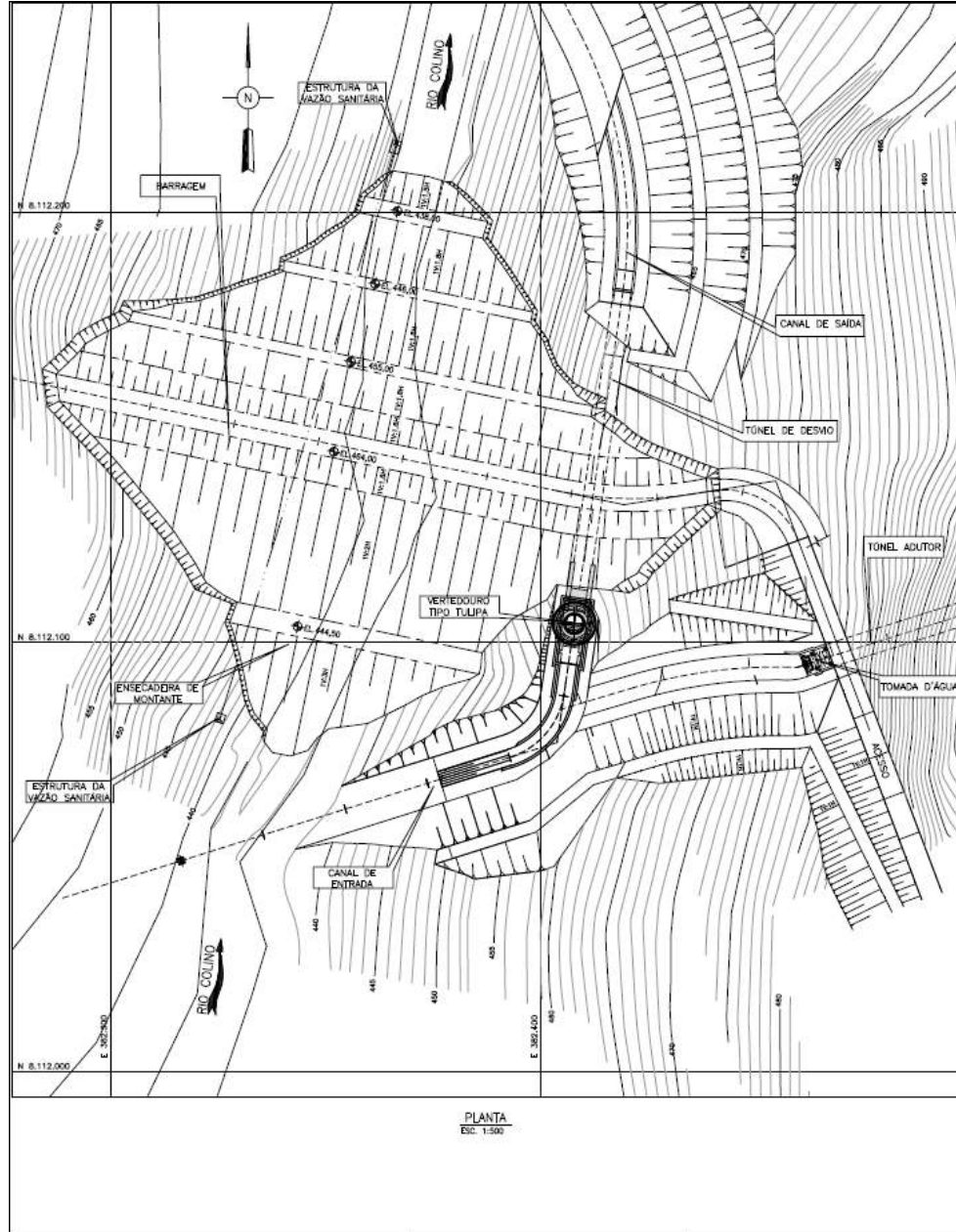
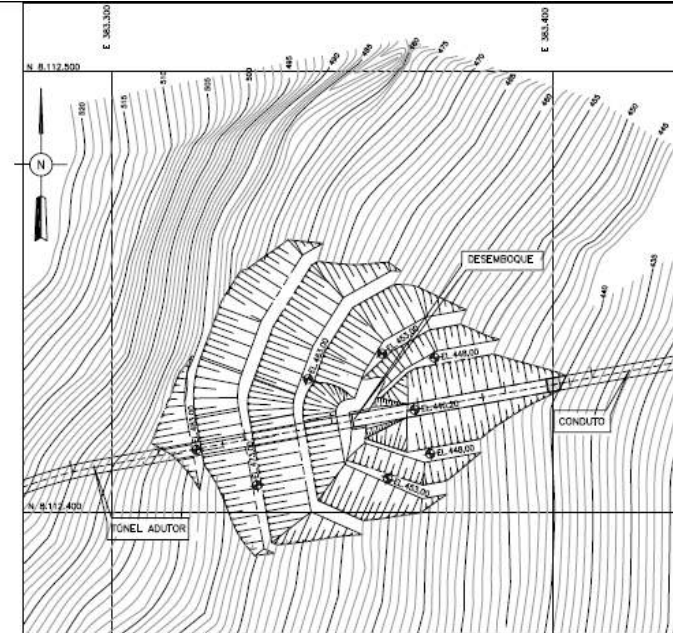


Figura 8 - Arranjo geral da PCH Colino 2



PLANTA
Esc. 1:500



PLANTA
Esc. 1:500

NOTAS:
1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVACIONES EM METRO.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:
001-02-415-16-001/CL2-IT-GER-DE-03-001 - GERAL-BASE TOPOGRÁFICA
001-02-415-16-002/CL2-IT-GER-DE-03-002 - GERAL-MAPAS E LINHAS DE REFERÊNCIA

COMO CONSTRUÍDO

100	COMO CONSTRUÍDO	LOTE	045	NOV/04
0	MODIFICAÇÃO PELO EP - N° 0967-C2/ME-F-047/07	RUBR	005	MAI/08
1*	descrição:	proj.	aprov.	data

Intertechno CONSULTORES ASSOCIADOS
 Diretor: C.A. Projeto: _____
 Técnico: C.S./M.S. Técnico Responsável: _____
 Supervisor: J.P. Coord. F. S. Canal - CEP: 22266-010
 Responsável: _____

COMSOCIET **Inter**techno **SEMI** **SEBRAE**
CONSORCIO CONSTRUTOR SEIRA DA PRATA **SEBRAE**
 Associação Brasileira de Empresas de Planejamento

PCH COLINO 2
ARRANJO GERAL
BARRAGEM, VERTEDOIRO, T.A., DESMIO E DESEMBOQUE
PLANTA

INDICADA	0501-C2-DE-400-00-002	100
CLAS	CL2-IT-GER-DE-03-004	100

Figura 9 – Arranjo Geral de Montante

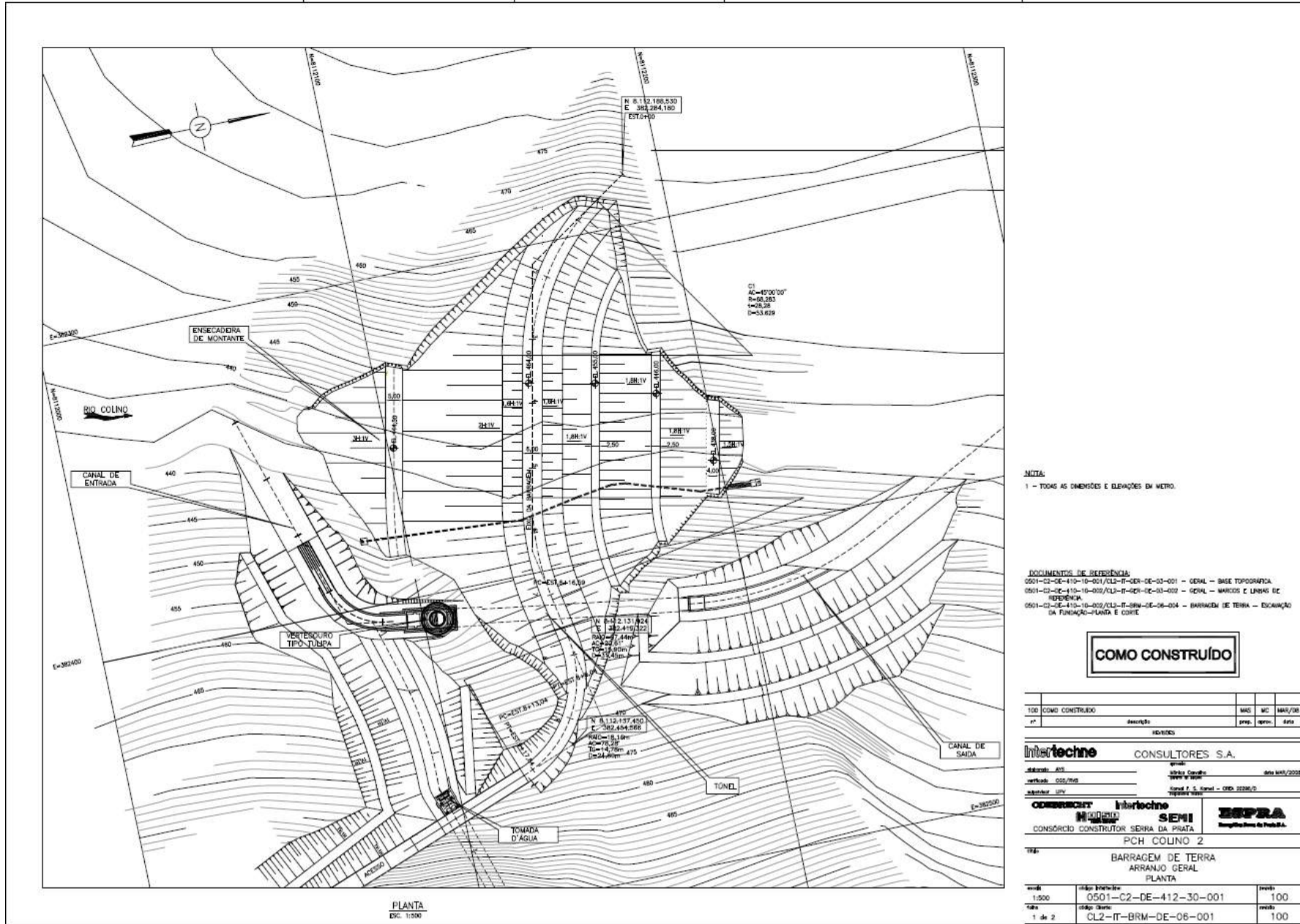


Figura 10 – Planta da Barragem

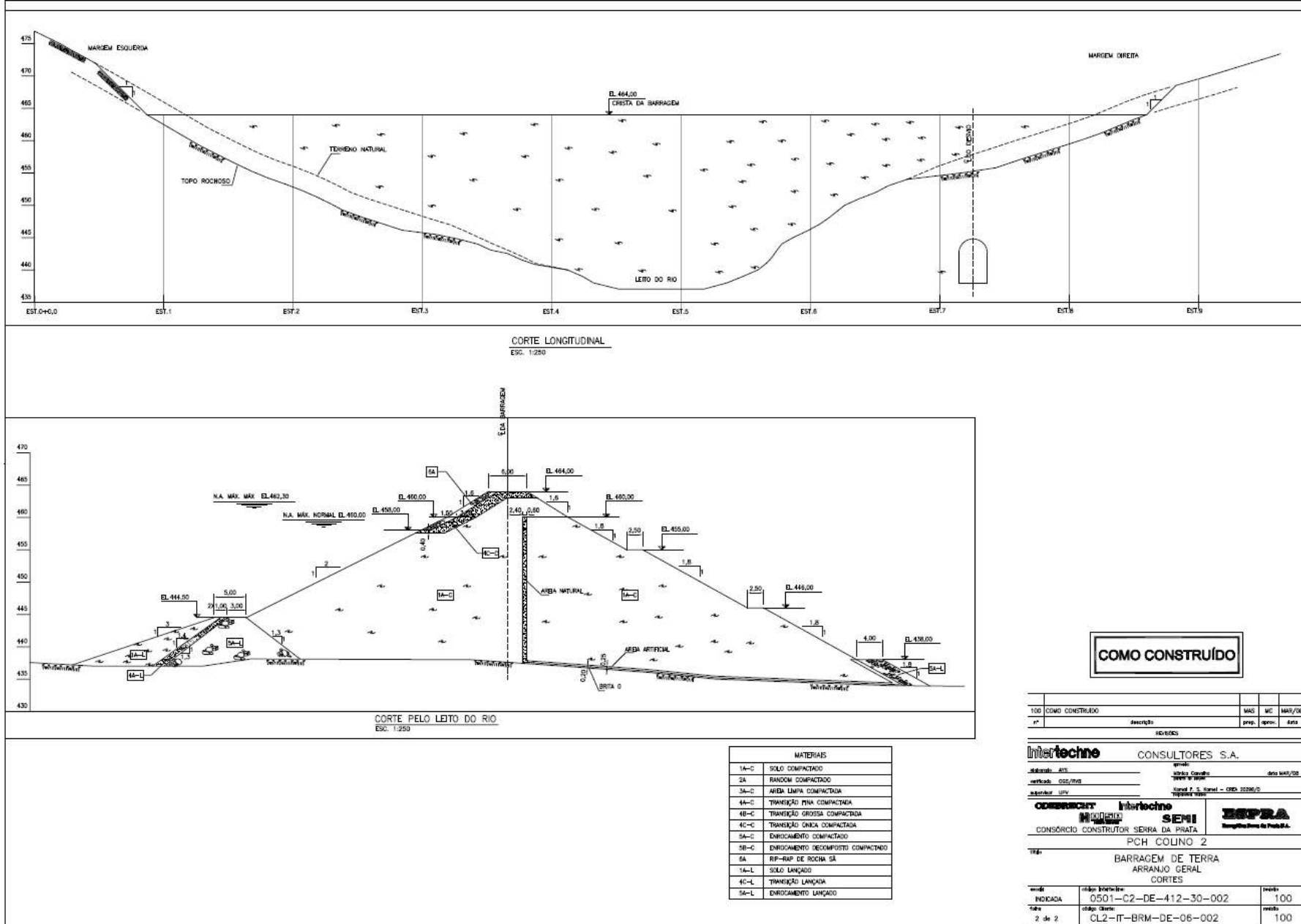


Figura 11 – Seções da Barragem

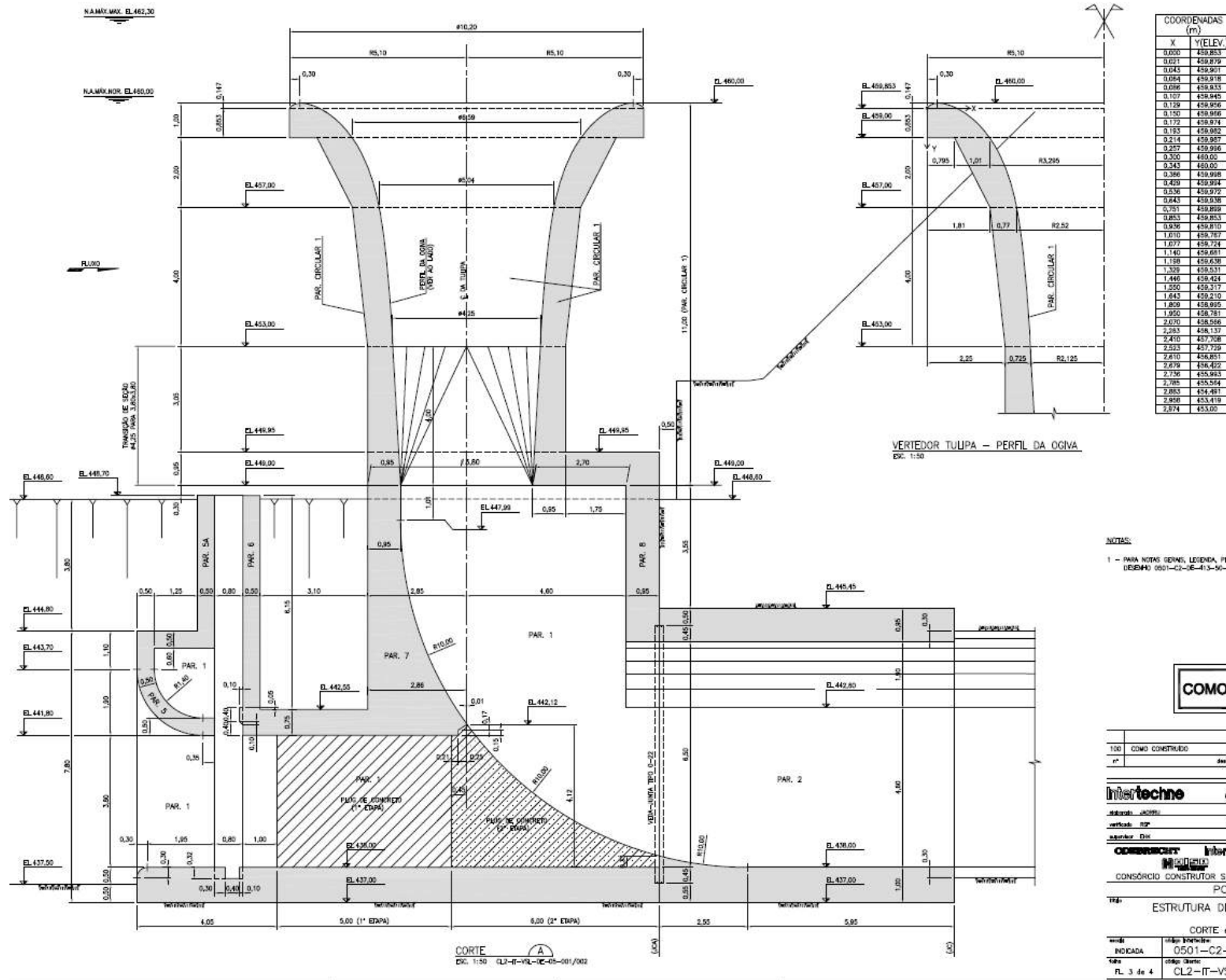
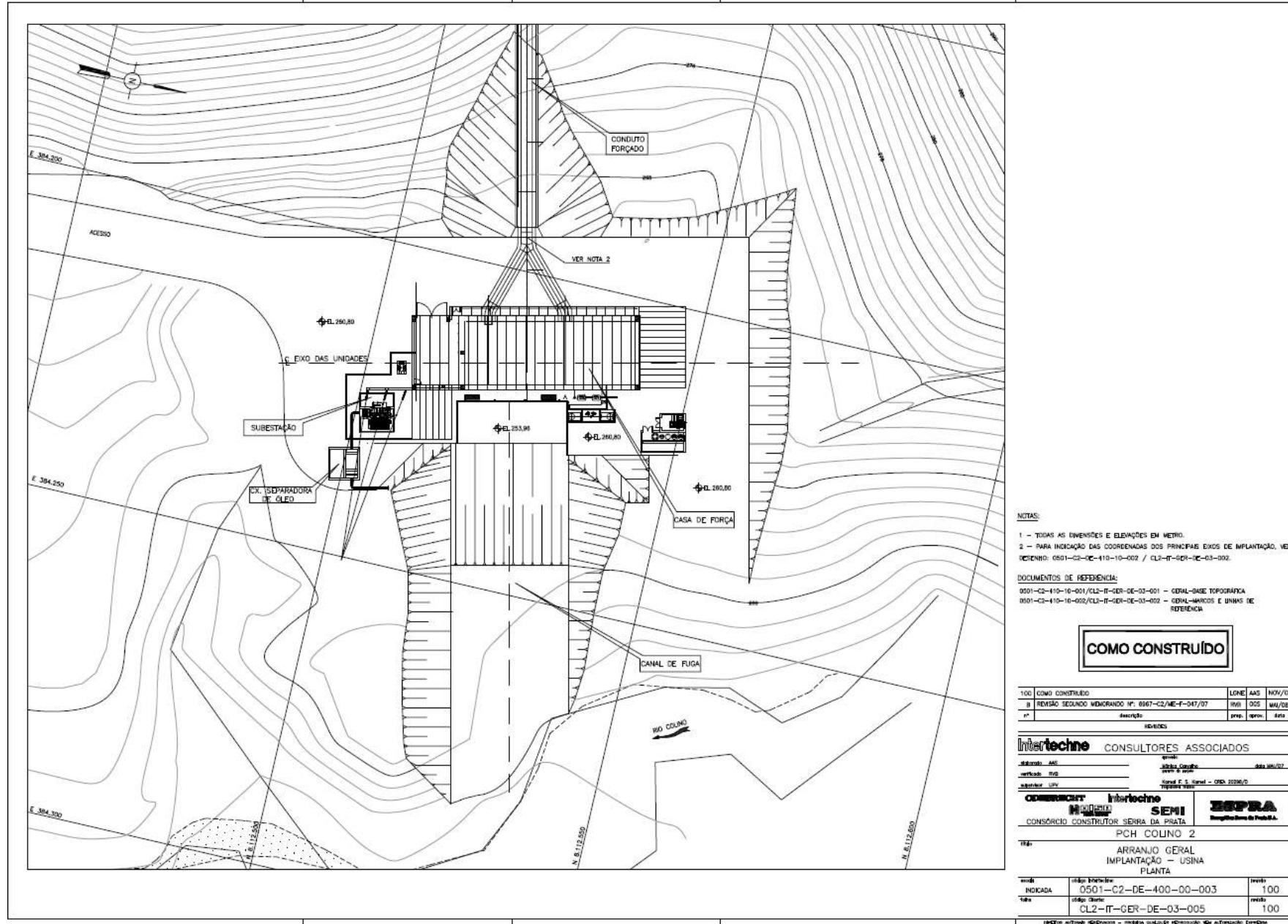


Figura 12 – Seção do Vertedouro Tulipa



NOTAS:
1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVACIONES EM METRO.
2 - PARA INDICAÇÃO DAS COORDENADAS DOS PRINCIPAIS EIXOS DE IMPLANTAÇÃO, VER DESENHO: 0501-C2-DE-410-10-002 / CL3-IT-GER-DE-03-002.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:
0501-C2-410-10-001/CL3-IT-GER-DE-03-001 - GERAL-BASE TOPOGRÁFICA
0501-C2-410-10-002/CL3-IT-GER-DE-03-002 - GERAL-MARCADOS E UNHAS DE REFERÊNCIA

COMO CONSTRUÍDO

100	COMO CONSTRUÍDO	LOTE	ANS	NOV/08
B	REVISÃO SEGUNDO MEMORANDO Nº. 0367-C2/ME-F-047/07	REV	055	MAI/08
nº	descricao	prep.	aprov.	data

Interlocne CONSULTORES ASSOCIADOS

Elaborado por: [nome] Data: 04/01/07
 Verificado por: [nome] Data: 04/01/07
 Autorizado por: [nome] Data: 04/01/07

CONSORCIO CONSTRUTOR SERRA DA PIRATA

Interlocne SEMI SPPRA

PCH COLINO 2

TÍTULO: ARRANJO GERAL IMPLANTAÇÃO - USINA PLANTA

INDICADA	0501-C2-DE-400-00-003	100
TÍTULO	CL2-IT-GER-DE-03-005	100

Figura 13 – Arranjo Geral de jusante

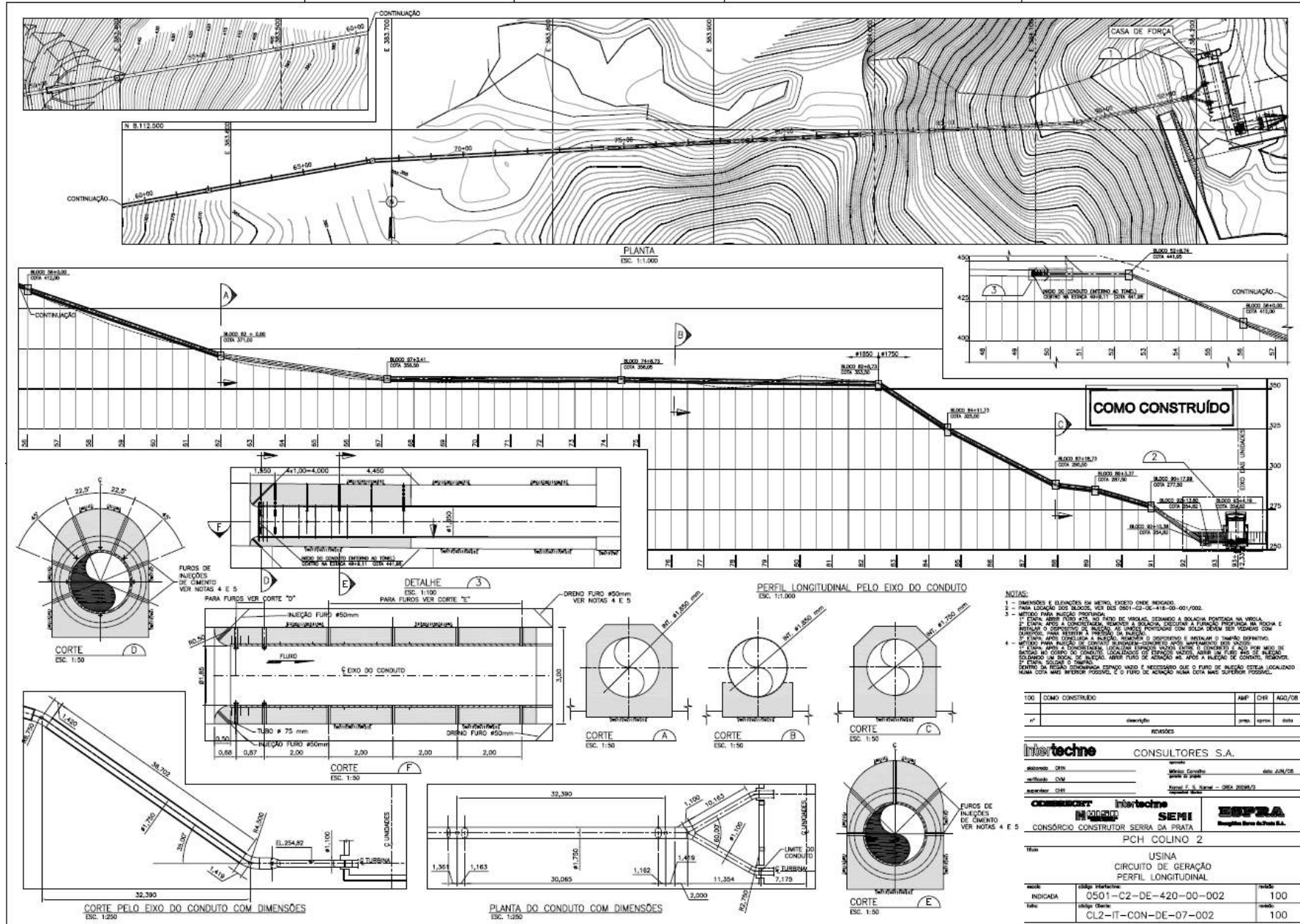
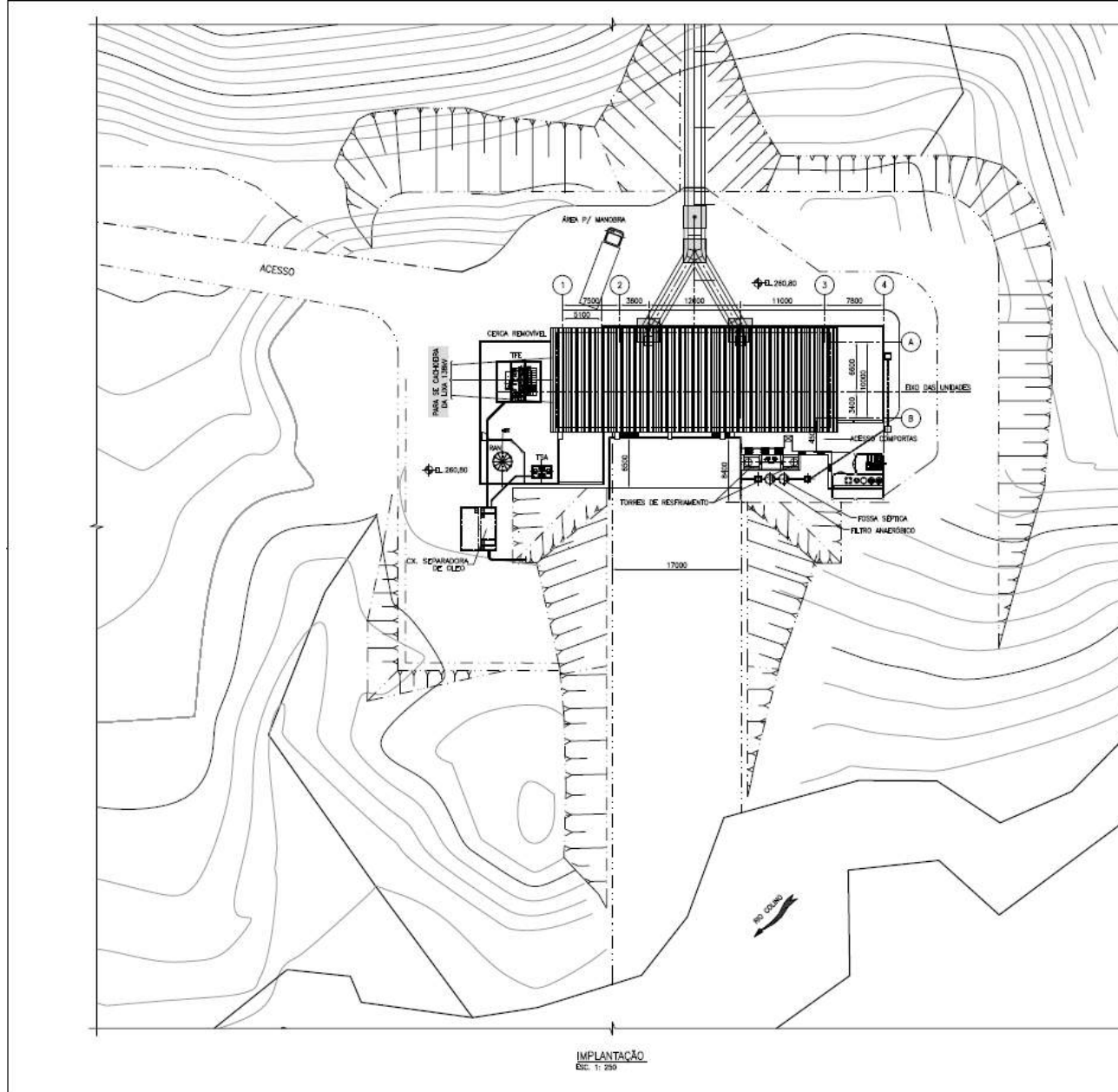


Figura 14 – Circuito de Geração - Planta e Seção



NOTAS:
1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO E ELEVACIONES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.

COMO CONSTRUÍDO

100	COMO CONSTRUÍDO	AMP	CRF	ACQ/CR
n°	Descrição	prop.	aprov.	data
	SOLICITAÇÃO			
Intertechne		CONSULTORES S.A.		
elaborado por:	Projeto	Data: 08/02/08		
verificado por:	Projeto	Data: 08/02/08		
aprovado por:	Projeto	Data: 08/02/08		
CONSORCIO CONSTRUTOR SEIRA DA PRATA		SEIPI		
PCH COLINO 2		SEBRAE		
TÍTULO				
USINA ARRANJO ELETROMECÂNICO PLANTA - CASA DE FORÇA				
INDICADA	CL2-IT-GER-DE-420-00-003	100		100
REVISADA	CL2-IT-GER-DE-07-003	100		100

Figura 15 – Planta Casa de Força

4.2 Características hidrológicas, geológicas e sísmicas

4.2.1 Características Hidrológicas

4.2.1.1 Características da Bacia Hidrográfica – Aspectos Gerais

O Córrego Colino 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 16 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 integrando da bacia do rio Jucuruçu Braço Sul do qual o Córrego Colino é afluente. No barramento da PCH Colino 2 a área da bacia hidrográfica do Córrego Colino é de 329 km².

O Córrego Colino 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 800 m e da foz na elevação 116 m quando se junta ao rio Jucuruçu Braço Sul. O rio possui escoamento predominante no sentido leste. Abaixo no mapa de Jucuruçu está em destaque o local de implantação da barragem da PCH Colino 2.

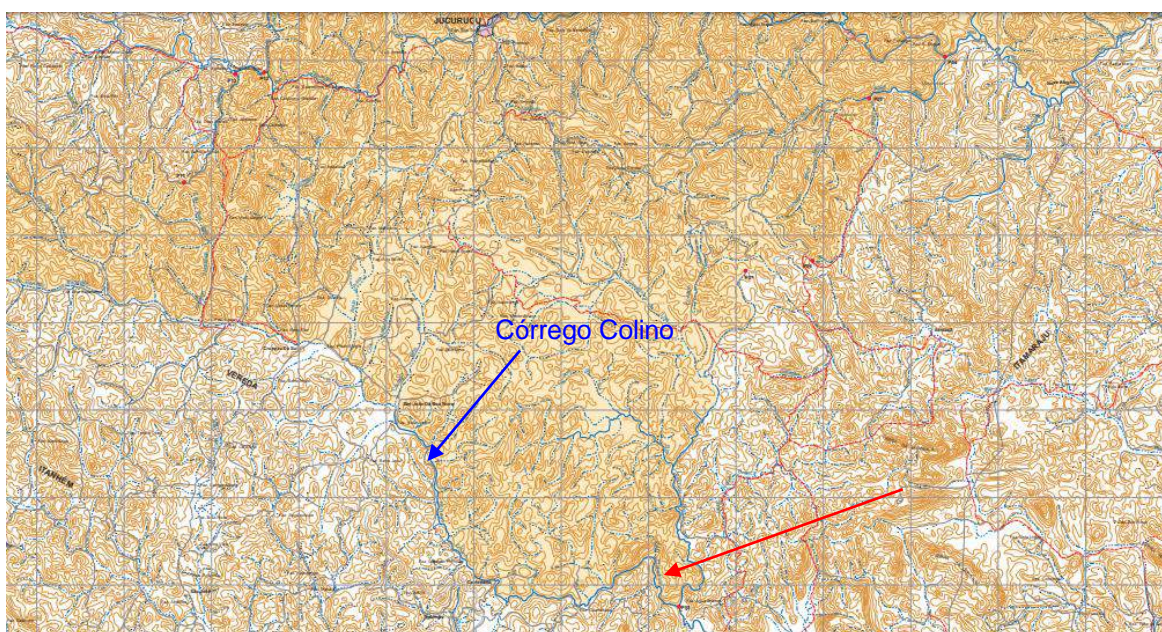


Figura 16 – Mapa com indicação da localização da PCH Colino 2

4.2.1.2 Série de Vazões Médias Mensais Para PCH Colino 2

A Tabela 5 a seguir apresenta os dados de vazão média mensal no local de implantação da barragem da PCH Colino 2 no Córrego Colino. Os estudos hidrológicos foram atualizados até setembro de 2023.

Tabela 5 – Vazão Média Mensal PCH Colino 2

Vazão Média Mensal - PCH Colino 2 (m³/s)

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

Vazão Média Mensal - PCH Colino 2 (m³/s)

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
2019	4,50	2,14	5,23	5,50	7,57	4,72	5,02	11,39	5,95	6,89	3,80	4,38	5,59
2020	4,39	2,72	8,71	10,03	9,49	6,72	5,73	6,08	3,82	4,01	12,16	5,76	6,64
2021	3,05	3,60	3,00	3,80	2,86	2,37	2,08	2,45	2,40	2,81	6,04	27,03	5,12
2022	9,64	6,31	5,43	4,42	4,60	3,65	3,54	3,76	4,03	3,66	10,59	26,53	7,18
2023	11,65	5,21	4,41	10,61	7,11	5,00	4,93	3,84	3,72				6,28
Média	7,91	6,11	6,78	7,40	6,55	5,89	6,05	5,27	4,90	6,17	9,58	10,88	6,95

Os estudos de atualização da hidrologia na PCH Colino 2 indicam que a vazão média de longo período esperada para o local da barragem é 6,95 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 Colino 2. 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 Colino 2

perman. (%)	Colino 2 (m³/s)	perman. (%)	Colino 2 (m³/s)	perman. (%)	Colino 2 (m³/s)
0,25%	30,45	25%	8,36	75%	3,95
0,75%	24,47	30%	7,87	80%	3,68
1%	24,17	35%	7,16	85%	3,27
3%	19,46	40%	6,70	90%	2,81
5%	15,45	45%	6,29	95%	2,20
8%	13,77	50%	5,90	97%	1,91
10%	12,13	55%	5,43	98%	1,55
13%	11,14	60%	5,12	99%	1,39
15,0%	10,55	65%	4,85	99,5%	1,34
20%	9,47	70%	4,44	99,75%	1,12

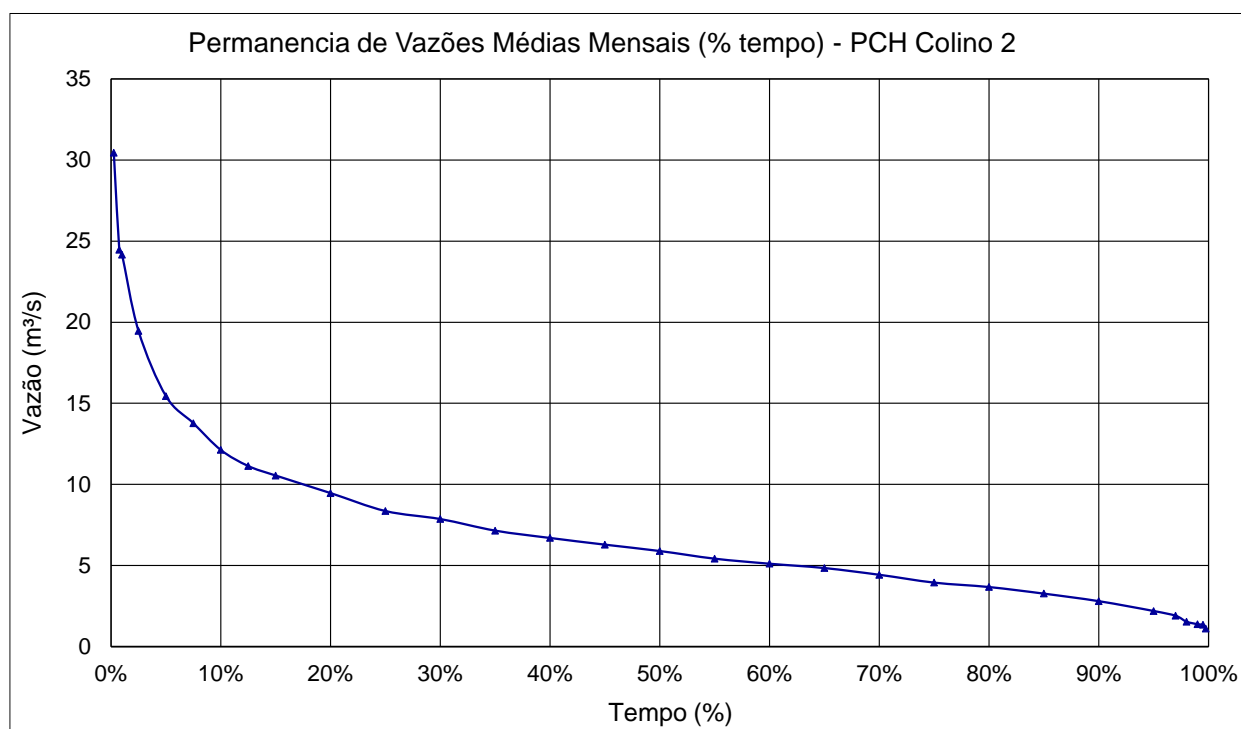


Gráfico 1 – Curva de Permanência de Vazões – PCH Colino 2

4.2.1.4 Vazões de Cheia – PCH Colino 2

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 Colino 2. 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 Colino 2

Vazão Máxima Diária Mensal - PCH Colino 2 (m³/s)

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

Vazão Máxima Diária Mensal - PCH Colino 2 (m³/s)

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Máximo
2009	18,46	6,68	15,78	27,81	24,44	28,67	14,11	12,49	15,21	18,30	16,22	5,31	28,67
2010	4,45	3,65	21,13	11,49	6,21	5,20	6,92	4,45	5,31	4,77	16,80	11,77	21,13
2011	5,09	4,87	16,95	17,40	14,50	6,56	8,53	5,20	3,65	16,95	11,35	38,74	38,74
2012	8,40	5,98	6,33	3,26	7,90	4,66	5,53	9,97	5,98	7,52	13,66	6,33	13,66
2013	2,04	3,55	2,45	11,77	5,53	9,44	14,22	9,70	9,18	9,44	27,81	18,00	27,81
2014	8,91	6,21	12,49	18,61	4,14	16,80	14,78	13,22	4,25	20,49	17,40	11,63	20,49
2015	3,79	3,16	11,96	16,14	10,95	10,26	9,78	9,18	4,41	3,94	5,66	2,89	16,14
2016	33,40	4,78	2,44	1,71	2,80	2,98	8,07	4,41	3,03	12,14	15,75	19,14	33,40
2017	2,27	4,15	3,07	3,16	10,81	9,51	13,86	25,28	7,57	4,67	17,92	58,91	58,91
2018	6,59	15,56	6,83	12,76	6,83	14,70	5,77	3,74	5,44	14,33	15,56	48,47	48,47
2019	9,11	3,06	17,52	10,33	25,16	8,07	9,24	30,01	11,34	16,43	4,99	8,98	30,01
2020	10,81	5,89	24,83	19,97	26,18	14,89	7,44	9,85	4,88	9,18	21,22	11,87	26,18
2021	3,84	5,89	4,83	6,77	4,10	4,05	3,60	4,05	6,00	6,12	10,67	91,12	91,12
2022	21,23	9,38	7,38	7,20	6,95	5,32	4,46	8,85	5,77	10,12	25,39	51,61	51,61
2023	17,12	6,47	6,35	46,42	13,12	6,95	7,94	4,89	5,10				46,42
Máxima	47,70	34,96	58,36	46,42	27,94	28,67	26,53	30,01	22,81	34,96	63,95	91,12	91,12

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 em vermelho estão distribuídas as vazões máximas anuais na PCH Colino 2.

Tabela 8 – Mês de Ocorrência de Máximas Cheia Anuais

Mês	Cheias	Mês	Cheias	Mês	Cheias
jan	8	mai	5	set	1
fev	3	jun	1	out	1
mar	4	jul	0	nov	14
abr	4	ago	2	dez	16

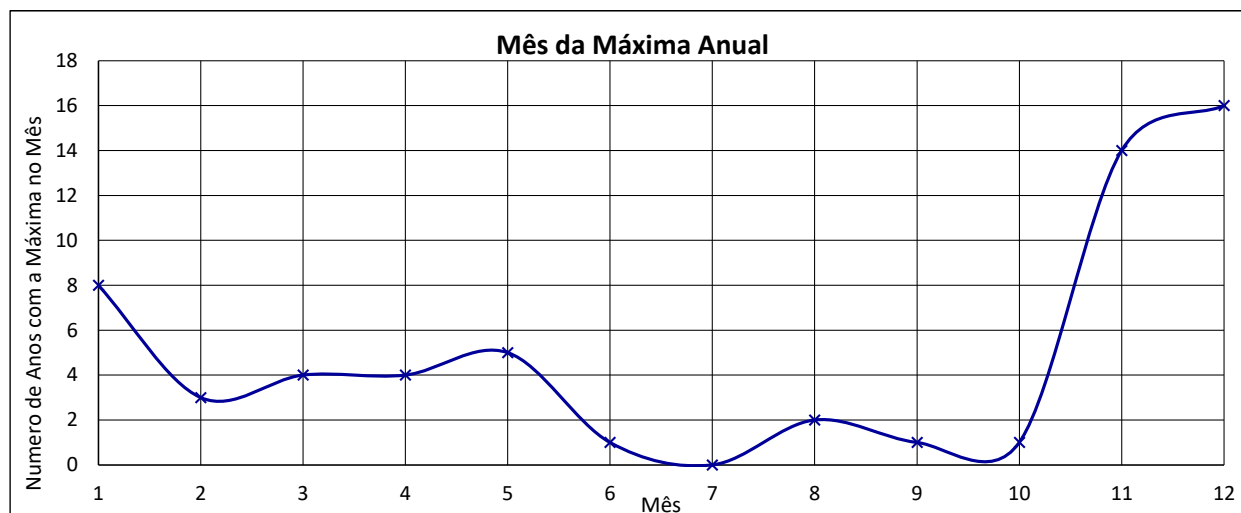


Gráfico 2 – Mês de Ocorrência de Máximas Cheias Anuais ao longo do período de estudos (59 anos)

Com os valores de vazão máxima anual disponíveis ao longo de todo o período foram calculadas as vazões extremas que para a PCH Colino 2 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	Colino 2 Q (m³/s)
5	50,84
10	61,65
25	75,31
50	85,45
100	95,51
500	118,76
1.000	128,75
10.000	161,93

Distribuição Gumbel	
Parametros	Colino 2
Média	39,89
Assimetria	0,70
Desvio Padrão	18,47
alfa	14,41
mi	29,22

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 Colino 2 com a área de drenagem de 343 km² o coeficiente de Fuller resultante é de 1,451, ou seja, a vazão de pico é 1,451 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 Colino 2

Vazão Máx inst TR anos	Colino 2 Q (m³/s)
5	74,06
10	89,82
25	109,72
50	124,49
100	139,14
500	173,01
1.000	187,58
10.000	235,92

A dren km²

Coeficiente Fuller

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 Colino 2. 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 Colino 2 – RPS e Projeto Básico

Vazão Máx TR anos	Colino 2 Normal Q (m³/s)	Colino 2 Instant Q (m³/s)	Colino 2 - Proj Bás Instant Q (m³/s)
5	50,84	74,06	58,00
10	61,65	89,82	71,00
25	75,31	109,72	86,00
50	85,45	124,49	98,00
100	95,51	139,14	109,00
500	118,76	173,01	136,00
1.000	128,75	187,58	147,00
10.000	161,93	235,92	185,00

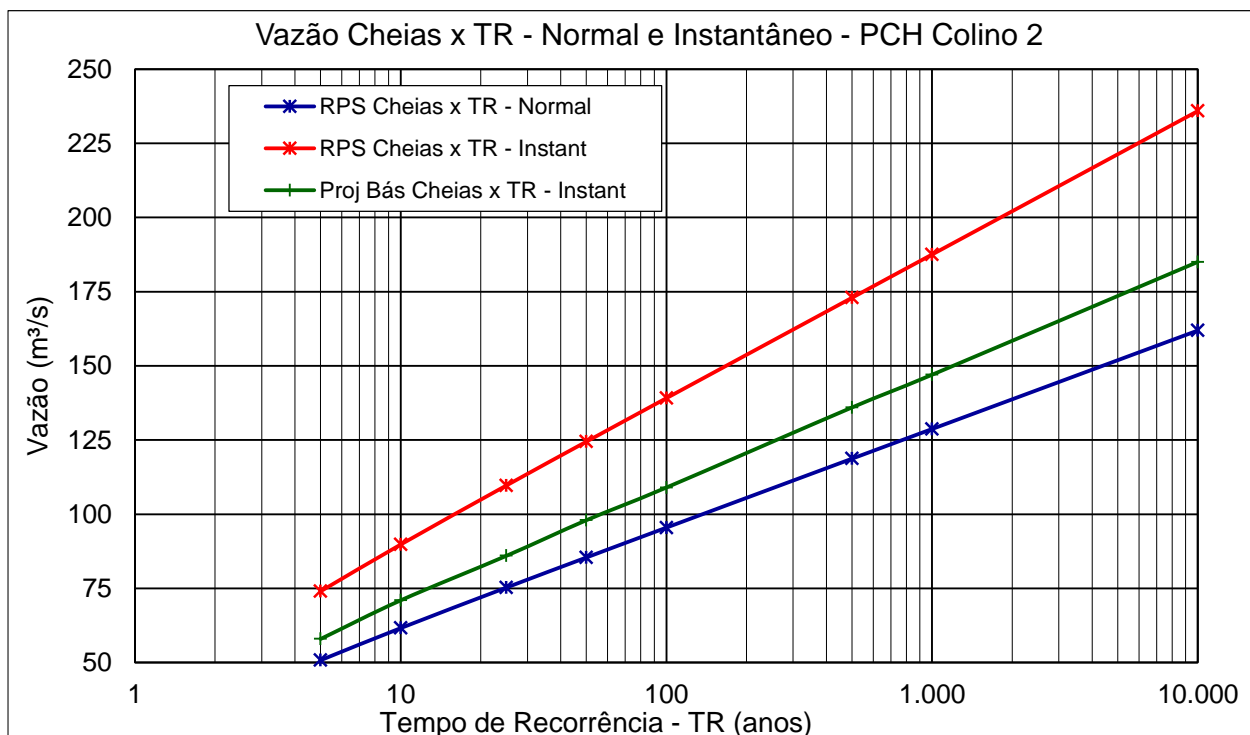


Gráfico 3 – Vazão e Tempo de Recorrência – RPS (Normal e Instantâneo) e Projeto Básico

4.2.2 Características Geológicas no Local da Barragem

4.2.2.1 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 no ano de 2003.

Na região do sítio da PCH Colino 2 são encontradas litologias do Complexo Paraíba do Sul 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-argilosos, que se distribuem em terraços e praias marginais ao rio.

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.

Nos estudos de projetos básico, pré-executivo e executivo foram realizadas investigações indiretas e diretas, sendo as campanhas de investigações realizadas apresentadas da Tabela 12 a

Tabela 15.

Tabela 12 – Projeto básico: Sondagem geofísica

LEVANTAMENTO GEOFÍSICO POR SÍSMICA DE REFRAÇÃO				
		COORDENADAS		COTA
		N	E	
SS15	Início	8.112.096,511	382.477,479	483,694
	Fim	8.112.077,168	382.397,809	452,702
SS16	Início	8.112.303,429	383.330,194	447,462
	Fim	8.112.334,356	383.456,445	408,473
SS17	Início	8.112.508,824	384.175,747	270,688
	Fim	8.112.478,085	384.048,770	317,856

Tabela 13 – Projeto básico – sondagens diretas

SONDAGENS EXECUTADAS EM ETAPAS ANTERIORES					
		COORDENADAS		COTA	PROFUNDIDADE
FURO		N	E		
P-01		8.112.150,93	382.309,17	~457,50	1,50
P-02		8.112.118,87	382.413,55	~458,00	0,50
SM-01		8.111.979,00	384.446,00	~462,00	15,75
SM-02		8.112.520,00	384.235,00	~261,00	17,56

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



PROGRAMA DE SONDAgens PRÉ-EXECUTIVO					
		 SONDAGEM ROTATIVA	 SONDAGEM MISTA		
FURO	COORDENADAS		COTA	PROFUNDIDADE	
	N	E			
SR-201	8.112.145,00	382.290,00	461,03	7,02	
SR-202	8.112.130,00	382.335,00	443,02	7,00	
SR-203	8.112.114,59	382.420,31	458,48	23,05	
SR-204	8.112.084,98	382.430,28	463,38	17,00	
SM-205	8.112.510,27	384.174,09	270,52	22,39	
SM-206	8.112.598,98	384.179,90	281,39	25,45	
SM-207	8.112.318,89	383.393,32	428,92	13,06	

Tabela 15 – Projeto Executivo – sondagens a percussão

PROGRAMA DE SONDAgens EXECUTIVO					
		 SONDAGEM ROTATIVA			
FURO	COORDENADAS		COTA	PROFUNDIDADE	
	N	E			
SR-402-C2	8.112.194,306	382.777,773	501,040	51,75	
SR-403-C2	8.112.138,460	382.380,360	440,800	30,00	
SR-404-C2	8.112.108,600	382.381,000	437,500	20,00	
SR-405-C2	8.112.158,830	382.419,960	456,180	15,10	
SR-406-C2	8.112.145,671	382.326,491	448,888	12,15	
OBS: O FURO SR-403-C2 POSSUI INCLINAÇÃO VERTICAL DE 30°					

4.2.2.2 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. Destaca-se a ocorrência de um conjunto de fendas identificadas ao longo da superfície do topo rochoso exposto, que denotaram atenção especial durante as atividades de preparação da fundação da barragem. Todavia, as condições geológicas verificadas em campo foram passíveis de remediação mediante a aplicação de metodologias típicas de tratamento

Vazão Média Mensal - PCH Colino 2 (m³/s)

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
2019	4,50	2,14	5,23	5,50	7,57	4,72	5,02	11,39	5,95	6,89	3,80	4,38	5,59
2020	4,39	2,72	8,71	10,03	9,49	6,72	5,73	6,08	3,82	4,01	12,16	5,76	6,64
2021	3,05	3,60	3,00	3,80	2,86	2,37	2,08	2,45	2,40	2,81	6,04	27,03	5,12
2022	9,64	6,31	5,43	4,42	4,60	3,65	3,54	3,76	4,03	3,66	10,59	26,53	7,18
2023	11,65	5,21	4,41	10,61	7,11	5,00	4,93	3,84	3,72				6,28
Média	7,91	6,11	6,78	7,40	6,55	5,89	6,05	5,27	4,90	6,17	9,58	10,88	6,95

Os estudos de atualização da hidrologia na PCH Colino 2 indicam que a vazão média de longo período esperada para o local da barragem é 6,95 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 Colino 2. 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 Colino 2

perman. (%)	Colino 2 (m³/s)	perman. (%)	Colino 2 (m³/s)	perman. (%)	Colino 2 (m³/s)
0,25%	30,45	25%	8,36	75%	3,95
0,75%	24,47	30%	7,87	80%	3,68
1%	24,17	35%	7,16	85%	3,27
3%	19,46	40%	6,70	90%	2,81
5%	15,45	45%	6,29	95%	2,20
8%	13,77	50%	5,90	97%	1,91
10%	12,13	55%	5,43	98%	1,55
13%	11,14	60%	5,12	99%	1,39
15,0%	10,55	65%	4,85	99,5%	1,34
20%	9,47	70%	4,44	99,75%	1,12

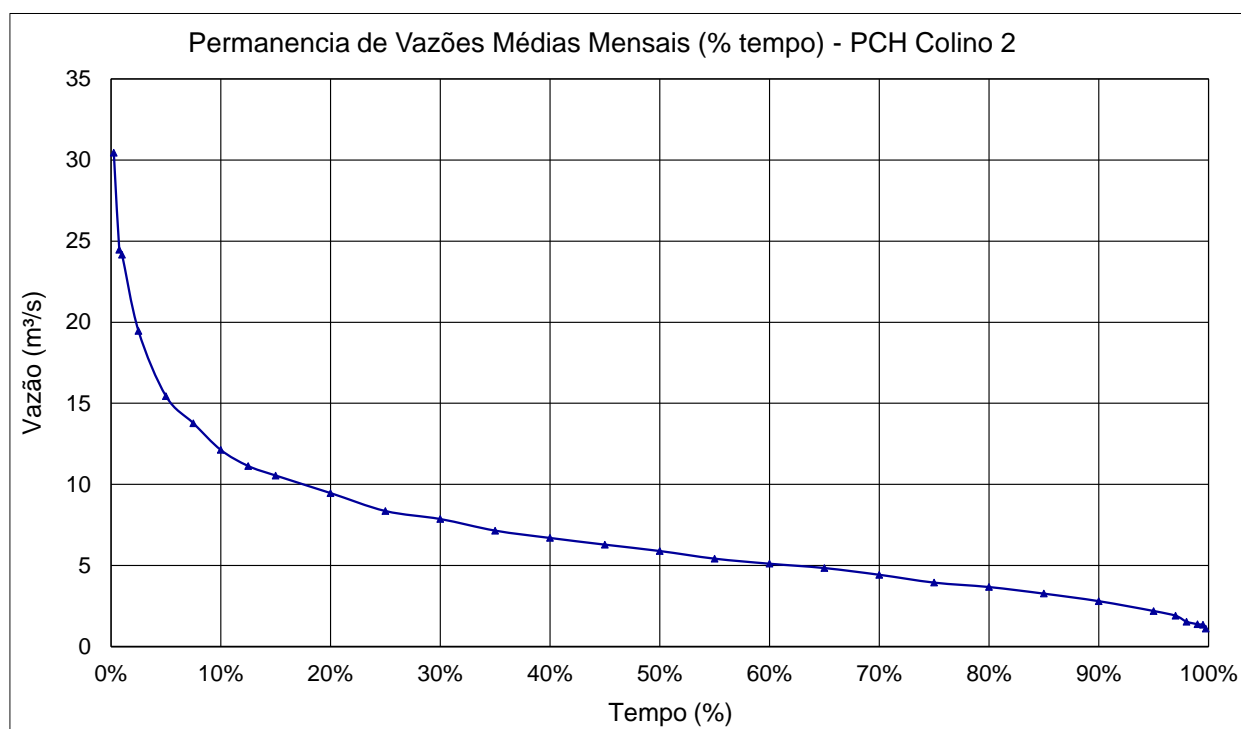


Gráfico 1 – Curva de Permanência de Vazões – PCH Colino 2

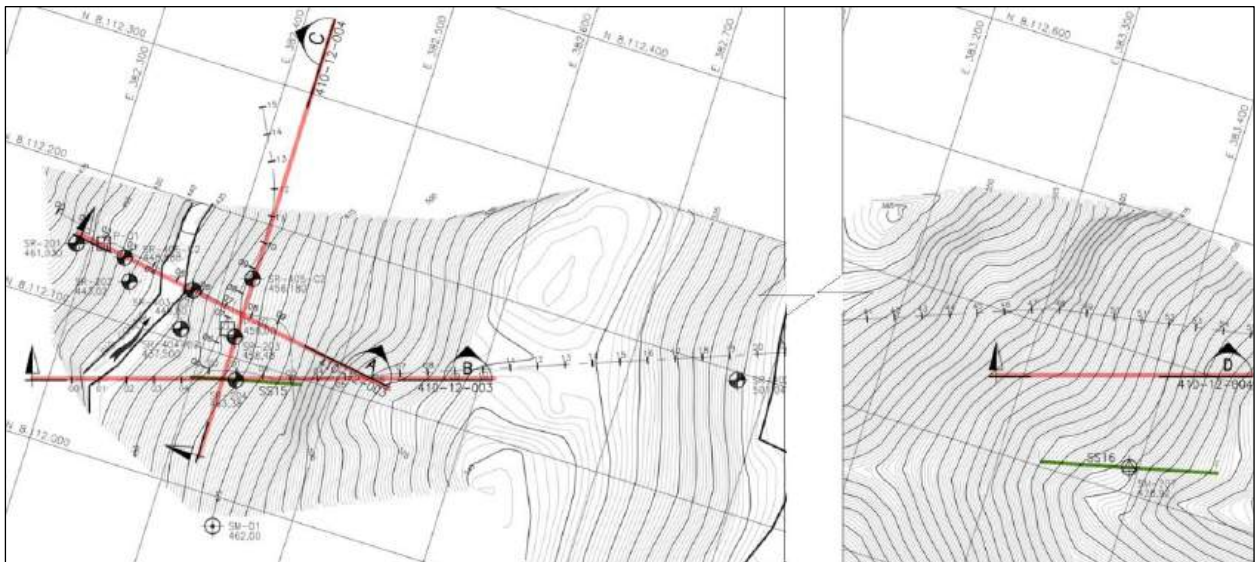


Figura 18– Planta de localização das seções geológicas na região do barramento e emboques do túnel adutor- 0501-C2-DE-410-12-002-R100

De um modo geral, na região da barragem de terra o perfil geológico representado na seção AA (ver Figura 19), indica a superfície do maciço rochoso pouco profunda, sendo verificada cobertura de solo nas ombreiras pouco espessa e exposição rochosa no leito do rio. A cobertura de solo apresenta espessura máxima da ordem de 4,0m em ambas as ombreiras, sendo verificado o predomínio de solo coluvionar na ombreira esquerda e solo residual na ombreira direita. O nível do lençol freático foi identificado na superfície do maciço rochoso em ambas as ombreiras. O maciço rochoso é constituído de granito-gnaise, que de maneira geral apresenta-se são pouco fraturado com passagens medianamente fraturadas e com ocorrências de juntas sub-horizontais e inclinadas. A barragem de terra foi assente sobre rocha, tendo sido verificada a ocorrência de sistema de falhas e fraturamentos que geraram a demanda de intenso tratamento superficial de fundação para assegurar condições adequadas de estanqueidade no contato maciço compactado-fundação; o mapeamento superficial de fundação na região da fundação da barragem pode ser consultado nos desenhos 0501-C2-DE-412-22-002 e 0501-C2-DE-412-22-003.

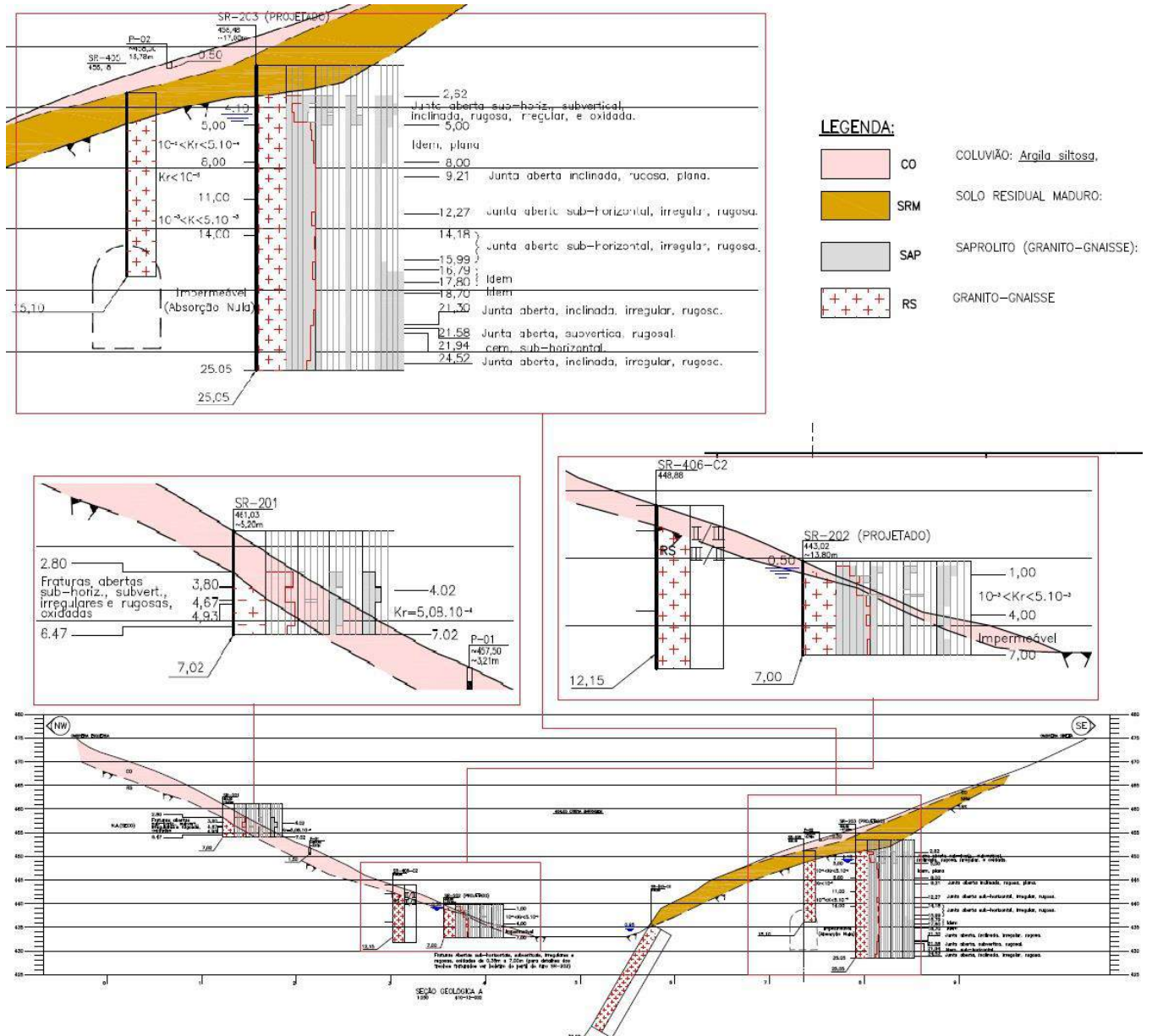


Figura 19 – Seção geológica AA - longitudinal ao barramento - 0501-C2-DE-410-12-003-R100

Na região do Túnel Adutor as seções geológicas BB (ver Figura 20) e CC (ver Figura 21) indicam o ocorrência de cobertura de solo da ordem de 10m espessura na região dos emboques do túnel, e maciço rochoso com são pouco fraturado com intervalos medianamente fraturado, apresentado juntas sub-horizontais, inclinadas e subverticais. O perfil geológico na região dos emboques indicam condições adequadas para implantação da escavação subterrânea.

LEGENDA:

- CO COLUMÃO: Argila siltosa, média a rija, média plasticidade, baixa permeabilidade, marrom avermelhada (CL).
- SRM SOLO RESIDUAL MADURO: Siltos arenosos, com pedregulhos finos, pouco plástico, micáceo, não conserva a estrutura da rocha original, cor marrom. (SM)
- SAP SAPROLITO (GRANITO-GNAISSE): Siltos arenosos (areia fina), com pedregulho fino, compacto a muito compacto, micáceo, estruturado.
- RS GRANITO-GNAISSE Cinza Branco, pouco fraturado com intervalos mede fraturado, com juntas subhorizontais, inclinadas e subverticais.
- RA TOPO ROCHA ALTERADA: Interfido
- RS TOPO ROCHA SA: Interfido
- CONTATO GEOLÓGICO

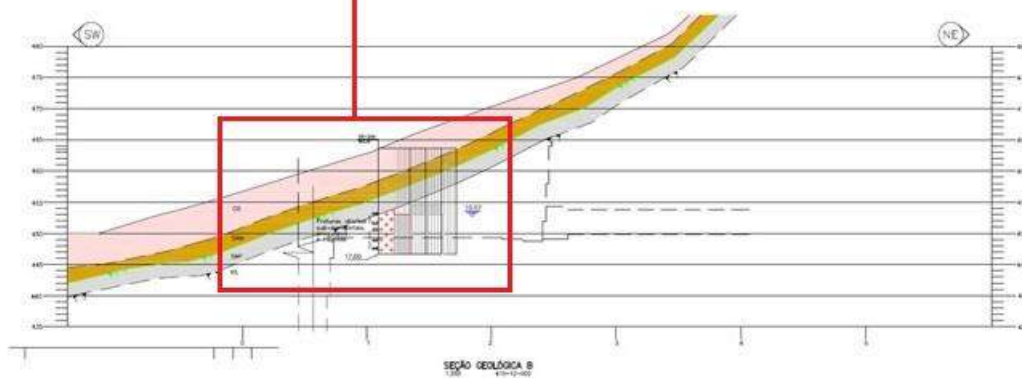
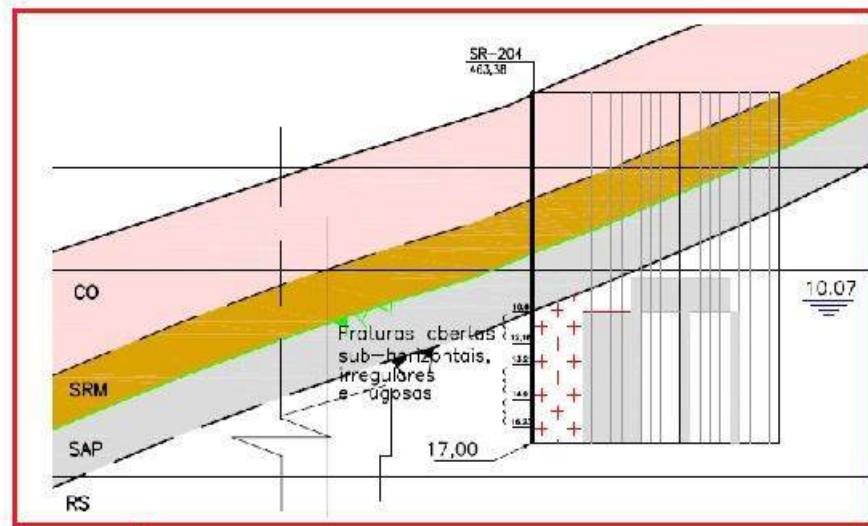
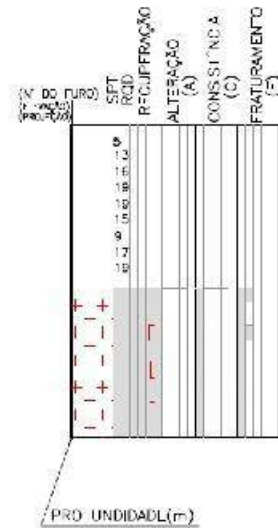


Figura 20 – Seção geológica BB – Túnel Adutor emboque de montante - 0501-C2-DE-410-12-003-R100

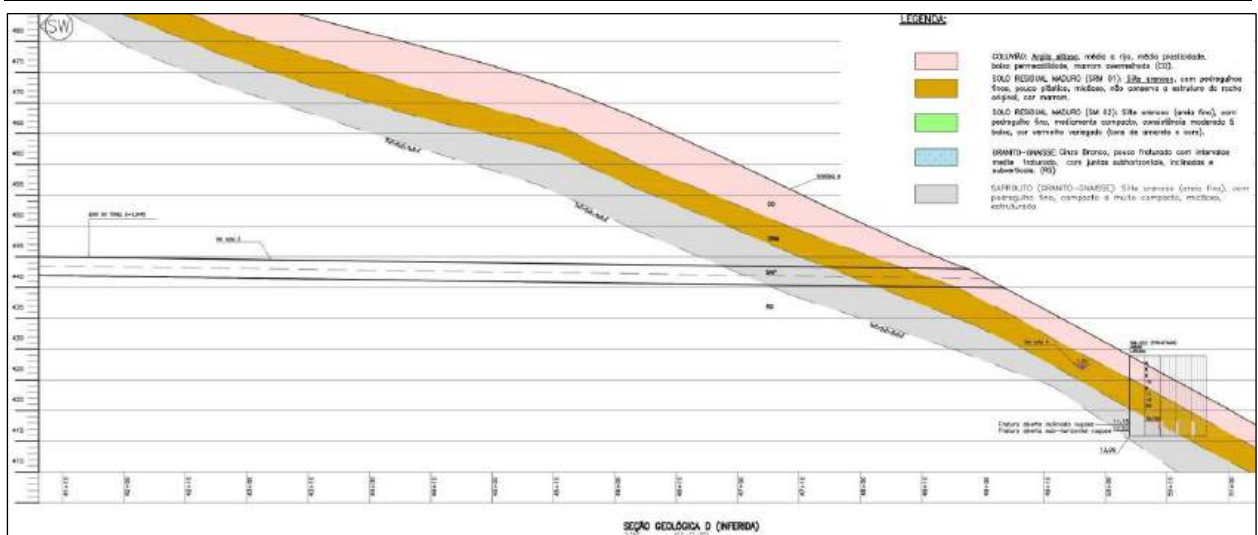


Figura 21- Seção geológica DD - Túnel Adutor emboque de jusante - 0501-C2-DE-410-12-004-R100

Na região do Túnel de Desvio e Extravasor a seção geológica CC (ver Figura 22) o maciço rochoso se apresentou competente para realização das escavações a fogo para implantação do canal de aproximação e o túnel desvio/extravasor. A rocha de um modo geral apresentou-se sã pouco fraturada com presença de passagens com juntas sub-horizontais abertas.

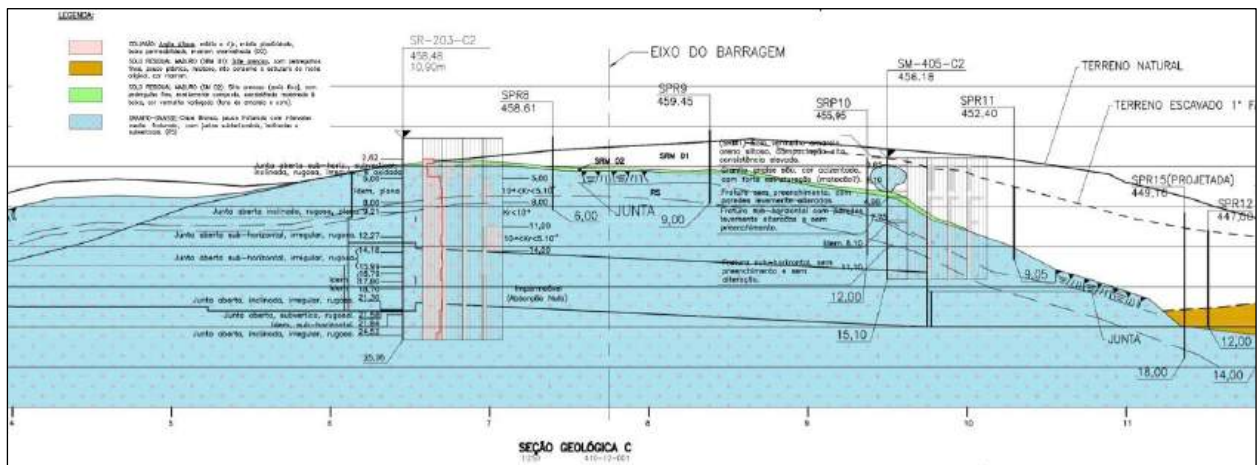


Figura 22 – Seção geológica CC – canal de adução (trecho de montante) - 0501-C2-DE-410-12-004-R100

4.2.3 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 Colino 2.

De acordo com RPS- 2024 (CL2-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 Colino 2 por não existir descarregadores de fundo, pois o desvio do rio foi realizado pelo túnel do vertedouro tulipa.

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 providencias 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:

- 5 Piezômetros abertos tipo Casagrande na barragem, sendo três na fundação (PSP-11, 21 e 31) e dois no filtro (PSP-22 e 32);
- 8 Marcos superficiais distribuídos ao longo da crista 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.

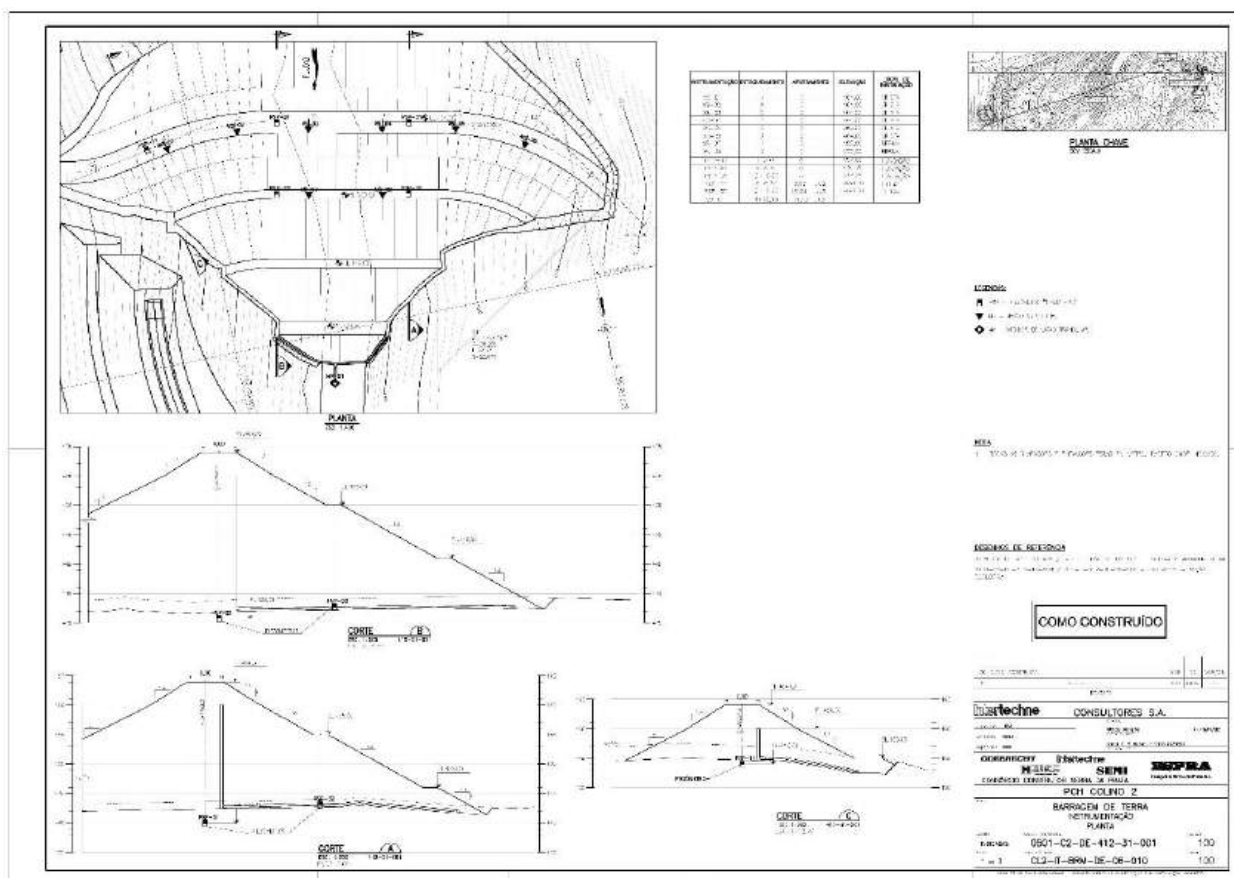


Figura 23 – Localização da Instrumentação do Barramento

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

Tabela 16 – 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 Colino 2.

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 Colino 2 - CNPJ/MF sob o nº. 05.982.449/0003-88

Cidade Vereda, Estado da Bahia, IV. Povoado de São João da Prata, S/N, CEP. 45.955-000

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

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

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 Civis, 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.

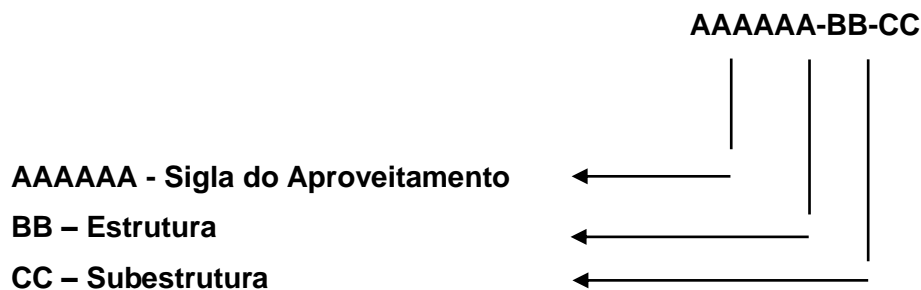
6 MANUAIS DE PROCEDIMENTOS DOS ROTEIROS DE INSPEÇÕES DE SEGURANÇA E MONITORAMENTO E RELATÓRIO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

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 PCHCL2 – Estruturas e Edificações, da Pequena Central Hidrelétrica Colino 2 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 PCHCL2-BA → BARRAGEM TERRA

A Barragem de terra, principal barramento, é em solo compactado e apresenta a maior altura de 28,00 m em relação à fundação.

PCHCL2-BA-TM - TALUDE DE MONTANTE

Inclinação média do talude controle: 1 (V) – 2,00 (H) até crista EL. 464,00 m

Material: solo argiloso

PCHCL2-BA-CR - CRISTA

Largura: 6,00 m

Pavimento: revestimento primário

PCHCL2-BA-TJ - TALUDE DE JUSANTE

Inclinação média do talude controle: 1 (V) – 1,80 (H) até crista EL. 464,00 m, com duas bermas de 2,50 m nas EL. 446,00 e EL. 455,00

Material: solo

PCHCL2-BA-IT - INSTRUMENTAÇÃO

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

6.1.2 PCHCL2-VT → VERTEDOURO

Vertedouro tulipa em concreto convencional.

PCHCL2-VT-FJ → FACE DE JUSANTE

Tipo: vertedouro tipo tulipa

Material: concreto convencional

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

PCHCL2-VT-CR → CRISTA

Cota de projeto: 460,00

Raio: 5,10 m

PCHCL2-VT-RE → RESTITUIÇÃO

Material: canal em concreto e rocha

6.1.3 PCHCL2-TAA → TOMADA D'ÁGUA

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

PCHCL2-TA-CR → CRISTA

Tipo: concreto

PCHCL2-TA-CJ → ESTRUTURA DE CONCRETO À JUSANTE

Estrutura: concreto armado

Número de comportas: 1

Dimensões dos vãos das comportas: 3,00 × 4,00 m (L x A)

6.1.4 PCHCL2-CA → TÚNEL DE ADUÇÃO

Escavado em rocha.

Obs.: A inspeção nesta estrutura só será realizada quando ocorrer o seu esgotamento.

PCHCL2-TU-TU → TÚNEL

Tipo: escavado em rocha

6.1.5 PCHCL2-CO → CONDUTO FORÇADO

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

PCHCL2-CO-BE → BERÇOS DE APOIO E BLOCO DE ANCORAGEM

Tipo: concreto convencional

PCHCL2-CO-TB → TUBULAÇÃO

Tipo: Aço carbono

Diâmetro: 1,85 m

6.1.6 PCHCL2-CF → CASA DE FORÇA

PCHCL2-CF-AE → ÁREA EXTERNA

Estrutura: piso em aterro e concreto

PCHCL2-CF-EC → ESTRUTURA DA CASA DE FORÇA

Estrutura: alvenaria e concreto

PCHCL2-CF-CF → CANAL DE FUGA

Tipo: escavado em rocha

6.1.7 PCHCL2-SC → SÍTIO CIRCUNVIZINHO

PCHCL2-SC-AC → ACESSOS E LIMITES DA PROPRIEDADE

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

PCHCL2-SC-SB → SUBESTAÇÃO

Tipo: pátio com brita e bases de concreto

PCHCL2-SC-TE → TALUDES E EROSÕES NO ENTORNO DA USINA

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

PCHCL2-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 17 - 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 1,00 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 24 apresenta-se um esquema ilustrando as anomalias mais usuais observadas em barragens de terra ou enrocamento.

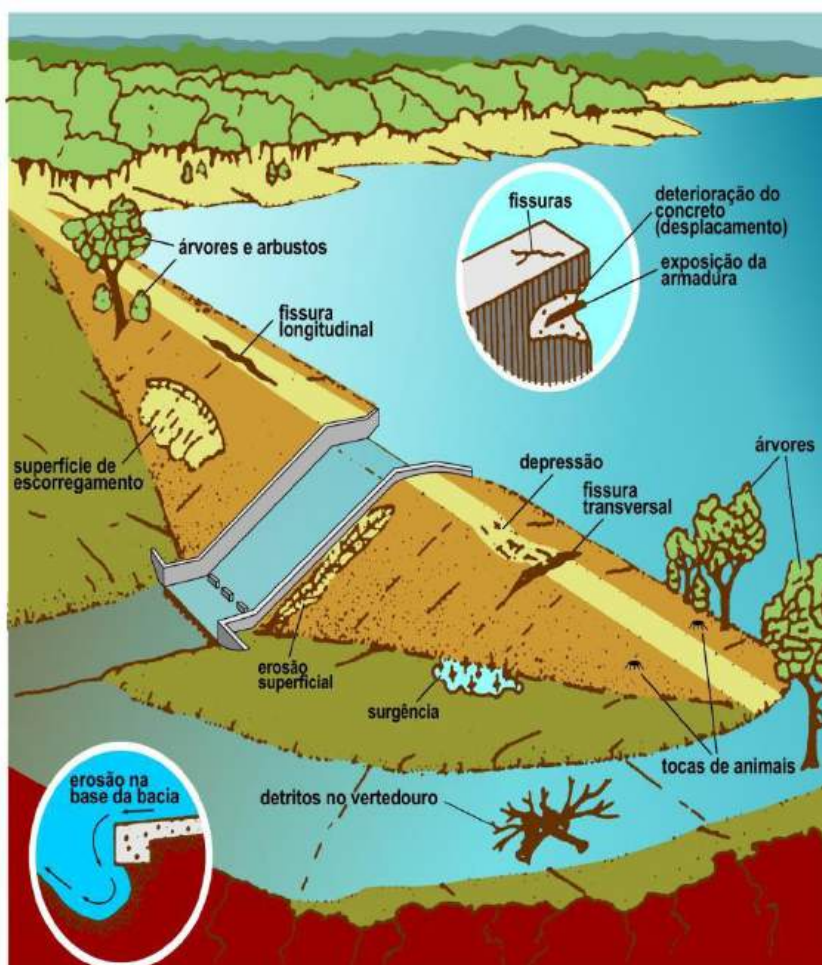


Figura 24 – Representação esquemática das anomalias

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	PCHCL2-BA	Barragem Terra	Anual	IT1, IT11, IT12 e IT13
2	PCHCL2-VT	Vertedouro		IT1, IT5 e IT6
3	PCHCL2-TU	Túnel de Adução		IT1 e IT12
4	PCHCL2-TA	Tomada d'água		IT1, IT4, IT5 e IT6
5	PCHCL2-CO	Conduto Forçado		IT1, IT2, IT3, IT4, IT5, IT6, IT7 e IT8
6	PCHCL2-CF	Casa de Força		IT1, IT2, IT3, IT4, IT5, IT6, IT7 e IT8
7	PCHCL2-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 18 – Frequência Leituras Instrumentação – PCH Colino 2

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 Níveis de Controle

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 19 – Valores de Controle PZs – PCH Colino 2

Seção	Piezômetro	Cota de Instalação (m)	Valor de Atenção		Valor de Alerta	
			Cota Piezométrica	Carga Piezométrica	Cota Piezométrica	Carga Piezométrica
A	PSP - 31	433,38	448,000	14,62	451,000	17,62
	PSP - 32	443,94	447,939	4,00	445,500	8,00
B	PSP - 21	436,78	448,000	11,22	451,000	14,22
	PSP - 22	438,96	442,500	3,54	446,000	7,04
C	PSP - 11	457,00	461,000	4,00	462,200	5,20

Fonte: CL2-IT-BRM-MN-06-001-R0 - Manual Auscultação– Intertechne

6.4.2.1 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 e MV-1A:

Tabela 20 – Valores de atenção e alerta para o medidor de vazão

Medidor de Vazão	Vazão l/min.	
	Nível de Atenção	Nível de Alerta
MV-01+MV-1A	100,0	500,0

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 18 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 Pio Elétrico	Barragem	Semestral	Operação

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

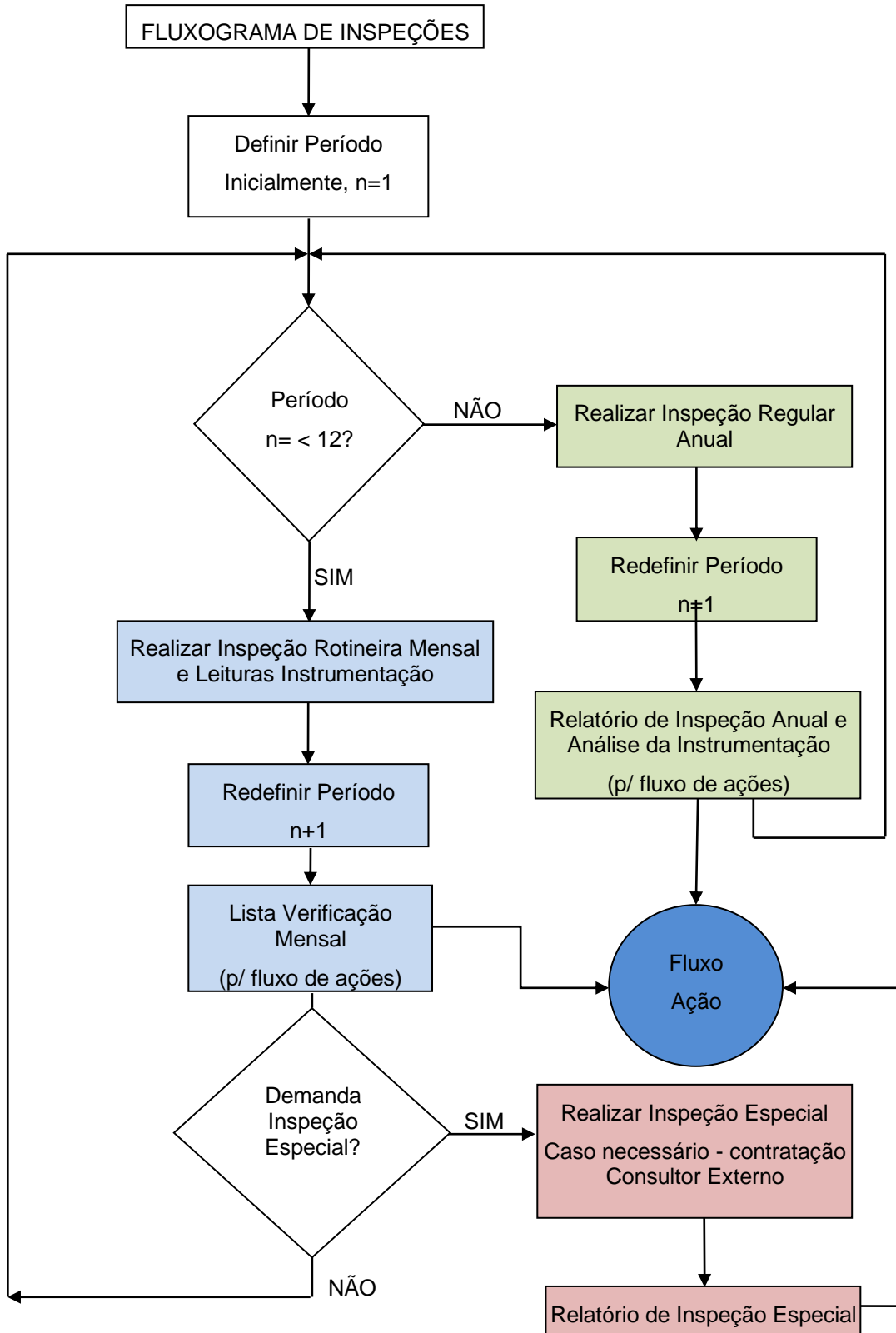
O fluxograma apresenta as atividades da equipe de inspeção e manutenção das estruturas civis e a interface com a Gerência da Usina sendo de inspeções e de ações.

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

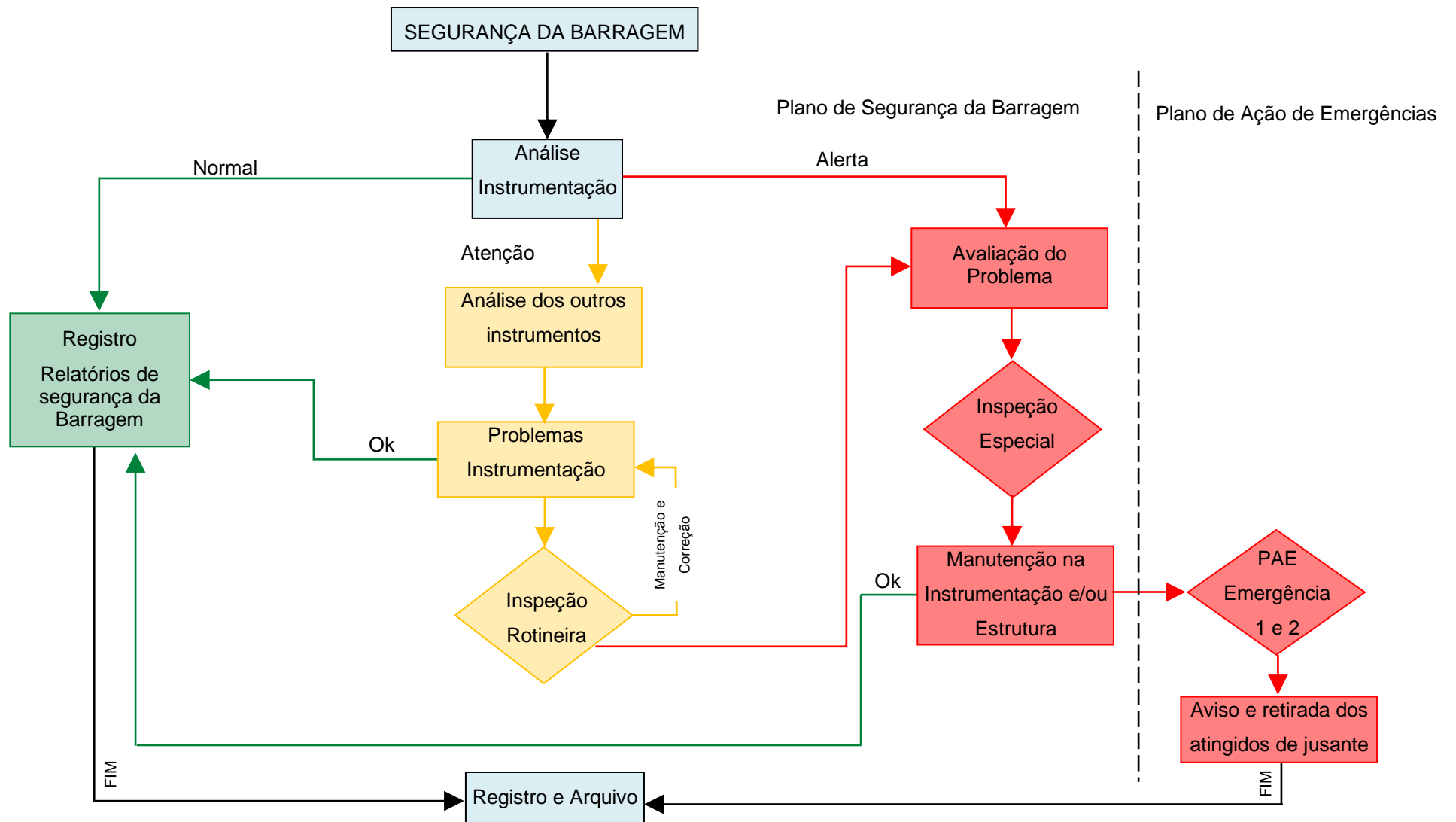
O fluxograma de segurança da barragem (Fluxograma 2) indica a sequência na tomada de decisões com base nos dados obtidos na instrumentação, inspeções e no relatório das inspeções.

O fluxograma de ações (Plano de Ação de Emergências – CL2-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 Colino 2 está implantado um vertedouro TULIPA, onde não há controle da vazão vertida, sendo maior vertimento conforme o fluxo de vazão no reservatório.

O Vertedouro, do tipo Tulipa, disposto no eixo do Rio Colino tem seguintes características:

- crista na El. 460,00 m e raio de 5,10 m;
- capacidade de vazão total para TR 10.000 anos é de 235,92 m³/s garantindo borda livre de 1,56 m em relação Barragem de Terra e atingirá NA Máx Max de 462,44 m, conforme curva de descarga abaixo definida na Revisão Periódica de Segurança.

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

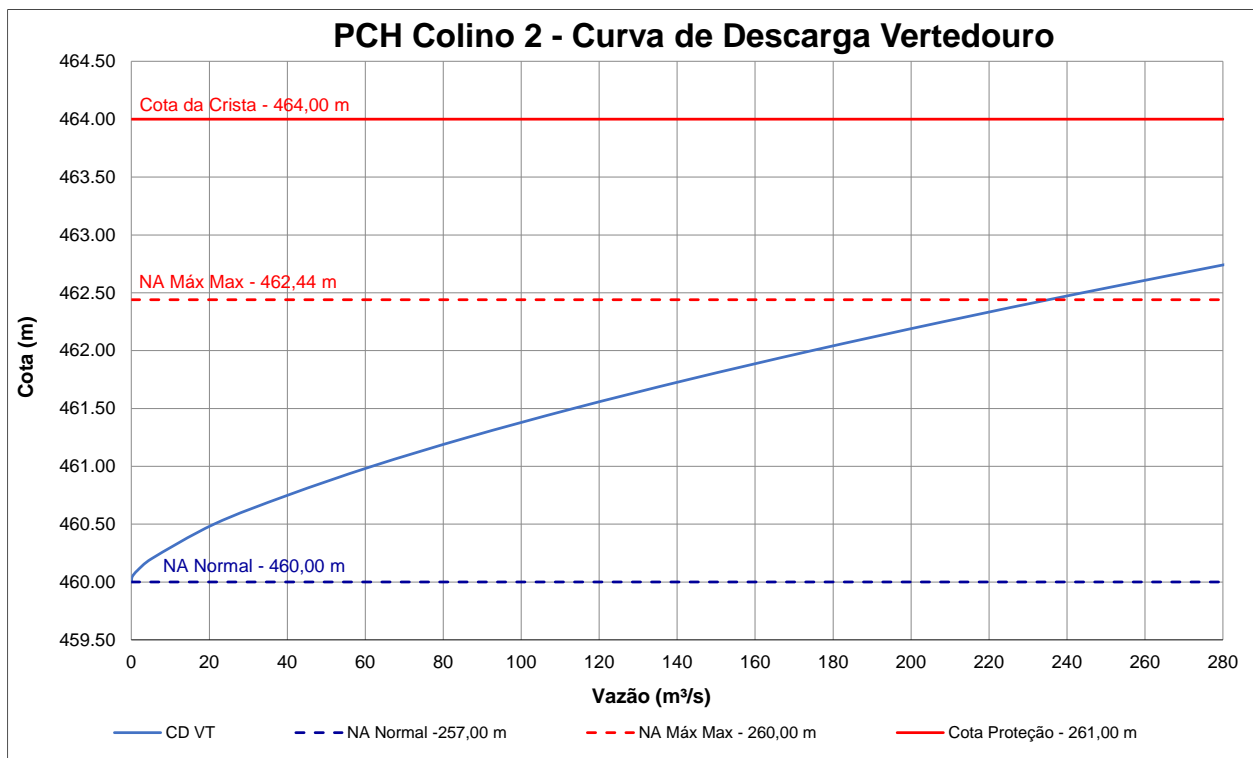


Figura 25 – Curva de Descarga – Vertedouro



Figura 26 – Vertedouro da PCH Colino 2

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 Colino 2 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 CL2-C-ISR-001-00-24- ISR 2024.

No Anexo I – 1 Gerais está apresentado o desenho da área a ser resguardada ESP-C-SEG-003-00-24 e abaixo.



Figura 27 – Área Resguardada – PCH Colino 2

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 – CL2-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 CL2-PAE-001-01-24- PAE PCH Colino 2.

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:

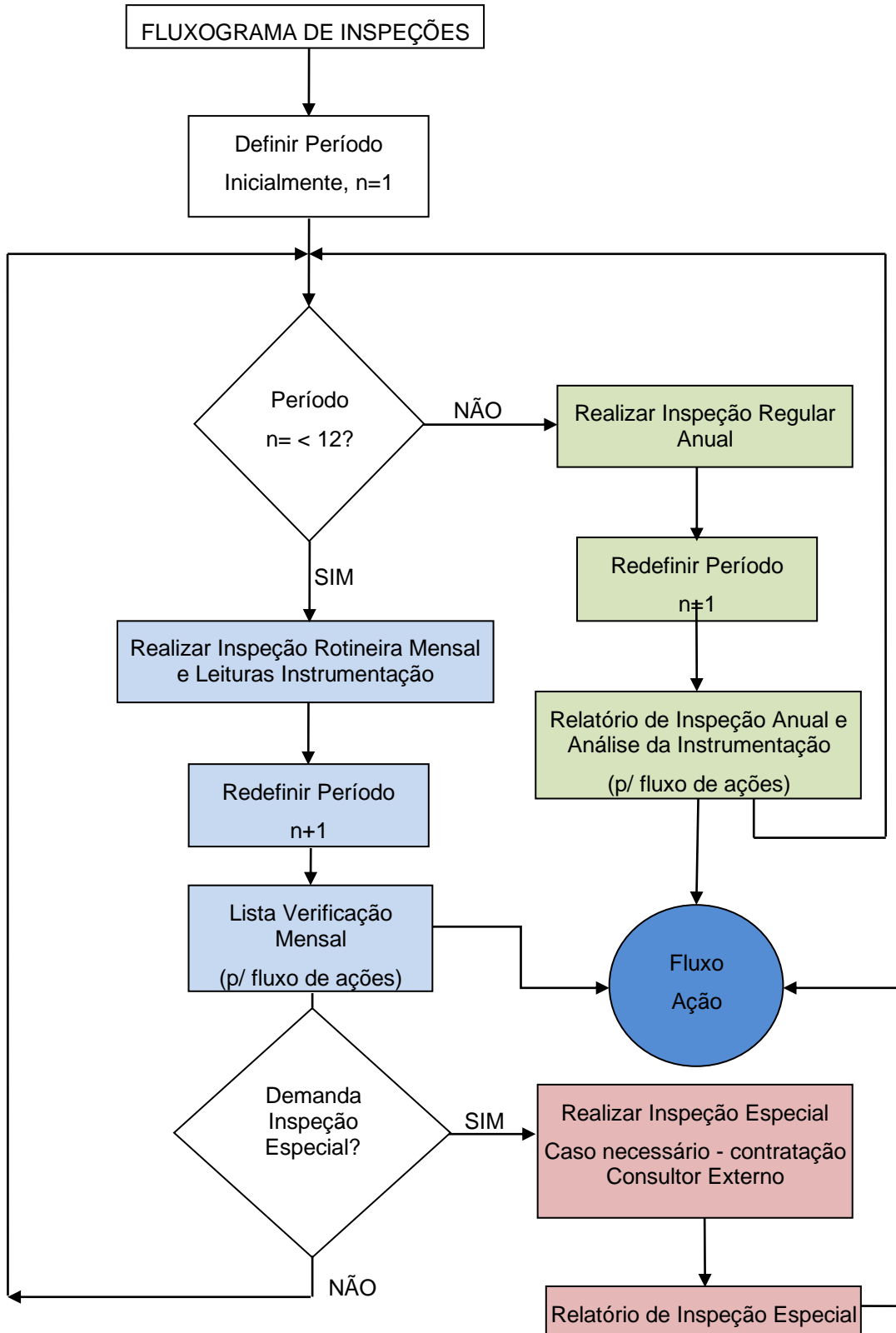
Normal - quando não houver anomalias ou contingências, ou as que existirem não comprometem a segurança da barragem, mas que devem ser controladas e monitoradas ou reparadas ao longo do tempo;

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.



Fluxograma 1 – Fluxograma de Inspeções – n = mês

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 Colino 2, 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 CL2-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 Colino 2 (item 5 do Plano de Ação de Emergência-CL2-PAE-001-00-24), 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 Qmlt 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 Colino 2 ocorre a partir da entrada, no reservatório, de vazão de cheia com descarga superior à vazão de Qmlt, 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 Colino 2 são:

- Formação da brecha com características apresentadas Item 5.4.1 do PAE (CL2-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 CL2-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.

Logo, de acordo com simulação 2 do item 12.2, a PCH Colino 1 não teve capacidade de amortecimento da onda de rompimento da PCH Colino 2, comprovado no item 5.5.2 do PAE (CL2-PAE-001-01-24), logo, foi realizado efeito cascata conforme tabela abaixo:

Ocorreu inundação na Barragem CL1 a jusante, fazendo efeito cascata para qualquer condição de rompimento.

Tabela 21 - Resumo das estruturas das Usinas – Rio Colino

Estrutura	Condição	Cota de Proteção (m)	NA Máximo (m)	
			TR 10.000 anos	QMLT
Barragem PCH Colino 2	Natural sem rompimento	464,00	462,44	460,00
	Com rompimento barragem		462,44	460,00
Casa de Força Colino 2	Natural sem rompimento	261,00	260,40	257,32
	Com rompimento barragem		264,57	264,07
Barragem PCH Colino 1	Natural sem rompimento	262,20 (com mureta)	259,98	257,28
	Com rompimento barragem		262,50	262,66
Casa de Força Colino 1	Natural sem rompimento	122,40	121,08	117,26
	Com rompimento barragem		125,12	124,23

(*) Destacados em VERMELHO ocorre inundação

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 CL2-RDC1-001-00-24 – Mapa de Inundação – TR 10.000 Anos – Natural e Dam Break – Folhas 01 a 10, no Anexo V – do Plano de Ação de Emergência da Barragem (CL2-PAE-001-00-24).

Abaixo segue figura 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 CL2-PAE-001-00-24.

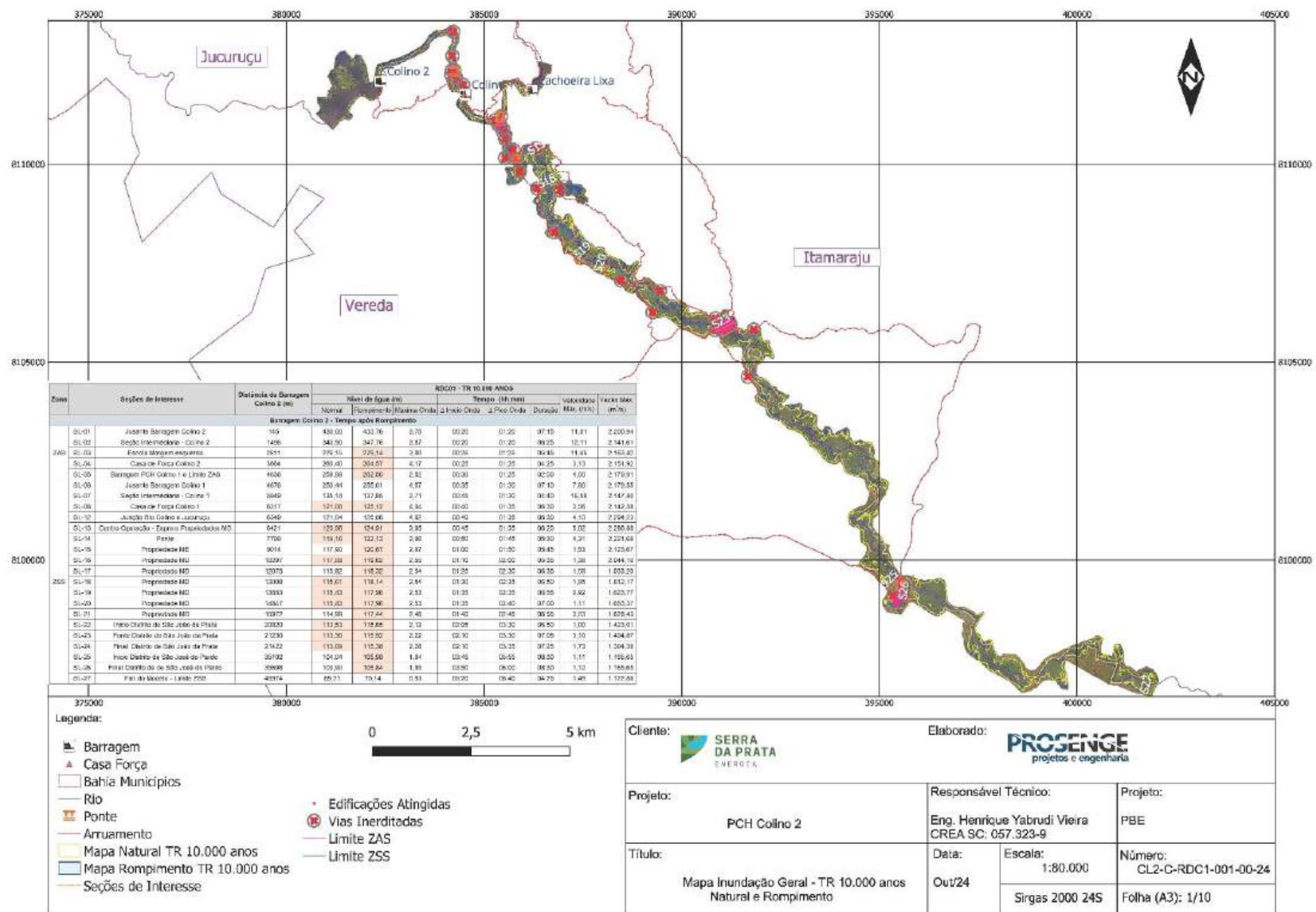


Figura 28 - Mapa Rompimento PCH Colino 2 TR 10.000 anos

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 Colino 2 (m)	RDC01 - TR 10.000 ANOS							Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
				Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)					
				Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração			
Barragem Colino 2 - Tempo após Rompimento												
ZAS	SL-01	Jusante Barragem Colino 2	145	430,00	433,76	3,75	00:20	01:20	07:15	11,01	2.200,94	
	SL-02	Seção Intermédiana - Colino 2	1496	343,90	347,76	3,87	00:20	01:20	06:25	12,11	2.141,61	
	SL-03	Escola Margem esquerda	2611	276,15	279,14	3,00	00:25	01:25	05:45	11,45	2.163,42	
	SL-04	Casa de Força Colino 2	3664	260,40	264,57	4,17	00:25	01:25	04:25	3,13	2.151,92	
	SL-05	Barragem PCH Colino 1 e Limite ZAS	4636	259,98	262,50	2,52	00:30	01:25	02:00	4,00	2.179,91	
ZSS	SL-06	Jusante Barragem Colino 1	4676	250,44	255,01	4,57	00:35	01:30	07:10	7,80	2.179,55	
	SL-07	Seção Intermédiana - Colino 1	5949	135,14	137,85	2,71	00:45	01:30	04:40	16,58	2.147,80	
	SL-08	Casa de Força Colino 1	6317	121,08	125,12	4,04	00:40	01:35	06:30	3,56	2.142,58	
	SL-12	Junção Rio Colino e Jucuruçu	6349	121,04	125,06	4,02	00:40	01:35	06:30	4,13	2.294,23	
	SL-13	Centro Operação - Espra e Propriedades MD	6421	120,96	124,91	3,95	00:45	01:35	06:20	5,02	2.286,88	
	SL-14	Ponte	7799	119,16	122,12	2,96	00:50	01:45	05:30	4,31	2.221,68	
	SL-15	Propriedade ME	9014	117,90	120,87	2,97	01:00	01:50	05:45	1,53	2.123,67	
	SL-16	Propriedade MD	10297	117,08	119,62	2,55	01:10	02:00	05:35	1,38	2.044,10	
	SL-17	Propriedade MD	12075	115,82	118,32	2,54	01:25	02:30	06:35	1,58	1.933,20	
	SL-18	Propriedade MD	13008	115,61	118,14	2,54	01:30	02:35	06:50	1,95	1.812,17	
	SL-19	Propriedade MD	13853	115,43	117,96	2,53	01:35	02:35	06:55	0,92	1.623,77	
	SL-20	Propriedade MD	14847	115,43	117,96	2,53	01:35	02:40	07:00	1,11	1.653,37	
	SL-21	Propriedade MD	15972	114,99	117,44	2,46	01:40	02:45	06:55	3,23	1.628,43	
	SL-22	Início Distrito de São João da Prata	20820	113,53	115,65	2,12	02:05	03:30	06:50	1,00	1.423,01	
	SL-23	Ponte Distrito de São João da Prata	21230	113,30	115,52	2,22	02:10	03:30	07:05	3,10	1.404,87	
	SL-24	Final Distrito de São João da Prata	21422	113,09	115,38	2,28	02:10	03:35	07:25	1,73	1.394,39	
	SL-25	Início Distrito de São José do Pardo	35102	104,04	105,98	1,94	03:45	05:55	08:30	1,11	1.165,65	
SL-26	Final Distrito de São José do Pardo	35698	103,90	105,84	1,95	03:50	06:00	08:30	1,12	1.165,65		
SL-27	Fim do Modelo - Limite ZSS	45974	69,21	70,14	0,93	05:20	06:40	04:25	1,49	1.122,88		

(*) 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 4,64 km a jusante do barramento PCH Colino 2. A Zona de Secundária de Segurança fica definida como o fim do modelo, SL-27 cerca de 45,97 km da barragem PCH Colino 2.

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

A barragem da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Colino 2 está situada nas coordenadas 17° 04'21" S e 40° 06' 17" O.

A barragem consiste de um maciço de solo compactado com 28,00 m de altura máxima, 155,00 m de extensão e crista na El. 464,00. O talude de montante tem inclinação 2H:1V abaixo da cota 460,00 m, e inclinação 1,6 H:1 V entre cotas 460,00 m e 464,00 m. Existe proteção em rocha tipo rip-rap entre as cotas 458,00 e 464,00. Na face de jusante com duas bermas de equilíbrio de 2,50 m de largura, a inclinação dos taludes é de 1,8 H:1 V, com bermas até EL. 460,00 m, sendo que acima da El.460,00 esta inclinação passa a ser de 1,6 H:1 V. 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 5 piezômetros de tubo aberto, 8 marcos superficiais e 1 medidor 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.433,32. O emboque da tubulação que leva à válvula está posicionado na El.451,53 m e é protegido por uma grade.

O sistema extravasor é do tipo "tulipa", com estrutura de concreto armado aduzindo para túnel escavado na ombreira direita, que fez parte do sistema de desvio do rio durante a construção. A crista do vertedouro está na cota 460,00 m e o raio do bocal de entrada é 5,10 m. O shaft tem comprimento de 8 m e diâmetro equivalente de 6 m. A transição entre o shaft e o túnel tem raio de curvatura de 10 m, sendo executada em concreto armado. O túnel é escavado em rocha sã, tendo cota de fundo 438,00 m a montante e 435,00 m a jusante, e extensão de 70 m. A seção do túnel é em arco- retângulo com medidas internas de 3,80 m de largura na base e 6,5 m de altura. O extravasor tem capacidade escoar a cheia decamilenar, com pico de 236 m³/s, com uma sobrelevação máxima de 2,44 m no reservatório (RPS-2024).

O circuito de geração está posicionado na margem direita e é constituído de tomada de água, túnel de adução, 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 16,00 MW, aproveitando uma queda bruta de 203,00 m.

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

- 5 Piezômetros abertos tipo Casagrande na barragem, sendo três na fundação (PSP-11, 21 e 31) e dois no filtro (PSP-22 e 32);
- 8 Marcos superficiais distribuídos ao longo da crista 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 – VERTEDOIRO E DESVIO

5 – CIRCUITO DE GERAÇÃO

6 – SÍTIO CIRCURVIZINHO

7 – INSTRUMENTAÇÃO

8 - 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, 10:03:00

Status: Assinado

Documento: CL2-PSB-001-00-24- PSB PCH Colino 2.Pdf

Número: f79c0086-8b40-44e4-87e5-296b8efa3785

Data da criação: 23 Janeiro 2025, 09:54:35

Hash do documento original (SHA256): f8c3e6e6fabac26f7349bbdda074051604cfa5b57cde3b21146e17bfb8a26cc3



Assinaturas

1 de 1 Assinaturas

<p>Assinado  via ZapSign by Truora</p> <p>VAGNER ALEXANDRE SERRATTO</p> <p>Data e hora da assinatura: 23 Janeiro 2025, 10:02:59 Token: 5e341205-0dd7-4c27-b4d2-164154f452b1</p>	<p>Assinatura</p>  <p>Vagner Alexandre Serratto</p>
<p>Pontos de autenticação:</p> <p>Telefone: + 5548988718000 E-mail: vagner.serratto@v2ienergia.com</p>	<p>Localização aproximada: -22.948825, -43.182411</p> <p>IP: 189.60.61.241</p> <p>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</p>

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 f79c0086-8b40-44e4-87e5-296b8efa3785, segundo os [Termos de Uso da ZapSign](#), disponíveis em zapsign.com.br

ZapSign f79c0086-8b40-44e4-87e5-296b8efa3785. Documento assinado eletronicamente, conforme MP 2.200-2/2001 e Lei 14.063/2020.