

Barragem da PCH Machado Mineiro



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): PCH.PH.MG.001361-7.01

Documento nº PAE - PCH Machado Mineiro - revF

Responsável pela elaboração: Cemig GT

Municípios relacionados (MG):

Zona de Autossalvamento (ZAS): Águas Vermelhas e Ninheira - 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

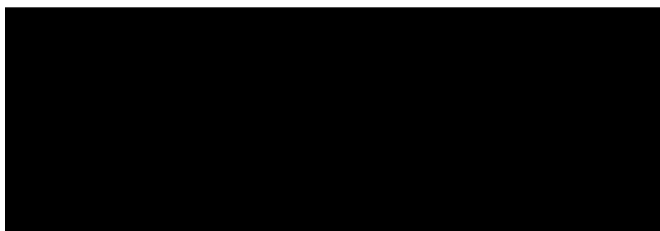
Sumário	2
I. Controle de revisões	4
II. Assinaturas dos responsáveis.....	5
III. Informações gerais.....	6
A. Apresentação	6
B. Objetivos do PAE	6
C. Plano de Prevenção e Resposta Civil a Potenciais Emergências em Barragens (PPRC).....	6
D. Descrição das instalações da barragem	7
E. Classificação da Barragem	8
F. Localização e Acesso	8
IV. Atribuições e Responsabilidades dos Envolvidos no PAE	10
A. Empreendedor.....	10
B. Coordenador Executivo do PAE	10
C. Equipe técnica	11
D. Centro de Operação do Sistema-COS.....	11
E. Sobreaviso para Gestão de Cheias	12
F. Defesa Civil Municipal	12
V. Níveis de Acionamento do PAE e Ação de Resposta da População	13
A. Caracterização do nível CHEIAS.....	14
B. Caracterização do nível ALERTA	17
C. Caracterização do nível EMERGÊNCIA	18
VI. Procedimentos Preventivos e Corretivos.....	19
VII. Fluxograma de acionamento do PAE	26
VIII. Zona de Autossalvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária (ZSS).....	26
IX. Implantação do Sistema de Comando e Operação (SCO) e do Posto de Comando (PC).....	27
X. Projeto de Integração PAE/Plancon - VAMOS	28
A. Etapa 1 – Composição do Comitê de Integração (CI).....	29
B. Etapa 2 – Plano de Trabalho	29
C. Etapa 3 – Cadastro Socioeconômico.....	30
D. Etapa 4 e 5 – Elaboração e Execução do Plano de Comunicação Externo	34
E. Etapa 6 – Plano de Evacuação: Rotas de Fuga e Pontos de Encontro.....	35
F. Etapa 7 – Revisão do PLANCON Municipal	37
G. Etapa 8 - Implementação do Sistema de Notificação.....	37
H. Etapa 9 –Treinamentos e Simulados	38
XI. Ferramenta de Gestão de Riscos - PROX	40
1. Alertas Segmentados em Cheias e acionamento via PROX	41
XII. Encerramento das operações	42
XIII. Apêndices	43
A. Fluxograma de Acionamento do PAE	44
B. Ficha Técnica da Barragem.....	45
C. Modelo de Mensagem de Notificação Padrão	46

D. Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética	47
E. Tempos de chegada e pico de onda.....	55
F. Lista de mapas temáticos e manchas de inundação.....	60
G. Plano de Mitigação	62
XIV. Apêndices Externos	67
A. Controle de distribuição externa e digital	68
B. Plano de Chamadas para notificação externa	68

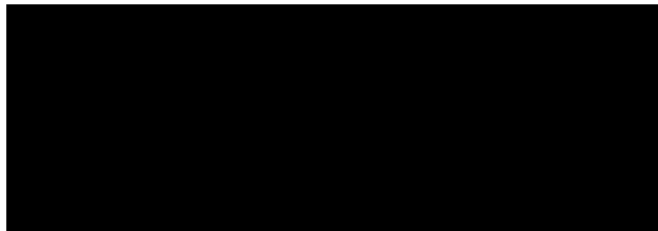
I. Controle de revisões

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

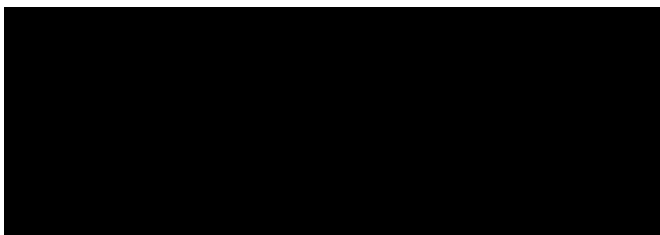
II. Assinaturas dos responsáveis



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



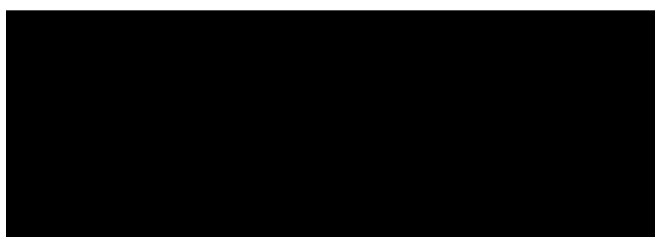
Ivan Sérgio Carneiro
Coordenador Executivo do PAE
Gerente de Planejamento Energético



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

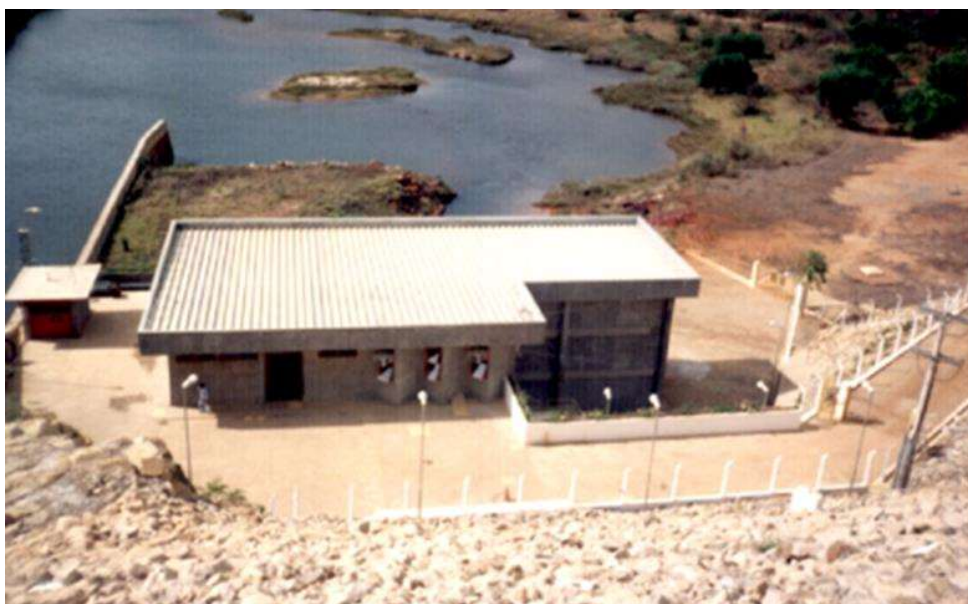
A PCH Machado Mineiro (Figura 1) iniciou sua operação em 1992, tendo sido construída entre os municípios de Ninheira e Águas Vermelhas – MG, no rio Pardo. A usina conta com duas unidades geradoras, totalizando 1,72 MW de potência instalada. A barragem da PCH Machado Mineiro está localizada no rio Pardo, no município de Águas Vermelhas, Minas Gerais, nas coordenadas 15°31'21" Sul e 41°30'40" Oeste.

Composta por barramentos de terra, enrocamento com núcleo de argila e concreto, a barragem da PCH Machado Mineiro possui cerca de 360 m de comprimento de crista e 42 m de altura máxima. Seu reservatório funciona a fio d'água, possuindo cerca de 19,63 km² de área inundada no N.A. Máximo Normal e capacidade máxima de acumulação de 200,95 hm³. O sistema extravasor da PCH Machado Mineiro é composto por Vertedouro de Soleira Controlada, provido de 3 comportas segmento de 10,50 m de altura e 8 m de largura, totalizando uma capacidade máxima de descarga de 2.032 m³/s no nível máximo maximorum. A casa de força da PCH Machado Mineiro (Figura 2) é do tipo abrigada, e conta com duas turbinas do tipo Francis de eixo horizontal. A restituição da vazão turbinada ocorre por canal de fuga, no leito do rio Pardo.



Figura 1 – Imagem aérea com a identificação das estruturas

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 - Casa de força**

Construída em concreto, a tomada d'água da PCH Machado Mineiro conta com três vãos, totalizando 44,70 m de comprimento de crista. Sua concepção foi realizada com o intuito de atender aos sistemas de perenização (3,78 m³/s), irrigação (4,60 m³/s) e geração de energia (vazão máxima de 12 m³/s). A água aduzida é conduzida por dois condutos forçados, localizados dentro da galeria de adução, os quais alimentarão duas unidades geradoras localizadas na casa de força da PCH Machado Mineiro.

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 Machado Mineiro é apresentada na Tabela 1:

Tabela 1 - Classificação da barragem

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

F. Localização e Acesso

O acesso à PCH Machado Mineiro, a partir de Belo Horizonte, faz-se pela BR-381, sentido Governador Valadares, conforme mostrado na Figura 3. A partir dessa cidade, toma-se a BR-116, sentido Teófilo Otoni. Segue-se por essa rodovia até o município de Cachoeira de Pajeú – MG e, a partir de então, deve-se seguir até a cidade de Águas Vermelhas – MG, tomando o caminho sinalizado até a PCH

Machado Mineiro. Esse percurso é realizado em estrada não pavimentada por cerca de 48 km, dando acesso à margem direita da barragem de Machado Mineiro. O acesso à margem esquerda é feito pela ponte rodoviária acima do barramento.

A Figura 3 apresenta o acesso à usina a partir de Belo Horizonte.



Figura 3 - 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;
- Dispor de equipe capacitada para monitorar, operar e reparar as estruturas, quando necessário;
- Providenciar a elaboração e atualização do PAE;
- Promover treinamentos internos;
- 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).

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”.

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 afluições 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	[REDACTED]

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

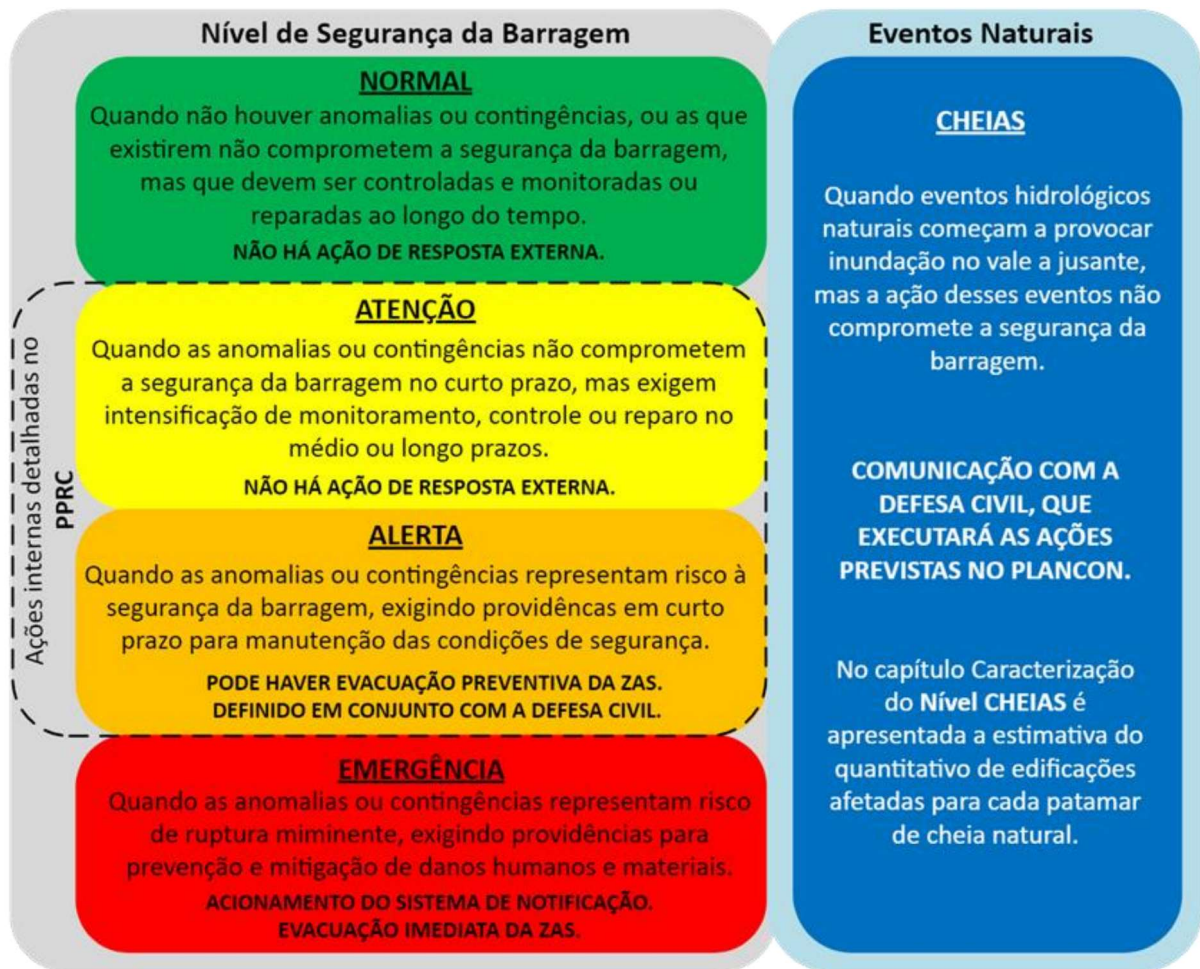


Figura 4 - Níveis de acionamento do PAE e ação de resposta da população

Nos itens subsequentes são caracterizados os níveis **CHEIAS**, **ALERTA** e **EMERGÊNCIA**, os quais demandam ações externas, conforme indicado na Figura 4. 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

O monitoramento de vazões ordinárias da PCH Machado Mineiro será realizado através dos postos hidrométricos operados pela empresa. O primeiro acionamento de comunicação será realizado assim que haja a possibilidade de ultrapassagem da vazão de restrição:

$$Q_r > 322 \text{ m}^3/\text{s}$$

Os primeiros problemas ocorrerão com transbordamentos generalizados na calha do rio e risco de inundação na Casa de Força da usina. A jusante da usina se encontra o distrito de Vereda do Paraíso, que pertence ao Município de São João do Paraíso, que provavelmente também será afetado por vazões dessa ordem.

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 5 apresenta a posição dos postos de montante à PCH Machado Mineiro 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 “MM_Pontos_de_Monitoramento”:

[PCH Machado Mineiro](#)

[Google Maps – Postos PCH Machado Mineiro](#)

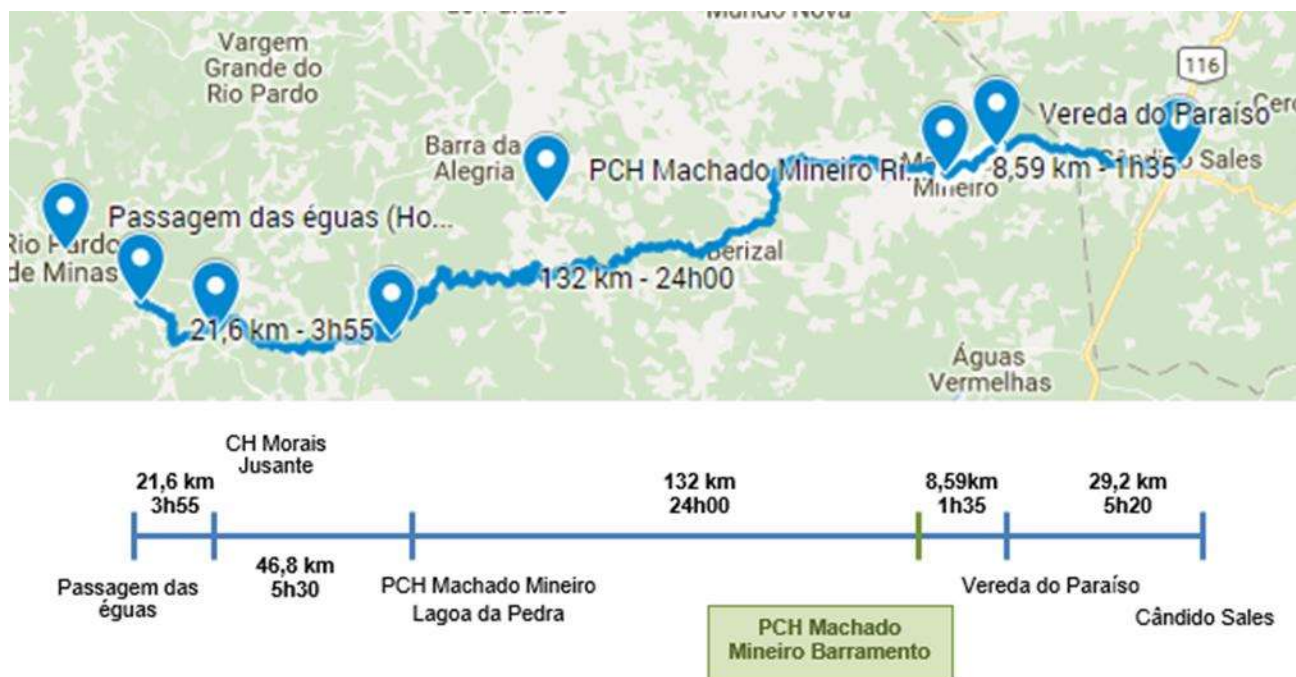


Figura 5 - Mapa de localização de estações de monitoramento.

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

Tabela 4 - Postos de monitoramento da CEMIG

Bacias	Sub-bacias	Operador	Estações
5 - ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	53 - RIOS PARDO, CACHOEIRA E OUTROS	SGB-CPRM	53460500 - PASSAGEM DAS ÉGUAS
5 - ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	53 - RIOS PARDO, CACHOEIRA E OUTROS	SGB-CPRM	53470000 - CH MORAIS JUSANTE
5 - ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	53 - RIOS PARDO, CACHOEIRA E OUTROS	HORIZONTES	53493000 - PCH MACHADO MINEIRO LAGOA DA PEDRA
5 - ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	53 - RIOS PARDO, CACHOEIRA E OUTROS	HORIZONTES	53500001 - PCH MACHADO MINEIRO RIO SÃO JOÃO DO PARAÍSO
5 - ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	53 - RIOS PARDO, CACHOEIRA E OUTROS	HORIZONTES	53510080 - PCH MACHADO MINEIRO BARRAMENTO
5 - ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	53 - RIOS PARDO, CACHOEIRA E OUTROS	SGB-CPRM	53540001 - VEREDA DO PARAÍSO
5 - ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	53 - RIOS PARDO, CACHOEIRA E OUTROS	SGB-CPRM	53620000 - CÂNDIDO SALES

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, 53 - Rios Pardo, Cachoeira e Outros, 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 6 mostra um exemplo de visualização de dados no portal da ANA.

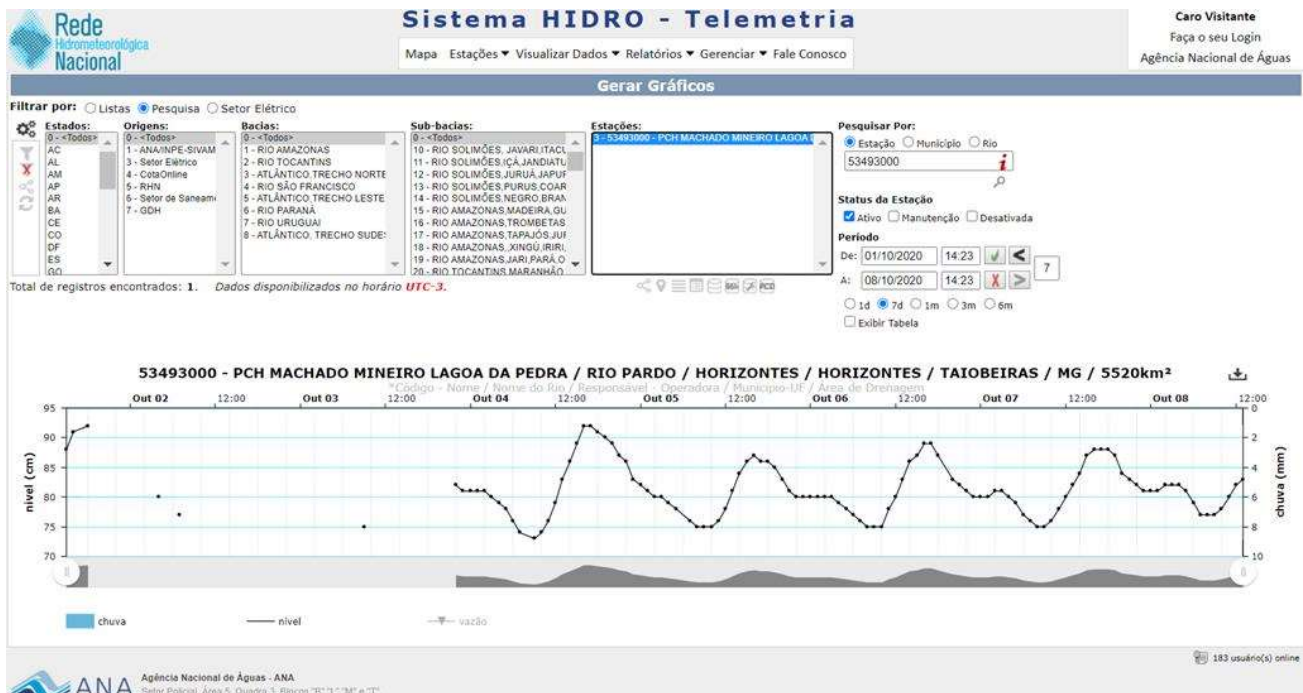


Figura 6 – Visualização do Hidro - Telemetria de dados em tempo real

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, considerando a série de vazões do posto hidrométrico Cândido Sales entre os anos de 1950 e 1991.

Tabela 5 - Edificações estimadas das Cheias Naturais para fins de simulação de manchas de inundação

TR (anos)	2	10	50	100	10.000
Vazão (m³/s)	127	302	477	552	1053
Edificações estimadas	20	45	96	141	310

No mapa disponibilizado adiante, é destacado o distrito de Vereda do Paraíso do município de Ninheira que historicamente passa a sofrer efeitos de inundação a partir de uma vazão de 350 m³/s no rio Pardo. Para o município de Águas Vermelhas, os estudos de propagação indicam efeitos de inundação já no patamar de 477 m³/s. Ainda assim, viu-se no evento de janeiro de 2022 que os relatos de inundações se iniciaram a partir da defluência verificada na PCH Machado Mineiro no patamar de 528 m³/s.

Ainda que o gatilho de vazão de restrição aqui destacado seja o início da inundação da casa de força da usina, considerando a necessidade de alinhamento junto às defesas civis locais no sentido de

esclarecimentos à população, a comunicação entre o Sobreavisado de Gestão de Cheias da Cemig se iniciará de forma a alinhar informações e solicitar o apoio na divulgação junto ao público local.

A Tabela 6 apresenta a atualização das vazões do rio Pardo, considerando a série de vazões do posto hidrométrico Vereda do Paraíso entre os anos de 1950 e 2021. Ainda assim, é possível concluir que a PCH Machado Mineiro possui capacidade vertente suficiente para repassar tais cheias naturais.

Tabela 6 - Edificações estimadas das Cheias Naturais para fins de simulação de manchas de inundação

TR (anos)	2	10	50	100	10.000
Vazão (m³/s)	133	377	660	800	2077

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 Apêndice, 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 é possível classificar o nível de segurança da barragem⁴. A Tabela 7 faz parte do PPRC e traz as possíveis situações de emergência e os respectivos níveis de segurança a elas associados.

Tabela 7 – Classificação dos níveis de segurança da barragem por evento ou anomalia

ESTRUTURA/EVENTO	ANOMALIA OU EVENTO EXTERNO	SITUAÇÃO		NÍVEL DE RESPOSTA
Cheias	Vazão Afluente > Vazão Defluente (Turbinada + Vertida)	Acima do NA Máx. Maximum e abaixo do coroamento	Em caso de falhas pontuais em dispositivos extravasores ou detecção de anomalias associadas ao vertimento com condições hidrológicas favoráveis.	Atenção
			Em caso de falhas generalizadas em dispositivos extravasores ou detecção de anomalias associadas ao vertimento com condições hidrológicas desfavoráveis.	Alerta (risco de galgamento)
		Galgamento		Emergência (galgamento iniciado)
Barragem de Terra e/ou de Enrocamento	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

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 [...]”.

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/EVENTO	ANOMALIA OU EVENTO EXTERNO	SITUAÇÃO		NÍVEL DE RESPOSTA
	<i>Trincas Transversais</i>	Com indicação de conexão com o reservatório (trinca passante).		Alerta
	<i>Desalinhamento ou recalque diferencial</i>	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
Barragem de Terra e/ou de Enrocamento	<i>Escorregamento, abatimento ou depressão</i>	Anomalia com afundamento localizado e superficial sem tendência de evolução.		Normal
		Anomalia identificada pela primeira vez* ou anomalia já monitorada e com tendência de evolução.		Atenção
		Anomalia com perda de borda livre durante o período chuvoso, podendo levar ao galgamento.	Atenção (fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)	Alerta (na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)
		Anomalia associada à surgência com carreamento de material ou perda de material excessiva*.	Atenção (fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)	Alerta (na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)
Barragem de Terra e/ou de Enrocamento	<i>Alteração na Drenagem interna</i>	Surgência d'água sem carreamento de partículas.		Normal
		Indicativo de fluxo preferencial criado por vegetação e/ou animais.		
		Efeito conjugado de alteração significativa* na poropressão (leitura de piezômetros) em uma ou mais seções instrumentadas com aumento/redução de vazão (leitura dos medidores de vazão).		Atenção
		Vazão descontrolada com fluxo concentrado no contato/interface com estrutura de concreto.		Alerta
	<i>Surgências, Buracos, Subsidiências ou "Sinkholes"</i>	Anomalia associada com carreamento de material ou perda de material considerável*.	Atenção (fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)	Alerta (na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)

ESTRUTURA/EVENTO	ANOMALIA OU EVENTO EXTERNO	SITUAÇÃO		NÍVEL DE RESPOSTA
Interface Barragem de Enrocamento e Vertedouro	<i>Ocorrência de velocidades de fluxo elevadas no contato</i>	Erosão no contato com perda considerável* de material.	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 Controlado	<i>Deterioração Crista/ Perfil Vertente</i>	Obstrução considerável* 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 erosão 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>
Vertedouro Controlado	<i>Deterioração Crista/ Perfil Vertente</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 podem ser agravados 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>
Vertedouro Controlado	<i>Deterioração Bacia de Dissipação</i>	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>
Vertedouro Controlado	<i>Deterioração Bacia de Dissipação</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>
Vertedouro Controlado	<i>Funcionamento anormal das Comportas</i>	Obstrução devido a árvores ou vegetação flutuante.	Normal <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Atenção <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
		Dano à Estrutura Vertente causado por impactos de troncos, embarcações etc.	Normal <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Atenção <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>

ESTRUTURA/EVENTO	ANOMALIA OU EVENTO EXTERNO	SITUAÇÃO		NÍVEL DE RESPOSTA
		Falha parcial nas comportas (não operacionalidade das comportas, vandalismo, falha de energia, ausência de alimentação de redundância).	Normal <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Atenção <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
Vertedouro Controlado	<i>Funcionamento anormal das Comportas</i>	Falha total das comportas (não operacionalidade das comportas, vandalismo, falha de energia, ausência de alimentação de redundância).	<i>Tempo estimado para ocorrer o galgamento é longo</i>	Atenção <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
			<i>Tempo estimado para ocorrer o galgamento é curto</i>	Alerta <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
		Ruptura da comporta do Vertedouro Controlado ou perda do dispositivo extravasor.	<i>Sem esvaziamento do reservatório</i>	Atenção
			<i>Com esvaziamento do reservatório</i>	Alerta
Reservatório	<i>Deslizamento de taludes</i>	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>	
Reservatório	<i>Deslizamento de taludes</i>	Possibilidade ou deslizamentos rápidos ou repentinos de taludes do reservatório, provocando ondas anormais.	Alerta <i>(possibilidade de galgamento e formação de brecha)</i>	
	<i>Vórtice</i>	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 8 indicam as ações⁷ preventivas e corretivas possíveis para cada ocorrência excepcional por nível que devem ser seguidas pelas equipes envolvidas na gestão da segurança.

Os modos de ruptura descritos a seguir foram definidos como mais prováveis, de acordo com as orientações do Estudo de *Dam Break* e da RPS da PCH Machado Mineiro que indicaram os seguintes cenários:

- Rompimento por erosão interna no contato entre a barragem e o terreno natural da margem direita ou entre a barragem e a porção direita do vertedouro.
- Rompimento por galgamento no cenário de cheias atingindo o barramento.

⁷As 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 8 - Correção e Prevenção para ruptura por erosão interna

	Nível	MEDIDAS POSSÍVEIS A ADOTAR	EQUIPES RELACIONADAS
ROMPIMENTO POR EROSÃO INTERNA	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, para controle do nível do reservatório.</p> <p>Propor soluções de engenharia para estabilizar a barragem aumentando o seu peso como: <i>construção de filtro invertido, dique circular, poços de alívio e lançamento de material no reservatório.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Equipe de Segurança de Barragens; ✓ Leituristas; ✓ Equipe local.
	ALERTA	<p>Intensificar rotinas de inspeções e acompanhar vazão e a perda de material na região.</p> <p>Solicitar ao Plantonista de Cheias que o reservatório seja rebaixado até a cota que a anomalia está progredindo.</p> <p>Se necessário, providenciar a abertura de canal lateral (vertedouro de emergência) para auxiliar no rebaixamento mais rápido do vertedouro.</p> <p>Lançar materiais à montante na cota aproximada da anomalia, com o objetivo de selar a surgência e evitar a perda de material da barragem.</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.

	NÍVEL DE RESPOSTA	MEDIDAS POSSÍVEIS A ADOTAR	EQUIPES RELACIONADAS
CHEIAS / GALGAMENTO	ATENÇÃO	<p>Verificar se os vertedouros e demais dispositivos extravasores estão operacionais e desobstruídos.</p> <p>Aumentar a frequência de leitura dos instrumentos que possam ser afetados pela subida do nível do reservatório.</p> <p>Contatar o Plantonista de Cheias informando a situação e solicitar, se necessário, que a geração seja maximizada e que as comportas sejam totalmente abertas para controlar o nível do reservatório.</p> <p>Se necessário, proteger o pé de jusante da barragem, evitando processos erosivos com a elevação do nível de jusante.</p> <p>Manter rotinas de inspeções na região do vertedouro e acompanhar as variações de nível de reservatório.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Equipe local; ✓ Equipe técnica de Segurança de Barragens; ✓ Sobreavisado para Gestão de Cheias; ✓ COS;
	ALERTA	<p>Intensificar rotinas de inspeções e acompanhar as variações de nível de reservatório.</p> <p>Altear a crista da barragem com disposição de sacos de areia ou com muretas para proteção das ombreiras.</p> <p>Se possível, providenciar a abertura de canal lateral (vertedouro de emergência) para escoamento de parte da vazão afluyente.</p> <p>Em caso de falhas nas comportas, usar as redundâncias de alimentação ou tentar forçar a abertura manual, se aplicável.</p> <p>Em caso de erosão na calha ou na bacia de dissipação do vertedouro associada a passagem de cheia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para reservatórios a fio d'água, solicitar a OP/PE o rebaixamento do reservatório para possibilitar reparos emergenciais; • Para grandes reservatórios, segurar o volume de vertimento para reparos emergenciais; • Executar laje de reforço no pé da estrutura ou enrocamento de proteção, no sentido de evitar a evolução da erosão e o descalçamento da estrutura. 	<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 PAE⁸

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 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 constantes 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)⁹

O reservatório da PCH Machado Mineiro possui um volume de armazenamento de 200,95 hm³, o qual, após ser totalmente liberado em caso de eventual ruptura, é capaz de gerar uma mudança significativa no regime de vazão do rio a jusante.

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.

⁸ 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”.

⁹ 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), [...]”.

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.

Para a PCH Machado Mineiro, considerando-se o pior cenário de ruptura, adotou-se uma **ZAS de 10 km a jusante**, que inclui aglomerados populacionais dos municípios de Águas Vermelhas e Ninheira-MG.

Para a PCH Machado Mineiro 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 sendo a **Zona de Segurança Secundária (ZSS)**. Os mapas de inundação são listados no **Anexo F**, nos quais é possível perceber que para o pior cenário, na última seção modelada a altura incremental da onda de ruptura ainda é de 6,98 m. Sendo assim, o presente estudo está em revisão de complementação para sua extensão até a seção que apresente o amortecimento da onda incremental produzida pelo esvaziamento do reservatório.

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 Machado Mineiro será definido no *tabletop* externo, conforme apresentado no cronograma da **Etapa 2 – Plano de Trabalho**. 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.

X. Projeto de Integração PAE/Plancon - VAMOS¹⁰

O Projeto VAMOS, cuja sigla significa “Vigilância, Atenção, Mobilização, Organização e Salvamento” (Figura 7), 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 7 – VAMOS: Projeto de Integração PAE/PLANCON

Na Figura 8 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

¹⁰ 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”.

de integração é disponibilizado à ANEEL para fins de fiscalização e disponibilizado às defesas civis municipais, quando solicitado.



Figura 8 - 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 9 foi validado pelas defesas civis por meio de assinatura de um Termo de Concordância.

Tabela 9 - Plano de Trabalho do Projeto de Integração PAE/Plancon - VAMOS

Atividade	Data	Situação
Composição do CI	Out/22	Realizado
Cadastro Socioeconômico	Jul/24	Realizado
Plano de Evacuação	Nov/24	Programado

Atividade	Data	Situação
Plano de Comunicação	Nov/23	Realizado
Treinamentos e Simulado	2024 e 2025	Programado
Sistema de Notificação - Sirenes	2025	Programado
Revisão e Atualização do Plancon	2025	Programado

C. Etapa 3 – Cadastro Socioeconômico¹¹

Em **julho de 2021** foi realizada a primeira campanha de levantamento cadastral das propriedades e das pessoas que residem a jusante da PCH Machado Mineiro. Em **agosto 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 Machado Mineiro foram feitos **360 registros de fichas de cadastro**. Esses questionários são divididos em: “Residencial”, “Residência Secundária”, “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 10.

Tabela 10 - Número de questionários aplicados (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR).

Ficha de cadastro	Quantidade			Quantidade	Percentual (%)
	Águas Vermelhas	Ninheira	Percentual (%)		
Residencial	117	66	59,8	306	100
Residência Secundária	11	13	7,8		
Estrutura Anexa	3	10	4,2		
Comercial	12	8	6,5		
Fauna Pecuária	13	8	6,9		
Em Construção	1	7	2,6		
Aluga-se ou Vende-se	9	3	3,9		
Vazio ou Abandonado	8	17	8,2		
Não Atendimento	0	0	0	0	0
Recusa	0	0	0		

¹¹ 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 (%)	Quantidade	Percentual (%)
	Águas Vermelhas	Ninheira			
Total	174	132	100	306	100
	306				

i) População

A Tabela 11 apresenta as informações do quantitativo de pessoas na ZAS.

Tabela 11 - Quantitativo de pessoas (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR).

População	Tipo	Quantidade	Percentual (%)
Proprietários ¹	Fixa	205	15,7
Moradores	Fixa	354	27,1
Funcionários	Fixa	71	5,4
Proprietário Temporário ²	Flutuante	18	1,4
Morador Temporário ²	Flutuante	6	0,5
Flutuante (Lotação máxima)	Flutuante	651	49,9
Total	-	1305	100

¹: Inclui 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 **630 população fixa** e **675 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.

Dos estabelecimentos **domiciliares** cadastrados na ZAS, 77% estão localizados na **área urbana** e 23% na **área rural**.

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 **20 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 12 estão os resultados do cadastro dos animais domésticos e na Tabela 13 de fauna pecuária.

Tabela 12 – Cadastro animais domésticos (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR)

Animais domésticos	Quantidade	Percentual (%)
Cachorros	247	21,0
Gatos	93	7,9
Outros	837	71,1
Total	1177	100

Tabela 13 – Cadastro fauna pecuária (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR)

Fauna pecuária	Quantidade	Percentual (%)
Vacas e Bois	237	45,7
Porcos	11	2,1
Frangos, perus, patos e outras aves	235	45,3
Ovelhas e carneiros	0	0,0
Cabras e bodes	0	0,0
Cavalos e éguas	35	6,7
Búfalos	0	0,0
Peixes	0	0,0
Abelhas (caixas/colmeias)	0	0,0
Outros	1	0,2
Total	519	100

v) Patrimônio Cultural

O Patrimônio Cultural da ZAS da PCH Machado Mineiro 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 Machado Mineiro **não existem bens culturais** considerados como patrimônio.

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 10 locais em que são exercidas atividades sensíveis** (Tabela 14).

Tabela 14 - Local que exerce atividade sensível

Tipo de Atividade	Nome	Endereço	Lotação máxima
Comércio	Brothers Bar	Avenida São João, 10 - Machado Mineiro, Águas Vermelhas (MG)	50
Comércio	Bar Silva	Praça 7 de Setembro, 11 - Machado Mineiro, Águas Vermelhas (MG)	30
Comércio	Açaí City	Praça São Sebastião, 128 - Machado Mineiro, Águas Vermelhas (MG)	50
Posto de Saúde	Programa de Saúde da Família Julieta Ferreira Campos	Rua Euclides Costa, 105 - Machado Mineiro, Águas Vermelhas (MG)	30
Restaurante	Fome Extra	Praça São Sebastião, 99 - Machado Mineiro, Águas Vermelhas (MG)	20
Templo Religioso	Igreja São Sebastião	Praça São Sebastião, 0 - Machado Mineiro, Águas Vermelhas (MG)	100
Templo Religioso	Congregação Cristã no Brasil	Praça Oscar de Souza, 100 - Vereda do Paraíso, Ninheira (MG)	70
Igreja	Igreja Evangélica União Pentecostal	Professor José de Oliveira, 0 - Vereda do Paraíso, Ninheira (MG)	25
Ginásio Esportivo	Quadra de esporte	Praça Oscar de Souza, 0 - Vereda do Paraíso, Ninheira (MG)	100
Posto de Saúde	Unidade Básica de Saúde de Vereda do Paraíso	Rua Antônio Carlos, 0 - Vereda do Paraíso, Ninheira (MG)	35

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, **foram relatadas pessoas com dificuldade de locomoção, sendo 24 do município de Águas Vermelhas-MG e 12 de Ninheira-MG.**

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

NA ZAS foram identificados **moradores com algum tipo de comorbidade, sendo 94 do município de Águas Vermelhas-MG e 49 de Ninheira-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 Externo¹²

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 está situada na zona rural dos municípios. O distrito de Machado Mineiro (Águas Vermelhas) é o mais adensado com boa parte de seu território dentro da Zona de Autossalvamento. Em Ninheira, o distrito com o maior número de moradores impactados por uma situação de emergência com a barragem é Veredinha.

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: interações individuais, abordagem porta a porta, reuniões presenciais (seminários orientativos), unidade móvel, *folders*, filmetes, animações, utilização de grupos de *WhatsApp*, materiais informativos e orientativos, incluindo recursos digitais, faixas, carro de som.

¹² 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 [...]”.

E. Etapa 6 – Plano de Evacuação: Rotas de Fuga e Pontos de Encontro¹³

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.

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 9 e Figura 10. Existem 35 pontos de encontro, sendo 24 no município de Águas Vermelhas e 11 no município de Ninheira-MG. Informações sobre a quantidade de rotas de fuga, número de pessoas esperadas por ponto de encontro e tempo máximo percorrido na rota de fuga serão detalhadas na etapa de atualização do Plano de Evacuação, conforme cronograma previsto na **Etapa 2 – Plano de Trabalho**.

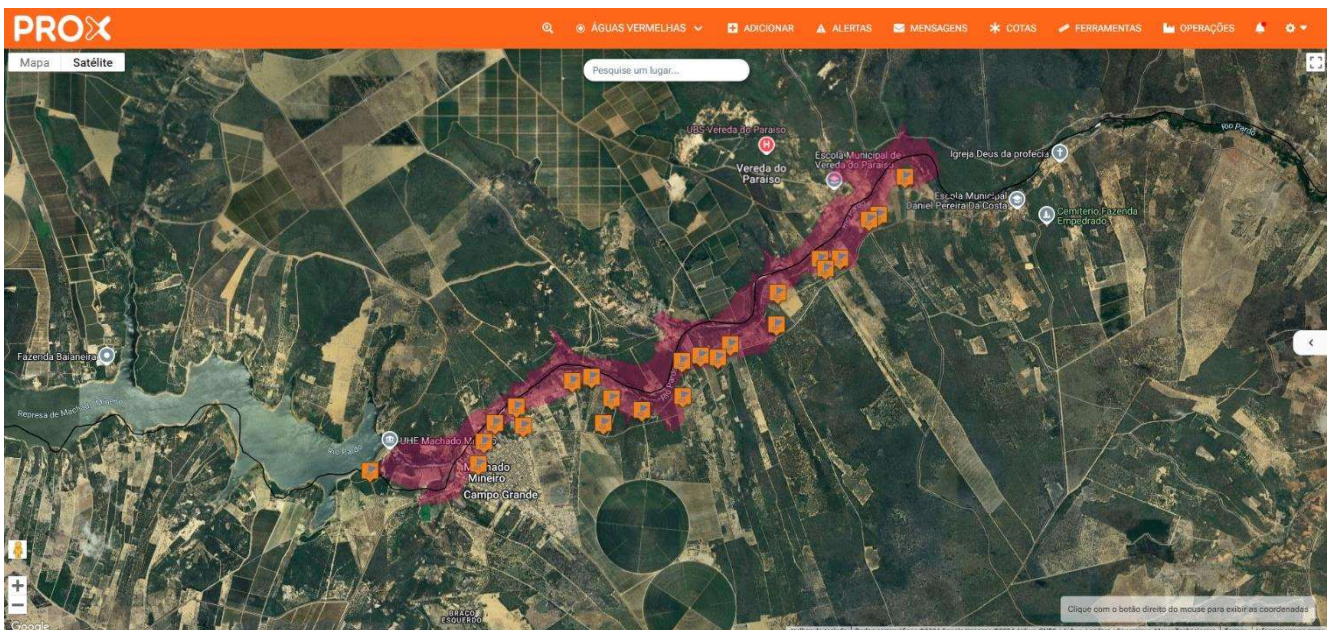


Figura 9 - Localização dos Pontos de Encontro localizados em Águas Vermelhas-MG

¹³ 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”.

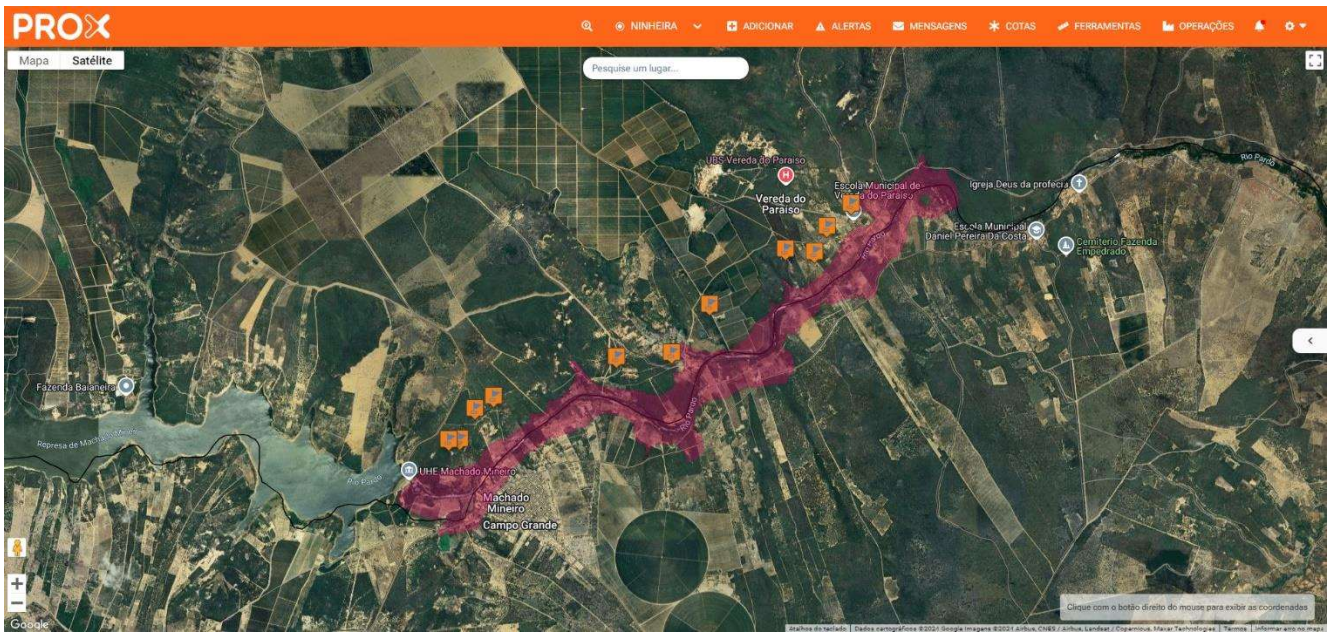


Figura 10 - Localização dos Pontos de Encontro localizados em Ninheira-MG

As dimensões, orientações para instalação e modelos sugeridos para as placas de sinalização estão apresentados na Tabela 15 e Tabela 16.

Tabela 15 - 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 16 – 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

F. Etapa 7 – Revisão do PLANCON Municipal¹⁴

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 **G**, o qual será atualizado conforme cronograma acordado com as defesas civis municipais e apresentado na Tabela 9 - Plano de Trabalho do Projeto de Integração PAE/Plancon.

G. Etapa 8 - Implementação do Sistema de Notificação

i) Sirenes Fixas¹⁵

Para a PCH Machado Mineiro será implantado o sistema de notificação de sirenes fixas, conforme apresentado no cronograma da **Etapa 2 – Plano de Trabalho** e acordado com as defesas civis municipais nas reuniões do Comitê de Integração.

Premissas para escolha do sistema: delimitação da ZAS, cadastro demográfico, características e dispersão geográfica no terreno (pequenos povoados rurais, grandes aglomerados urbanos, fazendas dispersas, entre outros), tempo entre aviso e evacuação das localidades, entre outros aspectos.

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. Visando alertar a população da ZAS. As sirenes móveis estão alocadas em Belo Horizonte e assim

¹⁴ 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”.

¹⁵ 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, [...]”.

que acionado o nível **ATENÇÃO** serão mobilizadas para a usina a fim de estarem disponíveis para mobilização em eventual evacuação preventiva.

iii) Rotograma

O rotograma 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 “Machado_Mineiro_Rotas”.

[PCH Machado Mineiro](#)

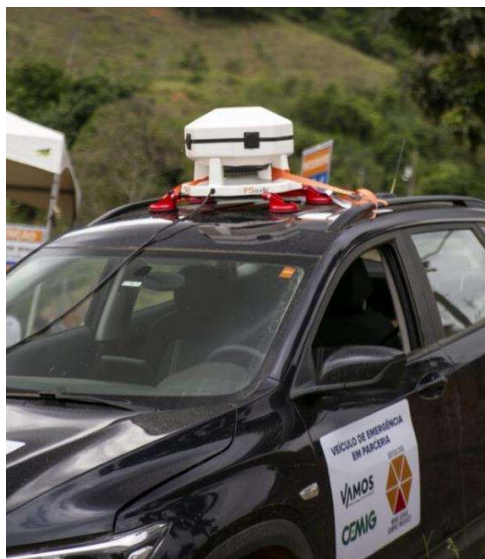


Figura 11 - Sirene móvel

H. Etapa 9 –Treinamentos e Simulados¹⁶

O programa de treinamentos e simulados da PCH Machado Mineiro emprega a metodologia de preparação para resposta às emergências proposta pela FEMA (2013), que consiste na implementação de dois tipos de exercícios preparatórios: **Exercícios Baseados em Discussões e Exercícios Baseados em Operações**.

¹⁶ 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”.

iv) Exercícios baseados em discussões

Objetivo: familiarizar os envolvidos com os procedimentos do PAE e do PPRC, identificar lacunas e melhorias nos planos, desenvolver novos procedimentos, discutir junto ao CI o processo de integração do PAE ao Plancon, entre outros.

Dentro do programa de treinamentos da PCH Machado Mineiro, a agenda dos exercícios baseados em discussões é dividida em: Treinamentos de Mesa (*Tabletops*) com o público interno (Cemig) e Treinamentos de Mesa (*Tabletops*) com o público externo (CI).

Os treinamentos de mesa envolvem o pessoal chave envolvido no PAE e no Plancon e propõe a discussão do cenário simulado em um ambiente informal onde os participantes são encorajados a discutir questões em profundidade e desenvolver decisões através da resolução de problemas em ritmo lento, em vez de tomadas rápidas e espontâneas de decisão que ocorre sob condições reais ou em simulados de escala completa. A sua eficácia é derivada do envolvimento dos participantes e respectiva avaliação dos planos e procedimentos recomendados.

v) Exercícios baseados em operações

Objetivo: testar e validar planos, procedimentos, promover treinamento prático da população da ZAS, testar a eficácia do sistema de notificação, identificar lacunas de recursos, entre outros.

Dentro do programa de treinamentos da PCH Machado Mineiro, a agenda dos exercícios baseados em operações é dividida em: Simulados Restritos e Simulado de Escada Completa.

- **Simulados Restritos:**

Objetivo: treinar a população da ZAS a partir da simulação de uma evacuação preventiva em nível de segurança **ALERTA** utilizando o sistema de notificação sirenes móveis, conforme preconiza o PAE e é apresentado na Etapa 8 - Implementação do Sistema de Notificação.

Os simulados restritos são focados na área de abrangência de alguns pontos de encontro, pré-definidos e acordados com a defesas civis, com vistas a validar as rotas das sirenes móveis, treinar a resposta da população ao sistema de notificação e avaliar o deslocamento da população pelas rotas de fuga até os pontos de encontro.

- **Simulado de Escala Completa:**

Objetivo: exercício de evacuação completa da população da ZAS utilizando o sistema de notificação sirenes fixas, treinamento do fluxo de comunicação do PAE, das atribuições e papéis dos agentes internos e da implantação do Sistema de Comando em Operações (SCO).

O simulado de escala completa é o tipo de exercício mais complexo, envolve todas as entidades com atribuições no PAE e no Plancon e se concentra em implementar os procedimentos que foram desenvolvidos nos treinamentos de menor complexidade, sendo focado na eficácia das respostas às emergências, tanto no comando quanto nas operações de campo.

A Tabela 17 apresenta a agenda dos treinamentos e simulados para a PCH Machado Mineiro, conforme apresentado Etapa 2 – Plano de Trabalho e validado junto as defesas civis.

Tabela 17 – Agenda de Treinamentos e Simulados

Atividade	Data	Situação
Tabletop Interno e Externo	2024	Programado
Simulados Restritos	2024 e 2025	Programado
Simulado de Escala Completa	2025	Programado

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.

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.



Figura 12 - 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 13, estão as telas da interface do perfil população do aplicativo móvel.

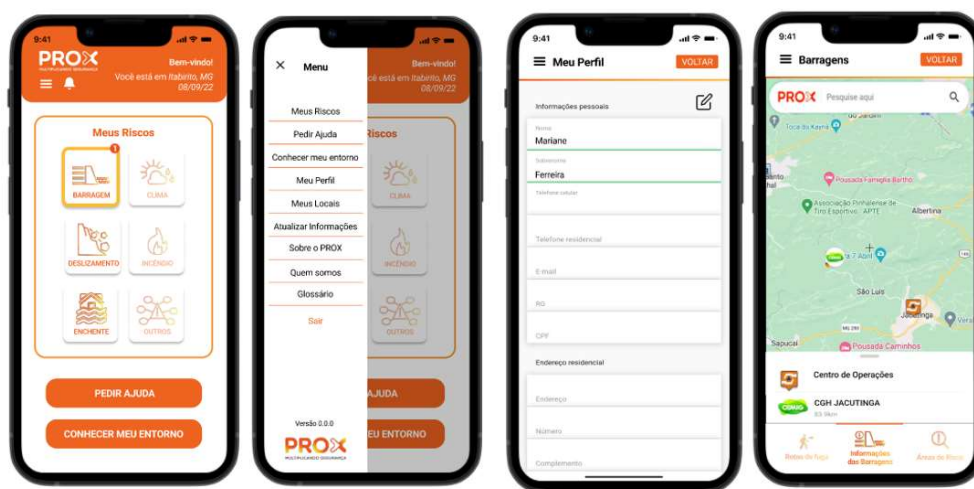


Figura 13 - Interface do Perfil População

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

1. Alertas Segmentados em Cheias e acionamento via PROX

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 14 apresenta uma visualização das manchas de cheias naturais no aplicativo PROX, ferramenta de gestão de riscos.

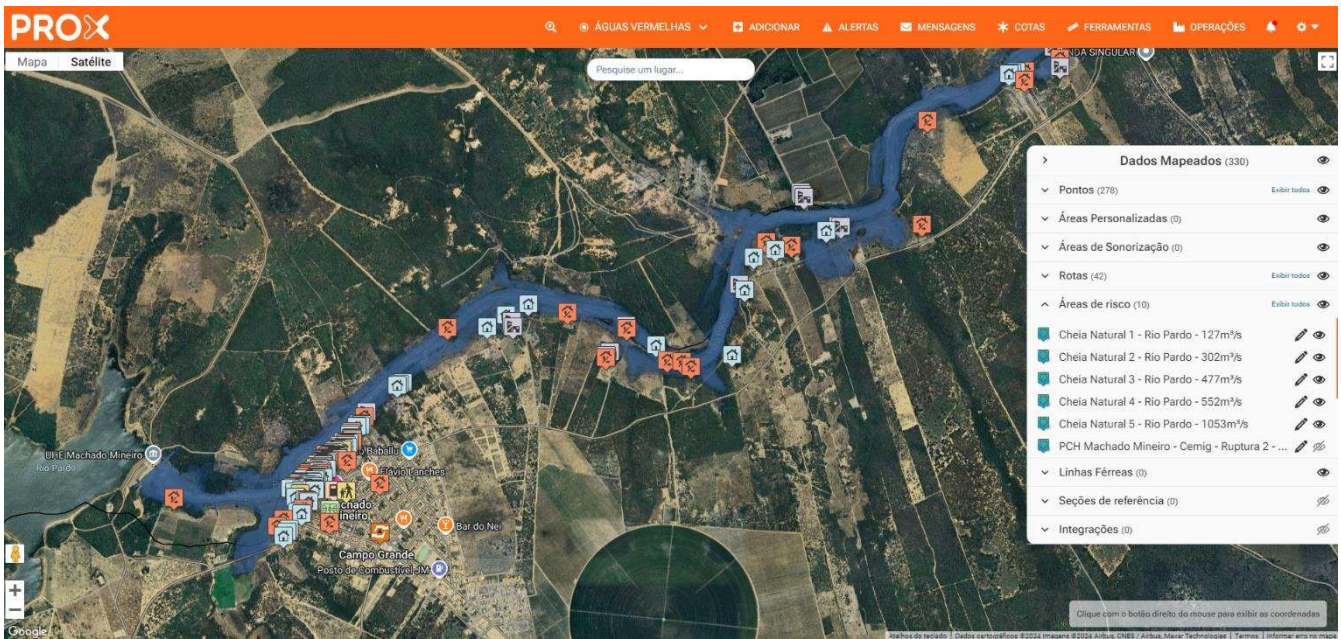


Figura 14 - Manchas de Cheias Naturais no PROX

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 Machado Mineiro](#)

B. Ficha Técnica da Barragem

(1) Geral	
Nome do barramento	PCH Machado Mineiro
Empreendedor	Horizontes Energia S.A.
Entidade Fiscalizadora	ANEEL
Localização	
- Curso de água barrado	Rio Pardo
- Município	Ninheira e Águas Vermelhas
- Unidade da Federação	Minas Gerais (MG)
- Coordenadas do Empreendimento	Lat. 15°31'21"S Long. 41°30'40"O
(2) Reservatório	
NA Montante – Reservatório:	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	690,30
- Máximo Normal [m-IBGE]	688,00
- Mínimo Normal [m-IBGE]	678,00
NA Jusante	
- Máximo Normal [m-IBGE]	666,00
Áreas Inundadas:	
- No NA Máximo Maximorum [km ²]	23,56
- No NA Máximo Normal [km ²]	19,63
- No NA Mínimo Normal [km ²]	8,61
Volume do Reservatório:	
- No N.A. Máximo Maximorum [hm ³]	250,35
- No N.A. Máximo Normal [hm ³]	200,95
- No N.A. Mínimo Normal [hm ³]	63,27
(3) Barragem	
- Material	Terra, enrocamento com núcleo argiloso e concreto
- Comprimento da Crista [m]	360,00
- Altura máxima em relação à fundação [m]	42
- Cota da Crista [m-IBGE]	692,00
(4) Sistema de descarga	
Tipo	Vertedouro Soleira Controlada (VS)
Vazão de Projeto [m ³ /s] – TR 10.000 anos	2.032 m ³ /s (NA Máximo Maximorum)
Cota da Soleira [m-IBGE]	678,00
Número de vãos	3
Número de comportas	3
Tipo de comportas	Segmento
Dimensões das comportas	
- Altura [m]	10,50
- Largura [m]	8,00
(5) Tomada d'Água	
Tipo	Gravidade
Comprimento [m]	44,70
Galeria de Adução	
- Material	concreto
- Comprimento [m]	88,50
Conduto Forçado	
- Número de Condutos	2
(6) Casa de Força	
Tipo	Abrigada
Número de Unidades Geradoras	2
Turbinas Hidráulicas	
- Tipo	Francis - eixo horizontal
- Potência Instalada Total [MW]	1,72

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 Machado Mineiro.

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 Machado Mineiro.

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

A PCH Machado Mineiro possui uma barragem de terra, com seção em enrocamento com núcleo argiloso e outra seção em concreto que possui seus vertedouros. Está localizada no rio Pardo, entre os municípios de Águas Vermelhas e Ninheiras. O volume máximo de armazenamento é de 200,95 hm³, e uma ruptura pode causar mudança significativa nas vazões do rio Pardo.

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 – Decamilenar (RDC 1):** Rompimento por erosão interna entre a barragem e o terreno natural da margem direita, durante evento de vazão decamilenar (1053 m³/s) com reservatório na cota de 685,96 m;
- **Cenário de Falha 2 – Dia Seco (RDC 2):** Rompimento por erosão interna no contato entre a barragem e o terreno natural da margem direita, em dia seco, com vazão média de longo termo (23,1 m³/s), e o reservatório cota de 678,71 m;
- **Cenário de Falha 3 – TR 2 anos (RDC 3):** Rompimento por erosão interna no contato entre a barragem e o terreno natural na margem direita, durante evento de vazão de TR 2 anos (127 m³/s), com o reservatório na cota de 679,90 m;
- **Cenário de Falha 4 – Decamilenar (RDC 4):** Rompimento por erosão interna no contato entre a barragem e a porção direita do vertedouro, durante evento de vazão decamilenar (1.053 m³/s), com o reservatório na cota de 685,96 m.

Resultados:

- i) **Cenário de Falha 1 – Decamilenar (RDC 1): Rompimento por erosão interna entre a barragem e o terreno natural da margem direita, durante evento de vazão decamilenar (1053 m³/s) com reservatório na cota de 685,96 m;**

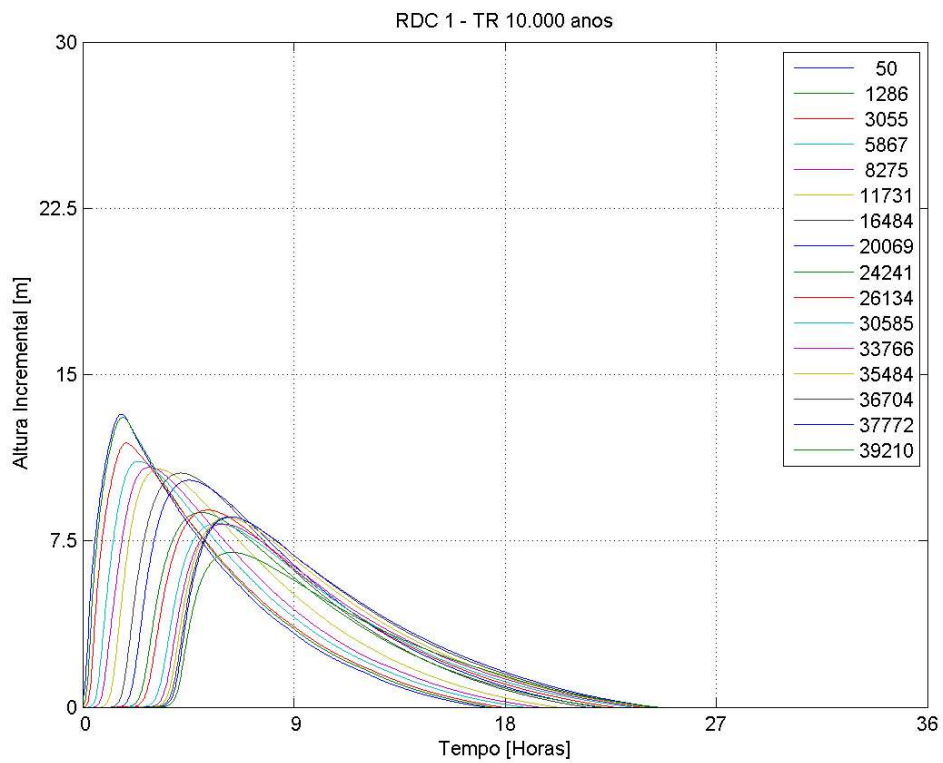
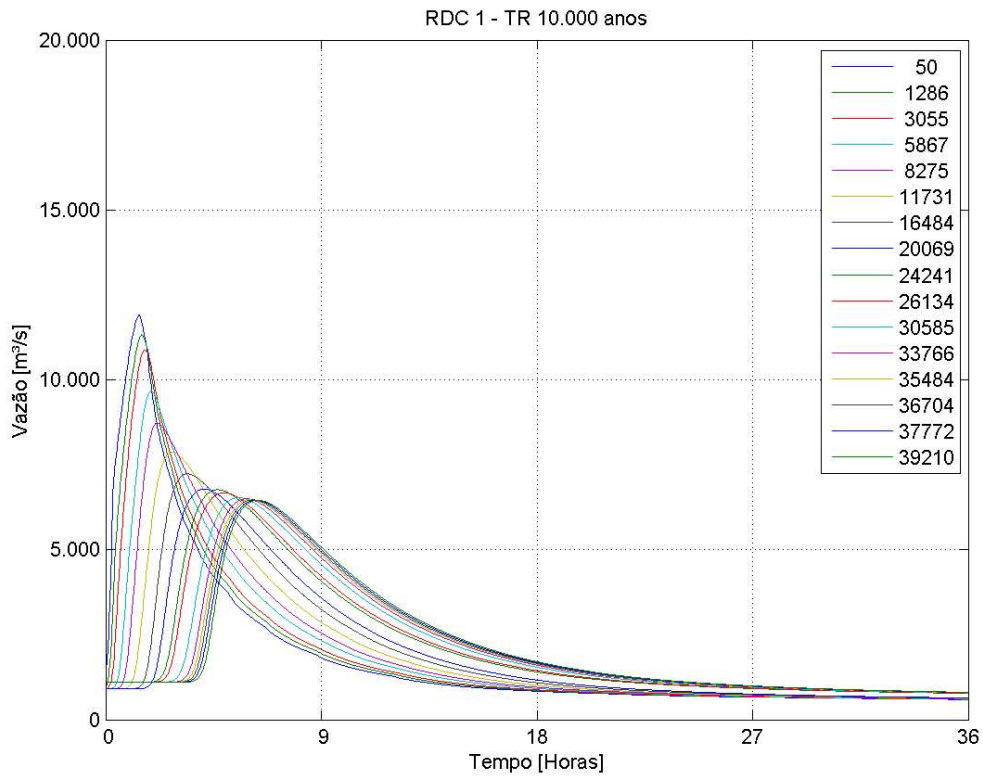
A escolha do cenário está ilustrada na imagem abaixo.



Figura 15 – Ruptura hipotética simulada Piping contato Ombreira Direita/Terreno Natural

As figuras seguintes ilustram, durante as 36 horas mais críticas do evento, o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da Barragem de Machado Mineiro para o Cenário 1 (decamilenar), sendo apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse.

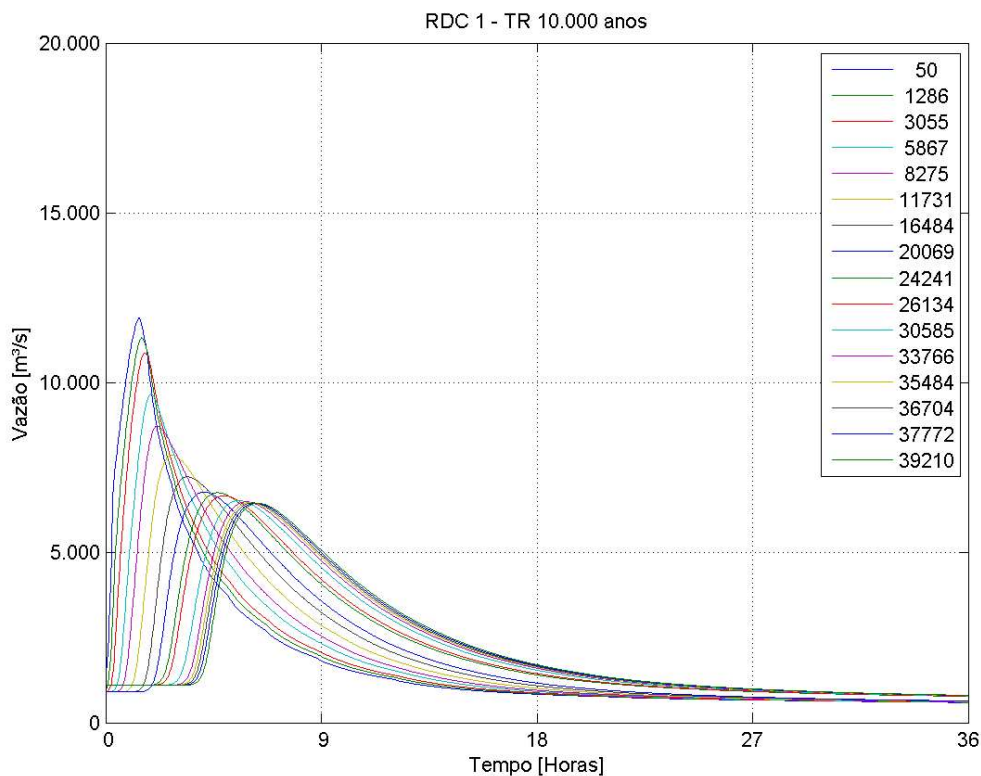
A vazão de pico após a ruptura foi estimada em 11.890 m³/s, e a altura incremental da onda de cheia na última seção a jusante do modelo resultou em 6,98 m.

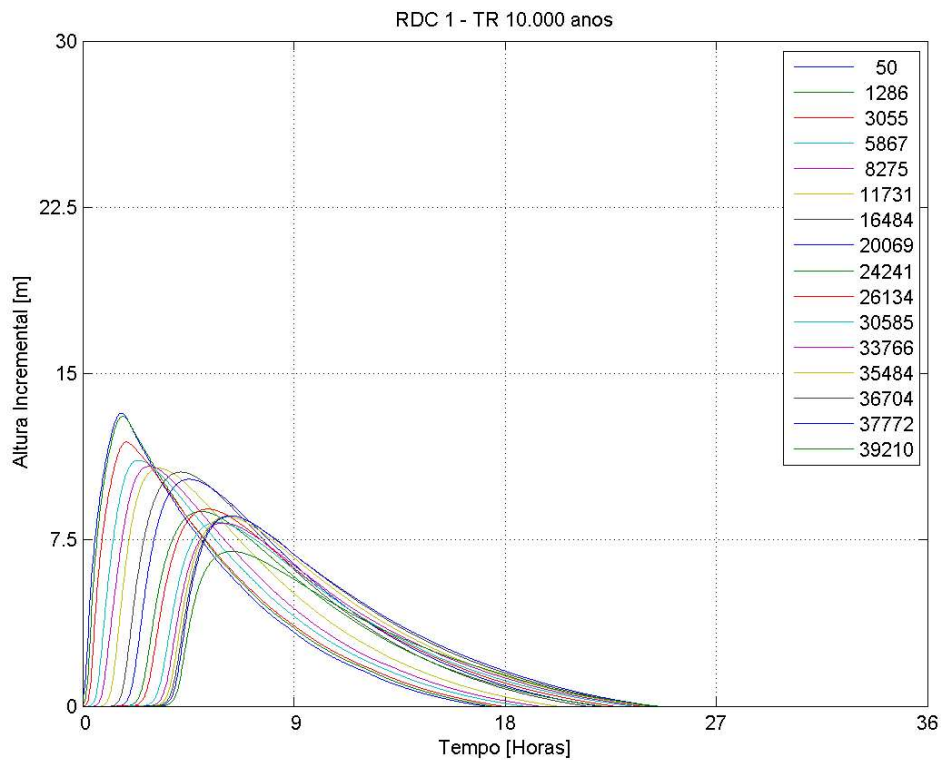


ii) Cenário de Falha 2 – Dia Seco (RDC 2): Rompimento por erosão interna no contato entre a barragem e o terreno natural da margem direita, em dia seco, com vazão média de longo termo (23,1 m³/s), e o reservatório cota de 678,71 m

A figuras seguintes ilustram, durante as 36 horas mais críticas do evento, o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da Barragem de Machado Mineiro 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 estimada em 5.516 m³/s, e a altura incremental da onda de cheia na última seção a jusante do modelo resultou em 3,88 m.

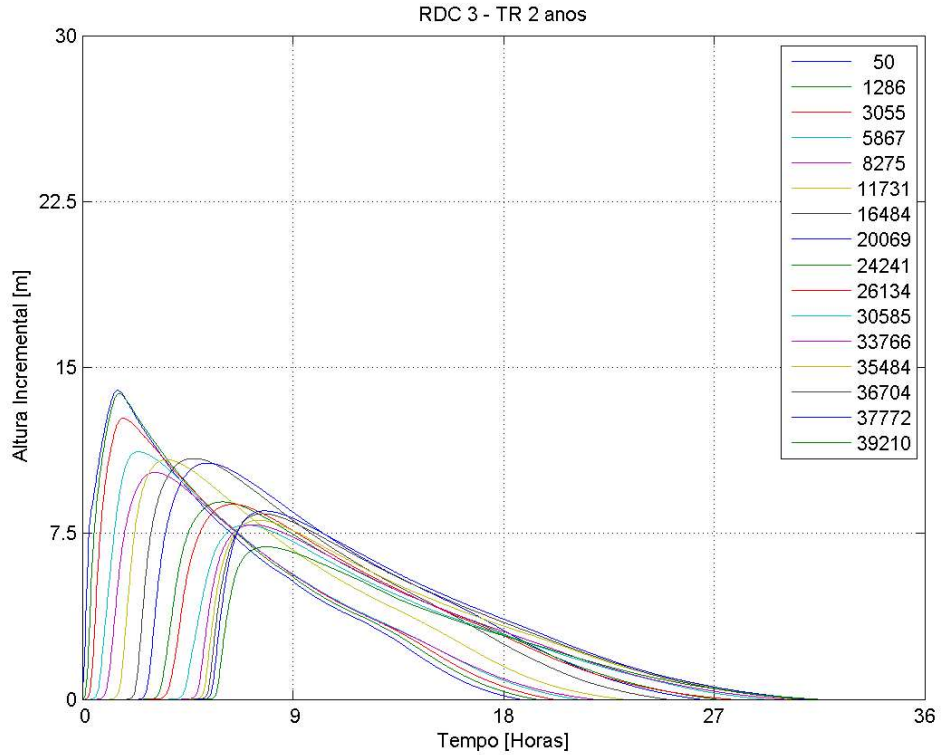
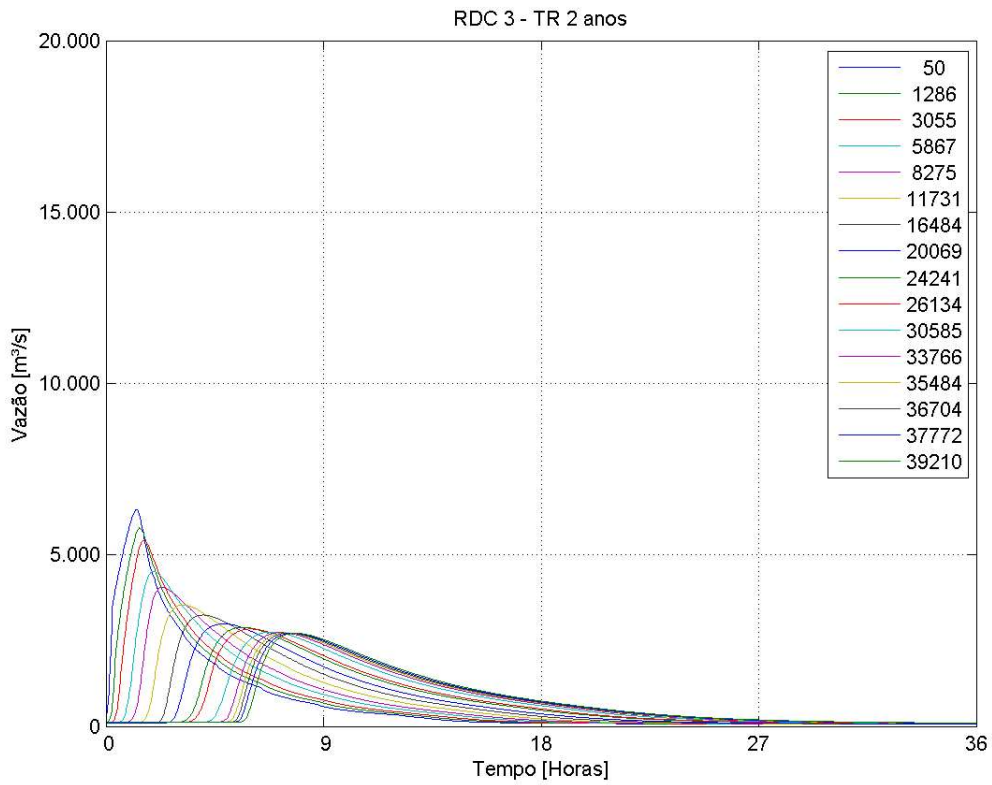




iii) Cenário de Falha 3 – TR 2 anos (RDC 3): Rompimento por erosão interna no contato entre a barragem e o terreno natural na margem direita, durante evento de vazão de TR 2 anos (127 m³/s), com o reservatório na cota de 679,90 m;

A figuras seguintes ilustram, durante as 36 horas mais críticas do evento, o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da Barragem de Machado Mineiro para o Cenário 3 (TR 2 anos), sendo apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse.

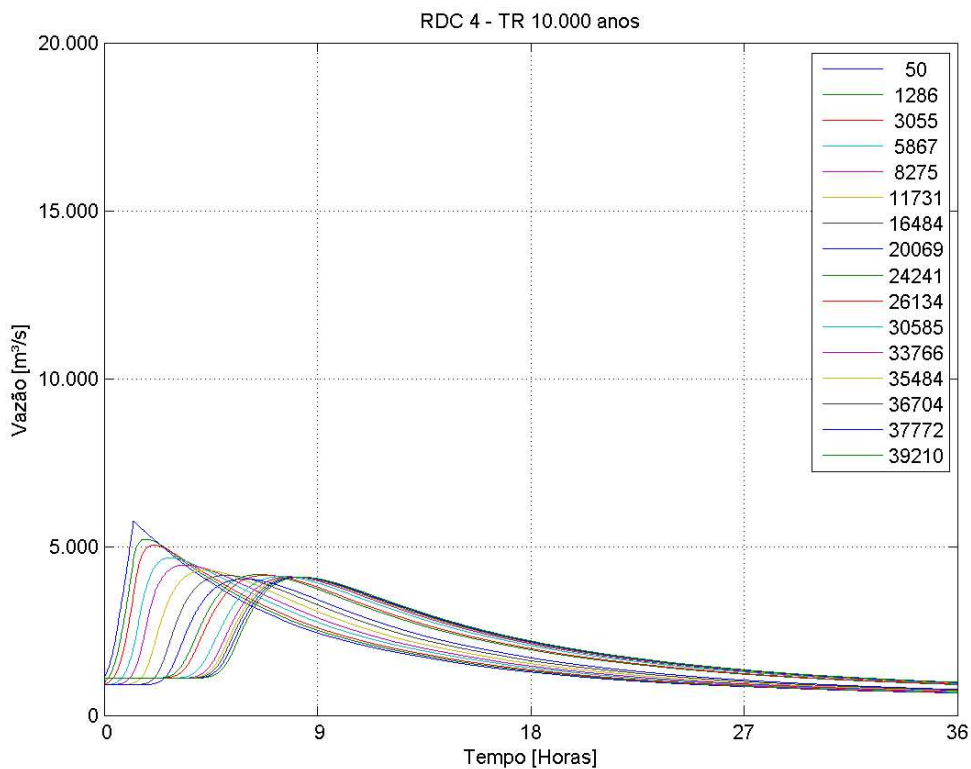
A vazão de pico após a ruptura foi estimada em 6.332 m³/s, e a altura incremental da onda de cheia na última seção a jusante do modelo resultou em 6,89 m.

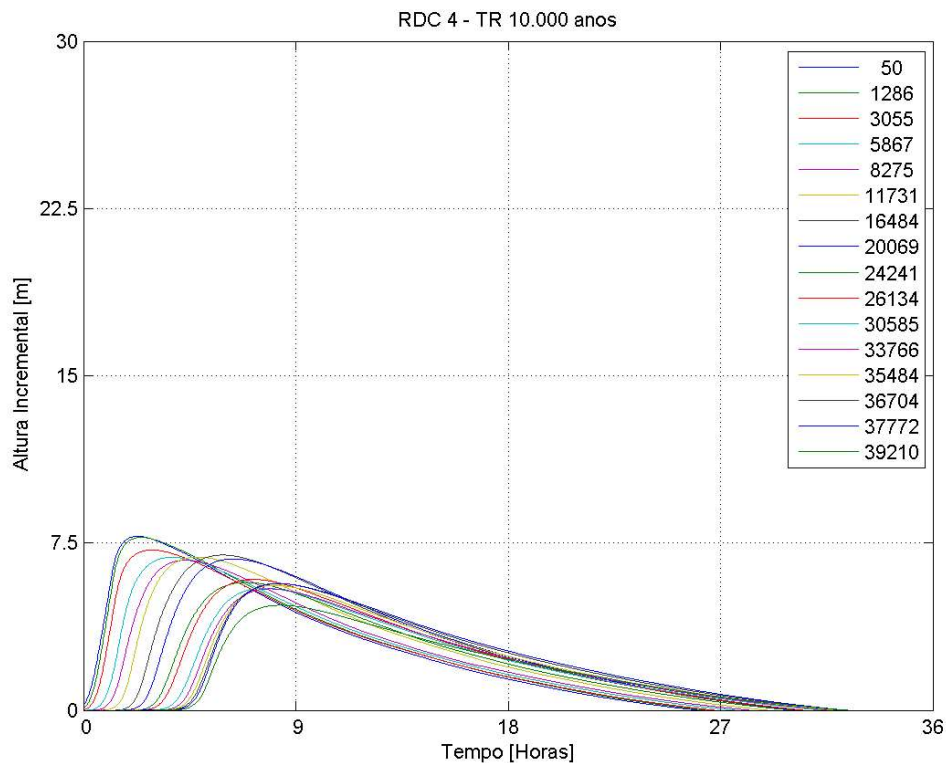


iv) Cenário de Falha 4 – Decamilenar (RDC 4): Rompimento por erosão interna no contato entre a barragem e a porção direita do vertedouro, durante evento de vazão decamilenar (1.053 m³/s), com o reservatório na cota de 685,96 m.

A figuras seguintes ilustram, durante as 36 horas mais críticas do evento, o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da Barragem de Machado Mineiro para o Cenário 4 (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 em 5.802 m³/s, e a altura incremental da onda de cheia na última seção a jusante do modelo resultou em 4,71 m.





v) 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		Elevação máxima do nível de água						
	[m-IBGE]		[m-IBGE]						
	Superior	Inferior	RDC 1	RDC 2	RDC 3	RDC 4	TR10.000	TR100	TR50
Ponte 1	627,90	626,40	627,88	621,99	622,87	624,97	619,29	617,27	616,87

Em vermelho estão situações de risco ou inconformidade.

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 18 - 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]*
39664	50,00	681,57	668,36	660,26	21,31	13,21	11908,44	00 01 41	00 14 23	00 00 04	0,00
38428	1286,04	680,82	667,74	659,56	21,26	13,08	11324,36	00 01 44	00 14 39	00 00 09	24,72
36659	3054,74	678,52	666,61	658,58	19,94	11,91	10869,75	00 01 51	00 14 50	00 00 18	18,03
33847	5866,88	675,54	664,45	657,00	18,54	11,09	9680,87	00 02 23	00 15 16	00 00 36	8,31
31439	8274,98	673,15	662,33	655,84	17,31	10,82	8735,50	00 02 51	00 15 37	00 00 50	7,05
27983	11730,74	669,75	659,02	652,07	17,67	10,73	7870,93	00 03 15	00 16 07	00 01 11	7,46
23230	16483,78	663,94	653,38	645,94	18,00	10,56	7236,57	00 04 11	00 17 00	00 01 40	6,57
19645	20069,02	660,95	650,72	642,84	18,12	10,23	6784,14	00 04 33	00 17 06	00 02 02	6,98
15473	24240,65	655,41	646,63	639,57	15,84	8,78	6767,69	00 05 04	00 16 31	00 02 28	7,15
13580	26133,88	652,47	643,59	637,47	15,01	8,89	6675,47	00 05 20	00 16 54	00 02 42	7,15
9129	30584,83	645,87	637,57	631,58	14,29	8,30	6539,29	00 05 44	00 16 53	00 03 11	7,54
5948	33765,64	638,48	630,22	624,42	14,06	8,26	6499,77	00 06 00	00 16 57	00 03 28	7,81
4230	35483,53	633,80	625,25	618,50	15,30	8,55	6480,65	00 06 10	00 17 04	00 03 38	7,90
3010	36704,34	629,92	621,33	615,35	14,57	8,59	6469,32	00 06 17	00 17 16	00 03 46	7,97
1941	37772,50	627,88	619,29	613,09	14,79	8,58	6459,38	00 06 20	00 17 24	00 03 52	8,11
504	39210,09	622,86	615,88	610,98	11,88	6,98	6455,78	00 06 23	00 16 47	00 04 01	8,33

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 2 (RDC 2):

SC	d*[m]	Z _p *	Z _{ref} *	Z _{Qmlt} *	H [m]*	H _{incr} [m]*	Q _p [m ³ /s]*	T _p *	T _{inun} *	T _{ch}	V [km/h]*
39664	50,00	675,43	666,34	660,26	15,17	9,09	5506,02	00 01 30	00 18 43	00 00 02	0,00
38428	1286,04	674,66	665,70	659,56	15,11	8,96	4986,87	00 01 34	00 19 34	00 00 11	18,54
36659	3054,74	672,66	664,60	658,58	14,08	8,06	4639,69	00 01 44	00 20 16	00 00 25	12,88
33847	5866,88	669,52	662,59	657,00	12,52	6,93	3776,76	00 02 28	00 21 37	00 00 47	6,02
31439	8274,98	666,88	660,52	655,84	11,04	6,36	3426,96	00 03 11	00 21 08	00 01 10	4,89
27983	11730,74	663,54	656,99	652,07	11,47	6,55	2963,26	00 03 43	00 21 11	00 01 48	5,27
23230	16483,78	657,48	651,17	645,94	11,55	6,31	2709,28	00 04 55	00 22 27	00 02 33	4,81
19645	20069,02	654,43	648,56	642,84	11,60	5,87	2482,98	00 05 34	01 00 52	00 03 05	4,92
15473	24240,65	649,39	644,73	639,57	9,82	4,66	2379,82	00 06 15	01 00 56	00 03 45	5,09
13580	26133,88	646,39	641,52	637,47	8,92	4,87	2333,69	00 06 44	00 22 05	00 04 06	4,98
9129	30584,83	640,11	635,85	631,58	8,54	4,26	2260,02	00 07 22	01 02 10	00 04 55	5,20
5948	33765,64	632,75	628,40	624,42	8,33	4,36	2245,27	00 07 42	01 01 07	00 05 33	5,44
4230	35483,53	627,80	623,45	618,50	9,31	4,35	2238,05	00 07 56	01 04 04	00 05 49	5,51
3010	36704,34	623,97	619,34	615,35	8,62	4,63	2232,35	00 08 08	01 00 13	00 06 01	5,53
1941	37772,50	621,99	617,27	613,09	8,91	4,72	2225,74	00 08 13	01 01 23	00 06 11	5,62
504	39210,09	618,16	614,29	610,98	7,18	3,88	2222,67	00 08 19	01 00 03	00 06 26	5,74

Z_p é a cota de pico [m-IBGE];

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

Z_{Qmlt} 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 - Resultados Cenário de Falha 3 (RDC 3):

SC	d*[m]	Z _p *	Z _{ref} *	Z _{Qmlt} *	H [m]*	H _{incr} [m]*	Q _p [m ³ /s]*	T _p *	T _{inun} *	T _{ch}	V [km/h]*
39664	50,00	676,39	662,42	660,26	16,13	13,97	6322,49	00 01 32	00 16 43	00 00 02	0,00
38428	1286,04	675,62	661,80	659,56	16,07	13,82	5786,85	00 01 35	00 17 10	00 00 10	24,72
36659	3054,74	673,57	660,86	658,58	14,99	12,71	5416,01	00 01 45	00 17 36	00 00 22	13,87
33847	5866,88	670,46	659,27	657,00	13,46	11,19	4515,74	00 02 25	00 18 00	00 00 43	6,59
31439	8274,98	667,83	657,57	655,84	11,99	10,26	4062,27	00 03 06	00 17 54	00 01 04	5,25
27983	11730,74	664,50	653,67	652,07	12,43	10,83	3543,35	00 03 37	00 18 33	00 01 37	5,61
23230	16483,78	658,45	647,57	645,94	12,52	10,89	3247,38	00 04 47	00 19 54	00 02 18	5,06
19645	20069,02	655,43	644,75	642,84	12,59	10,68	2988,79	00 05 22	00 20 46	00 02 47	5,22
15473	24240,65	650,30	641,38	639,57	10,73	8,92	2891,96	00 06 00	00 20 37	00 03 22	5,42
13580	26133,88	647,32	638,51	637,47	9,86	8,81	2838,82	00 06 26	00 20 07	00 03 43	5,32
9129	30584,83	640,99	633,11	631,58	9,42	7,88	2754,64	00 07 01	00 21 03	00 04 26	5,57
5948	33765,64	633,60	625,71	624,42	9,18	7,89	2737,50	00 07 19	00 20 44	00 04 59	5,83
4230	35483,53	628,69	620,59	618,50	10,19	8,10	2729,18	00 07 32	00 21 27	00 05 15	5,91
3010	36704,34	624,87	616,47	615,35	9,51	8,39	2723,18	00 07 43	00 21 04	00 05 25	5,93
1941	37772,50	622,87	614,35	613,09	9,79	8,52	2716,68	00 07 48	00 21 15	00 05 34	6,02
504	39210,09	618,88	611,99	610,98	7,90	6,89	2713,67	00 07 52	00 20 31	00 05 48	6,18

Z_p é a cota de pico [m-IBGE];

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

Z_{Qmlt} 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 21 - Resultados Cenário de Falha 4 (RDC 4):

SC	d*[m]	Z _p *	Z _{ref} *	Z _{Qmlt} *	H [m]*	H _{incr} [m]*	Q _p [m ³ /s]*	T _p *	T _{inun} *	T _{ch}	V [km/h]*
39664	50,00	676,15	668,36	660,26	15,90	7,80	5778,27	00 02 18	00 21 42	00 00 12	0,00
38428	1286,04	675,49	667,74	659,56	15,94	7,75	5238,52	00 02 28	00 21 58	00 00 19	7,42
36659	3054,74	673,80	666,61	658,58	15,21	7,19	5067,88	00 02 53	00 22 01	00 00 31	5,15
33847	5866,88	671,31	664,45	657,00	14,32	6,86	4687,05	00 03 45	00 22 11	00 00 57	4,01
31439	8274,98	669,05	662,33	655,84	13,21	6,72	4472,87	00 04 19	00 22 23	00 01 16	4,08
27983	11730,74	665,88	659,02	652,07	13,81	6,87	4312,81	00 04 51	00 22 54	00 01 40	4,58
23230	16483,78	660,34	653,38	645,94	14,40	6,96	4162,54	00 05 54	00 23 40	00 02 15	4,56
19645	20069,02	657,50	650,72	642,84	14,67	6,79	4059,27	00 06 21	00 23 26	00 02 42	4,94
15473	24240,65	652,36	646,63	639,57	12,79	5,73	4188,22	00 06 53	00 22 09	00 03 13	5,28
13580	26133,88	649,45	643,59	637,47	11,98	5,87	4166,11	00 07 12	00 22 35	00 03 29	5,32
9129	30584,83	643,05	637,57	631,58	11,48	5,48	4130,77	00 07 39	00 22 21	00 04 03	5,71
5948	33765,64	635,67	630,22	624,42	11,25	5,45	4121,93	00 07 56	00 22 24	00 04 21	5,99
4230	35483,53	630,85	625,25	618,50	12,35	5,60	4117,60	00 08 06	00 22 30	00 04 33	6,11
3010	36704,34	627,02	621,33	615,35	11,67	5,68	4114,99	00 08 14	00 22 45	00 04 42	6,18
1941	37772,50	624,97	619,29	613,09	11,89	5,68	4112,49	00 08 18	00 22 56	00 04 48	6,29
504	39210,09	620,59	615,88	610,98	9,60	4,71	4111,26	00 08 21	00 21 59	00 04 59	6,47

Z_p é a cota de pico [m-IBGE];

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

Z_{Qmlt} 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 22 - Cheias Naturais

SC	d*[m]	Z _{2anos}	Z _{10anos}	Z _{50anos}	Z _{100anos} *	Z _{1000anos}	Z _{QMLT}
39664	50,00	662,42	664,55	665,89	666,34	668,36	660,26
38428	1286,04	661,80	663,97	665,28	665,70	667,74	659,56
36659	3054,74	660,86	662,93	664,18	664,60	666,61	658,58
33847	5866,88	659,27	661,10	662,19	662,59	664,45	657,00
31439	8274,98	657,57	659,13	660,13	660,52	662,33	655,84
27983	11730,74	653,67	655,35	656,56	656,99	659,02	652,07
23230	16483,78	647,57	649,44	650,71	651,17	653,38	645,94
19645	20069,02	644,75	646,75	648,09	648,56	650,72	642,84
15473	24240,65	641,38	643,16	644,34	644,73	646,63	639,57
13580	26133,88	638,51	639,98	641,10	641,52	643,59	637,47
9129	30584,83	633,11	634,64	635,53	635,85	637,57	631,58
5948	33765,64	625,71	627,10	628,05	628,40	630,22	624,42
4230	35483,53	620,59	622,10	623,11	623,45	625,25	618,50
3010	36704,34	616,47	617,95	618,97	619,34	621,33	615,35
1941	37772,50	614,35	615,81	616,87	617,27	619,29	613,09
504	39210,09	611,99	613,15	613,98	614,29	615,88	610,98

*d é a distância entre a seção de controle e o eixo do barramento [m]; Z cotas de referência [m-IBGE].

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 erosão interna no contato entre a barragem e o terreno natural da margem direita, vazão decamilenar ($1053 m^3/s$)	PAE-MMN-MAP01-RDC01_revB
RDC 2 - Rompimento por erosão interna no contato entre a barragem e o terreno natural da margem direita, em dia seco, com vazão média de longo termo ($23,1 m^3/s$)	PAE-MMN-MAP02-RDC02_revB
RDC 3 - Rompimento por erosão interna no contato entre a barragem e o terreno natural na margem direita, vazão TR 2 anos ($127 m^3/s$)	PAE-MMN-MAP03-RDC03_revB
RDC 4 - Rompimento por erosão interna no contato entre a barragem e a porção direita do vertedouro, com vazão decamilenar ($1053 m^3/s$)	PAE-MMN-MAP04-RDC04_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 [m ² /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 erosão interna no contato entre a barragem e o terreno natural da margem direita, vazão decamilenar (1053 m³/s)	PAE-MMN-MAP05-PER01_revB
RDC 2 - Rompimento por erosão interna no contato entre a barragem e o terreno natural da margem direita, em dia seco, com vazão média de longo termo (23,1 m³/s)	PAE-MMN-MAP06-PER02_revB
RDC 3 - Rompimento por erosão interna no contato entre a barragem e o terreno natural na margem direita, vazão TR 2 anos (127 m³/s)	PAE-MMN-MAP07-PER03_revB
RDC 4 - Rompimento por erosão interna no contato entre a barragem e a porção direita do vertedouro, com vazão decamilenar (1053 m³/s)	PAE-MMN-MAP08-PER04_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 (127 m³/s)	PAE-MMN-MAP09-TR2_revB
TR 10 anos (302 m³/s)	PAE-MMN-MAP10-TR10_revB
TR 50 anos (477 m³/s)	PAE-MMN-MAP11-TR50_revB
TR 100 anos (552 m³/s)	PAE-MMN-MAP12-TR100_revB
TR 10.000 anos (1053 m³/s)	PAE-MMN-MAP13-TR10000_revB

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

[PCH Machado Mineiro](#)

G. Plano de Mitigação¹⁷

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 9 do Apêndice X - Projeto de Integração PAE/Placon - 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.

¹⁷ 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 23 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 23 - 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 Machado Mineiro **não existem bens culturais** considerados como patrimônio.

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 24 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 25.

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

Tabela 24 - Listagem de recursos para resposta às emergências

Recursos	Equipamento	Pessoal	Objetivo
Sistema de notificação	Sirene Fixa	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 ¹⁸	Escolar da prefeitura	Secretaria de Educação do município	Recolhimento de pessoas evacuadas do ponto de encontro aos Abrigos

Tabela 25 - Locais de apoio ao resgate

Nome	Endereço	Telefone	Tipo	Município
EE Coronel Jose Venancio de Souza	R. São Vicente, 391 Prédio, Centro - 39990-000 Águas Vermelhas - MG	(33) 3755-1278	Escola	Águas Vermelhas
EE de Machado Mineiro	Avenida São João, 295 Centro. 39990-000 Águas Vermelhas - MG.	(33) 3755-2071	Escola	Águas Vermelhas

¹⁸ Os recursos serão validados conforme revisão do Plano de Contingência Municipal dos municípios da ZAS.

Nome	Endereço	Telefone	Tipo	Município
EE Joaquim Fernandes Abade	Rua Aimoré, 225 Povoado Campo Novo. 39990-000 Águas Vermelhas - MG.	(33) 3755-4045	Escola	Águas Vermelhas
EE Esperidião Ferreira de Oliveira	Rua Poços de Calda, 40 Panorama. 39990-000 Águas Vermelhas - MG.	(33) 3755-1413	Escola	Águas Vermelhas
EM Sebastião Vaz da Costa	Av. Braço Esquerdo, 07 Machado Mineiro. 39990-000 Águas Vermelhas - MG.	(33) 3755-2066	Escola	Águas Vermelhas
CMEI Branca de Neve	Machado Mineiro, Águas Vermelhas - MG, 39990-976	(33) 3755-1726	Escola	Águas Vermelhas
EE de Ninheira	Av. Domingos José de Matos, 323 Centro. 39553-000 Ninheira - MG.	(38) 3832-8132	Escola	Ninheira

XIV. Apêndices Externos

A. Controle de distribuição externa e digital¹⁹

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 Machado Mineiro”:

[PCH Machado Mineiro](#)

B. Plano de Chamadas para notificação externa²⁰

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 Machado Mineiro”. Os contatos poderão ser atualizados conforme a necessidade e as defesas civis dos municípios serão notificadas via *e-mail*.

[PCH Machado Mineiro](#)

²⁰ 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, [...]”.