

Barragem da UHE Queimado



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

Coordenador do PAE: Ivan Sérgio Carneiro

Entidade fiscalizadora: Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL

Código Único de Empreendimentos de Geração (CEG): UHE.PH.MG.002176-8.01

Documento nº PAE - UHE Queimado - revF

Responsável pela elaboração: Cemig GT

Municípios relacionados:

Zona de Autossalvamento (ZAS): Unai-MG e Cabeceira Grande-MG

Revisão	Vigência	Motivo da revisão
F	29/11/2023	Revisões gerais do documento, inclusão dos capítulos de Projeto de Sinalização, Plano de Comunicação, Cadastro Socioeconômico e Instituição do SCO e PC

Sumário

Sumário	2
I. Controle de revisões e assinaturas dos responsáveis	4
II. Informações gerais da barragem	5
A. Apresentação	5
B. Objetivo do PAE	5
C. Caracterização da barragem	5
III. Responsabilidades gerais no PAE	7
A. Empreendedor	7
B. Coordenador do PAE	8
C. Equipe técnica	8
D. Plantonista de cheias	9
E. Sistema de Proteção e Defesa Civil e demais autoridades	9
IV. Níveis de resposta – Identificação e classificação	10
A. Caracterização do Nível de Resposta Azul – CHEIAS	13
B. Caracterização do Nível de Resposta Laranja– ALERTA	14
C. Caracterização do Nível de Resposta Vermelho – EMERGÊNCIA	15
V. Procedimentos de notificação	15
A. Fluxograma de ações e de notificação do Nível de Resposta Azul - CHEIAS	15
B. Fluxograma de ações e notificação do Nível de Resposta Laranja - ALERTA	16
C. Fluxograma de ações e de notificação do Nível de Resposta - EMERGÊNCIA	18
VI. Procedimentos preventivos e corretivos	18
A. Zona de Autossalvamento (ZAS)	18
B. Monitoramento de vazões	19
C. Parâmetros para comunicação do plantonista de cheia: Nível de Resposta Azul- CHEIAS	21
VII. Cadastro Socioeconômico	22
VIII. Projeto de Sinalização de Rotas de Fuga e Pontos de Encontro	24
IX. Implantação do Sistema de Comando e Operação (SCO) e do Posto de Comando (PC)	26

X. Plano de Comunicação	27
A. Meios de Comunicação	28
B. Canais de Comunicação.....	30
C. Outras Ações de Comunicação.....	30
XI. Encerramento das operações	30
XII. Apêndices	31
A. Ficha Técnica da Barragem.....	32
B. MODELO de Mensagem de Notificação Padrão.....	34
C. Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética.....	35
Cenário RDC 1: Rompimento por piping na região do promontório com vazão decamilenar (1396 m ³ /s).....	35
Cenário RDC 2: Rompimento por piping na região do promontório em dia seco, com vazão média de longo termo (56,0 m ³ /s).....	37
Cenário RDC 3: Rompimento por piping na região do promontório, operando a vazão de restrição (400 m ³ /s)	38
D. Tempos de chegada e pico de onda	40
E. Lista de mapas temáticos e manchas de inundação.....	44
XIII. Apêndices Externos	46
A. Controle de distribuição digital deste PAE	47
B. Plano de chamadas para notificação deste PAE	48

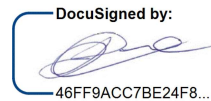
I. Controle de revisões e assinaturas dos responsáveis

Revisão	Vigência	Motivo da revisão
A	21/12/2017	Emissão inicial
B	30/04/2019	Inserção de análise de dados de estudos de propagação de vazões
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	29/11/2023	Revisões gerais do documento, inclusão dos capítulos de Projeto de Sinalização, Plano de Comunicação, Cadastro Socioeconômico e Instituição do SCO e PC


DocuSigned by:

 3C8057D99C02446...

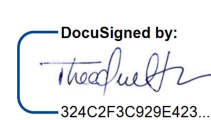
Diogo Carneiro Ribeiro Bueno Martins
 Responsável Técnico pela Elaboração do
 PAE
 CREA-MG: 163375/D

DocuSigned by:

 46FF9ACC7BE24F8...

Ivan Sérgio Carneiro
 Coordenador Executivo do PAE
 Gerente de Planejamento Energético

DocuSigned by:

 1CB571D9E4FF4EA...

Aprovado por: Henrique Siqueira de Castro
 Superintendência de Operação de Ativos da
 Geração e Transmissão

DocuSigned by:

 324C2F3C929E423...

Responsável Legal: Thadeu Carneiro da Silva
 Diretor da Cemig Geração e Transmissão

II. Informações gerais da barragem

A. Apresentação

O presente Plano de Ação de Emergência visa apresentar os riscos mapeados a partir do estudo da onda de inundação provocada por eventual ruptura da barragem da UHE Queimado, para atendimento regulatório à Lei Federal de Segurança de Barragens nº 12.334/2010 e à Resolução Normativa ANEEL nº 1064/2023. Serão apresentados as premissas adotadas e os mapas de inundação de cada cenário simulado. 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 e remoção de pessoas das áreas potencialmente atingidas por inundações.

B. Objetivo do PAE

Este documento tem como objetivo facilitar a comunicação entre o empreendedor e as entidades públicas, proteger o patrimônio de terceiros e, fundamentalmente, minimizar riscos de acidentes com pessoas, mantendo recursos humanos e materiais preparados para a resposta de emergências. Trata-se de um documento formal de fornecimento de informações para as Defesas Civas municipais envolvidas prepararem seus Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil – PLANCON. Tais planos devem apresentar os procedimentos a serem adotados pelos órgãos envolvidos direta ou indiretamente na resposta a emergências e desastres relacionados a eventos de cheias naturais, de ruptura de barragem e demais riscos associados ao município (deslizamentos, queimadas etc.).

Além das ações externas de comunicação e do mapeamento do risco, cabe à equipe ligada à operação e manutenção da barragem a adoção de medidas de controle, prevenção e correção de vulnerabilidades. Assim, é elaborado um documento complementar denominado Plano de Prevenção e Resposta Civil a Potenciais Emergências em Barragens (PPRC) que define procedimentos internos de comunicação e resposta civil das equipes envolvidas em Segurança de Barragens da Cemig, 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.

C. Caracterização da barragem

A Usina Hidrelétrica UHE Queimado está localizada no município de Unaí, Minas Gerais, 16°12'38,16" 47°19'23,88". A UHE Queimado, atualmente concedida ao Consórcio formado pela CEB Participações S.A e a Cemig Geração e Transmissão S.A. (Cemig GT), iniciou sua operação em 2004, tendo sido construída entre os municípios de Cabeceira Grande e Unaí em Minas Gerais e Cristalina em, Goiás.

Localizado no rio Preto, esta usina conta com 3 (três) unidades geradoras, totalizando 105 MW de potência instalada.

Em resumo, a UHE Queimado é composta por Barragem de terra homogênea da margem direita (BTMD), seguida por uma Barragem de enrocamento até a fundação do vertedouro (BEMD); Vertedouro de superfície com soleira controlada (VC), Barragem de enrocamento da margem esquerda (BEME) e Barragem de terra homogênea da margem esquerda (BTME). A estrutura conta, ainda, com dois diques em terra homogênea protegidos por enrocamento, localizados na margem esquerda do reservatório a, aproximadamente, 1 km do barramento principal. Com cota da crista na El. 818,50 m, o vertedouro de soleira controlada (VC), retratado na Figura 1, possui três vãos controlados por comportas tipo segmento de 8,25 m de altura e 11 m de largura, totalizando um vertimento máximo de 1.949 m³/s.



Figura 1 - Vista da barragem e vertedouro

Partindo de Brasília-DF, o acesso ao barramento (Figura 2) faz-se mediante a rodovia federal BR-251, sentido sudeste. Percorre-se esta rodovia por, aproximadamente, 77,40 km até o Posto Arrependido no município de Unaí, MG. A partir deste ponto, vira-se à direita, percorrendo mais 6,40 km em estrada não pavimentada até o acesso pela margem direita da barragem. O acesso pela margem esquerda se dá pela ponte rodoviária acima do barramento.

Para acesso ao barramento e à casa de força a partir da cidade de Unai-MG, siga pela BR-251 por aproximadamente 70 Km.



Figura 2 - Localização e acesso

A jusante da barragem da UHE Queimado existem as seguintes barragens:

- barragem da PCH Mata Velha, situada a 23,1 km;
- barragem de PCH Unai Baixo, situada a 44,1 km.

III. Responsabilidades gerais no PAE

A. Empreendedor

A Cemig GT é a responsável pelas ações em segurança de barragens de estruturas do Grupo CEMIG. Considerando as suas equipes multidisciplinares, o **empreendedor** é responsável por:

- 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 e manter os respectivos registros das atividades;
- realizar simulados de evacuação da população residente na Zona de Autossalvamento (ZAS), em conjunto com os órgãos de proteção e defesa civil.

B. Coordenador do PAE

O **Coordenador do PAE** é responsável, por delegação do empreendedor, pelas seguintes ações:

- detectar, avaliar e declarar os níveis de resposta de acordo com o código de cores padrão definidos no PPRC e no PAE;
- executar as ações descritas no PAE atribuídas ao nível de resposta;
- executar as ações descritas nos fluxogramas de notificação correspondente ao nível de resposta;
- garantir que os envolvidos no PAE sejam capacitados e treinados, assegurando o estado de prontidão;
- promover a integração deste PAE aos planos de contingência municipais (PLANCONs);
- emitir declaração de início e de encerramento do nível de resposta;

No presente plano, as atividades de coordenação serão assumidas pelo Gerente de Planejamento Energético da Cemig GT, que coordena a operação da usina. O coordenador fica lotado no escritório da Cemig GT em Belo Horizonte durante horário comercial (09h00 às 18h00), e suas informações de contato estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Contato Coordenador do PAE

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

C. Equipe técnica

Conforme previsto na Resolução Normativa ANEEL nº 1064/23, “a equipe técnica de segurança de barragem deverá ser composta por profissionais treinados e capacitados, os quais deverão realizar as atividades relacionadas às inspeções de segurança de barragens”. Para ações de segurança de barragem, a Cemig GT conta com uma equipe civil e um coordenador técnico civil, além de equipes locais de apoio, cujas responsabilidades concentram-se nas ações internas de gestão de emergência descritas no PPRC (documento interno), contendo os seus contatos e hierarquia.

D. Plantonista de cheias

É responsável, por delegação do empreendedor, pelas seguintes ações:

- detectar, avaliar e declarar os níveis de resposta de acordo com o código de cores padrão definidos no PPRC e no PAE;
- acionar o Coordenador do PAE;
- executar as ações descritas no PAE atribuídas ao nível de resposta, na ausência do Coordenador do PAE;
- executar as ações descritas nos fluxogramas de notificação correspondente ao nível de resposta, na ausência do Coordenador do PAE;
- atuar na tomada de decisão operativa de alteração da defluência da usina e operação do reservatório.

No presente Plano, as atividades supracitadas serão assumidas pela equipe de engenheiros da Cemig GT, conforme suas atribuições de contrato de prestação de serviços. Em horário comercial, é mantido o monitoramento das condições hidrológicas e a programação da geração. A equipe é designada para seguir em regime de sobreaviso a partir de uma avaliação das condições meteorológicas da bacia, realizada sob demanda. O monitoramento e os contatos dar-se-ão de maneira remota, estando a equipe lotada na sede da Cemig GT, em Belo Horizonte.

Tabela 2 - Contato Plantonista de Cheias

Contato de Emergência	Forma de comunicação
Equipe de engenheiros plantonistas para monitoramento de cheias	

E. Sistema de Proteção e Defesa Civil e demais autoridades

Os órgãos que compõem o **Sistema de Proteção e Defesa Civil**, conforme Lei Federal nº 12.608/2012, são responsáveis por:

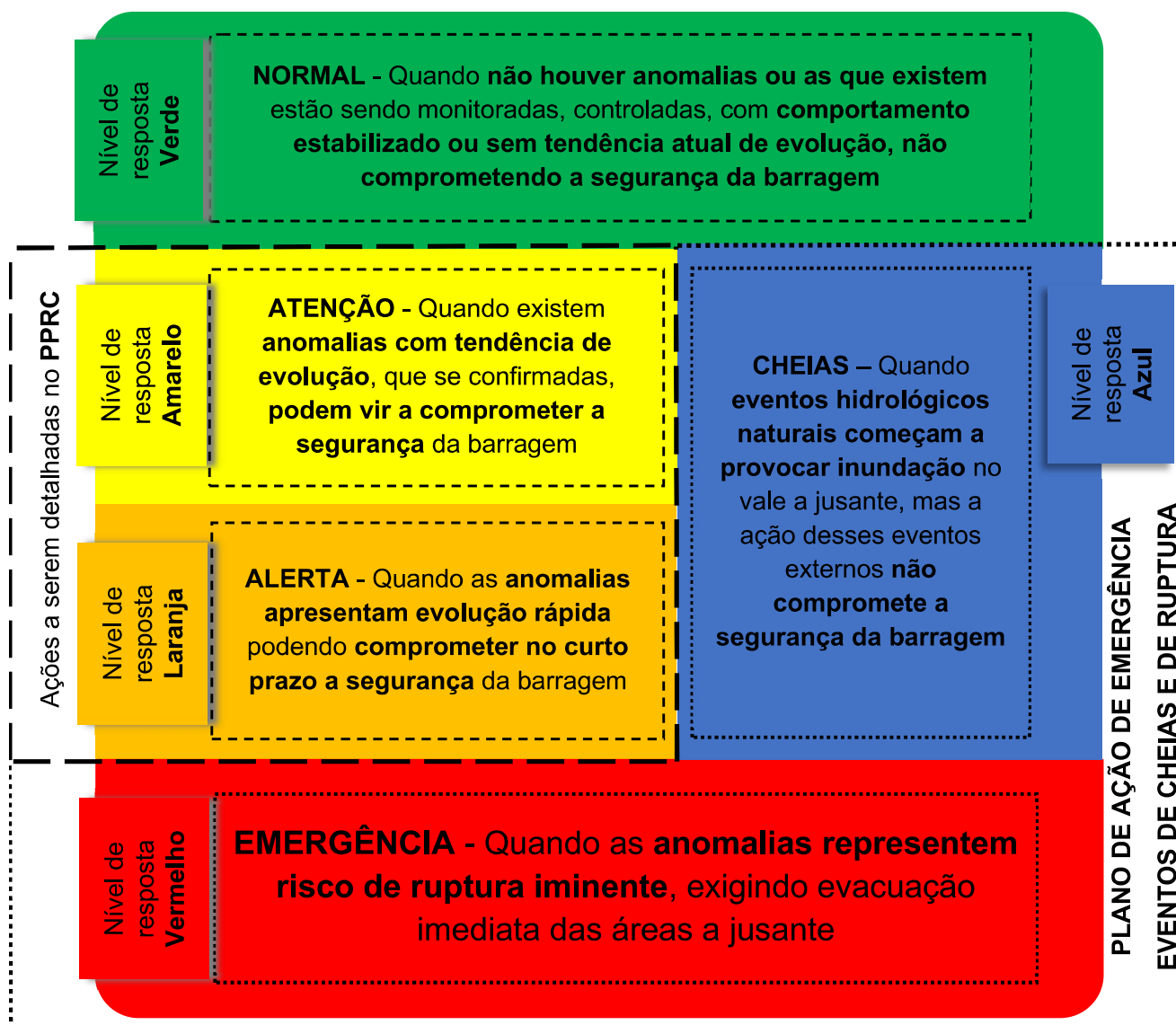
- identificar e mapear as áreas de risco de desastres relacionados a cheias;
- elaborar Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil e instituir órgãos municipais de defesa civil, de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo órgão central do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC;
- 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.

A lista de contatos da Defesa Civil para distribuição digital deste PAE e o plano de chamadas para acionamento dos Níveis de Resposta aqui previstos, encontram-se nos apêndices externos deste documento. Eles serão atualizados conforme haja alterações na composição das estruturas municipais, consistindo, no entanto, em um documento separado para fins de controle de revisão e assinatura dos responsáveis.

IV. Níveis de resposta – Identificação e classificação

Os níveis de resposta do Plano de Ação de Emergência é a gradação dada às situações que podem comprometer a segurança da barragem e/ou das áreas do vale a jusante. Ao detectar-se uma situação que possivelmente comprometa a segurança da barragem e/ou das áreas no vale a jusante, a situação deverá ser avaliada e classificada, de acordo com o nível de resposta e o código de cores padrão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização dos Níveis de Resposta


As ações internas nos níveis de resposta de **Normal** a **Vermelho** estão detalhadas no Plano de Emergência da Barragem, integrante do Plano de Prevenção e Resposta Civil a Potenciais Emergências em Barragens (PPRC), localizados na instalação e junto às equipes remotas de operação. São procedimentos **internos** que orientam as equipes do empreendimento nos treinamentos e na gestão de emergências internas à usina. Além disso, o PPRC possui todos os limites de monitoramento para instrumentação e identificação de anomalias no estado da barragem.

A Tabela 4, **QUADRO DE RESPOSTAS**, apresenta os níveis de resposta para ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas, assim como possíveis ações preventivas ou corretivas a serem tomadas. Podem ocorrer cenários diferentes dos apontados, que devem ser avaliados e tratados pelo Coordenador do PAE, equipe local e equipe civil do empreendimento.

Tabela 4 – Procedimentos identificação e notificação de mau funcionamento ou de condições potenciais de ruptura da barragem

Ocorrência	Cenários Possíveis	Eventuais medidas de intervenção	Nível		
O&M	Instrumentação	Ausência de monitoramento, análise ou manutenção	Normal (Verde)		
		Resultados anômalos da instrumentação de auscultação da barragem			
	Equipamentos	Indisponibilidade total do sistema de monitoramento de níveis e afluência de cheias (previsão)	Executar manutenção com urgência. Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local	Atenção (Amarelo)	
Anomalias na barragem, ombreiras e área a jusante	Trincas	Trincas superficiais	Monitorar visualmente ou através de instrumento. Fazer registro de todas as medidas. Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local	Normal (Verde)	
		Trincas profundas estáveis, documentadas e monitoradas.			
		Presença de trincas transversais e longitudinais profundas sem percolação de água: <ul style="list-style-type: none"> • Que não estabilizam • Passantes ou não, de montante para jusante 			
	Surgências (áreas encharcadas, água surgindo ou infiltrações)	Presença de trincas transversais passantes, de montante para jusante, com percolação de água	Monitorar visualmente ou através de instrumento Fazer registro de todas as medidas Projetar e executar tratamento	Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local	Atenção (Amarelo)
		Surgência de água próximo à barragem ou ombreiras: <ul style="list-style-type: none"> • Não documentada e/ou não monitorada • Com carreamento de materiais de origem desconhecida • Aumento das infiltrações com o tempo • Água saindo com pressão 			
	Abatimento / Deslizamento	Deslizamento do maciço através da crista ou talude, reduzindo borda livre e/ou seção transversal	Projetar e executar tratamento em caráter emergencial	Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local	Alerta (Laranja)
	Recalque diferencial excessivo	Recalque diferencial excessivo entre blocos, reduzindo borda livre, permitindo passagem excessiva de água entre juntas.			
	Deslizamento	Deslizamento entre blocos das estruturas, permitindo passagem excessiva de água entre juntas.			
Sistema de Aviso	Período seco	Impossibilidade de notificação	Corrigir sistema Responsável: equipe técnica de segurança de barragem	Normal (Verde)	
	Período chuvoso	Impossibilidade de notificação	Corrigir sistema com urgência Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local	Atenção (Amarelo)	

Ocorrência		Cenários Possíveis	Eventuais medidas de intervenção	Nível
Cheias	Nível	Nível de água acima do Máximo Maximorum	Se possível, reduzir nível através do aumento do vertimento Responsável: plantonista de cheias	Alerta (Laranja)
	Galgamento da barragem	Galgamento da barragem iniciado	Se possível, reduzir nível através do aumento do vertimento. Acionar fluxo de comunicação. Iniciar estado de alerta no vale a jusante. Responsável: plantonista de cheias	
Ruptura da Barragem		<ul style="list-style-type: none"> Tombamento da barragem Abertura de brecha no maciço com descarga incontrolável de água Colapso completo do maciço 	Acionar fluxo de comunicação. Iniciar evacuação do vale a jusante. Responsável: plantonista de cheias	Emergência (Vermelho)

A. Caracterização do Nível de Resposta Azul – CHEIAS

O **Nível de Resposta Azul – CHEIAS** é um dos níveis que aciona este Plano de Ação de Emergência, ou seja, quando **eventos hidrológicos naturais começam a provocar inundação** no vale a jusante, mas a ação desses eventos externos **não compromete a segurança da barragem**. Assim, o presente PAE é acionado quando está sendo **verificado um evento de cheia natural** que coloque pessoas em situação de inundação, podendo ser caracterizado pela Cemig ou pela defesa civil. O **contato de comunicação** é realizado visando que sejam tomadas medidas para a redução dos danos materiais e humanos do evento identificado.

A UHE Queimado possui um reservatório de médio porte com certa capacidade de regularização para controle de cheias. Anualmente, é elaborado em conjunto com o ONS o Plano Anual de Prevenção de Cheias, onde é definido para cada reservatório do Sistema, um volume de espera. Esse volume de espera é um volume vazio alocado durante a estação chuvosa com a finalidade de amortecimento de cheias. Porém, no caso de Queimado, como o reservatório está a cerca de 92 km de distância de Unai, somente 68% das vazões afluentes a Unai está sob controle do reservatório da usina. Os 32% restantes das vazões ocorrem na bacia incremental entre a usina de Queimado e a cidade de Unai. Portanto, embora o reservatório ajude a controlar as vazões afluentes a Unai, nem sempre isso é possível, pois, a chuva pode se concentrar no trecho incremental entre a usina e a cidade, e violar a vazão de restrição de Unai, provocando enchentes.

O **Nível de Resposta Azul – CHEIAS** deve ser declarado sempre que as condições naturais do trecho incremental do rio Preto entre a usina e a cidade de Unai, somados a defluência da usina sejam suficientes para ultrapassar a vazão de restrição e provocarem eventos de cheia. Isto posto, é importante manter a comunicação entre a operação do empreendimento e os órgãos de proteção e defesa civil dos municípios. De forma a aumentar a eficiência da comunicação com as autoridades, em situações de **CHEIAS (Nível de Resposta Azul - CHEIAS)**, busca-se que o presente documento

seja um instrumento que formaliza a disponibilidade de comunicação entre empreendedor e agentes locais.

Sinteticamente:

- 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 e notificação externos previstos no PAE para atuação dos órgãos de proteção e defesa civil em resposta à situação de inundação;
- pode ser necessária a comunicação e a evacuação da população a jusante, a critério da defesa civil municipal ou conforme estabelecido no PLANCON do município;

Além disso é importante que os órgãos locais informem ao empreendedor no caso de alteração de risco associado às vazões mapeadas.

Dessa forma, para possibilitar a melhor preparação possível para situações que requeiram o acionamento de **Nível de Resposta Azul - 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.

B. Caracterização do Nível de Resposta Laranja– ALERTA

O **Nível de Resposta Laranja – ALERTA** é um dos níveis que aciona este Plano de Ação de Emergência, ou seja, quando as **anomalias apresentam evolução rápida**, podendo **comprometer no curto prazo a segurança da barragem**. O primeiro contato de comunicação é realizado objetivando que sejam tomadas medidas para evitar perdas de vidas humanas e reduzir prejuízos materiais para cada escala do evento identificado.

De forma a aumentar a eficiência da comunicação com as autoridades de proteção e defesas civis, em situações de **ALERTA (Nível de Resposta Laranja – ALERTA)** as autoridades são avisadas preventivamente. Em tal situação, espera-se que as ações a serem tomadas pelo empreendedor evitem a ruptura, mas a situação pode sair do controle.

Em suma:

- A evolução rápida de anomalias pode comprometer a segurança da barragem no curto prazo;
- São demandadas ações internas imediatas visando evitar a ruptura da barragem;
- Pode haver a necessidade de iniciar as ações de comunicação para evacuar as áreas preventivamente;

- A previsão meteorológica e as condições do reservatório e da bacia hidrográfica deverão ser criteriosamente monitoradas, pois podem agravar repentinamente a situação de alerta e potencializar o risco de ruptura no curto prazo.

C. Caracterização do **Nível de Resposta Vermelho – EMERGÊNCIA**

O **Nível de Resposta Vermelho – EMERGÊNCIA** é o nível que aciona este Plano de Ação de Emergência no que se refere a alguma fragilidade estrutural da barragem, ou seja, quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem **risco de ruptura iminente ou ainda, quando a barragem já está rompendo**, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos decorrentes do rompimento da barragem.

Sinteticamente:

- 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 ameaçada e será necessário acionar os procedimentos de comunicação e de notificação externos previstos no PAE;
- Evacuação necessária interna e externamente;
- Avisar/alarmar a Zona de Autossalvamento (ZAS);
- Acionar os procedimentos de comunicação e notificação previstos no PAE e as ações de evacuação previstas nos planos de contingências (PLANCON) dos municípios à jusante.

Para esse nível de resposta 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. O modelo hidráulico elaborado abrange os municípios de Cabeceira Grande-MG e de Unaí-MG, totalizando cerca de 31 km de extensão ao longo do Rio Preto.

Dadas as incertezas de como pode ocorrer a ruptura de uma barragem e seus reais efeitos, foi realizado um estudo de ruptura hipotética, considerando um método de falha mais conservador. Desse modo, foi adotado o rompimento por *piping* na região do promontório em Condição de Carregamento Excepcional (CCE), durante evento de vazão Decamilenar com reservatório na El. 829,54 m.

V. Procedimentos de notificação

A. Fluxograma de ações e de notificação do **Nível de Resposta Azul - CHEIAS**

O fluxograma de ações e de notificação durante o **Nível de Resposta Azul - CHEIAS** possui um caráter de redução de impactos causados por eventos naturais. Os contatos que fazem parte do Plano

de Chamadas – Apêndice H devem contar com atualizações e verificações frequentes. Os dados que subsidiam a tomada de decisões operativas fazem parte da rotina de monitoramento das condições hidrológicas da bacia, das instruções operativas e dos documentos internos do empreendimento. O quadro da Figura 3 abaixo sintetiza as ações a serem tomadas quando acionado o **Nível de Resposta Azul- CHEIAS**.

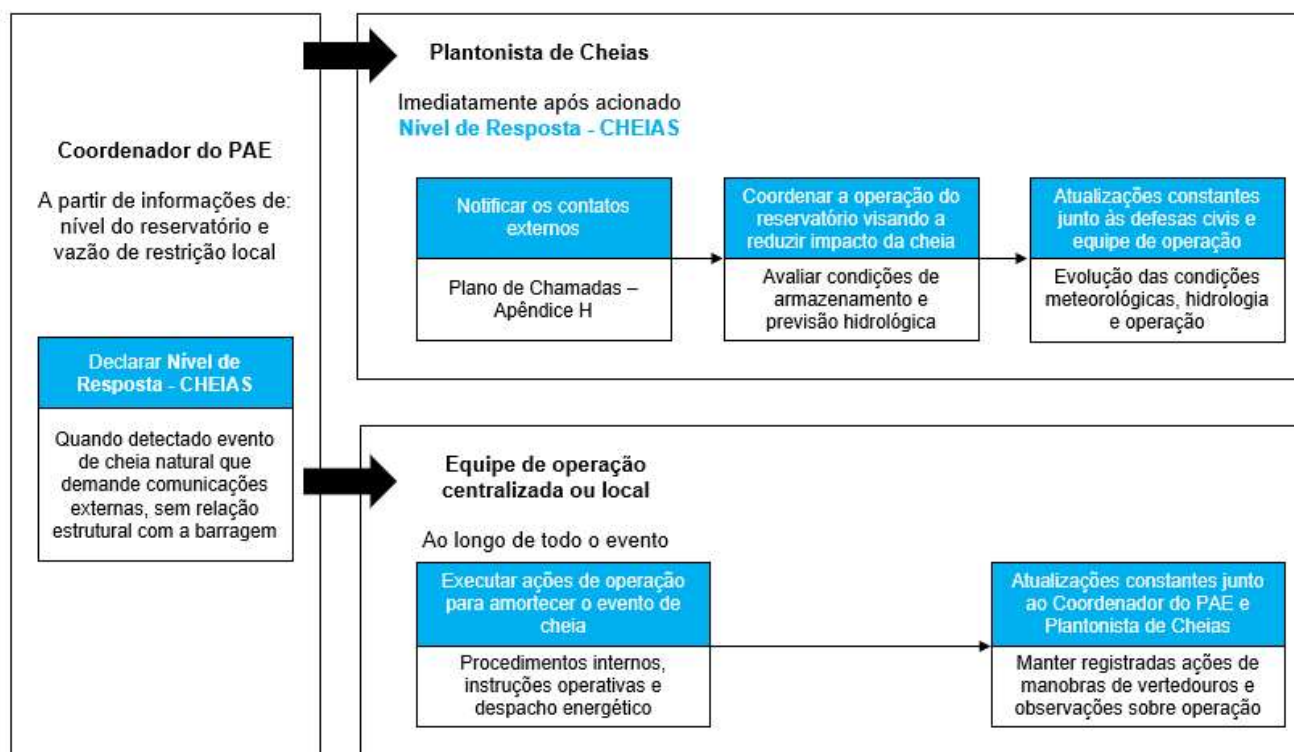


Figura 3 - Fluxograma do Nível de Resposta Azul – CHEIAS

B. Fluxograma de ações e notificação do Nível de Resposta Laranja - ALERTA

O fluxograma de ações e de notificação durante o **Nível de Resposta Laranja- ALERTA** possui um caráter de prevenção de impactos causados por um possível insucesso nas ações em andamento para controle de anomalia estrutural da barragem. Os contatos que fazem parte do Plano de Chamadas – Apêndice H devem contar com atualizações e verificações frequentes. Os dados que subsidiam a realização de ações para controle de anomalias e para reduzir o nível de resposta, bem como de evacuações de áreas industriais, fazem parte do PPRC, documento interno do

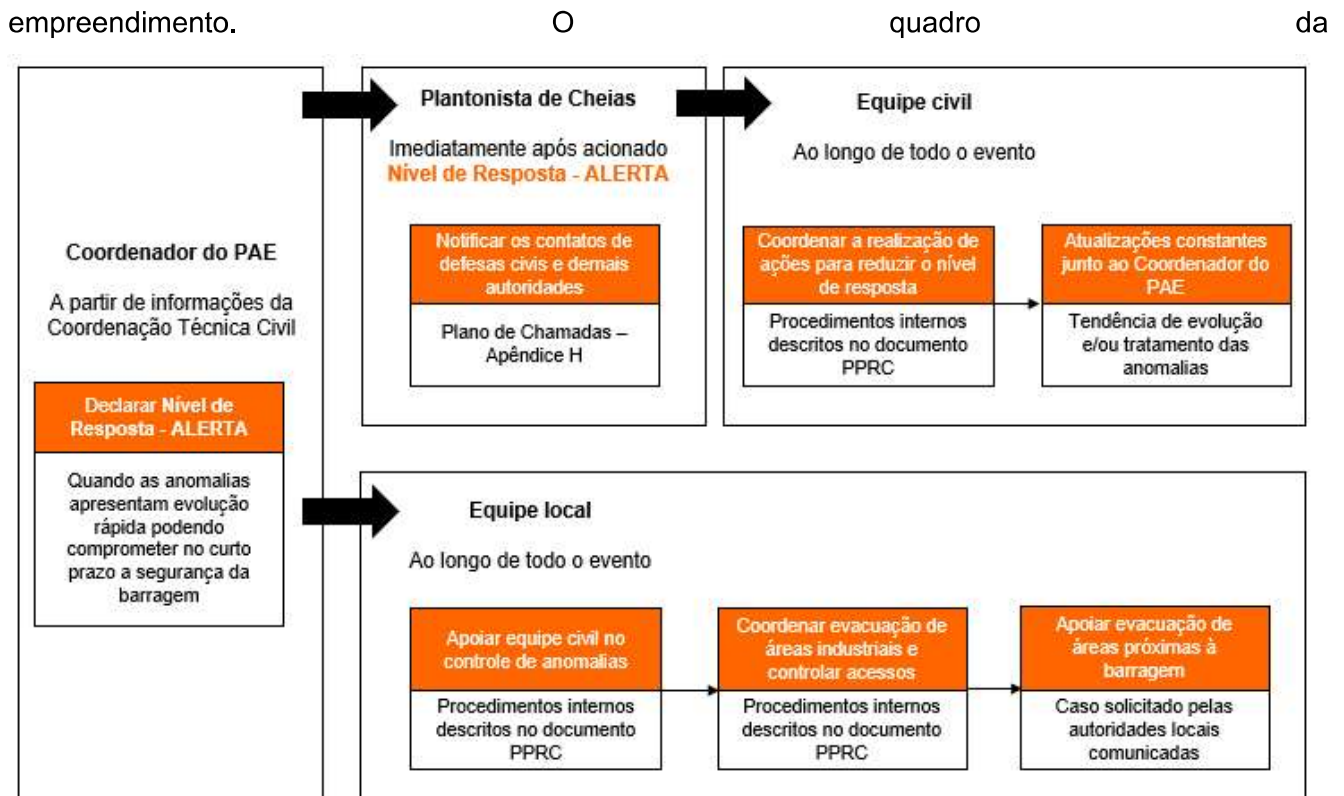


Figura 4 abaixo sintetiza as ações a serem tomadas quando do acionamento do **Nível de Resposta Laranja - ALERTA**.

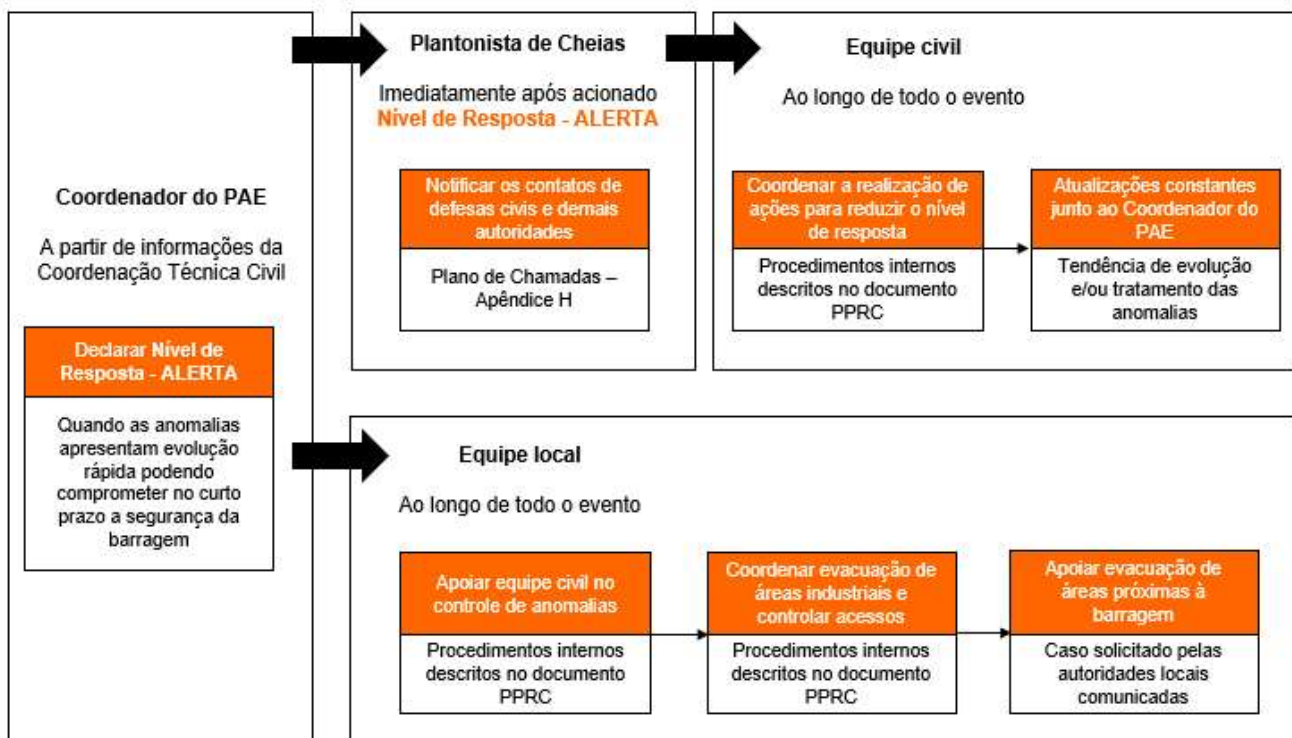


Figura 4 - Fluxograma do Nível de Resposta Laranja– ALERTA

C. Fluxograma de ações e de notificação do Nível de Resposta - EMERGÊNCIA

O fluxograma de ações e de notificação durante o **Nível de Resposta - EMERGÊNCIA** possui um caráter de mitigação de impactos causados pela ruptura da barragem, que, nesta altura, considera-se não ser mais possível evitar. Os contatos que fazem parte do Plano de Chamadas – Apêndice H devem contar com atualizações e verificações frequentes, e os dados que subsidiam a realização de ações de salvamento e evacuações, bem como a tomada de decisões sobre um eventual esvaziamento do reservatório, fazem parte do PPRC, documento interno do empreendimento. O quadro da Figura 5 abaixo sintetiza as ações a serem tomadas quando do acionamento do **Nível de Resposta - EMERGÊNCIA**.

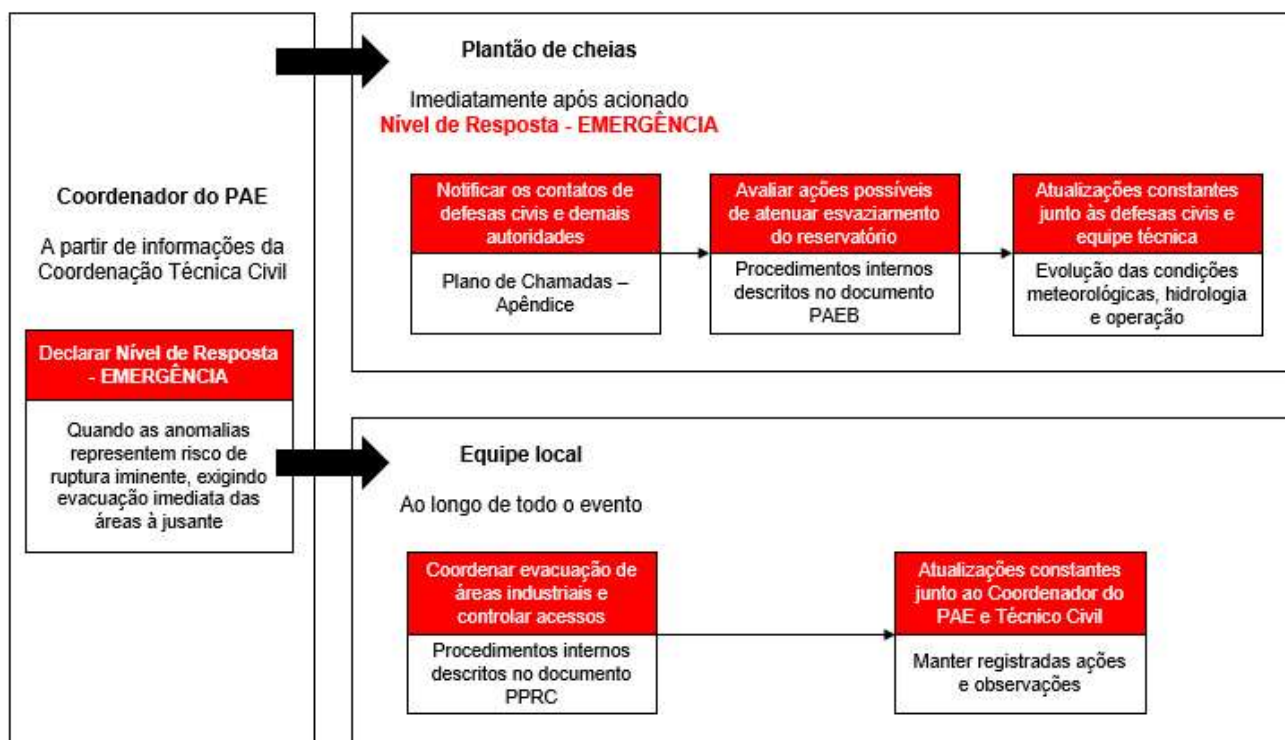


Figura 5 - Fluxograma do Nível de Resposta Vermelho - EMERGÊNCIA

VI. Procedimentos preventivos e corretivos

A. Zona de Autossalvamento (ZAS)

O reservatório da Barragem da UHE Queimado possui dimensões consideráveis, com capacidade de armazenamento de 515 hm³ (Nível Máximo Maximorum), que, em caso de ruptura, seriam em grande parte liberados, provocando significativo aumento da vazão e severas inundações no vale 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.

Para a UHE Queimado, foi considerado o pior cenário de ruptura, adotando-se uma ZAS de 10 km a jusante, na qual são observados aglomerados populacionais que deverão ser previamente treinados por meio de simulados de evacuação e diretamente notificados em eventual situação de emergência, não dependendo da atuação das autoridades competentes. Em relação aos resultados mapeados pelo estudo de propagação de vazões em eventos hidrológicos naturais, sem rompimento de barragem, as mesmas ocupações próximas à calha do rio Preto, que sofrem efeitos de inundação devido a cheias naturais, bem como as áreas urbanas a jusante, deverão ser devidamente alertadas por meio de contato com as respectivas defesas civis.

B. Monitoramento de vazões

Além dos dados operativos da UHE Queimado, para a emissão de alertas para o vale do rio Preto serão monitorados os pontos de controle constantes da tabela abaixo:

Tabela 5 - Postos de monitoramento da CEMIG

Bacias	Sub-bacias	Estações
4 – RIO SÃO FRANCISCO	42 – RIOS SÃO FRANCISCO, PARACATU	3 – 42449000 - UHE Queimado Montante
4 – RIO SÃO FRANCISCO	42 – RIOS SÃO FRANCISCO, PARACATU	3 – 42452200 - UHE Queimado Rio Bezerra
4 – RIO SÃO FRANCISCO	42 – RIOS SÃO FRANCISCO, PARACATU	3 – 42459080 – UHE Queimado Barramento
4 – RIO SÃO FRANCISCO	42 – RIOS SÃO FRANCISCO, PARACATU	3 – 42470500 – PCH Unai Baixo Montante
4 – RIO SÃO FRANCISCO	42 – RIOS SÃO FRANCISCO, PARACATU	3 – 42480200 – PCH Unai Baixo Barramento
4 – RIO SÃO FRANCISCO	42 – RIOS SÃO FRANCISCO, PARACATU	3 – 42480300 – PCH Unai Baixo Jusante
4 – RIO SÃO FRANCISCO	42 – RIOS SÃO FRANCISCO, PARACATU	3 – 42480500 – UHE Queimado Jusante

Pelo portal Gestor PCD da Agência Nacional de Águas – ANA é possível verificar os dados em tempo real dos postos de monitoramento: <http://gestorpcd.ana.gov.br/gerarGrafico.aspx>. Para selecionar os postos de interesse, escolhe-se o Estado: MG, Origem: Setor Elétrico, Bacia: 4 – São Francisco, Sub-bacia: 42 – Rios São Francisco e Paracatu, e Estação: conforme listagem acima.

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.

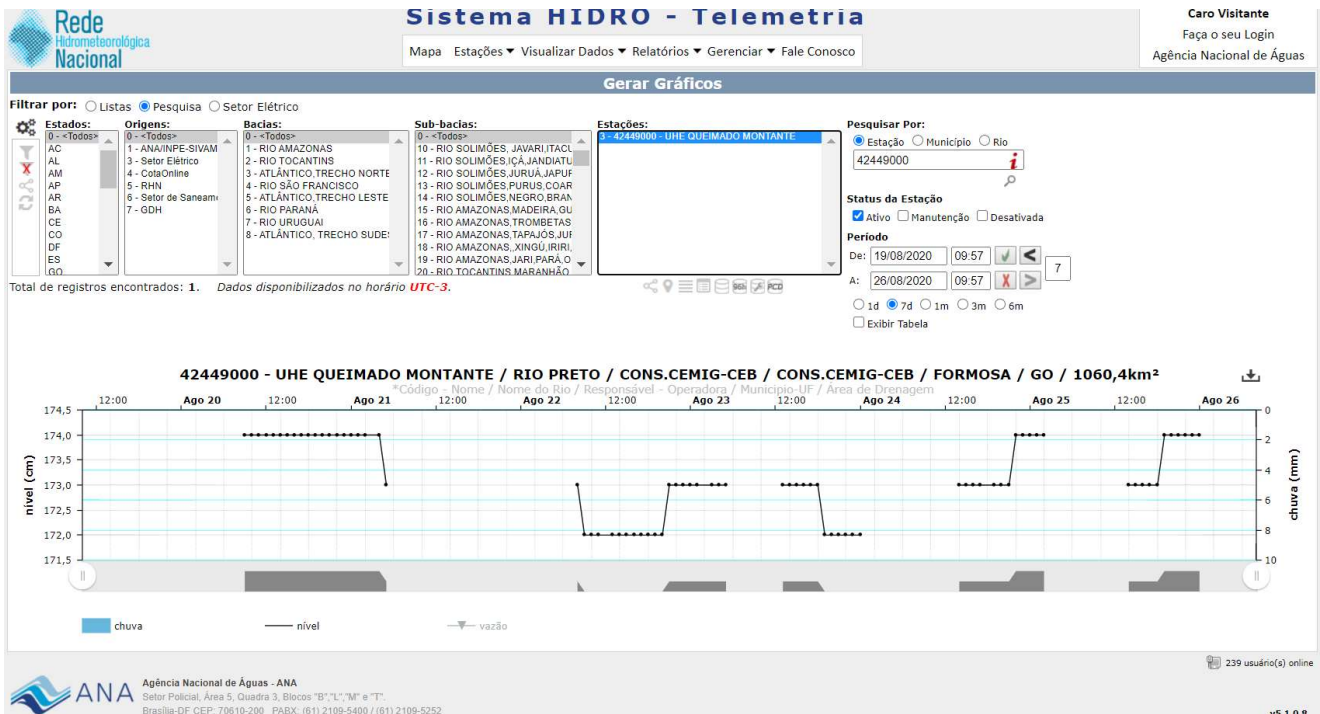


Figura 6 - Visualização do Gestor PCD de dados em tempo real

A Figura 7 apresenta a posição dos postos de montante à UHE Queimado 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: http://bit.ly/FLU_QUEIMADO

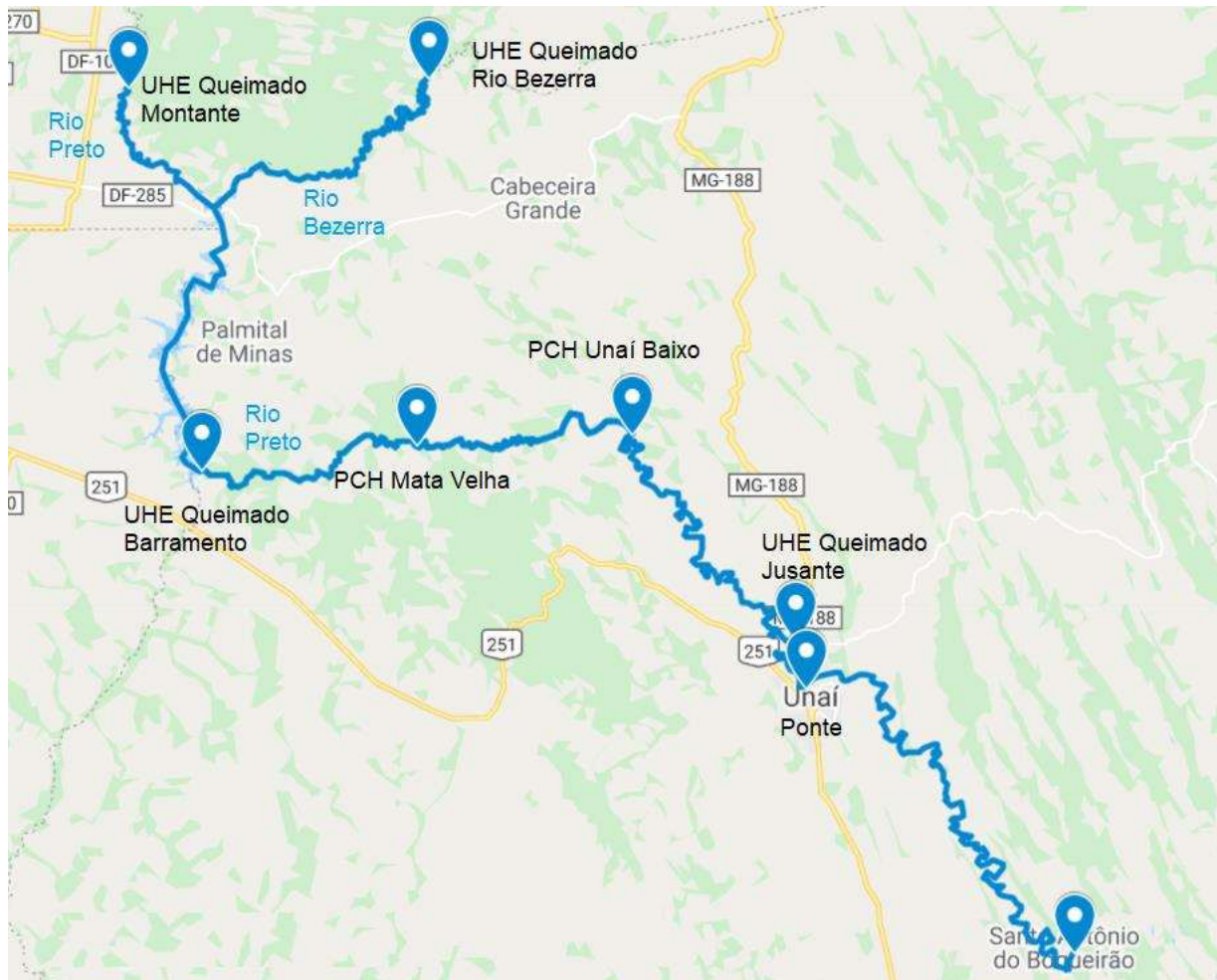


Figura 7 - Mapa de localização de estações de monitoramento da CEMIG

C. Parâmetros para comunicação do plantonista de cheia: **Nível de Resposta Azul- CHEIAS**

O ponto de controle está localizado na cidade de Unai, onde à princípio ocorrem inundações para vazões superiores a **400 m³/s**. Desta forma, a vazão de restrição (Q_r) de defluência do reservatório de Queimado é variável, de modo que, ao se combinar com a vazão incremental no trecho Queimado - Unai, não ultrapasse a vazão de **400 m³/s** em Unai.

$$Q_r = 400 \text{ m}^3/\text{s em Unai}$$

Existem dois pontos de medição de vazão: UHE Queimado Jusante e Unai Ponte. Para se obter um valor aproximado das vazões incrementais, deve subtrair da vazão nos postos (UHE Queimado Jusante, ou Unai Ponte) da vazão defluente da UHE Queimado. Essa vazão incremental será maior ou menor dada à chuva verificada nos postos pluviométricos nesse trecho. Para efeito de monitoramento das vazões em Unai deve-se usar a vazão no Posto Hotel Fazenda Curva do Rio multiplicada por 1,056, sendo adotada como limite a vazão de **400 m³/s**. Os intervalos de tempo de viagem estimados para vazões da UHE Queimado até a cidade de Unai são mostrados na Figura 8.



Figura 8 - Tempo de viagem até a cidade de Unai

O posto **Unai Ponte** instalado na ponte de acesso à cidade, fornece informação mais exata quanto ao nível do rio junto a cidade, pois quando a leitura do nível estiver na cota **561,00 m**, a cidade já pode apresentar alguma inundação. Entretanto, mais a jusante, a estação de tratamento de esgoto do SAAE Unai, dependendo da condição do ribeirão Cana Brava, já pode estar inundada.

Caso a vazão defluente da UHE Queimado, combinada com a previsão de vazão incremental até Unai esteja superior a **400 m³/s**, é necessária a declaração do **Nível de Resposta Azul – Cheias** e a execução do Plano de Chamadas apresentado no Apêndice H.

VII. Cadastro Socioeconômico

Em setembro de 2022 foi realizada a primeira campanha de levantamento cadastral das propriedades e das pessoas que residem a jusante da UHE Queimado. Em setembro de 2023 foi realizada a segunda campanha de cadastro, e adicionalmente, o cadastro de animais domésticos, animais de criação/produção, de edifícios comerciais e públicos, do patrimônio cultural (por meio de dados secundários) e o cadastro de estruturas de apoio ao resgate (hospitais, unidades de saúde, escola, ginásio, entre outros).

Foram feitos 04 registros (cadastros realizados). Esses questionários são divididos em: Casa, Comércio/Estabelecimentos e Fauna Pecuária. O cadastro principal é realizado com o proprietário ou responsável pela residência e estende-se aos demais moradores, entretanto com informações mais básicas. A quantificação de cada ficha de cadastro é apresentada na Tabela 6 - Número de questionários aplicados (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR, 2023).

Tabela 6 - Número de questionários aplicados (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR, 2023).

Ficha de cadastro	Quantidade	Percentual (%)
Casa	2	50,00
Estrutura Anexa	1	25,00
Fauna Pecuária	5	25,00
Total	08	100

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. A Tabela 7 apresenta o resultado do cadastro.

Tabela 7 - Resultado do cadastro de residências (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR, 2023)

Faixa etária (anos)	Quantidade	Percentual (%)
0 a 17	2	18,2
18 a 39	1	9,1
40 a 59	5	45,5
60 ou mais	3	27,3
Não informado	0	0,0
Total	11	100

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. **Não foram identificadas edificações comerciais na ZAS da UHE Queimado.**

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 8 estão os resultados do cadastro.

Tabela 8 - Resultado do cadastro (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR, 2023)

Número de animais	Quantidade	Percentual (%)
Animais domésticos	01	3,0
Animais de produção	35	97,0
Total	36	100

O Patrimônio Cultural da ZAS da UHE Queimado foi levantado e cadastrado a partir de dados do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais Cultural (IEPHA), o levantamento indicou que o município de Unaí-MG possui 01 (um) bem e o de Cabeceira Grande-MG possui 01 (um) bem, entre patrimônios material e imaterial, bens móveis e sítios arqueológicos em cada um dos municípios. **Esses bens não estão localizados na ZAS da UHE Queimado.**

Como ferramenta de cadastro, foi utilizado o Aplicativo PROX, ferramenta de processamento de dados para Defesas Civas, disponibilizado pela Cemig, e que permite o georreferenciamento de pontos relativos às construções existentes nas áreas atingidas por manchas de inundação resultantes das cheias ordinárias. Todas as informações de cadastro estão disponíveis para a Defesa Civil pelo PROX. Os locais classificados como domicílios vazios são locais onde não foram encontrados moradores no momento das pesquisas e/ou que se encontravam abandonados. **Na ZAS da UHE Queimado não existem domicílios vazios.**

VIII. Projeto de Sinalização de Rotas de Fuga e Pontos de Encontro

Após a caracterização das áreas de risco, por meio dos dados do levantamento cadastral, foram estabelecidas **Rotas de Fuga (RFs)** visando definir os caminhos que devem ser percorridos até os locais seguros localizados fora da mancha de inundação, denominados **Pontos de Encontro (PEs)**. A sinalização de alerta foi validada pela Defesa Civil local. A localização dos PEs considerou a 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 no PROX (Figura 9 e Figura 10).

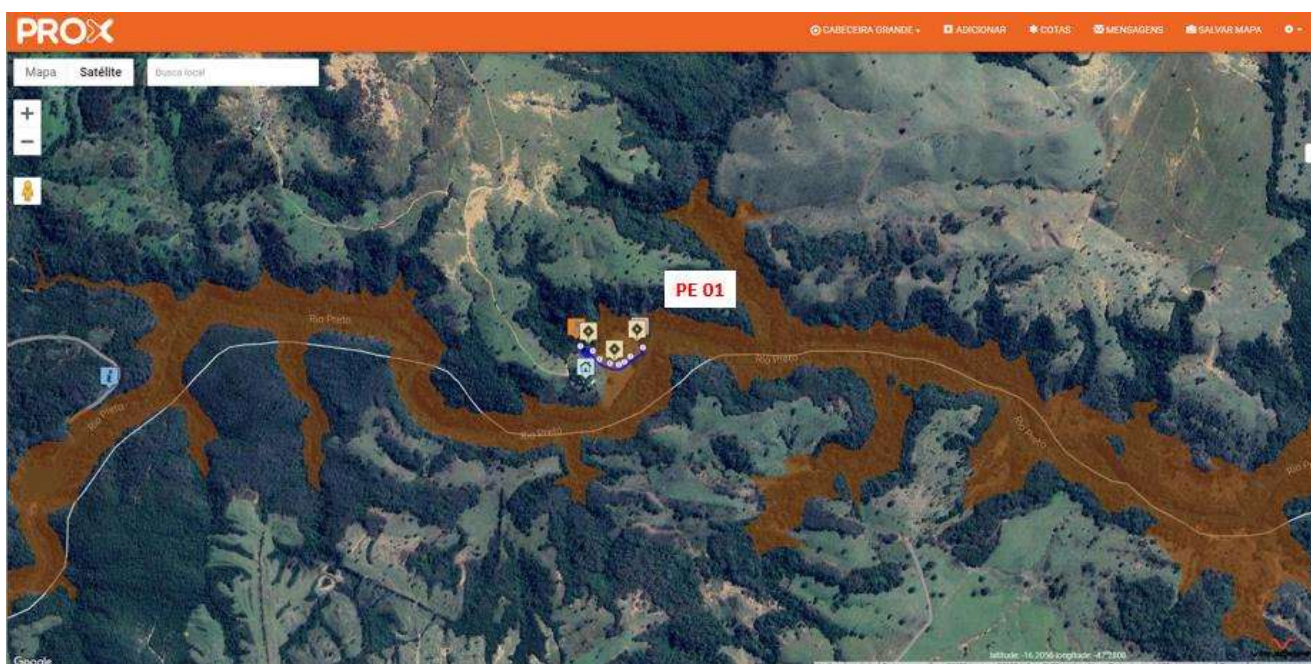


Figura 9 - Localização das placas de sinalização de alerta das Rotas de Fuga e dos Pontos de Encontro localizadas em Cabeceira Grande/MG



Figura 10 - Localização das placas de sinalização de alerta das Rotas de Fuga e dos Pontos de Encontro localizadas em Unaí/MG

Vale destacar que a população não deve, em hipótese alguma, prolongar sua permanência nas áreas de risco após o alerta pela Defesa Civil para a evacuação, em busca de animais de estimação, objetos ou pertences.

No total, para a área estudada, **foram criadas 01 (uma) Rota de Fuga; das quais 03 placas de Rota de Fuga, no município de Unaí-MG e 01 (uma) Rota de Fuga; das quais 03 placas de Rota de Fuga, no município de Cabeceira Grande-MG.**

As dimensões, orientações para instalação e modelos sugeridos para as placas de sinalização estão apresentados nas Tabelas X e Y.

Tabela 9 - 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 10 – Modelos das placas de sinalização.



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



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

A Tabela 11 apresenta as principais informações referentes às rotas de fuga e aos pontos de encontro, com indicação do número de pessoas esperado, distâncias e tempos de deslocamento.

Tabela 11 – Principais informações sobre as rotas de fuga e pontos de encontro.

Localidade	Ponto de encontro	Rota de fuga	Número estimado de pessoas	População flutuante	Distância do maior percurso (m)	Tempo estimado do maior percurso (min)
Cabeceira Grande	PE-01i	1	02	04	200	3
Unaí	PE-02	1	09	0	200	3
TOTAL	02	02	11	04	-	-

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

O Sistema de Comando e Operação (SCO) deverá ser instaurado assim que o **Nível de Resposta Vermelho – Emergência** for declarado. Inicialmente será constituída pelos agentes internos e, caso a situação se agrave, passarão 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.

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 do PAE, em conjunto com os órgãos de proteção e defesa civil deliberarem sobre o encerramento do SCO.

A preparação inicial do SCO compete à CEMIG, após o acionamento do Coordenador do PAE. É importante que o local possua infraestrutura adequada para sua finalidade.

O Local do SCO e do PC sugerido para a ZAS da UHE Queimado é na Casa de Força da usina na cidade de Cabeceira Grande-MG (acesso à estrada rural da Rodovia BR-251, sentido Cabeceira Grande-MG), conforme Figura 11. Vale salientar que, o local sugerido pela CEMIG para instaurar o SCO poderá ser alterado conforme as necessidades identificadas durante a situação de emergência ou por solicitação dos agentes externos de proteção e defesa civil.

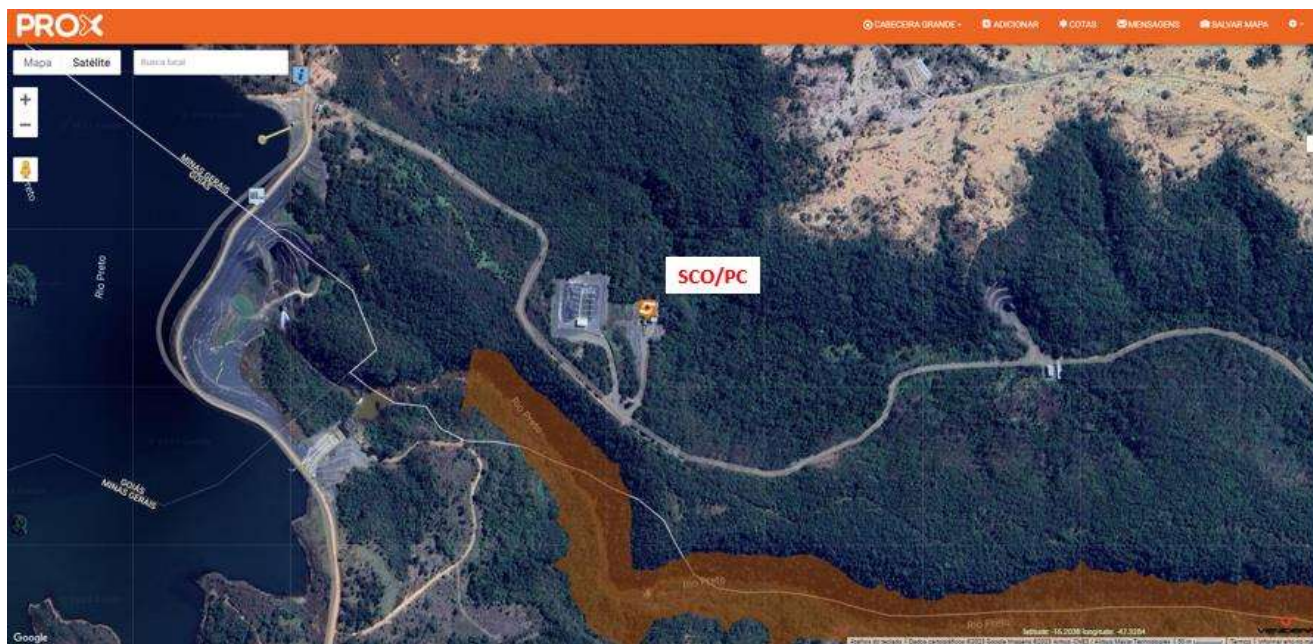


Figura 11 – Localização do SCO e PC sugerido (fonte: PROX).

X. Plano de Comunicação

A eficiente comunicação entre empreendedor, órgãos de proteção e defesa civil e indivíduos potencialmente afetados é primordial para o sucesso das ações de resposta. Todas as comunicações estabelecidas deverão ocorrer de forma clara e objetiva, garantindo que as informações sejam compreendidas por todos.

A notificação aos agentes internos do PAE deverá ser estabelecida com o máximo de cuidado, com o conhecimento da hierarquia, mas, também, com atenção à urgência da situação. A necessidade de ações de controle e de resposta poderá acontecer em vários tipos de circunstâncias e adversidades. Dessa forma, é necessário que os integrantes do PAE estejam sempre de prontidão e tenham ciência que uma situação de rompimento de barragem poderá ocorrer a qualquer hora, nos dias úteis ou em finais de semana e feriados. Em caso de férias de algum integrante, um substituto deverá ser nomeado para assumir suas funções e responsabilidades.

Os agentes externos indicados no Plano de Chamadas para notificação deste PAE (Apêndice H) devem ser comunicados imediatamente após o acionamento dos **Níveis de Resposta Azul – Cheias**,

Laranja - Alerta e Vermelho - Emergência. No Apêndice B encontra-se a “Mensagem de Notificação Padrão” que deverá ser utilizada para formalizar o acionamento dos **Níveis de Resposta Laranja - Alerta e Vermelho - Emergência** no âmbito externo.

Ademais, informes/comunicações formais deverão ser elaborados e enviados aos órgãos reguladores e fiscalizadores competentes e, após, devidamente arquivados. Esse procedimento torna-se essencial para oficializar a eventualidade e as ações executadas pelo empreendedor na mitigação dos potenciais danos nas áreas a jusante da barragem.

A. Meios de Comunicação

Conforme as estratégias de comunicação definidas para as áreas impactadas por um evento de ruptura de barragem ou de cheias naturais, foi elaborado o Plano de Chamadas para notificação deste PAE, o qual apresenta os contatos dos agentes internos e externos (Apêndice H). A Figura 11 apresenta os meios de comunicação a serem utilizados para notificação.



Figura 11 - Meios de comunicação para notificação do PAE

Ao declarar o **Nível de Resposta Azul – CHEIAS**, o plantonista de cheias deverá notificar a Defesa Civil Municipal, conforme fluxograma e meios de comunicação apresentados na Figura 12. De posse desta notificação, cabe a Defesa Civil Municipal notificar a população potencialmente afetada pela condição de inundação, de acordo com o que está estabelecido no PLANCON do município.

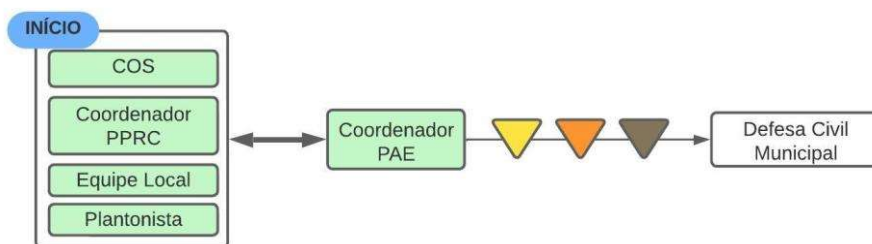


Figura 12 - Fluxograma e meios de comunicação para o Nível de Resposta Azul – CHEIAS

Ao declarar o **Nível de Resposta Laranja – ALERTA**, o coordenador do PAE deverá notificar os agentes internos e externos, conforme fluxograma e meios de comunicação apresentados na Figura 13. Para este nível de resposta, a defesa civil poderá avaliar a necessidade de evacuação da população a jusante da barragem.

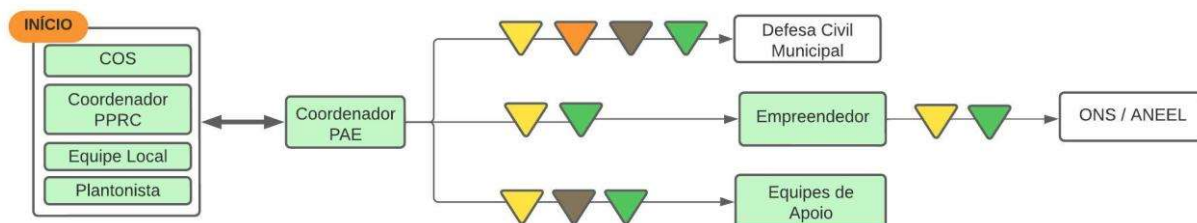


Figura 13 – Fluxograma e meios de comunicação para o Nível de Resposta Laranja-ALERTA

Ao declarar o **Nível de Resposta Vermelho – EMERGÊNCIA**, o coordenador do PAE deverá notificar os agentes internos, externos e a população da ZAS, conforme o fluxograma e meios de comunicação apresentados na Figura 14.

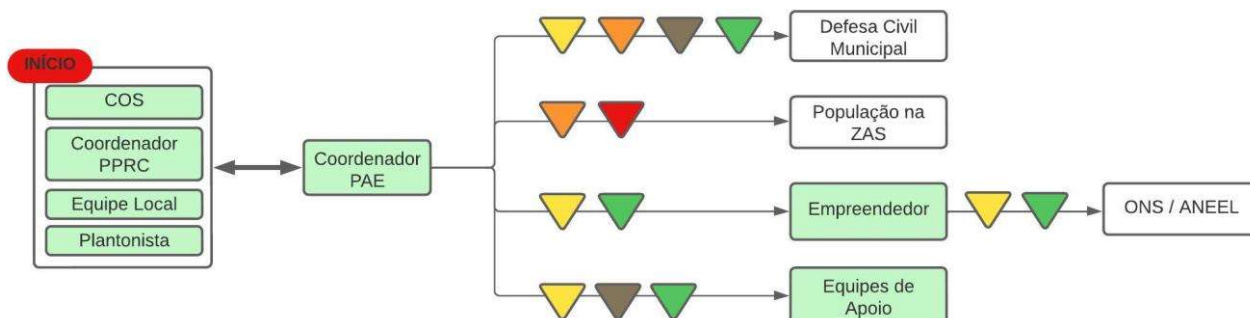


Figura 14 - Fluxograma e meios de comunicação para o Nível de Resposta - EMERGÊNCIA

B. Canais de Comunicação

A CEMIG conta com o **Aplicativo PROX** (<https://www.cemig.com.br/programa-sustentabilidade/do-proximidade-ao-prox-do-programa-a-ferramenta-de-gestao-de-riscos/>) e **PROX - Multiplicando segurança** (segurancaprox.com.br)), para informações em tempo real da operação do reservatório e notificação, pela Defesa Civil, para a população impactada por um evento de ruptura de barragem ou de cheia natural.

Além disso, vale ressaltar a disponibilidade do **site institucional** (<https://www.cemig.com.br/programa-sustentabilidade/plano-de-acao-de-emergencia/>) para divulgação das informações referentes ao Plano de Ação de Emergência.

C. Outras Ações de Comunicação

De acordo com a boa prática, para uma comunicação efetiva diante de uma situação de cheia natural, a UHE Queimado deverá adotar ações para:

- Estabelecer e manter um relacionamento efetivo com agentes reguladores e fiscalizadores, bem como com outras empresas localizadas a jusante e a montante da barragem, mesmo na situação de normalidade. Esta aproximação pode contribuir para uma melhor comunicação em um cenário de cheia;
- Nomear Porta-vozes que são pessoas previamente treinadas para estabelecerem comunicações junto aos órgãos externos, imprensa ou indivíduos/familiares afetados;
- Atuar nas mídias sociais para difusão de informações e esclarecimentos relevantes;

XI. Encerramento das operações

Uma vez que a barragem retorne ao **Nível de Resposta – Normal**, o Coordenador do PAE deverá contactar a COMPDEC e/ou a CEDEC que irão acompanhar a evolução das inundações no vale a jusante.

XII. Apêndices

A. Ficha Técnica da Barragem

(1) Geral	
Nome do barramento	UHE Queimado
Empreendedor	Consórcio CEMIG-CEB
Entidade Fiscalizadora	ANEEL
Localização	
- Curso de água barrado	Rio Preto
- Município	Cabeceira Grande, Unaí e Cristalina
- Unidade da Federação	Minas Gerais (MG) e Goiás (GO)
- Coordenadas do Empreendimento	Lat. 16°12'26" S Long. 47°19'31" O
(2) Reservatório	
NA Montante – Reservatório:	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	830,00
- Máximo Normal [m-IBGE]	829,00
- Mínimo Normal [m-IBGE]	811,00
NA Jusante	
- Máximo Normal [m-IBGE]	651,22
Áreas Inundadas:	
- No NA Máximo Maximorum [km ²]	39,43
- No NA Máximo Normal [km ²]	36,26
- No NA Mínimo Normal [km ²]	10,35
Volume do Reservatório:	
- No N.A. Máximo Maximorum [hm ³]	515,05
- No N.A. Máximo Normal [hm ³]	477,98
- No N.A. Mínimo Normal [hm ³]	88,51
(3) Barragem	
- Material	Terra /Enrocamento
- Comprimento da Crista [m]	1.060,00
- Altura máxima em relação à fundação [m]	70,00
- Cota da Crista [m-IBGE]	832,00
(4) Sistema de descarga	
Tipo	Vertedouro Soleira Controlada (VC) – Perfil Creager
Vazão de Projeto [m ³ /s]	1.959,00
Cota da Soleira [m-IBGE]	818,50
Número de vãos	3
Número de comportas	3
Tipo de comportas	Segmento
Dimensões das comportas	
- Altura [m]	11,00
- Largura [m]	8,25
(5) Tomada d'Água	
Tipo	Torre de Concreto Armado
Dimensões da torre	
- Altura [m]	33,00
- Diâmetro [m]	16,00
Número de vãos	4
Dimensões dos vãos	
- Altura [m]	2,90
- Largura [m]	1,80
Túnel de Adução Vertical	

- Profundidade [m]	77,32
- Diâmetro [m]	5,50
Túnel de Adução	
- Comprimento [m]	787,89
- Seção [m]	6,80 x 5,20
- Declividade	12%
Conduto Forçado	
- Número de Conduitos	3
(6) Casa de Força	
Tipo	Subterrânea
Número de Unidades Geradoras	3
Turbinas Hidráulicas	
- Tipo	Francis
- Potência Nominal Unitária [MW]	35
- Potência Instalada Total [MW]	105

B. MODELO de Mensagem de Notificação Padrão**URGENTE**

Prezados (as)

Esta é uma mensagem de (declaração / alteração) do Nível de Resposta _____, feita por _____, Coordenador do Plano de Ação de Emergência – PAE da Barragem da UHE Queimado.

A partir das ____:____ h de ____/____/____, foi acionado o Nível de Resposta _____ do Plano de Ação de Emergência – PAE da Barragem da UHE Queimado 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 Resposta que estão descritos no Plano de Ação de Emergência – PAE da UHE Queimado.

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

Nós os manteremos atualizados em caso de mudança do Nível de Resposta.

FIM DA MENSAGEM

C. Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética

Premissas:

Para o **Nível de Resposta Vermelho – Emergência**, foram simulados quatro cenários hidrológicos de ruptura, os quais são apresentados abaixo:

- **Cenário RDC 1:** Rompimento por *piping* na região do promontório em Condição de Carregamento Excepcional (CCE), durante evento de vazão Decamilenar com reservatório na El. 829,54 m;
- **Cenário RDC 2:** Rompimento por *piping* na região do promontório em Condição de Carregamento Normal (CCN), durante evento de vazão média de longo termo (*Sunny Day*), com o reservatório na El. 829,03 m;
- **Cenário RDC 3:** Rompimento por *piping* na região do promontório em Condição de Carregamento Normal (CCN), com vazão de restrição (300 m³/s) e reservatório na El. 829,15 m.

Resultados:

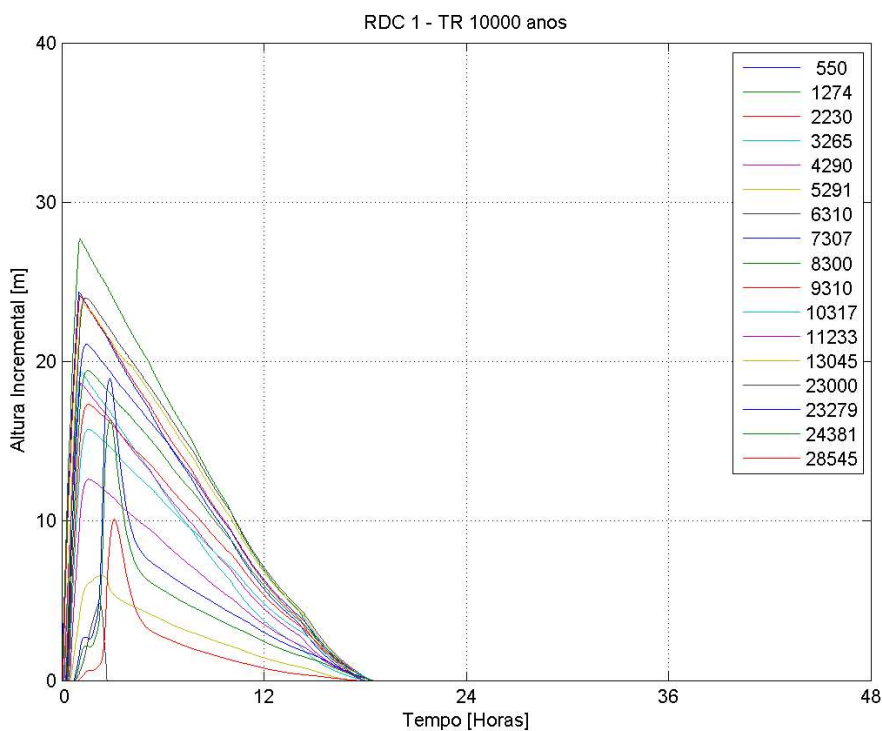
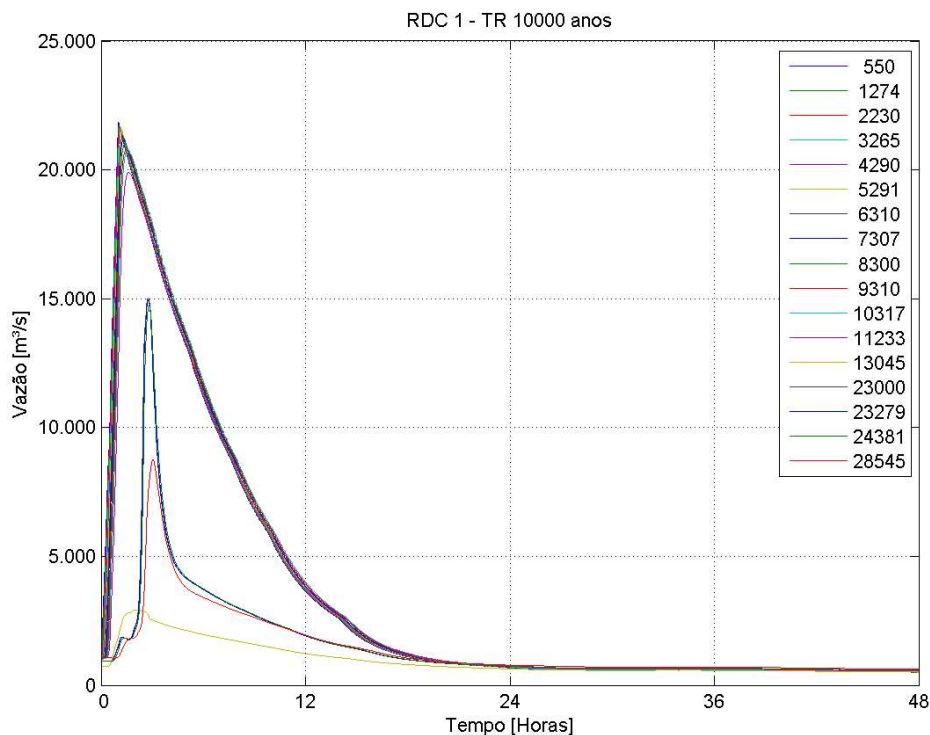
Cenário RDC 1: Rompimento por *piping* na região do promontório com vazão decamilenar (1396 m³/s)

O tempo inundado, pelo incremento da onda de ruptura, é quantificado a partir da permanência temporal da onda de cheia superior à 0,61 m da superfície d'água referente ao evento hidrológico em estudo. O tempo de inundação é conceituado como o tempo que a onda de inundação leva para subir desde um nível de referência e descer até este mesmo nível. Considera-se como nível de referência aquele que fica 0,61 m acima do nível natural do rio correspondente à vazão em análise.

Tal critério é uma forma de avaliar o tempo de submersão do vale a jusante durante a passagem da onda de cheia, contabilizando, apenas, o efeito incremental provocado pela ruptura hipotética da barragem. Ao longo do modelo verificou-se que, juntamente com as vazões elevadas, há um volume de enorme magnitude sendo propagado, podendo ocasionar grandes impactos às edificações e aos demais empreendimentos localizados a jusante da estrutura, como no caso, a PCH Mata Velha e a PCH Unaí Baixo.

A altura incremental da onda de cheia sobre a PCH Mata Velha chega à aproximadamente 5,00 m, galgando toda a estrutura. Em relação ao vale a jusante, a altura incremental chega a 27 m. A inundação induzida pela ruptura hipotética da Barragem Queimado controla a onda de cheia sobre a cheia natural. Desta forma, o dano potencial associado à ruptura é considerado de grande magnitude, impondo uma cheia induzida pelo menos 15 vezes superior à cheia natural decamilenar.

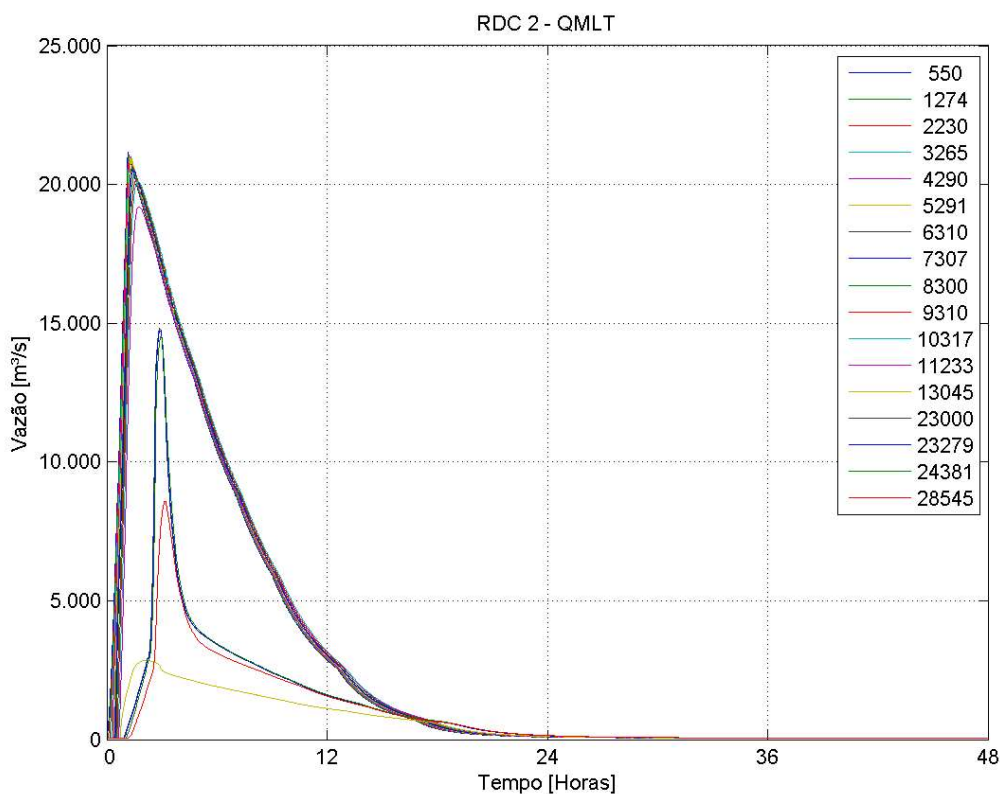
As figuras seguintes ilustram o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da UHE Queimado para o modo RDC 1 (Decamilenar), onde são apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse.

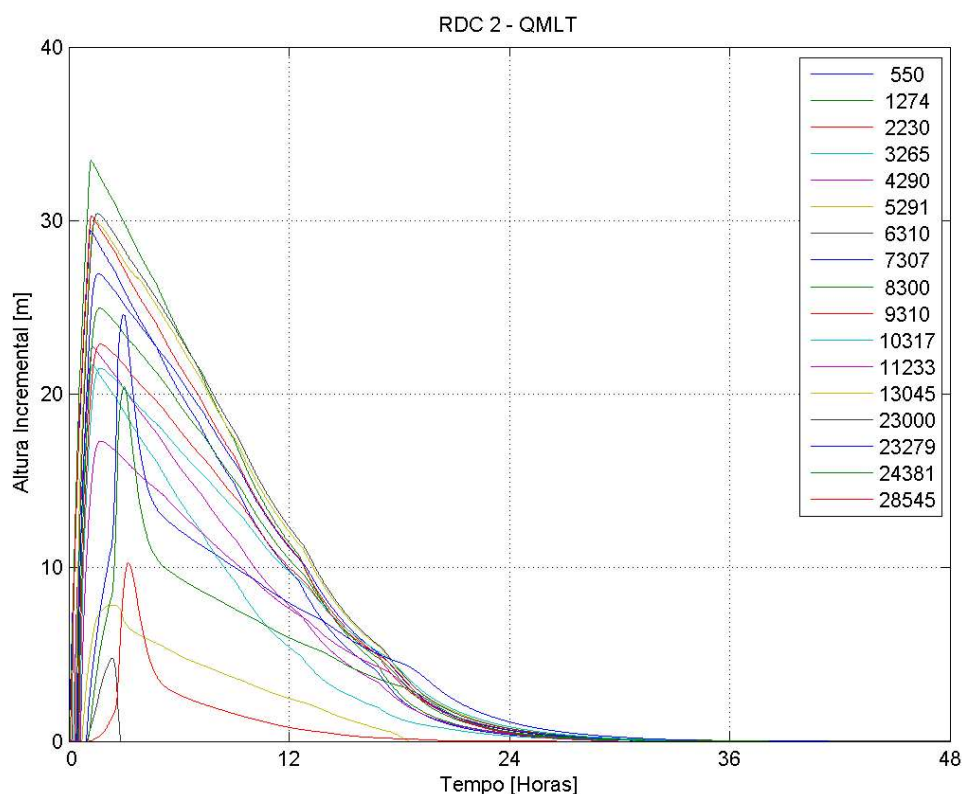


Cenário RDC 2: Rompimento por piping na região do promontório em dia seco, com vazão média de longo termo (56,0 m³/s)

As figuras seguintes ilustram o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da UHE Queimado para o modo RDC 2 (Sunny Day, reservatório com N.A. El. 829,03 [m-IBGE]), onde são apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse.

Neste caso, a ruptura inicia durante o carregamento gerado pela sobrelevação máxima no barramento durante para evento hidrológico normal, com vazão média de longo termo. A altura incremental da onda ao longo do vale a jusante é superior a 30 m, chegando próximo a 5 m sobre as estruturas da PCH Mata Velha.

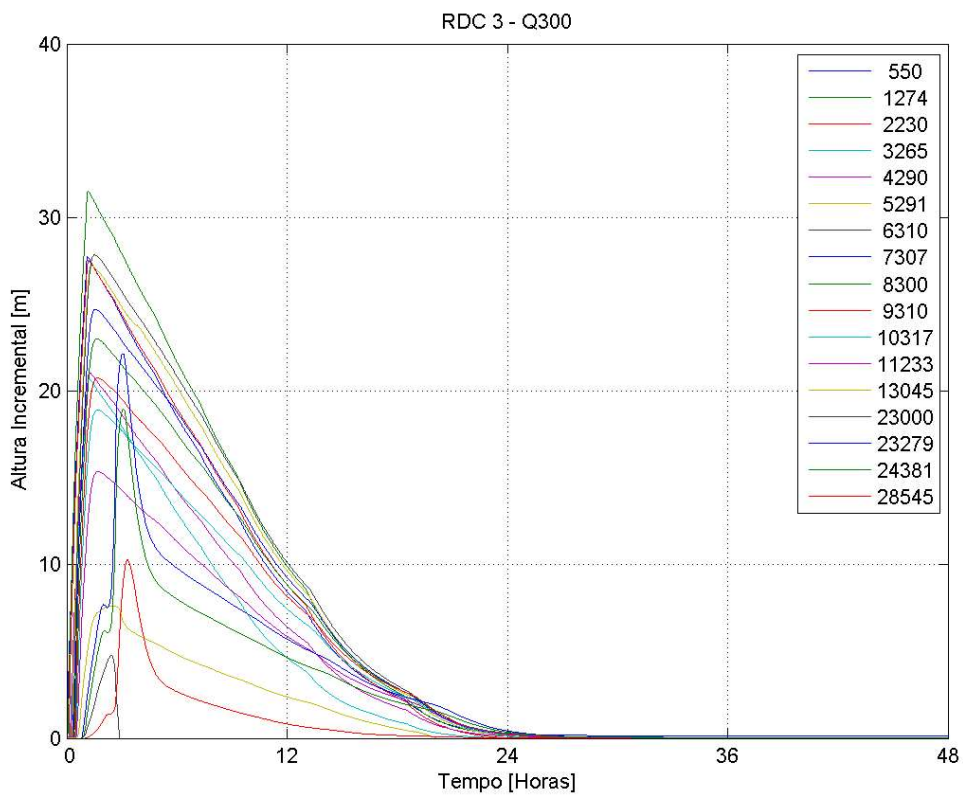
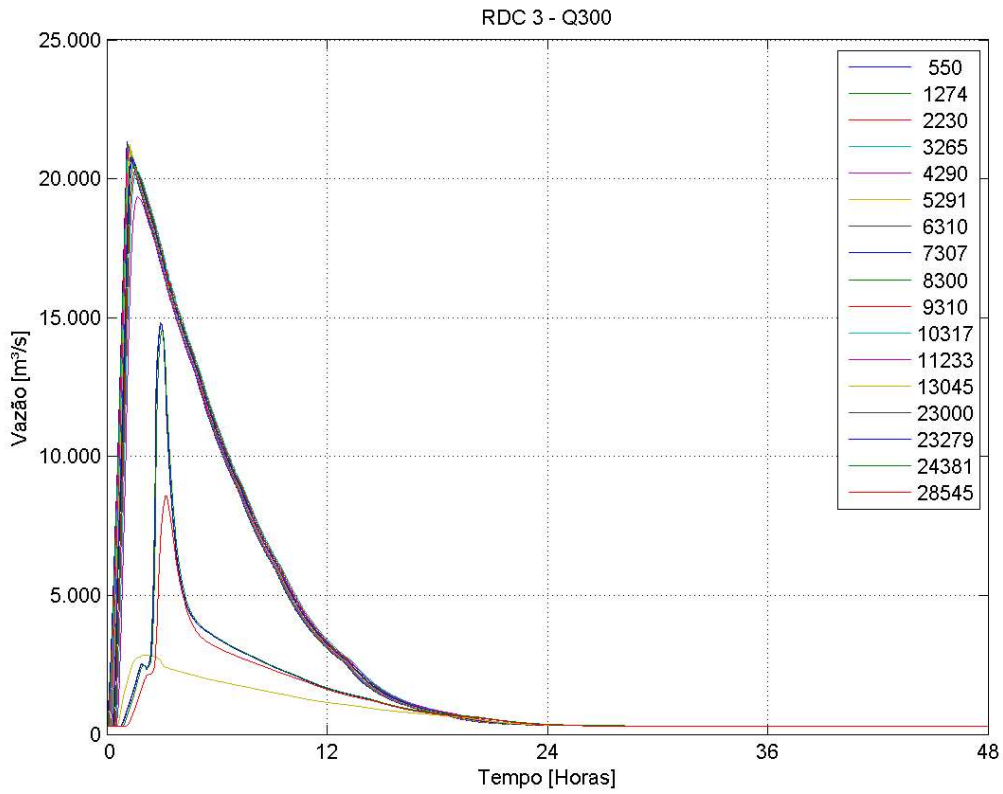




Cenário RDC 3: Rompimento por piping na região do promontório, operando a vazão de restrição (400 m³/s)

As figuras seguintes ilustram o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da UHE Queimado para o modo RDC 3 (Vazão de Restrição - 300m³/s, reservatório com N.A. El. 829,15 [m-IBGE]), onde são apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse.

Ao longo do modelo verificou-se que o abatimento da onda de ruptura foi de 40%, resultando em uma altura incremental na seção mais a jusante do modelo na ordem de 10 m, para todos os cenários de ruptura independentemente da condição hidrológica. Esta altura incremental mostra que os impactos ocasionados em uma ruptura são consideráveis, para qualquer cenário.



D. 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.

- Resultados 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]*
30972	550	766,75	742,39	736,81	29,95	24,36	21834,18	00 01 02	00 16 48	00 00 02	0,00
30248	1274	753,35	725,63	719,37	33,98	27,71	21744,69	00 01 04	00 17 02	00 00 03	21,72
29293	2230	738,75	714,61	708,01	30,74	24,14	21699,12	00 01 06	00 16 54	00 00 06	25,19
28257	3265	713,79	694,39	691,64	22,15	19,40	21675,77	00 01 08	00 16 06	00 00 09	27,15
27233	4290	692,83	674,19	669,72	23,11	18,64	21651,73	00 01 09	00 16 34	00 00 11	32,05
26231	5291	668,59	644,99	638,12	30,47	23,60	21641,40	00 01 15	00 17 08	00 00 15	21,88
25213	6310	667,81	643,80	636,90	30,91	24,00	21318,75	00 01 26	00 17 11	00 00 17	14,40
24216	7307	663,71	642,63	636,31	27,40	21,08	21190,60	00 01 29	00 17 03	00 00 19	15,01
23222	8300	661,25	641,80	635,86	25,38	19,45	20989,88	00 01 32	00 16 57	00 00 21	15,50
22213	9310	657,69	640,37	634,45	23,24	17,33	20847,55	00 01 35	00 16 56	00 00 24	15,93
21205	10317	654,77	639,02	632,96	21,81	15,75	20799,99	00 01 36	00 16 50	00 00 27	17,24
20290	11233	649,65	637,03	632,07	17,59	12,62	19911,21	00 01 37	00 16 17	00 00 31	18,31
18477	13045	639,60	633,04	631,62	7,99	6,56	2927,05	00 02 24	00 14 23	00 00 38	9,14
8523	23000	636,44	631,61	631,61	4,83	4,83	15017,47	00 02 15	00 01 33	00 01 07	18,45
8243	23279	625,92	606,98	601,16	24,76	18,94	14969,68	00 02 52	00 16 01	00 00 52	12,40
7141	24381	620,73	604,37	600,15	20,58	16,36	14735,57	00 02 54	00 15 42	00 00 57	12,77
2977	28545	610,54	600,43	600,00	10,54	10,11	8744,47	00 03 07	00 11 14	00 01 34	13,44

*d é a distância entre a seção de controle e o eixo do barramento [m]; Z_p é a cota de pico [m-IBGE]; Z_{ref} é a cota de pico para o evento natural Decamilenar [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.

- Resultados RDC 2:

SC	d*[m]	Z _p *	Z _{ref} *	Z _{Qmit} *	H [m]*	H _{incr} [m]*	Q _p [m ³ /s]*	T _p *	T _{inun} *	T _{ch}	V [km/h]*
30972	550	766,26	740,43	736,81	29,45	25,82	21159,23	00 01 11	00 22 22	00 00 02	0,00
30248	1274	752,82	723,31	719,37	33,45	29,51	21070,46	00 01 13	00 22 47	00 00 06	21,72
29293	2230	738,29	712,51	708,01	30,28	25,78	21028,49	00 01 15	01 00 15	00 00 11	25,19
28257	3265	713,36	693,36	691,64	21,72	20,00	21002,01	00 01 16	00 21 09	00 00 16	32,58
27233	4290	692,45	672,70	669,72	22,73	19,75	20979,52	00 01 18	00 22 26	00 00 20	32,05
26231	5291	668,08	642,84	638,12	29,96	25,24	20965,98	00 01 23	01 00 28	00 00 23	23,71
25213	6310	667,31	641,55	636,90	30,41	25,76	20626,09	00 01 35	01 00 24	00 00 25	14,40
24216	7307	663,27	640,50	636,31	26,95	22,77	20510,35	00 01 37	00 23 46	00 00 28	15,59
23222	8300	660,83	639,77	635,86	24,97	21,06	20346,32	00 01 43	00 23 09	00 00 31	14,53
22213	9310	657,34	638,54	634,45	22,89	18,80	20176,22	00 01 44	00 22 48	00 00 34	15,93
21205	10317	654,45	637,30	632,96	21,49	17,15	20108,25	00 01 44	01 00 43	00 00 37	17,76
20290	11233	649,36	635,73	632,07	17,30	13,63	19187,73	00 01 46	00 22 57	00 00 40	18,31
18477	13045	639,46	632,42	631,62	7,84	7,04	2862,22	00 02 24	00 16 34	00 00 45	10,27
8523	23000	636,40	631,61	631,61	4,78	4,78	14809,93	00 02 22	00 01 38	00 01 09	18,97
8243	23279	625,75	605,66	601,16	24,59	20,08	14758,06	00 03 00	01 01 31	00 01 00	12,51
7141	24381	620,57	603,28	600,15	20,42	17,29	14538,97	00 03 01	00 22 31	00 01 09	13,00
2977	28545	610,30	600,19	600,00	10,30	10,11	8600,13	00 03 15	00 11 18	00 01 57	13,55

*d é a distância entre a seção de controle e o eixo do barramento [m]; Z_p é a cota de pico [m-IBGE]; Z_{ref} é a cota de pico para o evento natural de Tr 100 anos [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 Q_{MLT} [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 > 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.

- Resultados 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]*
30972	550	766,37	738,63	736,81	29,57	27,74	21316,98	00 01 08	00 21 32	00 00 02	0,00
30248	1274	752,95	721,43	719,37	33,58	31,52	21230,26	00 01 10	00 21 17	00 00 05	21,72
29293	2230	738,40	710,87	708,01	30,39	27,53	21182,09	00 01 12	00 20 36	00 00 09	25,19
28257	3265	713,46	692,74	691,64	21,82	20,72	21158,59	00 01 14	00 18 53	00 00 12	27,15
27233	4290	692,54	671,47	669,72	22,82	21,07	21137,99	00 01 15	00 20 28	00 00 15	32,05
26231	5291	668,20	641,00	638,12	30,08	27,20	21219,38	00 01 24	00 21 16	00 00 19	17,78
25213	6310	667,43	639,58	636,90	30,53	27,85	20797,43	00 01 33	00 21 39	00 00 21	13,82
24216	7307	663,36	638,65	636,31	27,05	24,71	20668,66	00 01 33	00 21 37	00 00 23	16,22
23222	8300	660,93	637,90	635,86	25,06	23,02	20486,98	00 01 39	00 21 47	00 00 25	15,00
22213	9310	657,43	636,65	634,45	22,97	20,77	20340,31	00 01 41	00 21 36	00 00 29	15,93
21205	10317	654,52	635,60	632,96	21,56	18,93	20279,96	00 01 42	00 21 17	00 00 32	17,24
20290	11233	649,43	634,06	632,07	17,36	15,36	19349,09	00 01 43	00 21 30	00 00 34	18,31
18477	13045	639,44	631,81	631,62	7,82	7,63	2851,38	00 02 35	00 17 08	00 00 41	8,62
8523	23000	636,40	631,61	631,61	4,78	4,78	14815,65	00 02 25	00 01 43	00 01 08	17,49
8243	23279	625,75	603,58	601,16	24,59	22,16	14756,89	00 03 03	00 22 21	00 00 55	11,86
7141	24381	620,57	601,60	600,15	20,42	18,97	14549,42	00 03 05	00 21 51	00 01 01	12,22
2977	28545	610,29	600,03	600,00	10,29	10,26	8596,69	00 03 18	00 11 39	00 01 44	12,92

*d é a distância entre a seção de controle e o eixo do barramento [m]; Z_p é a cota de pico [m-IBGE]; Z_{ref} é a cota de pico para Q_{restrição} [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 Q_{MLT} [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 > 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.

- Resultados Cheias Naturais:

SC	d*[m]	Cota [m-IBGE]					Qmlt	Qrestrição
		TR 2	TR 10	TR 50	TR 100	TR 10.000		
30972	550	737,86	739,06	740,03	740,43	742,39	736,81	738,63
30248	1274	720,52	721,80	722,83	723,31	725,63	719,37	721,43
29293	2230	709,60	711,10	712,08	712,51	714,61	708,01	710,87
28257	3265	692,34	692,80	693,17	693,36	694,39	691,64	692,74
27233	4290	670,71	671,69	672,38	672,70	674,19	669,72	671,47
26231	5291	639,76	641,30	642,37	642,84	644,99	638,12	641,00
25213	6310	638,40	639,95	641,05	641,55	643,80	636,90	639,58
24216	7307	637,59	639,00	640,05	640,50	642,63	636,31	638,65
23222	8300	636,97	638,29	639,35	639,77	641,80	635,86	637,90
22213	9310	635,54	637,00	638,07	638,54	640,37	634,45	636,65
21205	10317	634,47	635,94	636,87	637,30	639,02	632,96	635,60
20290	11233	633,28	634,52	635,39	635,73	637,03	632,07	634,06
18477	13045	631,68	631,92	632,26	632,42	633,04	631,62	631,81
8523	23000	631,61	631,61	631,61	631,61	631,61	631,61	631,61
8243	23279	602,80	604,32	605,28	605,66	606,98	601,16	603,58
7141	24381	601,02	602,18	602,96	603,28	604,37	600,15	601,60
2977	28545	600,02	600,08	600,15	600,19	600,43	600,00	600,03

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

E. 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 de Resposta Vermelho – Emergência**, onde a ruptura já ocorreu ou está prestes a ocorrer, assim como cenários de cheias naturais para o **Nível de Resposta Azul – Cheias**.

As cartas de inundação resumizam 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 piping na região do promontório com vazão decamilenar (1396 m^3/s)	PAE-QMA-MAP01-RDC01_revB
RDC 2 - Rompimento por piping na região do promontório em dia seco, com vazão média de longo termo (56,0 m^3/s)	PAE-QMA-MAP02-RDC02_revB
RDC 3 - Rompimento por piping na região do promontório, operando a vazão de restrição (300 m^3/s)	PAE-QMA-MAP03-RDC03_revB

É representado em carta de inundação, também, o perigo hidrodinâmico do cenário mais crítico. 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 piping na região do promontório com vazão decamilenar (1396 m³/s)	PAE-QMA-MAP04-PER01_revB
RDC 2 - Rompimento por piping na região do promontório em dia seco, com vazão média de longo termo (56,0 m³/s)	PAE-QMA-MAP05-PER02_revB
RDC 3 - Rompimento por piping na região do promontório, operando a vazão de restrição (300 m³/s)	PAE-QMA-MAP06-PER03_revB

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

Tempo de Recorrência	Número do Mapa
TR 2 anos (208 m³/s)	PAE-QMA-MAP07-TR2_revB
TR 10 anos (433 m³/s)	PAE-QMA-MAP08-TR10_revB
TR 50 anos (645 m³/s)	PAE-QMA-MAP09-TR50_revB
TR 100 anos (754 m³/s)	PAE-QMA-MAP10-TR100_revB
TR 10.000 anos (1396 m³/s)	PAE-QMA-MAP11-TR10000_revB

XIII. Apêndices Externos

Documento nº PAE-QMA-DOC02_Apêndices-G-H

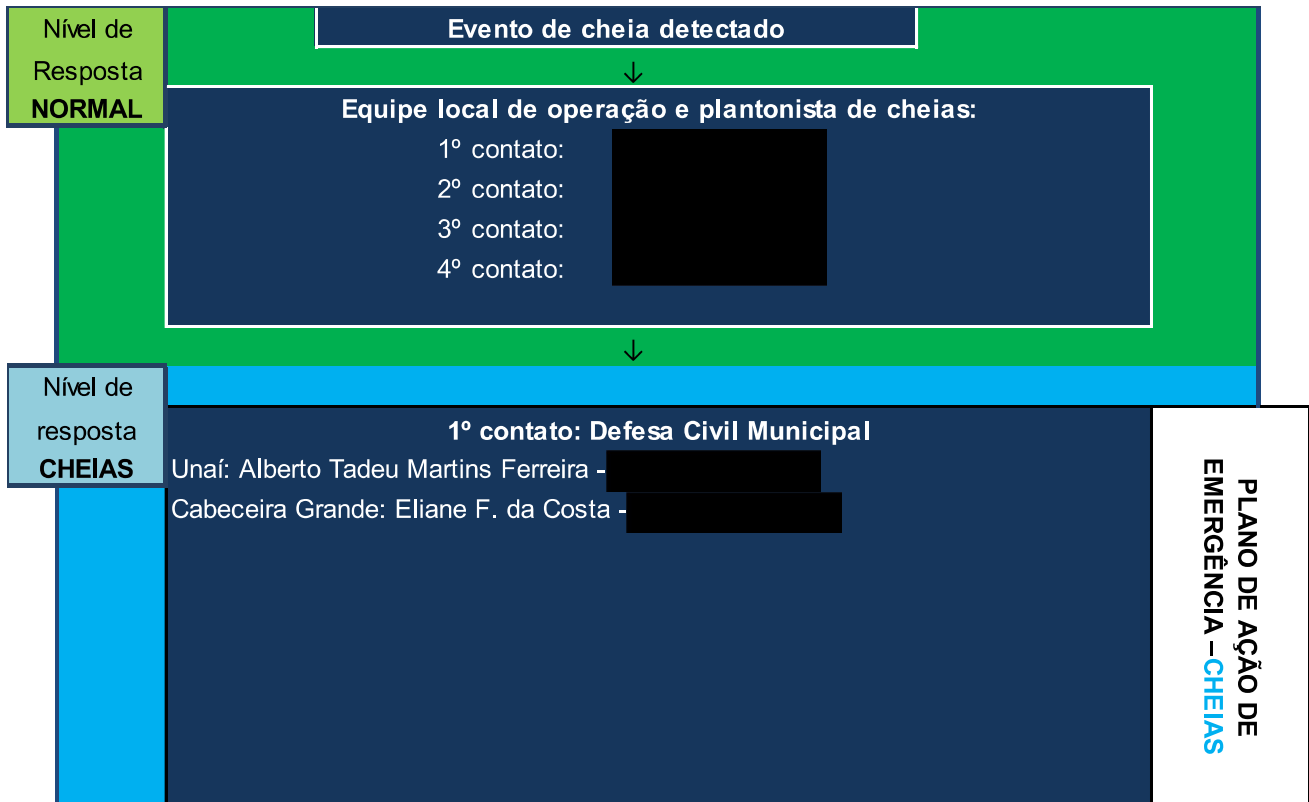
A. Controle de distribuição digital deste PAE¹

Nome do Responsável	Função/Entidade
Ivan Sérgio Carneiro	Coordenador do PAE – Cemig GT
Diego Antônio F. Balbi	Coordenador Técnico Civil – Cemig GT
Marcio Gustavo Dias Guimarães	Gerente da Equipe Local – Cemig GT
Eliane F. da Costa	Coordenadora – Defesa Civil Municipal de Cabeceira Grande - MG
Alberto Tadeu Martins Ferreira	Coordenador – Defesa Civil Municipal de Unaí - MG

¹ Apêndice revisado em 27/11/2023. Este apêndice pode ter seus contatos alterados, sem que o documento do PAE perca a vigência de sua revisão.

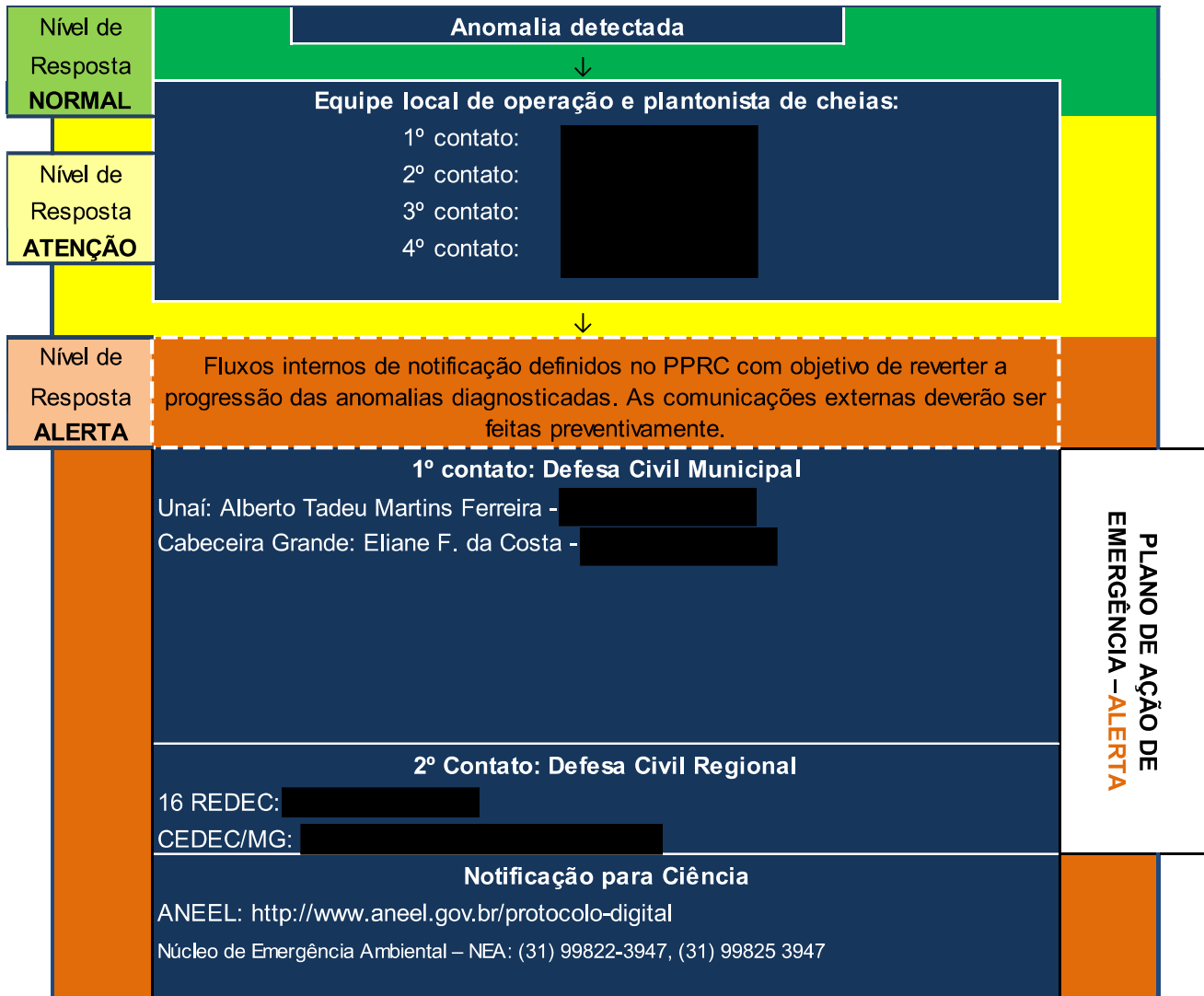
B. Plano de chamadas para notificação deste PAE

- **Nível de Resposta Azul: CHEIAS²**



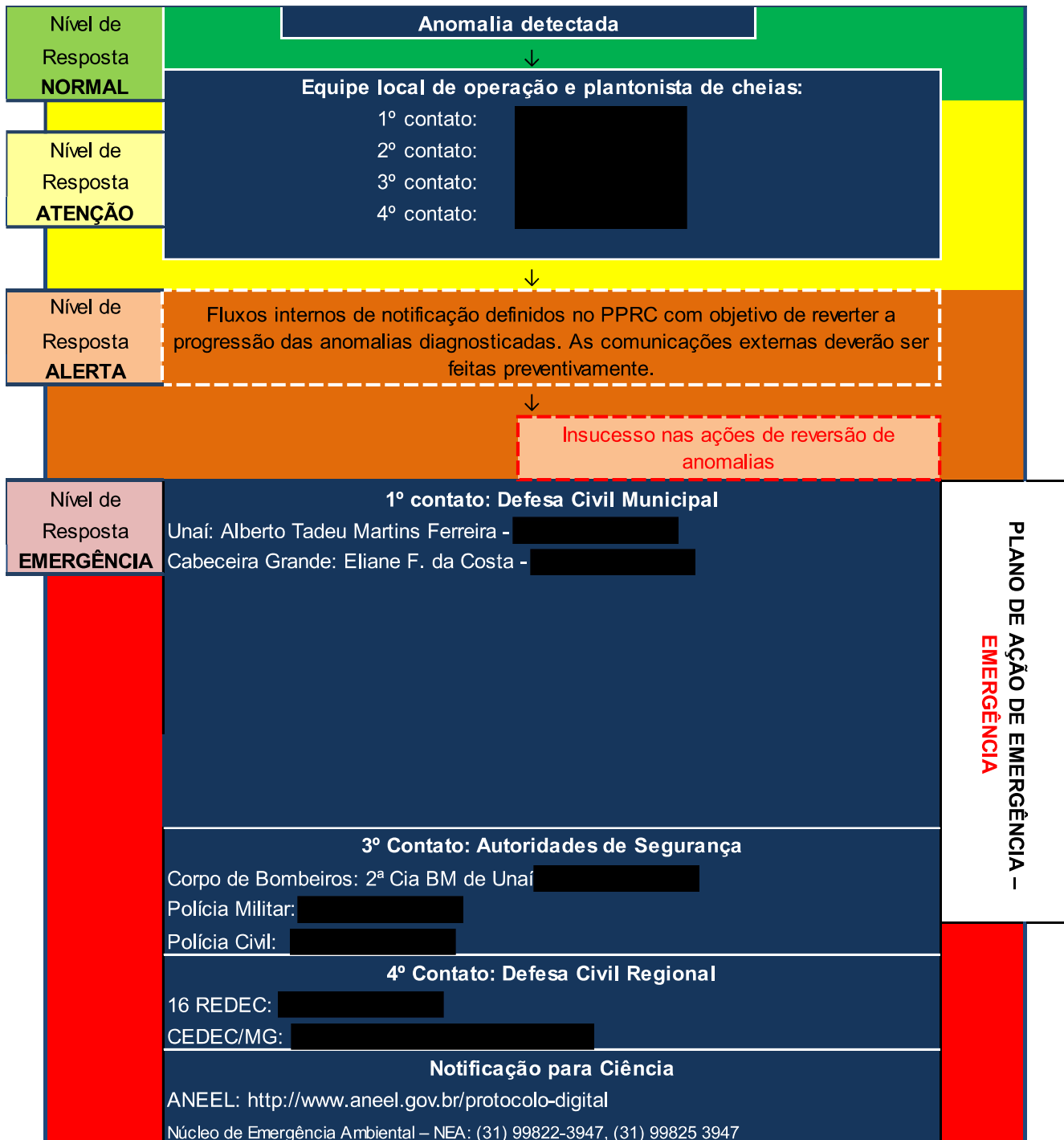
² Apêndice revisado em 14/11/2023. Este apêndice pode ter seus contatos alterados, sem que o documento do PAE perca a vigência de sua revisão.

- **Nível de Resposta Laranja: ALERTA³**



³ Apêndice revisado em 27/11/2023. Este apêndice pode ter seus contatos alterados, sem que o documento do PAE perca a vigência de sua revisão.

- **Nível de Resposta Vermelho: EMERGÊNCIA⁴**



⁴ Apêndice revisado em 27/11/2023. Este apêndice pode ter seus contatos alterados, sem que o documento do PAE perca a vigência de sua revisão.