

Barragem da PCH Tronqueiras



PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE EVENTOS DE CHEIAS E DE RUPTURA

Coordenador do PAE: Ivan Sérgio Carneiro

Entidade fiscalizadora: Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL

Código Único de Empreendimentos de Geração (CEG): UHE.PH.MG.002886-0.02

Documento nº PAE - PCH Tronqueiras - revF

Responsável pela elaboração: Cemig GT

Municípios relacionados:

Zona de Autossalvamento (ZAS): Coroaci – MG e Governador Valadares – MG

Revisão	Vigência	Motivo da revisão
F	31/05/2024	Revisão em atendimento à Resolução Normativa ANEEL 1.064/2023 e Recomendações da RPS

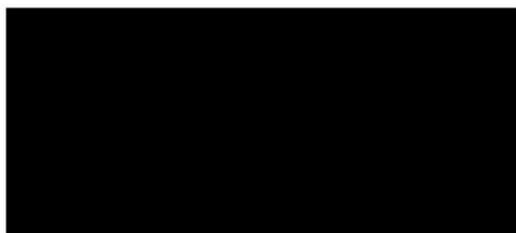
Sumário

Sumário	2
I. Controle de revisões	3
II. Assinaturas dos responsáveis	4
III. Informações gerais	5
A. Apresentação	5
B. Objetivos do PAE	5
C. Plano de Prevenção e Resposta Civil a Potenciais Emergências em Barragens (PPRC)	5
D. Descrição das instalações da barragem	6
E. Classificação da Barragem	7
F. Localização e Acesso	8
IV. Atribuições e Responsabilidades dos Envolvidos no PAE	9
A. Empreendedor	9
B. Coordenador Executivo do PAE	10
C. Equipe técnica	10
D. Centro de Operação do Sistema-COS	11
E. Sobreaviso para Gestão de Cheias	11
F. Defesa Civil Municipal	12
V. Níveis de Acionamento do PAE e Ação de Resposta da População	13
A. Caracterização do nível CHEIAS	13
B. Caracterização do nível ALERTA	16
C. Caracterização do nível EMERGÊNCIA	17
VI. Procedimentos Preventivos e Corretivos	17
VII. Fluxograma de acionamento do PAE	21
VIII. Zona de Autossalvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária (ZSS)	22
IX. Implantação do Sistema de Comando e Operação (SCO) e do Posto de Comando (PC)	23
X. Projeto de Integração PAE/Plancon - VAMOS	24
A. Etapa 1 – Composição do Comitê de Integração (CI)	25
B. Etapa 2 – Plano de Trabalho	25
C. Etapa 3 – Cadastro Socioeconômico	26
D. Etapa 4 e 5 – Elaboração e Execução do Plano de Comunicação Externo	30
E. Etapa 6 – Plano de Evacuação: Rotas de Fuga e Pontos de Encontro	30
F. Etapa 7 – Revisão do PLANCON Municipal	33
G. Etapa 8 - Implementação do Sistema de Notificação	33
1. Alertas Segmentados em Cheias e acionamento via PROX	34
H. Etapa 9 – Treinamentos e Simulados	38
XI. Ferramenta de Gestão de Riscos - PROX	38
XII. Encerramento das operações	40
XIII. Apêndices	41
A. Fluxograma de Acionamento do PAE	42
B. Ficha Técnica da Barragem	43
C. Modelo de Mensagem de Notificação Padrão	44
D. Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética	45
E. Tempos de chegada e pico de onda	52
F. Lista de mapas temáticos e manchas de inundação	56
G. Plano de Mitigação	58
XIV. Apêndices Externos	62
A. Controle de distribuição externa e digital	63
B. Plano de Chamadas para notificação externa	63

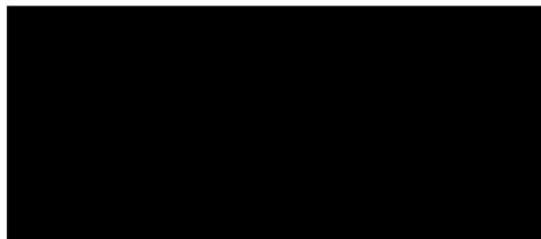
I. Controle de revisões

Revisão	Vigência	Motivo da revisão
A	30/04/2019	Emissão inicial
B	30/09/2019	Revisão periódica
C	01/02/2020	Revisão de informações da barragem, níveis de resposta e contatos
D	01/09/2020	Revisão de apêndices e página de assinaturas
E	20/04/2022	Revisão de apêndices e página de assinaturas
F	31/05/2024	Revisão em atendimento à Resolução Normativa ANEEL 1.064/2023 e Recomendações da RPS

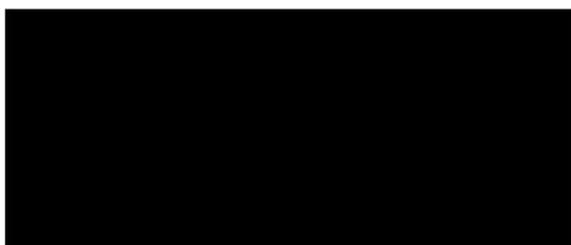
II. Assinaturas dos responsáveis



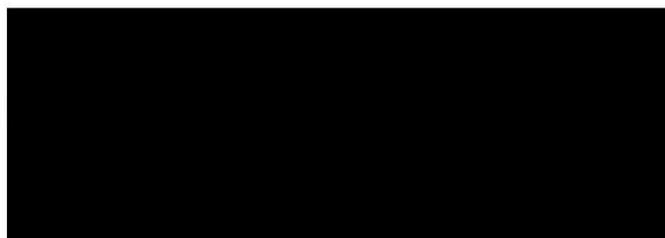
Diogo Carneiro Ribeiro Bueno Martins
Responsável Técnico pela Elaboração do PAE
CREA-MG: 163375/D



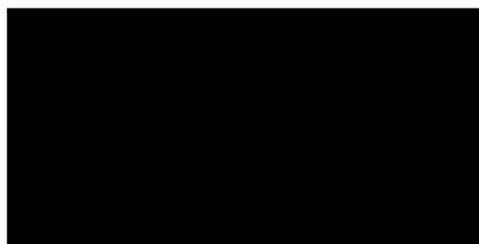
Ivan Sérgio Carneiro
Coordenador Executivo do PAE
Gerente de Planejamento Energético



Henrique Siqueira de Castro
Superintendência de Operação de Ativos da Geração
e Transmissão



Aprovado por: Marco da Camino Ancona Lopez Soligo
Vice-Presidência de Geração e Transmissão



Responsável Legal: Reynaldo Passanezi Filho
Presidência

III. Informações gerais

A. Apresentação

O Plano de Ação de Emergência – PAE é parte integrante do Plano de Segurança da Barragem – PSB e estabelecerá as ações a serem executadas pelo empreendedor da barragem, em caso de situação de emergência, bem como identificará as entidades a serem notificadas dessa ocorrência. O PAE visa o atendimento regulatório à Lei Federal de Segurança de Barragens nº 12.334/2010 e à Resolução Normativa ANEEL nº 1064/2023.

O Plano trata-se, assim, da formalização das ações externas à operação e à manutenção do empreendimento, as quais devem ser tomadas ao longo de eventuais situações de emergência. Além dos cenários hipotéticos de ruptura, serão apresentados os resultados das manchas de inundação para cheias naturais, subsidiando as ações de resposta das áreas potencialmente atingidas por inundações.

B. Objetivos do PAE

- Facilitar a comunicação entre o empreendedor e as entidades públicas;
- Apresentar os riscos mapeados a partir do estudo da onda de inundação provocada por eventual ruptura da barragem;
- Apresentar as premissas adotadas e os mapas de inundação de cada cenário simulado;
- Minimizar riscos de acidentes com pessoas, mantendo recursos humanos e materiais preparados para a resposta de emergências;
- Fornecer informações para as Defesas Civas municipais envolvidas atualizarem os Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil – PLANCON.

C. Plano de Prevenção e Resposta Civil a Potenciais Emergências em Barragens (PPRC)

Além das ações externas de comunicação e do mapeamento do risco apresentadas no PAE, cabe à equipe ligada à operação e manutenção da barragem a adoção de medidas de controle, prevenção e correção de vulnerabilidades.

Assim, o Plano de Prevenção e Resposta Civil a Potenciais Emergências em Barragens – PPRC é um documento interno que define procedimentos internos de comunicação e resposta civil frente às situações anormais detectadas na barragem. Trata-se de um documento da instalação, no qual se definem as ações internas do empreendedor que visam recuperar as condições de segurança estrutural e operacional da barragem.

D. Descrição das instalações da barragem¹

A PCH Tronqueiras é um empreendimento concedido à Cemig Geração Leste S.A. e teve sua operação iniciada em 1955, contando com 3 (três) unidades geradoras de potência total instalada igual a 8,40 MW. Construído em concreto tipo gravidade, o barramento da PCH Tronqueiras conta com altura máxima de 19,50 m e, aproximadamente, 85 m de comprimento de crista.

O reservatório da usina possui cerca de 0,60 km² de área inundada no Nível Máximo Normal e volume de 1,94 hm³. O sistema extravasor da PCH Tronqueiras é composto por um **Vertedouro de Soleira Livre (VL)** equipado por *flash-board*. Situado na parte central da barragem, esse vertedouro possui cerca de 30 m de comprimento. O sistema extravasor é composto, também, por uma comporta intermediária, localizada no paramento do Vertedouro de Soleira Livre (VL). Atualmente esta estrutura é utilizada para garantir a vazão sanitária no rio Tronqueiras. Algumas das estruturas descritas são mostradas na Figura 1 e o arranjo geral na Figura 2.



Figura 1 – Tomada d'água (esquerda), casa de força e canal de fuga da PCH Tronqueiras (direita)

¹ Em atendimento ao art. 12, inciso I, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “descrição das instalações da barragem e das possíveis emergências”.



Figura 2 - Arranjo geral



Figura 3 – Vista aérea de barragem

A ficha técnica da barragem pode ser consultada no anexo **B. Ficha Técnica da Barragem**.

E. Classificação da Barragem

As barragens fiscalizadas pela ANEEL serão classificadas em classes, segundo a matriz de classificação de barragens disposta na Resolução Normativa ANEEL 1.064/2023. A classificação das barragens da PCH Tronqueiras é apresentada na Tabela 1:

Tabela 1 - Classificação da barragem

Barragens da PCH Tronqueiras	
Classe da Barragem	B
Dano Potencial Associado	Alto
Categoria de Risco	Baixo

F. Localização e Acesso

A barragem da PCH Tronqueiras está localizada no rio Tronqueiras, afluente do rio Doce, no município de Coroaci – MG, nas coordenadas 18°43'18,6" Sul e 42°16'17,5" Oeste. O acesso a partir de Belo Horizonte, faz-se pela BR-262, sentido norte. Segue-se por essa rodovia até encontrar a MG-381 na cidade de Taquaraçu de Minas – MG. A partir desse ponto, segue-se pela MG-381 até a BR-120 em Itabira – MG, pela qual se segue até o município de Guanhães – MG, e toma-se o acesso à BR-259, percorrendo mais cerca de 100 km por essa rodovia. Findo este trecho, chega-se à margem esquerda da PCH Tronqueiras. A Figura 4 apresenta o acesso à usina a partir de Belo Horizonte.

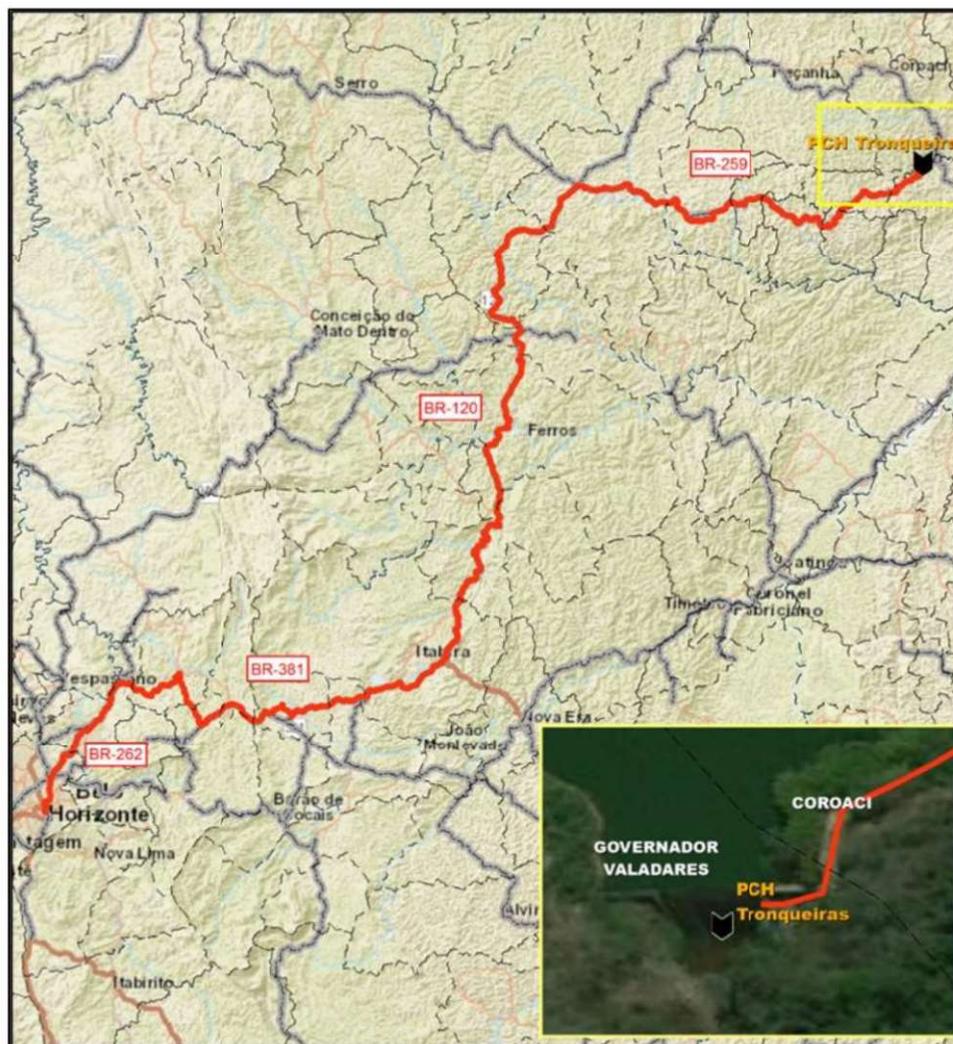


Figura 4 - Localização e acesso

IV. Atribuições e Responsabilidades dos Envolvidos no PAE²

A Cemig é a responsável pelas ações em segurança de barragens das usinas hidrelétricas e, considerando as suas equipes multidisciplinares, as atribuições e responsabilidades são:

A. Empreendedor

- Zelar pela segurança estrutural e operacional da barragem;
- Disponibilizar equipe capacitada para monitorar, operar e reparar as estruturas, quando necessário;
- Providenciar a elaboração e atualização do PAE;
- Promover treinamentos internos;

² Em atendimento ao art. 12, inciso V, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “atribuições e responsabilidades dos envolvidos e fluxograma de acionamento”.

- Realizar simulados de evacuação da população residente na Zona de Autossalvamento – ZAS em conjunto com a Defesa Civil Municipal.

B. Coordenador Executivo do PAE

O **Coordenador Executivo do PAE** é responsável pelas seguintes ações:

- Acionar os níveis de segurança da barragem e executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- Acionar o nível cheias e executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- Garantir que os envolvidos no PAE sejam capacitados e treinados, assegurando o estado de prontidão;
- Dar suporte à defesa civil na integração do PAE aos Planos de Contingência Municipais (Plancons);
- Emitir declaração de início e de encerramento do nível de resposta.

As atividades de coordenação do PAE serão assumidas pelo Gerente de Planejamento Energético, que coordena a operação da usina e suas informações de contato estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2 - Contato Coordenador do PAE

Contato de Emergência	Formas de comunicação
Coordenador do PAE:	
Ivan Sérgio Carneiro Gerente de Planejamento Energético	

O coordenador fica lotado no escritório da Cemig em Belo Horizonte durante horário comercial (09h00 às 18h00).

C. Equipe técnica

i) Equipe técnica de segurança de barragens:

- Avaliar e classificar as emergências em potencial, de acordo com os níveis de resposta e código de cores padrão;
- Dar suporte técnico ao Supervisor da Usina, seu suplente e equipe local a fim de evitar o agravamento das anomalias;
- Elaborar e implementar o plano de ação civil para correção de anomalias.
- Mobilizar e gerenciar recursos disponíveis;
- Coordenar atividades como um todo;
- Manter o Sobreavisado para Gestão de Cheias informado em caso de anomalias que possam interferir na tomada de decisão em relação à operação do reservatório;
- Estar disponível para se deslocar para a Usina em caso de piora da situação.

ii) Coordenador técnico civil

- Avaliar e classificar as emergências em potencial, de acordo com o previsto no PPRC;
- Coordenar, mobilizar e gerenciar atividades e recursos disponíveis;
- Avaliar se as ações implementadas nas barragens foram eficazes;
- Estabelecer contato com o Coordenador Executivo do PAE, nos níveis de resposta alerta e emergência.

iii) Equipe local (técnicos, mantenedores, barrageiros, sobre avisados etc.):

- Observar e manter vigilância durante a ocorrência de anomalias ou eventos não usuais na área de segurança da barragem;
- Reportar ao supervisor da usina ou a equipe de segurança de barragens eventuais anormalidades;
- Atuar como Equipe de Apoio frente a situações de resposta a emergências;
- Operar os reservatórios durante a emergência sob a coordenação dos sobreavisados para gestão de cheias.

iv) Supervisor da usina

- Reportar à equipe de segurança de barragens ou aos sobreavisados para gestão de cheias eventuais anormalidades;
- Atuar como coordenador da Equipe de Apoio frente a situações de resposta a emergências;
- Mobilizar e gerenciar recursos disponíveis.

D. Centro de Operação do Sistema - COS

- Monitorar aflúências com emissão de alertas para os sobreavisados para gestão de cheias, conforme orientação da Instrução Operativa;
- Informar à equipe local como será feita a operação dos órgãos de descarga das usinas, conforme orientação dos sobreavisados para gestão de cheias e da Instrução Operativa.

E. Sobreavisado para Gestão de Cheias

- Detectar, avaliar e declarar os níveis de segurança da barragem ou de eventos naturais de acordo com o código de cores padrão definidos no PPRC e no PAE;
- Acionar o Coordenador Executivo do PAE;
- Executar as ações descritas no PAE na ausência do Coordenador do PAE;
- Executar as ações descritas nos fluxogramas de notificação na ausência do Coordenador do PAE;
- Atuar na tomada de decisão operativa de alteração da defluência da usina e operação do reservatório.

O monitoramento e os contatos dar-se-ão de maneira remota, estando a equipe lotada na sede da Cemig, em Belo Horizonte.

Tabela 3 - Contato Sobreavisado para Gestão de Cheias

Contato de Emergência	Forma de comunicação	
Equipe de engenheiros sobreavisados para gestão de cheias		

F. Defesa Civil Municipal

No âmbito da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDC, Lei nº 12.608/2012 alterada pela Lei nº 14.750/2023, os municípios são responsáveis por:

- Identificar e mapear as áreas de risco de desastres;
- Incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal;
- Produzir, em articulação com a união e os estados, alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres, inclusive por meio de sirenes e mensagens via telefonia celular, para cientificar a população e orientá-la sobre padrões comportamentais a serem observados em situação de emergência;
- Manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres;
- Elaborar plano de contingência de proteção e defesa civil e instituir órgãos municipais de defesa civil, de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo órgão central do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC;
- Organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança;
- Prover solução de moradia temporária às famílias atingidas por desastres;
- Promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas;
- Realizar regularmente exercícios simulados, conforme plano de contingência de proteção e defesa civil;
- Estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas.

V. Níveis de Acionamento do PAE e Ação de Resposta da População

Os níveis de acionamento do PAE são divididos em:

- Situações que podem comprometer a segurança da barragem (**Níveis de Segurança da Barragem**);
- Eventos de cheias naturais que podem trazer riscos ao vale a jusante (**Cheias**).

A Figura 5 apresenta a descrição dos níveis de acionamento do PAE e a respectiva ação de resposta da população:



Figura 5 - Níveis de acionamento do PAE e ação de resposta da população

Nos itens subsequentes são caracterizados os níveis **CHEIAS**, **ALERTA** e **EMERGÊNCIA**, os quais demandam ações externas, conforme indicado na Figura 5. Já os níveis **NORMAL** e **ATENÇÃO** não demandam ações de comunicação externa, seja à Defesa Civil do município como à população a jusante. Esses dois níveis demandam apenas ações internas, as quais estão descritas no PPRC.

A. Caracterização do nível **CHEIAS**

O nível **CHEIAS** é acionado quando **eventos hidrológicos naturais** começam a provocar **inundação** no vale a jusante, mas a ação desses eventos externos **não compromete a segurança da barragem**. O **contato de comunicação** é realizado visando dar suporte à defesa civil do município para que sejam tomadas medidas para a redução dos possíveis danos materiais e humanos em consequência do evento identificado, conforme preconizado no Plancon do município.

Em suma:

- a barragem não apresenta anomalia que comprometa a sua segurança;
- entende-se que o vale à jusante está em situação de inundação e será necessário acionar os procedimentos de comunicação externos previstos no PAE para dar suporte à atuação da defesa civil;
- pode ser necessária a comunicação e a evacuação da população a jusante, a critério da defesa civil municipal e/ou conforme estabelecido no PLANCON do município.

i) **Parâmetros de acionamento do nível CHEIAS**

Por se tratar de uma usina com vertedouro de crista livre e com um reservatório com pouca capacidade de regularização, somente é possível dar previsibilidade da vazão afluyente aos municípios de jusante. Ou seja, a usina não possui capacidade de controle de cheias. O monitoramento de vazões ordinárias da PCH Tronqueiras será realizado através dos postos hidrométricos a montante, operados pela Grupo Cemig.

O primeiro parâmetro para comunicação se refere à possibilidade de ultrapassagem de uma vazão de restrição em que se verifica que algumas economias poderão ser atingidas logo a jusante do empreendimento, entre Conceição de Tronqueiras e Goiabal.

$$Q_r > 41 \text{ m}^3/\text{s}$$

É de suma importância que a defesa civil informe ao empreendedor no caso de alteração de risco associado à vazão de restrição mapeada.

A Figura 6 apresenta a posição dos postos de montante à PCH Tronqueiras que permitem o monitoramento de vazões, antecipar eventos de cheias e acompanhar o avanço de onda de ruptura. O mapa pode também ser acessado *online* pelo endereço eletrônico abaixo, arquivo denominado "TQ_Pontos_de_Monitoramento":

[PCH Tronqueiras](#)

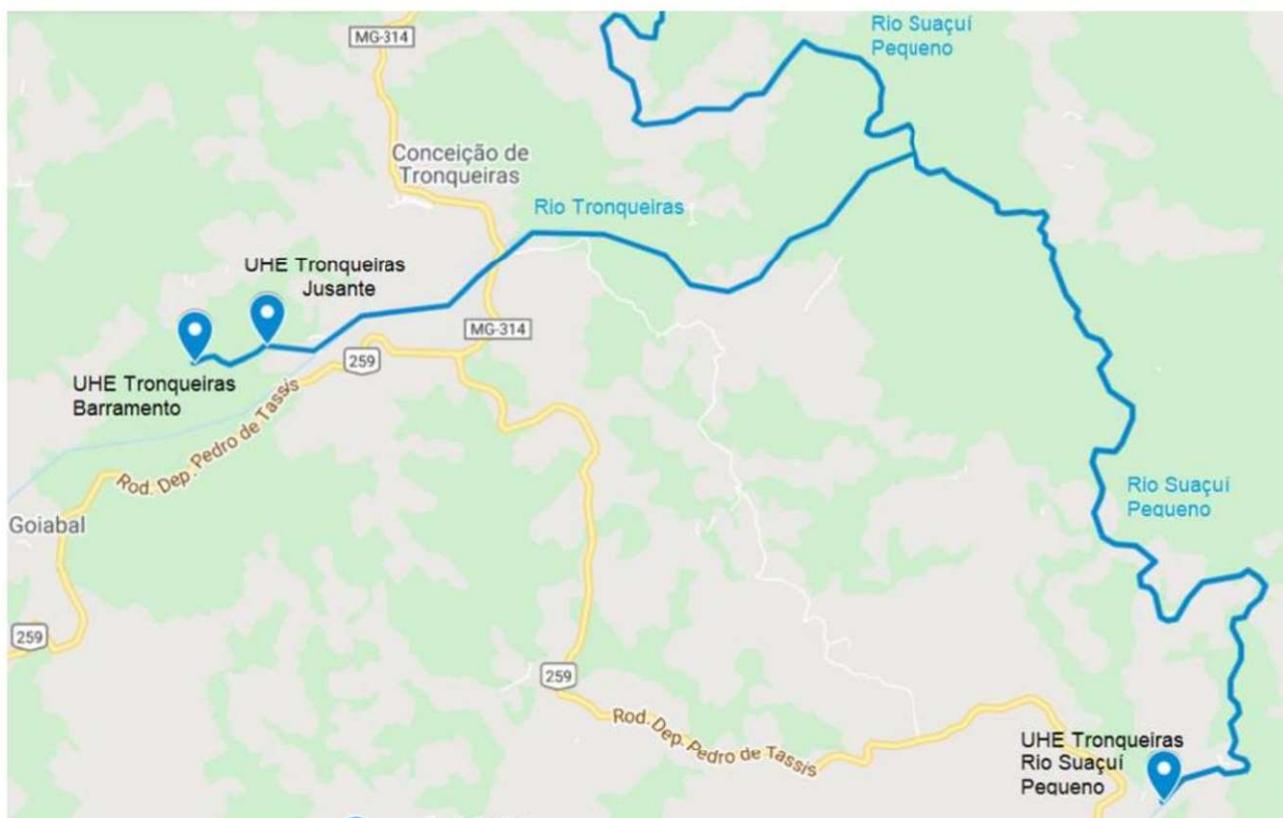


Figura 6 - Mapa de localização de estações de monitoramento.

Além dos dados operativos da PCH Tronqueiras serão monitorados os seguintes pontos de controle:

Tabela 4 - Postos de monitoramento da CEMIG

Bacias	Sub-bacias	Operador	Estações
5 – ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	56 – RIO DOCE	CEMIG LESTE	3 – 56846480 – UHE Tronqueiras Jusante
5 – ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	56 – RIO DOCE	CEMIG LESTE	3 – 56846801 – UHE Tronqueiras Barramento
5 – ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	56 – RIO DOCE	SPE GONÇALO	3 – 56846860 – UHE Tronqueiras Suaçuí Pequeno

Pelo portal Hidro - Telemetria da Agência Nacional de Águas – ANA é possível verificar os dados em tempo real dos postos de monitoramento: <https://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/gerarGrafico.aspx>.

Para selecionar os postos de interesse, escolhe-se o Estado: MG, Origem: Setor Elétrico, Bacia: 5 – Atlântico Leste, Sub-bacia: 56 – Rio Doce, e Estação: conforme listagem cima.

Obs.: Será exibido um gráfico com os dados de nível e precipitação. Para visualização dos dados de vazão, selecionar a opção "Exibir Tabela". A tabela com os dados será exibida abaixo do gráfico. Para visualização dos dados, selecionar os postos de interesse conforme listagem abaixo.

A Figura 7 mostra um exemplo de visualização de dados no portal da ANA.

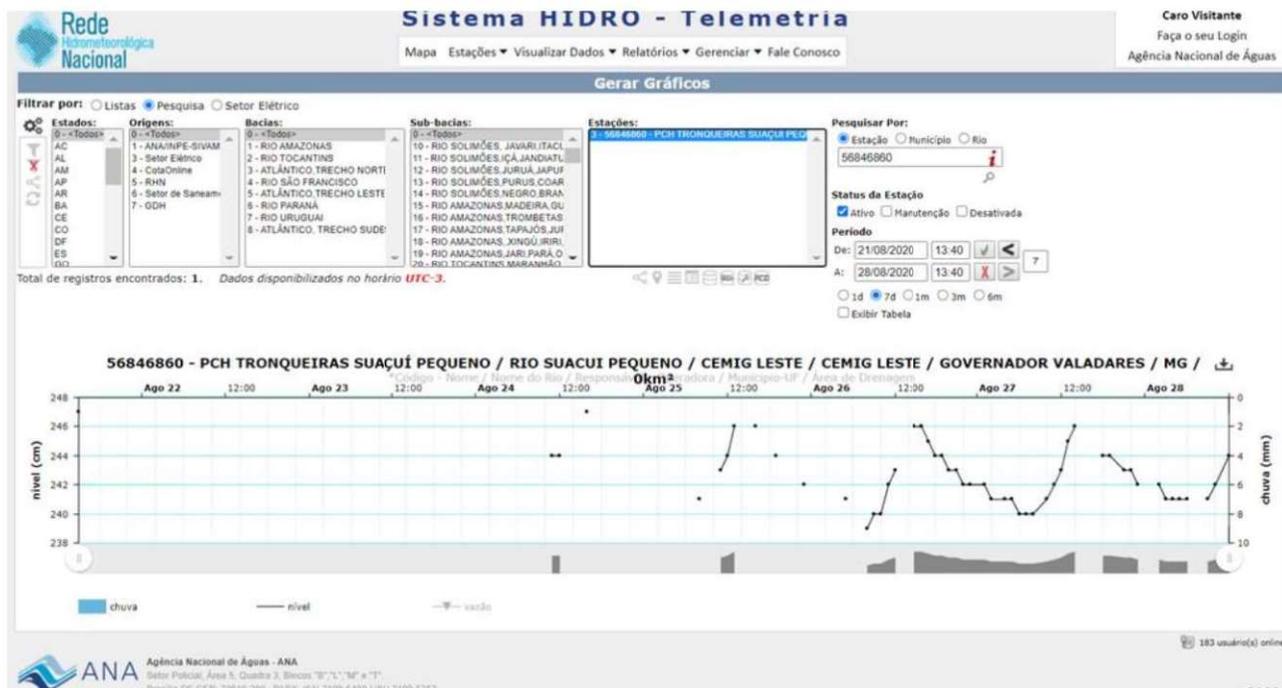


Figura 7 – Visualização do Hidro - Telemetria de dados em tempo real

Dessa forma, para possibilitar a melhor preparação possível para situações que requeiram o acionamento do nível **CHEIAS**, que ocorrem naturalmente e com frequência, são apresentadas as cartas de inundação para eventos hidrológicos (sem ruptura de barragens) no vale a jusante das barragens, correspondentes aos Tempos de Retorno (TR) de 2, 10, 50, 100, e 10.000 anos (F - Lista de mapas temáticos e manchas de inundação). A Tabela 5 apresenta o número de edificações estimadas por mancha de cheia natural para cada tempo de retorno.

Tabela 5 - Edificações estimadas das Cheias Naturais

TR (anos)	2	10	50	100	1.000
Vazão (m³/s)	41	64	85	93	122
Edificações estimadas	9	13	23	26	54

B. Caracterização do nível **ALERTA**

O nível **ALERTA** é acionado quando as **anomalias ou contingências representam risco à segurança da barragem, exigindo providências em curto prazo para manutenção das condições de segurança**. De forma a aumentar a eficiência da comunicação com as autoridades de proteção e defesas civis, em situações de nível **ALERTA** as autoridades são avisadas preventivamente.

Em suma:

- A evolução rápida de anomalias pode comprometer a segurança da barragem no curto prazo;

- São demandadas ações internas imediatas visando evitar evolução da anomalia e possível ruptura da barragem;
- **A decisão de evacuar a ZAS preventivamente será tomada em conjunto pelo Coordenador Executivo do PAE e a Defesa Civil do município.**

C. Caracterização do nível **EMERGÊNCIA**

O nível **EMERGÊNCIA** é acionado quando **há alguma fragilidade estrutural da barragem, ou seja, quando as anomalias ou contingências representam risco de ruptura iminente**, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos decorrentes do rompimento da barragem.

Em suma:

- A barragem já rompeu, está rompendo ou a ruptura é iminente;
- Julga-se que as ações em andamento na barragem não evitarão a sua ruptura;
- Entende-se que a segurança do vale à jusante está gravemente em risco e será necessário acionar os procedimentos externos previstos no PAE;
- Evacuação necessária interna e externamente;
- Acionamento do Sistema de Notificação da ZAS.

Para esse nível foi possível apresentar em cartas de inundação as manchas em decorrência da ruptura hipotética da barragem, avaliando então a região de impacto incremental da onda de cheia ao longo do vale de jusante. Detalhes do estudo são apresentados no capítulo **D. Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética.**

VI. Procedimentos Preventivos e Corretivos³

O sistema de monitoramento da segurança das barragens da Cemig consiste na rotina de acompanhamento das estruturas por meio da realização de inspeções visuais (rotineiras, regulares e especiais) e avaliação da instrumentação instalada no barramento e estruturas associadas. Tais atividades permitem a identificação de possíveis anomalias/ocorrências que possam causar algum risco estrutural. A partir da análise das informações do monitoramento e identificação das anomalias

³ Em atendimento ao art. 12, incisos II e III, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento, de condições potenciais de ruptura da barragem [...]” e “procedimentos preventivos e corretivos e ações de resposta [...]”.

é possível classificar o nível de segurança da barragem⁴. A Tabela 6 faz parte do PPRC e traz as possíveis situações de emergência e os respectivos níveis de segurança a elas associados.

Tabela 6 – Classificação dos níveis de segurança da barragem por evento ou anomalia

ESTRUTURA	ANOMALIA OU EVENTO EXTERNO	SITUAÇÃO		NÍVEL
Cheias	Vazão Afluente > Vazão Defluente (Turbinada + Vertida)	Acima do NA Máx.	Em caso de detecção de anomalias associadas ao vertimento com condições hidrológicas favoráveis.	Normal
		Maximorum e abaixo do coroamento	Em caso de detecção de anomalias associadas ao vertimento com condições hidrológicas desfavoráveis.	Atenção
		Galgamento		Alerta (galgamento iniciado)
Barragem de Concreto	Trincas Transversais/ Longitudinais	Trincas pré-existentes, monitoradas e documentadas ou trincas superficiais identificadas pela primeira vez.		Normal
		Aumento súbito * das trincas pré-existentes.	Trincas profundas* identificadas pela primeira vez.	Atenção
	Trincas Transversais	Com indicação de conexão com o reservatório (trinca passante).		Alerta
	Desalinhamento ou recalque diferencial	Anomalia já identificada, monitorada, sem evolução ou perda de borda livre.		Normal
		Anomalia identificada pela primeira vez*.	Aumento súbito* ou tendência de aumento e movimentação em desalinhamento.	Atenção
	Interface Blocos/Ombreiras	Vazão descontrolada com fluxo concentrado no contato/interface com estrutura de concreto	Atenção (fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)	Alerta (na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)
	Ruptura de bloco de concreto	Surgimento de pontos de ruptura no concreto sem indícios de movimentação da estrutura e vertimento.		Normal

⁴ Em atendimento ao art. 12, incisos X, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem integrado aos procedimentos emergenciais”.

*Conforme análise de engenharia.

ESTRUTURA	ANOMALIA OU EVENTO EXTERNO	SITUAÇÃO		NÍVEL
Barragem de Concreto	Ruptura de bloco de concreto	Surgimento de pontos de ruptura no concreto com indícios de movimentação da estrutura e/ou vertimento de vazão.	Atenção <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Alerta <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
Vertedouro Livre	Deterioração Crista/ Perfil Vertente	Obstrução do perfil vertente por acúmulo de detritos e vegetação flutuante, com redução da capacidade vertente.	Atenção <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Alerta <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
		Processo de cavitação iniciado ou já em progresso.	Normal <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Atenção <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
		Piora considerável* no processo erosivo na calha do vertedouro.	Atenção <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Alerta <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
		Movimentação da laje/muros ou deslocamento que tendência de agravamento no caso de necessidade de vertimento pela estrutura.	Atenção <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Alerta <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
	Deterioração da Bacia de Dissipação	Erosão no pé da estrutura, podendo acarretar erosão regressiva sob a calha.	Normal <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Atenção <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
		Erosão de grande porte da rocha de fundação no pé da estrutura de concreto, com tendência de perda de estabilidade.	Atenção <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Alerta <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
Reservatório	Deslizamento de taludes	Deslizamentos de taludes do reservatório, provocando obstrução do vertedouro e geração de ondas a montante.	Normal <i>(sem possibilidade de galgamento)</i>	
		Geração de ondas anormais a montante.	Atenção <i>(com possibilidade de galgamento, mas sem ser iminente)</i>	

ESTRUTURA	ANOMALIA OU EVENTO EXTERNO	SITUAÇÃO	NÍVEL
		Possibilidade ou deslizamentos rápidos ou repentinos de taludes do reservatório, provocando ondas anormais.	Alerta <i>(possibilidade de galgamento e formação de brecha)</i>
	Vórtice	Ocorrência de vórtice (“redemoinho”) no reservatório, próximo ao barramento, podendo indicar fuga d’água em caminho preferencial pelo barramento.	Atenção
Sabotagem ou vandalismo	Bomba detonada que possa resultar em danos à barragem ou estruturas associadas. Danos que podem resultar em descarga incontrolável de água.		Normal <i>(sem consequências)</i>
			Atenção <i>(pode afetar a operacionalidade)</i>
			Alerta <i>(afeta a segurança da barragem)</i>
Ruptura da Barragem		Brecha de ruptura já estabelecida.	Emergência

Vale salientar que, cabe à Equipe Técnica de Segurança de Barragens analisar toda a complexidade do evento (condições meteorológicas, condições de acesso ao barramento, histórico da barragem etc.) e, caso julgue pertinente, classificar a situação com um nível que pode diferir do indicado pelo quadro.

A Tabela 7 indicam as ações⁶ preventivas e corretivas possíveis para cada ocorrência excepcional por nível que devem ser seguidas pelas equipes envolvidas na gestão da segurança.

O modo de ruptura descrito a seguir foi definido como mais provável, de acordo com as orientações do Estudo de *Dam Break* e da RPS da PCH Tronqueiras que indicaram os seguintes cenários:

- Rompimento da estrutura do vertedouro em 3 cenários: vertendo a vazão Milenar, vertendo a vazão de TR 2 anos e vertendo a vazão média de longo termo.

⁶As ações atribuídas a cada nível têm natureza cumulativa, ou seja, na ocorrência do nível emergência, as ações do nível atenção e alerta já devem ter sido esgotadas, bem como na ocorrência do nível alerta, as ações do nível atenção já devem ter sido esgotadas e assim por diante.

Tabela 7 - Correção e Prevenção para ruptura por erosão interna

	Nível	MEDIDAS POSSÍVEIS A ADOTAR	EQUIPES RELACIONADAS
ROMPIMENTO DA ESTRUTURA DO VERTEDOURO	ATENÇÃO	<p>Manter rotinas de inspeções e acompanhar a evolução da anomalia.</p> <p>Contatar o Sobreavisado para Gestão de Cheias informando a situação e solicitar, se necessário, que a geração seja maximizada, além da abertura dos dispositivos adicionais de extravasão para controle do nível do reservatório.</p> <p>Propor soluções de engenharia para estabilizar a barragem aumentando o seu peso como: <i>injeções pontuais nos pontos de ruptura no concreto; atirantamento da estrutura e de blocos e novas concretagens alterando a geometria da barragem.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Equipe de Segurança de Barragens; ✓ Equipe local.
	ALERTA	<p>Intensificar rotinas de inspeções e acompanhar sinais de evolução da anomalia.</p> <p>Se necessário, providenciar a abertura de canal lateral (vertedouro de emergência) para auxiliar no rebaixamento mais rápido do reservatório.</p> <p>Propor soluções de engenharia emergenciais para diminuir o peso da coluna de água que chega no barramento como: <i>demolição parcial do vertedouro; ruptura controlada de parte da ombreira.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Equipe local; ✓ Coordenador Técnico Civil; ✓ Equipe técnica de Segurança de Barragens; ✓ Sobreavisado para Gestão de Cheias; ✓ COS; ✓ Coordenador Executivo do PAE.
	EMERGÊNCIA	<p>Acionar imediatamente o Coordenador Executivo do PAE.</p> <p>Suspender todas as atividades de vigilância e inspeção no interior e nas proximidades da barragem e evacuar imediatamente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Coordenador Técnico Civil; ✓ Coordenador Executivo do PAE.

VII. Fluxograma de acionamento do PAE⁷

O Anexo A - Fluxograma de Acionamento do PAE apresenta os fluxos de acionamento do PAE para os níveis de segurança da barragem **ALERTA** e **EMERGÊNCIA** e para o nível **CHEIAS**. O

⁷ Em atendimento ao art. 12, inciso V, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, "atribuições e responsabilidades dos envolvidos e fluxograma de acionamento".

fluxograma apresenta as atribuições das equipes internas da Cemig durante o acionamento do PAE, assim como os meios de comunicação a serem utilizados externamente.

Nos **Apêndices Externos** são apresentados o **Controle de distribuição externa e digital** do PAE e **Plano de Chamadas para notificação externa** contendo os contatos para notificação de acordo com o fluxograma de acionamento do PAE.

Os contatos serão atualizados conforme haja alterações na composição das estruturas externas, consistindo, no entanto, em um documento digital separado. É de suma importância que as defesas civis informem à Cemig caso haja alteração dos contatos que constam no Plano de Chamadas.

No Apêndice B encontra-se a “Mensagem de Notificação Padrão” que deverá ser utilizada para formalizar o acionamento dos níveis **ALERTA** e **EMERGÊNCIA** no âmbito externo.

VIII. Zona de Autossalvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária (ZSS)⁸

O reservatório da PCH Tronqueiras possui um volume de armazenamento de apenas 1,94 hm³, o qual, mesmo após ser totalmente liberado em caso de eventual ruptura, não é capaz de gerar uma mudança significativa no regime de vazão do rio a jusante.

Em todos os cenários simulados o armazenamento do reservatório sempre estará próximo a sua capacidade máxima (maximorum para cenário chuvoso e normal para cenário seco), produzindo então uma mancha de inundação hipotética majorada em relação à situação mais comum de operação.

Dessa forma, foi delimitada a Zona de Autossalvamento (ZAS), definida como a região imediatamente a jusante da barragem em que se considera não haver tempo suficiente para uma adequada intervenção dos agentes de proteção e defesa civil, em caso de uma eventual ruptura. A ZAS deve ser definida em articulação com os órgãos de proteção e defesa civil, contemplando no mínimo a distância que corresponde ao tempo de chegada da onda de inundação no decorrer de trinta minutos ou dez quilômetros.

Para a PCH Tronqueiras, considerando-se o pior cenário de ruptura, adotou-se uma ZAS de 10 km a jusante, que inclui a comunidade Conceição de Tronqueiras, situada aproximadamente 5 km a jusante do barramento. O centro urbano mais próximo a jusante pertence ao município de Sardoá – MG, localizado, a cerca de 16 km da barragem.

⁸ Em atendimento ao art. 12, inciso VIII, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “VIII - delimitação da Zona de Autossalvamento (ZAS) e da Zona de Segurança Secundária (ZSS), [...]”.

Para a PCH Tronqueiras adotou-se uma **ZAS de 10 km** a jusante.

Sendo assim, a resolução também define que o trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS como sendo a **Zona de Segurança Secundária (ZSS)**. Os mapas de inundação são listados **no Anexo F**.

No capítulo **X, Etapa 3 – Cadastro Socioeconômico**, é apresentada a descrição e localização das populações e infraestruturas da ZAS de modo a permitir ao sistema de defesa civil a sua informação detalhada, de acordo com as necessidades e o dano potencial envolvido.

IX. Implantação do Sistema de Comando e Operação (SCO) e do Posto de Comando (PC)

O Sistema de Comando em Operações (SCO) é uma ferramenta gerencial para comandar, controlar e coordenar as operações de resposta em situações críticas, fornecendo um meio de articular os esforços de agências individuais quando elas atuam com o objetivo comum de estabilizar uma situação crítica e proteger vidas, propriedades e o meio ambiente.

O Sistema de Comando e Operação (SCO) deverá ser instaurado assim que o nível **EMERGÊNCIA** for acionado. Inicialmente será constituído pelos agentes internos passando a integrar, também, os agentes externos. No SCO ocorrerá a coordenação e a deliberação das ações de resposta requeridas, onde serão centralizadas as informações coletadas em campo, sendo providenciados os recursos necessários, sejam eles humanos e/ou materiais, para atendimento à situação de emergência.

Os exercícios simulados de mesa (*tabletop*) visam construir a:

- Composição do SCO (quem o compõe);
- Organograma (atividades de cada membro);
- Ambiente de registro e controle de atividades e recursos;
- Local para instaurar o Posto de Comando.

Os simulados devem alimentar este capítulo do PAE, subsidiando sua revisão. O SCO deverá manter-se atuante durante todo o período demandado à realização das ações de socorro e de assistência às pessoas atingidas. Cabe ao Coordenador Executivo do PAE, em conjunto com os órgãos de proteção e defesa civil deliberarem sobre o encerramento do SCO.

O Local do Posto de Comando (PC) sugerido para a ZAS da PCH Tronqueiras é no Posto de Saúde de Conceição de Tronqueiras, Coroaci-MG (Figura 8). Vale salientar que, o local sugerido pela CEMIG para instaurar o Posto de Comando poderá ser alterado conforme as necessidades identificadas durante a situação de emergência ou por solicitação dos agentes externos de proteção e defesa civil.

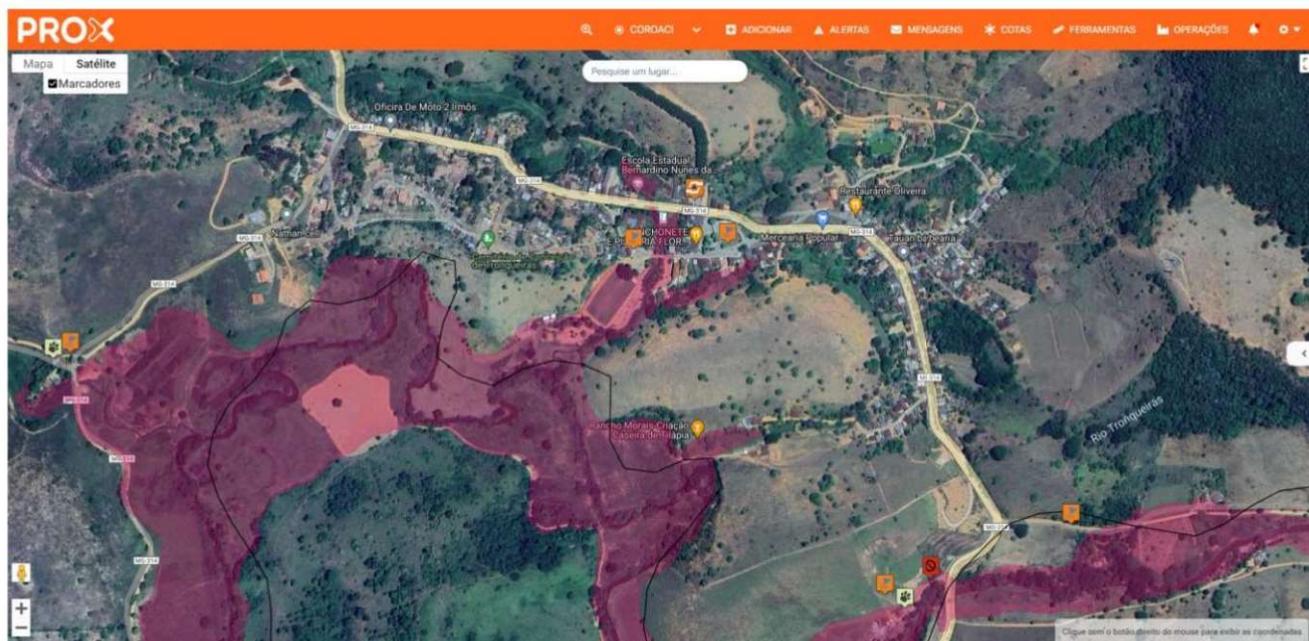


Figura 8 - Localização do Posto de Comando

X. Projeto de Integração PAE/Plancon - VAMOS⁹

O Projeto VAMOS, cuja sigla significa “Vigilância, Atenção, Mobilização, Organização e Salvamento” (Figura 9), tem o objetivo de operacionalizar e integrar os PAEs das barragens da CEMIG aos Plancons dos municípios da ZAS. O VAMOS vem para centralizar as ações e diferenciar o relacionamento com as comunidades a jusante das barragens, no cumprimento das ações regulatórias, preparação para a realização de simulados de evacuação na ZAS e, principalmente, na conscientização quanto à cultura de prevenção de riscos de todos os envolvidos.



Figura 9 – VAMOS: Projeto de Integração PAE/PLANCON

⁹ Em atendimento ao art. 13, § 10, da Resolução Normativa ANEEL 1.064/2023, “O empreendedor deverá articular-se com os órgãos de proteção e defesa civil municipais e estaduais para promover e operacionalizar os procedimentos emergenciais constantes do PAE”.

Na Figura 10 são apresentadas as etapas de integração do PAE ao Plancon, as quais são detalhadas no Relatório de Integração PAE/Plancon, documento elaborado pela Cemig que compila todas as evidências das ações realizadas e os relatórios elaborados por consultoria especializada. O relatório de integração é disponibilizado à ANEEL para fins de fiscalização e disponibilizado às defesas civis municipais, quando solicitado.



Figura 10 - Etapas de Integração PAE/PLANCON

A. Etapa 1 – Composição do Comitê de Integração (CI)

Objetivo: assegurar as ações coordenadas entre os diversos atores envolvidos na integração do PAE ao Plancon, acompanhar as atividades estabelecidas no projeto VAMOS, definir as responsabilidades de cada ator e validar o cronograma proposto.

Composição:

- Representantes da Cemig
- Defesa Civil Municipal
- Defesa Civil Estadual/Regional
- Corpo de Bombeiros
- Empreendedores de barragens a jusante
- Líderes comunitários
- Outros agentes que tenham sinergia com a ZAS

O CI é instaurado por meio de um Termo de Formalização assinado pelos integrantes. A Cemig realiza reuniões periódicas em que os registros e evidências (ofícios, lista de presenças, atas) das tratativas estão presentes no Relatório de Integração PAE/Plancon.

B. Etapa 2 – Plano de Trabalho

O Plano de Trabalho foi discutido e elaborado em conjunto com o Comitê de Integração. O cronograma apresentado na Tabela 8 foi validado pelas defesas civis por meio de assinatura de um Termo de Concordância.

Tabela 8 - Plano de Trabalho do Projeto de Integração PAE/Plancon - VAMOS

Atividade	Data	Situação
Composição do CI	Out/22	Realizado
Cadastro Socioeconômico	Mar/24	Realizado
Plano de Evacuação	Abr/24	Realizado
Plano de Comunicação	Nov/23	Realizado
Treinamentos e Simulado	Jul/2024	Realizado
Sistema de Notificação - DIN	Jul/2024	Realizado
Revisão e Atualização do Plancon	2024	Programado

C. Etapa 3 – Cadastro Socioeconômico¹⁰

Em agosto de 2021 foi realizada a primeira campanha de levantamento cadastral das propriedades e das pessoas que residem a jusante da PCH Tronqueiras. Em março de 2024 foi realizada a segunda campanha de cadastro com o mapeamento atualizado da população existente na ZAS.

Atualização do cadastro: identificação de vulnerabilidades sociais, cadastro de animais domésticos, animais de criação/produção, de edifícios comerciais e públicos, do patrimônio cultural e estruturas que exercem atividades sensíveis (hospitais, unidades de saúde, escola, ginásio, entre outros).

Para PCH Tronqueiras foram feitos **27 registros de fichas de cadastro**. Esses questionários são divididos em: “Residencial”, “Estruturas Anexas”, “Comercial”, “Fauna Pecuária” e “Não realizado” (“Em construção”, “Aluga-se ou Vende-se” e “Vazio ou Abandonado”). Ainda não foram levantadas **fichas de cadastros** identificadas como “Não atendimento” e “Recusa”. A quantificação de cada ficha de cadastro é apresentada na Tabela 9.

Tabela 9 - Número de questionários aplicados (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR)

Ficha de cadastro	Quantidade		Percentual (%)	Quant. total	Percentual (%)
	Coroaci	Gov. Valadares			
Residencial	10	3	48,1	27	100,0
Residência Secundária	1	1	7,4		
Estrutura Anexa	1	1	7,4		
Comercial	2	0	7,4		
Fauna Pecuária	2	2	14,8		

¹⁰ Em atendimento ao art. 12, inciso IX, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “levantamento cadastral e mapeamento atualizado da população existente na ZAS, incluindo a identificação de vulnerabilidades sociais”.

Ficha de cadastro	Quantidade		Percentual (%)	Quant. total	Percentual (%)
	Coroaci	Gov. Valadares			
Em Construção	0	0	0,0	0	0
Aluga-se ou Vende-se	1	0	3,7		
Vazio ou Abandonado	1	2	11,1		
Não Atendimento	0	0	0,0		
Recusa	0	0	0,0		
Total	27		100	27	100

i) População

A Tabela 10 apresenta as informações do quantitativo de pessoas na ZAS.

Tabela 10 - Quantitativo de pessoas (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR)

População	Quantidade	Percentual (%)
Proprietários ¹	15	9,1
Moradores	12	7,3
Funcionários	7	4,2
Proprietário Temporário ²	2	1,2
Morador Temporário ²	0	0,0
Flutuante (Lotação máxima)	129	78,2
Total	165	100

¹Inclui proprietários de cadastros "Residencial", "Comercial" e "Fauna Pecuária".

²: Proprietário e morador de residência secundária (ex: casa de veraneio).

A ZAS consta com um total de **34 população fixa e 131 de população flutuante**.

ii) Domiciliar

Para as residências, foram coletadas as seguintes informações dos moradores: faixa etária, escolaridade, alfabetização; além dos dados do local da residência: zona, abastecimento de água, esgotamento sanitário, energia elétrica, internet, cobertura do sinal telefônico, coleta de lixo, condição de acesso, ocupação do domicílio e de veículos na residência.

iii) Comércio

Para as edificações comerciais, o cadastro é realizado a partir da coleta do tipo de edificação, zona, abastecimento de água, energia elétrica, internet, cobertura do sinal telefônico, condição de acesso, veículos na economia, população permanente e flutuante, faixa etária da população permanente, escolaridade e alfabetização do proprietário e/ou responsável.

Quanto aos **estabelecimentos comerciais** levantados, foram cadastrados **2 estabelecimentos** na ZAS.

iv) Fauna

Para a fauna, foram cadastrados os animais domésticos, associados aos seus proprietários e imóveis e a fauna pecuária (animais de produção), considerando a localização e endereço do empreendimento, constando os dados do proprietário ou responsável pela pecuária e o quantitativo de animais e sua descrição. Na Tabela 11 estão os resultados do cadastro dos animais domésticos e na Tabela 12 de fauna pecuária.

Tabela 11 – Cadastro animais domésticos (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR)

Animais domésticos	Quantidade	Percentual (%)
Cachorros	28	15,9
Gatos	29	16,5
Outros	119	67,6
Total	176	100

Tabela 12 – Cadastro fauna pecuária (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR, 2023)

Fauna pecuária	Quantidade	Percentual (%)
Vacas e Bois	282	84,9
Porcos	5	1,5
Frangos, perus, patos e outras aves	30	9,0
Ovelhas e carneiros	0	0,0
Cabras e bodes	0	0,0
Cavalos e éguas	15	4,5
Búfalos	0	0,0
Peixes	0	0,0
Abelhas (caixas/colmeias)	0	0,0
Outros	0	0,0
Total	332	100

v) Patrimônio Cultural

O Patrimônio Cultural da ZAS da PCH Tronqueiras foi levantado a partir de dados do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais Cultural (IEPHA).

O levantamento indicou que na ZAS da PCH Tronqueiras **dois bens culturais imateriais estão localização na região, sendo a Cachaça do Lélío e o evento Tronqueirense Ausente que ocorre no segundo semestre do ano.**

vi) Atividades Sensíveis

Durante o cadastramento realizado, buscou-se identificar locais em que são exercidas atividades sensíveis em uma situação de emergência, como estabelecimentos que recebem grande público (escolas, estabelecimentos religiosos, centros de saúde etc.), espaços públicos (biblioteca, câmara municipal, prefeitura etc.), espaços públicos abertos de uso permanente (estádios, estacionamentos, parques, praças, restaurantes, bares) e não permanente (feiras livres) e estruturas de interesse coletivo (pontes, passarelas etc.).

O levantamento indicou que a ZAS possui dois locais em que são exercidas atividades sensíveis (Tabela 13).

Tabela 13 - Local que exerce atividade sensível

Tipo de Atividade	Nome	Endereço	Lotação máxima
Atividade esportiva	Campo de futebol	Campo de Futebol de Conceição de Tronqueiras, n° 0 – Centro - Coroaci	100
Geração de Energia	PCH Tronqueiras	Rodovia BR 259 - Km 44, n° 0 – Zona Rural - Coraci	20

vii) Grupos e indivíduos vulneráveis

A existência de pessoas com dificuldade de locomoção demanda atenção no planejamento dos treinamentos e simulados de preparação da população ocupante da ZAS e para um eventual rompimento da barragem.

Dentre os moradores cadastrados na ZAS, **nenhum relata ter dificuldade de locomoção.**

Assim como no indicador anterior, a presença de portadores de comorbidades também se apresenta como um ponto de atenção.

NA ZAS foram identificados **9 moradores com algum tipo de comorbidade**, sendo 8 do município de Coroaci – MG e 1 de Governador Valadares – MG.

viii) Disponibilização dos dados de cadastro

Todas as informações de cadastro estão disponíveis para a Defesa Civil pelo PROX.

D. Etapa 4 e 5 – Elaboração e Execução do Plano de Comunicação Externo¹¹

Objetivo: conscientizar sobre as ações de integração do PAE ao Plancon e dos procedimentos a serem adotados em situação de emergência, por meio de divulgação, treinamentos e simulados.

O plano foi elaborado por consultoria especializada e uma síntese do estudo é apresentada a seguir:

i) Característica da ZAS

A população que integra a ZAS localiza-se no município de Coroaci, mais precisamente, no distrito de Conceição de Tronqueiras, além de área de mata fechada em Governador Valadares.

- Na comunidade de Conceição de Tronqueiras há várias formas de comunicação. A mais comum é a Internet, mas há alguns cartazes de propaganda pela estrada, comunicação por carro de som, além de panfletagem ocasional feita por instituições locais;
- A mancha de inundação também alcança parte das estradas BR-259 e MG 314, que possuem grande fluxo de veículos como carros, ônibus e caminhões com acesso à Governador Valadares e região.

ii) Alternativas e oportunidades de comunicação

A comunicação com os públicos, destacadamente com a ZAS, sobre os temas relevantes, nas diferentes etapas, deve acontecer de forma integrada, entendendo o reforço de um tema em relação ao outro. Deve ser contínua e trabalhar em todas as frentes de atuação, a partir de uma mistura de iniciativas que envolve não só canais e veículos, mas considera também o diálogo, a interação e o relacionamento com os atores relevantes no processo, tanto interna quanto externamente.

Possibilidades de comunicação: abordagem porta a porta, reuniões presenciais (seminários orientativos), atividades na escola estadual, *folders*, filmetes, animações, utilização de grupos de *WhatsApp*, materiais informativos e orientativos, incluindo recursos digitais, faixas, carro de som.

E. Etapa 6 – Plano de Evacuação: Rotas de Fuga e Pontos de Encontro¹²

Foram estabelecidas as **Rotas de Fuga (RFs)** que visam definir os caminhos a serem percorridos até os **Pontos de Encontro (PEs)** que são os locais seguros localizados fora da mancha de inundação. A sinalização de alerta foi validada pela Defesa Civil local.

¹¹ Em atendimento ao art. 13, § 11, da Resolução Normativa ANEEL 1.064 de 2 de maio de 2023, “O empreendedor deve adotar as medidas necessárias para implantação e operacionalização do PAE, de modo que as comunidades na ZAS e nos locais habitados da ZSS tenham ciência dos procedimentos [...]”.

¹² Em atendimento ao art. 12, inciso XIII, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “planejamento de rotas de fuga e pontos de encontro, com a respectiva sinalização”.

Premissas para localização dos PEs: distância mais segura em uma localidade, evitando riscos potenciais como rodovias, pontes, linhas de trem, linhas de transmissão, rede básica de energia, entre outros.

A sinalização de alerta pode ser consultada pela defesa civil no PROX, conforme Figura 11 e Figura 12.

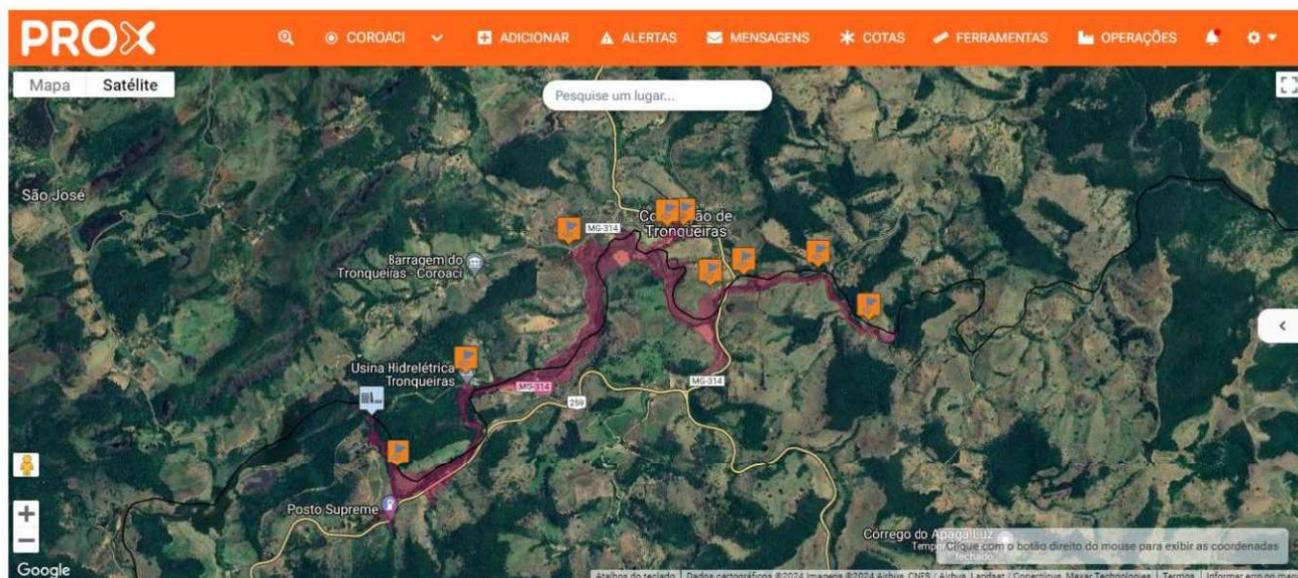


Figura 11 - Localização dos Pontos de Encontro localizados em Coroaci-MG

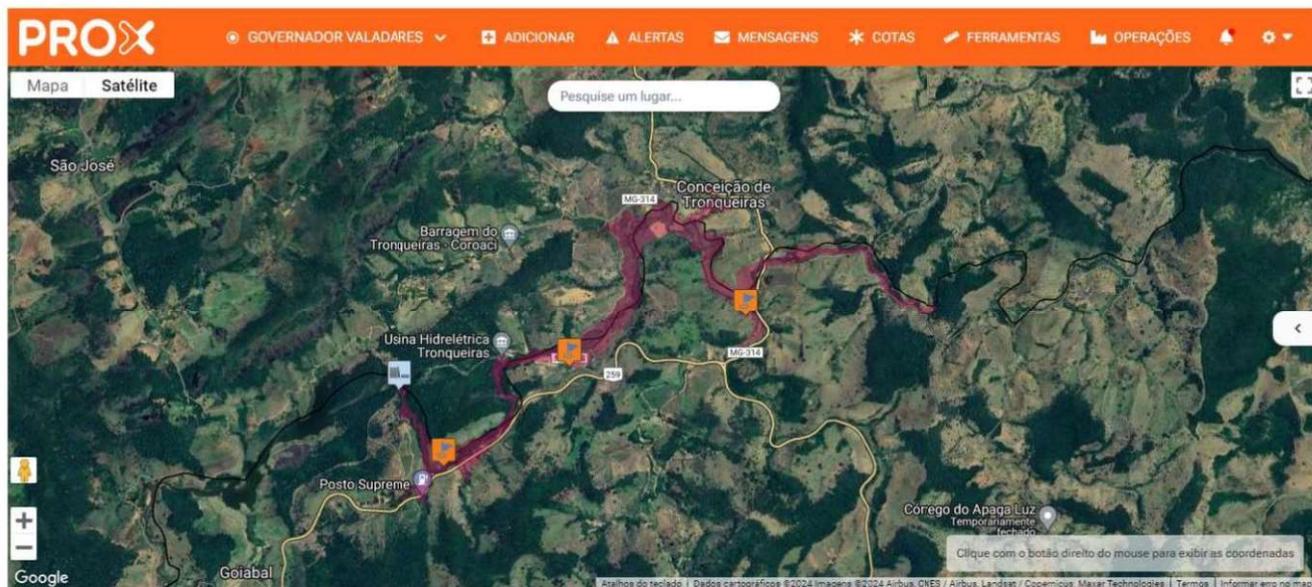


Figura 12 - Localização dos Pontos de Encontro localizados em Governador Valadares-MG

As dimensões, orientações para instalação e modelos sugeridos para as placas de sinalização estão apresentados na Tabela 14 e

Tabela 15.

Tabela 14 - Dimensões e orientações para instalação placas de sinalização.

Modelo de Placa	Instalação	Comprimento (m) x Altura (m)	Altura em relação à superfície do terreno (m)
Rota de Fuga	Paralelo ao fluxo, seguindo o a localização indicada no PROX	0,75 x 0,50	1,80
Ponto de Encontro	Local com boa visibilidade	1,00 x 0,75	1,80

Tabela 15 – Modelos das placas de sinalização.



I - Placa Ponto de Encontro: 100 cm x 75 cm



II - Placa Rota de Fuga: 75 cm x 50 cm

A Tabela 16 apresenta as principais informações referentes às rotas de fuga e aos pontos de encontro, com indicação do número de pessoas esperado, distâncias e tempos de deslocamento.

Tabela 16 – Principais informações sobre as rotas de fuga e pontos de encontro.

Município	Ponto de encontro	Rota de fuga	População fixa	População flutuante	Tempo estimado do maior percurso (min)
Coroaci	PE-01	1	5	0	3min53seg
Governador Valadares	PE-02	1	0	1	5min42seg
Coroaci	PEi-01	1	4	20	1min31seg
Governador Valadares	PE-03	2	4	2	4min14seg
Coroaci	PE-04	1	3	3	0min57seg
Coroaci	PE-05	2	2	101	2min33seg
Coroaci	PE-06	2	5	0	2min16seg
Governador Valadares	PE-07	1	3	2	1min2seg
Coroaci	PE-08	1	2	2	0min40seg
Coroaci	PE-09	1	1	0	0min48seg
Coroaci	PE-10	1	4	0	7min19seg
Coroaci	PE-11	1	1	0	3min11seg
Total	12	15	34	131	-

F. Etapa 7 – Revisão do PLANCON Municipal¹³

Objetivo: promover a integração do cenário do PAE ao PLANCON dos municípios da ZAS.

A Cemig e consultoria especializada darão o suporte às defesas civis municipais para revisão do plano incluindo o cenário de ruptura da barragem e os cenários de cheias naturais.

Será realizado o levantamento da estrutura atual do PLANCON do município e dos recursos disponíveis que em uma situação de emergência podem ser utilizados para resgatar atingidos, pessoas e animais, levantamento dos locais de captação de água e estações de tratamento para avaliar os impactos e subsidiar ações para assegurar o abastecimento de água potável.

Os dados subsidiarão a atualização do **Plano de Mitigação** apresentado no anexo **GG**, o qual será atualizado conforme cronograma acordado com as defesas civis municipais e apresentado na Tabela 8 - Plano de Trabalho do Projeto de Integração PAE/Plancon.

G. Etapa 8 - Implementação do Sistema de Notificação

i) Dispositivo Individual de Notificação (DIN)¹⁴

Para a PCH Tronqueiras foi implantado o sistema sonoro denominado Dispositivo Individual de Notificação (DIN), desenvolvido via Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da ANEEL.

O DIN é um sistema de uso localizado com dispositivo de alerta sonoro interno instalado dentro de edifícios ou estruturas para emitir alertas sonoros aos ocupantes.

Esses dispositivos são projetados para alertar as pessoas sobre emergências imediatas dentro do ambiente controlado, permitindo uma evacuação rápida e segura. Possuindo *display* para exibição de mensagens, módulo GPS e supervisor capaz de verificar uma fronteira geográfica, permite a emissão de alertas segregados por áreas específicas, bem como apresenta maior presença junto à população, fazendo parte de seu dia a dia. Em contrapartida, é necessário deixar claro à população a essencialidade de se manter o equipamento energizado em sua casa, dado sua autonomia de 24 horas. A Figura 14 e 14 apresentam o Guia Rápido do DIN.

¹³ Em atendimento ao art. 12, inciso VI, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “medidas específicas, em articulação com o poder público, para resgatar atingidos, pessoas e animais, para mitigar impactos ambientais, para assegurar o abastecimento de água potável e para resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural”.

¹⁴ Em atendimento ao art. 13, § 6º, da Resolução Normativa ANEEL de 2 de maio de 2023, “O PAE deverá contemplar a previsão de instalação de sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia em situação de alerta ou emergência, nos locais habitados na ZAS, [...]”.

Premissas para escolha do sistema: delimitação da ZAS, cadastro demográfico, características e dispersão geográfica da população (pequenos povoados rurais, grandes aglomerados urbanos, fazendas dispersas, entre outros), entre outros aspectos.

O cronograma de implantação do DIN na ZAS da PCH Tronqueiras foi acordado com as defesas civis municipais, conforme apresentado Tabela 8 - Plano de Trabalho do Projeto de Integração PAE/Plancon.

1. Alertas Segmentados em Cheias e acionamento via PROX

Uma vez que o DIN possibilita a emissão de alertas segregados por áreas específicas e que o acionamento do dispositivo pode ser realizado via aplicativo PROX, o dispositivo é uma ferramenta de prevenção que pode ser utilizada pelas defesas civis municipais, conforme estiver estabelecido no Plancon. É possível emitir alertas segmentados à população selecionando as manchas específicas dos cenários de cheias disponíveis no PROX, conforme evolução do evento natural. A Figura 13 apresenta uma visualização das manchas de cheias naturais no aplicativo PROX, ferramenta de gestão de riscos.

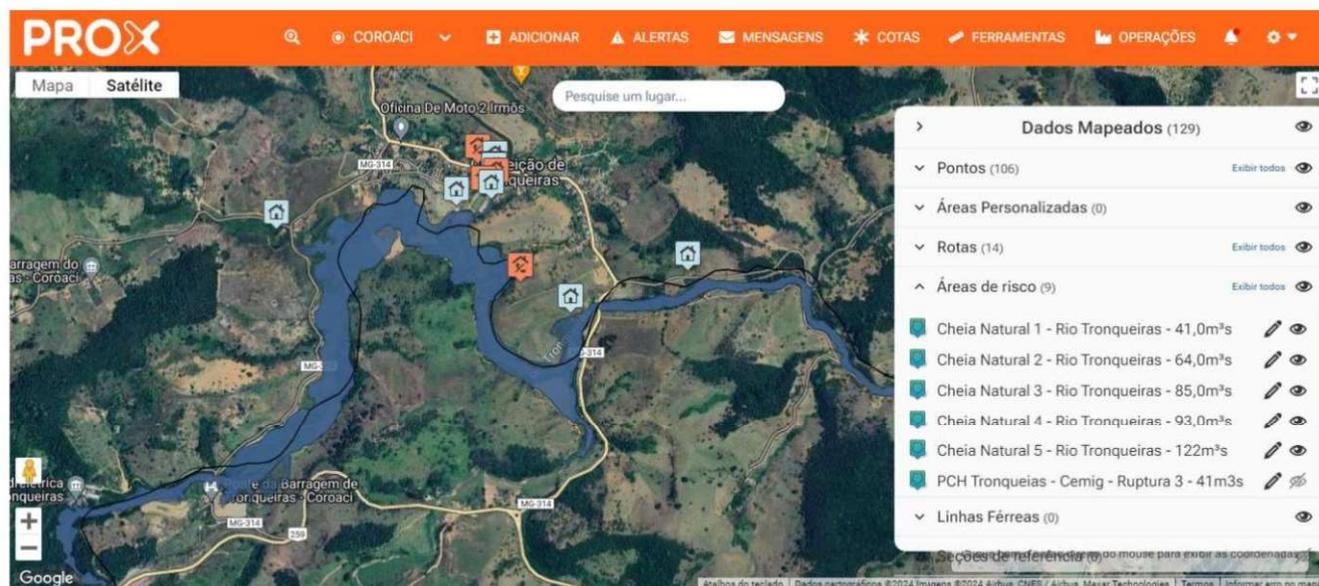


Figura 13 - Manchas de Cheias Naturais no PROX

Tela de Meteorologia

- Em funcionamento normal, o dispositivo apresenta em sua tela padrão a previsão do tempo do dia, a previsão para os próximos 3 (três) dias e a data.
- A mensagem de previsão do tempo pode demorar algumas horas para aparecer quando ligado pela primeira vez, já que ela é enviada apenas algumas vezes por dia.



- Podem ser apresentadas as seguintes previsões meteorológicas:


 Ensolarado


 Parcialmente Nublado


 Nublado


 Chuvas Isoladas


 Chuvoso


 Tempestade


 Raios

Especificações Técnicas

- Tensão de alimentação: 127 ou 220 Vca
- Potência: 2,5 W
- Duração da bateria: aprox. 24 horas
- Frequência: 915 MHz ISM
- Modulação: CSS (LoRa)
- Potência de IR: 14 dBm

Incorpora produto homologado pela Anatel sob número 05658-18-08488

Este equipamento não tem direito à proteção contra interferência prejudicial e não pode causar interferência em sistemas devidamente autorizados. Para mais informações do produto homologado, acesse o site:

sistemas.anatel.gov.br/sch


DIN
 Dispositivo Individual de Notificação





GUIA RÁPIDO




 Dispositivo Individual de Notificação

Figura 14 – Guia Rápido do Dispositivo de Notificação Individual - DIN

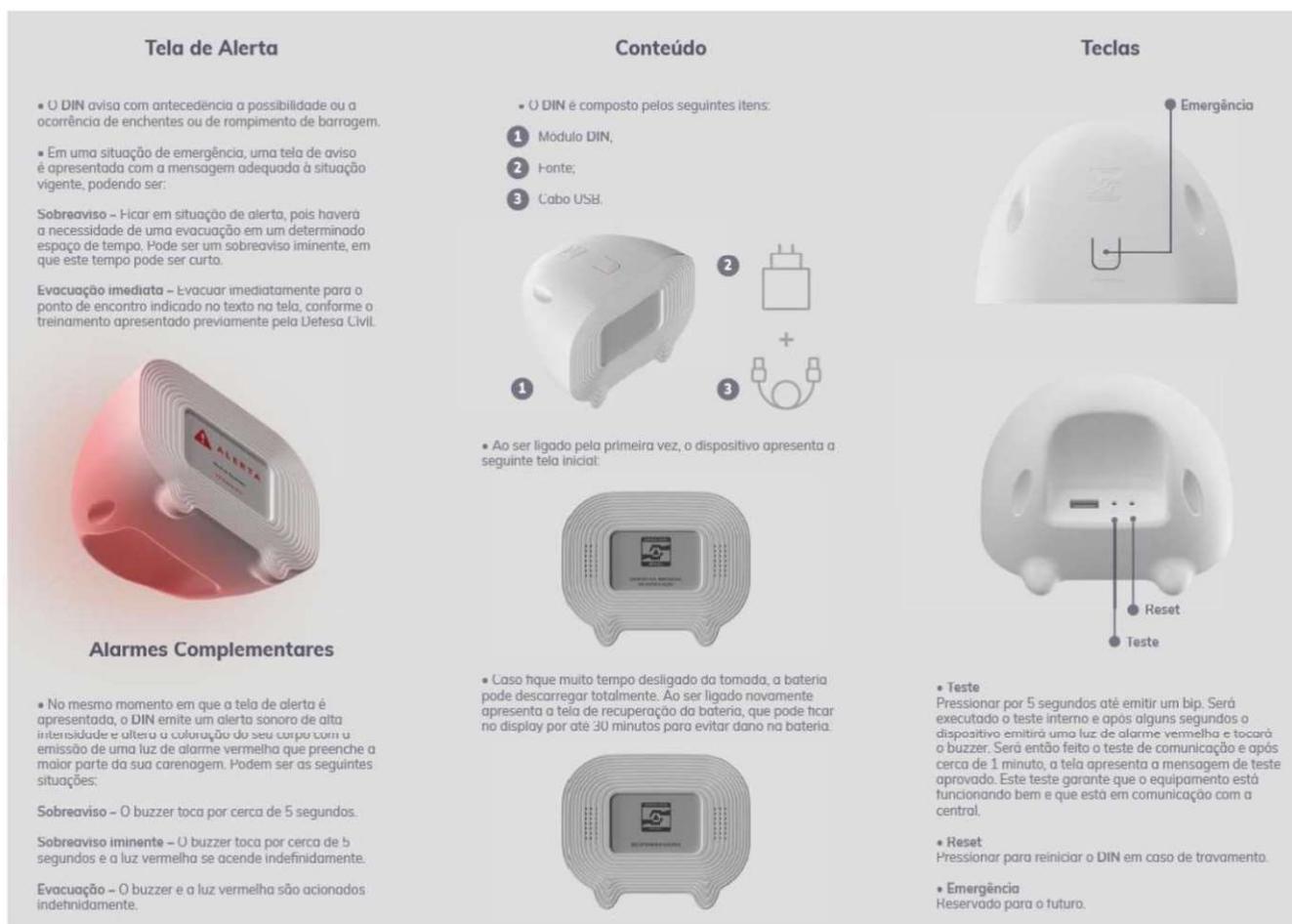


Figura 15 – Guia Rápido do Dispositivo de Notificação Individual - DIN

ii) Sirenes Móveis

Em casos de evacuação preventiva em nível **ALERTA**, a Cemig dispõe de dispositivos de sirenes móveis que serão alocadas em carros e percorrerão as rotas da usina até os pontos de encontro (Figura 16, Figura 17) visando alertar a população da ZAS. As sirenes móveis estão alocadas em Belo Horizonte e assim que acionado o nível **ATENÇÃO** serão mobilizadas para a usina a fim de estarem disponíveis para mobilização em eventual evacuação preventiva.

iii) Rotagrama

O rotagrama apresenta as possíveis rotas de acesso até os pontos de encontro, as rotas de fuga e a localização dos pontos de encontro para que o condutor da sirene móvel possa localizar-se na região de evacuação. O mapa pode ser acessado pelo navegador e pelo celular a partir do endereço eletrônico abaixo, arquivo denominado “Tronqueiras_Rotas”, conforme ilustrado na Figura 17.

[PCH Tronqueiras](#)



Figura 16 - Sirene móvel

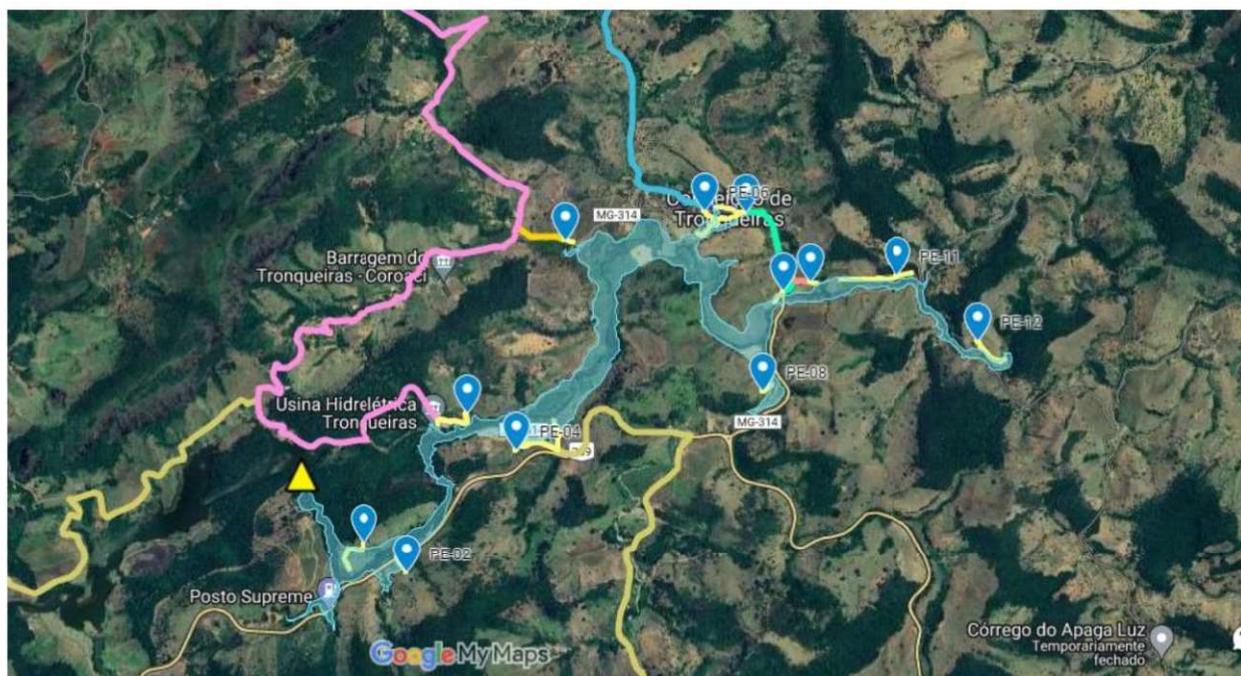


Figura 17 - Rotograma: rotas alternativas de acesso aos pontos de encontro.

H. Etapa 9 – Treinamentos e Simulados¹⁵

O plano de treinamentos consiste em realizar atividades que possam realimentar o PAE, bem como o Plancon. Nesse sentido, divide-se em:

- Treinamentos internos: realização de treinamentos do empreendedor, envolvendo suas diversas áreas internas, por meio dos exercícios simulados de mesa, *tabletops*;
- Treinamentos externos: treinamento da efetividade da integração do PAE ao Plancon, por meio dos *tabletops* externos, onde participam os membros do Comitê de Integração. Além do simulado de evacuação com a população da ZAS realizado com o objetivo de validar o plano de evacuação e o sistema de notificação.

Conforme validado na composição do Comitê de Integração, **a periodicidade dos treinamentos se dará a cada 3 anos**, em cumprimento a frequência mínima que regulamentada pela Resolução Normativa ANEEL nº 1.064/2023.

O simulado de evacuação com a população da ZAS foi realizado conforme Etapa 2 – Plano de Trabalho. O sistema adotado na ZAS da PCH Tronqueiras foi o Dispositivo Individual de Notificação (DIN), como apresentado na Etapa 8 - Implementação do Sistema de Notificação.

XI. Ferramenta de Gestão de Riscos - PROX

O PROX é uma plataforma digital – com interface *web* e aplicativo móvel que tem como proposta multiplicar segurança para a população por meio de tecnologia e a cooperação entre iniciativa privada e poder público.

¹⁵ Em atendimento ao art. 12, inciso IV, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “programas de treinamento e divulgação para os envolvidos e para as comunidades potencialmente afetadas, com a realização de exercícios simulados periódicos”.



Figura 18 - Interface Web e Aplicativos do PROX

Dentre as funcionalidades da plataforma, destacam-se:

- Cadastramento da população localizada nas áreas de risco;
- Inventários de vulneráveis e estruturas expostas aos riscos;
- Áreas de risco em diferentes graus de probabilidade e severidade de risco;
- Análises das áreas em relação a variações do relevo e distâncias;
- Ferramenta de elaboração de rotas de fuga;
- Contatos dos principais agentes de resposta como os órgãos públicos de Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e a Polícia Militar;
- Acompanhamento em tempo real de informações referentes às áreas de risco;
- Definição de pontos geográficos que possam ajudar na evacuação de áreas de risco;
- Acesso aos procedimentos de autoproteção, como rotas de fuga e pontos de encontro;
- Envios de alertas à população.

A Plataforma PROX é, portanto, uma poderosa ferramenta de apoio aos órgãos de defesa civil na preparação, gestão e resposta aos riscos mapeados. Sendo assim, o município pode construir e atualizar seus Plancons para que as informações estejam de fácil acesso para a utilização no atendimento às contingências e na ocorrência de desastres. Ainda, as informações mapeadas poderão ser utilizadas para treinamentos e para simulações da população. A transparência sobre os riscos mapeados nos municípios proporcionada aos moradores busca difundir a cultura de prontidão e emergência e provê ao usuário a percepção integrada do risco ao qual ele está exposto. Abaixo, na Figura 19, estão as telas da interface do perfil população do aplicativo móvel.

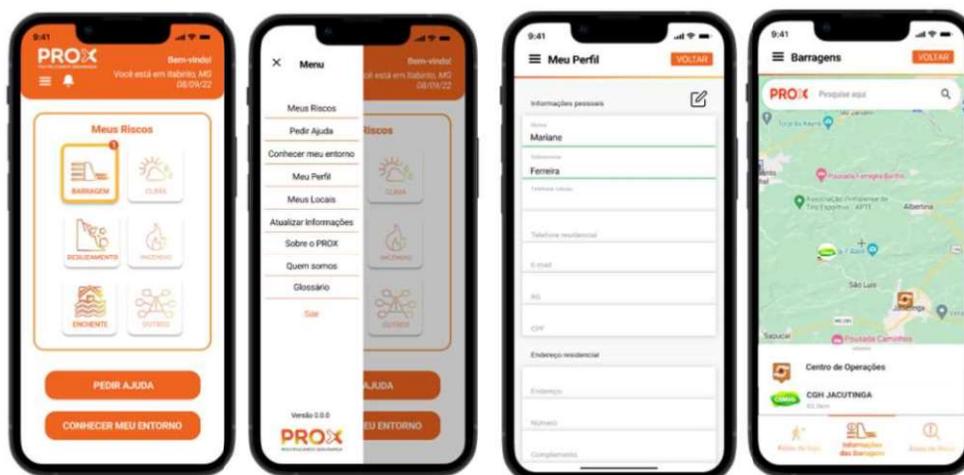


Figura 19 - Interface do Perfil População

A seguir está o endereço eletrônico da página oficial do PROX: <https://segurancaprox.com.br/>

XII. Encerramento das operações

Após deflagradas as notificações e ações no nível **ALERTA**, uma vez que a barragem retorne a um nível de segurança que não necessite de ações externas (**NORMAL** ou **ATENÇÃO**), o fluxograma de comunicação desse nível deverá ser acionado de maneira a oficializar a situação vigente.

Para o caso de acionamento do nível **EMERGÊNCIA**, considera-se que serão iniciadas as tratativas de crise e continuidade de negócio, devendo ser elaborado um plano específico para esse fim. Dado que o encerramento não se dá de maneira clara, seu fluxo de comunicação deverá ser conforme finalização de ações que exponham riscos à população afetada.

XIII. Apêndices

A. Fluxograma de Acionamento do PAE

i) Nível **CHEIAS**



ii) Nível **ALERTA** e **EMERGÊNCIA**

Os fluxogramas podem ser acessados *online* pelo endereço eletrônico abaixo, arquivos denominados “Fluxograma Acionamento PAE – ALERTA” e “Fluxograma Acionamento PAE – EMERGÊNCIA”:

[PCH Tronqueiras](#)

B. Ficha Técnica da Barragem

Dados Básicos	
Nome do barramento	PCH Tronqueiras
Empreendedor	Cemig Geração Leste S.A.
Entidade Fiscalizadora	ANEEL
Localização	
- Curso de água barrado	Rio Tronqueiras
- Município	Coroaci
- Unidade da Federação	Minas Gerais (MG)
- Coordenadas do Empreendimento	Lat. 18°43'18,6" S Long. 42°16'17,5" O
Reservatório	
NA Montante – Reservatório:	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	456,40
- Máximo Normal [m-IBGE] (Com <i>flash-board</i>)	455,54
- Máximo Normal [m-IBGE] (Sem <i>flash-board</i>)	453,82
- Mínimo Normal [m-IBGE]	453,42
Áreas Inundadas:	
- No NA Máximo Normal [km ²]	0,60
Volume do Reservatório:	
- No N.A. Máximo Normal [hm ³]	1,94
Barragem	
Material	Concreto/ Gravidade
Comprimento Aprox. da Crista [m]	85,00
Altura Máxima Aprox. [m]	19,50
Cota da Crista [m-IBGE]	457,12
Sistema de descarga	
Vertedouro Crista Livre - Flash-board	
- Vazão de Projeto [m ³ /s] (TR 1.000 anos)	117,00
- Cota da crista [m-IBGE] (Sem <i>flash-board</i>)	453,82
- Cota da crista [m-IBGE] (Com <i>flash-board</i>)	455,54
- Número de vãos	1
- Dissipação de Energia	Diretamente sob o leito do rio Tronqueiras
Comporta Intermediária	
- Cota da soleira [m-IBGE]	448,08
- Altura das comportas [m]	1,00
- Largura das comportas [m]	2,50
Tomada d'Água	
Tipo	Gravidade
Formato	Castelo
Número de vãos	1
Número de Tubulações	1
Chaminé de Equilíbrio	
- Altura [m]	20,00
- Diâmetro [m]	5,50
Tomada d'Água	
Conduto Forçado	
- Número de Condutos	2
- Comprimento [m]	395
- Diâmetro [m]	1,40
Casa de Força	
Tipo	Abrigada
Número de Unidades Geradoras	3
Potência Instalada Total [MW]	8,40

C. Modelo de Mensagem de Notificação Padrão**URGENTE**

Prezados (as)

Esta é uma mensagem de (declaração / alteração) do Nível de Segurança da Barragem para _____, feita por _____, Coordenador Executivo do Plano de Ação de Emergência – PAE da Barragem da PCH Tronqueiras.

A partir das ____h__ de ____/____/____, devido _____.

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

A partir deste momento, devem ser seguidos todos os procedimentos relacionados ao respectivo Nível de Segurança da Barragem que estão descritos no Plano de Ação de Emergência – PAE da PCH Tronqueiras.

Nós os manteremos atualizados em caso de mudança do Nível de Segurança da Barragem.

A PCH Tronqueiras possui uma barragem em concreto, com altura máxima de 19,50 metros e volume total armazenado no reservatório no nível máximo normal é de 1,94 hm³. Na ZAS encontra-se a comunidade rural de Conceição de Tronqueiras, situada aproximadamente 5 km a jusante do barramento. O centro urbano mais próximo a jusante pertence ao município de Sardoá – MG, localizado, a cerca de 16 km da barragem.

FIM DA MENSAGEM

D. Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética

Premissas:

Para o nível **EMERGÊNCIA**, foram simulados seis cenários hidrológicos de ruptura, os quais são apresentados abaixo:

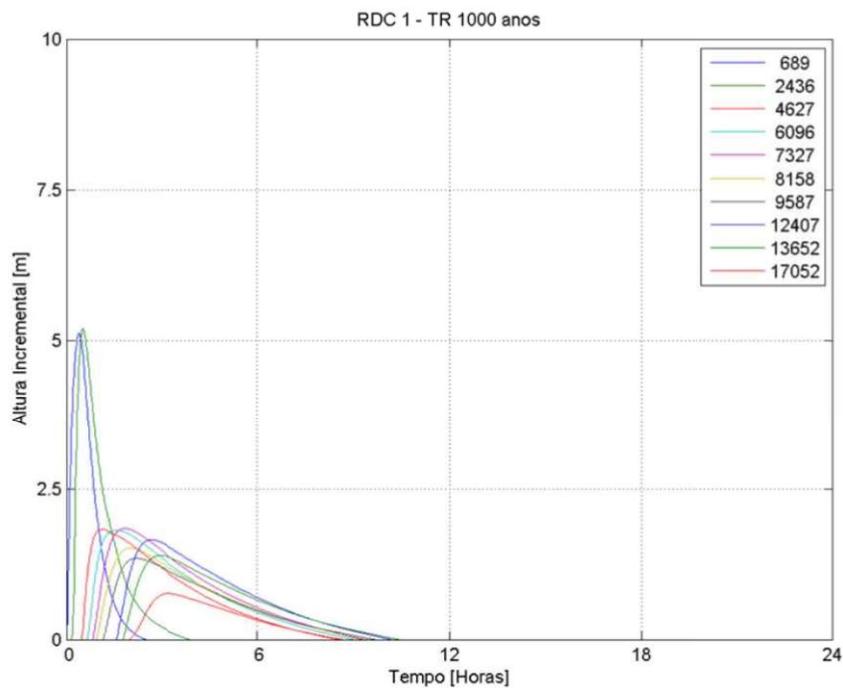
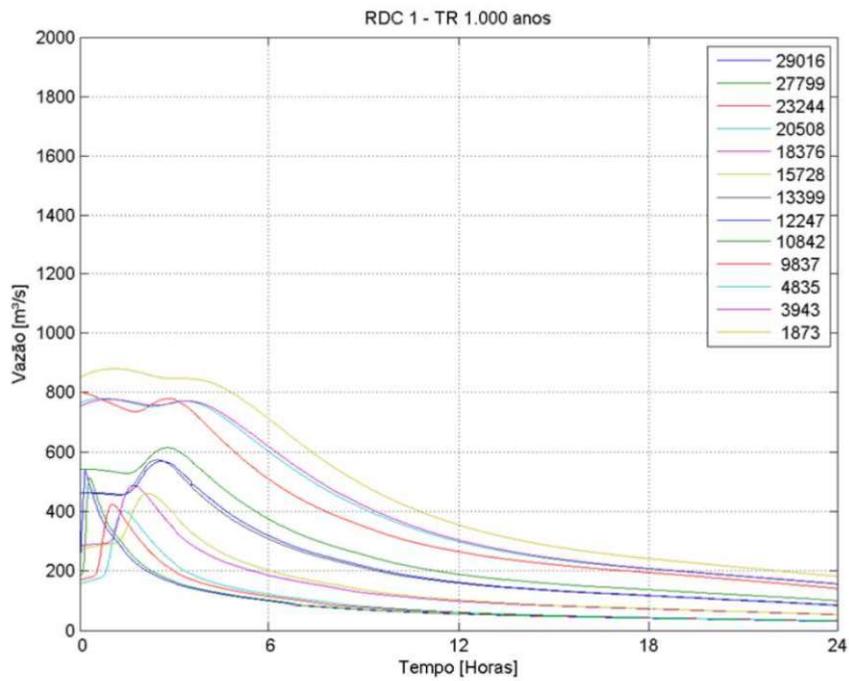
- **Cenário de Falha 1 – Milenar (RDC 1):** Rompimento por colapso do vertedouro durante evento de vazão milenar (122 m³/s), com o reservatório no nível de 455,50 m (97,56% do volume útil);
- **Cenário de Falha 2 – Dia Seco (RDC 2):** Rompimento por colapso do vertedouro em dia seco durante evento de vazão média de longo termo (6,20 m³/s), com o reservatório no nível de 454,04 m (22,62% do volume útil);
- **Cenário de Falha 3 – TR 2 anos (RDC 3):** Rompimento por colapso do vertedouro durante evento de vazão de TR de 2 anos (41,0 m³/s), com o reservatório no nível de 454,62 m (49,47% do volume útil);

Resultados:

- i) Cenário de Falha 1 – Milenar (RDC 1): Rompimento por colapso do vertedouro durante evento de vazão milenar (122 m³/s), com o reservatório no nível de 455,50 m (97,56% do volume útil)**

As figuras seguintes ilustram, durante as 24 horas mais críticas do evento, o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da PCH Tronqueiras para o Cenário 1 (decamilenar), sendo apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse.

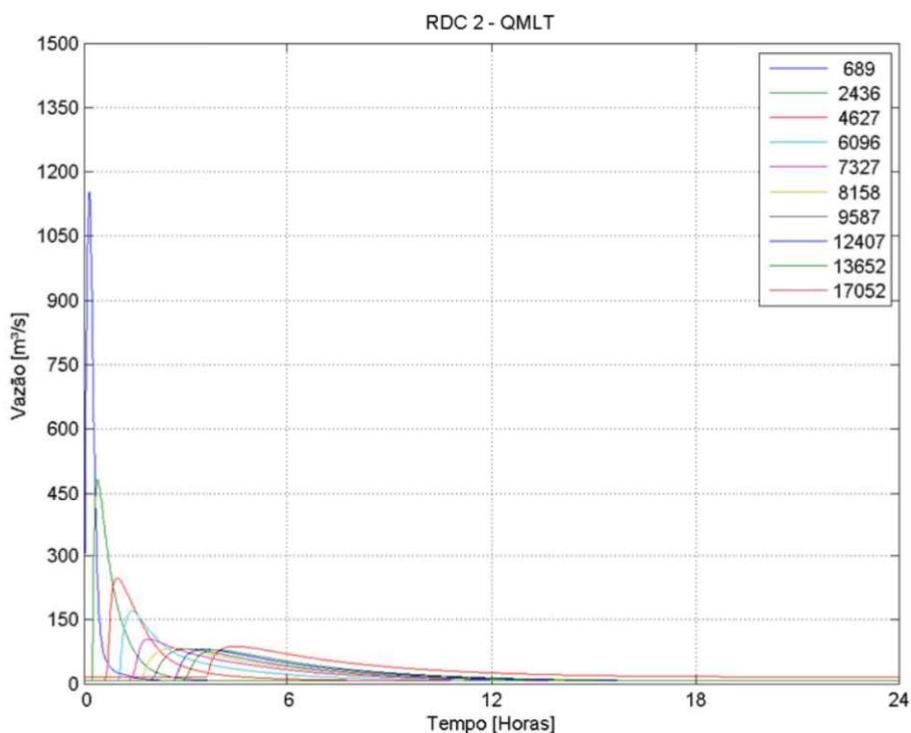
A **vazão de pico após a ruptura foi estimada de 1.601 m³/s**, e a onda induzida pela ruptura hipotética da Barragem Tronqueiras chega ao final do trecho estudado com 0,77 m de altura incremental, com abatimento de 85% da altura inicial.

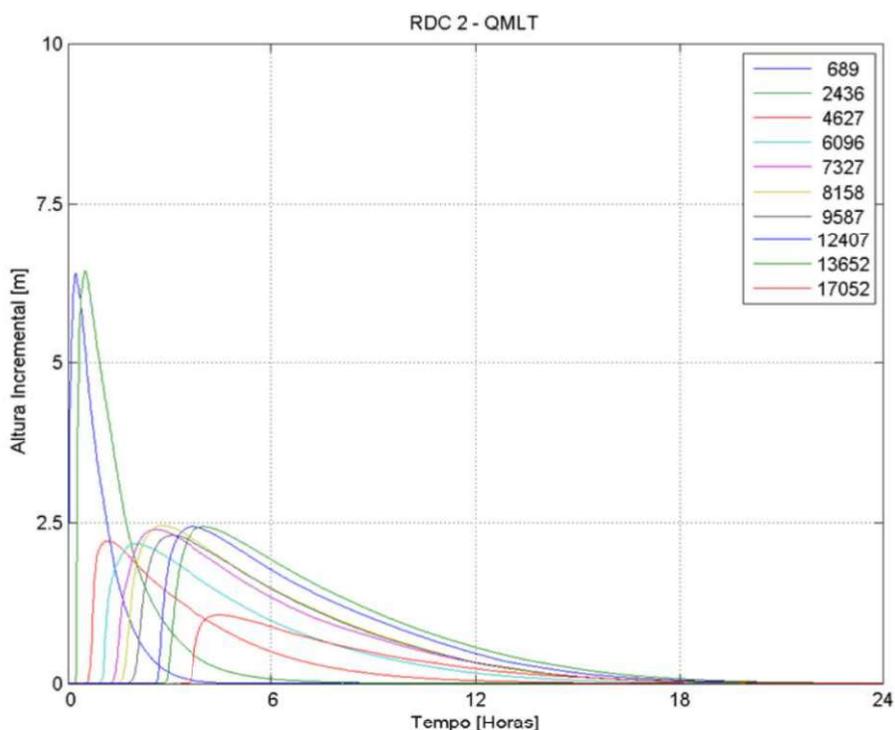


ii) **Cenário de Falha 2 – Dia Seco (RDC 2): Rompimento por colapso do vertedouro em dia seco durante evento de vazão média de longo termo (6,20 m³/s), com o reservatório no nível de 454,04 m (22,62% do volume útil)**

As figuras seguintes ilustram, durante as 24 horas mais críticas do evento, o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da Barragem Tronqueiras para o Cenário 2 (dia seco), sendo apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse.

A **vazão de pico após a ruptura foi de 1.205 m³/s**, e as alturas incremental e absoluta neste caso são iguais, por ser o cenário hidrológico de vazão média. A onda induzida pela ruptura hipotética na última seção a jusante do modelo resultou em 1,07 m. Este valor é considerável com a precisão dos parâmetros de entrada do modelo. Assim, a onda induzida pela ruptura tem potencial para propagar ao longo do trecho estudado. Se comparada com níveis de uma cheia natural de 100 anos de período de retorno, o abatimento total da onda ocorre ainda nos primeiros 10 km de trecho de rio.

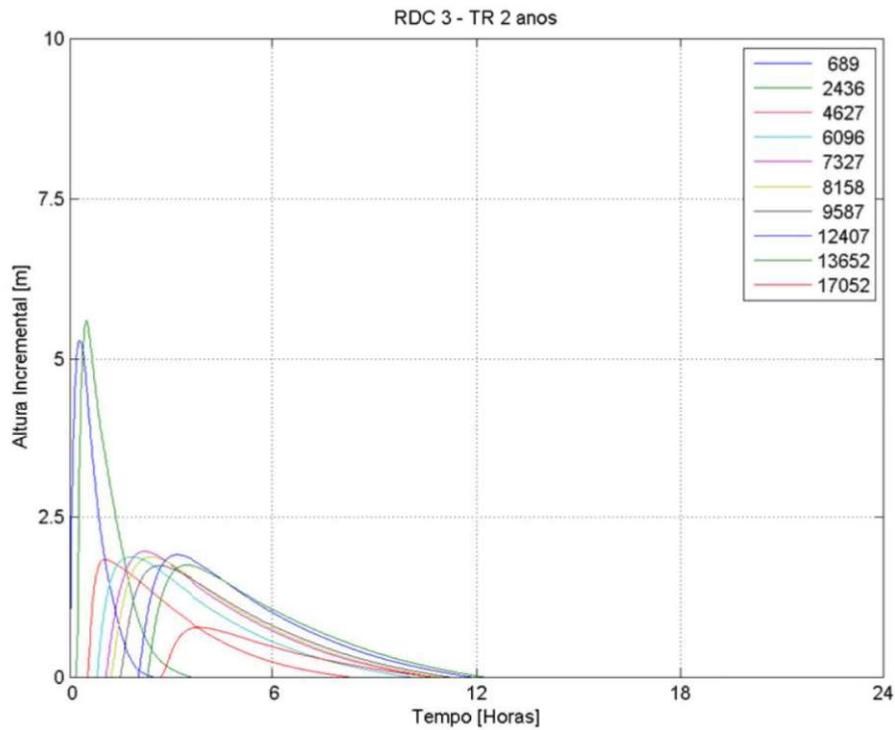
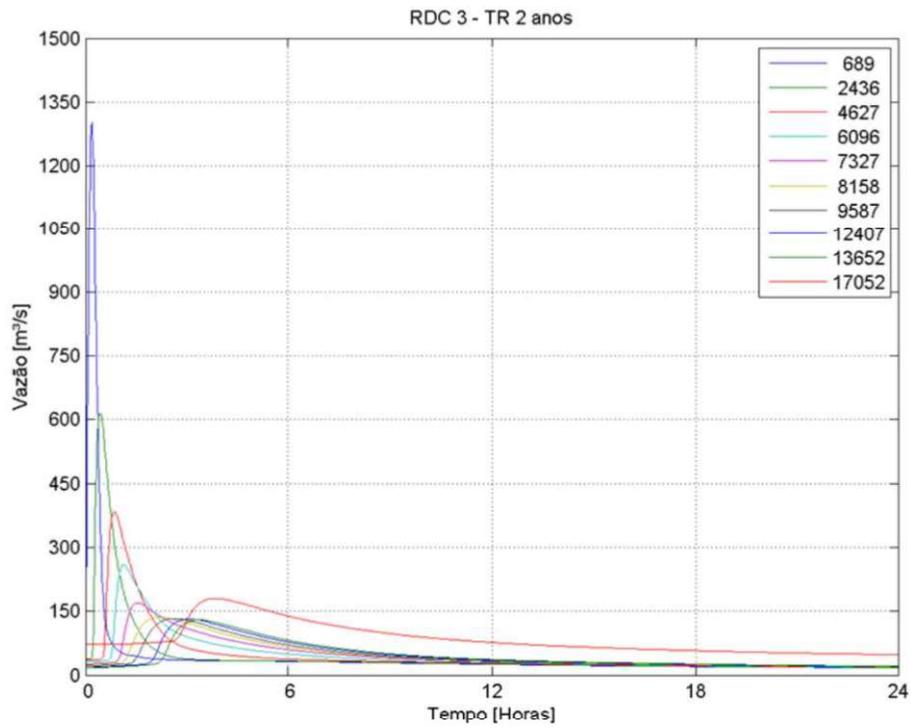




iii) Cenário de Falha 3 – TR 2 anos (RDC 3): Rompimento por colapso do vertedouro durante evento de vazão de TR de 2 anos (41,0 m³/s), com o reservatório no nível de 454,62 m (49,47% do volume útil)

As figuras seguintes ilustram, durante as 24 horas mais críticas do evento, o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da Barragem de Tronqueiras para o Cenário 3 (vazão de restrição), sendo apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse.

A vazão de pico após a ruptura foi estimada próximo de 1.359 m³/s, e a onda incremental comporta-se de forma semelhante ao Cenário 1. Ao longo do modelo, verificou-se que o abatimento de altura incremental foi de 85%, resultando em uma altura incremental de onda na seção mais a jusante do modelo da ordem de 0,78 m.



iv) Restrições de acesso

Algumas restrições de acesso em momentos de crise podem ser identificadas. Dentre elas, o acesso às localidades da área de inundação mediante as rodovias e estradas sujeitas à inundação, bem como a interdição das pontes pertencentes a elas. Nesse contexto, nas cartas de inundação estão indicadas as estradas e pontes atingidas pela onda induzida pela ruptura hipotética da barragem. Essas estruturas deverão ser mapeadas pelos órgãos de Defesa Civil, para que o isolamento e interdição das vias sejam adequadamente planejados e executados para momentos de crise.

Com base nessas informações, avaliou-se, para cada cenário simulado, a possibilidade de galgamento das pontes, bem como o atendimento à recomendação de 1 m de borda livre abaixo da estrutura. Recomendações de projeto de pontes e bueiros de DNIT (2005) indicam 1 m de borda livre para períodos de retorno de 50 anos ou 100 anos, conforme critério de projeto. Para o cenário milenar, tal condição não se aplica, uma vez que o evento hidrológico natural já é superior às recomendações aplicáveis. Sendo assim, os valores representados em vermelhos indicam que o nível d'água atingiu o tabuleiro da estrutura ou o não atendimento da recomendação de DNIT (2005).

As pontes presentes ao longo do trecho estudado estão resumidas abaixo, e, em seguida, é apresentada a espacialização dessas estruturas.

Estrutura	Elevação do tabuleiro [m-IBGE]		Elevação máxima do nível de água [m-IBGE]							
	Superior	Inferior	RDC1	RDC2	RDC3	TR1000	TR100	TR50	TR10	TR2
Ponte 01	421,59	420,19	428,58	426,61	427,39	423,34	422,96	422,84	422,52	422,11
Ponte 02	333,31	331,51	335,44	334,39	334,81	331,75	331,37	331,27	330,97	330,56
Ponte 03	330,67	329,37	331,24	328,91	329,84	329,35	328,91	328,77	328,39	327,88

Em vermelho estão situações de risco ou inconformidade.



Figura 20 - Restrições de acesso

E. Tempos de chegada e pico de onda

As tabelas a seguir contêm os resultados da modelagem hidrológica, apresentadas em todos os mapas temáticos produzidos para os cenários de ruptura, anteriormente identificados.

Tabela 17 - Resultados Cenário de Falha 1 (RDC 1):

SC	d*[m]	Z _p *	Z _{ref} *	Z _{Qmit} *	H [m]*	H _{incr} [m]*	Q _p [m ³ /s]*	T _p *	T _{inun} *	T _{ch}	V [km/h]*
18891	688,77	428,71	423,58	420,59	8,11	5,13	1543,74	00 23	01 27	00 03	0,00
17144	2435,73	338,27	333,07	329,69	8,57	5,20	857,35	00 31	01 58	00 14	13,10
14953	4626,73	332,28	330,44	328,39	3,88	1,84	627,83	01 08	04 16	00 35	5,25
13484	6095,93	331,99	330,17	327,68	4,31	1,82	433,73	01 35	04 33	00 48	4,51
12252	7327,03	331,63	329,78	326,95	4,68	1,85	307,74	01 49	04 43	01 00	4,63
11422	8157,59	330,41	328,89	325,98	4,43	1,52	239,28	02 00	04 21	01 10	4,62
9993	9586,591	327,10	325,75	323,02	4,08	1,35	234,32	02 11	04 01	01 25	4,94
7172	12407,45	304,52	302,86	299,90	4,62	1,66	232,40	02 40	04 40	01 47	5,13
5927	13652,14	301,45	300,04	297,12	4,32	1,40	229,52	02 57	04 15	02 03	5,05
2527	17052,14	255,71	254,94	252,60	3,11	0,77	385,41	03 13	01 44	02 40	5,78

Z_p é a cota de pico [m-IBGE];

Z_{ref} é a cota de pico para o evento natural milenar [m-IBGE];

Z_{Qmit} é a cota para a condição de escoamento da vazão de referência Q_{MLT} [m-IBGE];

H é a altura do pico da onda induzida em relação à condição de vazão Q_{MLT} [m];

H_{incr} é a altura incremental do pico em relação ao evento Milenar [m];

Q_p é a vazão de pico [m³/s];

T_p é o tempo de pico da onda induzida [DD:HH:MM];

T_{inun} é o tempo de submersão da seção (para H_{incr} > 1,00) [DD:HH:MM];

T_{ch} é o tempo de chegada do início da onda na seção de controle [DD:HH:MM],

V é a velocidade média do pico da onda entre a seção do barramento e a seção de controle [km/hr]

**NDA – Não atinge a condição de inundação incremental.

Tabela 18 - Resultados Cenário de Falha 2 (RDC 2):

SC	d*[m]	Z _p *	Z _{ref} *	Z _{Qmit} *	H [m]*	H _{incr} [m]*	Q _p [m ³ /s]*	T _p *	T _{inun} *	T _{ch}	V [km/h]*
18891	688,77	426,98	423,20	420,59	6,39	3,79	1152,94	00 13	02 09	00 01	0,00
17144	2435,73	336,12	332,60	329,69	6,43	3,52	482,73	00 30	03 08	00 15	6,17
14953	4626,73	330,62	330,07	328,39	2,22	0,55	246,46	01 10	04 50	00 42	4,15
13484	6095,93	329,86	329,74	327,68	2,18	0,12	171,48	02 00	06 50	01 05	3,03
12252	7327,03	329,35	329,34	326,95	2,40	0,01	104,04	02 35	08 19	01 29	2,80
11422	8157,59	328,44	328,45	325,98	2,46	0,00	83,65	02 47	08 21	01 45	2,91
9993	9586,591	325,33	325,34	323,02	2,31	0,00	81,80	03 04	07 58	02 05	3,12
7172	12407,45	302,35	302,40	299,90	2,45	0,00	80,79	03 41	08 28	02 43	3,38
5927	13652,14	299,57	299,64	297,12	2,44	0,00	79,07	04 02	08 45	03 02	3,40
2527	17052,14	253,67	254,53	252,60	1,07	0,00	87,56	04 30	04 11	03 47	3,82

Z_p é a cota de pico [m-IBGE];

Z_{ref} é a cota de pico para o evento natural milenar [m-IBGE];

Z_{Qmit} é a cota para a condição de escoamento da vazão de referência Q_{MLT} [m-IBGE];

H é a altura do pico da onda induzida em relação à condição de vazão Q_{MLT} [m];

H_{incr} é a altura incremental do pico em relação ao evento Milenar [m];

Q_p é a vazão de pico [m³/s];

T_p é o tempo de pico da onda induzida [DD:HH:MM];

T_{inun} é o tempo de submersão da seção (para H_{incr} > 1,00) [DD:HH:MM];

T_{ch} é o tempo de chegada do início da onda na seção de controle [DD:HH:MM],

V é a velocidade média do pico da onda entre a seção do barramento e a seção de controle [km/hr]

**NDA – Não atinge a condição de inundação incremental.

Tabela 19 - Resultados Cenário de Falha 3 (RDC 3):

SC	d*[m]	Z _p *	Z _{ref} *	Z _{Qmit} *	H [m]*	H _{incr} [m]*	Q _p [m ³ /s]*	T _p *	T _{inun} *	T _{ch}	V [km/h]*
18891	688,77	427,57	422,28	420,59	6,97	5,29	1303,20	00 17	01 33	00 01	0,00
17144	2435,73	337,06	331,46	329,69	7,36	5,60	615,44	00 29	02 01	00 14	8,73
14953	4626,73	331,19	329,35	328,39	2,79	1,84	383,47	01 02	03 45	00 37	5,25
13484	6095,93	330,67	328,79	327,68	2,98	1,88	259,88	01 49	04 54	00 55	3,53
12252	7327,03	330,24	328,28	326,95	3,29	1,97	169,68	02 12	05 19	01 13	3,46
11422	8157,59	329,28	327,40	325,98	3,30	1,88	136,11	02 23	05 18	01 23	3,56
9993	9586,591	326,08	324,34	323,02	3,06	1,74	132,82	02 39	05 14	01 40	3,76
7172	12407,45	303,23	301,32	299,90	3,33	1,91	131,59	03 10	05 25	02 11	4,06
5927	13652,14	300,34	298,59	297,12	3,22	1,75	129,63	03 28	05 28	02 27	4,07
2527	17052,14	254,42	253,64	252,60	1,81	0,78	180,06	03 51	02 03	03 12	4,59

Z_p é a cota de pico [m-IBGE];

Z_{ref} é a cota de pico para o evento natural milenar [m-IBGE];

Z_{Qmit} é a cota para a condição de escoamento da vazão de referência Q_{MLT} [m-IBGE];

H é a altura do pico da onda induzida em relação à condição de vazão Q_{MLT} [m];

H_{incr} é a altura incremental do pico em relação ao evento Milenar [m];

Q_p é a vazão de pico [m³/s];

T_p é o tempo de pico da onda induzida [DD:HH:MM];

T_{inun} é o tempo de submersão da seção (para H_{incr} > 1,00) [DD:HH:MM];

T_{ch} é o tempo de chegada do início da onda na seção de controle [DD:HH:MM],

V é a velocidade média do pico da onda entre a seção do barramento e a seção de controle [km/hr]

**NDA – Não atinge a condição de inundação incremental.

Tabela 20 - Cheias Naturais

SC	d*[m]	Cota [m-IBGE]					QmIt
		TR 2	TR 10	TR 50	TR 100	TR 1.000	
18891	688,77	422,28	422,73	423,07	423,20	423,58	420,59
17144	2435,73	331,46	332,05	332,46	332,60	333,07	329,69
14953	4626,73	329,35	329,69	329,97	330,07	330,44	328,39
13484	6095,93	328,79	329,25	329,62	329,74	330,17	327,68
12252	7327,03	328,28	328,81	329,20	329,34	329,78	326,95
11422	8157,59	327,40	327,92	328,31	328,45	328,89	325,98
9993	9586,591	324,34	324,85	325,22	325,34	325,75	323,02
7172	12407,45	301,32	301,86	302,26	302,40	302,86	299,90
5927	13652,14	298,59	299,13	299,51	299,64	300,04	297,12
2527	17052,14	253,64	254,08	254,41	254,53	254,94	252,60

*d é a distância entre a seção de controle e o eixo do barramento [m];

F. Lista de mapas temáticos e manchas de inundação

Na lista de desenhos apresentada nas tabelas abaixo pode-se visualizar os mapas de inundação para cada simulação realizada com a delimitação do alcance máximo da onda induzida pela ruptura da barragem e pela passagem das cheias naturais no vale a jusante, além das principais estruturas atingidas em cada cenário. Os mapas anexos apresentam as situações específicas para o nível **EMERGÊNCIA**, onde a ruptura já ocorreu ou está prestes a ocorrer, assim como cenários de cheias naturais para o nível **CHEIAS**.

As cartas de inundação sumarizam informações estratégicas do estudo de ruptura hipotética da barragem, auxiliando a realização das ações a serem tomadas em momentos de crise. Sendo assim, são apresentados os resultados hidráulicos de:

- Cota de pico m;
- Cota TR 100 anos e TR 1.000 m;
- Cota Q_{MLT} m;
- Altura [m];
- Altura Incremental [m];
- Vazão de pico durante a passagem da onda [m^3/s];
- Tempo de chegada do pico da onda [00H00M];
- Tempo inundado [00H00M];
- Tempo de chegada do início da onda [00H00M]; e,
- Velocidade média da onda [km/h].

Cenário	Número do Mapa
RDC 1 – Rompimento por colapso do vertedouro durante evento de vazão milenar (122 m^3/s)	PAE-TRQ-MAP01-RDC01_revB
RDC 2 – Rompimento por colapso do vertedouro em dia seco durante evento de vazão média de longo termo (6,20 m^3/s)	PAE-TRQ-MAP02-RDC02_revB
RDC 3 – Rompimento por colapso do vertedouro durante evento de vazão de TR de 2 anos (41,0 m^3/s)	PAE-TRQ-MAP03-RDC03_revB

É representado em carta de inundação, também, o perigo hidrodinâmico dos cenários. Este é o produto direto entre a velocidade e a profundidade do escoamento, sendo uma variável importante de tomada de decisão, a qual ilustra espacialmente a capacidade destrutiva de uma onda induzida pela ruptura hipotética da barragem.

Nessa linha, a tabela a seguir apresenta as prováveis consequências esperadas da onda de ruptura baseada na variável “perigo hidrodinâmico” ou “inundação dinâmica”, empregados na graduação dessa variável nas cartas de inundação.

Parâmetro HxV [m³/s]	Consequências esperadas
<0,50	Crianças e deficientes são arrastados
0,50 – 1,00	Adultos são arrastados
1,00 – 3,00	Danos de submersão em edifícios e estruturais em casas
3,00 – 7,00	Danos estruturais em edifícios e possível colapso
>7,00	Colapso de certos edifícios

Fonte: Adaptado de Synaven et al. (2000).

Cenário – Perigo Hidrodinâmico	Número do Mapa
RDC 1 – Rompimento por colapso do vertedouro durante evento de vazão milenar (122 m³/s)	PAE-TRQ-MAP04-PER01_revB
RDC 2 – Rompimento por colapso do vertedouro em dia seco durante evento de vazão média de longo termo (6,20 m³/s)	PAE-TRQ-MAP05-PER02_revB
RDC 3 – Rompimento por colapso do vertedouro durante evento de vazão de TR de 2 anos (41,0 m³/s)	PAE-TRQ-MAP06-PER03_revB

Por fim, são apresentadas as cartas de inundação do cenário sem ruptura, para as vazões com TR 2, 10, 50, 100 e 10.000 anos. Desta forma é possível analisar quais as regiões que estão, naturalmente, expostas a riscos hidrológicos no vale a jusante da barragem.

Tempo de Recorrência	Número do Mapa
TR 2 anos (41,0 m³/s)	PAE-TRQ-MAP07-TR2_revB
TR 10 anos (64,0 m³/s)	PAE-TRQ-MAP08-TR10_revB
TR 50 anos (85,0 m³/s)	PAE-TRQ-MAP09-TR50_revB
TR 100 anos (93,0 m³/s)	PAE-TRQ-MAP10-TR100_revB
TR 1.000 anos (122 m³/s)	PAE-TRQ-MAP11-TR1000_revB

Os mapas podem ser acessados em formato digital pelo endereço eletrônico abaixo, pasta denominada “Mapas PDF”:

[PCH Tronqueiras](#)

G. Plano de Mitigação¹⁶

A operacionalização do PAE e integração ao Plancon do município é primordial para garantir maior efetividade nas ações de prevenção e mitigação do risco relacionado à ruptura da barragem. Sendo assim, a Cemig está articulando com as Defesas Civas Municipais a atualização do Plancons dos municípios da ZAS, incluindo o cenário de ruptura da barragem, conforme Projeto VAMOS, **Etapa 7 – Revisão do PLANCON Municipal.**

Durante a revisão do Plancon, será realizado o levantamento da estrutura atual do município em relação aos recursos disponíveis que podem ser utilizados em resposta a uma situação de emergência para resgatar atingidos, pessoas e animais. Assim como o levantamento dos locais de captação de água e estações de tratamento para se avaliar os impactos e subsidiar as ações para assegurar o abastecimento de água potável, entre outros aspectos que subsidiarão a atualização deste Plano de Mitigação.

Este anexo será atualizado conforme cronograma acordado com as defesas civis municipais e apresentado na Tabela 8 do X Projeto de Integração PAE/Plancon - VAMOS.

i) Resgate da população potencialmente atingida na ZAS

Em situação de evacuação preventiva em nível **ALERTA** ou evacuação imediata em nível de **EMERGÊNCIA**, a população da ZAS deve direcionar-se ao ponto de encontro assim que notificada. Para auxílio nesta evacuação até os pontos de encontro há sinalizações de rotas de fuga, assim como são realizados treinamentos e simulados de evacuação. Após a população se dirigir aos pontos de encontro, deverá aguardar a chegada de resgate pelos órgãos públicos, conforme definido no Plancon do município, com as ações de abrigagem temporária da população.

As ações de socorro têm por objetivo definir como será prestado o atendimento às pessoas atingidas, incluindo as ações de busca e salvamento, primeiros-socorros, atendimento pré-hospitalar e atendimento médico e hospitalar de emergência.

- A Cemig dispõe de sirenes móveis que poderão realizar a notificação da ZAS, seja em evacuação preventiva ou como redundância do sistema de notificação para confirmar a devida evacuação.

¹⁶ Em atendimento ao art. 12, incisos VI e VII, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “medidas específicas, em articulação com o poder público, para resgatar atingidos, pessoas e animais, para mitigar impactos ambientais, para assegurar o abastecimento de água potável e para resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural” e “dimensionamento dos recursos humanos e materiais necessários para resposta ao pior cenário identificado”.

Detalhes sobre as sirenes móveis podem ser consultados na **Etapa 8 - Implementação do Sistema de Notificação**.

- O detalhamento das rotas de fuga e pontos de encontro é apresentado em **E. Etapa 6 – Plano de Evacuação: Rotas de Fuga e Pontos de Encontro**.

ii) Resgate de animais

Na etapa de cadastramento demográfico, foram identificados os animais dentro da área de impacto, conforme apresentado em **Etapa 3 – Cadastro Socioeconômico, Fauna**. Durante a revisão do Plancon será possível identificar os locais que podem ser utilizados como abrigos temporários dos animais.

iii) Mitigação dos impactos ambientais

Dentre os dois formatos predominantes de Avaliação de Impactos Ambientais - AIA:

- Ex-Ante: a avaliação precede a implantação de um empreendimento ou projeto;
- Ex-Post: o processo é realizado após a ocorrência de um desastre ou evento.

Para o presente PAE será considerada a avaliação Ex-Post, em que uma forma de iniciar a avaliação abrangente dos impactos e suas principais características consiste na elaboração de um quadro sinótico que possa ser usado como uma guia orientativo para a avaliação. A Tabela 21 apresenta um modelo para ser utilizado em caso de rompimento da barragem, que servirá como uma guia orientativo para a compreensão dos impactos que já existiam na região, e como seria a conexão com os impactos decorrentes do rompimento da barragem. É apresentado, também, as referências para o preenchimento do quadro, que poderá ser ajustado em decorrência do evento materializado. O quadro tem o intuito de clarear a tomada de decisão, permitindo que as ações sejam assertivas e ágeis, em caso de ocorrência de emergência com a barragem.

Tabela 21 - Referências para o preenchimento do quadro de impactos

Referências para preenchimento do quadro de impactos			
Componente afetado		Componente ambiental afetado pelo impacto. (Ex: Populações ribeirinhas, fauna aquática, flora, etc)	
Impacto		Ex: Alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população, II - as atividades sociais e econômicas, III - a biota, IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e V - a qualidade dos recursos ambientais. CONAMA 01/86	
Forma de constatação	Tipo de evidência	1 - Monitoramento, 2 - Observação e 3 - Associação lógica	
	Fonte da evidência	Apresentar o relatório que originou a evidência e a data.	
Via de impacto (<i>pathway</i>)		Descrever a rota mais provável do impacto	
Caracterização do impacto	Magnitude	Indicador	Apresentar o valor ou resultado encontrado nos estudos de campo
		Referência	Apresentar os valores de referência para o impacto citado.
		VMR	Valor de Magnitude em Rompimento - Apresentar os valores ou resultados das medições após a ocorrência do rompimento
		Valor Resultante	Valor referente a diferença entre o VMR e o indicador. O Valor Resultante demonstra o tamanho da magnitude do impacto do rompimento.
	Área afetada	Descrever a área afetada do impacto correlacionando com a mancha e as áreas (ADA, AID)	
	Duração	Qual a duração do impacto e suas origens.	
Origens possíveis do impacto identificado		Descrever as origens mais prováveis do impacto	
Potencial de associação com o rompimento		O impacto tem capacidade de ser associado ao rompimento? Pode existir em caso de rompimento, falsa correlação desse impacto já pré-existente com o rompimento?	
Potencial de cumulatividade com o rompimento		Em caso de rompimento esse impacto pode sofrer cumulatividade? Descrever os efeitos	
Potencial de sinergia com o rompimento		Em caso de rompimento esse impacto pode sofrer efeitos sinérgicos? Descrever os efeitos.	

iv) Medidas para assegurar o abastecimento de água potável

Foi realizado o levantamento das outorgas de uso de recursos hídricos pelo sistema da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema) e pela Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA).

O levantamento **não identificou** pontos de captação para abastecimento público, estações de tratamento de água e de esgoto atingidos na ZAS.

v) Medidas para assegurar e salvaguardar o patrimônio cultural

Foi realizado um diagnóstico do patrimônio cultural material que considerou as infraestruturas de interesse cultural, artístico ou histórico e sítios arqueológicos e espeleológicos tombados pelo Estado e Município, além de comunidades indígenas tradicionais ou quilombolas. Para tal avaliação, foram

utilizados dados atualizados disponíveis no portal do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2019) e do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico (IEPHA, 2021).

O levantamento indicou que na ZAS da PCH Tronqueiras **dois bens** culturais imateriais estão localizados na região, sendo a **Cachaça do Lélío** e o **evento Tronqueirense Ausente** que ocorre no segundo semestre do ano.

vi) Materiais, equipamentos e recursos humanos necessários para resposta

Os treinamentos de simulados de mesa (*tabletops*) visam construir e consolidar a listagem de recursos necessários para a resposta quanto ao isolamento de áreas, controle de acesso (pare-siga), atendimento a pessoas abrigadas dentre outras necessidades levantadas para uma eventual emergência ou necessidade de evacuação preventiva.

A Tabela 22 apresenta dados prévios da listagem de recursos necessários para resposta à emergência com a barragem. Além disso, durante a etapa de cadastramento foram avaliados e definidos locais que podem servir de bases de apoio ao resgate como abrigos, centros de triagem, estoques etc. Os locais estão listados na Tabela 23.

Destaca-se que as listas deverão ser constantemente atualizadas, conforme a execução de *tabletops* e atualização do Plancon.

Tabela 22 - Listagem de recursos para resposta às emergências

Recursos	Equipamento	Pessoal	Objetivo
Sistema de notificação	DIN	Sobreavisado para Gestão de Cheias	Evacuação de pessoas
Sistema de notificação	Caminhonete e Sirene móvel	Equipe técnica ou Defesa Civil	Confirmação de evacuação de pessoas
Ônibus ¹⁷	Escolar da prefeitura	Secretaria de Educação do município	Recolhimento de pessoas evacuadas do ponto de encontro aos Abrigos

Tabela 23 - Locais de apoio ao resgate

Nome	Endereço	Telefone	Tipo	Município
Escola Estadual Bernardino Nunes da Rocha	Rua José Antônio Monteiro, 260, Centro. 39711-000 Coroaci - MG.	(33) 32912126	Escola	Coroaci

¹⁷ Os recursos serão validados conforme revisão do Plano de Contingência Municipal dos municípios da ZAS.

Nome	Endereço	Telefone	Tipo	Município
Escola Municipal Dom Bosco	Rua Dona Cotinha Gonçalves, 25, Centro, 39710-000	(33) 988610615	Escola	Coroaci
Escola Municipal Antônio Firmino de Andrade	Praça São Judas Tadeu, 53 Escola, Centro	-	Escola	Coroaci
Escola Estadual São Tarcísio	Rodovia BR 116 KM 411, Assentamento Oziel Alves Pereira, 35109-000	(33) 999710650	Escola	Governador Valadares
Escola Municipal Vereador Milton Cunha	Avenida Principal, s/n Córrego dos Borges, 35001-970	-	Escola	Governador Valadares
Escola Municipal Araripe Junior	Córrego do Sabiá, s/n Zona Rural, Córrego do Sabiá, 35106-000	(33) 99805685	Escola	Governador Valadares
Escola Municipal Dom Bosco	Rua Marcelino José da Cunha, 195, Distrito Xonim de Cima, 35109-000	(33) 999230402	Escola	Governador Valadares
Escola Municipal Monteiro Lobato	Córrego do Melquiades, s/n. Zona Rural, 35100-400	(33) 99288564	Escola	Governador Valadares
Escola Municipal Vicente Petronilho	Rua Principal, s/n, Zona Rural. Bernardo, 35100-800	(33) 999167668	Escola	Governador Valadares
Escola Municipal Realina Adelina Costa	Praça da Matriz, s/n, Praça Poliesportiva, Centro, 35100-200	(33) 999027911	Escola	Governador Valadares
CRAS Coroaci – Casa da Família	Rua Padre Sady Rabelo, 165, Centro, 3971000 –	(33) 32911314	Assistência Social	Coroaci
CRAS Jardim Do Trevo – Governador Valadares – MG	Avenida Edson Sirino Campos, 226, Jardim Do Trevo, 35054-040	-	Assistência Social	Governador Valadares
CRAS Santa Efigênia – Governador Valadares – MG	Avenida Presidente Tancredo Neves, 1365, Santa Efigênia, 35060-440	-	Assistência Social	Governador Valadares

XIV. Apêndices Externos

A. Controle de distribuição externa e digital¹⁸

O controle de distribuição externa do PAE segue conforme tabela de registro e evidências de envio digital do documento que pode ser acessada *online* pelo endereço eletrônico abaixo, arquivo denominado “Plano de Chamadas - PCH Tronqueiras”:

[PCH Tronqueiras](#)

B. Plano de Chamadas para notificação externa¹⁹

O Plano de Chamadas contendo os contatos para notificação externa de acordo com o fluxograma de acionamento do PAE pode ser acessada pela planilha *online* pelo endereço eletrônico abaixo, arquivo denominado “Plano de Chamadas - PCH Tronqueiras”. Os contatos poderão ser atualizados conforme a necessidade e as defesas civis dos municípios serão notificadas via *e-mail*.

[PCH Tronqueiras](#)

¹⁹ Em atendimento ao art. 12, inciso XI, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “plano de comunicação, incluindo contatos dos responsáveis pelo PAE no empreendimento, da prefeitura municipal, dos órgãos de segurança pública e de proteção e defesa civil, [...]”.