

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

SERRA DAS AGULHAS ENERGIA S.A.

PCH SERRA DAS AGULHAS

0A	Versão Preliminar	30/10/2020
0B	Primeira revisão e atendimento aos comentários	30/11/2020
00	Emissão Inicial	17/12/2020
01	Alteração do Supervisor	10/02/2021
02	Atualização do PAE conforme novo Dam Break e Tabletop	11/12/2021
03	Atualização de Contatos e Revisão Geral	23/05/2021
04	Atualização de Contatos e Revisão Geral	13/06/2023
05	Atualização de Contatos	03/04/2024
06	Atualização das ações (Lei nº 14.066/2020 e REN ANEEL 1.064/23)	15/01/2025
07	Revisão em ocasião da RPS	27/11/2025
Rev.	Descrição	Data



PCH
Serra das Agulhas

Serra das Agulhas Energia S.A.

Título: Plano de Ação de Emergência (PAE)	Código: SAG-PAE-RT-20-001_R07	Aprovado por: Heuler Lage
--	----------------------------------	------------------------------

Termo de Ciência e Aprovação

Em atendimento ao parágrafo 5º, Art. 8º da Lei Federal nº12.334 de 20 de setembro 2010, e sua manutenção na Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020, este termo visa manifestar ciência do documento por parte do empreendedor e responsáveis técnicos devidamente registrados no conselho regional.

Quaisquer mudanças nas informações contidas nesse plano deverão ser informadas ao coordenador do PAE para atualização.

Manifestações:



Elaboração do PAE: Glauco Gonçalves Dias



Responsável Técnico: Jhony Gandra da Costa



Representante Legal: Thiago Trindade Linhares



Representante Legal: Andreea Sztajn

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
I. INTRODUÇÃO	5
II. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	5
III. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	6
IV. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	6
IV.1. Localização e Acessos	6
IV.2. Características técnicas do projeto	8
IV.3. Ficha Técnica	14
V. SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E MAPA DE INUNDAÇÃO	15
V.1. Cenários analisados	15
V.2. Base Topográfica e Trecho de Simulação	16
V.3. Resultados Obtidos nos Estudos de Rompimento	17
V.3.1. Definição da Zona de Autossalvamento – ZAS	24
V.3.2. Imagens das regiões atingidas	24
V.3.3. Definição da Zona de Segurança Secundária – ZSS	29
V.3.4. Existência de estudo de rompimento em cascata	31
VI. RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE	32
VI.1. Responsabilidades do Empreendedor	32
VI.2. Responsabilidades do Coordenador do PAE	32
VI.3. Responsabilidades da Equipe Local	33
VI.4. Sistema de Proteção e Defesa Civil e demais autoridades	33
VII. DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA	34
VII.1. Como utilizar este plano de ação	34
VII.2. Sequência de ações	34
VII.2.1. Níveis de Alerta	34
VII.2.2. Observação da Ocorrência	35
VII.2.3. Definição do nível de segurança	35
VII.3. Plano de Ação	36
VII.4. Encerramento da Ocorrência	36
VII.5. Níveis de alerta para ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas	36
VII.6. Análise dos Potenciais Modos de Ruptura	38
VII.7. Fluxogramas de Notificação	40
VII.8. Ações esperadas para cada nível de segurança	44
VII.9. Ações esperadas para o Nível de Resposta 3 – Emergência	47
VII.9.1. Procedimentos de notificação e alerta no Nível de Resposta Emergência	47
VII.9.1.1. Zona de Autossalvamento – ZAS	47
VII.9.1.2. Procedimentos de comunicação às regiões afetadas	53
VII.10. Recursos Materiais e Logísticos	53
VII.10.1. Sistema de Comunicação	54
VII.10.2. Sala de Emergência	54

VII.10.3.	Recursos Materiais Mobilizáveis em Situação de Emergência	54
VII.10.4.	Área de empréstimo de material	56
VII.10.5.	Abrigos para animais	56
VIII.	PLANO DE TREINAMENTO	57
VIII.1.	Plano de Contingência Municipal	59
VIII.2.	Exercício de Simulação.....	59
IX.	ENCERRAMENTO DAS OPERAÇÕES.....	59
X.	FORMULÁRIOS E CONTROLES	60
X.1.	Formulário de Declaração de Início de Emergência	60
X.2.	Formulário de Declaração de Encerramento de Emergência.....	61
X.3.	Formulário de Mensagem de Notificação.....	62
XI.	ANEXO I – ART DE ELABORAÇÃO DO PAE	63
XII.	ANEXO II – MANCHAS DE INUNDAÇÃO	64

I. INTRODUÇÃO

O presente Relatório tem por objetivo apresentar à Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e à comunidade a atualização do Plano de Ação Emergencial da PCH Serra das Agulhas, situada no rio Pardo Pequeno, afluente pela margem esquerda do rio Pardo Grande, este último afluente pela margem esquerda do rio das Velhas, no estado de Minas Gerais. Neste relatório serão apresentadas as informações do PAE baseadas no novo Arranjo da Barragem da PCH Serra das Agulhas e no detalhamento da revisão do Projeto do Barramento do Empreendimento.

Em 2020, a Enemax Engenharia e Consultoria Ltda. foi contratada pela Serra das Agulhas Energia S.A. para realizar Plano de Ação de Emergência e o Estudo de Ruptura Hipotética da Barragem da PCH Serra das Agulhas, de acordo com as Leis 12.334 de 2010 e 14.066 de 2020, a Resolução 696 da ANEEL de 2015 e o Manual do Empreendedor - Volume IV - Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência - PAE, da ANA de 2016. Nos anos seguintes, o documento foi atualizado conforme a Resolução 1.064/2023 da ANEEL e eventuais alterações necessárias.

O PAE tem como objetivo definir o conjunto de procedimento e ações para manter o controle da segurança na barragem e garantir uma resposta eficaz a situações de emergência que ponham em risco a segurança do vale à jusante.

II. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os seguintes documentos foram usados como referência na elaboração do presente estudo:

- [1] SAGU-EC-MC-MT-7901 – Dimensionamento Hidráulico do Vertedouro – Memória de Cálculo -SPEC – Outubro/2014.
- [2] SAGU-EC-DE-2006 – Barragem de Terra/Enrocamento Maciço/Seções e Detalhes – SPEC – Junho/2015.
- [3] 1344-RE-G02-101-0 - Estudos Hidrológicos - Atualização dos Estudos de Vazões Máximas - VLB Engenharia – Março/2020.
- [4] 1.344-RE-G00-103-0 – Estudos de Projeto Básico Consolidado – Adendo ao Projeto Básico – Relatório - VLB Engenharia - Março/2020.
- [5] SAGU-EC-DE-GE-1002 – Projeto Executivo PCH Serra das Agulhas – Arranjo Geral – Planta – Maio/2020.
- [6] 1344-DB-G11-102-1 – PCH Serra das Agulhas – Barragem, Ensecadeiras e Vertedouro – Seções Típicas - VLB Engenharia – Março/2020.
- [7] Aerolevantamento por VANT – PCH Serra das Agulhas – Conselheiro Mata/MG – Engenharia CF – Junho/2020.

[8] SAG-DBK-RT-20-001-R01 – Estudo de Ruptura Hipotética – Enemax Engenharia e Consultoria Ltda – Maio/2021.

[9] Estudo de Rompimento de Barragem – Relatório – Preserve Engenharia e Meio Ambiente – Outubro/2016.

[10] Federal Guidelines for Inundation Mapping of Flood Risks Associated with Dam Incidents and Failures, First Edition, P-946 – FEMA – 2013.

III. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

A PCH Serra das Agulhas tem como empreendedor a empresa Serra das Agulhas Energia S.A.

- Endereço para correspondência: Rodovia Presidente Juscelino A Monjolos S/N Km: 11 - Fazenda Bueno, Zona Rural, Monjolos MG. CPE: 39215-000.
- Representantes legais:

Thiago Trindade Linhares

- E-mail: thiago.linhares@srna.co
- Telefone: (11) 3254-9810 ou (11) 97197-6360

Andrea Sztajn

- E-mail: andrea.sztajn@srna.co
- Telefone: (11) 3254-9810

- Responsável técnico:

Jhony Gandra da Costa

- E-mail: jhony.gandra@srna.co
- Telefone: (11) 3254 9810 ou (11) 99845 7948

IV. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

IV.1. Localização e Acessos

A barragem da PCH Serra das Agulhas encontra-se no rio Pardo Pequeno, no município de Diamantina e a Casa de Força está localizada no município de Monjolos, ambos em Minas Gerais. As coordenadas geográficas da barragem são 18°21'46,43" S e 43°57'35,84" W. A Figura 1 mostra a localização do empreendimento.

O acesso rodoviário a partir de Belo Horizonte é feito pela rodovia BR-040, na direção de Sete Lagoas, percorrendo-se 106 km até atingir-se o entroncamento com a rodovia MG-135. Deste ponto, toma-se a direção de Curvelo, percorrendo-se cerca de 50 km até esta cidade.

De Curvelo, através da rodovia MG-259, percorre-se 130 km na direção de Diamantina até um trevo localizado 5 km antes desta cidade. Deste ponto, toma-se a direção de Conselheiro Mata, através da rodovia MG-220, percorrendo-se outros 41 km, em estrada de terra.

Desta localidade, continua-se por carro, em estrada vicinal de difícil acesso, atingindo-se o sítio do Barramento, pela margem direita. Para o acesso a Casa de Força deve-se partir da cidade de Monjolos. A distância total de Belo Horizonte ao local do Aproveitamento é de aproximadamente 330 km. A Figura 2 apresenta o mapa de acesso.



Figura 1 – Localização do empreendimento.

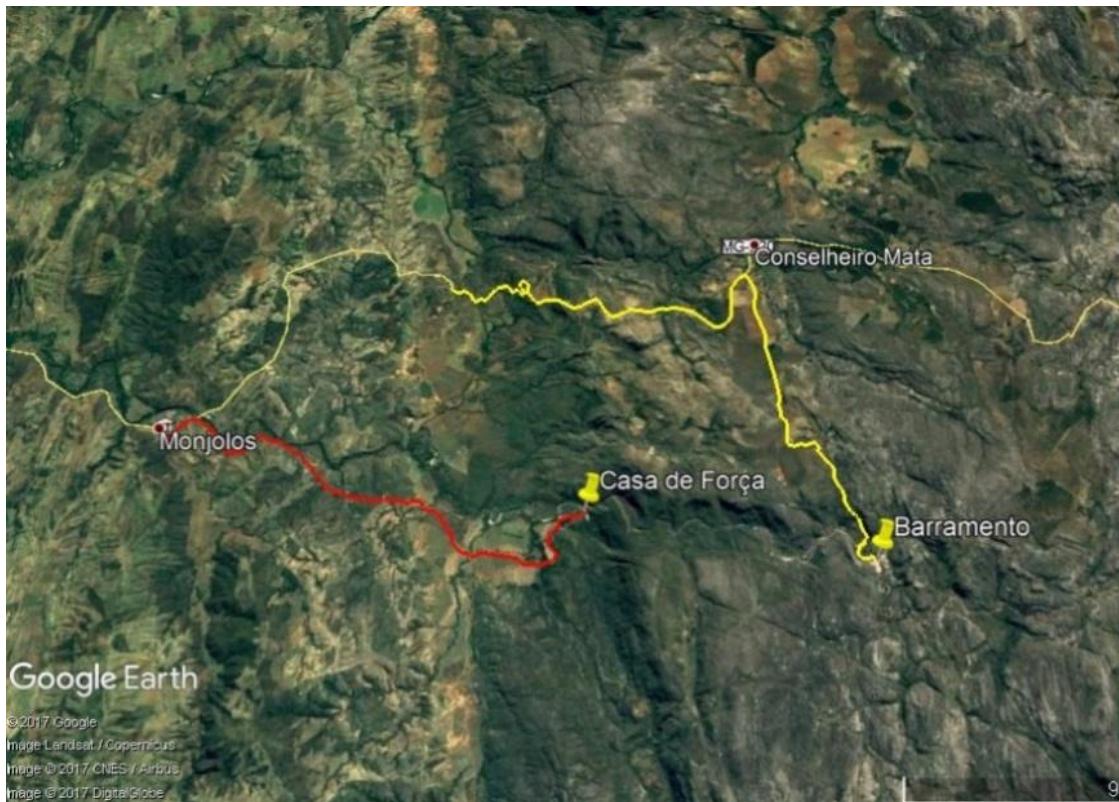


Figura 2 - Mapa de acesso ao Local

Dados:

- Município: Monjolos / Diamantina (Distrito de Conselheiro Mata), em Minas Gerais
- Curso d'água: Rio Pardo Pequeno
- Sub-Bacia / Código: Rio das Velhas / 41
- Bacia / Código: Rio São Francisco / 4
- Coordenadas geográficas da Barragem:
 - Latitude: 18°21'46.43"S
 - Longitude: 43°57'35.84"W
- Coordenadas geográficas da Casa de Força:
 - Latitude: 18°20'52.97"S
 - Longitude: 44° 1'21.50"W

IV.2. Características técnicas do projeto

Após a alteração do layout da barragem realizada em 2020, o PSB foi revisado para contemplar os novos dados técnicos, com base na referência [4] 1.344-RE-G00-103-0 – Estudos de Projeto Básico Consolidado – Adendo ao Projeto Básico – Relatório - VLB Engenharia - Março/2020.

A usina, com potência instalada de 30 MW, foi concebida através de um projeto de desvio do rio, com um barramento de 220 m e um túnel de adução de 7,02 km escavado em rocha. Partindo da ombreira esquerda, foi construída uma Barragem de Enrocamento com Núcleo de Argila com largura de crista igual a 5 m, talude montante com inclinação 1V:1,3H e talude jusante com inclinação 1V:1,5H, Muro de Abraço (ME) em concreto, um Vertedouro com Soleira Livre do tipo Bico de Pato com Side Channel, Muro de Ligação em concreto, Galeria de Desvio e Muro de Abraço (MD) em concreto. Estas estruturas não foram danificadas pela passagem da cheia que culminou com o galgamento e rompimento da Barragem de Enrocamento com Núcleo de Argila da Margem Direita, e foram mantidas sem alterações.

O trecho contemplado pela Barragem de Enrocamento com Núcleo de Argila da Margem Direita foi substituído por um Vertedouro Soleira Livre e fechamento na ombreira direita através de uma Barragem de Concreto.

Partindo do Muro de Abraço (MD), foi construído um Vertedouro Soleira Livre com crista na El. 950,00 m, coincidente com o NA Normal do Empreendimento, e 65 m de extensão. O Vertedouro Soleira Livre tem um perfil Creager e talude jusante em degraus com inclinação 1V:0,8H. De modo a minimizar os riscos de erosão da ombreira direita, foi implantado um muro defletor a jusante da estrutura.

A Barragem de Concreto de fechamento na ombreira direita possui crista com largura de 5 m, na El. 953,50 m, e talude de jusante em degraus com inclinação 1V:0,8H.

A Figura 3 apresenta o arranjo geral do barramento.

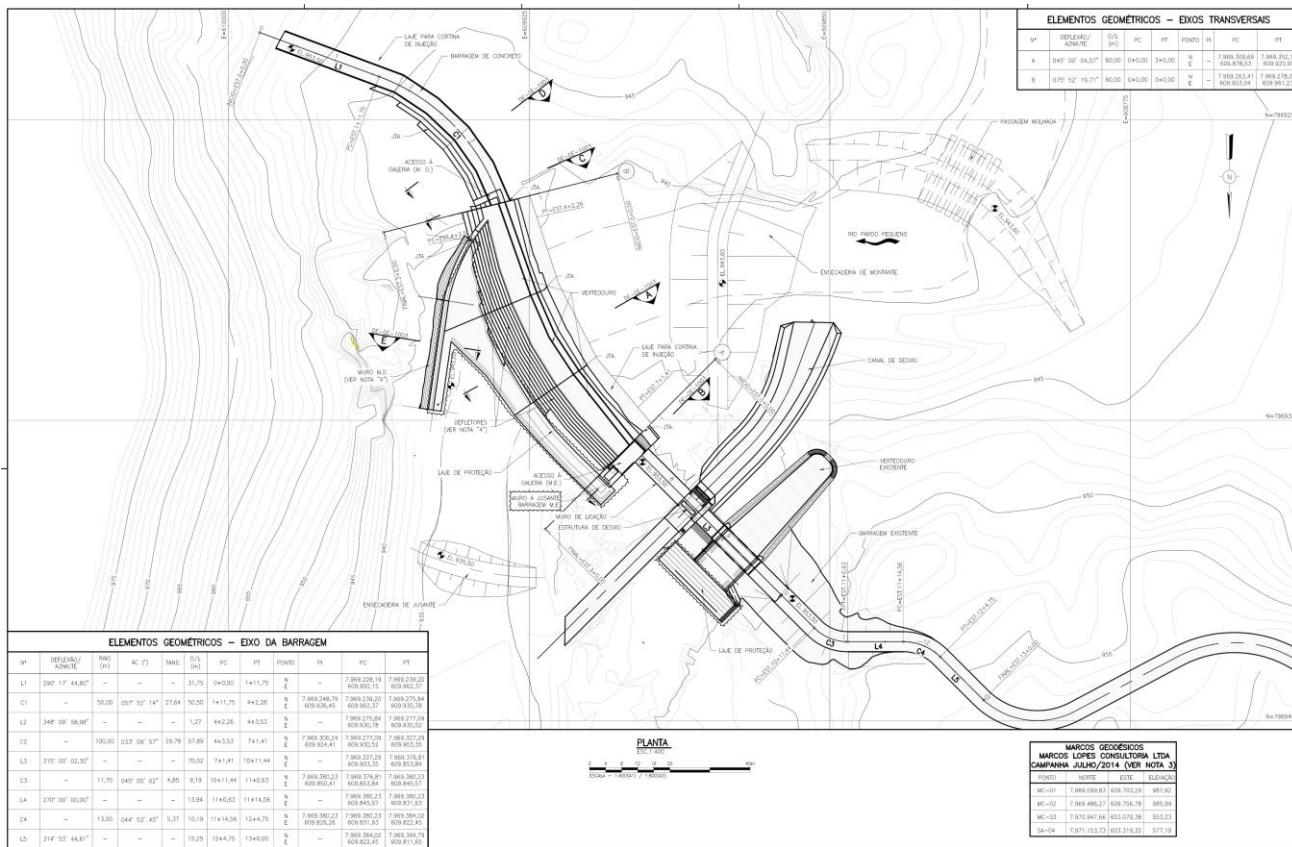


Figura 3 – Arranjo geral da barragem da PCH Serra das Agulhas. Fonte: [5]

O vertedor original é do tipo “bico de pato” e, conforme documento [1], possui a capacidade de descarga de 473 m³/s no NA Máximo Maximorum. A Figura 4 reproduz a curva de capacidade de descarga desta estrutura existente.

Após passagem da cheia que acarretou em galgamento e rompimento da Barragem de Enrocamento com Núcleo de Argila da Margem Direita, foi necessária uma atualização nos estudos de vazões máximas, o que culminou na construção de um vertedor complementar.

O vertedouro complementar foi dimensionado com 65 m de comprimento, de soleira livre, perfil Creager, e crista na elevação 950,00 m, correspondente ao NA Normal operativo do aproveitamento. A Figura 5 apresenta a curva de descarga do vertedor complementar.

Considerando a capacidade de descarga conjunta dos dois vertedores, é possível descarregar a cheia decamilenar definida em [3], a saber, 1037 m³/s com reservatório na el. 952,50. A curva de descarga conjunta é apresentada na Figura 6.

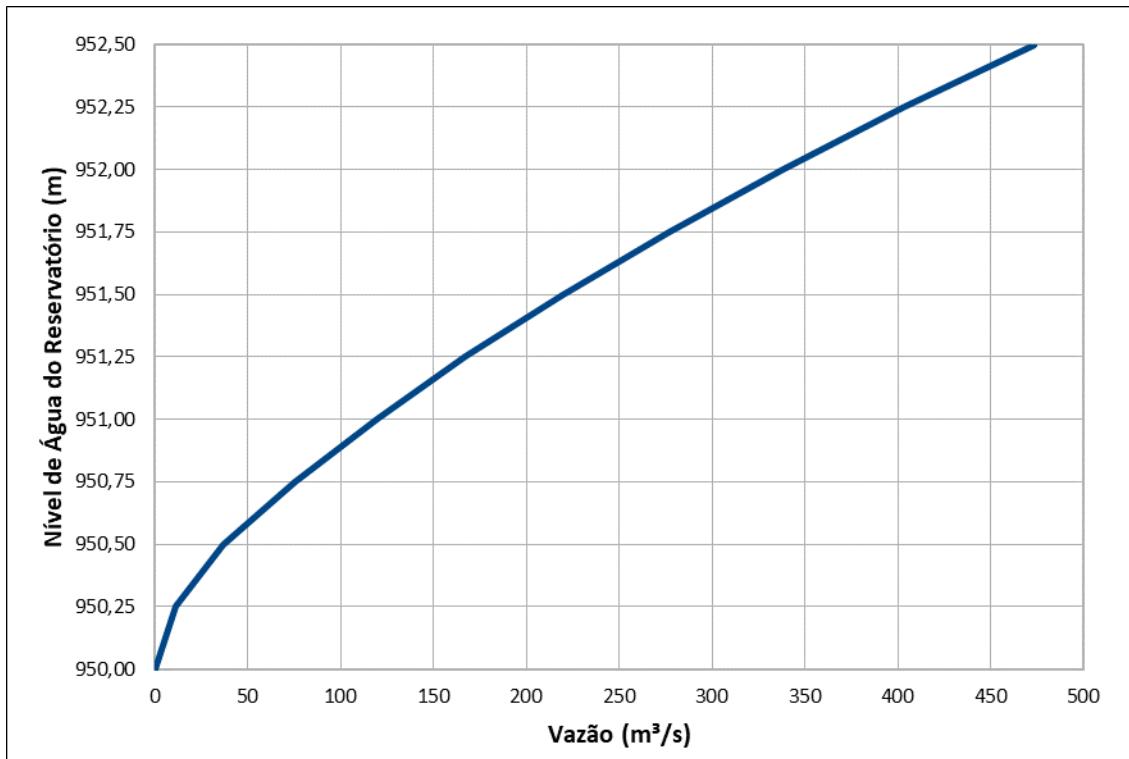


Figura 4 - Capacidade de Descarga do Vertedor Original [3]

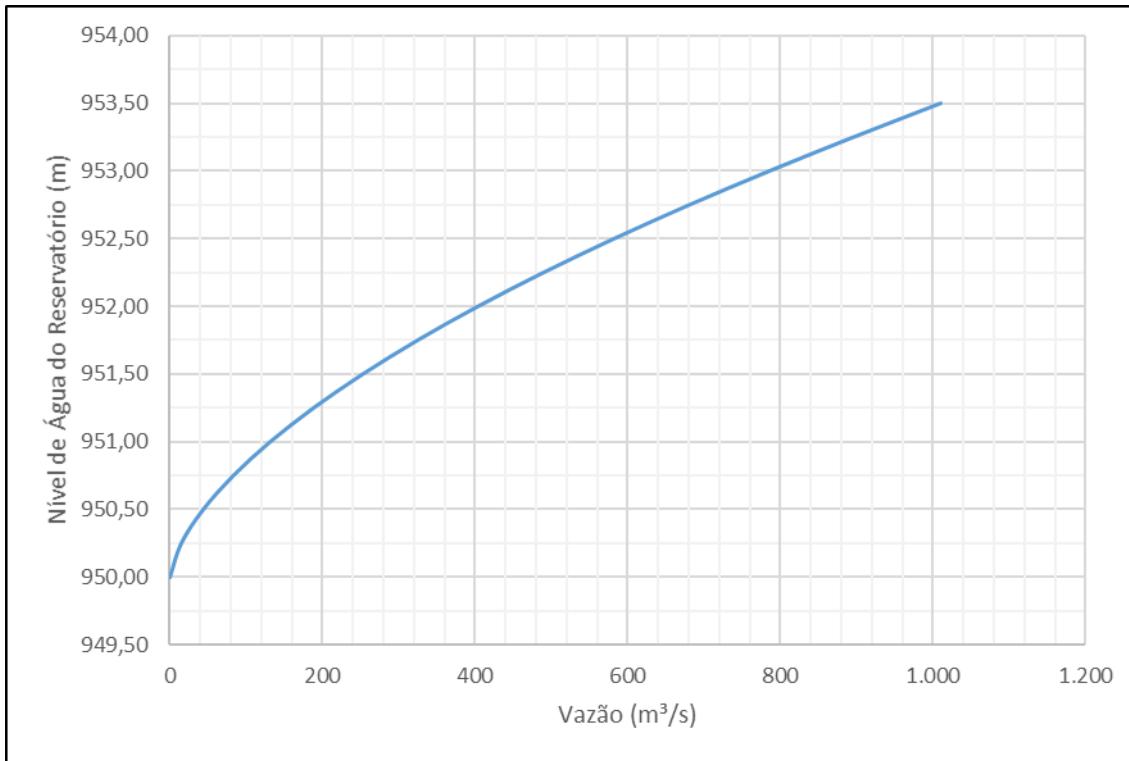


Figura 5 - Curva de Descarga do Vertedor Complementar [3]

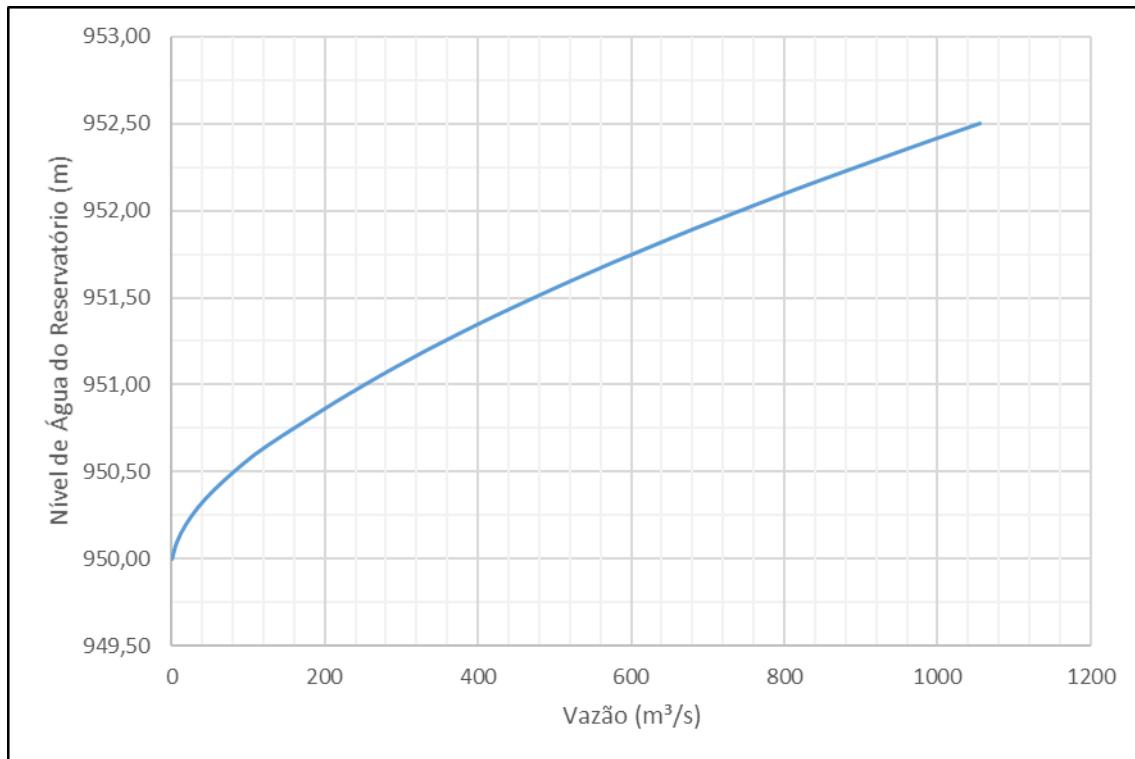


Figura 6 - Curva de Descarga Total do Conjunto Extravasor [3]

As demais estruturas existentes no barramento não foram danificadas pelo evento de cheia e mantiveram suas características técnicas inalteradas.

A tomada d'água é do tipo torre, possui comprimento total de 12,70 m e está equipada com dispositivos de grade fixa, comporta ensecadeira, limpa grades e pórtico fixo.

O sistema adutor, localizado na margem esquerda do rio, é formado pelo túnel de adução, escavado em rocha, com comprimento médio de 7 km e seção arco-retângulo de (4,00 x 5,10) m², e por duas unidades de conduto forçado, com comprimento médio de 500 m e diâmetro interno de 1,30/0,90 m.

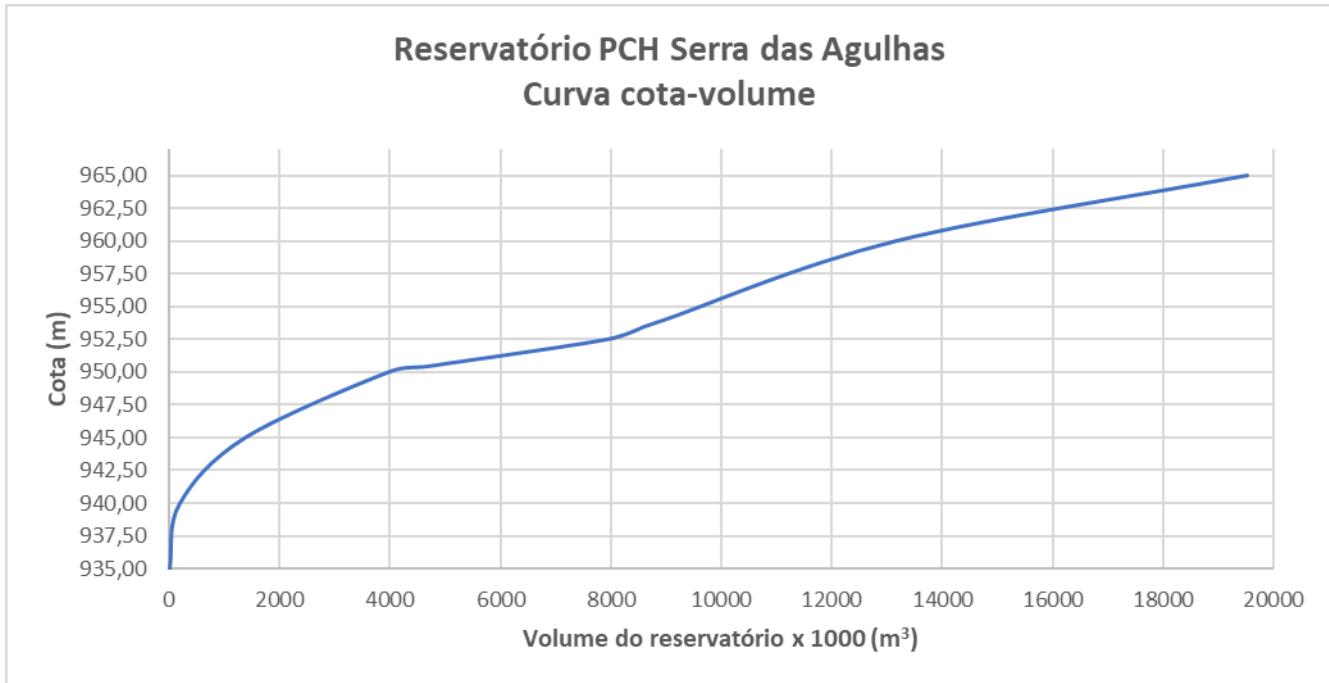
A casa de força é do tipo abrigada, composta por duas unidades geradoras, largura de 17,50 m e comprimento de 41,50 m. As turbinas instaladas são do tipo Pelton, com potência unitária nominal igual a 15,55 MW, queda de projeto de 402 m e vazão máxima unitária de 4,42 m³/s.

O canal de fuga possui NA Normal de EI. 548,00 m e NA Máximo de EI.549,50 m.

O nível operacional normal do reservatório é na EI. 950,00m e o nível máximo maximorum na EI. 952,50m. A curva cota volume está representada na Tabela 1 e na Figura 7, com base nos dados da ficha técnica do projeto básico, apresentada em [4] e adaptada em [8], sendo que alguns valores indicados na tabela foram interpolados.

Tabela 1 – Cota-Volume do Reservatório. Fonte: adaptada de [8]

Cota (m)	Volume (x 1000 m ³)
935,0	0,0
940,0	183,3
945,0	1361,9
950,0	3957,4
950,5 ⁽¹⁾	4748,6 ⁽¹⁾
952,5	7913,2
953,5 ⁽¹⁾	8611,7 ⁽¹⁾
954,0 ⁽¹⁾	8960,9 ⁽¹⁾
960,0	13151,7
965,0	19519,5

⁽¹⁾ Valores interpolados.

Figura 7 – Curva cota-volume do reservatório.

IV.3. Ficha Técnica

A Tabela 2 apresenta a Ficha Resumo do Empreendimento (Aneel), com as principais características do arranjo geral adotado. A ficha completa está disponível no documento [4].

Tabela 2 – Ficha Resumo. Fonte: adaptado de [4].

FICHA-RESUMO - ADENDO AO PROJETO BÁSICO					
NOME DA USINA:	PCH SERRA DAS AGULHAS	DATA:	27/03/2020		
ETAPA:	ADENDO AO PROJETO BÁSICO	POT. (MW):	30		
NOME DO(S) INTERESSADO(S):	Sigma Energia S.A.				
CONTATO (resp. pelo empreendimento / e-mail):	Thiago Linhares / thiago.linhares@omegaenergia.com.br	TEL.:	(11) 3254-9824		
NOME DA(S) EMPRESA(S) PROJETISTA(S):	VLB Engenharia Ltda.	FAX:			
CONTATO (resp. técnico pelo estudo / e-mail):	José Bernardino Botelho / bernardino@vbl.com.br	TEL.:	(31) 3489-8100		
		FAX:	(31) 3489-8111		
4. RESERVATÓRIO					
CARACTERÍSTICAS GERAIS		CRISTA DA BARRAGEM:	953.5		
VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO:	100	anos	ALTURA DA BARRAGEM:	20.5	m
PERÍMETRO:	174	km	VOLUMES		
COMPRIMENTO:	3664	m	NO NA MÁX. NORMAL:	3,957.45	$\times 10^6$ m ³
PROFOUNDIDADE MÉDIA:	8.5	m	NO NA MÍN. NORMAL:	3,957.45	$\times 10^6$ m ³
PROFOUNDIDADE MÁXIMA:	17	m	ÚTIL:	7,913.21	$\times 10^6$ m ³
TEMPO DE FORMAÇÃO:	8	dias	ÁREAS (INCLUÍENDO CALHA DO RIO)		
TEMPO DE RESIDÊNCIA:	7	dias	NA MÁX. NORMAL:	0.62	km ²
NÍVEIS DE MONTANTE			NA MÁX. MAXIMORUM:	0.62	km ²
NA MÁX. NORMAL:	950.00	m	NA MÍN. NORMAL:	0.62	km ²
NA MÁX. MAXIMORUM:	952.50	m	VIDA ÚTIL		
NA MÍN. NORMAL:	948.00	m	VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. MAX. OPERATIVO):	100	anos
NÍVEIS DE JUSANTE			VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. ÚTIL):	60	anos
NA NORMAL DE JUSANTE:	548.00	m	VAZÃO SÓLIDA AFLUENTE	69,027	t/ano
NA MÁX. de JUSANTE:	549.50	m	CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE SEDIMENTOS	315	mg/l
NA MÍN. de JUSANTE:	546.50	m	PRODUÇÃO ESPECÍFICA DE SEDIMENTOS	205	t/km ² .ano
14. DESVIO					
TIPO:	Galeria de Desvio		ESCAVAÇÃO COMUM:	n/a	m ³
VAZÃO DE DESVIO: (TR = 10 ANOS)	42	m ³ /s	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	n/a	m ³
NÚMERO DE UNIDADES:	1	-	ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	n/a	m ³
SEÇÃO:	3,00x2,50	m ²	CONCRETO (CONVENCIONAL):	n/a	m ³
COMPRIMENTO:	16.85	m	ENSECADEIRA (ATERRO):	n/a	m ³
15. BARRAGEM					
TIPO DE ESTRUTURA / MATERIAL:	Concreb (MD) / BENA (ME)		CONCRETO CONVENCIONAL:	3960	m ³
COMPRIMENTO TOTAL DA CRISTA:	220	m	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	n/a	m ³
ATERRO (ENROCAMENTO COMPACADO):	n/a	m ³	ESCAVAÇÃO COMUM:	n/a	m ³
ATERRO (SOLO COMPACTADO):	n/a	m ³	ESCAVAÇÃO EM ROCHA:	n/a	m ³
ATERRO (FILTROS E TRANSIÇÕES):	n/a	m ³	ATERRO (VOLUME TOTAL):	n/a	m ³
17. VERTEDOURO					
TIPO:	Soleira Livre/Bico de Pato		CONCRETO (CONVENCIONAL):	5898	m ³
VAZÃO DE PROJETO: (TR = 10.000 ANOS)	1037	m ³ /s	COMPORTAS:		
COTA DA SOLEIRA:	950	m	TIPO:	n/a	
COMPRIMENTO TOTAL:	65(SL)/62,5(BP)	m	ACIONAMENTO:	n/a	
NÚMERO DE VÃOS:	n/a	-	LARGURA:	n/a	m
LARGURA DO VÃO:	n/a	m	ALTURA:	n/a	m
ESCAVAÇÃO COMUM:	n/a	m ³	ESTRUTURA DE DISSIPAÇÃO DE ENERGIA:		
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	n/a	m ³	TIPO:	n/a	
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	n/a	m ³			

V. SÍNTSE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E MAPA DE INUNDAÇÃO

A realização do estudo de ruptura hipotética da PCH Serra das Agulhas teve como principal objetivo determinar, através de uma modelagem hidráulica computacional, os parâmetros da onda gerada em um eventual rompimento da barragem. Os estudos foram elaborados pela Enemax Engenharia e Consultoria em Outubro de 2020.

V.1. Cenários analisados

Foram analisados cinco cenários contemplando a eventual ruptura da estrutura da Barragem da Margem Direita (concreto) e da Barragem Margem Esquerda (enrocamento com núcleo de argila) sob condições extremas de operação (vazão afluente de TR 10.000 anos) e sob condições normais de operação (vazão afluente de TR 2 anos), além da situação de extravasão da cheia decamilenar sem ruptura do barramento.

As vazões de referência utilizadas no dam break são relativas a tempos de recorrência (TR) comumente utilizados nesse tipo de estudo. Tendo sido utilizadas uma vazão extrema (cheia de projeto, decamilenar) e uma vazão de operação normal, comumente observada no Rio Pardo Pequeno (cheia com TR de 2 anos).

Tabela 3 – Cenários considerados no estudo

CENÁRIO	DESCRÍÇÃO	MODO DE FALHA	VAZÃO AFLUENTE
1	Operação hidráulica extrema sem a ruptura do barramento	-	Decamilenar
2	Ruptura da BME em dia seco	Erosão interna	TR 2 anos
3	Ruptura da BME em dia chuvoso extremo	Erosão interna	Decamilenar
4	Ruptura da BMD em dia seco	Tombamento	TR 2 anos
5	Ruptura da BMD em dia chuvoso extremo	Tombamento	Decamilenar

Resumidamente, as análises permitiram obter o hidrograma de ruptura, para cada um dos cenários, e propagá-lo no vale a jusante através de modelagem hidrodinâmica 2D (HEC-RAS 5.0.7). Foram gerados os mapas de inundação, permitindo a identificação da zona de auto salvamento (ZAS) e zonas de impacto direto (ZIDs) das regiões atingidas.

As premissas adotadas para as vazões naturais são aquelas decorrentes do estudo hidrológico desenvolvido no adendo ao projeto básico da PCH Serra das Agulhas em 2020, fornecido pela contratante. Conforme o documento [3], a vazão afluente ao reservatório correspondente ao tempo de retorno de 10.000 anos equivale a 1.037m³/s (NA 952,50). Para o dia seco, foi adotada a vazão correspondente ao tempo de retorno de 2 anos, correspondente a 83m³/s. A partir da Curva de Descarga Total do Conjunto Extravasor (Figura 6) obtém-se o NA de 950,50 para essa situação.

V.2. Base Topográfica e Trecho de Simulação

O mapeamento da área de estudo foi realizado através de aerolevantamento fotogramétrico, utilizando um VANT de asa fixa, modelo Echar 20C, com sistema RTK embarcado, e um GNSS CHCNAV i50. A área levantada foi de 11.161 ha com resolução (GSD – Ground Sample Distance) de 8,54 cm/pixel. O trecho de propagação da simulação possui 54,36km, até a região de jusante da confluência com o Rio Pardo Grande, no município de Santo Hipólito. A área levantada está representada na Figura 8 (ortofoto) e na Figura 9 (MDT). Apesar de se observar uma significativa atenuação da onda de cheia na região de Monjolos, com base nos resultados obtidos pelo estudo de dam break anterior [9] a ampliação no trecho de simulação se deu pelo interesse em conhecer os efeitos da onda de ruptura em regiões a jusante da confluência com o Rio Pardo Grande.



Figura 8 - Ortofoto da área levantada.

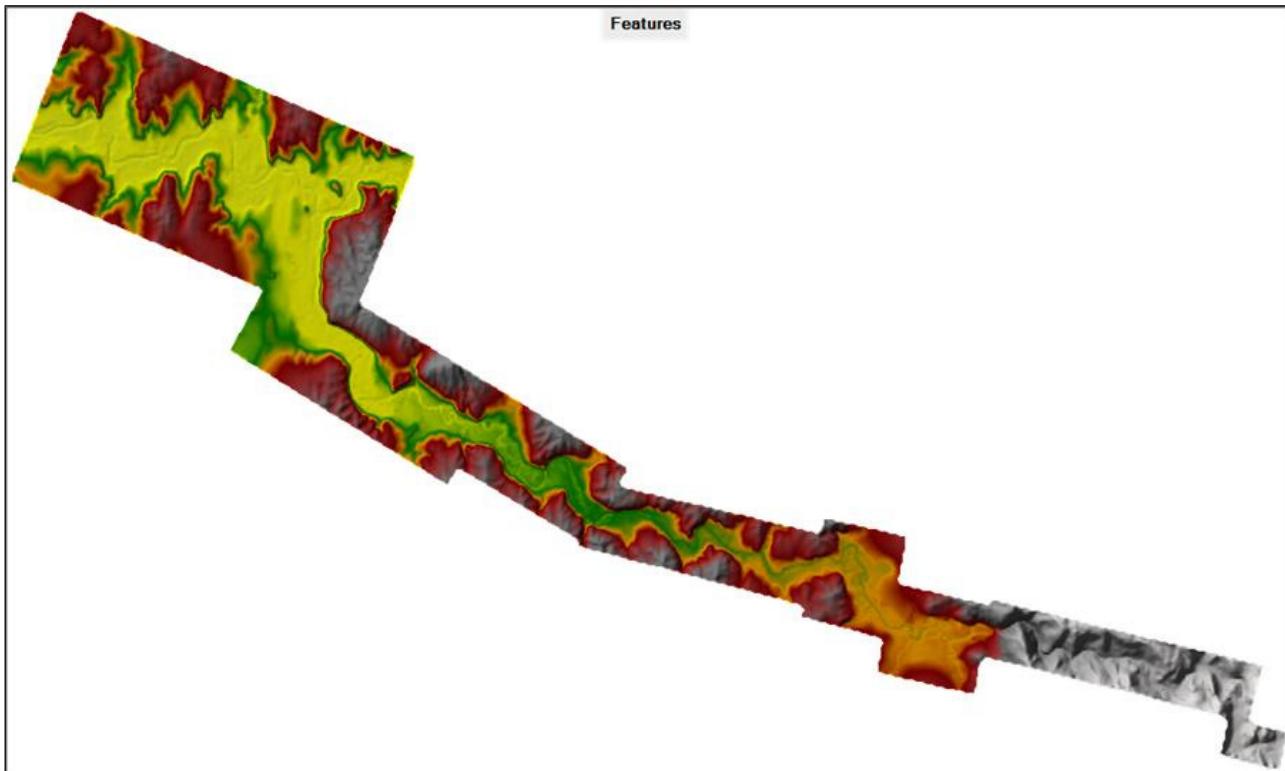


Figura 9 - Modelo Digital de terreno

V.3. Resultados Obtidos nos Estudos de Rompimento

Os resultados do estudo de ruptura são apresentados através da mancha de inundação e de seções transversais (denominadas SJ-01 a SJ-17), nas quais são analisados os dados de distância ao barramento, vazão de pico e tempo de chegada da onda de ruptura. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 5 e na Tabela 6 e as imagens da mancha de inundação estão inseridas no item V.3.2 - Imagens das regiões atingidas

O tempo de chegada da onda pode ser definido a partir de 2 parâmetros:

- Tempo de chegada do pico da onda;
- Tempo de chegada de 2 pés (61 cm), que representa uma elevação de 61 cm no nível d'água da seção em análise;

De acordo com o manual da FEMA (2013) [10], “recomenda-se que o limite de jusante do estudo seja definido para situações em que a tolerância de elevação vertical entre as cotas de inundação calculadas para um evento hidrológico sem ruptura de barragem e as cotas de inundação para o mesmo evento com ruptura de barragem seja de 2 pés ou menos”. Ou seja, o risco incremental promovido pela onda de ruptura pode ser considerado não significativo a partir da diferença de elevação de 2 pés (61 cm).

Avaliando o cenário de ruptura mais conservador, o Cenário 5, verifica-se, de maneira resumida, os seguintes pontos.

Em um eventual rompimento da BMD, o pico de vazão da onda de cheia atingiria a Ponte Candonga (SJ-01), que dá acesso ao barramento, em 12 minutos, e a casa de força da PCH (SJ-03) passados 31 minutos, no pior cenário (Cenário 5). Nesse trecho, que correspondente ao trecho de vazão reduzida (TVR), não existem áreas ocupadas ou residências. A onda de cheia ultrapassa o tabuleiro da Ponte Candonga em 21cm.

No trecho após a casa de força (entre 10km e 20km), em regiões de baixa densidade demográfica, como fazendas, pastagens e cultivos (SJ-04), o NA subiria 2 pés após 40 minutos da eventual ruptura. Construções (após a seção SJ-04) no limite da mancha de inundaçāo seriam afetadas em ambos os cenários.

A vazão de pico atinge a região da ponte de ferro da Estrada Real (SJ-07) em 2 horas e 34 minutos no pior cenário, afetando residências às margens do rio Pardo Pequeno, logo a jusante da ponte. A vazão escoaria a 74cm acima do tabuleiro da ponte de ferro da Estrada Real.

Na sequência, ainda para o pior cenário (Cenário 5), a mancha de inundaçāo chegaria ao trecho urbano de Monjolos, a aproximadamente 23km do barramento. O NA subiria 2 pés passadas 2 horas do eventual rompimento. A vazão de pico atinge Monjolos em 2 horas e 59 minutos escoando a 2,94m acima do tabuleiro da ponte sobre o rio Pardo Pequeno (SJ-08). Construções e residências mais próximas ao leito do rio também seriam atingidas.

Adiante ao centro urbano de Monjolos, a vazão de pico alcançaria regiões de baixa densidade demográfica nas proximidades da Fazenda Mamāe Dolores (SJ-10) após 3 horas e 39 minutos da ocorrência da eventual ruptura.

A partir desse trecho, permanecem as áreas com baixa densidade demográfica, com densa cobertura de vegetação ou destinada a pastagens (SJ-11 a SJ-17). O município de Santo Hipólito seria atingido pela vazão de pico, na região da Fazenda das Mandiocas (SJ-11) de baixa densidade demográfica, passadas 4 horas.

A vazão de pico alcançaria a Fazenda São Geraldo (SJ-15), na região de jusante da confluência com o Rio Pardo Grande após 7 horas e 03 minutos. No pior cenário (Cenário 5), passadas 8 horas e 34 minutos da ocorrência da eventual ruptura, a vazão de pico alcançaria a seção SJ-17, no Rio Pardo Grande, a montante do deságue no rio das Velhas.

O resumo dos resultados obtidos nos estudos é apresentado nas tabelas a seguir. A Tabela 4 apresenta os parâmetros dos hidrogramas obtidos na simulação de ruptura, indicando, para cada cenário, o volume e o nível (NA) do reservatório antes do rompimento, a vazão afluente no Rio Pardo Pequeno (TR = 2 anos e TR = 10.000 anos), o modo de falha estudado e a vazão de pico de cada hidrograma de ruptura. A Tabela 5 e a Tabela 6 exibem os tempos de chegada e as vazões de pico em cada seção a jusante da barragem, durante a passagem das ondas geradas pelos rompimentos.

Tabela 4 - Hidrogramas de ruptura obtidos por cenário.

Barragem	BME		BMD	
	Cenários	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Volume do reservatório (m³)	4.748.600	7.913.200	4.748.600	8.604.971
Vazão afluente (m³/s)	83,00	1037,00	83,00	1037,00
Nível do reservatório (m)	950,50	952,50	950,50	953,50
Modo de falha	erosão interna	erosão interna	tombamento	tombamento
Vazão máxima efluente (m³/s) *	406,80	1.638,71	3.102,51	5.076,96

* A vazão máxima efluente é a vazão de pico do hidrograma de ruptura na altura do barramento

Tabela 5 - Resumo dos resultados da ruptura hipotética nas seções transversais de referência para os cenários 2 e 3

Seção	Referência	Distância da barragem (km)	Cenário 2				Cenário 3			
			Vazão de pico (m³/s)	Tempo de chegada pico (h)	Tempo de chegada "2 pés" (0,61m) (h)	NA máximo (m)	Vazão de pico (m³/s)	Tempo de chegada pico (h)	Tempo de chegada "2 pés" (0,61m) (h)	NA máximo (m)
SJ-01	Ponte Candonga (tabuleiro na el. 890,33m)	0,81	392,61	00:22	00:25	885,70	1617,87	00:26	00:25	887,55
SJ-02	Fazenda Andorinha	5,30	378,68	00:50	00:45	771,97	1559,24	00:46	00:40	774,35
SJ-03	Casa de Força	9,48	362,62	01:09	01:00	551,40	1494,99	01:01	-	552,83
SJ-04	Fazenda Bueno	10,47	323,76	01:43	01:10	546,50	1470,63	01:22	-	549,14
SJ-05	Fazenda Bueno	14,33	221,73	03:56	02:20	543,73	1621,42	02:30	-	547,34
SJ-06	Fazenda Bueno	17,60	195,96	05:00	03:15	541,92	1573,38	02:52	-	546,10
SJ-07	Ponte de Ferro (tabuleiro na el. 543,75m)	19,79	193,83	05:47	03:35	538,93	1566,07	03:16	-	543,49
SJ-08	Centro de Monjolos - Ponte (tabuleiro na el. 537,70m)	23,22	197,24	07:05	04:45	535,40	1648,40	03:49	-	539,70
SJ-09	Região da Forquilha	24,87	194,03	07:30	05:35	534,73	1646,96	04:01	-	537,87
SJ-10	Fazenda Mamãe Dolores - Monjolos	28,60	187,80	08:59	07:40	532,12	1643,05	04:33	-	534,84
SJ-11	Fazenda das Mandiocas - Santo Hipólito	32,30	176,80	11:10	-	528,33	1641,08	04:57	-	531,32
SJ-12	Fazenda Forquilha - Santo Hipólito	37,53	169,54	13:13	-	525,16	1635,68	05:53	-	527,23
SJ-13	Sem Referência (Vizinho Sitio)	39,92	166,16	15:31	-	522,37	1630,64	06:35	-	525,85

Seção	Referência	Distância da barragem (km)	Cenário 2				Cenário 3			
			Vazão de pico (m³/s)	Tempo de chegada pico (h)	Tempo de chegada "2 pés" (0,61m) (h)	NA máximo (m)	Vazão de pico (m³/s)	Tempo de chegada pico (h)	Tempo de chegada "2 pés" (0,61m) (h)	NA máximo (m)
	Luciana) - Santo Hipólito									
SJ-14	Sitio Luciana - Santo Hipólito	40,81	162,11	16:08	-	521,88	1627,87	06:52	-	525,51
SJ-15	Fazenda São Geraldo - Santo Hipólito	44,69	290,12	19:16	-	520,58	2136,02	08:07	-	524,22
SJ-16	Rio Pardo Grande – Santo Hipólito	49,65	284,04	22:13	-	518,36	2126,55	09:03	-	522,89
SJ-17	Rio Pardo Grande – Santo Hipólito	54,36	283,33	22:40	-	514,13	2123,32	09:43	-	519,14

* Para o Cenário 2 e 3, a onda de ruptura não atingiu uma altura superior a 2 pés (61cm) em relação à cheia de referência (TR 2 anos e decamilenar, respectivamente), por isso, o tempo de chegada "2 pés" não foi contabilizado em todas as seções.

Tabela 6 - Resumo dos resultados da ruptura hipotética nas seções transversais de referência para os cenários 4 e 5

Seção	Referência	Distância da barragem (km)	Cenário 4				Cenário 5			
			Vazão de pico (m³/s)	Tempo de chegada pico (h)	Tempo de chegada "2 pés" (0,61m) (h)	NA máximo (m)	Vazão de pico (m³/s)	Tempo de chegada pico (h)	Tempo de chegada "2 pés" (0,61m) (h)	NA máximo (m)
SJ-01	Ponte Candonga (tabuleiro na el. 890,33m)	0,81	2889,53	00:08	00:05	888,99	4499,98	00:12	00:10	890,54
SJ-02	Fazenda Andorinha	5,30	2374,04	00:28	00:25	775,90	4059,30	00:29	00:20	778,05
SJ-03	Casa de Força	9,48	2018,67	00:43	00:35	553,71	3625,50	00:31	00:30	555,87
SJ-04	Fazenda Bueno	10,47	1893,44	00:55	00:35	548,62	3546,41	01:05	00:40	550,41
SJ-05	Fazenda Bueno	14,33	538,69	02:26	01:15	544,76	2724,11	01:55	01:10	548,46

Seção	Referência	Distância da barragem (km)	Cenário 4				Cenário 5			
			Vazão de pico (m³/s)	Tempo de chegada pico (h)	Tempo de chegada "2 pés" (0,61m)	NA máximo (m)	Vazão de pico (m³/s)	Tempo de chegada pico (h)	Tempo de chegada "2 pés" (0,61m) (h)	NA máximo (m)
SJ-06	Fazenda Bueno	17,60	334,85	03:54	01:50	542,94	2381,90	02:11	01:25	547,17
SJ-07	Ponte de Ferro (tabuleiro na el. 543,75m)	19,79	318,73	04:58	02:15	540,11	2319,98	02:34	01:35	544,49
SJ-08	Centro de Monjolos - Ponte (tabuleiro na el. 537,70m)	23,22	309,86	06:02	03:05	536,28	2340,85	02:59	02:00	540,64
SJ-09	Região da Forquilha	24,87	303,67	06:24	03:30	535,43	2327,92	03:11	02:25	538,60
SJ-10	Fazenda Mamãe Dolores - Monjolos	28,60	292,84	07:33	04:50	532,57	2292,33	03:39	02:50	535,54
SJ-11	Fazenda das Mandiocas - Santo Hipólito	32,30	281,22	09:18	-	528,87	2275,41	04:00	03:25	531,92
SJ-12	Fazenda Forquilha - Santo Hipólito	37,53	253,27	11:22	-	525,34	2224,85	04:53	04:25	527,79
SJ-13	Sem Referência (Vizinho Sítio Luciana) - Santo Hipólito	39,92	239,30	13:37	-	522,89	2186,37	05:30	-	526,36
SJ-14	Sítio Luciana - Santo Hipólito	40,81	235,32	13:54	-	522,39	2164,26	05:46	-	525,97
SJ-15	Fazenda São Geraldo - Santo Hipólito	44,69	338,06	17:31	-	520,84	2573,01	07:03	-	524,61
SJ-16	Rio Pardo Grande - Santo Hipólito	49,65	319,63	21:11	-	518,63	2496,67	07:56	-	523,25
SJ-17	Rio Pardo Grande - Santo Hipólito	54,36	314,68	21:45	-	514,30	2468,50	08:34	-	519,73

Seção	Referência	Distância da barragem (km)	Cenário 4				Cenário 5			
			Vazão de pico (m³/s)	Tempo de chegada pico (h)	Tempo de chegada “2 pés” (0,61m)	NA máximo (m)	Vazão de pico (m³/s)	Tempo de chegada pico (h)	Tempo de chegada “2 pés” (0,61m) (h)	NA máximo (m)

* Para o Cenário 4 e 5, a onda de ruptura não atingiu uma altura superior a 2 pés (61cm) em relação à cheia de referência (TR 2 anos e decamilenar, respectivamente), por isso, o tempo de chegada “2 pés” não foi contabilizado em todas as seções.

V.3.1. Definição da Zona de Autossalvamento – ZAS

Segundo o Manual do Empreendedor - ANA (2016), a Zona de Autossalvamento - ZAS é a região do vale a jusante da barragem em que se considera que os avisos de alerta à população são da responsabilidade do empreendedor, por não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em situações de emergência, devendo-se adotar, no mínimo, a menor das seguintes distâncias para a sua delimitação: a distância que corresponda a um tempo de chegada da onda de inundação igual a trinta minutos ou 10 km.

Avaliando o cenário de ruptura mais conservador, Cenário 5, definiu-se o critério de definição do limite da ZAS como a distância de 10 km ao barramento. Esse limite se encontra entre as seções SJ-03 e SJ-04, como pode ser observado na Figura 12. A região da ZAS está apresentada nas figuras do item V.3.2, a seguir, hachurada em vermelho.

Ao longo deste trecho não existem áreas ocupadas pela população, sendo assim, as únicas construções afetadas dentro da ZAS são a Casa de Força e a Ponte Candonga, utilizada exclusivamente para acesso ao barramento.

V.3.2. Imagens das regiões atingidas

Para exibição das imagens do estudo de ruptura, optou-se pelo cenário mais conservador (ruptura da BMD com afluência da decamilenar), pois ele define a mancha de inundação mais severa e, consequentemente, mais abrangente.

As imagens a seguir apresentam a mancha de inundação, a Zona de Autossalvamento ZAS e o detalhe das seções chave do estudo de *dam break* para o Cenário 5. A Figura 10 indica a legenda utilizada nos mapas.

Por fim, todos os mapas podem ser acessados no item XII - ANEXO II – MANCHAS DE INUNDAÇÃO.



Figura 10 – Legenda do mapa

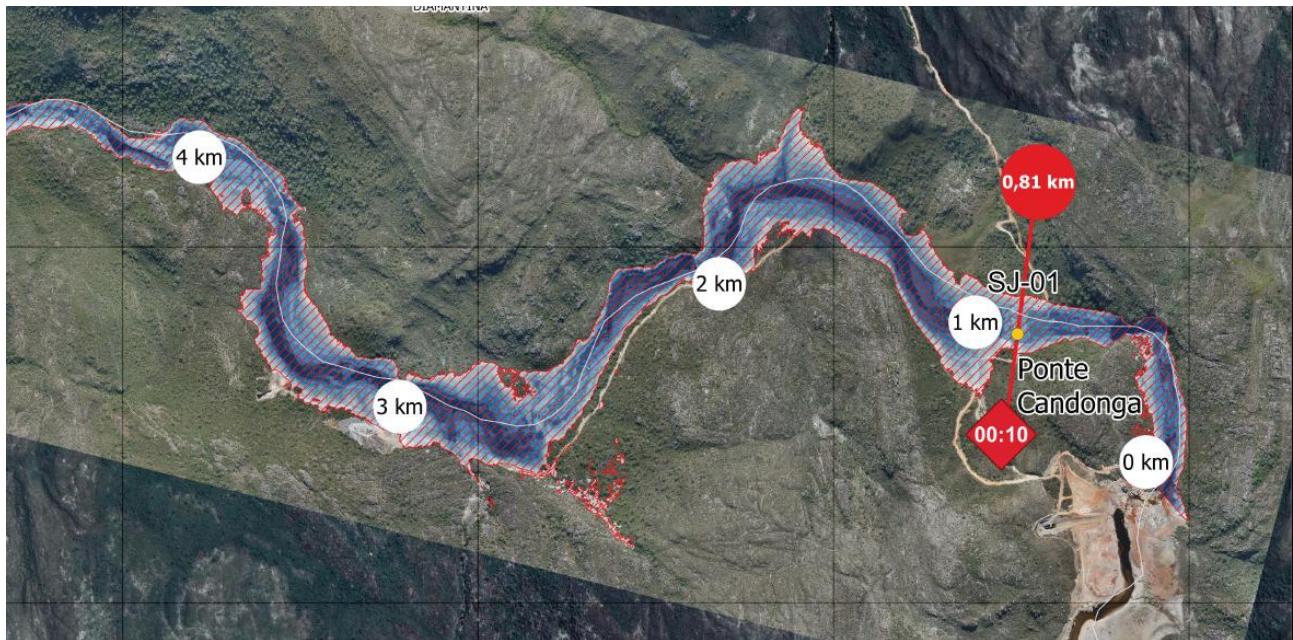


Figura 11 - Região da Ponte Candonga, no TVR

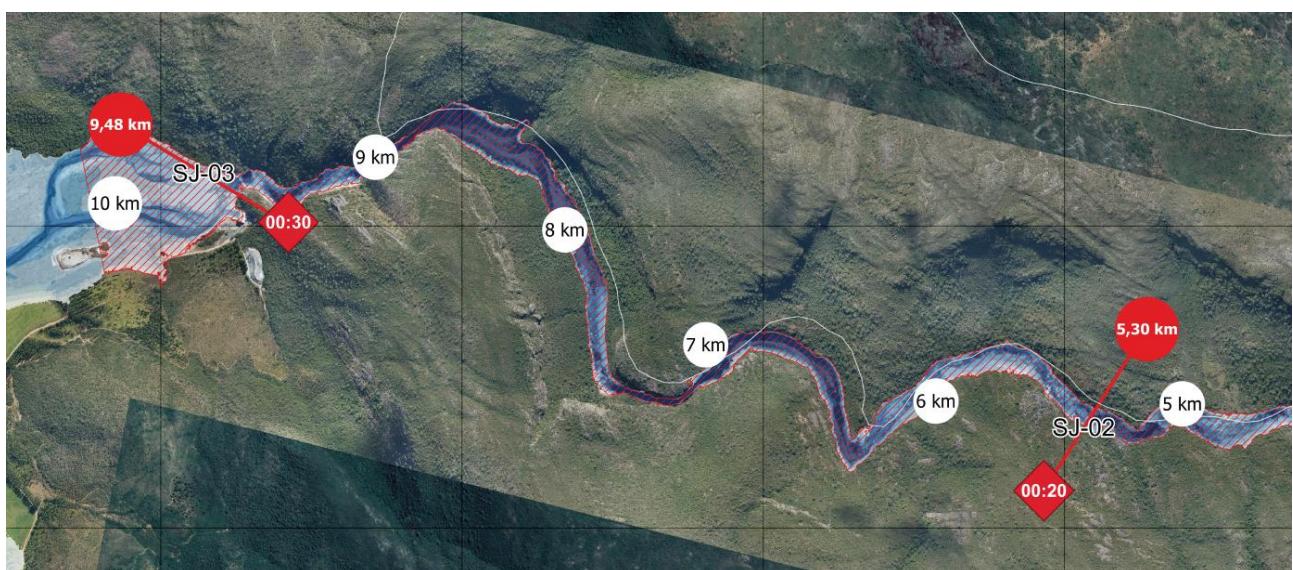


Figura 12 - Região do TVR, Casa de Força e do limite da ZAS

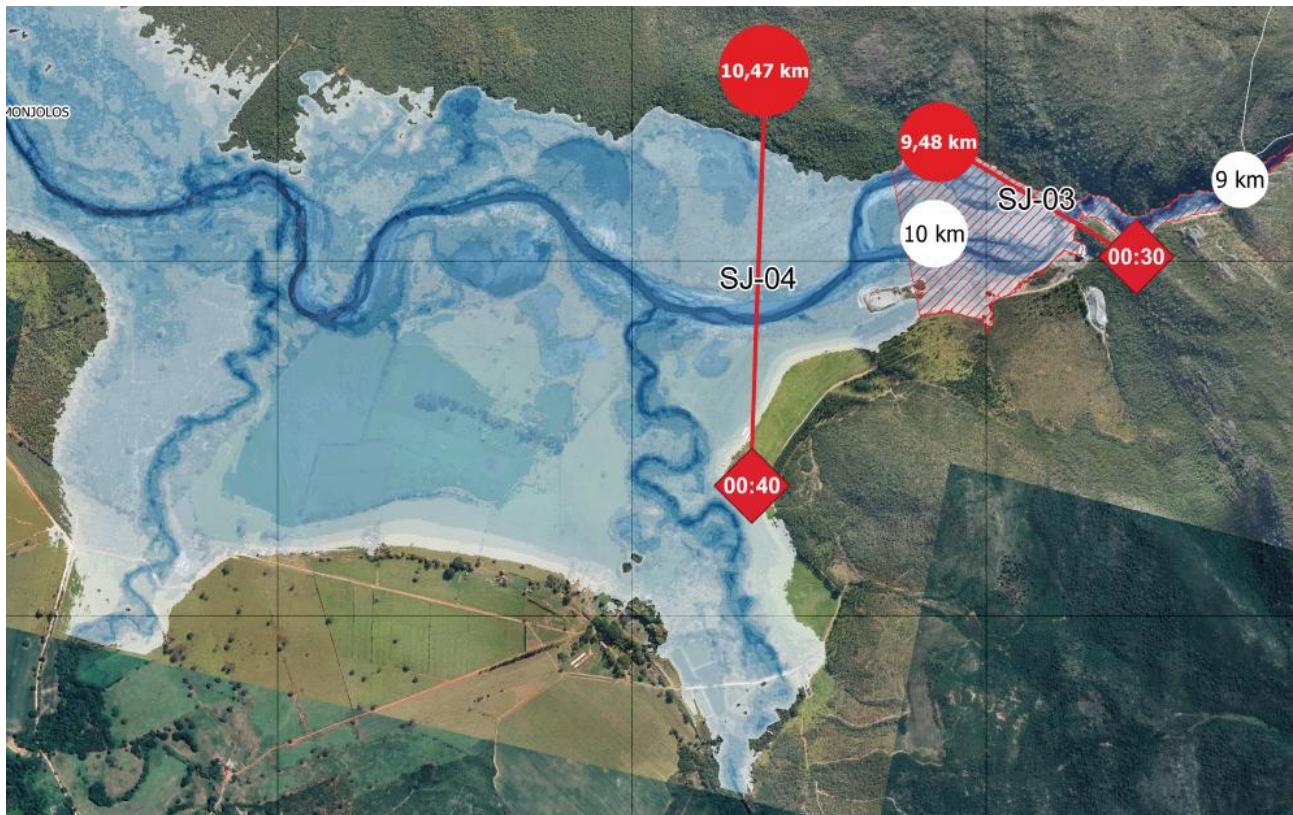


Figura 13 - Limite da ZAS a 10km, Casa de Força, Fazenda Bueno e áreas de cultivo

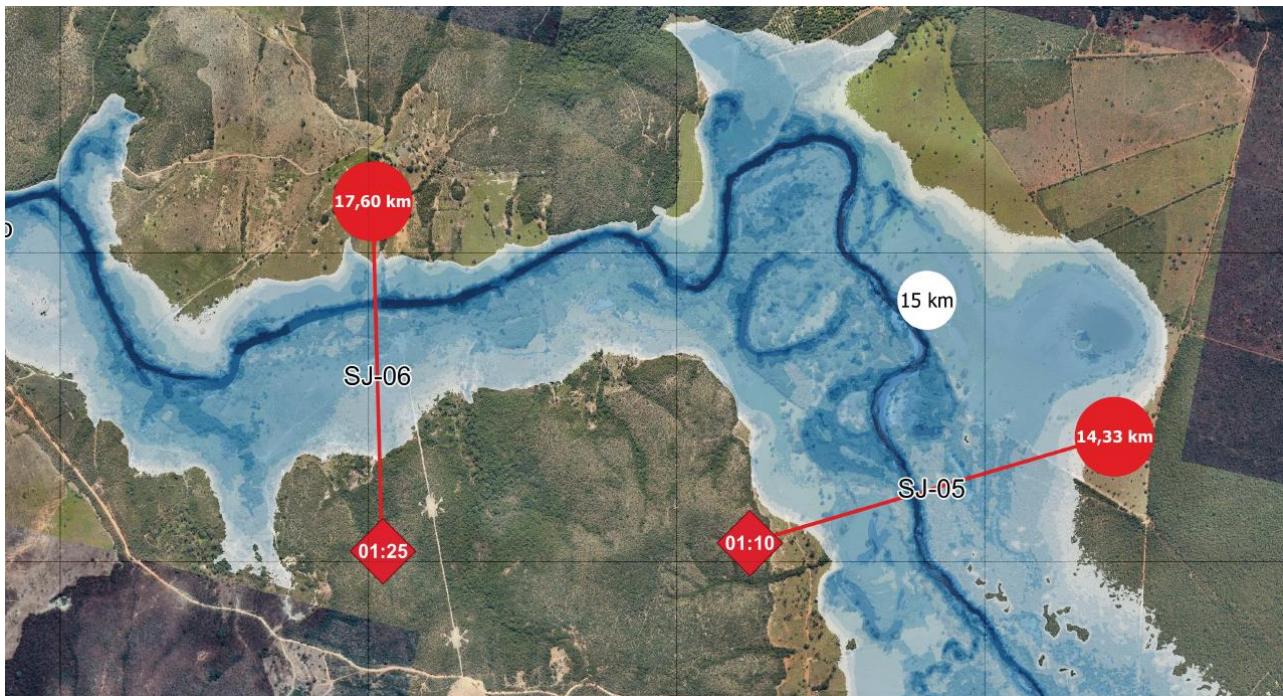


Figura 14 - Fazenda Bueno



Figura 15 - Região da Ponte de Ferro

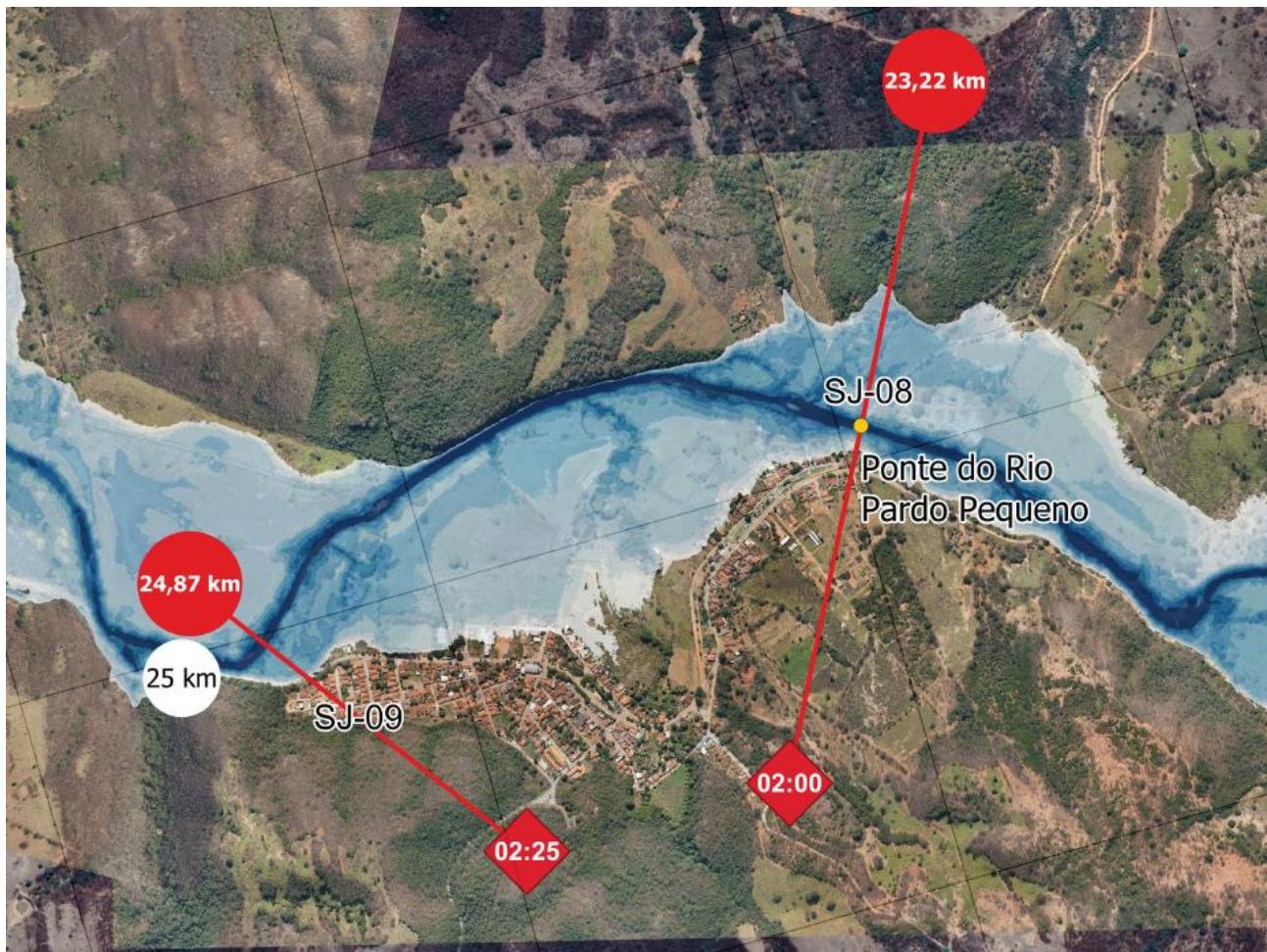


Figura 16 - Centro Urbano de Monjolos

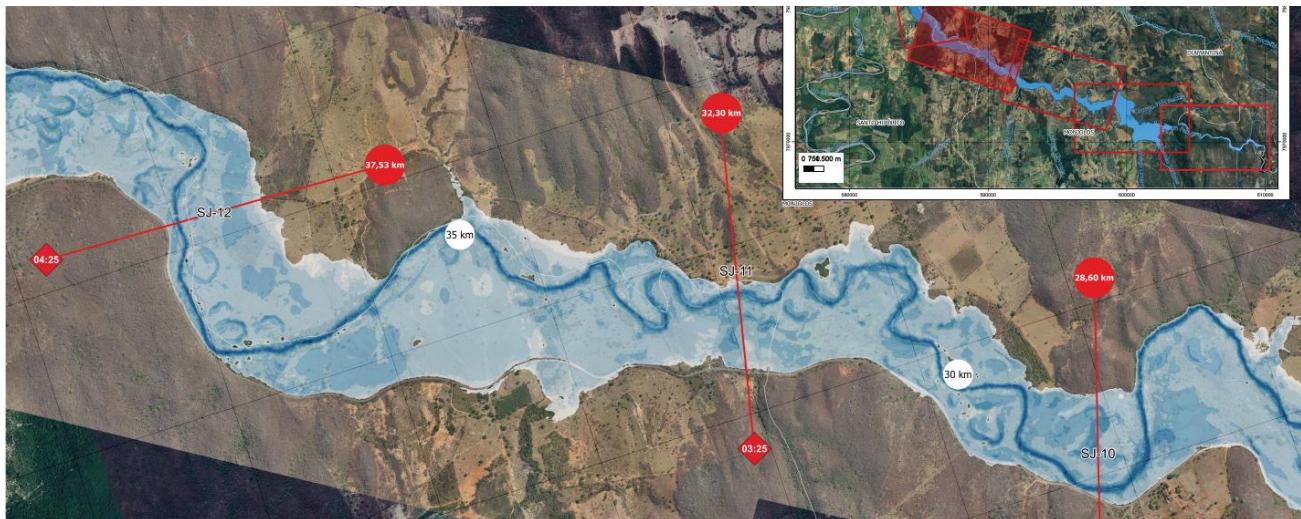


Figura 17 - A partir da seção SJ-10 são observados pontos de baixa densidade demográfica

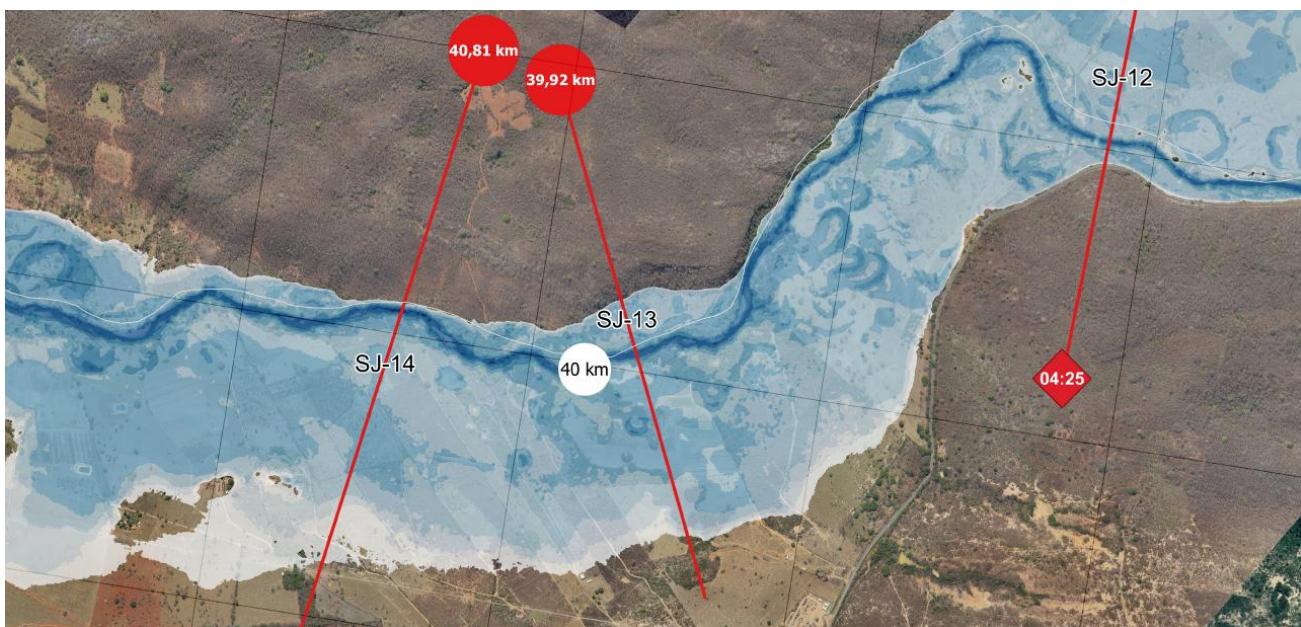


Figura 18 - Seções SJ-12 a SJ-14



Figura 19 - Confluência com o Rio Pardo Grande

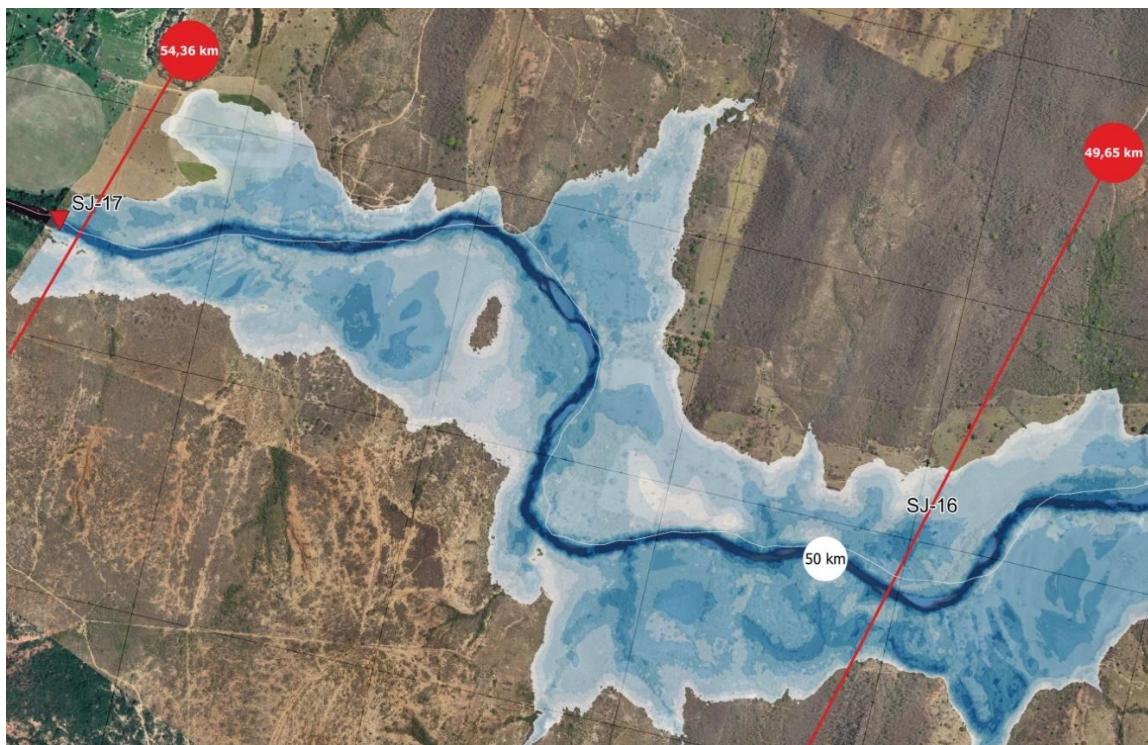


Figura 20 - Fim do modelo na SJ-17, na região do município de Santo Hipólito

V.3.3. Definição da Zona de Segurança Secundária – ZSS

A Zona de Segurança Secundária (ZSS) é a região da mancha de inundação que se inicia após o fim da Zona de Autossalvamento (ZAS).

Apesar de se observar uma significativa atenuação da onda de cheia na região de Monjolos, com base nos resultados obtidos pelo estudo de *dam break* optou-se por estender o trecho simulado pelo interesse em conhecer os efeitos da onda de ruptura e das cheias naturais ao longo de toda a área, até as regiões a jusante da confluência com o Rio Pardo Grande.

Através dos mapas de inundação é possível perceber que, a partir do município de Monjolos, a mancha incremental oriunda da ruptura da barragem (cenário 5), é pouco relevante quando comparada à cheia natural extrema do Rio Pardo Pequeno (vazão decamilenar - cenário 1), não apresentando risco adicional significativo para este cenário. A Figura 21 apresenta as manchas de ruptura e da cheia natural decamilenar sobrepostas para possibilitar a comparação entre elas.

De acordo com o manual da FEMA (2013) [10], “recomenda-se que o limite de jusante do estudo seja definido para situações em que a tolerância de elevação vertical entre as cotas de inundação calculadas para um evento hidrológico sem ruptura de barragem e as cotas de inundação para o mesmo evento com ruptura de barragem seja de 2 pés ou menos”. Ou seja, o risco incremental promovido pela onda de ruptura pode ser considerado não significativo a partir da diferença de elevação de 2 pés (61 cm).

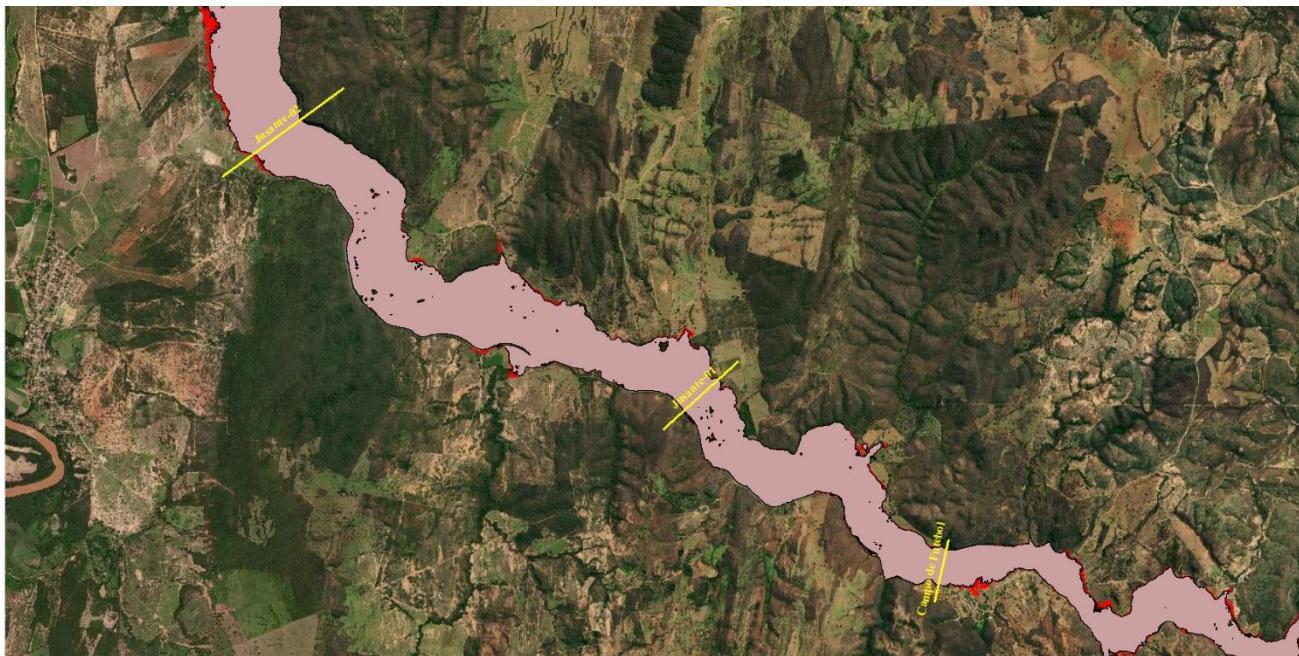


Figura 21 – Comparação entre as manchas de cheia natural decamilenar e ruptura no cenário 5

As figuras a seguir apresentam os perfis de linha d'água traçados para as três seções apontadas na Figura 21.

A primeira seção está localizada no campo de futebol, no município de Monjolos e apresenta uma diferença de elevação entre as manchas de 88cm, como pode ser observado na Figura 22. Na seção Jusante-01, próxima à SJ-10 do estudo de dam break, a diferença cai para 71cm (Figura 23). Por fim, na seção Jusante-02, próxima à SJ-12 do estudo de dam break, a diferença cai para 61cm (Figura 24), indicando o fim da zona de risco incremental.

Conclui-se, portanto, que o limite da ZSS se dá na seção SJ-12.

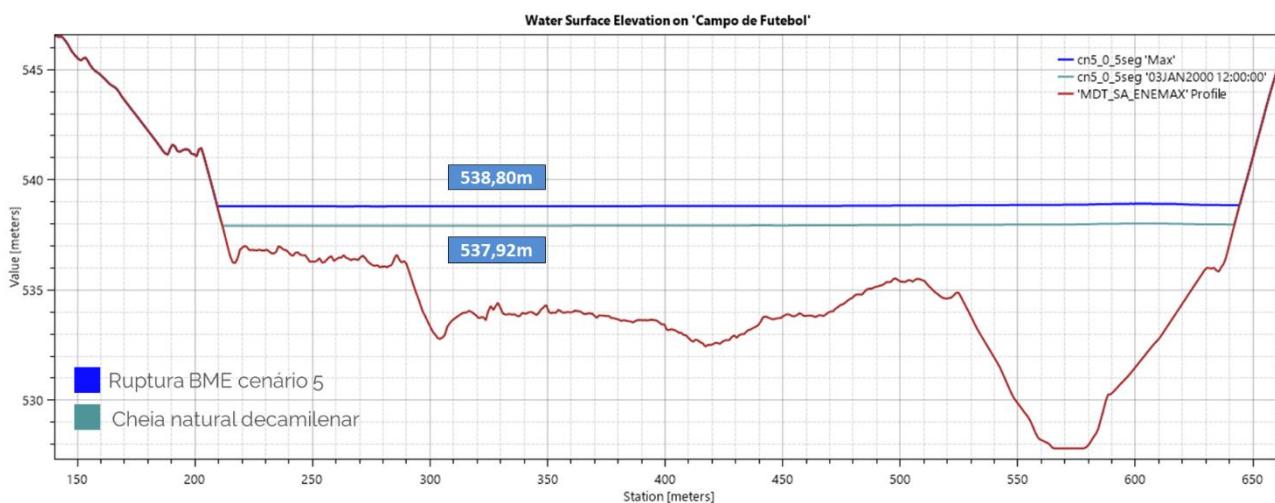


Figura 22 - Perfil na seção próxima ao Campo de Futebol de Monjolos

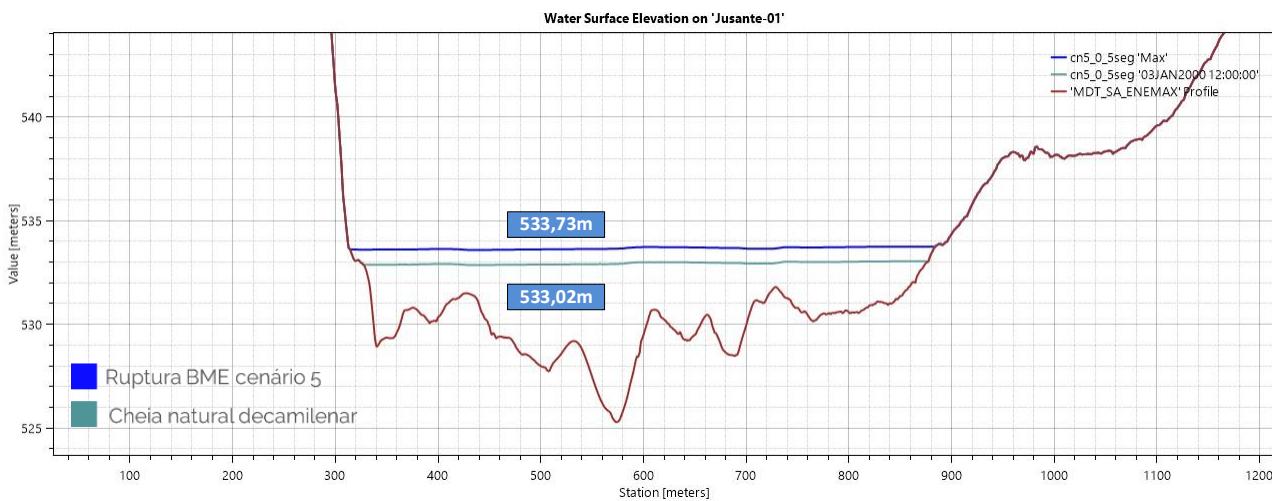


Figura 23 - Perfil na seção Jusante-01, próxima à SJ-10

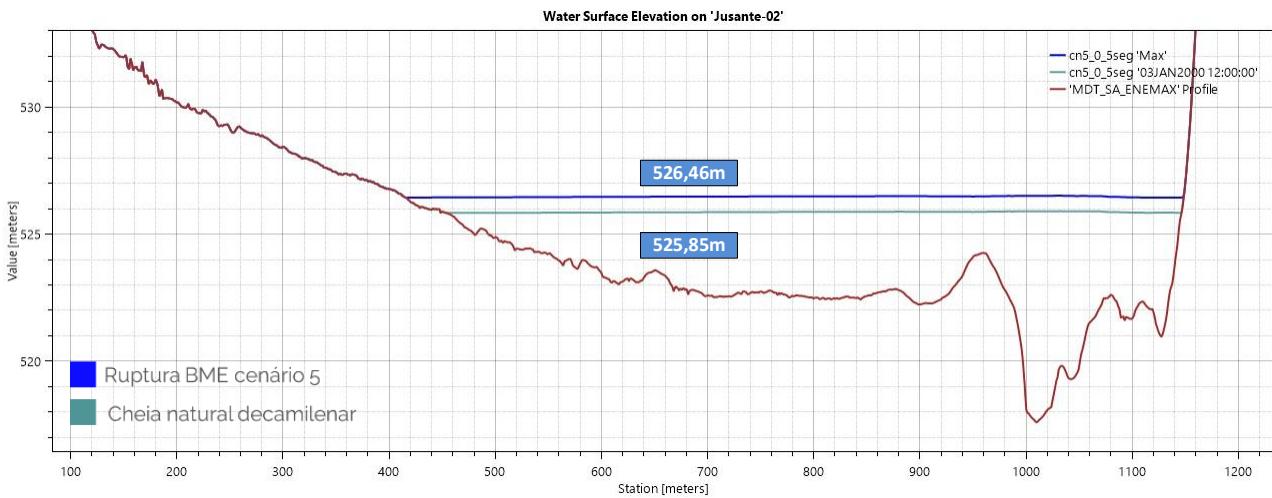


Figura 24 - Perfil na seção Jusante-02, próxima à SJ-12

V.3.4. Existência de estudo de rompimento em cascata

Conforme Art. 6º da Resolução 1.064/2023 da ANEEL, “quando a área de abrangência do estudo se estender até o reservatório de jusante, seu resultado deverá ser encaminhado para o representante do empreendedor da usina de jusante alcançada para avaliação da capacidade de amortecimento. Caso o reservatório da usina de jusante não tenha capacidade para amortecimento da cheia associada à ruptura da barragem de montante, o estudo referente a essa usina de jusante deverá ser atualizado considerando essa condição na análise do pior cenário de ruptura e, se for o caso, encaminhado para representante do empreendedor da usina de jusante.”

O barramento da PCH Serra das Agulhas é o único aproveitamento existente no Rio Pardo Pequeno, afastando a possibilidade de ruptura em cascata com outros barramentos.

VI. RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE

As atribuições a seguir são de caráter geral, aplicáveis às situações envolvendo emergências associadas à segurança da barragem.

VI.1. Responsabilidades do Empreendedor

A Serra das Agulhas Energia S.A. é responsável pelas ações em Segurança de Barragem de suas estruturas. Suas atribuições são:

- providenciar a elaboração e atualização do PAE;
- simular a ruptura da barragem e determinar as respectivas manchas de inundação;
- promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades;
- participar de simulações externas de situações de emergência, organizados pelas prefeituras e autoridades de proteção e defesa civil;
- designar formalmente um coordenador para executar as ações descritas no PAE;
- detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis de resposta e, na medida do possível, uniformizá-la com os níveis de perigo da barragem;
- declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE que lhe competem;
- executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- notificar as autoridades públicas em caso de situação de emergência;
- emitir declaração de encerramento da emergência;
- providenciar a elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência;
- protocolar PAE nas autoridades públicas com funções na gestão da emergência, em especial, autoridades de proteção e defesa civil e prefeituras potencialmente afetadas;
- prover suporte técnico para as atividades realizadas nas zonas atingidas.

VI.2. Responsabilidades do Coordenador do PAE

O Coordenador Responsável designado pelo empreendedor, conforme definido e registrado nos documentos deste PAE é a Sr. **Heuler Procópio Dornelas Lage**. Fones: (11) 3504-4435 / (31) 99252-3272 E-mail: heuler.lage@srna.co

O substituto designado é o Sr. **Thiago Trindade Linhares**. Fones: (11)3254-9810 / (11) 97416-7438. Email: thiago.linhares@srna.co

O Coordenador é responsável por:

- detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis e código de cores padrão definidos no PAE;
- declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE a ele atribuída;
- executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- notificar as autoridades públicas e usuários da água em caso de situação de emergência;
- emitir declaração de encerramento da emergência;
- providenciar a elaboração do relatório de fechamento de eventos de emergência.

Cabe ainda ao coordenador do PAE as responsabilidades de confirmação da situação de emergência e acionamento do fluxograma de notificação, capacitação e treinamento dos envolvidos, implantação, atualização e revisão do PAE.

VI.3. Responsabilidades da Equipe Local

A equipe local é composta pelo Supervisor de Operadores da usina, que tem as seguintes atribuições:

- Operar e manter a usina, garantindo o funcionamento de seus equipamentos, sistemas de comunicação e avisos;
- Acionar a rede de comunicação com a comunidade local;
- Atuar como equipe de apoio ao ser declarado um nível de alerta;
- Manter fluxo de comunicação direto com o Coordenador do PAE e outros responsáveis da Serra das Agulhas Energia S.A.

O Coordenador de O&M da PCH Serra das Agulhas é o Sr. **Heuler Procópio Dornelas Lage**. Fones: (11) 3504-4435 / (31) 99252-3272.

VI.4. Sistema de Proteção e Defesa Civil e demais autoridades

Os integrantes do Sistema de Proteção e Defesa Civil e demais autoridades existentes na região ou que tenham relação com o empreendimento estão especificados na Tabela 9 e deverão serão integrados nas ações de emergência previstas no PAE.

VII. DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA

VII.1. Como utilizar este plano de ação

O Plano de Ação de Emergência é sistematizado a partir de tabelas que irão orientar os colaboradores e o coordenador do PAE, quando da ocorrência de alguma situação de emergência. As tabelas estão divididas da seguinte maneira:

1. Caracterização dos Níveis de Segurança e Risco de Ruptura (Tabela 7)
 - Apresenta os quatro (4) níveis de segurança e as consequências possíveis para cada um dos níveis.
 - Níveis de alerta para ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas (Tabela 8)
 - Apresenta diversas situações que podem ocorrer na barragem e define o nível de segurança estabelecido para cada situação.
 - Indica possíveis medidas preventivas e corretivas a serem tomadas para cada situação de alerta.
2. Fluxograma de Notificação (Figura 27) e Lista de contatos para notificação (Tabela 9)
 - Apresenta um fluxograma para notificação de todos os envolvidos em caso de ocorrência de alguma situação de emergência.
3. Ações esperadas para cada nível de segurança (Tabela 10 a Tabela 13)
 - Estas tabelas instruem os colaboradores sempre que for observada uma ocorrência anômala, respondendo as seguintes perguntas: “O que fazer?”, “Quem faz?”, “Quando fazer?” e “Como fazer?”.

VII.2. Sequência de ações

VII.2.1. Níveis de Alerta

Inicialmente, a equipe e o coordenador do PAE devem compreender e se familiarizar com os níveis de alerta apresentados:

- Nível de resposta 0 – Normal (verde): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem a segurança da barragem, mas devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo;
- Nível de resposta 1 – Atenção (amarelo): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem a segurança da barragem no curto prazo, mas devem ser controladas, monitoradas ou reparadas;

- Nível de resposta 2 – Alerta (laranja): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco à segurança da barragem, no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema;
- Nível de resposta 3 – Emergência (vermelho): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco de ruptura iminente, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos decorrentes do colapso da barragem.

A Tabela 7 apresenta os níveis de segurança de 0 (zero) a 3 (três), definidos pelo guia da Agência Nacional de Águas – ANA (2016):

Tabela 7 - Níveis de Segurança e Risco de Ruptura

Nível de Segurança	Condições e Situações
Nível 0 (Verde) Situação Normal	Situações de incidente declarado ou previsível, com as seguintes características: i) serem estáveis ou que se desenvolvem muito lentamente no tempo; ii) poderem ser controladas pelo Empreendedor; iii) poderem ser ultrapassadas sem consequências nocivas no vale a jusante.
Nível 1 (Amarelo) Situação de Atenção	Situações que impõem um estado de atenção na barragem e/ou no vale a jusante. As características principais são: i) a situação tende a progredir lentamente, permitindo a realização de estudos para apoio à tomada de decisão; ii) existe a convicção de ser possível controlar a situação, embora o coordenador do PAE possa vir a necessitar de assistência especial de entidades externas; iii) existe a possibilidade de a situação se agravar e de se desenvolverem efeitos perigosos no vale à jusante sobre pessoas e bens.
Nível 2 (Laranja) Situação de Alerta	Situações que impõem um estado de alerta geral na barragem. As características principais deste nível de resposta são as seguintes: i) a situação tende a progredir rapidamente, podendo não existir tempo disponível para a realização de estudos para apoio à tomada de decisão; ii) admite-se não ser possível controlar o acidente, tornando-se indispensável a intervenção de entidades externas; iii) existe a possibilidade de a situação se agravar com a ocorrência de consequências muito graves no vale a jusante.
Nível 3 (Vermelho) Emergência	Situação de catástrofe inevitável, incluindo o início da ruptura da barragem.

VII.2.2. Observação da Ocorrência

Qualquer colaborador, ao observar uma ocorrência, deve difundir a informação à equipe e ao Coordenador do PAE, que irá seguir com o plano de ação.

VII.2.3. Definição do nível de segurança

O Coordenador do PAE, tendo total compreensão das situações de emergência, deve classificar a ocorrência de acordo com a Tabela 8. Nesta tabela, as possíveis ocorrências estão divididas em cinco grupos, com seus respectivos subgrupos:

- O&M
- Anomalias na barragem, ombreiras e área à jusante

- Sistema de Aviso
- Cheias
- Ruptura da Barragem

VII.3. Plano de Ação

Tendo definido o nível de emergência, o Coordenador do PAE deve se orientar pelas tabelas de “ações esperadas para cada nível de segurança” correspondentes (Tabela 10 a Tabela 13).

Deve ser realizada a “Declaração de Emergência” através do formulário padrão apresentado no item X.1 - Formulário de Declaração de Início de Emergência, deste relatório.

Todos os envolvidos devem ser avisados, seguindo a indicação na tabela de ações e o Fluxograma de Notificação da Figura 27. Vale ressaltar que todos os contatos também estão listados na Tabela 9.

A Tabela 8 relaciona diversas medidas a serem tomadas em cada ocorrência observada. Assim que declarar o nível de alerta, o Coordenador do PAE poderá avaliar imediatamente as ações preventivas ou corretivas.

VII.4. Encerramento da Ocorrência

Ao término de qualquer situação de emergência, o Coordenador do PAE, juntamente com a equipe técnica, deve realizar avaliação da situação da barragem. Ao ser declarada a segurança da barragem, o Coordenador do PAE deve proceder com a comunicação à Defesa Civil.

Com o fim das ações emergenciais, deve-se desmobilizar pessoal e equipamentos disponibilizados. O encerramento deve ser oficializado pelo Coordenador do PAE através da Declaração de Encerramento da Emergência em um prazo de 15 dias após a ocorrência.

VII.5. Níveis de alerta para ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas

A Tabela 8 apresenta os níveis de alerta para ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas, assim como possíveis ações preventivas ou corretivas a serem tomadas para cada situação de alerta.

Tabela 8 - Níveis de alerta para ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas

Ocorrência		Cenários Possíveis	Eventuais medidas de intervenção	Nível
O&M	Instrumentação	Ausência de monitoramento, análise ou manutenção	Executar monitoramento, análise e manutenção da conforme indicado pelo responsável pela Segurança de Barragem.	Verde Tabela 10
		Resultados anômalos da instrumentação de auscultação da barragem	Avaliar os resultados anômalos da instrumentação de auscultação da barragem e prover soluções.	
	Equipamentos	Indisponibilidade total do sistema de monitoramento de níveis.	Executar manutenção com urgência.	Amarelo Tabela 11
Anomalias na barragem, ombreiras e área a jusante	Trincas	Trincas superficiais	Monitorar visualmente ou através de instrumento. Fazer registro de todas as medidas.	Verde Tabela 10
		Trincas profundas estáveis, documentadas e monitoradas.		Amarelo Tabela 11
		Presença de trincas transversais e longitudinais profundas sem percolação de água: <ul style="list-style-type: none"> Que não estabilizam Passantes ou não, de montante para jusante 		
		Presença de trincas transversais passantes, de montante para jusante, com percolação de água	Monitorar visualmente ou através de instrumento Fazer registro de todas as medidas Projetar e executar tratamento	
	Surgências (áreas encharcadas, água surgindo ou infiltrações)	Surgência/infiltrações de água próximo à barragem, nos taludes ou ombreiras: <ul style="list-style-type: none"> Não documentada e/ou não monitorada Com carreamento de materiais de origem desconhecida Aumento das infiltrações com o tempo Água saindo com pressão 		Amarelo Tabela 11
		Surgência incontrolável com erosão interna em andamento.		
	Abatimento / Deslizamento	Deslizamento do maciço através da crista ou talude, reduzindo borda livre e/ou seção transversal	Projetar e executar tratamento em caráter emergencial	Laranja Tabela 12
	Deformações	Desalinhamento entre blocos, reduzindo borda livre ou indicando perda de estabilidade dos blocos de concreto.		
Túnel	Avaria no Túnel de Adução	Avaria, dano ou colapso do Túnel de Adução	Fechar comporta da Tomada d'Água. Parar unidades geradoras	Laranja Tabela 12
Cheias	Nível	Nível de água acima da cota 951,50	Verificar impactos aos acessos. Comunicar população sobre a possibilidade de cheias naturais	Amarelo Tabela 11
		Nível de água acima do Máximo Maximorum (952,50)	Acionar fluxo de comunicação. Iniciar estado de alerta no vale a jusante.	Laranja Tabela 12
	Galgamento da barragem	Galgamento da barragem iniciado	Acionar fluxo de comunicação. Iniciar estado de alerta no vale a jusante.	
Ruptura da Barragem		<ul style="list-style-type: none"> Deslocamento total do bloco de concreto do vertedouro ou BMD Abertura de brecha ou colapso do maciço da BME 	Acionar fluxo de comunicação. Iniciar evacuação do vale a jusante.	Vermelho Tabela 13

VII.6. Análise dos Potenciais Modos de Ruptura

A Análise dos Potenciais Modos de Ruptura subsidia a identificação das estruturas susceptíveis às falhas estruturais da barragem. Este é um procedimento que pode ser feito a qualquer momento pelo empreendedor, em conjunto, ou não, com terceiros, a fim de debater maneiras de como a barragem poderia romper.

A partir da análise do projeto, revisão documental, observações realizadas durante as visitas técnicas e estudo de dam break, foram identificados os potenciais modos de falha do barramento.

Os principais modos de falha apresentados são:

1. Ruptura por erosão interna da barragem de terra da margem esquerda;
2. Ruptura por tombamento ou deslizamento de bloco do vertedouro de crista livre;
3. Ruptura por tombamento ou deslizamento de bloco da barragem de concreto da margem direita;
4. Ruptura por galgamento da barragem de terra da margem esquerda.

A Figura 25 apresenta as principais estruturas que podem vir a falhar.



Figura 25 - Estruturas principais

Analisando os principais modos de falha, é possível concluir que há poucas alternativas para atenuar problemas já deflagrados que possam causar a ruptura do barramento.

Para as situações de tombamento e deslizamento de blocos da margem direita e do vertedouro, após a conflagração da situação de emergência, nenhuma ação pode ser tomada para evitar a ruptura.

Para a situação de galgamento da barragem de terra da margem esquerda, como a estrutura vertente é de soleira livre, não apresentando comportas ou descarregador de fundo, também não há ação a ser tomada para evitar a ruptura.

Por fim, em caso de urgências na margem esquerda, com carreamento de material e evidente possibilidade de erosão interna, é possível tentar evitar a ruptura através do lançamento de material a jusante, criando um maior caminho de percolação.

Em quaisquer dos casos apresentados, é necessário o acionamento do Fluxograma de Notificação, apresentado a seguir.

VII.7. Fluxogramas de Notificação

A notificação dos envolvidos na emergência e da população a jusante será feita através de telefonia fixa e móvel. A Figura 26 apresenta o fluxograma de notificação para os níveis verde e amarelo, com foco na atuação em casos de cheias com o NA do reservatório acima de 951,50 m e alerta à prefeitura de Monjolos para a elevação do nível do rio.

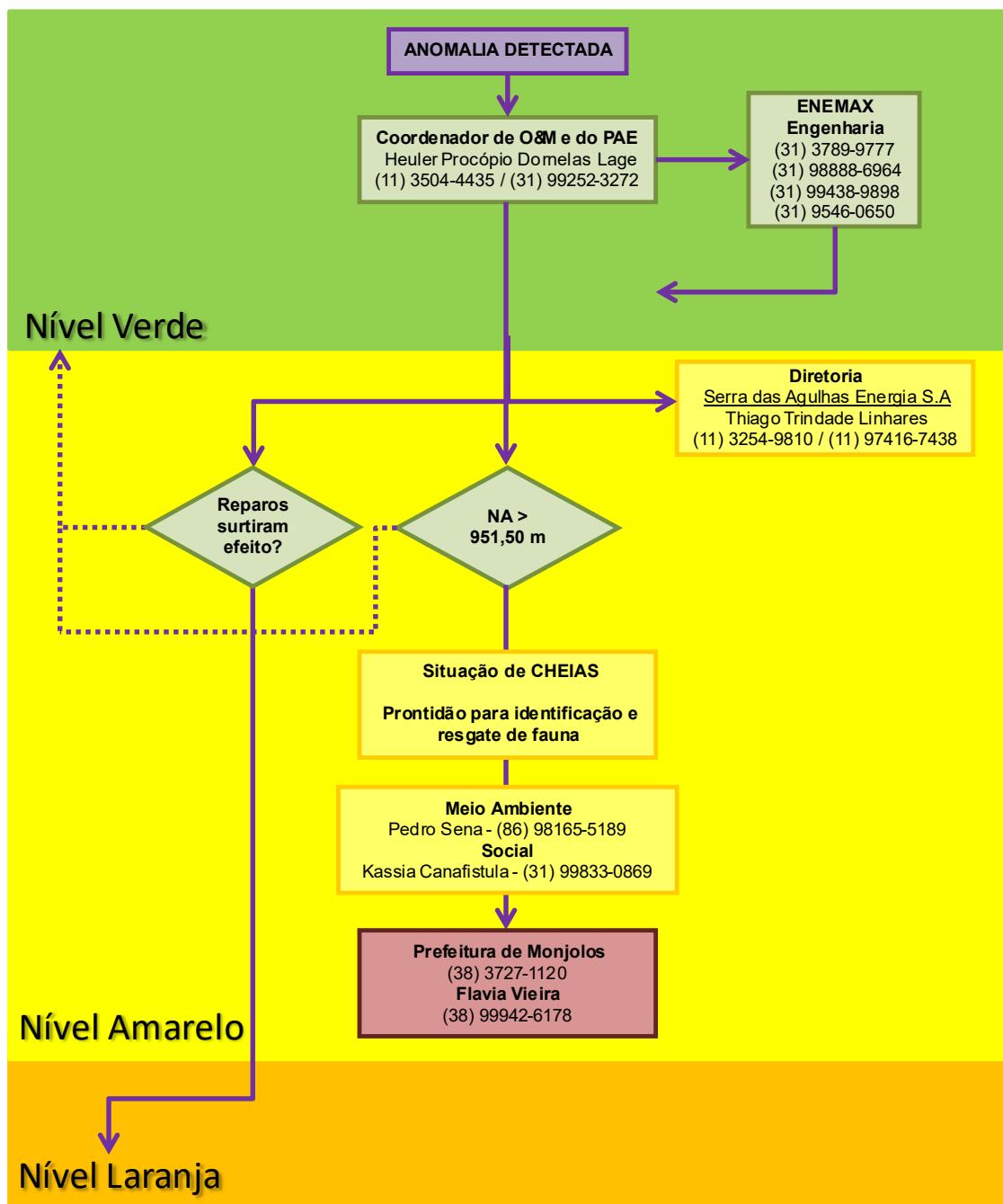


Figura 26 - Fluxograma de Notificação para os níveis verde e amarelo

A Figura 27 apresenta o fluxograma de comunicação para cada um dos níveis e a Tabela 9 apresenta a relação entre as pessoas e seus contatos.

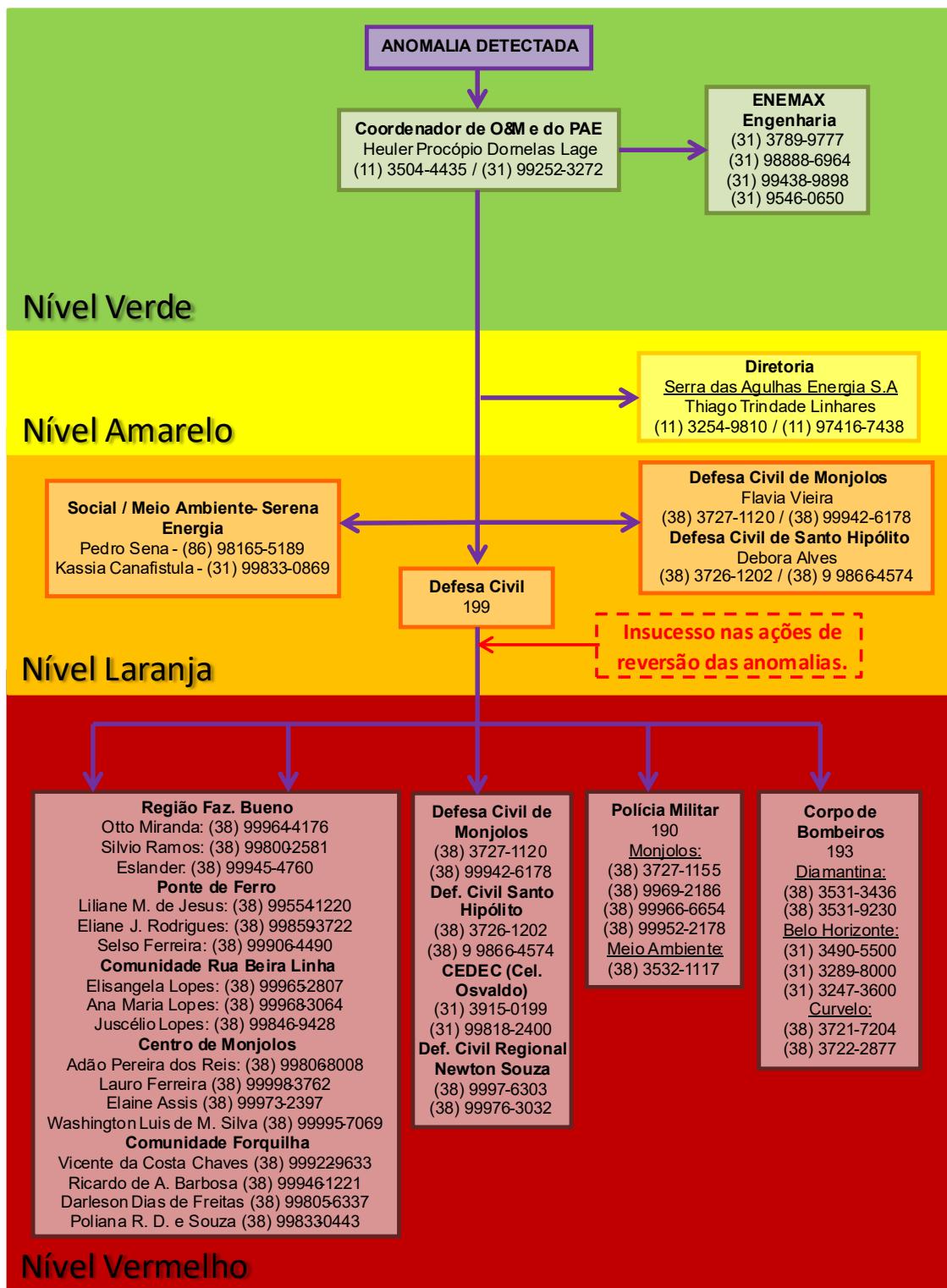


Figura 27 – Fluxograma de Notificação

Tabela 9 - Lista de contatos para notificação

Nome / Contato	Endereço, Telefone e e-mail	
Coordenador do PAE		
Heuler Lage	heuler.lage@srna.co	
Comercial	(11) 3504-4435	
Celular	(31) 99252-3272	
Substituto ao Coordenador do PAE		
Thiago Trindade Linhares	thiago.linhares@srna.co	
Comercial	(11) 3254-9810	
Celular	(11) 97416-7438	
Coordenador de O&M		
Heuler Procópio Dornelas Lage	heuler.lage@srna.co	
Comercial	(11) 3504-4435	
Celular	(31) 99252-3272	
Empresa Responsável pela Segurança da Barragem		
ENEMAX Engenharia e Consultoria		
Glauco Gonçalves Dias	glauco@enemaxengenharia.com.br	
Comercial	(31) 3789-9777	
Celular	(31) 98888-6964	
André Santos de Oliveira Furtado	andre@enemaxengenharia.com.br	
Comercial	(31) 3789-9777	
Celular	(31) 99438-9898	
Victor Romeu Fernandes Oliveira	victor@enemaxengenharia.com.br	
Comercial	(31) 3789-9777	
Celular	(31) 99546-0650	
Defesa Civil		
Defesa Civil	Comercial	199
Defesa Civil de Monjolos Responsável: Flavia Vieira	defesacivil@prefeituramonjolos.mg.gov.br pmmonjolos@gmail.com	
	Comercial	(38) 3727-1120
	Celular	(38) 9 9942-6178
Defesa Civil Santo Hipólito Responsável: Débora Alves	condec@santohipolito.mg.gov.br meioambiente@santohipolito.mg.gov.br	
	Comercial	(38) 3726-1202
	Celular	(38) 9 9866-4574
Defesa Civil Estadual Coronel PM Osvaldo De Souza Marques	Comercial	(31) 3915-0199 / (31) 99818-2400
Defesa Civil Regional - 14º RPM Curvelo 2º Ten. PM Newton Souza Lima Junior	newton.junior@defesacivil.mg.gov.br 14redes@gmail.com	
	Celular	(38)9997-6303 (38)99976-3032
Prefeitura de Monjolos		
Prefeitura de Monjolos	Comercial	(38) 3727-1120
Polícia Militar		
Batalhão da Polícia Militar - 3º SGT Geraldo Antônio da Silva Filho (Monjolos)	pmmonjolos@yahoo.com.br	
Comercial	190	
Comercial	(38) 3727-1155 / (38) 99969-2186 / (38) 99966-6654 / (38) 99952-2178	

Polícia Militar de Meio Ambiente (Diamantina)	Comercial	(38) 3532-1117
Corpo de Bombeiros		
Corpo de Bombeiros	Comercial	193
Corpo de Bombeiros de Diamantina - Major BM Fábio Gonçalves Spínola	6ciaind.1ciaop@bombeiros.mg.gov.br	Comercial (38) 3531-3436 / (38) 3531-9230
Corpo de Bombeiros de Belo Horizonte MG	Comercial	(31) 3490-5500 / (31) 3289-8000 / (31) 3247-3600
Corpo de Bombeiros de Curvelo MG - Tenente Santos	Comercial	(38) 3721-7204 / (38) 3722-2877
Gerentes, Supervisores e Colaboradores a serem contatados nas emergências		
Analista de Meio Ambiente		
Pedro Sena	Celular	(81) 98165-5189
Analista de Gestão Social		
Kassia Canasfílula	Celular	(31) 99833-0869
Hospitais e Postos de Saúde		
Posto de Saúde Monjolos	Comercial	(38) 3727-1101
Posto de Saúde de Santo Hipólito	Comercial	(38) 3726-1182
Hospital Santo Antônio- Curvelo	Comercial	(38) 3721-2111
Hospital Imaculada Conceição-Curvelo	Comercial	(38) 3721-1211
Pronto Atendimento-Corinto	Comercial	(38) 3751-4393
Hospital Santa Casa de Caridade de Diamantina	Comercial	(38) 3532-1300
Hospital Nossa Senhora da Saúde de Diamantina	Comercial	(38) 3532-1500
Comunidades		
Região Fazenda Bueno		
Moradores margem esquerda	Otto Miranda - (38) 99964-4176 / Silvio Ramos: (38) 99800-2581	
Moradores margem direita	Eslander (Maria Emilia): (38) 99945 4760	
Ponte de Ferro		
Moradores	Liliane Maria de Jesus: (38) 995541220 Eliane de Jesus Rodrigues: (38) 998593722 Selso Ferreira: (38) 999064490	
Comunidade Beira Linha		
Moradores	Elisangela Lopes: (38) 999652807 Ana Maria Lopes: (38) 999683064 Juscélio Lopes: (38) 998469428	
Centro de Monjolos		
Moradores	Adão Pereira dos Reis: (38) 99806 8008 Lauro Ferreira: (38) 99998 3762 Elaine Assis Silva Almeida: (38) 99973 2397 Washington Luis de Machado Silva: (38) 99995 7069	
Forquilha		
Moradores	Vicente da Costa Chaves: (38) 99922 9633 Ricardo de Alvarenga Barbosa: (38) 99946 1221 Darleson Dias de Freitas: (38) 99805 6337 Poliana Rafaela Duque e Souza: (38) 99833 0443	

VII.8. Ações esperadas para cada nível de segurança

Tabela 10 - Ações esperadas para o nível 0 (Verde)

O QUE FAZER	QUEM FAZ	QUANDO FAZER	COMO FAZER
<u>Comunicar:</u> Equipe Local	Observador	Ao verificar ocorrência da Tabela 8	Contatos na Tabela 9
<u>Comunicar:</u> Coordenador do PAE	Equipe Local	Ao receber alerta e identificar ocorrência da Tabela 8	Contatos na Tabela 9
<u>Comunicar:</u> ENEMAX	Coordenador de O&M	Ao receber alerta e identificar ocorrência da Tabela 8	Contatos na Tabela 9
Decretar nível Verde	Coordenador do PAE	Após notificação e avaliação da ocorrência	Declarar Nível
<u>Ações</u> Implementar medidas preventivas e corretivas	Coordenador do PAE Equipe Local	Após avaliação	Adotar medidas descritas na Tabela 8
<u>Registrar:</u> Ações e Observações	Equipe Local	Ao longo da situação	Livro de Ocorrências
<u>Avaliar:</u> Progresso da situação	Coordenador do PAE	Ao verificar o progresso do evento e resultado de medidas	Declarar novo Nível ou encerrar ocorrência

Tabela 11 - Ações esperadas para o nível 1 (Amarelo)

O QUE FAZER	QUEM FAZ	QUANDO FAZER	COMO FAZER
<u>Comunicar:</u> Equipe Local	Observador	Ao verificar ocorrência da Tabela 8	Contatos na Tabela 9
<u>Comunicar:</u> Coordenador do PAE	Equipe Local	Ao receber alerta e identificar ocorrência da Tabela 8	Contatos na Tabela 9
<u>Comunicar:</u> ENEMAX	Coordenador de O&M	Ao receber alerta e identificar ocorrência da Tabela 8	Contatos na Tabela 9
Decretar nível Amarelo	Coordenador do PAE	Após notificação e avaliação da ocorrência	Declarar Nível
<u>Comunicar:</u> Diretoria	Coordenador do PAE	Após notificação	Contatos na Tabela 9
<u>Ações</u> Planejar e Implementar medidas preventivas e corretivas	Coordenador do PAE Equipe Local ENEMAX	Após avaliação	Adotar medidas descritas na Tabela 8
<u>Registrar:</u> Ações e Observações	Equipe Local	Ao longo da situação	Livro de Ocorrências
<u>Avaliar:</u> Progresso da situação	Coordenador do PAE ENEMAX	Ao verificar o progresso do evento e resultado de medidas	Declarar novo Nível ou encerrar ocorrência

Tabela 12 - Ações esperadas para o nível 2 (Laranja)

O QUE FAZER	QUEM FAZ	QUANDO FAZER	COMO FAZER
<u>Comunicar:</u> Equipe Local	Observador	Ao verificar ocorrência da Tabela 8	Contatos na Tabela 9
<u>Comunicar:</u> Coordenador do PAE	Equipe Local	Ao receber alerta e identificar ocorrência da Tabela 8	Contatos na Tabela 9
<u>Comunicar:</u> ENEMAX	Coordenador de O&M	Ao receber alerta e identificar ocorrência da Tabela 8	Contatos na Tabela 9
Decretar nível Laranja	Coordenador do PAE	Após avaliação da ocorrência de acordo com a Tabela 8	Declarar Nível
<u>Comunicar:</u> Diretoria	Coordenador do PAE	Após a instituição do alerta Laranja	Contatos na Tabela 9
Assumir posto no local	Equipe Local Coordenador do PAE ENEMAX	Após a instituição do alerta Laranja	Vai ao local ou envia equipe civil
<u>Ações</u> Avaliar situação e planejar medidas	Coordenador do PAE Equipe Local ENEMAX	Ao longo da situação	Manter contato com a Equipe de Segurança de Barragem (Tabela 9)
<u>Ações</u> Tomar medidas preventivas e corretivas	Coordenador do PAE ENEMAX	Após avaliação	Adotar medidas descritas na Tabela 8
<u>Ações</u> Verificar a necessidade de alertar a Defesa Civil e iniciar evacuação	Coordenador do PAE	Após avaliação	Contatos na Tabela 9
<u>Registrar:</u> Ações e Observações	Equipe Local	Ao longo da situação	Livro de Ocorrências
<u>Avaliar:</u> Progresso da situação	Coordenador do PAE ENEMAX	Ao verificar o progresso do evento e resultado de medidas	Declarar novo Nível ou encerrar ocorrência

Tabela 13 – Ações esperadas para o nível 3 (Vermelho)

O QUE FAZER	QUEM FAZ	QUANDO FAZER	COMO FAZER
<u>Comunicar:</u> Equipe Local	Observador	Ao verificar ocorrência da Tabela 8	Contatos na Tabela 9
<u>Comunicar:</u> Coordenador do PAE	Equipe Local	Ao receber alerta e identificar ocorrência	Contatos na Tabela 9
<u>Comunicar:</u> ENEMAX	Coordenador de O&M	Ao receber alerta e identificar ocorrência da Tabela 8	Contatos na Tabela 9
Decretar nível Vermelho	Coordenador do PAE	Após avaliação da ocorrência de acordo com Tabela 8	Declarar Nível
<u>Evacuação:</u> Coordenar evacuação da casa de força. Limitar acessos à barragem e ao TVR	Equipe Local Coordenador do PAE Equipe Serena Energia (Antiga Omega Energia)	Após a instituição do alerta Vermelho	Seguir procedimentos da Usina
Desinterligar as unidades geradoras Desligar a subestação elevadora	Equipe Local	Após a instituição do alerta Vermelho	Seguir procedimentos da Usina

Desligar a linha de transmissão			
<u>Comunicar:</u> Diretoria	Coordenador do PAE	Após a instituição do alerta Vermelho	Contatos na Tabela 9
<u>Comunicar:</u> Prefeitura / Defesa Civil Polícia Militar Bombeiros	Equipe Local	Após a instituição do alerta Vermelho	Contatos na Tabela 9
<u>Evacuar:</u> População da ZAS <u>Restringir:</u> O acesso à ponte da rodovia MG-220	Defesa Civil	Após comunicação da Equipe Local	Contatos na Tabela 9
Assumir posto no local	Coordenador do PAE	Após a instituição do alerta Vermelho	Vai ao local ou envia equipe civil
<u>Comunicação:</u> Manter comunicação constante com a Defesa Civil para coordenação de ações visando à redução de danos	Coordenador do PAE Equipe Local	Ao longo da situação	Contatos na Tabela 9
<u>Ações</u> Avaliar situação e tomar medidas corretivas.	Coordenador do PAE Equipe Local ENEMAX	Ao longo da situação	Manter contato com a Equipe de Segurança de Barragem
<u>Registrar:</u> Ações e Observações	Equipe Local	Ao longo da situação	Livro de Ocorrências
<u>Avaliar:</u> Progresso da situação	Coordenador do PAE ENEMAX	Ao verificar o progresso do evento e resultado de medidas	Declarar novo Nível ou encerrar ocorrência

VII.9. Ações esperadas para o Nível de Resposta 3 – Emergência

O Nível de Resposta 3 - Emergência é aquele que aciona o PAE externo e ocorre quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco de ruptura iminente da barragem, conforme situações descritas na Tabela 8, devendo ser tomadas medidas de prevenção e redução dos danos materiais e humanos causados pelo rompimento.

Este nível indica que a ruptura não poderá ser evitada e considera-se que o acidente está em curso. Uma vez que o nível de emergência é decretado, não há mais tempo de prevenir a ruptura, devendo os alertas serem dados, conforme fluxograma definido na Figura 27.

Sinteticamente:

- Julga-se que as ações em andamento na barragem não evitam a sua ruptura;
- A barragem já rompeu, está rompendo ou quase rompendo;
- A segurança do vale à jusante está gravemente ameaçada;
- Será necessário acionar os procedimentos de comunicação e notificação internos e externos previstos no PAE;
- Serão necessárias ações de evacuação previstas nos planos de contingência das comunidades à jusante.

VII.9.1. Procedimentos de notificação e alerta no Nível de Resposta Emergência

VII.9.1.1. Zona de Autossalvamento – ZAS

Segundo o Manual do Empreendedor - ANA (2016), a Zona de Autossalvamento - ZAS é a região do vale a jusante da barragem em que se considera que os avisos de alerta à população são da responsabilidade do empreendedor, por não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em situações de emergência, devendo-se adotar, no mínimo, a menor das seguintes distâncias para a sua delimitação: a distância que corresponda a um tempo de chegada da onda de inundação igual a trinta minutos ou 10 km.

É responsabilidade do empreendedor alertar e avisar a população da área potencialmente afetada em situação de emergência da barragem.

O limite da ZAS se dá após a Casa de Força, conforme Figura 12, a 10 km do barramento e com tempo de chegada da onda de cheia de 30 minutos para o cenário mais rigoroso. Ao longo deste trecho não existem áreas ocupadas pela população, sendo assim, as únicas construções afetadas dentro da ZAS são a Ponte Candonga, utilizada exclusivamente para acesso ao barramento, e a Casa de Força.

Sendo a casa de força o único ponto afetado na ZAS, foi realizado mapeamento da rota de fuga e ponto de encontro para essa estrutura. O mapa se encontra no anexo, com o nome de SAG-DBK-DE-21-011, e as rotas de fuga e pontos de encontro constam no relatório REG-SAG-01-2024-R0.

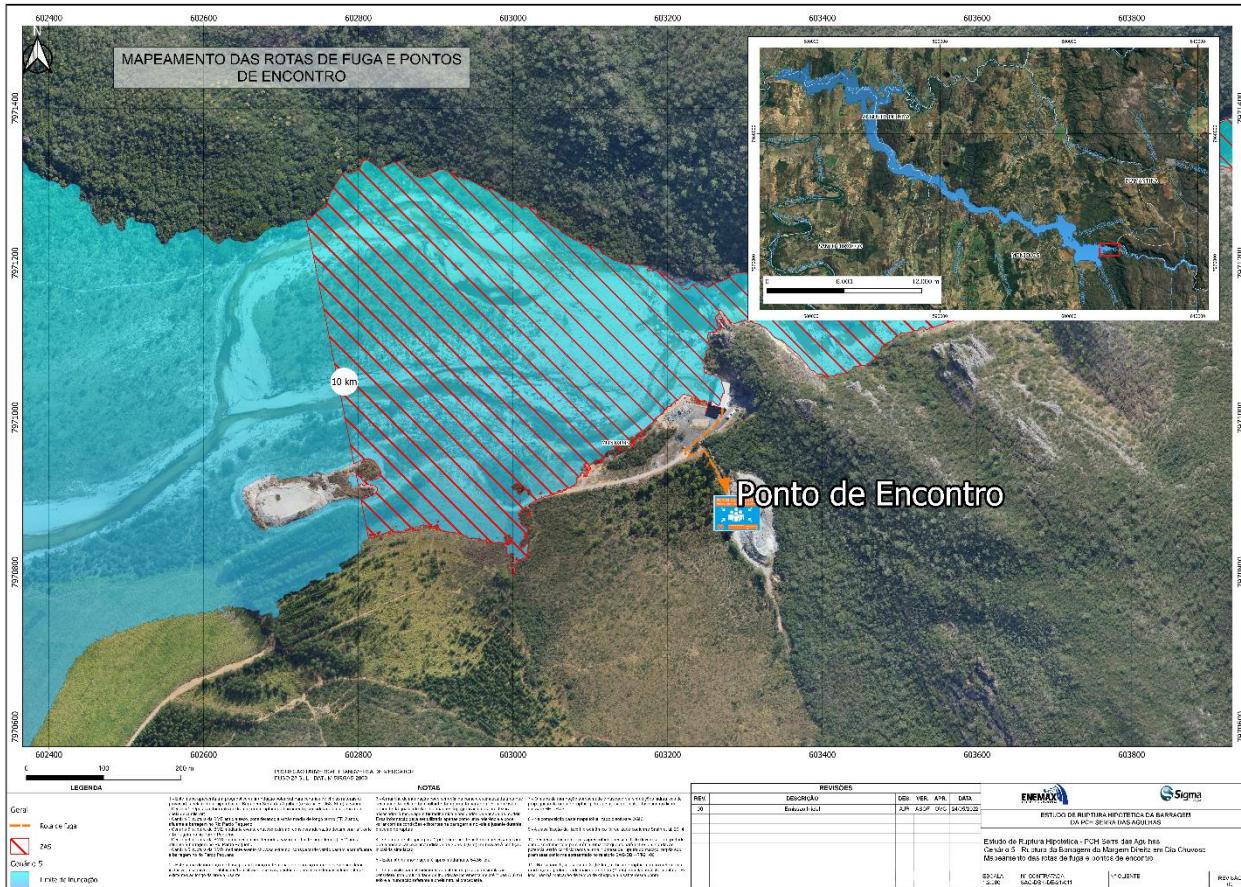


Figura 28 - Rota de Fuga da Casa de Força



Figura 29 - Rotas de fuga e ponto de encontro cachoeira da Candonga



Figura 30 - Placas instaladas



Figura 31 - Placas de aviso implantadas na ZAS

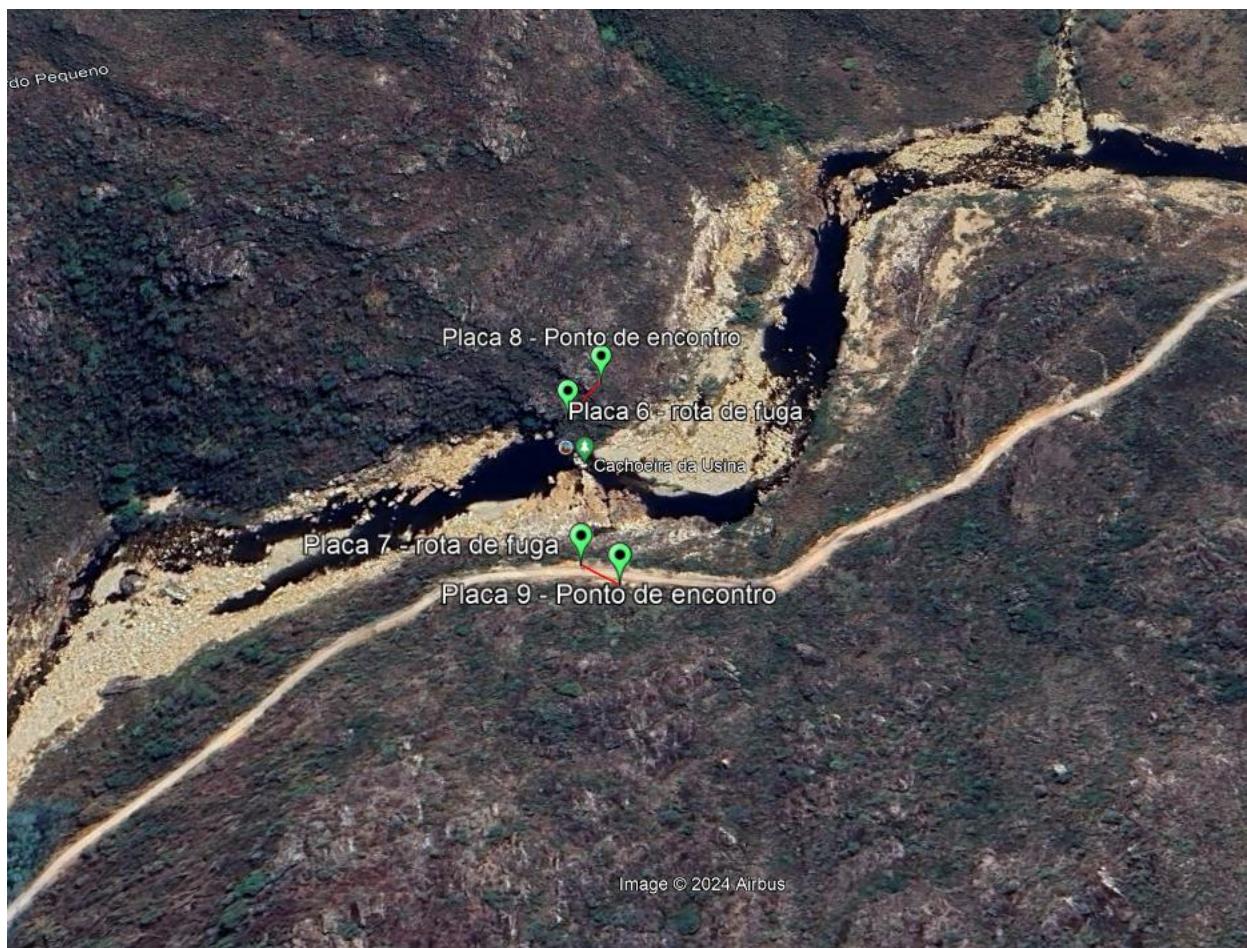


Figura 32 - Placas instaladas na cachoeira da usina



Figura 33 - Placas de rotas de fuga e pontos de encontro na cachoeira da usina

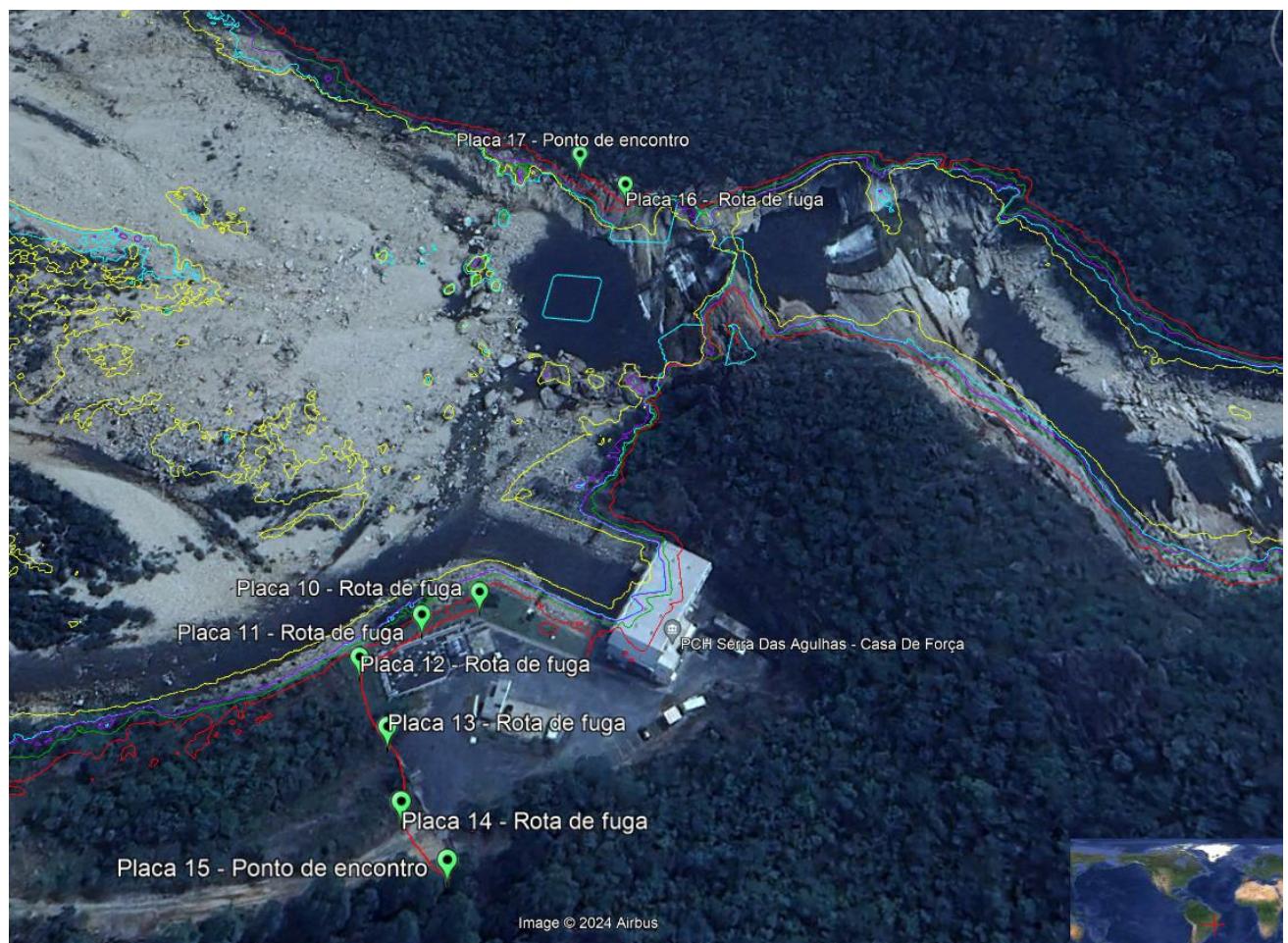


Figura 34 - Placas de rotas de fuga e pontos de encontro na cachoeira Bueno



Figura 35 - Placas implementadas na cachoeira Bueno



Figura 36 - Placas implementadas para rota de fuga e ponto de encontro da casa de força



Figura 37 - Ponto de encontro da casa de força

VII.9.1.2. Procedimentos de comunicação às regiões afetadas

A região após a ZAS, é chamada de Zona de Segurança Secundária, e no caso do PAE da PCH Serra das Agulhas, se dá após a seção SJ-04, na região da Fazenda Bueno, até a seção SJ-12, na região da Fazenda Forquilha, em Santo Hipólito.

Em caso de emergência ou acidente, a notificação da situação deverá ser feita em conjunto com a Defesa Civil Municipal, com base na lista de contatos da Tabela 9 e no fluxograma da Figura 14, que contém todos os responsáveis pelo acionamento do PAE. Todos os envolvidos na emergência serão notificados através de telefonia fixa e móvel.

Deve-se iniciar o comunicado pelas comunidades mais próximas à Casa de Força e seguir a ordem das comunidades à Jusante. As rotas de fuga e pontos de encontro para a ZSS devem ser elaborados em conjunto com a Defesa Civil, que possui maior conhecimento da região. Para os moradores da Fazenda Bueno sugere-se que a rota de fuga seja encaminhada no sentido da comunidade Quebra Pé. Para as demais comunidades, Ponte de Ferro, Beira Rio, Centro de Monjolos e Forquilha sugere-se que a rota de fuga seja encaminhada para a estação Ferroviária na Praça Central do Município.

O sistema de comunicação e os recursos materiais mobilizáveis disponíveis em situação de emergência estão especificados a seguir, no item VII.10 - Recursos Materiais e Logísticos.

VII.10. Recursos Materiais e Logísticos

Ao se enfrentar situações de emergência, recursos materiais fixos e mobilizáveis devem estar disponíveis para utilização, com destaque para os meios de comunicação, de

fornecimento de energia e de transporte (Tabela 14). Esses recursos são necessários para um atendimento imediato às condições de emergência que estejam se iniciando.

VII.10.1. Sistema de Comunicação

O sistema de telefonia da usina é interligado ao sistema de internet da Sala de Controle, utilizando um aparelho VoIP.

VII.10.2. Sala de Emergência

A Sala de Emergência a ser utilizada na ocorrência de qualquer situação descrita nesse plano é a Sala de Controle, situada na casa de força, conforme mapa a seguir.

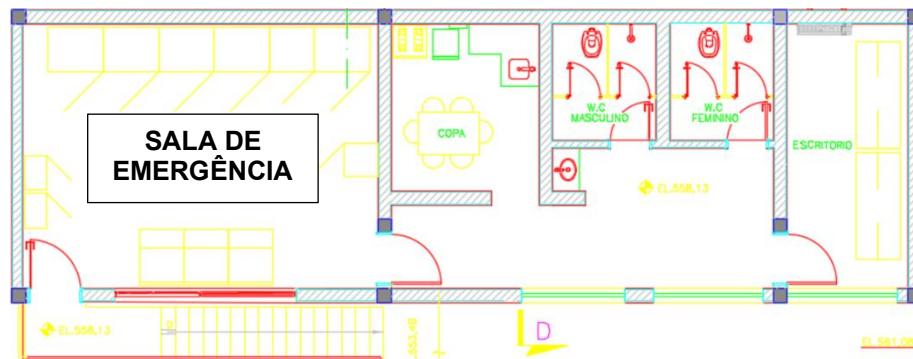


Figura 38 - Sala de Emergência

VII.10.3. Recursos Materiais Mobilizáveis em Situação de Emergência

A Tabela 14 lista os recursos materiais disponíveis tanto na PCH como em fornecedores próximos à usina. A equipe local deve manter a relação de recursos atualizada.

Tabela 14 - Recursos e materiais

Material / Equipamento	Quantidade / Capacidade	Proprietário / Fornecedor	Local	Contatos
Equipamentos de movimentação de terra / enrocamento				
Caminhão basculante	4	Márcio Máquinas/Flor do Mato Paisagismo/CRM Empreendimentos	Montes Claros – MG/Curvelo – MG/Ipanema - MG	(38) 99957-4515 (38) 3721-2838 (38) 99963-8866 (33) 98760-5480 (33) 99941-4267
Pá carregadeira	2	Márcio Máquinas/Flor do Mato Paisagismo/CRM Empreendimentos	Montes Claros – MG/Curvelo – MG/Ipanema - MG	(38) 99957-4515 (38) 3721-2838 (38) 99963-8866 (33) 98760-5480 (33) 99941-4267
Equipamento de Terraplanagem	2	Márcio Máquinas/Flor do Mato Paisagismo/CRM Empreendimentos	Montes Claros – MG/Curvelo – MG/Ipanema - MG	(38) 99957-4515 (38) 3721-2838 (38) 99963-8866 (33) 98760-5480 (33) 99941-4267
Alimentação		Padaria Nogueira - Fornecimento de produtos de higiene básica, café da	Monjolos/MG	(38) 99862-2226 (38) 99834-0197

		manhã e produtos de limpeza.		
Hospedagem		Hospedaria e pousada para funcionários, terceiros e outros	Monjolos/MG	(38) 99995-2314
Alimentação		Restaurante do Cleiber – Fornecimento de almoço e janta	Monjolos/MG	(38) 99987-3074
Alimentação		Restaurante do Charles – Fornecimento de almoço	Monjolos/MG	(38) 99977-8402
Veículos de transporte de pessoal				
Veículos de transporte de pessoal	2	1 BEI e 1 Serena Energia (Antiga Omega Energia)	Monjolos e Corinto - MG	(31) 3544-1253 (33) 98874-6252
Carro	5	Localiza Locadora	Betim - MG	(27) 2101-2211
Carro	1	Táxi Pai e Filho	Monjolos - MG	(38) 99967-9943 (38) 99993-086
Equipamentos de Comunicação				
Kits de Rádio	2	PCH Serra das Agulhas	Usina	(98) 3190-7987
Internet via rádio com comunicação (switch) da barragem para a casa de força	10Mb/s	RZNet	Curvelo - MG	(38) 3729-6550 (38) 99846-3665
Internet via satélite Casa de Força	7Mb/s	FoneLight	Varginha - MG	(35) 3221-6626
Telefonia	1 (VoIP)	RZNet	Curvelo - MG	(38) 3729-6550 (38) 99846-3665
Mão de obra própria ou terceirizada				
Técnicos	2	Serena Energia (Antiga Omega Energia)	Corinto e Monjolos- MG	(98) 3190-7987 (38) 99847-3042 (38) 99890-7104
Auxiliares	1	Serena Energia (Antiga Omega Energia)	Corinto e Monjolos- MG	(98) 3190-7987 (38) 99955-9515
Técnicos	2	BEI	Corinto e Monjolos- MG	(98) 3190-7987
Auxiliares	1	BEI	Corinto e Monjolos- MG	(98) 3190-7987
Nível Superior	3	Serena Energia (Antiga Omega Energia)	São Paulo -SP	(11) 3254-9810
Outros				
Empréstimo de material	-	Mina de Quartzo Mário Batista ou Samuel	Monjolos- MG (Quebra Pé)	(38) 9 9945 8687 (37) 9 9139 9120
Caminhão para Mudança	1	André	Monjolos- MG	(38) 9 9801 4883
Caminhão para Mudança	1	Geraldo Henrique	Monjolos- MG	(38) 9 9956 4768
Caminhão para Mudança	1	Marcos Aurelio	Monjolos- MG	(38) 9 9990 9127
Caminhão para Mudança	1	Igor	Monjolos- MG	(38) 9 9987 5753
Caminhão para remoção de animais	1	Geraldo Antonio de Souza (careca)	Monjolos- MG	(38) 9 9909 0673
Caminhão para remoção de animais	1	Ruanito Filho	Monjolos- MG	(38) 9 9872 4286
Pátio para abrigo de animais	2	Prefeitura / Vanderlei	Monjolos- MG	(38) 3727-1120 (38) 9 9861 0916

VII.10.4. Área de empréstimo de material

Foi mapeada uma área de empréstimo de material no município de Monjolos, para utilização em caso de necessidade de aprovisionamento. O local é uma mina de quartzo e está localizado no distrito de quebra pé, a 17 km da cidade de Monjolos e, aproximadamente, a 45 km da barragem, nas coordenadas UTM 599604.90 / 7965681.06 S conforme figuras a seguir. O proprietário possui maquinário e caminhões basculantes.

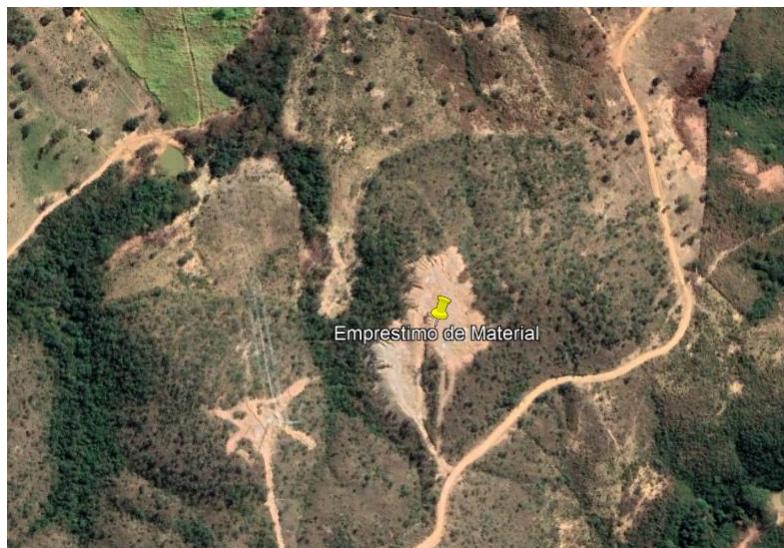


Figura 39 - Área de Empréstimo

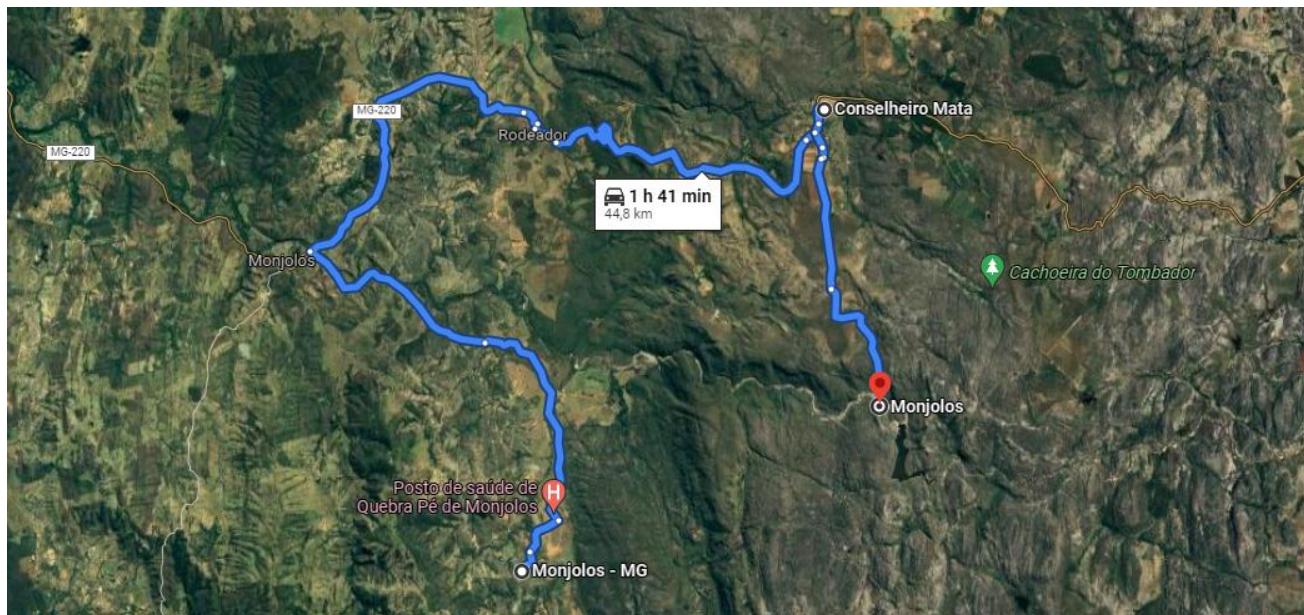


Figura 40 - Trajeto de aproximadamente 45 km

VII.10.5. Abrigos para animais

Foram mapeadas duas áreas para abrigos de animais, são áreas utilizadas pela prefeitura para apreensão de animais de rua. Os contatos do responsável, Vanderlei, estão na Tabela 9. A figura a seguir apresenta a localização das áreas no município de Monjolos.



Figura 41 - Localização das áreas para abrigos de animais



Figura 42 - Localização das áreas para abrigos de animais

VIII. PLANO DE TREINAMENTO

Para efetiva implementação do PAE, sugere-se à PCH Serra das Agulhas a realização de treinamentos internos, testes do plano e participação de simulações de situação de emergência, em conjunto com as prefeituras, Defesa Civil e população potencialmente afetada, conforme política interna da empresa Serena Energia (Antiga Omega Energia).

Os treinamentos internos são focados na estrutura interna do empreendedor, nas respostas imediatas, no processo interno de tomada de decisão, na detecção de falhas no plano com atenção em pontos como comunicações, recursos humanos e materiais e capacitação.

Externamente, os treinamentos devem ser coordenados pelas autoridades de proteção e defesa civil, com o auxílio do empreendedor e devem ser contemplados nos respectivos planos de contingência municipais.

Até o presente momento foram realizadas as seguintes atividades:

Tabela 15 – Atividades de treinamento já realizadas

Atividade	Data	Participantes
Simulado Interno e Tabletop Exercise	24/06/2021	<p>Serena Energia (Antiga Omega Energia): Karen Cardoso - Gerente de Ativos Felipe Cima - Coordenador O&M Filipe Melo - Assistente Administrativo Alex Moreira – Aux. Serviços Gerais Cleber Becho - Analista de Gestão Social Eduardo Oliveira - Analista Meio Ambiente</p> <p>BEI: Melque Soares - Supervisor O&M Ueslei Coleta – Téc. Manutenção Mecânica Paulo Cesar Severino – Téc. Manutenção</p>
Apresentação do PAE e esclarecimentos técnicos às Defesas Civis de Monjolos, Santo Hipólito e Coordenação Regional 14ª Redec	17/05/2022	<p>Felipe Cima - Coordenador O&M Filipe Melo - Assistente Administrativo Kássia Canafístula – Analista Gestão Social Valquesia Braga - COMPDEC Monjolos Nilton Lucio - COMPDEC Sto. Hipólito 2º Tem. PM Newton Souza - REDEC Curvelo 3º Sgt Geraldo Silva - PMMG 3º Sgt Anderson Ruas – PMMG Natália Cabral - COMPDEC Monjolos Emerson Campos - COMPDEC Monjolos Arione Cruz - COMPDEC Monjolos Débora Alves - Pref. Sto Hipólito</p>
Apresentação do PAE e esclarecimentos técnicos às Defesas Civis de Monjolos, Santo Hipólito e apresentação das ações implementadas dentro da ZAS, com a instalação de placas rotas de fuga e pontos de encontro nos pontos turísticos de cachoeiras em atendimento a resolução ANEEL 14066/20, bem como aferir a estrutura de resposta a emergências dos municípios. Informações também contidas no relatório REG-SAG-01-2024-R0	03/07/2024	<p>Heuler Lage - Coordenador O&M Filipe Melo - Assistente Administrativo Valquesia Braga - COMPDEC Monjolos Flávio França Caldeira - COMPDEC Sto. Hipólito</p>
Reunião de apresentação e protocolo: Atualização do Plano de Ação de Emergência – PAE	10/09/2025	<p>Heuler Lage - Coordenador O&M Filipe Melo - Assistente Administrativo Kássia Canafístula – Analista Gestão Social Flávia Vieira - COMPDEC Monjolos Mariana Gomes Rocha – Prefeitura Monjolos Vagner Silva Souza – Prefeitura Monjolos Débora Alves - COMPDEC Sto Hipólito</p>

VIII.1. Plano de Contingência Municipal

O presente documento visa dar subsídio técnico complementar para que Municípios desempenhem suas competências legais de elaborar os Planos de Contingência Municipais para os riscos gerados por barragens existentes em seu território. Esses Planos têm como foco de atuação a área de impacto direto estimada para uma barragem em uma eventual situação emergencial.

Salienta-se que um Plano de Contingência é um esforço na tentativa de reduzir as chances de ocorrência de danos humanos em uma situação emergencial. Não há uma garantia absoluta de que nenhuma vítima ocorrerá, mas é certo que ao dispor de um planejamento prévio, que prepare a população exposta a um determinado risco, bem como os agentes públicos e privados responsáveis pelas ações emergenciais, aumentam-se as chances de preservação de vidas e da integridade física das pessoas.

Para mais informações, é recomendada a leitura do documento Orientações Para Apoio à Elaboração de Planos de Contingência Municipais para Barragens, elaborado conjuntamente pelo CENAD, SEDEC e Ministério da Integração Nacional em Setembro de 2016.

VIII.2. Exercício de Simulação

A simulação tem como objetivo a realização de um teste inicial envolvendo os participantes internos e externos do PAE. O exercício consiste na simulação de uma das situações de emergência descritas na Tabela 8, prosseguindo com discussões para avaliação dos procedimentos. Em seguida, todos os alertas e meios de comunicação internos e externos devem ser testados. O PAE poderá sofrer atualizações ao fim do exercício.

Treinamento interno:

- Verificar e ativar:
 - Rádios comunicadores;
 - Linhas telefônicas, celulares e rede de internet;
- Acionar: Instruções internas em casos de emergência;

Atualizar: Números de telefones, celulares e e-mail dos contatos presentes na Figura 27 e na Tabela 9.

IX. ENCERRAMENTO DAS OPERAÇÕES

O encerramento das operações deverá ser feito pelo coordenador do PAE, através do Formulário de Declaração de Encerramento de Emergência.

X. FORMULÁRIOS E CONTROLES

X.1. Formulário de Declaração de Início de Emergência

PCH SERRA DAS AGULHAS

Declaração de Emergência

Nível de Alerta _____

Eu, _____(nome e cargo)_____, na condição de Coordenador do PAE da Barragem da PCH SERRA DAS AGULHAS e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da Declaração de Emergência, no Nível de Alerta _____ para a Barragem da PCH SERRA DAS AGULHAS, a partir das ___ horas e ___ minutos do dia ___/___/___, em função da ocorrência de:

Diamantina, __ de _____ de ____.

_____ (nome)_____, _____ (cargo)_____, _____ (RG)_____

Assinatura

X.2. Formulário de Declaração de Encerramento de Emergência

PCH SERRA DAS AGULHAS

Declaração de Encerramento da Emergência

Nível de Alerta _____

Eu, _____(nome e cargo)_____, na condição de Coordenador do PAE da Barragem da PCH SERRA DAS AGULHAS e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da Declaração de Encerramento da Emergência, no Nível de Alerta _____ para a Barragem da PCH SERRA DAS AGULHAS a partir das _____ horas e _____ minutos do dia ____/____/_____, em função da recuperação das condições adequadas de Segurança da Barragem e eliminação do Risco de Ruptura.

OBS: _____

Diamantina, ____ de _____ de ____.

_____(nome)_____, _____(cargo)_____, _____(RG)_____

Assinatura

X.3. Formulário de Mensagem de Notificação

URGENTE

A partir das ____:____ h de ____/____/_____, foi ativado o Nível de Segurança _____ do Plano de Ação de Emergência – **PAE da Barragem da PCH SERRA DAS AGULHAS** porque _____.

Esta é uma mensagem de (declaração / alteração) do Nível de Segurança, feita por _____, Coordenador do PAE Plano de Ação de Emergência – PAE da **Barragem da PCH SERRA DAS AGULHAS**.

A causa da declaração é (descrição mínima da situação, identificação da condição anormal, possíveis danos, risco de ruptura potencial ou real, etc.).

Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente a _____, _____ e _____.

As circunstâncias ocorridas fazem com que devam se precaver e por em ação as recomendações e atividades delineadas em sua cópia do Plano de Ação de Emergência - **PAE da Barragem PCH SERRA DAS AGULHAS**.

Favor confirmar o recebimento desta comunicação ao Sr. _____ pelo telefone número () _____ - _____, fax número () _____ - _____ e/ou e-mail xxxx@xxxx.

Nós os manteremos atualizados da situação em caso de mudança do Nível de Segurança, caso ela se resolva ou se torne pior. Nova Comunicação será emitida dentro de _____ horas ou de hora em hora, para sua atualização.

Para outras informações, entre em contato com o Sr. _____ pelo telefone número () _____ - _____, fax número () _____ - _____ e/ou e-mail xxxx@xxxx.

Fim da Mensagem

XI. ANEXO I – ART DE ELABORAÇÃO DO PAE



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART

Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

Via da Obra/Serviço
Página 1/1

CREA-MG

ART de Obra ou Serviço
1420200000006450386

1. Responsável Técnico

GLAUCO GONCALVES DIAS

Título profissional:

ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO/CIVIL;

RNP: 1402872046

Registro: 04.0.0000093955

Empresa contratada:
ENEMAX ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

Registro: 34088

2. Dados do Contrato

Contratante: SIGMA ENERGIA S.A.

CNPJ: 03.803.650/0001-63

Logradouro: AVENIDA BARBACENA

Nº: 000472

Complemento: 402

Bairro: BARRO PRETO

Cidade: BELO HORIZONTE

UF: MG

CEP: 30190130

Contrato: PP-023-PP-028-2020

Celebrado em: 08/07/2020

Valor: 79.814,00

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: RODOVIA PRESIDENTE JUSCELINO A MONJOLOS

Nº: 000000

Bairro: ZONA RUAL

Cidade: MONJOLOS

UF: MG

CEP: 39215000

Data de início: 08/07/2020 Previsão de término: 30/07/2021

Finalidade: INFRAESTRUTURA

Proprietário: SIGMA ENERGIA S.A.

CNPJ: 03.803.650/0001-63

4. Atividade Técnica

1 - CONSULTORIA

Quantidade: Unidade:

PLANEJAMENTO, ESTRUTURA E CONCRETO, BARRAGEM

1.00 un

ANÁLISE, OUTRAS FINALIDADES - GRUPO A(CIVIL), PEQUENA CENTRAL

1.00 un

HIDRELETRICA

2 - EXECUÇÃO

INSPEÇÃO, ESTRUTURA E CONCRETO, BARRAGEM

1.00 un

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

5. Observações

VISITAS TÉCNICAS DE ACOMPANHAMENTO DO ENCHIMENTO. LAUDO TÉCNICO. INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR 2020 E PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA DA PCH SERRA DAS AGULHAS.....

6. Declarações

7. Entidade de Classe

SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Belo Horizonte, 27 de Novembro de 2020

GLAUCO GONCALVES DIAS

RNP: 1402872046

SIGMA ENERGIA S.A.

CNPJ: 03.803.650/0001-63

Valor da ART: 233,94

Registrada em: 27/11/2020

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-mg.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

VALOR DA OBRA: R\$ 79.814,00. ÁREA DE ATUAÇÃO: CIVIL, CIVIL, CIVIL,

www.crea-mg.org.br | 0800.0312732



Nosso Número: 0000000006162199

XII. ANEXO II – MANCHAS DE INUNDAÇÃO

As manchas de inundação foram elaboradas com base nos resultados do Dam Break produzido pela Enemax Engenharia e Consultoria Ltda.

IDENTIFICAÇÃO	CENÁRIO	DESCRIÇÃO
SAG-DBK-DE-21-001	1) Operação hidráulica extrema sem a ruptura do barramento	Mapeamento da Envoltória Máxima de Inundação
SAG-DBK-DE-21-002		Mapeamento do Risco Hidrodinâmico
SAG-DBK-DE-21-003	2) Ruptura da BME em dia seco	Mapeamento da Envoltória Máxima de Inundação
SAG-DBK-DE-21-004		Mapeamento do Risco Hidrodinâmico
SAG-DBK-DE-21-005	3) Ruptura da BME em dia chuvoso extremo	Mapeamento da Envoltória Máxima de Inundação
SAG-DBK-DE-21-006		Mapeamento do Risco Hidrodinâmico
SAG-DBK-DE-21-007	4) Ruptura da BMD em dia seco	Mapeamento da Envoltória Máxima de Inundação
SAG-DBK-DE-21-008		Mapeamento do Risco Hidrodinâmico
SAG-DBK-DE-21-009	5) Ruptura da BMD em dia chuvoso extremo	Mapeamento da Envoltória Máxima de Inundação
SAG-DBK-DE-21-010		Mapeamento do Risco Hidrodinâmico
SAG-DBK-DE-21-011		Mapeamento das rotas de fuga e pontos de encontro

SAG-PAE-RT-20-001_R07.pdf

Documento número #ec9911c7-29cf-4923-9df2-51a9b2f9a4f2

Hash do documento original (SHA256): 84d302fd3611d5228557baae003834c8378a9ff7f1848baab93072deeb4df25e

Assinaturas

Jhony Gandra

CPF: 071.784.366-11

Assinou em 11 dez 2025 às 10:05:43



Jhony Gandra

Andrea Sztajn

Assinou em 11 dez 2025 às 10:38:15



Andrea Sztajn

Thiago Trindade Linhares

Assinou em 11 dez 2025 às 16:25:06



Thiago Trindade Linhares

Log

11 dez 2025, 09:53:46	Operador com email filipe.melo@srna.co na Conta 1bbf10f4-830b-46f8-8edf-1f0ce5246b05 criou este documento número ec9911c7-29cf-4923-9df2-51a9b2f9a4f2. Data limite para assinatura do documento: 12 de dezembro de 2025 (10:08). Finalização automática após a última assinatura: habilitada. Idioma: Português brasileiro.
11 dez 2025, 10:00:21	Operador com email filipe.melo@srna.co na Conta 1bbf10f4-830b-46f8-8edf-1f0ce5246b05 alterou o processo de assinatura. Data limite para assinatura do documento: 12 de dezembro de 2025 (10:08).
11 dez 2025, 10:00:21	Operador com email filipe.melo@srna.co na Conta 1bbf10f4-830b-46f8-8edf-1f0ce5246b05 adicionou à Lista de Assinatura: jhony.gandra@srna.co para assinar, via E-mail. Pontos de autenticação: Token via E-mail; Nome Completo; CPF; endereço de IP; Assinatura manuscrita. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo Jhony Gandra e CPF 071.784.366-11.

11 dez 2025, 10:00:21	Operador com email filipe.melo@srna.co na Conta 1bbf10f4-830b-46f8-8edf-1f0ce5246b05 adicionou à Lista de Assinatura: thiago.linhares@srna.co para assinar, via E-mail.
	Pontos de autenticação: Token via E-mail; Nome Completo; endereço de IP; Assinatura manuscrita. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo Thiago Trindade Linhares.
11 dez 2025, 10:00:21	Operador com email filipe.melo@srna.co na Conta 1bbf10f4-830b-46f8-8edf-1f0ce5246b05 adicionou à Lista de Assinatura: andrea.sztajn@srna.co para assinar, via E-mail.
	Pontos de autenticação: Token via E-mail; Nome Completo; endereço de IP; Assinatura manuscrita. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo Andrea Sztajn.
11 dez 2025, 10:05:43	Jhony Gandra assinou. Pontos de autenticação: Token via E-mail jhony.gandra@srna.co. CPF informado: 071.784.366-11. Assinatura manuscrita com hash SHA256 prefixo 8290e6(...), vide anexo manuscript_11 dez 2025, 10-04-03.png. IP: 191.39.149.32. Componente de assinatura versão 1.1360.0 disponibilizado em https://app.clicksign.com .
11 dez 2025, 10:38:15	Andrea Sztajn assinou. Pontos de autenticação: Token via E-mail andrea.sztajn@srna.co. Assinatura manuscrita com hash SHA256 prefixo 5745b2(...), vide anexo manuscript_11 dez 2025, 10-38-05.png. IP: 8.242.46.122. Localização compartilhada pelo dispositivo eletrônico: latitude -23.5914 e longitude -46.6795. URL para abrir a localização no mapa: https://app.clicksign.com/location . Componente de assinatura versão 1.1360.0 disponibilizado em https://app.clicksign.com .
11 dez 2025, 16:25:06	Thiago Trindade Linhares assinou. Pontos de autenticação: Token via E-mail thiago.linhares@srna.co. Assinatura manuscrita com hash SHA256 prefixo d5b890(...), vide anexo manuscript_04 set 2025, 11-19-25.png. IP: 8.242.46.122. Localização compartilhada pelo dispositivo eletrônico: latitude -23.5925552 e longitude -46.678994. URL para abrir a localização no mapa: https://app.clicksign.com/location . Componente de assinatura versão 1.1361.1 disponibilizado em https://app.clicksign.com .
11 dez 2025, 16:25:07	Processo de assinatura finalizado automaticamente. Motivo: finalização automática após a última assinatura habilitada. Processo de assinatura concluído para o documento número ec9911c7-29cf-4923-9df2-51a9b2f9a4f2.



Documento assinado com validade jurídica.

Para conferir a validade, acesse <https://www.clicksign.com/validador> e utilize a senha gerada pelos signatários ou envie este arquivo em PDF.

As assinaturas digitais e eletrônicas têm validade jurídica prevista na Medida Provisória nº. 2200-2 / 2001

Este Log é exclusivo e deve ser considerado parte do documento nº ec9911c7-29cf-4923-9df2-51a9b2f9a4f2, com os efeitos prescritos nos Termos de Uso da Clicksign, disponível em www.clicksign.com.

Anexos

Jhony Gandra

Assinou o documento em 11 dez 2025 às 10:05:43

ASSINATURA MANUSCRITA

Assinatura manuscrita com hash SHA256 prefixo 8290e6(...)



A handwritten signature in black ink on a white background. The signature reads "Jhony Gandra da Costa". Above the signature, there is a small watermark or logo that includes the Clicksign logo and the text "PRODUÇÃO PROVIRADA". Below the signature, there is a timestamp "11/12/2025 10:05:43".

Jhony Gandra
manuscript_11 dez 2025, 10-04-03.png

Andrea Sztajn

Assinou o documento em 11 dez 2025 às 10:38:15

ASSINATURA MANUSCRITA

Assinatura manuscrita com hash SHA256 prefixo 5745b2(...)



Andrea Sztajn
manuscript_11 dez 2025, 10-38-05.png

Thiago Trindade Linhares

Assinou o documento em 11 dez 2025 às 16:25:06

ASSINATURA MANUSCRITA

Assinatura manuscrita com hash SHA256 prefixo d5b890(...)



Thiago Trindade Linhares
manuscript_04 set 2025, 11-19-25.png